

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号
特表2007-502012
(P2007-502012A)

(43) 公表日 平成19年2月1日(2007.2.1)

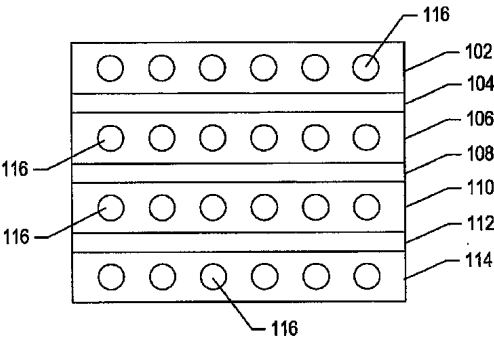
(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 8/24 (2006.01)	HO 1 M 8/24 E	5 HO 1 8
HO 1 M 8/02 (2006.01)	HO 1 M 8/02 R	5 HO 2 6
HO 1 M 8/12 (2006.01)	HO 1 M 8/02 K	
HO 1 M 4/06 (2006.01)	HO 1 M 8/02 Y	
	HO 1 M 8/12	
審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 23 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2006-533634 (P2006-533634)	(71) 出願人 593150863 サンーゴバン セラミックス アンド プ ラスティクス, インコーポレイティド アメリカ合衆国, マサチューセッツ, ワー セスター, ニュー ボンド ストリート 1
(86) (22) 出願日 平成16年6月9日 (2004.6.9)	(74) 代理人 100099759 弁理士 青木 篤
(85) 翻訳文提出日 平成18年2月8日 (2006.2.8)	(74) 代理人 100077517 弁理士 石田 敬
(86) 国際出願番号 PCT/US2004/018267	(74) 代理人 100087413 弁理士 古賀 哲次
(87) 国際公開番号 W02005/001959	(74) 代理人 100111903 弁理士 永坂 友康
(87) 国際公開日 平成17年1月6日 (2005.1.6)	
(31) 優先権主張番号 60/477, 149	
(32) 優先日 平成15年6月9日 (2003.6.9)	
(33) 優先権主張国 米国 (US)	
	最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スタック支持された固体酸化物型燃料電池

(57) 【要約】

固体酸化物型燃料電池スタックが開示される。固体酸化物型燃料電池スタックは、少なくとも2個の固体酸化物型燃料電池を包含する。2個の固体酸化物型燃料電池は、共通の電極を分有している。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

2 個の固体酸化物型燃料電池を含み、かつこれらの 2 個の固体酸化物型燃料電池が共通の電極を分有している、固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 2】

前記共通の電極がカソードである、請求項 1 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 3】

前記共通の電極がアノードである、請求項 1 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 4】

前記 2 個の固体酸化物型燃料電池の第 1 の電池は、第 1 の電極、第 1 の電解質及び第 2 の電極を含み、かつ前記 2 個の固体酸化物型燃料電池の第 2 の電池は、第 2 の電極、第 2 の電解質及び第 3 の電極を含み、その際、前記第 2 の電極が前記共通の電極である、請求項 1 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。 10

【請求項 5】

前記 2 個の固体酸化物型燃料電池の 1 つとともに第 2 の共通の電極を分有する第 3 の固体酸化物型燃料電池をさらに含む、請求項 1 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 6】

前記共通の電極が微細流路を含む、請求項 1 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 7】

前記固体酸化物型燃料電池のそれぞれが、それぞれの第 2 の電極、共通の電極及び微細流路を備えた第 2 の電極を含む、請求項 6 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。 20

【請求項 8】

前記微細流路は、0.1 mm ~ 5 mm の特徴的直径を有している、請求項 6 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 9】

前記微細流路は、サブトラクティブ法によって形成されたものである、請求項 6 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 10】

前記微細流路は、カーボンを含む流路形成物質を酸化することによって形成されたものである、請求項 6 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。 30

【請求項 11】

前記流路形成物質は、無定形カーボン、カーボンブラック、グラファイト又はグラファイト - 樹脂複合体である、請求項 10 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 12】

前記微細流路は、非サブトラクティブ法によって形成されたものである、請求項 6 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 13】

前記微細流路は、現場において成形されたものである、請求項 12 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 14】

集電装置をさらに含む、請求項 1 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。 40

【請求項 15】

前記集電装置が前記共通の電極に埋め込まれている、請求項 14 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 16】

前記固体酸化物型燃料電池のそれぞれが、それぞれの第 2 の電極、共通の電極及び集電装置を備えた第 2 の電極を包含する、請求項 15 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 17】

前記集電装置がニッケルを含む、請求項 14 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。 50

【請求項 18】

該スタックがガス不透過性の相互接続体を有していない、請求項 1 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 19】

前記 2 個の固体酸化物型燃料電池は、複数個の電極を含み、かつ該固体酸化物型燃料電池スタックは、それぞれの電極の外側エッジ部に接続された電気接点をさらに有している、請求項 1 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 20】

前記 2 個の固体酸化物型燃料電池は、加熱加圧成形によって接合されている、請求項 1 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

10

【請求項 21】

前記加熱加圧成形工程は、60 分間以内のサイクル期間を有する加熱加圧成形サイクルを包含する、請求項 20 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 22】

前記共通の電極は、サブトラクティブ法によって形成された多孔質構造体を有している、請求項 1 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 23】

前記共通の電極は、細孔形成物質の酸化によって形成された多孔質構造体を有している、請求項 22 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 24】

前記細孔形成物質がカーボンを含む、請求項 23 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

20

【請求項 25】

前記細孔形成物質は、カーボンブラック又は無定形カーボンである、請求項 24 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 26】

前記 2 個の固体酸化物型燃料電池のうちの少なくとも一方の電池は、その厚さが 1.0 mm 以下である、請求項 1 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 27】

前記 2 個の固体酸化物型燃料電池のうちの少なくとも一方の電池は、その厚さが 5 mm 以下である、請求項 1 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

30

【請求項 28】

前記 2 個の固体酸化物型燃料電池のうちの少なくとも一方の電池は、その厚さが 3 mm 以下である、請求項 1 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 29】

前記 2 個の固体酸化物型燃料電池のうちの少なくとも一方の電池において、その電池の電解質の厚さは 100 μm 以下であり、かつ前記共通の電極の厚さは 5 mm 以下である、請求項 1 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 30】

前記 2 個の固体酸化物型燃料電池は、それぞれ、電解質を有しており、かつ前記 2 個の固体酸化物型燃料電池のそれぞれの電解質は、ジルコニア、セリア及びガリアからなる群から選ばれる材料を含んでいる、請求項 1 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

40

【請求項 31】

前記材料は、スカンジウム、サマリウム、ガドリニウム及びイットリウムからなる群から選ばれる安定化物質で安定化されている、請求項 30 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 32】

前記材料は、イットリア安定化ジルコニアを含む、請求項 31 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 33】

50

前記 2 個の固体酸化物型燃料電池は、少なくとも 1 個のアノードを備え、かつ前記少なくとも 1 個のアノードは、ニッケル及びイットリア安定化ジルコニアを含む、請求項 1 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 3 4】

前記少なくとも 1 個のアノードは、ニッケル酸化物及びイットリア安定化ジルコニアを含む素地体の還元によって形成されたものである、請求項 3 3 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 3 5】

前記 2 個の固体酸化物型燃料電池は、少なくとも 1 個のアノードを備え、かつ前記少なくとも 1 個のアノードは、ニッケル及びガドリニウム安定化セリアを含む、請求項 1 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。 10

【請求項 3 6】

前記少なくとも 1 個のアノードは、ニッケル酸化物及びガドリニウム安定化セリアを含む素地体の還元によって形成されたものである、請求項 3 3 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 3 7】

前記固体酸化物型燃料電池は、少なくとも 1 個のカソードを備え、かつ前記少なくとも 1 個のカソードは、ランタンストロンチウムマンガナイト、ランタンストロンチウムフェライト及びランタンストロンチウムコバルトフェライトからなる群から選ばれる材料を含む、請求項 1 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。 20

【請求項 3 8】

前記少なくとも 1 個のカソードは、ランタンストロンチウムマンガナイトを含む、請求項 3 7 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 3 9】

第 1 のアノード層、
前記第 1 のアノード層の上に配置された第 1 の電解質層、
前記第 1 のアノード層の上に配置された第 1 のカソード層、
前記第 1 のカソード層の上に配置された第 2 の電解質層、及び
前記第 2 の電解質層の上に配置された第 2 のアノード層
を含む、一体化された固体酸化物型燃料電池スタック。 30

【請求項 4 0】

前記第 2 のアノード層の上に配置された第 3 の電解質層と、前記第 3 の電解質層の上に配置された第 2 のカソード層とをさらに含む、請求項 3 9 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 4 1】

集電装置をさらに含む、請求項 3 9 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 4 2】

前記集電装置が前記第 1 のアノード層に埋め込まれている、請求項 4 1 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 4 3】

前記集電装置がニッケルを含む、請求項 4 1 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。 40

【請求項 4 4】

前記第 1 のカソード層と一体化した集電装置をさらに含む、請求項 3 9 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 4 5】

前記第 1 及び第 2 のアノード層において微細流路をさらに含む、請求項 3 9 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 4 6】

前記第 1 のカソード層において微細流路をさらに含む、請求項 3 9 に記載の固体酸化物型燃料電池スタック。 50

【請求項 47】

少なくとも 2 個の固体酸化物型燃料電池を含む固体酸化物型燃料電池スタックであって、該燃料電池スタックは、ガス不透過性の相互接続体層を有していない、固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項 48】

燃料をコンディショニングするための燃料システム、

空気をコンディショニングするための空気システム、

前記燃料システムに接続され、かつ前記空気システムに接続された固体酸化物型燃料電池スタックであって、少なくとも 2 個の固体酸化物型燃料電池を含み、かつこれらの少なくとも 2 個の固体酸化物型燃料電池が共通の電極を分有している固体酸化物型燃料電池スタック、及び

10

前記固体酸化物型燃料電池スタックに電氣的に接続された電力調整装置を含んでなる、固体酸化物型燃料電池システム。

【請求項 49】

前記燃料システムは、前記固体酸化物型燃料電池スタックのアノードと流体で連通しており、かつ前記空気システムは、前記固体酸化物型燃料電池スタックのカソードと流体で連通している、請求項 48 に記載の固体酸化物型燃料電池システム。

【請求項 50】

燃料をコンディショニングするための燃料システム、

空気をコンディショニングするための空気システム、

20

前記燃料システムに接続され、かつ前記空気システムに接続された固体酸化物型燃料電池スタックであって、該燃料電池スタックが、

第 1 のアノード層、

前記第 1 のアノード層の上に配置された第 1 の電解質層、

前記第 1 のアノード層の上に配置された第 1 のカソード層、

前記第 1 のカソード層の上に配置された第 2 の電解質層、及び

前記第 2 の電解質層の上に配置された第 2 のアノード層

を含む、固体酸化物型燃料電池スタック、及び

前記固体酸化物型燃料電池スタックに電氣的に接続された電力調整装置を含んでなる、固体酸化物型燃料電池システム。

30

【請求項 51】

前記燃料システムは、前記第 1 のアノード層と流体で連通しており、かつ前記空気システムは、前記第 1 のカソード層と流体で連通している、請求項 50 に記載の固体酸化物型燃料電池システム。

【請求項 52】

カソード層、アノード層及び該アノード層と該カソード層の間に設けられた電解質層を含む固体酸化物型燃料電池を形成すること、及び

前記固体酸化物型燃料電池を酸化性環境下において緻密化処理することを含んでなる、固体酸化物型燃料電池を形成する方法。

【請求項 53】

40

前記緻密化処理を加圧焼結によって実施する、請求項 52 に記載の方法。

【請求項 54】

前記加圧焼結が加熱加圧成形を包含する、請求項 53 に記載の方法。

【請求項 55】

前記加圧焼結が熱間鍛造を包含する、請求項 53 に記載の方法。

【請求項 56】

該方法を実施して、スタックの形をとる複数個の固体酸化物型燃料電池を形成し、かつ前記複数個の固体酸化物型燃料電池と一緒に緻密化処理する、請求項 52 に記載の方法。

【請求項 57】

一体化された微細流路を含むアノード層、

50

前記アノード層の上に配置された電解質層、及び

前記電解質層の上に配置されたものであって、一体化された微細流路を含むカソード層を含む、固体酸化物型燃料電池。

【請求項 5 8】

前記カソード層又は前記アノード層の少なくとも一方の前記一体化された微細流路は、サブトラクティブ法によって形成されたものである、請求項 5 7 に記載の固体酸化物型燃料電池。

【請求項 5 9】

前記カソード層又は前記アノード層の少なくとも一方の前記一体化された微細流路は、非サブトラクティブ法によって形成されたものである、請求項 5 7 に記載の固体酸化物型燃料電池。

10

【請求項 6 0】

該固体酸化物型燃料電池は、その他の固体酸化物型燃料電池に対して並列回路の形態で電氣的に接続されている、請求項 5 7 に記載の固体酸化物型燃料電池。

【請求項 6 1】

該固体酸化物型燃料電池は、その他の固体酸化物型燃料電池に対して直列回路の形態で電氣的に接続されている、請求項 5 7 に記載の固体酸化物型燃料電池。

【請求項 6 2】

該固体酸化物型燃料電池は、その他の固体酸化物型燃料電池に対して直列 / 並列混成回路の形態で電氣的に接続されている、請求項 5 7 に記載の固体酸化物型燃料電池。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般的には固体酸化物型燃料電池 (S O F C) に関し、さらに詳しく述べると、商業的に実施可能な S O F C とその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

固体酸化物型燃料電池 (S O F C) は、エネルギーを製造するために慣用されている燃焼機関やタービンの代替となるものである。燃料電池技術は、より高い効率及び環境に対するより低い影響を伴って発電を行うことができ、また、燃料電池技術は、C O、N O x 及び S O x の放出量がより少ないことが一般的である。固体酸化物型燃料電池は、燃料源として、天然ガス、ケロセン及びディーゼル燃料を特に使用することができる。しかしながら、多くの種類の典型的な S O F C は、単位出力当たりの高いコストに苦しめられている。

30

【0003】

固体酸化物型燃料電池は、円筒状及び平板状の S O F C を含めたいろいろな形態で製造することができる。円筒形の S O F C は、通常、酸化ストロンチウムをドーピングしたランタンマンガンナイト (L S M) からなる多孔質の支持体チューブを使用する。平板状の S O F C は、電解質で支持した構造体あるいは電極で支持した構造体を利用することができる。電解質で支持した構造体は、一般的に、大きな厚さをもったイットリア安定化ジルコニアから形成される。これらの厚さのある電解質は、高いイオン抵抗値を有しており、したがって、電位の低下を発生する。

40

【0004】

電極で支持した S O F C は、構造体を支持したカソード又はアノードを用いて形成することができる。例えばランタンストロンチウムマンガンナイト (L S M) のようなカソードは、イットリア安定化ジルコニアに近い熱膨張係数を有している。他方において、アノード支持電池は、一般的に、ニッケル及びイットリア安定化ジルコニアを用いて形成される。ニッケルを含有したイットリア安定化ジルコニアの熱膨張係数は、イットリア安定化ジルコニアからなる電解質のそれよりも大きい値である。カソード支持電池及びアノード支持電池の双方において、電極の厚さが大きくなると、反応体の拡散や電極の抵抗に対して

50

影響がでてくる。電極支持の電池あるいは電解質支持の電池のいずれにおいても、より厚い電解質あるいは電極を使用すると、その影響の結果、電池の電位あるいは電流密度が低下せしめられ、S O F Cシステムの効率に悪影響がでてくる。

【 0 0 0 5 】

支持構造体の面においてばかりでなく、電極に対して電気接点（コンタクト）を接続することに関しても課題が存在している。典型的なS O F Cは、ガス不透過性の相互接続体を有している。典型的な相互接続体は、電極が示すものとは類似しない熱膨張係数を有している。熱膨張係数に差があると、電極からの相互接続体のせん断が引き起こされ、電池における抵抗の増大が発生する。相互接続体材料によっては、電極構造体中に拡散してしまう。相互接続体の構造が不十分なものであると、可使電位や電流密度の低下が発生する。

10

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

以上のような状況があるため、一般的な固体酸化物型燃料電池技術では、製造されるエネルギーのコストを増大させるところの、構造や製造上の欠点が問題となっている。したがって、改良された電極、電解質、S O F C、そしてS O F Cスタックが必要となっている。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

1つの特定の態様において、固体酸化物型燃料電池スタックが開示される。この固体酸化物型燃料電池は、少なくとも2個の固体酸化物型燃料電池を包含する。これらの2個の固体酸化物型燃料電池は、共通の電極を分有している。

20

【 0 0 0 8 】

もう1つの態様において、固体酸化物型燃料電池スタックが開示される。この固体酸化物型燃料電池は、一体化された複数の層を有している。複数の層には、第1のアノード層、第1の電解質層、第1のカソード層、第2の電解質層、そして第2のアノード層が含まれる。第1の電解質層は、第1のアノード層の上に位置している。第1のカソード層は、第1の電解質層の上に位置している。第2の電解質層は、第1のカソード層の上に位置しており、また、第2のアノード層は、第2の電解質層の上に位置している。

30

【 0 0 0 9 】

別の1態様において、固体酸化物型燃料電池スタックが開示される。この固体酸化物型燃料電池は、少なくとも2個の固体酸化物型燃料電池を包含する。これらの固体酸化物型燃料電池は、ガス不透過性の相互接続体層を有していない。

【 0 0 1 0 】

もう1つの態様において、固体酸化物型燃料電池の形成方法が開示される。この方法は、カソード層、アノード層及びアノード層とカソード層の間に配置された電解質層を含む固体酸化物型燃料電池を形成することと、固体酸化物型燃料電池を酸化性雰囲気中で緻密化処理することを包含する。

【 0 0 1 1 】

別の1態様において、一体化された複数の微細流路（マイクロチャネル）を含むアノード層、そのアノード層の上に配置された電解質層、そして一体化された複数の微細流路を含むカソード層を含む固体酸化物型燃料電池が開示される。カソード層は、電解質層の上に位置している。

40

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 2 】

本発明は、添付の図面を参照することにより、当業者がより良好に理解できるようになり、また、その多数の目的、構成要件、そして利点が明らかとなるであろう。なお、異なる図面において同一の参照番号を使用した場合には、同様であるかもしくは同一の部材を示すものとする。

50

【0013】

1 態様に従うと、本発明は、固体酸化物型燃料電池スタックに向けられる。この燃料電池スタックは、2 個もしくはそれ以上の固体酸化物型燃料電池 (S O F C) を有している。これらの燃料電池の 2 個が、1 つの共通の電極層を分有している。電極は、微細流路を包含してもよく、また、固体酸化物型燃料電池スタックに対して、回路の形で、外部的に電氣的に接続されていてもよい。回路は、並列回路であってもよく、直列回路であってもよく、さもなければ直列 / 並列混成回路であってもよい。共通の電極を利用している上記した態様の特定の構造体の場合、並列回路の形成が適合している。

【0014】

図 1 は、固体酸化物型燃料電池スタックの 1 つの例示的な態様を図示したものである。このスタックは、電解質層 104、108 及び 112 によって分離された電極層 102、106、110 及び 114 を包含する。それぞれの電極層は、微細流路 116 を包含する。電極の種類に依存して、微細流路 116 内を酸化剤もしくは燃料が通過し、また、電解質層 104、108 及び 112 を横切ってイオンが輸送される。

【0015】

ある特定の態様において、電極 102 はアノードであり、そして電極 106 はカソードである。アノード 102 及びカソード 106 は、電解質 104 によって分離されて、単一の固体酸化物型燃料電池を形成している。酸素イオンは、電解質 104 を横切って輸送されて燃料と反応することができ、アノード 102 とカソード 106 の間に電位差を発生させる。カソード 106 は、電解質 108 によってアノード 110 から分離されている。ここでもまた、酸素イオンは、電解質 108 を横切って輸送されて、カソード 106 とアノード 110 の間に電位を発生させることができる。同様に、アノード 110 は、別の電解質 112 によってカソード 114 から分離されている。このパターンを複数回にわたって繰り返すことができる。

【0016】

この例示的な態様において、複数個の固体酸化物型燃料電池は、共通の電極を分有している。これらの電極は、燃料電池の全体を通じて単一の組成を有していてもよく、さもなければ、電極に対して機能を付与するため、異なる層あるいは濃度勾配を有していてもよい。電極 106 の場合には、共通の電極構造体は、カソードである。電極 110 の場合には、共通の電極構造体は、アノードである。スタックの配置は、隣接する固体酸化物型燃料電池のなかでいくつかの電極が分有されているようにするため、繰り返しのパターンで行うことができる。このような形状とすることによって、ガス不透過性の相互接続体バリアを使用することに依存することが不必要となる。

【0017】

しかしながら、別法によれば、ガス不透過性の相互接続体を使用してスタックを形成してもよい。この形状の場合、複数個の電池を配置することで、直列回路の形態をとる固体酸化物型燃料電池スタックが導かれる。このスタックは、別のスタックに直列、並列又は直列 / 並列混成回路形状で接続してもよい。

【0018】

また、この例示的な態様は、電極 102、106、110 及び 114 のそれぞれにおいて図示されるように、微細流路 116 を包含してもよい。これらの微細流路の特徴的な直径は、0.1 mm ~ 5 mm である。微細流路は、一般的には約 3 mm よりも小さく、例えば約 1 mm 未満である。特徴的な直径は、流体の流動方法と関連している。微細流路は、電極に一体化させてもよい。図 1 に示した例示的な態様において、微細流路は、電極 102、106、110 及び 114 内に埋め込まれている。微細流路の一例は、図 15 に図示されている。別の例示的な態様において、微細流路は、電極内に全体的もしくは部分的に埋め込まれていてもよく、さもなければ、電極層の幾何学的外形の一部として形成されていてもよい。微細流路のもう 1 つの例は、以下において説明する図 8 に示されている。

【0019】

微細流路は、例えば充填剤材料の溶解もしくは流路形成物質の酸化のようなサブトラク

10

20

30

40

50

ティブ法によって形成することができる。流路形成物質は、例えば、カーボンを主成分とする流路形成物質、例えば無定形カーボン、カーボンブラック、グラファイト又はグラファイト-樹脂複合体であることができる。微細流路 116 は、それらが形成されている電極構造体の機能に依存して、酸化剤あるいは燃料を流動させることが可能である。

【0020】

また、電極は、多孔質であってもよい。ある例示的な態様において、金属酸化物の還元を通じて細孔を形成することができる。別の例では、例えば充填剤材料の溶解もしくは細孔形成物質の酸化のようなサブトラクティブ法によって細孔を形成することができる。細孔形成物質は、カーボンを主成分として含む材料、例えばカーボンブラック、無定形カーボン、グラファイト又はグラファイト-樹脂複合体を包含することができる。また、相対

10

【0021】

また、電極は、一体化された集電装置（集電部材）を包含してもよい。一体化された集電装置は、電極内に埋め込まれ、かつその電極の形成に関連して形成されてもよく、また、例えばニッケルのような導電体を包含してもよい。集電装置は、電極の種類に依存して、外部接点に対して電流を誘導するか、さもなければ 1 個もしくはそれ以上の外部接点を形成することができる。別法に従う態様において、電極は、集電装置を包含していなくともよく、その場合、電極に対して直接的に外部接続を行うことができる。もしもカソードの出力が接続されかつアノードの出力が接続されているとすると、得られる回路は、図 2

20

【0022】

固体酸化物型燃料電池スタックは、一体化加熱プロセスを通じて形成することができる。例えば個々の燃料電池は、また、ある特定の態様において、全体としての燃料電池スタックは、焼結法によって緻密化することができる。焼結法は一般的に常圧焼結法を包含するけれども、加圧焼結法、例えば加熱加圧成形法、熱間等静圧圧縮成形法（HIP）及び熱間鍛造法がしばしば有利である。場合によっては、コストの面から HIP が回避される。圧力の適用を利用した焼結法の選択肢についてみると、ある特定の態様では加熱加圧成形法が用いられ、また、別の特定の態様では熱間鍛造法が用いられる。加熱加圧成形法及び熱間鍛造法のどちらも、一般的には一方向あるいは一軸方向について行われるが、熱間鍛造法は、一般的に、実質的な熱間変形、例えば複雑な成形ダイのキャビティにおける充填処理を包含する。一般的には、直径の収縮を防止するため、熱間鍛造よりもむしろ、加熱加圧成形と組み合わせさせたより低い圧力が有利である。圧力と温度を操作して、熱処理のサイクルの 1 サイクルの期間が約 60 分間以内となるように調整してもよい。別法によれば、サイクルの期間が約 45 分間、30 分間、15 分間又は 10 分間以内となるように操作を行ってもよい。

30

【0023】

燃料電池又は燃料電池スタックの一体化処理を行う場合、SOFC は、その電池厚さが約 10 mm 以下、例えば約 5 mm 以下となるように形成することができる。別の態様は、4 mm 又は 3 mm 以下の電池厚さをもった SOFC を包含する。さらに、処理によって得られる固体酸化物型燃料電池スタックは、電解質の厚さが 100 μm 以下であり、電極の厚さが最大で約 3 mm である。しかしながら、一体化処理を通じて、より大きな厚さをもった電池を任意に形成することができる。

40

【0024】

電解質は、ジルコニア、セリア、ガリア及びその他の既知のイオン性伝導体を含むいろいろな材料から形成することができる。酸素イオン伝導性は、例えばイットリウム、スカンジウム、サマリウム、イッテルビウム及びガドリニウムのような物質でもって高められる。例えば、電解質は、なかんずく、イットリア安定化ジルコニア、スカンジアドーブジルコニア、イッテルピアドーブジルコニア、酸化サマリウムドーブセリア、酸化ガドリニウムドーブセリア又はカルシアドーブセリアから形成することができる。電解質との関連

50

において、アノードは、ニッケル及びイットリア安定化ジルコニア又はニッケル及び酸化ガドリニウム安定化ジルコニアから形成することができる。ニッケルは、一般的に、素地のアノードかもしくは前処理後のアノードに含まれるニッケル酸化物の還元を通じて製造される。カソードは、イットリア安定化ジルコニアと組み合わせて使用される場合には、ランタニウムストロンチウムマンガナイトから形成することができる。別法によれば、カソードは、なかんずく、ランタニウムストロンチウムフェライト又はランタニウムストロンチウムコバルトフェライトを含むことができる。

【0025】

図3は、固体酸化物型燃料電池の例示的な一態様を示したものである。図示のSOFCは、一方の側にアノード302が隣接し、他方の側にカソード306が隣接した電解質304を有している。メッシュ308は、アノード302と組み合わさっていることが示されている。しかしながら、メッシュは、電池及びスタックの機械的一体性を高めるため、あるいは外側の集電装置に対する接続を改良するため、種々の電極構造体中に組み込まれていてもよい。

10

【0026】

層302、304及び306は、種々の低コスト製造手段を使用して形成することができる。これらの製造手段は、テープキャスト、スクリーン印刷、テープカレンダー加工、多層セラミック加工、溶射コーティング、リソグラフィックデポジション、押出し加工及びコーティング、そして共押出し加工を包含する。このようにして形成された電池は、例えば常圧焼結によって、さもなければ好ましくは加圧焼結、例えば加熱加圧成形、熱間鍛造又は加熱等静圧圧縮成形によって焼結することができる。電池は、スタックのなかに組み入れてもよく、また、そのスタックは、一体化された構造体を形成するため、鍛造技術を利用して焼結される。

20

【0027】

アノード302は、ニッケル酸化物とイットリア安定化ジルコニア又はガドリニウム安定化セリアの組み合わせを使用して形成することができる。メッシュ308は、例えばニッケルメッシュのような金属メッシュであることができ、また、メッシュ308は、電極中に埋め込んでもよい。電解質304は、なかんずく、ジルコニアもしくはセリアから形成することができる。電解質材料は、例えばイットリウム、スカンジウム、サマリウム、イッテルビウム又はガドリニウムの酸化物のような安定剤で安定化されていてもよい。例えば、電解質は、イットリア安定化ジルコニア、スカンジアドープジルコニア、イッテルビアドープジルコニア、酸化サマリウムドープセリア又は酸化ガドリニウムドープセリアから形成することができる。例示的な一態様において、イットリア安定化ジルコニアは、約8モル%よりも多量に、例えば少なくとも約8.5モル%又は少なくとも約9モル%の量でイットリアを有している。例えば、約10モル%のイットリアを含有するイットリア安定化ジルコニアを使用することができる。カソードは、ランタニウムストロンチウムマンガナイト、ランタニウムストロンチウムフェライト又はランタニウムストロンチウムコバルトフェライトから形成することができる。

30

【0028】

電極内におけるガス輸送は、細孔及び微細流路の形成を通じて促進することができる。図4は、電極402の内部に細孔形成物質404と流路形成物質406が含まれている状態を示したものである。また、電極402は、408で示されるところの集電メッシュを有することもできる。流路形成物質406及び細孔形成物質404は、流路及び細孔を残すため、例えば酸化のようなサブトラクティブ法を使用して電極から除去することができる。例えば、流路形成物質及び細孔形成物質の50%を、例えば酸化によって除去することができる。別の例においては、流路形成物質及び細孔形成物質の80%、90%又は95%よりも多量を除去することができる。もう1つの例示的な態様において、得られる電極402が5重量%未満の流路形成物質又は細孔形成物質を含むようにするため、流路形成物質及び細孔形成物質を実質的に除去してもよい。例えば、電極402は、流路形成物質又は細孔形成物質を3重量%、1重量%又は0.5重量%未満の量で含むことができる

40

50

。

【 0 0 2 9 】

図 5 A は、還元性雰囲気下で加熱加圧成形サイクルを実施した後の、細孔形成物質を有するカソードの一例を示したものである。この例示的な態様において、カソードは、 $11.4 \text{ m}^2 / \text{g}$ まで磨砕したランタノストロンチウムマンガナイトであって、約 15.8 重量%又は 40 容量%のカーボンブラックを有するようにイットリア安定化ジルコニア及びカーボンブラックと湿式混合したものを包含する。図 5 B は、 900 の空气中で 10 時間にわたって熱処理した後の電極を示している。この例のカソードは、 30% の開放細孔率を有している。

【 0 0 3 0 】

図 6 A 及び図 6 B に示したもう 1 つの例は、アノードを示したものである。アノードは、 $12.5 \text{ m}^2 / \text{g}$ まで磨砕したニッケル酸化物をイットリア安定化ジルコニア及びカーボンブラックと混合することを通じて形成される。図 6 A は、還元性雰囲気中で加熱加圧成形サイクルを実施した後のアノードを示す。図 6 B は、 900 の空气中で 10 時間にわたって燃焼又は熱処理した後の電極を示す。この例のアノードは、 12% の開放細孔率を有している。

【 0 0 3 1 】

図 7 A、図 7 B、図 7 C 及び図 7 D は、燃焼プロセスによって得られた細孔をさらに例示したものである。図 7 A は、細孔形成物質を燃焼除去した後のアノードの一例を示したものであり、また、このアノードは、ニッケル及びイットリア安定化ジルコニアを主として有している。図 7 B は、アノード成分と一緒に 23.5 重量%まで混合したグラファイトの、酸化後に得られた細孔分布を示したものである。得られた細孔率の合計は、 47% である。合計細孔面積は、約 $0.752 \text{ m}^2 / \text{g}$ であり、また、平均細孔直径は、約 $0.689 \mu\text{m}$ である。

【 0 0 3 2 】

図 7 C は、カーボンブラックの酸化を通じて形成された同様なアノードを示している。カーボンブラックは、ニッケル及びイットリア安定化ジルコニアと一緒に約 23.5 重量%で含まれている。カーボンブラックは、平均 $0.5 \mu\text{m}$ まで磨砕した。図 7 D は、酸化又は燃焼後の細孔のサイズ分布を示している。得られたアノードは、 50% を超える細孔率、約 $1.899 \text{ m}^2 / \text{g}$ の合計細孔面積及び約 $0.315 \mu\text{m}$ の平均細孔直径を有している。

【 0 0 3 3 】

電解質は、いろいろな技法によって形成することができる。参考のために示すと、本願明細書においてその番号を参照することによって内容を記載したものとする、 2004 年 6 月 9 日付けで出願された米国特許出願第 _____ 号（代理人整理番号： $1035 - FC4289$ ）、 2003 年 6 月 9 日付けで出願された米国特許出願第 $60 / 477, 147$ 号のノンプロビジョナル出願、が挙げられる。このようにして形成された、カソード、電解質及びアノードを含む複数の層は、常用のセラミック加工技術を使用して一緒に積層することができる。

【 0 0 3 4 】

微細流路は、細孔の形成と同様な手法で、例えば流路形成性の繊維、ロッド又はメッシュのような流路形成性構造体を含ませることによって形成することができる。これらの流路形成物質は、電極構造体を通る流体の輸送を可能ならしめる微細流路を残すため、例えば酸化もしくは燃焼除去のようなサブトラクティブ法によって実質的に除去することができる。

【 0 0 3 5 】

微細流路を含む電池を一体的に形成するための別の方法は、非サブトラクティブ法によって微細流路が形成される図 8 に示される通りである。ここで、微細流路は、適所における成形（現場成形）によって形成される。アノード 806 、電解質 808 及びカソード 810 を含む固体酸化物型燃料電池構造体を 2 個の流路形成用成形型 802 の間でプレス成

10

20

30

40

50

形することができる。成形型 802 は、固体酸化物型燃料電池 804 に押し付けたときに部分流路 814 を形成可能な突起パターン 812 を有することができる。一例において、成形型 802 は、グラファイトから形成することができ、また、加熱加圧成形サイクルの間に SOFC にプレス成形することができる。しかしながら、別の好ましい態様によると、グラファイト以外の材料から成形型 802 を形成してもよい。もう 1 つの別の態様によると、スタックの微細流路を押出し成形もしくは現場流延法によって形成してもよい。流路の上に、それに対応可能な部分流路をもったもう 1 つの電池を載置すると、電極微細流路を備えたスタックが得られる。

【0036】

図 9 は、単一形の SOFC 電池を示したものである。この単一形の SOFC 電池は、アノード 902、電解質 904、そしてカソード 906 を包含する。アノード 902 は、図中 “A” で示される厚さを有し、電解質 904 は、“B” で示される厚さを有し、そしてカソード 906 は、“C” で示される厚さを有する。この電池もしくは複数の電池のスタックを熱処理、例えば加熱加圧成形、熱間鍛造又は熱間等静圧圧縮成形によって一体化処理すると、個々の電池のサイズや焼結電池材料を小さくすることができる。これらの電池あるいはスタックをもって、電解質 - あるいは電極 - 支持方式の電池とは対照的に、電池支持方式の SOFC あるいはスタック支持方式の SOFC を効果的に形成することができる。アノード及びカソードの有効厚さ、“A” 又は “C” は、約 150 μm 未満まで下げることができる。電解質の厚さ “B” は、約 100 μm 未満まで下げることができ、また、約 40 μm 未満、約 30 μm 未満、又は約 10 μm 未満であってもよい。電池又はスタックにモノリス熱処理を施した場合には、約 100 μm 未満の薄い電解質と約 150 μm 未満の薄い電極を組み合わせ使用することが可能となる。

【0037】

図 10A は、固体酸化物型燃料電池 (SOFC) に組み込んだ厚い電解質を示している。電解質は、数百 μm の厚さをもつことが示されている。図 10B は、約 40 μm の別の電解質を示している。

【0038】

図 11 は、固体酸化物型燃料電池及び固体酸化物型燃料電池スタックを製造する方法の一例を示している。電池の各層は、工程 1102 として示すように形成することができる。層形成方法は、テープカスティング、スクリーン印刷、テープカレンダー加工、多層セラミック加工、溶射コーティング、リソグラフィックデポジション、押出し加工及びコーティング、そして共押出し加工を包含する種々の低コスト製造手段で有利に実施することができる。複数の電池は、工程 1104 として示すように、一緒に熱処理する。熱処理は、なかんずく、加熱加圧成形、熱間等静圧圧縮成形又は熱間鍛造を包含することができる。工程 1102 及び 1104 は、加熱加圧成形、熱間等静圧圧縮成形又は熱間鍛造を組み入れた特定の同時焼成技法において同時的に実施することができる。熱処理は、還元性雰囲気において、あるいは好ましくは、非還元性雰囲気、例えば酸化性雰囲気において、実施することができる。もしも熱処理を還元性雰囲気において行うのであるならば、工程 1106 として示すように、引き続く酸化工程を実施することができる。酸化工程は、流路形成物質及び細孔形成物質を除去するために使用してもよい。この酸化によって、アノード内の一部のニッケルあるいは種々の電極内のワイヤメッシュのニッケルを酸化させることができる。次いで、工程 1108 として示すように、引き続いた還元工程を実施することができる。しかしながら、酸化雰囲気中で加熱加圧成形を行った場合、追加の酸化及び還元工程の数を減らすことができる。

【0039】

スタックは、工程 1110 として示すように、封止を行うことができ、また、工程 1112 として示すように、接点に接続する。これらの工程の順序は、処理方法に応じて変更してもよい。

【0040】

図 12 は、加熱加圧成形の 1 サイクルを例示したものである。固体酸化物型燃料電池あ

るいは固体酸化物型燃料電池スタックを熱間鍛造する短縮された処理サイクルが示されている。所望とする温度が達成された後、1時間よりも短い期間にわたって圧力（力）を適用することができる。このような短縮された処理サイクルを適用すると、固体酸化物型燃料電池スタックのコストを下げ、かつ製造を加速することができる。図12に示した圧力は47kNの高さであるが、好ましい範囲は、約0.1～約20kNの間であることができ、例えば、約0.1～約10kNの間である。

【0041】

図13は、固体酸化物型燃料電池を形成する一例を示している。工程1302において示すように、一部の電極の層を形成する。工程1304として示すように、部分電極内に集電メッシュを配置する。さらに加えて、部分電極の上もしくはその内部に微細流路形成ロッドを配置してもよい。引き続き、工程1306として示すように、第1の電極を形成するために残っている材料で層を形成する。次いで、工程1308として示すように、電解質の層を形成する。工程1310として示すように、部分第2電極材料からなる引き続きの層を電解質層の上に配置する。工程1312として示すように、部分第2電極材料の上に集電メッシュを配置する。工程1314として示すように、第2電極を形成するための残りの材料を集電メッシュと部分第2電極の上に層状に配置する。集電体の他に、微細流路形成メッシュを部分電極と一緒に配置してもよい。電池は、スタックを形成するため、別々にあるいはその他の電池と一緒に、加圧成形するかもしくは加熱加圧成形してもよい。

10

【0042】

上記した固体酸化物型燃料電池は、発電のためのSOFCシステムに組み込んでもよい。図14は、SOFCシステムの一例を示したものである。このシステムは、燃料システム1402、空気システム1404、SOFCスタック1408、そして電力調整装置1410を包含する。また、このシステムは、SOFCスタックの所望とする運転温度に依存して、リフォーマー（改質装置）1406を包含してもよい。

20

【0043】

燃料は、燃料システム1402に供給される。燃料システム1402は、燃料のクリーニング及び（又は）リフォーミングや反応のために調製物中の燃料を加熱することを行ってもよい。燃料システム1402は、熱交換器、コンプレッサ、ポンプ、吸着床及びその他の構成要素を包含してもよい。燃料は、燃料システム1402から出た後、リフォーマー1406に供給される。リフォーマー1406は、燃料から水素及びその他の分子を生成させるために使用することができる。典型的には、リフォーマー1406は、典型的には低温のSOFCシステムのために使用される。高温のSOFCシステムは、内的リフォーミングの利点を見ることができ、したがって、リフォーミング前の燃料を利用する。

30

【0044】

空気は、空気システム1404に供給される。空気システム1404は、空気のクリーニング、圧縮、精製及び（又は）加熱を行ってもよい。空気システムは、その他の構成要素のなかでも、コンプレッサ、吸着床、メンブラン及び熱交換器を包含してもよい。

【0045】

燃料と空気は、SOFCスタック1408に供給される。燃料は、通常、SOFCスタック内の燃料電池のアノードを横切るようにして供給され、また、空気は、通常、カソードを横切るようにして供給される。SOFCの場合、カソードから電解質を横切ってアノードに輸送された酸素によって電位が発生せしめられる。この電位の調整を、SOFCスタック1408に電氣的に接続されている電力調整装置1410によって実施する。電力調整装置1410は、グリッドあるいは回路に対して電力を供給することができる。SOFCスタックからの排気は、熱交換のために、あるいはリフォーメーションプロセスにおいて使用することができる。

40

【0046】

図15は、空気雰囲気下において加熱加圧成形サイクルを行って得た微細流路を含む電極を備えた固体酸化物型燃料電池スタックの一例を示している。この例示した態様におい

50

て、加熱加圧成形サイクルの間にグラファイト - 樹脂複合ロッドを酸化することによって微細流路を形成した。ロッドは、図 13 に示したプロセス（図中、工程 1304 と 1312 が微細流路形成物質の配置を示す）と同様な手法に従って電極の本体に埋め込んだ。固体酸化物型燃料電池スタックを 1 MPa の圧力の下で 1300 で加熱加圧成形した。別の態様の場合には、約 0.01 MPa ~ 約 100 MPa の圧力の下で、例えば約 0.1 MPa ~ 約 50 MPa の間あるいは約 0.5 MPa ~ 約 20 MPa の間の圧力の下で、固体酸化物型燃料電池スタックを加熱加圧成形することができる。

【0047】

以上に説明した事項は、説明を目的としたものであり、何ら限定的なものではなく、また、添付の特許請求の範囲は、本発明の真の範囲に包含される変更、改良及びその他の態様をすべて包含することを意図したものであることを理解されたい。したがって、本発明の範囲は、特許請求の範囲及びそれらの等価物の最も広い許容可能な解釈を通じて、法令によって許される範囲の最大限のものとなるように決定されるべきものであり、上記した詳細な説明によって制限あるいは限定されるべきものではない。

10

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図 1】固体酸化物型燃料電池スタックの一例を示した模式図である。

【図 2】図 1 の固体酸化物型燃料電池スタックに対する電氣的接続によって達成される回路の一例を示した模式図である。

【図 3】固体酸化物型燃料電池の一例を示した模式図である。

20

【図 4】電極の一例の形成を示した模式図である。

【図 5 A】電極の一例の形成を示した電子顕微鏡写真である。

【図 5 B】電極の一例の形成を示した電子顕微鏡写真である。

【図 6 A】電極の一例の形成を示した電子顕微鏡写真である。

【図 6 B】電極の一例の形成を示した電子顕微鏡写真である。

【図 7 A】電極の一例の形成を示した電子顕微鏡写真である。

【図 7 B】累積侵入量と細孔サイズの関係プロットしたグラフである。

【図 7 C】電極の一例の形成を示した電子顕微鏡写真である。

【図 7 D】累積侵入量と細孔サイズの関係プロットしたグラフである。

【図 8】ガス流路の形成のための装置の一例を示した模式図である。

30

【図 9】固体酸化物型燃料電池の一例を示した模式図である。

【図 10 A】固体酸化物型燃料電池の一例を示した電子顕微鏡写真である。

【図 10 B】固体酸化物型燃料電池の一例を示した電子顕微鏡写真である。

【図 11】固体酸化物型燃料電池スタックの形成方法の一例を示した系統図である。

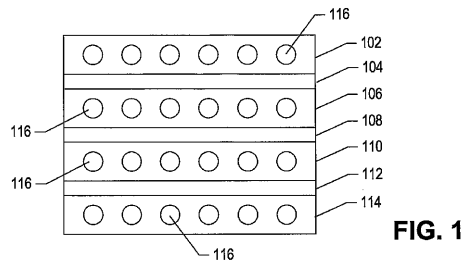
【図 12】固体酸化物型燃料電池スタックにおける温度及び出力の経時変化をプロットしたグラフである。

【図 13】固体酸化物型燃料電池スタックの形成方法の一例を示した系統図である。

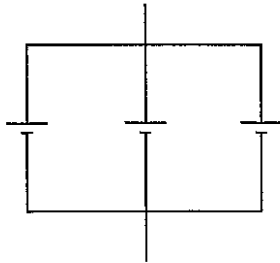
【図 14】S O F C システムの一例を示した模式図である。

【図 15】固体酸化物型燃料電池スタックの一例を示した電子顕微鏡写真である。

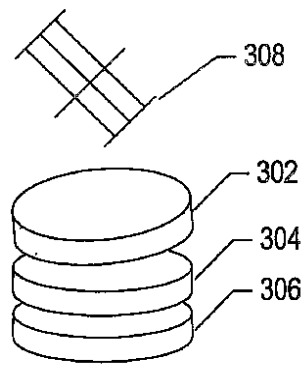
【 図 1 】



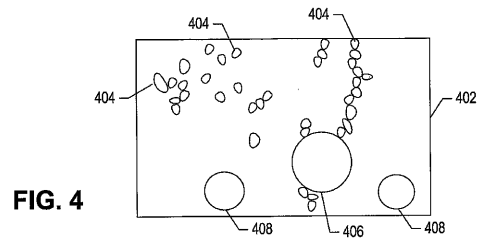
【 図 2 】



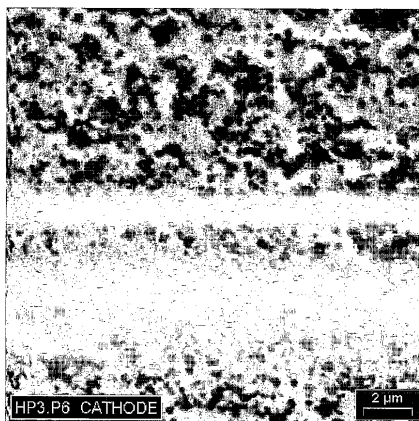
【 図 3 】



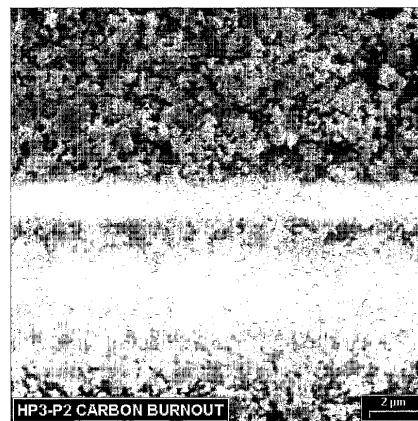
【 図 4 】



【 図 5 A 】



【 図 5 B 】



【 図 6 A 】

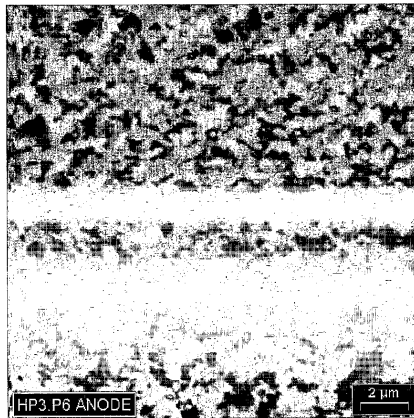


FIG. 6A

【 図 6 B 】

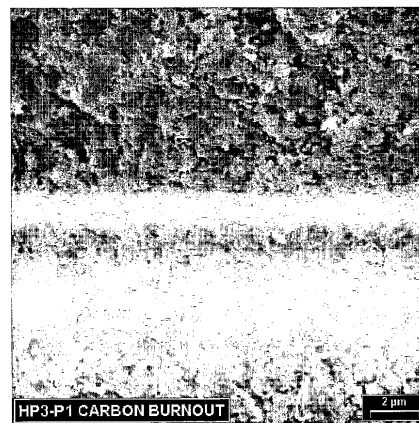


FIG. 6B

【 図 7 A 】

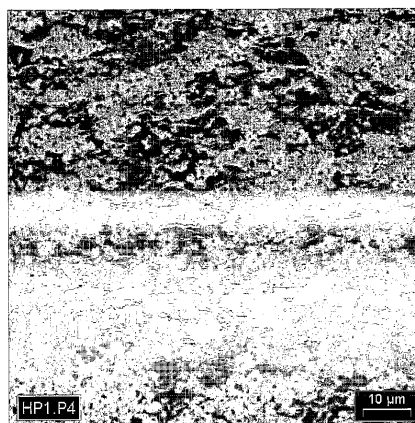


FIG. 7A

【 図 7 B 】

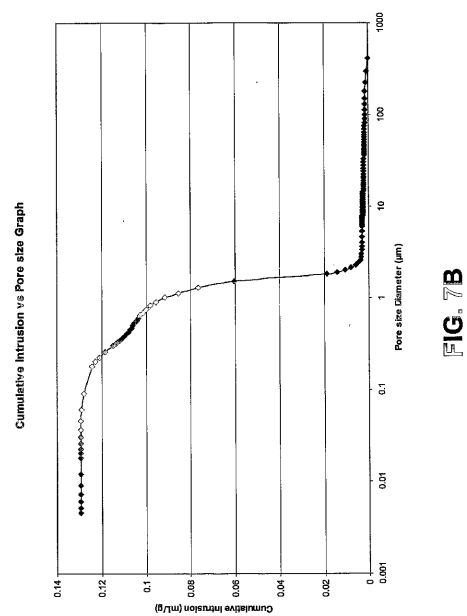


FIG. 7B

【 図 7 C 】

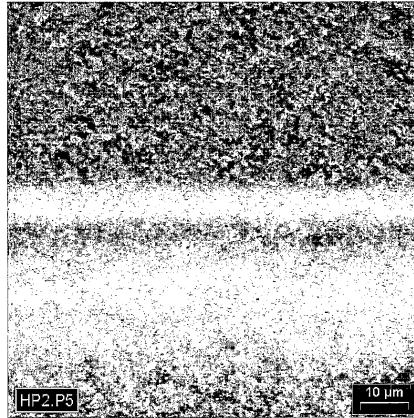


FIG. 7C

【 図 7 D 】

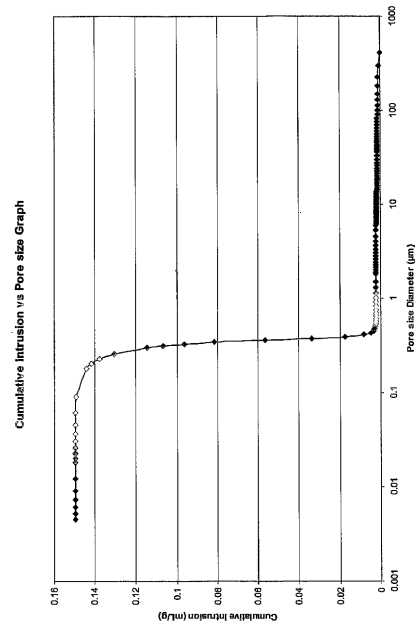


FIG. 7D

【 図 8 】

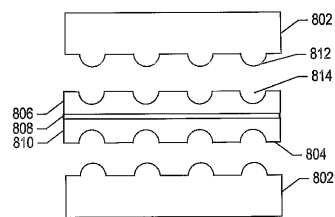


FIG. 8

【 図 9 】

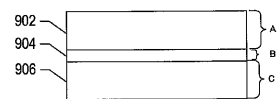


FIG. 9

【 図 1 0 A 】

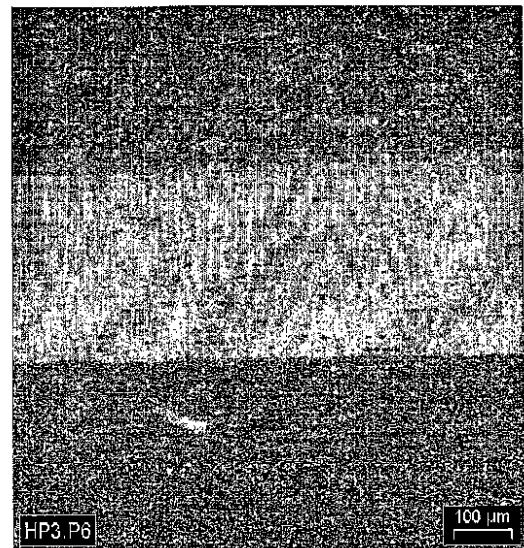


FIG. 10A

【 図 10 B 】

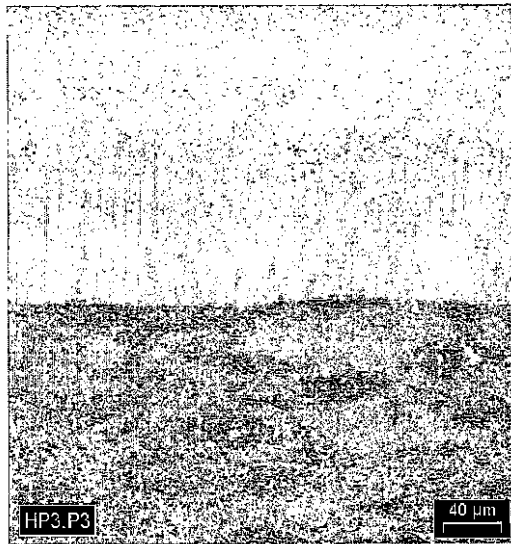


FIG. 10B

【 図 11 】

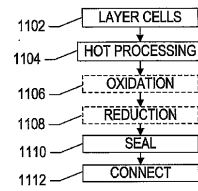


FIG. 11

【 図 12 】

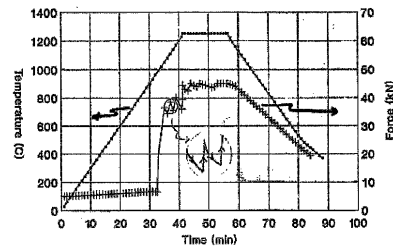


FIG. 12

【 図 13 】

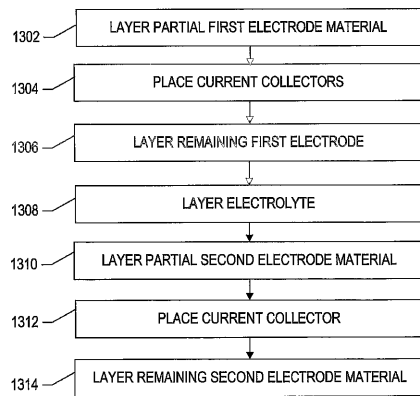


FIG. 13

【 図 15 】

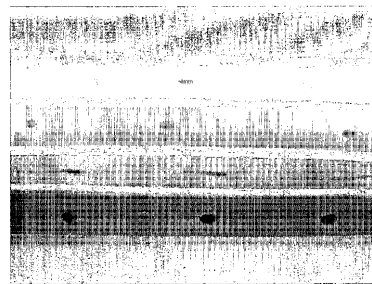


FIG. 15

【 図 14 】

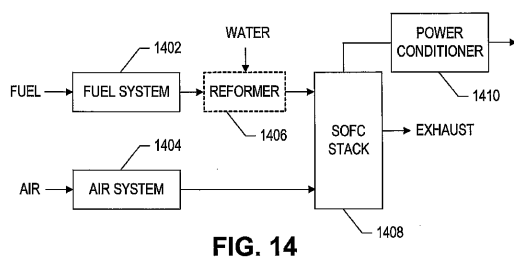


FIG. 14

【手続補正書】

【提出日】平成18年2月8日(2006.2.8)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の電極層、

前記第1の電極層の上に配置された第1の電解質層、

前記第1の電解質層の上に配置された共通の電極層、

前記共通の電極層の上に配置された第2の電解質層、及び

前記第2の電解質層の上に配置された第2の電極層

を含み、

前記第1及び第2の電極層は、アノード又はカソードであり、かつ前記共通の電極層は、該アノード又はカソードの残りの電極であり、そして

前記第1の電極層、前記第1の電解質層及び前記共通の電極層は、第1の固体酸化物型燃料電池を形成し、かつ前記共通の電極層、前記第2の電解質層及び前記第2の電極層は、第2の固体酸化物型燃料電池を形成する、固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項2】

第1のアノード層、

前記第1のアノード層の上に配置された第1の電解質層、

前記第1のアノード層の上に配置された第1のカソード層、

前記第1のカソード層の上に配置された第2の電解質層、及び

前記第2の電解質層の上に配置された第2のアノード層

を含む、一体化された固体酸化物型燃料電池スタック。

【請求項3】

燃料をコンディショニングするための燃料システム、

空気をコンディショニングするための空気システム、

前記燃料システムに接続され、かつ前記空気システムに接続された固体酸化物型燃料電池スタックであって、該燃料電池スタックが、

第1の電極層、前記第1の電極層の上に配置された第1の電解質層、前記第1の電解質層の上に配置された共通の電極層、前記共通の電極層の上に配置された第2の電解質層、及び前記第2の電解質層の上に配置された第2の電極層を含み、

前記第1及び第2の電極層は、アノード又はカソードであり、かつ前記共通の電極層は、該アノード又はカソードの残りの電極である、固体酸化物型燃料電池スタック、及び

前記固体酸化物型燃料電池スタックに電氣的に接続された電力調整装置を含んでなる、固体酸化物型燃料電池システム。

【請求項4】

燃料をコンディショニングするための燃料システム、

空気をコンディショニングするための空気システム、

前記燃料システムに接続され、かつ前記空気システムに接続された固体酸化物型燃料電池スタックであって、該燃料電池スタックが、

第1のアノード層、

前記第1のアノード層の上に配置された第1の電解質層、

前記第1のアノード層の上に配置された第1のカソード層、

前記第1のカソード層の上に配置された第2の電解質層、及び

前記第2の電解質層の上に配置された第2のアノード層

を含む、固体酸化物型燃料電池スタック、及び

前記固体酸化物型燃料電池スタックに電氣的に接続された電力調整装置を含んでなる、固体酸化物型燃料電池システム。

【請求項 5】

一体化された微細流路を含むアノード層、

前記アノード層の上に配置された電解質層、及び

前記電解質層の上に配置されたものであって、一体化された微細流路を含むカソード層を含む、固体酸化物型燃料電池。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US04/18267
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(7) : H01M 008/12 US CL : 429/30-33 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 429/30-33 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X — Y	WO 01/48855 A1 (CORNING INC.) 05 July 2001 (05.07.2001), entire reference.	1-7, 9-14, 18-25, 30-34 and 37-38 ----- 8, 15-17, 26-29, 35-36 and 48-49
Y	US 6,025,084 A (KAWASAKI et al.) 15 February 2000 (15.02.2000), col. 7, ll. 9-17.	8
Y	US 3,404,040 A (MITOFF et al) 01 October 1968 (01.10.1968), title, col. 1, ll. 11-14, col. 2, ll. 13-17 and col. 3, ll. 51-60.	15-17
Y	US 2002-0155335 A1 (KEARL) 24 October 2002 (24.10.2002), paragraph [0047].	35-36
Y	US 5,601,937 A (ISENBERG) 11 February 1997 (11.02.1997), abstract.	48-49
Y	US 2002-0150805 A1 (STENERSEN et al) 17 October 2002 (17.10.2002), abstract.	48-49
Y	US 6,093,500 A (MARGIOTT et al) 25 July 2000 (25.07.2000) Fig. 1.	48-49
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	
"E" earlier application or patent published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 12 November 2004 (12.11.2004)	Date of mailing of the international search report 03 JAN 2005	
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (703) 305-3230	Authorized officer Gregg Cantelmo <i>Jean Proctor</i> Telephone No. 571-272-1283 <i>Paragopal Sengupta</i>	

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2004)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US04/18267

BOX III. OBSERVATIONS WHERE UNITY OF INVENTION IS LACKING

This application contains the following inventions or groups of inventions which are not so linked as to form a single general inventive concept under PCT Rule 13.1. In order for all inventions to be examined, the appropriate additional examination fees must be paid.

Group I, claim(s) 1-51, drawn to a solid oxide fuel cell having a common electrode between two cells.

Group II, claim(s) 52-56, drawn to a method of making a solid oxide fuel cell by densifying the fuel cell in an oxidizing environment.

Group III, claim(s) 57-62, drawn to a solid oxide fuel cell comprising integrated microchannels.

The inventions listed as Groups I-III do not relate to a single general inventive concept under PCT Rule 13.1 because, under PCT Rule 13.2, they lack the same or corresponding special technical features for the following reasons:

Group I claims that a solid oxide fuel cell stack wherein the two fuel cells share a common electrode. Neither Group II nor Group III recite the special technical feature of sharing a common electrode.

Group II claims a method of densifying a solid oxide fuel cell in an oxidizing atmosphere. Neither Group I nor Group III recite this special technical feature.

Group III claims that a solid oxide fuel cell stack wherein the fuel cell comprises integrated microchannels. Neither Group I nor Group II recite the special technical feature of sharing a common electrode.

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 M 4/86

T

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HU,IE,IT,LU,MC,NL,PL,PT,RO,SE,SI,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NA,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT,RO,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(74)代理人 100082898

弁理士 西山 雅也

(72)発明者 クウォン, オー - フン

アメリカ合衆国, マサチューセッツ 0 1 5 8 1, ウェストボロ, ヤコブ ジョーンズ ウェイ 4

(72)発明者 ドナヒュー, ウィリアム ジェイ .

アメリカ合衆国, マサチューセッツ 0 1 7 4 6, ホリストン, コンコード ストリート 9 0

(72)発明者 アボーフ, マルク

アメリカ合衆国, マサチューセッツ 0 1 4 5 1, ハーバード, リトルトン ロード 6 4

(72)発明者 クーロー, クリストフ

フランス国, 2 7 0 0 0 エプリュー, リュ ドクトゥール ギンディ 4

(72)発明者 マホニー, マイケル エフ .

アメリカ合衆国, マサチューセッツ 0 1 7 4 6, ホリストン, ジュニパー ロード 8 8

F ターム(参考) 5H018 AA06 AS02 AS03 BB17 DD08 EE04 EE12 EE13

5H026 AA06 BB01 BB02 BB10 CC03 EE02 EE05 EE06 EE12 EE13

EE18 HH03 HH10