

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5259146号
(P5259146)

(45) 発行日 平成25年8月7日 (2013.8.7)

(24) 登録日 平成25年5月2日 (2013.5.2)

(51) Int. Cl.

F I

HO 1 M 8/04 (2006.01)

HO 1 M 8/02 (2006.01)

HO 1 M 8/10 (2006.01)

HO 1 M 8/04 J

HO 1 M 8/02 R

HO 1 M 8/10

請求項の数 7 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2007-237145 (P2007-237145)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成19年9月12日 (2007.9.12)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2009-70664 (P2009-70664A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成21年4月2日 (2009.4.2)	(74) 代理人	100083806
審査請求日	平成22年6月2日 (2010.6.2)		弁理士 三好 秀和
		(74) 代理人	100100712
			弁理士 岩▲崎▼ 幸邦
		(74) 代理人	100095500
			弁理士 伊藤 正和
		(74) 代理人	100101247
			弁理士 高橋 俊一
		(74) 代理人	100098327
			弁理士 高松 俊雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池及び燃料電池システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アノード電極及びカソード電極を有する膜電極複合体及び前記アノード電極に接続したアノード流路板を有する複数の単セルを、前記カソード電極の消費酸素濃度以上の酸素を前記カソード電極面上に拡散により供給する間隙部を前記カソード電極面上にそれぞれ設けたセルスタックと、

前記セルスタックを収容し、前記単セルの積層方向に平行な方向に一方の面及び他方の面を有する収納部と、

前記一方の面又は他方の面の少なくとも一方に配置され、前記酸素の透過を許容する隔膜を介して前記間隙部と連通するダクト部と、

前記ダクト部の一端に設けられ、前記ダクト部に前記酸素を供給するファン
とを備えることを特徴とする燃料電池。

【請求項 2】

前記セルスタックが、

第1アノード電極及び第1カソード電極を有する第1膜電極複合体及び前記第1アノード電極に接続した第1アノード流路板を含む第1の単セルと、

第2アノード電極及び第2カソード電極を有する第2膜電極複合体及び前記第1カソード電極に対向し前記第2アノード電極に接続した第2アノード流路板を含む第2の単セルと、

前記第1カソード電極と前記第2アノード流路板との間の前記間隙部に配置され、前記

第 1 の単セルと前記第 2 の単セルとを電氣的に接続するコンタクト
とを備え、

F をファラデー定数、 D_{O_2} を酸素の拡散係数、 C_{out} を外気の酸素濃度、 i を発電時の電流密度、 h を前記第 1 カソード電極と前記第 2 アノード流路板との間の前記間隙部の距離とし、前記他方の面に垂直な方向の前記カソード電極面の長さを、前記カソード電極が前記一方の面又は他方の面いずれか一方の前記ダクト部と連通している場合を L 、前記カソード電極が前記一方の面及び他方の面の前記ダクト部と連通している場合を $2L$ とした場合に、

$$L < ((8 F h D_{O_2}) C_{out} / i)^{0.5}$$

10

の関係を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池。

【請求項 3】

前記セルスタックが、

第 1 アノード電極及び第 1 カソード電極を有する第 1 膜電極複合体及び前記第 1 アノード電極に接続した第 1 アノード流路板を含む第 1 の単セルと、

第 2 アノード電極及び前記第 1 カソード電極に対向する第 2 カソード電極を有する第 2 膜電極複合体及び前記第 2 アノード電極に接続した第 2 アノード流路板を含む第 2 の単セルと、

前記第 1 カソード電極と前記第 2 カソード電極との間の前記間隙部に配置され、前記第 1 の単セルと前記第 2 の単セルとを電氣的に接続するコンタクト

20

とを備え、

F をファラデー定数、 D_{O_2} を酸素の拡散係数、 C_{out} を外気の酸素濃度、 i を発電時の電流密度、 $2h$ を前記第 1 カソード電極と前記第 2 カソード電極との間の前記間隙部の距離とし、前記他方の面に垂直な方向の前記カソード電極面の長さを、前記カソード電極が前記一方の面又は他方の面いずれか一方の前記ダクト部と連通している場合を L 、前記カソード電極が前記一方の面及び他方の面の前記ダクト部と連通している場合を $2L$ とした場合に、

$$L < ((8 F h D_{O_2}) C_{out} / i)^{0.5}$$

30

の関係を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池。

【請求項 4】

前記第 1 カソード電極と接する多孔体を更に備え、前記多孔体の気孔率を ε 、前記多孔体の厚みを d 、前記多孔体の表面と前記第 2 アノード流路板との間の前記間隙部の距離を h_1 とした場合に、 $h = h_1 + \varepsilon d$ の関係を更に満たすことを特徴とする請求項 2 に記載の燃料電池。

【請求項 5】

アノード電極及びカソード電極を有する膜電極複合体及び前記アノード電極に接続したアノード流路板を有する複数の単セルと、

40

前記カソード電極の消費酸素濃度以上の酸素を、該酸素の透過を許容する隔膜を介して前記カソード電極面上に拡散により供給する間隙部を有する様に前記カソード電極面上にそれぞれ設けた板

とを備えることを特徴とする燃料電池。

【請求項 6】

前記単セルが、

アノード電極及びカソード電極を有する膜電極複合体及び前記アノード電極に接続したアノード流路板を含み、

F をファラデー定数、 D_{O_2} を酸素の拡散係数、 C_{out} を外気の酸素濃度、 i を発電時の電流密度、 h を前記カソード電極と前記板との間の前記間隙部の距離とし、前記カソード

50

電極面の長さを $2L$ とした場合に、

$$L < ((8 F h D_{O_2}) C_{out} / i)^{0.5}$$

の関係を満たすことを特徴とする請求項 5 に記載の燃料電池。

【請求項 7】

請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 項に記載の燃料電池と、

前記セルスタックから排出される排出物と高濃度燃料とを混合して前記セルスタックに供給するための燃料を貯蔵する混合タンクと、

前記燃料を前記セルスタックに循環させる循環ポンプ

10

とを備えることを特徴とする燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池及び燃料電池システムに関する。

【背景技術】

【0002】

アルコール等の液体燃料を直接発電部に供給する直接型燃料電池は、気化器や改質器等の補器が不要なため、携帯機器の小型電源等への利用が期待されている。また、燃料電池技術の発展に伴い、燃料電池の電気化学的な挙動を評価する手法等も検討されている（例えば、特許文献 1 参照。）。

20

【0003】

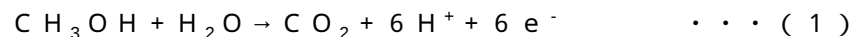
水素を燃料とする固体高分子型燃料電池（PEM）や直接メタノール供給型燃料電池（DMFC）は、膜電極複合体（MEA）をアノード流路板とカソード流路板で挟み込んだ単セルを交互に積層したスタックを有している。MEA は、固体高分子型のプロトン導電膜と、プロトン導電膜のアノード側に形成されたアノード触媒層及びアノードガス拡散層と、プロトン伝導膜のカソード側に形成されたカソード触媒層及びカソードガス拡散層が形成されている。

【0004】

燃料として水とメタノールの混合溶液を利用する DMFC では、水とメタノールの混合溶液が、アノード流路を介して MEA のアノード電極へ送られる。アノード電極では、（1）式の反応が生じ、二酸化炭素が発生する。

30

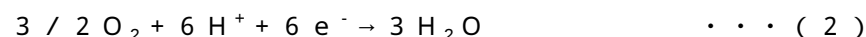
【0005】



一方、MEA のカソード電極へは、酸化剤として空気（酸素）が送られる。カソード電極側では、（2）式の反応が生じ、水が発生する。

【0006】

40



カソード電極側に空気を供給する場合は、ポンプなどの補器を使用して強制的にカソード電極側に空気を供給するアクティブタイプと、ポンプ等の補器を利用せずに、気体の対流・拡散による空気循環を利用してカソード電極側に空気を供給するブリージングタイプに分類される。

【0007】

しかしながら、アクティブタイプを利用する場合は、単セルそれぞれに空気を送るための補器を必要とするため、小型化が難しい。また、ポンプの騒音や電力消費の問題もあるため、携帯型電子機器等の小型電源に利用する場合には、あまり好ましくない。

50

【 0 0 0 8 】

一方、ブリージングタイプを利用することによりポンプが省略できるため、小型化が可能となる。しかしながら、空気循環等による単セルの温度湿度の管理が難しくなるため、各単セルの体積出力密度が低下し、発電効率が低下する場合がある。

【 0 0 0 9 】

また、ブリージングタイプの単セルを積層してスタックにすることにより、単セルを平面配置した場合に比べて、拡散や対流による空気の供給が十分に行われない場合があるため、単セルの性能及び発電効率が低下する場合がある。

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 5 - 4 4 6 0 2 号公報

【 発明の開示 】

10

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 0 】

本発明は、ポンプ等の補器を削減して小型化が実現でき、単セルを積層した場合においても拡散や対流により酸素の供給が可能で、単セルの性能及び発電効率を高く維持可能な燃料電池及び燃料電池システムを提供する。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 1 】

本願発明の態様によれば、アノード電極及びカソード電極を有する膜電極複合体及びアノード電極に接続したアノード流路板を有する複数の単セルを、カソード電極の消費酸素濃度以上の酸素をカソード電極面上に拡散により供給する間隙部をカソード電極面上にそれぞれ設けたセルスタックと、セルスタックを収容し、単セルの積層方向に平行な方向に一方の面及び他方の面を有する収納部と、一方の面又は他方の面の少なくとも一方に配置され、間隙部と連通するダクト部と、ダクト部に酸素を供給するファンとを備える燃料電池が提供される。

20

【 0 0 1 2 】

本願発明の他の態様によれば、アノード電極及びカソード電極を有する膜電極複合体及びアノード電極に接続したアノード流路板を有する複数の単セルと、カソード電極の消費酸素濃度以上の酸素をカソード電極面上に拡散により供給する間隙部を有する様にカソード電極面上にそれぞれ設けた板とを備える燃料電池が提供される。

【 0 0 1 3 】

30

本願発明の他の態様によれば、上記燃料電池と、セルスタックから排出される排出物と高濃度燃料とを混合してセルスタックに供給するための燃料を貯蔵する混合タンクと、燃料をセルスタックに循環させる循環ポンプとを備える燃料電池システムが提供される。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、ポンプ等の補器を削減して小型化が実現でき、単セルを積層した場合においても拡散や対流により酸素の供給が可能で、単セルの性能及び発電効率を高く維持可能な燃料電池および燃料電池システムが提供できる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 5 】

40

次に、図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。以下の図面の記載においては、同一又は類似の部分には同一又は類似の符号を付している。以下に示す実施の形態は、この発明の技術的思想を具体化するための装置や方法を例示するものであって、この発明の技術的思想は、構成部品の構造、配置等を下記のものに特定するものではない。

【 0 0 1 6 】

(燃料電池システム)

図 1 に示すように、本発明の実施の形態に係る燃料電池システムは、燃料電池 1 と、燃料電池 1 から排出される排出物を、燃料タンク 2 0 に貯蔵された高濃度燃料と混合させ、燃料電池 1 へ供給するための燃料を調製する混合タンク 4 0 と、燃料を燃料電池 1 へ循環させる循環ポンプ 5 0 と、燃料電池システムの一連の動作を制御するプロセッサ 1 0 0 と

50

を備える。

【0017】

燃料タンク20は、ラインL1を介して制御弁21に接続されている。制御弁21は、ラインL2を介して燃料ポンプ30に接続されている。燃料ポンプ30は、ラインL3を介して混合タンク40に接続されている。混合タンク40は、ラインL4を介して循環ポンプ50に接続されている。循環ポンプ50は、ラインL5を介して濃度センサ70に接続されている。濃度センサ70は、ラインL6を介して圧力調整機構80に接続されている。圧力調整機構80はラインL7を介して燃料電池1に接続されている。

【0018】

燃料電池1には、空気（酸素）を供給するためのファン90が接続されている。燃料電池1のアノード側の流路の出口側には、絞り91が配置されている。絞り91は、ラインL8を介して混合タンク40に接続されている。燃料電池1のカソード側の流路の出口側には、二酸化炭素等の副生成物を燃料電池1の外部へ排出するためのラインL9が接続されている。

10

【0019】

燃料タンク20は密閉構造を有する。高濃度燃料としては、例えば純度99.9%以上のメタノール液又は濃度が10mol/L以上のメタノールと水の混合溶液等が利用可能である。高濃度燃料は、燃料ポンプ30によりラインL1、制御弁21、ラインL2、ラインL3を通して混合タンク40に供給される。

【0020】

20

混合タンク40には、各種センサが設けられている。センサとしては、例えば、燃料の液面の高さを測定し、燃料の残量を検出するための水位センサ、或いは、混合タンク40の傾き具合を測定し燃料の送給能力を検出するための傾斜センサ等を用いることができる。センサの検出結果は、プロセッサ100に出力される。

【0021】

循環ポンプ50は、混合タンク40内の燃料をラインL4、L5、L6、L7を介して燃料電池1へ供給するとともに燃料電池1から排出された排出物をラインL8を介して混合タンク40に循環させる。

【0022】

濃度センサ70は、ラインL5とL6との間を流れる燃料の濃度をモニタし、モニタ結果をプロセッサ100へ出力する。圧力調整機構80は、ラインL6を介して供給された燃料の圧力を調整し、ラインL7を介して燃料電池1に燃料を供給する。

30

【0023】

プロセッサ100は、例えば、燃料電池1が発電した電力を給電対象機器に供給するための動作や燃料電池システム内の各機器の動作等を制御する。プロセッサ100は、制御部101、モニタ部102、電源回路103を少なくとも備える。

【0024】

制御部101は、例えば、制御弁21、燃料ポンプ30、循環ポンプ50、濃度センサ70、圧力調整機構80、燃料電池1及びファン90等へ制御信号を出力し、各種機器の動作を制御する、或いは、燃料電池1から得られる電力の給電対象機器への供給を制御する。モニタ部102は、濃度センサ70が検知する燃料濃度や、燃料電池システム内に設置される様々な検知器から出力される温度、圧力、流量等のモニタ結果を監視する。電源回路103は、例えば、燃料ポンプ30又は循環ポンプ50等の補器に供給するための電源を生成する、或いは、燃料電池1から供給される電圧を昇圧又は降圧して給電対象機器に供給するための電源を生成する。プロセッサ100には、各種プロセスデータやプログラムを保存するためのメモリ104が搭載されていてもよい。

40

【0025】

（燃料電池）

図2に示すように、燃料電池1は、複数の単セル（第1の単セル2a、第2の単セル2b、第3の単セル2c、・・・）を図中のy軸方向（図中z軸の矢印方向を上とした場

50

合の容器 4 の上面及び下面と実質的に平行な方向)に積層したセルスタック 2 を有している。セルスタック 2 は、容器 4 の中に収納されている。

【0026】

容器 4 は、隔膜 3 a、3 b によってダクト部 4 a、収納部 4 b 及びダクト部 4 c に仕切られている。ダクト部 4 a、4 c は、図 1 のファン 9 0 から供給された空気を流通させる空間である。収納部 4 b は、セルスタック 2 を収納する空間である。隔膜 3 a、3 b としては、空気が透過可能な多孔質樹脂製の薄膜等を用いることができる。

【0027】

容器 4 内に隔膜 3 a、3 b を配置することにより、ファン 9 0 からダクト部 4 a、4 c 内に空気を供給した場合においても、単セル 2 a、2 b、2 c、・・・のカソード空間の湿度を適切に保持できる。なお、ファン 9 0 からダクト部 4 a、4 c に空気を供給してもカソード空間の湿度を維持できる場合は、隔膜 3 a、3 b は配置しなくてもよい。ダクト部 4 a、4 c を配置する代わりに、外気に対してオープンな空間を収納部 4 b の周辺に設けるようにしても構わない。

【0028】

図 3 に示すように、第 1 の単セル 2 a は、アノード電極及びカソード電極を有する第 1 膜電極複合体 (MEA) 6 a と、第 1 MEA 6 a のアノード電極に接続された第 1 アノード流路板 5 a とを備える。第 2 の単セル 2 b は、アノード電極及びカソード電極を有する第 2 MEA 6 b と、第 2 MEA 6 b のアノード電極に接続された第 2 アノード流路板 5 b とを備える。第 3 の単セル 2 c は、アノード電極及びカソード電極を有する第 3 MEA 6 c と、第 3 MEA 6 c のアノード電極に接続された第 3 アノード流路板 5 c とを備える。第 1 MEA 6 a、第 2 MEA 6 b、第 3 MEA 6 c は、z 方向に長さ 2 L を有している。

【0029】

第 1 MEA 6 a のカソード電極と第 2 アノード流路板 5 b との間には、距離 h を有する間隙部 1 0 a が形成されている。第 2 MEA 6 b のカソード電極と第 3 アノード流路板 5 c との間には、距離 h を有する間隙部 1 0 b が形成されている。第 3 MEA 6 c のカソード電極と第 4 アノード流路板 (図示せず) との間には、距離 h を有する間隙部 1 0 c が形成されている。間隙部 1 0 a、1 0 b、1 0 c は、隔膜 3 a、3 b を介してそれぞれダクト部 4 a、4 c 内の酸素を間隙部 1 0 a、1 0 b、1 0 c へ供給可能になっている。

【0030】

図 4 に示すように、間隙部 1 0 a 内には、第 1 の単セル 2 a と第 2 の単セル 2 b とを電氣的に接続するコンタクト (カソード流路板) 8 a が配置されている。図 3 に示すように、間隙部 1 0 b 内には、第 2 の単セル 2 b と第 3 の単セル 2 c を電氣的に接続するコンタクト (カソード流路板) 8 b が配置されている。間隙部 1 0 c 内には、第 3 の単セル 2 c と第 4 の単セル (図示せず) とを電氣的に接続するコンタクト (カソード流路板) 8 c が配置されている。コンタクト 8 a、8 b、8 c の形状は特に限定されない。

【0031】

このように、第 1 ~ 第 3 MEA 6 a、6 b、6 c のカソード電極面上に距離 h を有する間隙部 1 0 a、1 0 b、1 0 c を形成することにより、気体の透過・拡散による空気循環を利用して酸化剤としての空気 (酸素) を第 1 ~ 第 3 MEA 6 a、6 b、6 c に満遍なく供給できる。その結果、カソード電極面上に空気を供給するために必要な補器が削減できるため、装置の小型化が図れる。

【0032】

図 5 (a) に、第 1 MEA 6 a の構成例を示す。第 1 MEA 6 a は、プロトン伝導膜 6 1 とプロトン伝導膜 6 1 を介して互いに対向するアノード電極 6 2 及びカソード電極 6 3 を備える。プロトン伝導膜 6 1 は、他の部材とのシール部分が形成されているため、カソード電極 6 3 の面積に比べて大きい。本発明の実施の形態では、長さ 2 L (又は L) を、プロトン伝導膜 6 1 又は第 1 MEA 6 a 全体の長さではなく、カソード電極 6 3 の長さとして定義する。

【0033】

図 6 に、第 1 M E A 6 a と第 2 アノード流路板 5 b との間に形成された間隙部 1 0 a の酸素濃度変化のモデルを表す。図 6 の例においては、間隙部 1 0 a の両端がダクト部 4 a、4 c と連通している。このときの間隙部 1 0 a の y 方向の距離を h とすると、間隙部 1 0 a に対向する第 1 M E A 6 a のカソード電極の z 方向の長さは 2 L と定義される。

【 0 0 3 4 】

ダクト部 4 a、4 c に流れる空気の酸素濃度は均一であると仮定すると、カソード電極では、電流密度 i に応じて、上述の (2) 式に従って酸素が消費される。なお、(2) 式における電流密度 i は、メタノールがプロトン伝導膜 6 1 を通じてカソード電極 6 3 へとクロスオーバーし、酸素と反応して消費される誤差を含む。カソード電極面の酸素の消費量が z 方向で均一と仮定し、酸素濃度に関して物質収支をとると、(3) 式に示す微分方程式と境界条件 (B . C) が得られる。

【 0 0 3 5 】

$$\partial^2 C / \partial z^2 = i / (4 F h D_{O_2}), \quad \text{B.C.} \quad \partial C / \partial z (0) = 0, \quad C(L) = C_{out} \quad \cdots (3)$$

ここで F はファラデー定数、 D_{O_2} は酸素の拡散係数、 C_{out} はダクト部の酸素濃度を示す。(3) 式を積分することにより、例えば第 1 M E A 6 a と第 2 アノード流路板 5 b との間に形成される間隙部 1 0 a の酸素分布濃度は、(4) 式で示される。

【 0 0 3 6 】

$$C(z) = i(z^2 - L^2) / (8 F h D_{O_2}) + C_{out} \quad \cdots (4)$$

酸素濃度を間隙部 1 0 a の濃度で規格化し、温度 6 0 °C、電流密度 i が 1 5 0 m A / c m²、6 0 °C における酸素の拡散係数 D_{O_2} を 0 . 2 6 c m² / s、酸素濃度 C_{out} を 7 . 7 × 1 0⁻⁶ m o l / c m³ とした場合に、距離 h をパラメータとしてプロットしたものを図 7 に示す。

【 0 0 3 7 】

更に、 $z = 0$ の時に $C(z) > 0$ とする境界条件を (4) 式に代入すると、空気の拡散により酸素を供給できる距離は、(5) 式で示される。

【 0 0 3 8 】

$$L < ((8 F h D_{O_2}) C_{out} / i)^{0.5} \quad \cdots (5)$$

したがって、L の大きさを、(5) 式を満たす L より長くすると、M E A のカソード電極 6 3 面上に供給される酸素が不足する領域が生じる。酸素が不足する部分では、発電反応が十分に進行しないため、起電力はほぼ 0 に近くなる。一方、M E A 6 a ~ 6 c を挟持するアノード流路板 5 a ~ 5 c 及びコンタクト 8 a ~ 8 c の電気伝導率は M E A 6 a ~ 6 c に比べて高いため、単セルは全体としてほぼ等電位となる。その結果、酸素が供給され、発電反応が進行している領域の電位もほぼ 0 に近くなる。しかしながら、電位が 0 に近くなっても燃料は供給され続ける場合、発電を伴わずに無駄に消費される燃料の量が急激に増大する。その結果、燃料利用効率が低下する。また、他の単セルが起電力を生じている場合に、電位 0 近くの単セルにも強制的に電流が流されると、単セルが転極したり、破壊される現象が生じ得るため、燃料電池 1 全体にダメージが加わる場合がある。

【 0 0 3 9 】

これに対し、(5) 式を満たす関係を有する燃料電池 1 によれば、カソード電極で消費される酸素濃度以上の酸素をカソード電極面上に拡散により供給できるため、カソード電極面における酸素不足領域の形成を抑制できる。その結果、単セルの性能劣化を抑制できるとともに、燃料の無駄な消費を抑制でき、発電効率を高くできる。例えば、図 3 の間隙部 1 0 a、1 0 b、1 0 c の距離 h を 1 m m、第 1 ~ 第 3 の単セル 2 a、2 b、2 c のカソード電極の長さ 2 L を 1 5 m m とするような燃料電池 1 であれば、良好な発電を行うこ

10

20

30

40

50

とが可能である。

【 0 0 4 0 】

図 8 に、図 2 に示す燃料電池 1 において、カソード電極の長さ L を 0.4 cm で固定し、間隙部の距離 h を変化させた場合の電流密度の実験結果を示す。図 8 の実線は、図 7 に示す場合と同様の運転条件で、長さ L を 0.4 cm とした場合の理論上の限界電流密度を示している。図 8 の実線より電流密度が低い領域は、図 6 の $z = 0$ の領域において酸素濃度が 0 とならない部分を示している。図 8 の結果から分かるように、距離 h を 0.05 cm 、 0.1 cm 、 0.15 cm 、 0.2 cm として実験を行った場合のいずれにおいても、カソード電極面に酸素不足領域をもたらすことなく良好に発電を行えることが分かる。

【 0 0 4 1 】

10

(第 1 の変形例)

第 1 の変形例に係る燃料電池 1 は、図 9 及び図 10 に示すように、単セル 2 a、2 b、2 c に空気を供給するためのダクト部 4 a が、容器 4 の一方の面側のみに配置されている点が、図 3 及び図 4 に示す燃料電池 1 と異なる。

【 0 0 4 2 】

第 1 M E A 6 a のカソード電極と第 2 アノード流路板 5 b は、コンタクト 8 a を介して距離 h を有して離間し、第 1 M E A 6 a のカソード電極の表面に対して一定の空間 (間隙部 10 a) を与えるように配置されている。第 2 M E A 6 b のカソード電極と第 3 アノード流路板 5 c は、コンタクト 8 b を介して距離 h を有して離間し、第 2 M E A 6 b のカソード電極の表面に対して一定の空間 (間隙部 10 b) を与えるように配置されている。第 3 M E A 6 c のカソード電極とそのカソード電極と対向するアノード流路板 (図示せず) は、コンタクト 8 c を介して距離 h を有して離間し、第 3 M E A 6 c のカソード電極の表面に対して一定の空間 (間隙部 10 c) を与えるように配置されている。

20

【 0 0 4 3 】

このように、コンタクト 8 a、8 b、8 c を介して、カソード電極表面に対し距離 h で規定される間隙部 10 a、10 b、10 c を配置することにより、ポンプ等の補器を削減しても、気体の透過・拡散による空気循環を利用してカソード電極側に空気を供給できる。なお、図 9 及び図 10 に示す例では、容器 4 の一方の面側のみにダクト部 4 a、4 c が配置されているので、(5) 式の適用に際しては、第 1 M E A 6 a、第 2 M E A 6 b、第 3 M E A 6 c の z 方向のカソード電極の長さは L となるように定義される。

30

【 0 0 4 4 】

(第 2 の変形例)

第 2 の変形例に係る燃料電池 1 は、図 11 に示すように、第 1 M E A 6 a のカソード電極と第 2 M E A 6 b のカソード電極とが、距離 $2h$ を介して互いに向かい合って配置されている点が、図 3 及び図 4 に示す燃料電池 1 と異なる。

【 0 0 4 5 】

図 11 に示す燃料電池 1 によれば、第 1 の単セル 2 a のカソード電極と第 2 の単セル 2 b のカソード電極との間に距離 $2h$ で規定される間隙部を形成することにより、ポンプ等の補器を削減しても、気体の透過・拡散による空気循環を利用してカソード電極側に、消費酸素濃度以上の酸素を供給することができるとともに、単セルの性能及び発電効率を高く維持可能な燃料電池 1 および燃料電池 1 を利用した燃料電池システムを得ることができる。

40

【 0 0 4 6 】

(第 3 の変形例)

第 1 の変形例に係る燃料電池 1 は、図 12 に示すように、第 1 の単セル 2 a、第 2 の単セル 2 b、第 3 の単セル 2 c、・・・がそれぞれ多孔体 7 a、7 b、7 c、・・・を備える点が、図 3 及び図 4 に示す燃料電池 1 と異なる。

【 0 0 4 7 】

多孔体 7 a は、第 1 M E A 6 a のカソード電極側に配置されている。多孔体 7 b は、第 2 M E A 6 b のカソード電極側に配置されている。多孔体 7 c は、第 3 M E A 6 c のカソ

50

ード電極側に配置されている。多孔体 7 a、7 b、7 c としては、気孔を有する多孔質材料、例えば、孔径数 μm の有するカーボンペーパー、カーボクロス等を用いることができる。例えば、多孔体 7 a の気孔率を ε 、厚みを d 、多孔体 7 a の第 1 M E A 6 a のカソード電極側と対向する面の表面から第 2 アノード流路板 5 b までの距離 h_1 とすると、上記の (5) 式に加えて、以下の (6) 式の関係を満たすように、第 1 ~ 第 3 の M E A 6 a、6 b、6 c の大きさを決定することが望ましい。

【0048】

$$h = h_1 + \varepsilon d \quad \cdots (6)$$

10

図 1 2 に示す燃料電池 1 によれば、(5) 式及び (6) 式を満たす大きさの単セル 2 a、2 b、2 c が配置されることにより、性能及び発電効率を高く維持可能な燃料電池 1 及び燃料電池 1 を利用した燃料電池システムを得ることができる。

【0049】

(その他の実施の形態)

本発明は上記の実施の形態によって記載したが、この開示の一部をなす論述及び図面はこの発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から当業者には様々な代替実施の形態、実施例及び運用技術が可能である。

【0050】

図 1 3 に示すように、燃料電池 1 のダクト部 4 a の内部に、単セル 2 a、2 b、2 c ・ ・ ・ と熱的に連結し、単セル 2 a、2 b、2 c の放熱を行うための放熱フィン 9 が形成されてもよい。

20

【0051】

放熱フィン 9 の形状は、例えば、図 1 4 に示すように、アノード流路板 5 a の一部を延長させるように形成してもよい。図示を省略したコンタクトの一部をダクト部 4 a、4 c 側に延長して、放熱フィンにしても構わない。また、図 1 4 及び図 1 5 に示すように、燃料電池 1 の温度及び湿度をより管理しやすくするために、単セル 2 a、2 b、2 c の端部を、多孔体構造物 1 2 で覆ってもよい。

【0052】

図 1 6 に示すように、幅 2 L を有する単セル 2 a、2 b、2 c を、単セル 2 a、2 b、2 c 間に距離 h ほど離間させて、収納部 4 b の下面に対してそれぞれ斜めに配置することにより、燃料電池 1 の薄型化を図ることができる。

30

【0053】

図 1 7 に示すように、平板 1 5 上に平面状に第 1 の単セル 2 a 及び第 2 の単セル 2 b を配置する場合は、図 1 8 に示すように、第 1 M E A 6 a 及び第 2 M E A 6 b から上方に距離 h の間隙部 1 0 a、1 0 b を備えるように板 1 1 を配置する。図 1 8 に示すように、第 1 M E A 6 a 及び第 2 M E A 6 b の周囲には隔膜 1 3 a、1 3 b、1 3 c、1 3 d が形成されており、隔膜 1 3 a、1 3 b、1 3 c、1 3 d を介して間隙部 1 0 a、1 0 b へ空気 (酸素) が供給される。このような構成にすることにより、ポンプ等の補器を削減しても気体の透過・拡散による空気循環を利用して第 1 M E A 6 a 及び第 2 M E A 6 b のカソード電極側に空気を供給することができるとともに、カソード電極が乾燥しすぎることを防ぐことが可能となる。また、第 1 の単セル 2 a 及び第 2 の単セル 2 b の温度が高い場合にも、カソード電極の乾燥を低減させることが可能となる。

40

【0054】

また、図 1 ~ 図 1 7 に示す燃料電池 1 においては、アノード流路板とアノード電極とを直接接続する例を示しているが、必要に応じて、アノード流路板とアノード電極との間に多孔体等を挿入しても構わない。

【0055】

このように、本発明は、この開示から妥当な特許請求の範囲の発明特定事項によって表されるものであり、実施段階においては、その要旨を逸脱しない範囲で変形して具体化で

50

きる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 6 】

【図 1】本発明の実施の形態に係る燃料電池システムの一例を示すブロック図である。

【図 2】図 1 の燃料電池の一例を示す斜視図である。

【図 3】図 2 の A - A 方向からみた断面図である。

【図 4】図 2 の B - B 方向からみた断面図である。

【図 5】図 5 (a) は、本発明の実施の形態に係る燃料電池システムの単セルを示す概略図であり、図 5 (b) は、図 5 (a) に示す単セルのカソード電極面側からみた平面図である。

10

【図 6】図 2 の y - z 断面における単セル 2 a と単セル 2 b との間の空間の酸素濃度の変化を示す説明図である。

【図 7】単セルの幅 L と酸素濃度の関係を示すグラフである。

【図 8】単セルの幅 L を 0 . 4 c m とした場合の電流密度と距離 h との関係を示すグラフである。

【図 9】本発明の第 1 の変形例に係る燃料電池の一例を示す断面図である。

【図 1 0】図 9 に示す燃料電池を z - x 方向からみた場合の断面図である。

【図 1 1】本発明の第 2 の変形例に係る燃料電池の一例を示す断面図である。

【図 1 2】本発明の第 3 の変形例に係る燃料電池の一例を示す断面図である。

【図 1 3】本発明のその他の実施の形態に係る燃料電池の一例を示す断面図である。

20

【図 1 4】本発明のその他の実施の形態に係る燃料電池の一例を示す断面図である。

【図 1 5】図 1 4 に示す燃料電池を z - x 方向からみた場合の断面図である。

【図 1 6】本発明のその他の実施の形態に係る燃料電池の一例を示す断面図である。

【図 1 7】本発明のその他の実施の形態に係る燃料電池であり、平板状に単セルを配置した場合の一例を示す断面図である。

【図 1 8】図 1 7 に示す燃料電池を c - c 断面からみた場合の断面図である。

【符号の説明】

【 0 0 5 7 】

1 ... 燃料電池

2 ... セルスタック

30

2 a ... 第 1 の単セル

2 b ... 第 2 の単セル

2 c ... 第 3 の単セル

3 a , 3 b ... 隔膜

4 ... 容器

4 a ... ダクト部

4 b ... 収納部

4 c ... ダクト部

5 a ... 第 1 のアノード流路板

5 b ... 第 2 のアノード流路板

40

5 c ... 第 3 のアノード流路板

6 a ... M E A

6 b ... M E A

6 c ... M E A

7 a ... 多孔体

7 b ... 多孔体

7 c ... 多孔体

8 a ... コンタクト

8 b ... コンタクト

8 c ... コンタクト

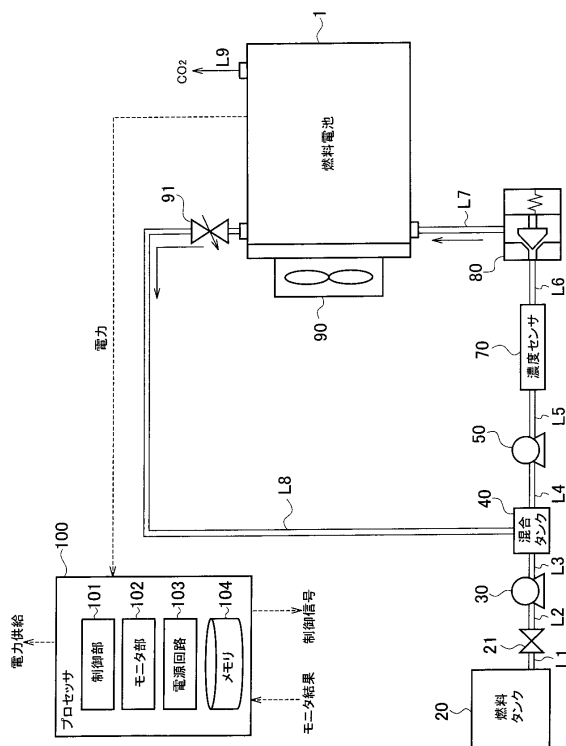
50

- 9 ... 放熱フィン
- 1 1 ... 板
- 1 2 ... 多孔体構造物
- 1 3 a ... 隔膜
- 2 0 ... 燃料タンク
- 2 1 ... 制御弁
- 3 0 ... 燃料ポンプ
- 4 0 ... 混合タンク
- 5 0 ... 循環ポンプ
- 6 1 ... プロトン伝導膜
- 6 2 ... アノード電極
- 6 3 ... カソード電極
- 7 0 ... 濃度センサ
- 8 0 ... 圧力調整機構
- 9 0 ... ファン
- 1 0 0 ... プロセッサ
- 1 0 1 ... 制御部
- 1 0 2 ... モニタ部
- 1 0 3 ... 電源回路
- 1 0 4 ... メモリ

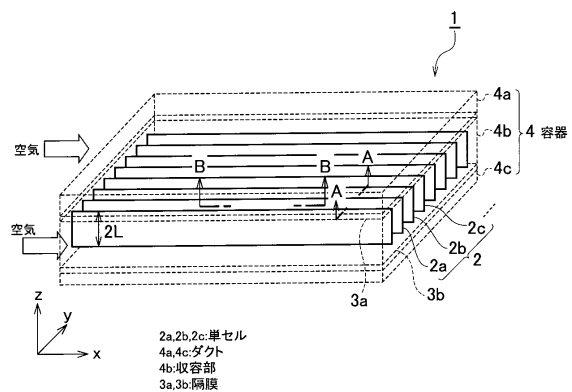
10

20

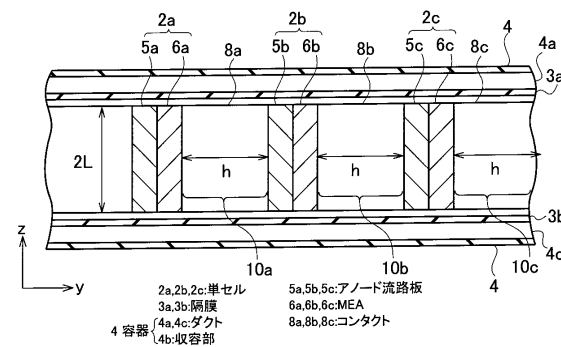
【図 1】



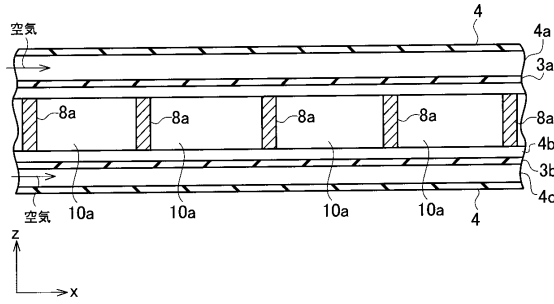
【図 2】



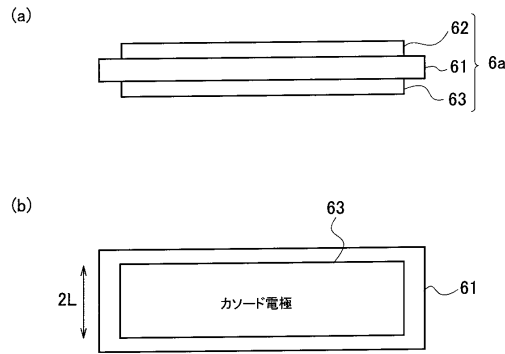
【図 3】



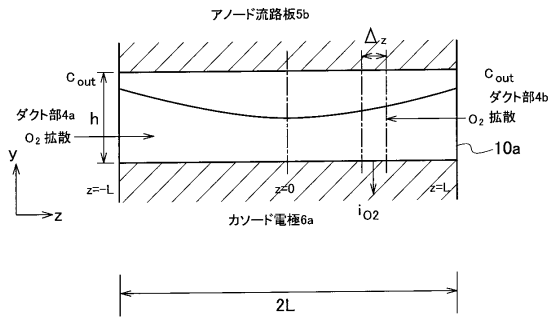
【図 4】



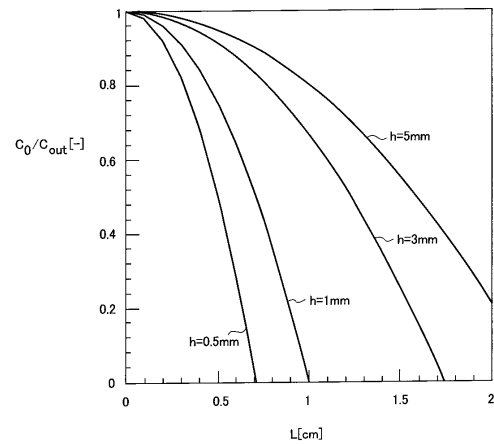
【図 5】



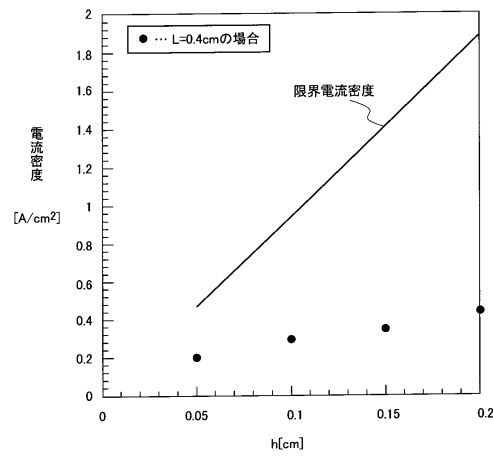
【図 6】



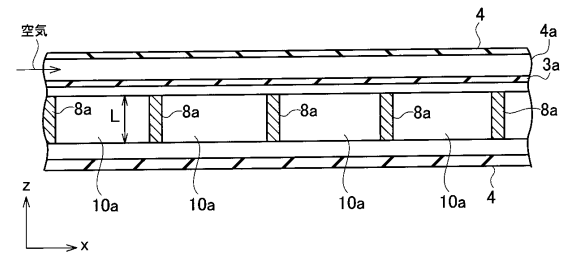
【図 7】



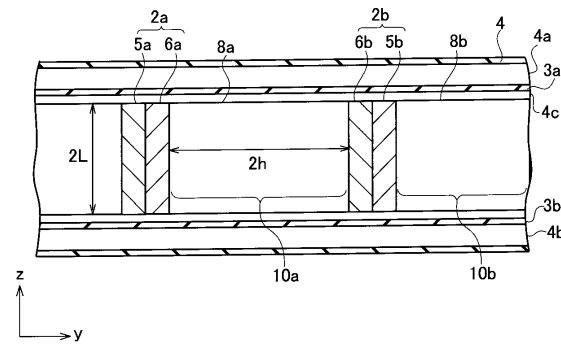
【図 8】



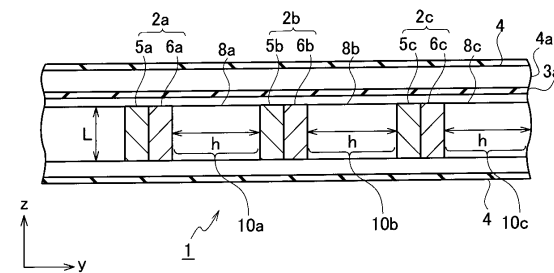
【図 10】



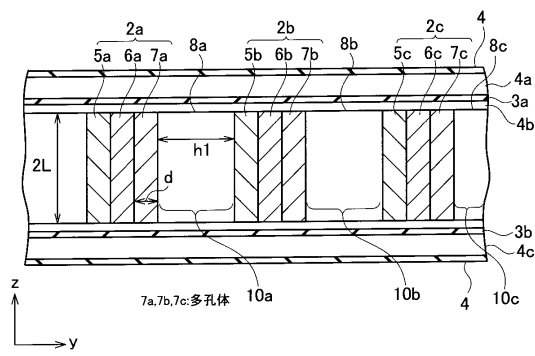
【図 11】



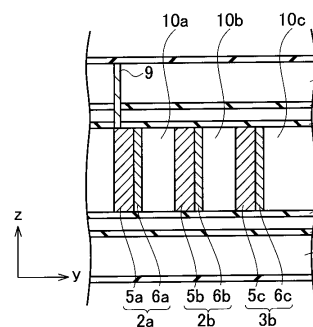
【図 9】



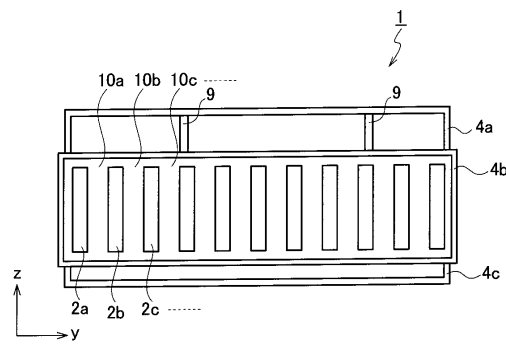
【図 1 2】



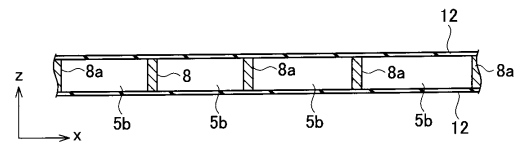
【図 1 4】



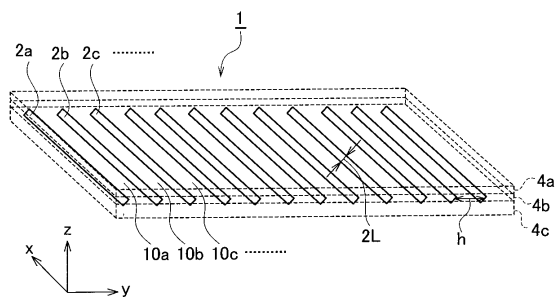
【図 1 3】



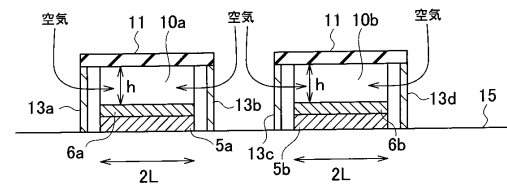
【図 1 5】



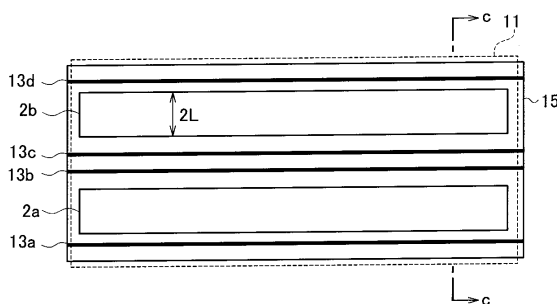
【図 1 6】



【図 1 8】



【図 1 7】



2a,2b...単セル
13a,13b,13c,13d:隔膜
4:容器
11:板

フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 裕輔
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

審査官 清水 康

(56)参考文献 特開2007-115696(JP,A)
特開昭60-254568(JP,A)
米国特許第06986961(US,B1)
特開2006-142275(JP,A)
特開2007-095581(JP,A)
特表2004-519074(JP,A)
米国特許出願公開第2004/0157092(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01M 8/04
H01M 8/02
H01M 8/10