

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2012 年 1 月 19 日(19.01.2012)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/008266 A1

(51) 国際特許分類:

H01M 8/02 (2006.01) H01M 8/12 (2006.01)
H01M 8/04 (2006.01) H01M 8/24 (2006.01)
H01M 8/06 (2006.01) H01M 8/10 (2006.01)

ジーセンター株式会社内 Tokyo (JP). 石田 暢久(ISHIDA Nobuhisa) [JP/JP]; 〒1918511 東京都日野市さくら町 1 番地 コニカミノルタテクノロジーセンター株式会社内 Tokyo (JP).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2011/063899

(22) 国際出願日: 2011 年 6 月 17 日(17.06.2011)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2010-160398 2010 年 7 月 15 日(15.07.2010) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタホールディングス株式会社(Konica Minolta Holdings, Inc.) [JP/JP]; 〒1000005 東京都千代田区丸の内 1-6-1 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大森 寛子(OHMORI Hiroko) [JP/JP]; 〒1918511 東京都日野市さくら町 1 番地 コニカミノルタテクノロ

(74) 代理人: 佐野 静夫(SANO Shizuo); 〒5400032 大阪府大阪市中央区天満橋京町 2-6 天満橋八千代ビル別館 Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

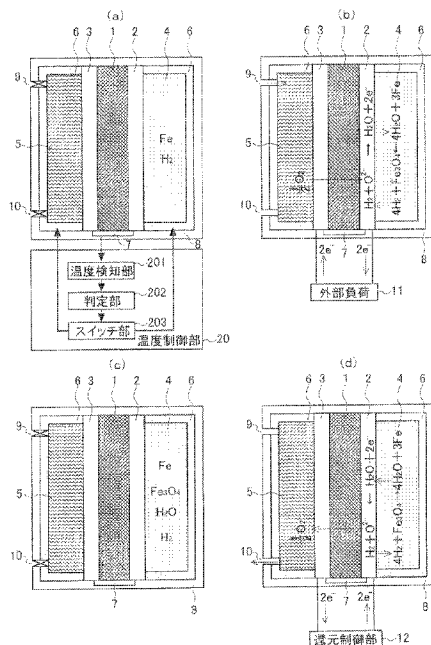
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,

[続葉有]

(54) Title: FUEL CELL

(54) 発明の名称: 燃料電池

[図1]



201 TEMPERATURE DETECTION SECTION
202 DETERMINATION SECTION
203 SWITCH SECTION
20 TEMPERATURE CONTROL SECTION
11 EXTERNAL LOAD
12 REDUCTION CONTROL SECTION

(57) Abstract: Disclosed is a fuel cell comprising a fuel electrode (2), an oxidizing agent electrode (3), an electrolyte membrane (1) sandwiched between the fuel electrode (2) and the oxidizing agent electrode (3), a fuel supply unit (4) for supplying a fuel to the fuel electrode (2), and an oxidizing agent supply unit (5) for supplying an oxidizing agent to the oxidizing agent electrode (3). Each of the fuel electrode (2), the oxidizing agent electrode (3), the electrolyte membrane (1), the fuel supply unit (4) and the oxidizing agent supply unit (5) has a solid structure.

(57) 要約: 燃料電池は、燃料極 2 と、酸化剤極 3 と、燃料極 2 と酸化剤極 3 との間に挟持される電解質膜 1 と、燃料極 2 に燃料を供給する燃料供給部 4 と、酸化剤極 3 に酸化剤を供給する酸化剤供給部 5 とを備える。燃料極 2、酸化剤極 3、電解質膜 1、燃料供給部 4、及び酸化剤供給部 5 が全て固体構造である。

WO 2012/008266 A1



MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,
NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：燃料電池

技術分野

[0001] 本発明は、燃料電池に関する。

背景技術

[0002] 近年、エネルギー問題や環境問題が注目を浴びており、これらの問題を解決する手段の一つとして高効率発電が可能な燃料電池の利用が挙げられる。燃料電池は、燃料に水素を利用する場合、発電時の排出物が水のみである。したがって、燃料電池は、石油など化石燃料を燃やすことで生じる窒素化合物（ NO_x ）や硫黄化合物（ SO_x ）などの有害物質や、地球温暖化の原因の一つと言われている二酸化炭素（ CO_2 ）の排出を抑えることができる高効率な発電システムである。

[0003] また、燃料電池において主として燃料に使われる水素は、昨今枯渇が懸念されている化石燃料に代わり得るクリーンエネルギーとして注目されており、地球環境の保護や循環型社会の構築に貢献する可能性を秘めている。

[0004] 燃料電池は、典型的には、固体ポリマーイオン交換膜を用いた固体高分子電解質膜、イットリア安定化ジルコニア（YSZ）を用いた固体酸化物電解質膜等を燃料極（アノード）と酸化剤極（カソード）とで両側から挟み込む構成であり、燃料極に燃料ガス（例えば水素ガス）を供給する燃料供給機構と酸化剤極に酸化剤ガス（例えば酸素や空気）を供給する酸化剤供給機構とが必要である。従来の燃料電池では、燃料ガスの流体流路として機能する空間が設けられ、当該空間が燃料供給機構となり、酸化剤ガスの流体流路として機能する空間が設けられ、当該空間が酸化剤供給機構となっている。例えば、特許文献1で提案されている燃料電池システムでは、燃料ガスの流体流路として機能する空間である燃料室が設けられ、酸化剤ガスの流体流路として機能する空間である空気室が設けられている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2 0 0 9 － 9 9 4 9 1 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、燃料電池内部に大きな空間があると、外部衝撃や内部圧力差による応力が燃料電池の構造体の大きな空間に接している部分に集中し、その応力集中部分からクラックなどの機械的故障が生じやすいという問題があった。

[0007] 本発明は、上記の状況に鑑み、機械的強度に優れた燃料電池を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成するために本発明に係る燃料電池は、燃料極と、酸化剤極と、前記燃料極と前記酸化剤極との間に挟持される電解質と、前記燃料極に燃料を供給する燃料供給部と、前記酸化剤極に酸化剤を供給する酸化剤供給部とを備え、前記燃料極、前記酸化剤極、前記電解質、前記燃料供給部、及び前記酸化剤供給部が全て固体構造である構成としている。

発明の効果

[0009] 本発明に係る燃料電池は、燃料極と、酸化剤極と、前記燃料極と前記酸化剤極との間に挟持される電解質と、前記燃料極に燃料を供給する燃料供給部と、前記酸化剤極に酸化剤を供給する酸化剤供給部とを備え、前記燃料極、前記酸化剤極、前記電解質、前記燃料供給部、及び前記酸化剤供給部が全て固体構造である構成である。このような構成によると、燃料電池内部に大きな空間が存在しないようになるので、機械的強度が向上する。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の第1実施形態に係る燃料電池の概略構成並びに当該燃料電池で行われる発電動作及び再生動作の流れを示す模式図である。

[図2]本発明の第2実施形態に係る燃料電池の概略構成並びに当該燃料電池で

行われる発電動作及び再生動作の流れを示す模式図である。

[図3]本発明の第3実施形態に係る燃料電池の概略構成並びに当該燃料電池で行われる発電動作及び再生動作の流れを示す模式図である。

[図4]本発明の第4実施形態に係る燃料電池の概略構成を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0011] 本発明の実施形態について図面を参照して以下に説明する。尚、本発明は、後述する実施形態に限られない。

[0012] <<本発明の第1実施形態>>

<燃料電池の概略構成>

本発明の第1実施形態に係る燃料電池の概略構成について図1を用いて説明する。尚、図1では、本発明の第1実施形態に係る燃料電池を断面模式図で示している。

[0013] 本発明の第1実施形態に係る燃料電池装置は、図1に示すように、電解質膜1と、燃料極2と、酸化剤極3と、燃料供給部4と、酸化剤供給部5と、ヒータ6と、温度センサ7と、カバー部材8とを有している。また、本発明の第1実施形態に係る燃料電池装置は、電解質膜1の両面に燃料極2と酸化剤極3を接合したMEA (Membrane Electrode Assembly ; 膜・電極接合体) 構造である。

[0014] そして、燃料極2側には固体構造である燃料供給部4が設けられ、酸化剤極3側には固体構造である酸化剤供給部5が設けられている。尚、本実施形態では、酸化剤ガスとして空気を用いるが、空気以外の酸素を含有するガスを酸化剤ガスとして用いることも可能である。また、本実施形態では、燃料として水素を用いるが、メタノールなどを用いることも可能である。電解質膜1、燃料極2、酸化剤極3、燃料供給部4、及び酸化剤供給部5を全て固体構造とし、燃料電池内部に大きな空間が存在しないようにしているので、機械的強度が向上する。図1は燃料電池装置の断面図であり、電解質膜1、燃料極2、酸化剤極3、燃料供給部4、酸化剤供給部5は、紙面奥行き方向に広がる対向面が互いに接するように配置されている。尚、燃料極2と燃料

供給部 4、酸化剤極 3 と酸化剤供給部 5 の各々の接触面は、必ずしも全面が完全に接合又は密着している必要はなく、微小な凹凸又は空間はあってもよい。

[0015] 電解質膜 1 の材料としては、例えば、イットリア安定化ジルコニア (Y S Z) を用いた固体酸化物電解質を用いることができ、また例えば、ナフィオン (デュポン社の商標)、カチオン導電性ポリマー、アニオン導電性ポリマー等の固体高分子電解質を用いることができるが、これらに限定されることなく、水素イオンを通すものや酸素イオンを通すもの、また、水酸化物イオンや炭酸イオンを通すもの等、燃料電池の電解質としての特性を満たすものであればよい。

[0016] 電解質膜 1 は、固体酸化物電解質の場合であれば、電気化学蒸着法 (C V D - E V D 法 ; Chemical Vapor Deposition - Electrochemical Vapor Deposition) 等を用いて形成することができ、固体高分子電解質の場合であれば、塗布法等を用いて形成することができる。

[0017] 燃料極 2、酸化剤極 3 はそれぞれ、例えば、電解質膜 1 に接する触媒層と、その触媒層に積層された拡散電極とからなる構成にすることができる。触媒層としては、例えば白金黒或いは白金合金をカーボンブラックに担持させたもの等を用いることができる。また、燃料極 2 の拡散電極の材料としては、例えばカーボンペーパー、N i - F e 系サーメットや N i - Y S Z 系サーメット等を用いることができる。また、酸化剤極 3 の拡散電極の材料としては、例えばカーボンペーパー、L a - M n - O 系化合物や L a - C o - C e 系化合物等を用いることができる。

[0018] 燃料極 2、酸化剤極 3 はそれぞれ、例えば蒸着法等を用いて形成することができる。

[0019] ヒータ 6 は、燃料供給部 4 の全面 (燃料極 2 との接触面、即ち発生した水素を放出する放出面を除く) 及び酸化剤供給部 5 の全面 (酸化剤極 3 との接触面、即ち酸化剤ガスを供給する供給面を除く) に接して配置されている。

[0020] 本発明の第 1 実施形態に係る燃料電池を含む燃料電池システムは、温度セ

ンサ 7 の出力信号に基づいてヒータ 6 を制御する温度制御部 20 を備えている。温度制御部 20 の温度検知部 201 は、温度センサ 7 の出力信号に基づき温度を検知する。判定部 202 は、温度検知部 201 の検知結果に基づきスイッチ部 203 によってヒータ 6 のオン・オフを制御し、ヒータ 6 による加熱を制御する。このように燃料電池内部の温度を制御する温度制御部を備える構成とすることにより、外部の温度にかかわらず発電動作を確保することができる。

[0021] カバー部材 8 は、燃料電池の他の構成部品全てを覆うための断熱構造を有する容器であり、その酸化剤極 3 側には、酸化剤供給部 5 に空気を供給する空気供給口 9、余剰空気を排出する空気排出口 10 が設けられている。また、ヒータ 6 の酸化剤極 3 側にも、同様に空気供給口 9 及び空気排出口 10 が設けられている。空気供給口 9 から空気を酸化剤供給部 5 に通すことで酸化剤極 3 全体に空気が分散供給される。空気供給口 9 及び空気排出口 10 にはそれぞれ、図示しない開閉弁が設置されており、空気供給口 9 及び空気排出口 10 それぞれを遮断状態にすることが可能である。

[0022] <燃料供給部の詳細>

本実施形態では、燃料供給部 4 に水素発生部材を用いている。水素発生部材としては、化学反応（例えば酸化反応）によって水素を発生するものや分子の構造によって水素を脱吸着できるものであり、例えば、Al、Fe、及び Mg から選ばれる金属微粒子 1 種若しくは 2 種以上の混合物、カーボンナノチューブ、又は一般式 MH_{4-n} で表される水素化物（ NH_3BH_3 など）が挙げられる。このように燃料供給部 4 が水素発生部材を含む構成とすると、燃料電池が水素発生源を持つことになるので、外部からの水素供給が不要になる。また、酸化反応により水素を発生するものであるため、還元反応によって水素発生部材を再生することができる。したがって、燃料電池を二次電池として用いることができる。

[0023] 水蒸気との反応で水素を発生し、また再生可能である、すなわち水素を発生させるだけでなく水素を吸蔵（吸着）できるという条件を満たすために、

燃料供給部4として用いられる水素発生部材は、Al、Fe、及びMgから選ばれる金属微粒子1種若しくは2種以上の混合物であることが好ましい。このような混合物の中でも特にFeを含む金属微粒子が好ましい。FeはAl、Mgと比べて、還元するのに必要なエネルギー量が小さく、また自然界に酸化鉄という形で多く存在するため利用しやすい。

[0024] 本実施形態においては、酸化反応により水素を発生するFe微粒子を用いる。例えば、Fe微粒子の圧縮成型体を水素発生部材として用いることができる。反応効率の向上とシンタリングの防止とを両立させるために、Fe微粒子に対して、粉碎、水素添加による脆化处理を行って微小クラックを形成し表面積を大きくし、圧縮成型の前または後に、ALD (Atomic Layer Deposition) 法やLPD (Liquid Phase Deposition) 法等を用いて、触媒あるいは添加剤（例えばSiO₂で）をコーティングすることが望ましい。

[0025] 燃料供給部4は固体構造であれば何でもよく、例えば、燃料極2とヒータ6とで囲まれた空間に粉体を充填する構造であっても全体として応力に対する抵抗力を持つ固体構造となっていればよい。燃料供給部4は、塗布、粉体圧縮、スクリーン印刷、蒸着法などにより形成することが好ましい。しかし、応力に対する機械的強度を向上させるためには、本実施形態のように微粒子の圧縮成型体であることが好ましい。圧縮することで強度が増し、かつ取り扱い易くなる。尚、必要に応じて、焼成工程を追加するとよい。また、本実施形態でいう固体構造とは、その中に全く空間がないものを意味するのではなく、例えば多孔質のものでもよい。本実施形態の微粒子の圧縮成型体においても、粒子間に多数の小さな空間が存在し、その空間の中をヒータ6の加熱により発生した水素が通り抜け、燃料極2に供給される。これらの空間は非常に小さいため、燃料供給部4全体の機械的強度へは殆ど影響を与えない範囲のものである。

[0026] また、本実施形態とは異なり、水素発生部材と燃料極2との間に、燃料との反応性に乏しい不活性部材を設ける構成にしてもよい。

[0027] <酸化剤供給部の詳細>

本実施形態では、酸化剤供給部 5 に酸素との反応性に乏しい不活性部材を用いている。酸素との反応性に乏しい不活性部材としては、酸素との反応性に乏しい金属、セラミック、サーメット、窒素富化膜などが好ましく、酸素との反応性に乏しい金属が特に好ましい。酸素との反応性に乏しい金属を用いる場合には、Ti や Al などの熱伝導度の良いものを用いることが好ましい。また、窒素富化膜を用いる場合には、シリコン膜、シリコンポリカーボネート膜、ゼオライト吸着膜などを用いることが好ましい。

[0028] 酸化剤供給部 5 は固体構造であれば何でもよく、例えば、酸化剤極 3 とヒータ 6 とで囲まれた空間に粉体を充填する構造（空気供給口 9 や空気排出口 10 から粉体が漏れ出さない機構を有する構造）であってもよいが、酸素を通過させる多孔質膜であることが好ましい。酸化剤供給部 5 は、塗布、粉体圧縮、スクリーン印刷、蒸着法などにより形成することが好ましい。尚、必要に応じて、焼成工程を追加するとよい。

[0029] <発電動作および再生動作>

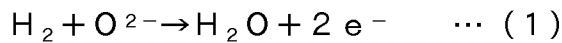
次に、本発明の第 1 実施形態に係る燃料電池で行われる発電動作及び再生（還元）動作について図 1 を用いて説明する。

[0030] （発電動作）

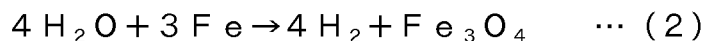
発電動作の前状態では、図 1（a）に示すように、空気供給口 9 及び空気排出口 10 がともに閉じられており、燃料供給部 4 内部（本実施形態では Fe 微粒子の圧縮成型体内部）には、水素（ H_2 ）が封入されている。

[0031] その後、ヒータ 6 により燃料電池内部を必要温度まで加温し、図 1（b）に示すように、空気供給口 9 を開け、空気供給口 9 から酸化剤供給部 5 に空気を供給し、さらに酸化剤供給部 5 から酸化剤極 3 に空気を供給すると、燃料極 2 では、燃料供給部 4 内部に封入されている水素（ H_2 ）と酸化剤極 3 でイオン化し電解質膜 1 を通過した酸素イオン（ O^{2-} ）とで下記の化学反応式（1）に示す反応が生じ、電子（ e^- ）が発生し蓄積される。すなわち、燃料電池において起電力が発生し、発電動作が開始される。そして、発電動作時において燃料極 2 と酸化剤極 3 の間に外部負荷 11 を接続すると、燃料極 2

に蓄積された電子 (e^-) は、外部負荷 11 を経由して酸化剤極 3 に流れる。これにより、外部負荷 11 を駆動することができる。



[0032] また、発電動作時において、上記の化学反応式 (1) で示したように、燃料極 2 では水 (H_2O) が生成される。生成された水 (H_2O) は燃料供給部 4 内部 (本実施形態では Fe 微粒子の圧縮成型体内部) に供給され、燃料供給部 4 では、供給された水 (H_2O) により下記の化学反応式 (2) に示す酸化反応が生じ、その酸化反応により水素 (H_2) を発生する。そして、発生した水素 (H_2) は燃料極 2 に供給され、燃料極 2 では、供給された水素 (H_2) を酸化し発電することによって再び水 (H_2O) が生成されるといった循環の利用形態となり発電動作が持続される。したがって、水 (H_2O) を燃料電池の外部に排出する必要がない。



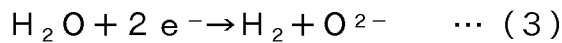
[0033] 尚、上述した発電動作時には、燃料供給部 4 は、鉄 (Fe) が酸化され酸化鉄 (Fe_3O_4) へと変化し、燃料供給部 4 に占める鉄 (Fe) の割合が次第に低下していく。

[0034] また、図 1 (b) に示した発電動作状態から、図 1 (c) に示すように、空気供給口 9 を閉じ、酸化剤極 3 への空気の供給を停止すると、発電動作を停止させることができる。このとき、燃料供給部 4 内部 (本実施形態では Fe 微粒子の圧縮成型体内部) には、上記の化学反応式 (1) 及び化学反応式 (2) の反応によりそれぞれ生成された水 (H_2O)、水素 (H_2) が残留する。

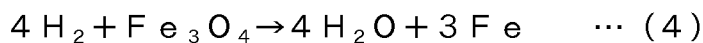
[0035] (再生動作)

図 1 (c) に示した発電動作停止状態から、ヒータ 6 により燃料電池内部を必要温度まで加温し、図 1 (d) に示すように、本発明の第 1 実施形態に係る燃料電池を含む燃料電池システムが備えている還元制御部 12 により燃料極 2 と酸化剤極 3 の間に電圧を印加し通電すると、燃料極 2 では、燃料供給部 4 内部 (本実施形態では Fe 微粒子の圧縮成型体内部) に残留している

水 (H_2O) と通電により供給された電子 (e^-) とで下記の化学反応式 (3) に示す電気分解が生じ、その電気分解により水素 (H_2) が発生する。



[0036] そして、燃料極 2 において発生した水素 (H_2) は燃料供給部 4 に供給され、燃料供給部 4 では、供給された水素 (H_2) により下記の化学反応式 (4) に示す還元反応が生じ、その還元反応により燃料供給部 4 中の酸化鉄 (Fe_3O_4) は還元され鉄 (Fe) へと変化し、燃料供給部 4 に占める鉄 (Fe) の割合が次第に増加し、燃料供給部 4 は再生される。



[0037] また、再生動作時において、上記の化学反応式 (4) で示したように、燃料供給部 4 では水 (H_2O) が生成される。生成された水 (H_2O) は燃料極 2 に供給され、燃料極 2 では、供給された水 (H_2O) を電気分解することによって再び水素 (H_2) が生成されるといった循環の利用形態となり再生動作が持続される。したがって、水 (H_2O) を燃料電池の外部に排出する必要がない。

[0038] 以上のように、本実施形態においては、電解質膜 1 として酸素イオンを通す電解質を用いており、発電動作時に燃料極 2 側で水が生成され、この水を隣接する燃料供給部 4 に反応させることで水素が発生する。また、還元動作時には、酸化した燃料供給部 4 に、水を分解して生成した水素を反応させ、還元する。このように、発電動作及び還元動作において、燃料極 2 と燃料供給部 4 との間で、水と水素を循環利用するため、装置の簡素化や小型化が可能になる。また酸化が進んだ燃料供給部 4 を還元して再生して繰り返し使用することができるので、燃料供給部 4 を取り出して新しいものと取り換える必要がない。以上のように、酸素イオンを通すタイプの電解質を用いた場合、操作性が高く、安定した性能を維持し、寿命の長い燃料電池装置を実現することができる。一方、特開 2009-99491 号公報に開示された燃料電池のように、電解質膜 1 として水素イオンを通すタイプを用いた場合、発電の際に空気極側で水が生成される。そのため、生成された水を再利用する

ためには燃料供給部に移送する必要がある、移送するための流路が必要となる。しかし、このようなタイプの燃料電池においても、少なくとも、燃料電池の燃料極、酸化剤極、電解質、燃料供給部及び酸化剤供給部に相当する各部が全て固体構造である構成とすることによって、燃料電池の機械的強度を向上させることができる。

[0039] <<本発明の第2実施形態>>

本発明の第2実施形態に係る燃料電池の概略構成について図2を用いて説明する。尚、図2では、本発明の第2実施形態に係る燃料電池を断面模式図で示している。また、図2において図1と同一の部分には同一の符号を付し詳細な説明を省略する。図2(a)は発電動作の前状態を示しており、図2(b)は発電動作状態を示しており、図2(c)は発電動作停止状態を示しており、図2(d)は再生動作状態を示している。

[0040] 本発明の第2実施形態に係る燃料電池と本発明の第1実施形態に係る燃料電池との相違点は、本発明の第1実施形態に係る燃料電池が空気供給口9及び空気排出口10を備えているのに対して、本発明の第2実施形態に係る燃料電池がこれらを備えていない点と、本発明の第1実施形態に係る燃料電池が酸化剤供給部5に酸素との反応性に乏しい不活性部材を用いているのに対して、本発明の第2実施形態に係る燃料電池が酸化剤供給部5に酸素吸蔵部材5A及び酸素との反応性に乏しい絶縁性の不活性部材5Bを用いている点である。このように酸化剤供給部5が酸素吸蔵部材を含む構成にすると、燃料電池が酸素発生源を持つことになるので、外部からの酸化剤供給が不要になる。

[0041] 酸素吸蔵部材5Aとしては、例えば、特開2007-15903号公報で提案されている酸素吸蔵合金、すなわち主成分として ZnO 、添加物として Bi_2O_3 を含み、 ZnO 粒子の空乏層と Bi_2O_3 の粒界層で組成されており電圧の印加により酸素を放出し、無電圧により酸素を吸収する酸素吸蔵合金を用いることができる。

[0042] 本実施形態において、酸化剤極3と酸素吸蔵部材5Aとの間に、酸素との

反応性に乏しい絶縁性の不活性部材 5 B が設けられる。このような構成によ
ると、酸化剤極 3 と酸素吸蔵部材 5 A とが電氣的に絶縁されるので、酸素吸
蔵部材 5 A として、電圧印加の有無に応じて酸素の放出と吸収が切り替わる
酸素吸蔵合金を用いた場合に、酸化剤極 3 に電流が流れても酸素吸蔵部材 5
A としてはその影響を受けず、酸素の放出と吸収の切替制御を独立して容易
に行なえる。

[0043] 酸素吸蔵部材 5 A として、電圧印加の有無に応じて酸素の放出と吸収が切
り替わる酸素吸蔵合金を用いた場合、図 2 (b) に示した発電動作状態にお
いて、本発明の第 2 実施形態に係る燃料電池を含む燃料電池システムが備え
ている電圧印加部 1 5 により酸素吸蔵部材 5 A に電圧を印加し、図 2 (d)
に示した再生動作状態において、酸素吸蔵部材 5 A に電圧を印加しないよう
にする。

[0044] 尚、酸素吸蔵部材 5 A として、電圧印加の有無に応じて酸素の放出と吸収
が切り替わる酸素吸蔵合金を用いた場合であっても、本実施形態とは異なり
、酸素との反応性に乏しい絶縁性の不活性部材 5 B を設けない構成にするこ
ともできる。酸素との反応性に乏しい絶縁性の不活性部材 5 B を設けない構
成を採用した場合、酸化剤極 3 と酸素吸蔵部材 5 A とを同電位にすることで
、酸素吸蔵部材 5 A に電圧を印加しないようにすることができる。

[0045] 本発明の第 2 実施形態に係る燃料電池も本発明の第 1 実施形態に係る燃料
電池と同様に、燃料供給部 4 及び酸化剤供給部 5 を固体構造とし、燃料電池
内部に大きな空間が存在しないようにしているので、機械的強度が向上する
。

[0046] <<本発明の第 3 実施形態>>

本発明の第 3 実施形態に係る燃料電池の概略構成について図 3 を用いて説
明する。尚、図 3 では、本発明の第 3 実施形態に係る燃料電池を断面模式図
で示している。また、図 3 において図 1 と同一の部分には同一の符号を付し
詳細な説明を省略する。図 3 (a) は発電動作の前状態を示しており、図 3
(b) は発電動作状態を示しており、図 3 (c) は発電動作停止状態を示し

ている。

[0047] 本発明の第3実施形態に係る燃料電池と本発明の第1実施形態に係る燃料電池との相違点は、本発明の第1実施形態に係る燃料電池が水素供給口13及び水排出口14を備えていないのに対して、本発明の第3実施形態に係る燃料電池がこれらを備えている点と、本発明の第1実施形態に係る燃料電池が燃料供給部4に水素発生部材を用いているのに対して、本発明の第3実施形態に係る燃料電池が燃料供給部4に燃料ガス（本実施形態では水素ガス）との反応性に乏しい不活性部材を用いている点である。

[0048] 燃料ガス（本実施形態では水素ガス）との反応性に乏しい不活性部材としては、燃料ガスとの反応性に乏しい金属、セラミック、サーメットなどが好ましい。燃料ガスとの反応性に乏しい金属を用いる場合には、TiやAlなどの熱伝導度の良いものを用いることが好ましい。

[0049] 燃料供給部4は他の実施形態と同様に固体構造であれば何でもよく、例えば、燃料極2とヒータ6とで囲まれた空間に粉体を充填する構造（水素供給口13や水排出口14から粉体が漏れ出さない機構を有する構造）であってもよいが、燃料ガスを通過させる多孔質膜であることが好ましい。燃料供給部4は、塗布、粉体圧縮、スクリーン印刷、蒸着法などにより形成することが好ましい。尚、必要に応じて、焼成工程を追加するとよい。

[0050] 本実施形態では、まず、図3(a)の発電動作の前状態では、水素供給口13及び水排出口14は閉じている。次に、発電動作状態において、図3(b)に示すように、水素供給口13及び水排出口14を開け、水素供給口13から燃料供給部4に水素ガスを供給し、さらに燃料供給部4から燃料極2に水素ガスを供給し、また、燃料極2において生成された水(H₂O)を燃料供給部4に供給し、さらに燃料供給部4から水排出口14に供給し、最終的に水排出口14から燃料電池の外部に排出する。発電動作状態を停止するときは、図3(c)に示すように、水素供給口13及び水排出口14を閉じ、外部から水素ガスが供給されないようにする。

[0051] 本発明の第3実施形態に係る燃料電池も本発明の第1実施形態に係る燃料

電池や本発明の第2実施形態に係る燃料電池と同様に、燃料供給部4及び酸化剤供給部5を固体構造とし、燃料電池内部に空間が存在しないようにしているので、機械的強度が向上する。

[0052] <<本発明の第4実施形態>>

上述した本発明の第1～第3実施形態に係る燃料電池は、電解質膜1、燃料極2、酸化剤極3、燃料供給部4、及び酸化剤供給部5を各々一つずつ積層している単位積層構造を一つのみ有する1ユニット構成であったが、同一体積での出力を高めるために、当該単位積層構造を複数有する複数ユニット構成にすることが好ましい。

[0053] 本実施形態に係る燃料電池は、上記複数ユニット構成の燃料電池の一例であって、図4に示すように、単位積層構造の具体的構成が第1実施形態と同一である10ユニット構成の燃料電池である。尚、図4では、発電動作の前状態である本発明の第4実施形態に係る燃料電池を断面模式図で示している。また、図4において図1と同一の部分には同一の符号を付し詳細な説明を省略する。

[0054] 本実施形態に係る燃料電池では、隣り合う単位積層構造同士で燃料供給部4又は酸化剤供給部5を共用している。これにより、積層数を減らすことができるので、製作工程数を減らすことができる。また、ヒータ6及びその外側を取り囲むカバー部材8が、個々の単位積層構造の外周ではなく、複数ユニット構成の外周に配置されている。よって、単純に単位積層構造の燃料電池を複数使用するよりも、本実施形態のような複数ユニット構成にする方が、同一体積で多くの単位積層構造を含むことができ、燃料電池の出力が高くなる。

[0055] 以上の本実施形態の構成によると、燃料電池内部に大きな空間が存在しないため、装置の機械的強度が向上し、その結果、安定した性能を維持し、耐久性及び寿命の長い燃料電池を提供することができる。

符号の説明

[0056] 1 電解質膜

- 2 燃料極
- 3 酸化剤極
- 4 燃料供給部
- 5 酸化剤供給部
- 5 A 酸素吸蔵部材
- 5 B 酸素との反応性に乏しい絶縁性の不活性部材
- 6 ヒータ
- 7 温度センサ
- 8 カバー部材
- 9 空気供給口
- 10 空気排出口
- 11 外部負荷
- 12 還元制御部
- 13 水素供給口
- 14 水排出口
- 15 電圧印加部
- 20 温度制御部
- 201 温度検知部
- 202 判定部
- 203 スイッチ部

請求の範囲

- [請求項1] 燃料極と、
酸化剤極と、
前記燃料極と前記酸化剤極との間に挟持される電解質と、
前記燃料極に燃料を供給する燃料供給部と、
前記酸化剤極に酸化剤を供給する酸化剤供給部とを備え、
前記燃料極、前記酸化剤極、前記電解質、前記燃料供給部、及び前記酸化剤供給部が全て固体構造であることを特徴とする燃料電池。
- [請求項2] 前記燃料供給部が多孔質膜から成ることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池。
- [請求項3] 前記燃料供給部が、水との酸化反応により水素を発生する水素発生部材を含んでいることを特徴とする請求項1または2に記載の燃料電池。
- [請求項4] 前記水素発生部材の材料に鉄が含まれていることを特徴とする請求項3に記載の燃料電池。
- [請求項5] 前記燃料供給部は、金属の微粒子の圧縮成型体から成ることを特徴とする請求項1から4のいずれか一項に記載の燃料電池。
- [請求項6] 前記燃料供給部が、燃料との反応性に乏しい不活性部材から成ることを特徴とする請求項1または2に記載の燃料電池。
- [請求項7] 前記酸化剤供給部が、酸素との反応性に乏しい不活性部材からなる多孔質膜を含んでいることを特徴とする請求項1から6のいずれか一項に記載の燃料電池。
- [請求項8] 前記酸化剤供給部が、酸素吸蔵部材を含んでいることを特徴とする請求項1から7のいずれか一項に記載の燃料電池。
- [請求項9] 前記酸素吸蔵部材は、電圧の印加により酸素を発生し、無電圧の状態では酸素を吸収することを特徴とし、前記電圧を印加する電圧印加部を更に備えた、請求項8に記載の燃料電池。
- [請求項10] 前記電解質が固体酸化物電解質であることを特徴とする請求項1か

ら 9 のいずれか一項に記載の燃料電池。

[請求項11] 前記電解質が、酸素イオンを通過させるものであり、発電の際に前記燃料極側で水が生成されることを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の燃料電池。

[請求項12] 前記燃料極、前記酸化剤極、前記電解質、前記燃料供給部、及び前記酸化剤供給部を一体的に保持するカバー部材を備えたことを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれか一項に記載の燃料電池。

[請求項13] 前記燃料極、前記酸化剤極、前記電解質、前記燃料供給部、及び前記酸化剤供給部を各々一つずつ積層している構造を単位積層構造とし、

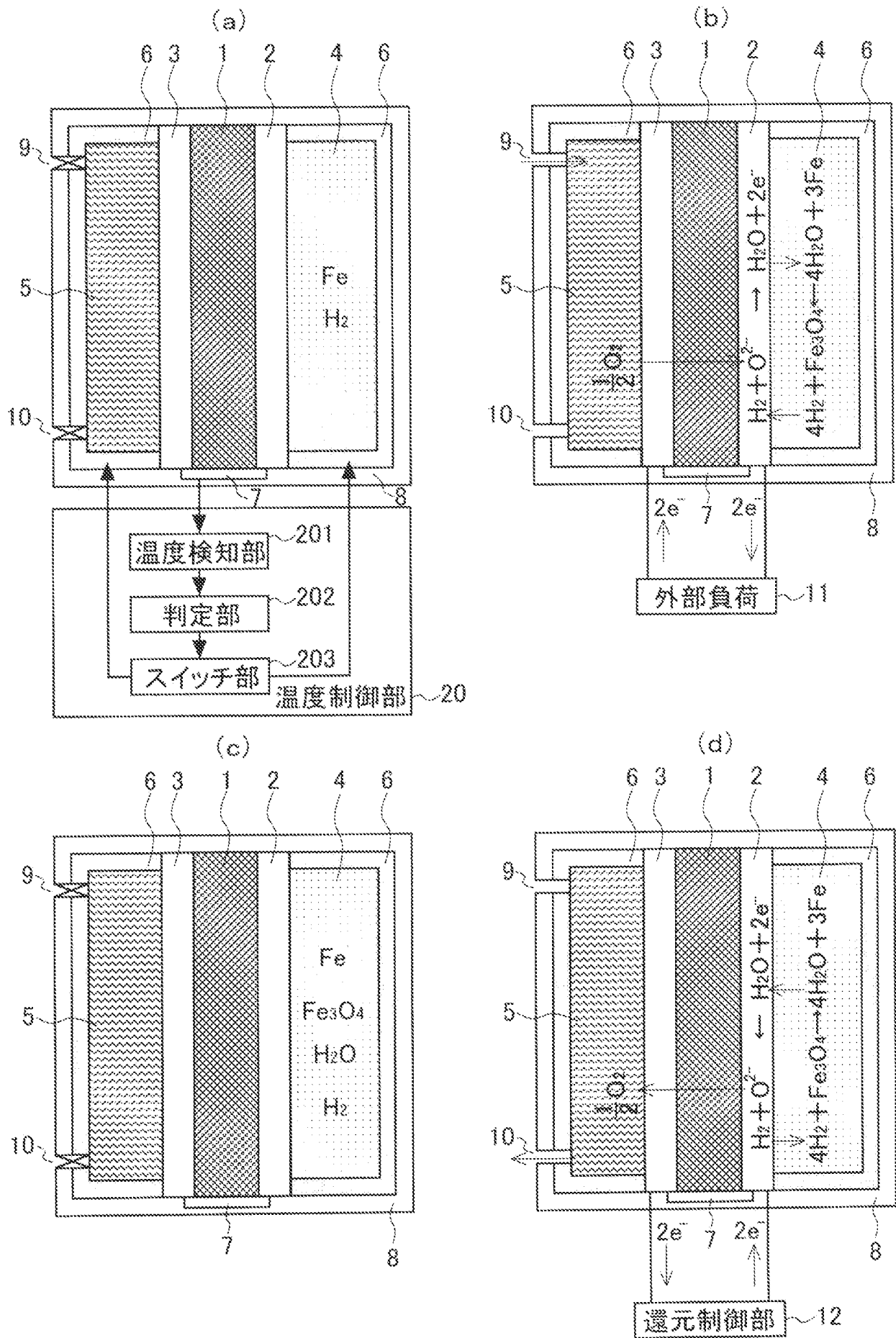
前記単位積層構造を複数有している複数ユニット構成であることを特徴とする請求項 1 から 12 のいずれか一項に記載の燃料電池。

[請求項14] 前記複数ユニット構成において、隣り合う単位積層構造同士で前記燃料供給部または前記酸化剤供給部を共用していることを特徴とする請求項 13 に記載の燃料電池。

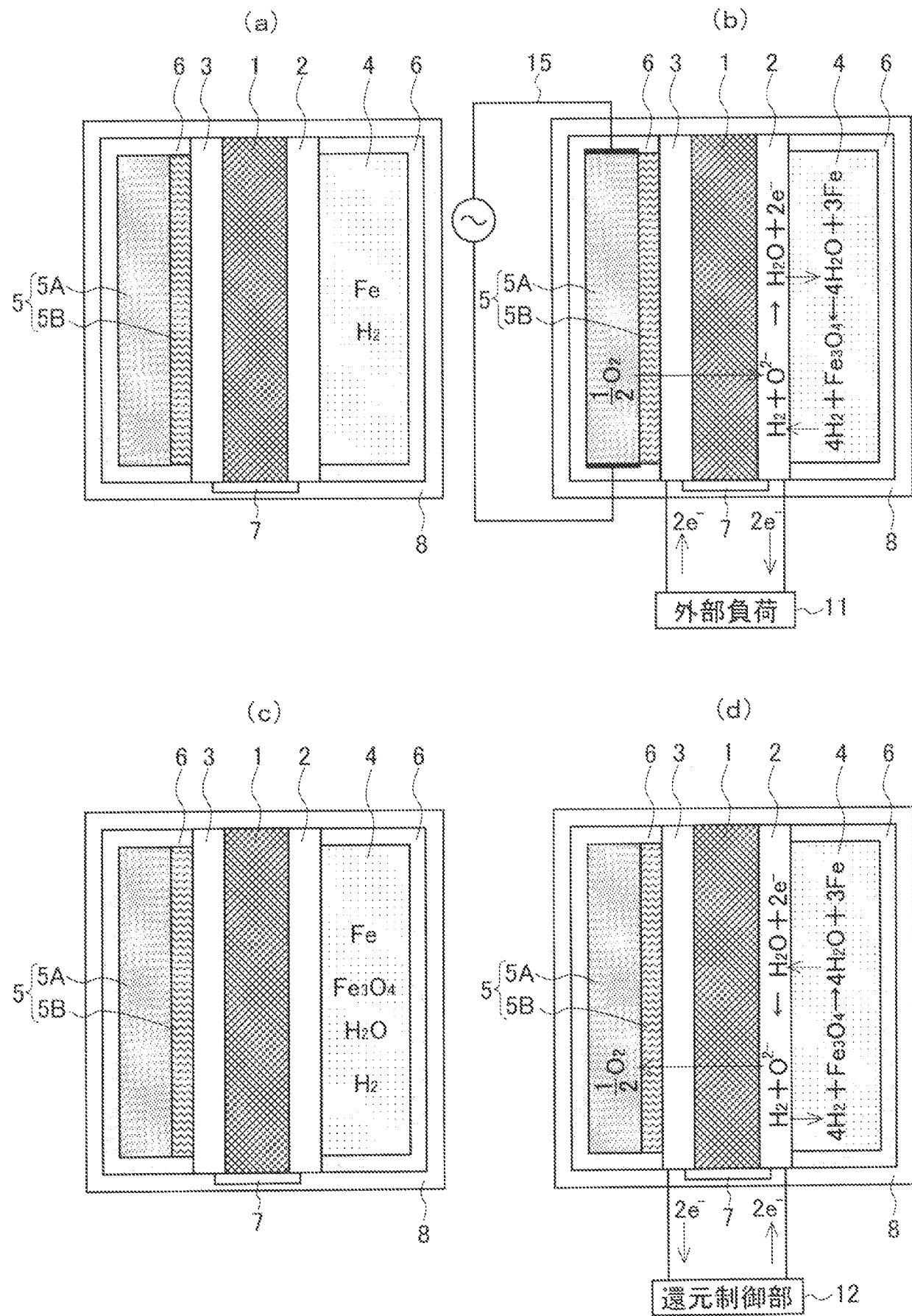
[請求項15] 前記複数ユニット構成において、前記複数ユニット全体を一体的に保持するカバー部材を備えたことを特徴とする請求項 14 に記載の燃料電池。

[請求項16] 前記燃料電池内部の温度を制御する温度制御機構を備えることを特徴とする請求項 1 から 15 のいずれか一項に記載の燃料電池。

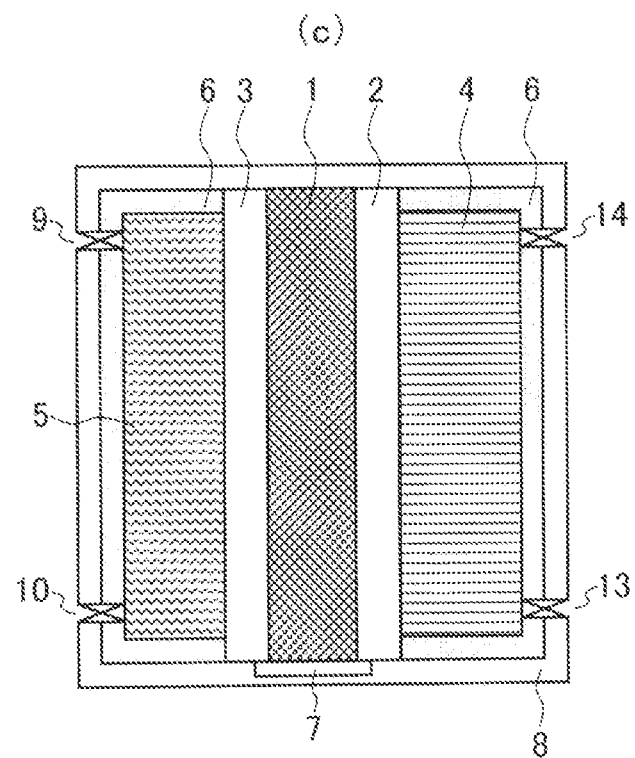
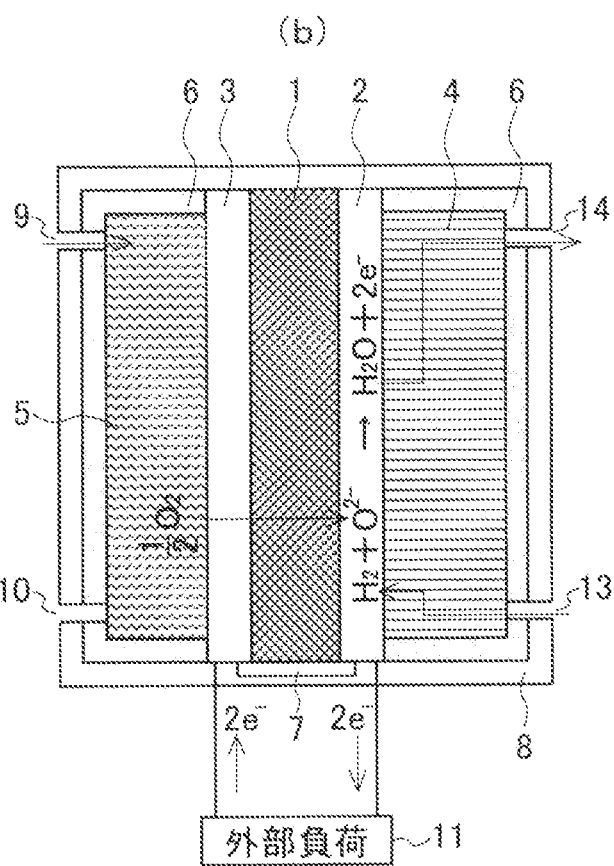
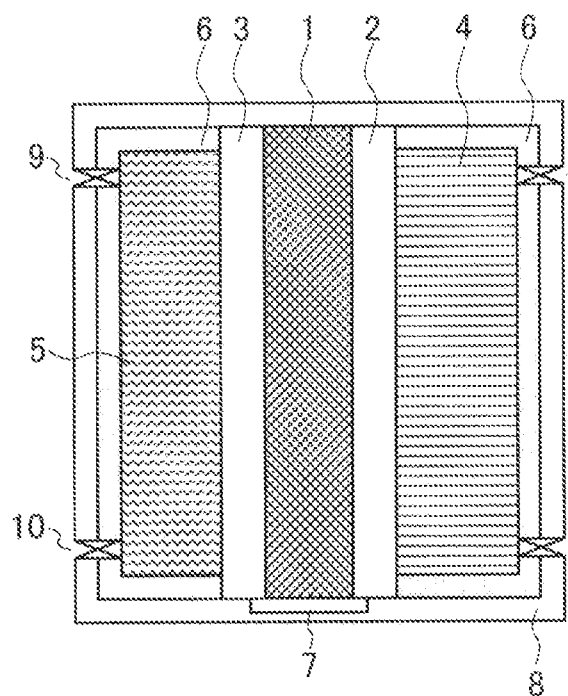
[図1]



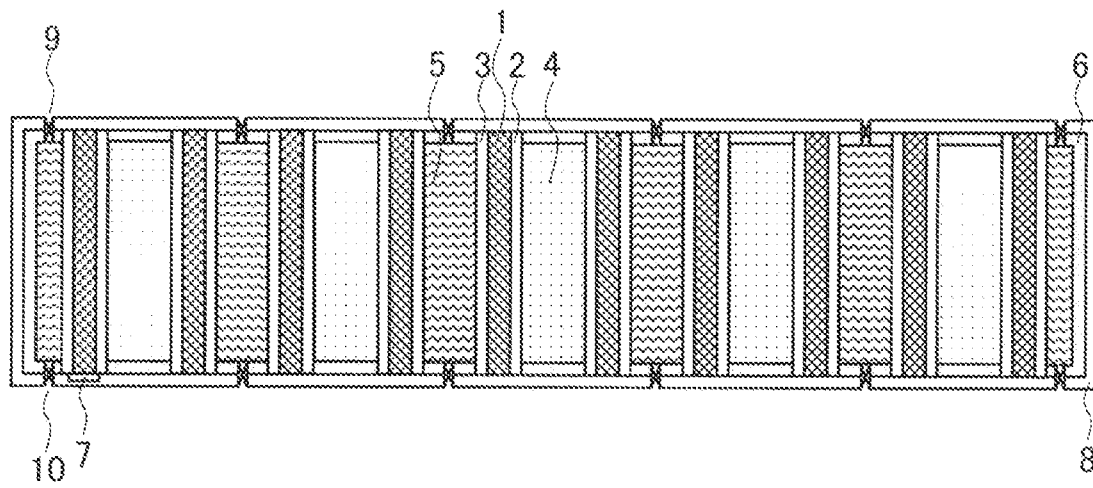
[図2]



(a)



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/063899

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M8/02(2006.01)i, H01M8/04(2006.01)i, H01M8/06(2006.01)i, H01M8/12(2006.01)i, H01M8/24(2006.01)i, H01M8/10(2006.01)n

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)

H01M8/02, H01M8/04, H01M8/06, H01M8/12, H01M8/24, H01M8/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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	JP 2002-329508 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 15 November 2002 (15.11.2002), paragraphs [0020], [0021], [0025], [0034]; table 1; fig. 2	1-2, 5-7, 10-11, 13-14, 16
Y	(Family: none)	12, 15
A		3-4, 8-9
X	JP 2005-203257 A (Mitsubishi Materials Corp.), 28 July 2005 (28.07.2005), paragraphs [0019], [0022], [0025], [0026]; fig. 2	1-2, 7, 10-11, 13, 16
Y	(Family: none)	3-4
X	JP 58-131664 A (Hitachi, Ltd.), 05 August 1983 (05.08.1983), page 2, upper left column, lines 14 to 18; fig. 2	1-2, 6-7
	(Family: none)	



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

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 September, 2011 (15.09.11)

Date of mailing of the international search report
27 September, 2011 (27.09.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/063899

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2584571 Y2 (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 28 August 1998 (28.08.1998), column 3, lines 34 to 47; column 4, lines 17 to 40; fig. 1, 2 (Family: none)	1-2, 6-7
X	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 34576/1983 (Laid-open No. 139961/1984) (Japan Storage Battery Co., Ltd.), 19 September 1984 (19.09.1984), specification, page 2, lines 11 to 18; page 3, line 10 to page 4, line 2; page 4, lines 15 to 20; fig. 1 (Family: none)	1-2, 5-7, 12
Y	JP 2007-509480 A (Revolt Technology A/S), 12 April 2007 (12.04.2007), paragraphs [0007] to [0019], [0057] to [0061]; fig. 5 & US 2007/0077491 A1 paragraphs [0007] to [0018], [0069] to [0073]; fig. 5 & WO 2005/038967 A1	3-4
Y	JP 5-62695 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 12 March 1993 (12.03.1993), paragraphs [0015] to [0019]; fig. 4 (Family: none)	12, 15
A	JP 2007-15903 A (The Kansai Electric Power Co., Inc.), 25 January 2007 (25.01.2007), entire text (Family: none)	8-9
A	JP 2005-100780 A (Toyota Motor Corp.), 14 April 2005 (14.04.2005), paragraphs [0018] to [0020], [0029] (Family: none)	8-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01M8/02(2006.01)i, H01M8/04(2006.01)i, H01M8/06(2006.01)i, H01M8/12(2006.01)i, H01M8/24(2006.01)i, H01M8/10(2006.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01M8/02, H01M8/04, H01M8/06, H01M8/12, H01M8/24, H01M8/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2002-329508 A（日産自動車株式会社）2002. 11. 15, [0020], [0021], [0025], [0034], 表 1, 図 2（ファミリーなし）	1-2, 5-7, 10-11, 13-14, 16
Y		12, 15
A		3-4, 8-9
X	JP 2005-203257 A（三菱マテリアル株式会社）2005. 07. 28, [0019], [0022], [0025], [0026], 図 2（ファミリーなし）	1-2, 7, 10-11, 13, 16
Y		3-4

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 5 . 0 9 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 7 . 0 9 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

守安 太郎

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 7

4 X

9 3 4 7

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 58-131664 A (株式会社日立製作所) 1983. 08. 05, 第 2 頁左上欄第 14-18 行, 第 2 図 (ファミリーなし)	1-2, 6-7
X	JP 2584571 Y2 (三菱重工業株式会社) 1998. 08. 28, 第 3 欄第 34-47 行, 第 4 欄第 17-40 行, 第 1 図, 第 2 図 (ファミリーなし)	1-2, 6-7
X	日本国実用新案登録出願 58-34576 号(日本国実用新案登録出願公開 59-139961 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム (日本電池株式会社) 1984. 09. 19, 明細書第 2 頁第 11-18 行, 第 3 頁第 10 行-第 4 頁第 2 行, 第 4 頁第 15-20 行, 第 1 図 (ファミリーなし)	1-2, 5-7, 12
Y	JP 2007-509480 A (レボルト テクノロジー アクスイエ セルスカプ) 2007. 04. 12, [0007]-[0019], [0057]-[0061], 図 5 & US 2007/0077491 A1, [0007]-[0018], [0069]-[0073], FIG. 5 & WO 2005/038967 A1	3-4
Y	JP 5-62695 A (日本電信電話株式会社) 1993. 03. 12, [0015]-[0019], 図 4 (ファミリーなし)	12, 15
A	JP 2007-15903 A (関西電力株式会社) 2007. 01. 25, 全文 (ファミリーなし)	8-9
A	JP 2005-100780 A (トヨタ自動車株式会社) 2005. 04. 14, [0018]-[0020], [0029] (ファミリーなし)	8-9