

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2008年10月23日 (23.10.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/126349 A1

(51) 国際特許分類:

H01M 8/02 (2006.01)

H01M 8/24 (2006.01)

H01M 8/04 (2006.01)

H01M 8/12 (2006.01)

KANSAI ELECTRIC POWER CO., INC.) [JP/JP]; 〒5308270 大阪府大阪市北区中之島3丁目6番16号 Osaka (JP).

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2008/000568

(72) 発明者; および

(22) 国際出願日:

2008年3月13日 (13.03.2008)

(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): アクベイタナー (AKBAY, Taner) [TR/JP]; 〒3110102 茨城県那珂市向山1002-14三菱マテリアル株式会社 戦略事業開発室内 Ibaraki (JP). 宮澤隆 (MIYAZAWA, Takashi) [JP/JP]; 〒3110102 茨城県那珂市向山1002-14三菱マテリアル株式会社 戦略事業開発室内 Ibaraki (JP). 村上直也 (MURAKAMI, Naoya) [JP/JP]; 〒3110102 茨城県那珂市向山1002-14三菱マテリアル株式会社 戦略事業開発室内 Ibaraki (JP). 鈴木忠彦 (SUZUKI, Tadahiko) [JP/JP]; 〒1028205 東京都千代田区九段北一丁目14番16号三菱マテリアルテクノ株式会社内 Tokyo (JP).

(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2007-088403 2007年3月29日 (29.03.2007) JP

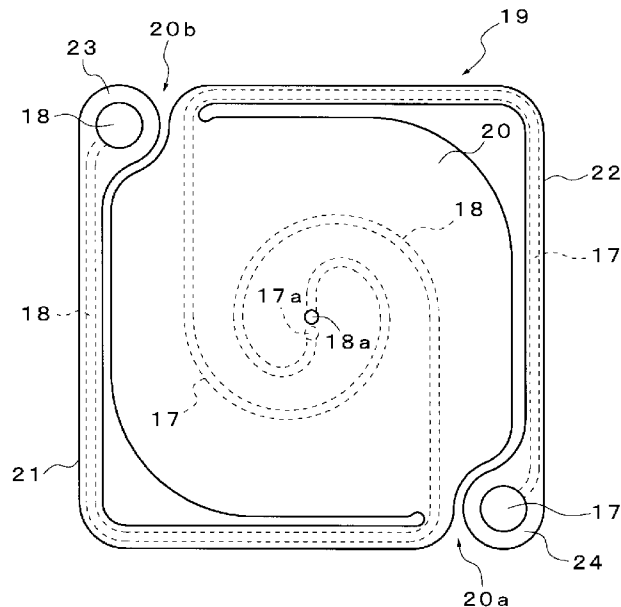
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱マテリアル株式会社 (MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008117 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP). 関西電力株式会社 (THE

[続葉有]

(54) Title: FUEL CELL

(54) 発明の名称: 燃料電池

[図4]



(57) Abstract: A fuel cell in which fuel gas is more uniformly distributed to each power generation cell and irregular deformation of an interconnection section is reduced. A fuel gas channel (17) formed in a fuel arm section (22) of a separator (19) has a smaller cross-sectional area than an oxidation agent gas channel (18) formed in an oxidation agent arm section (21). Further, the fuel arm section (22) and the oxidation agent arm section (21) are formed so that their section moduli are substantially the same.

(57) 要約: 本発明の課題は、各発電セルへの燃料ガスの等流配を高めることができるとともに、同時にインターコネクト部における変形の偏りを小さく抑えることができる燃料電池を提供することである。セパレータ (19) の燃料用アーム部 (22) に形成された燃料ガス流路 (

[続葉有]

WO 2008/126349 A1



(74) 代理人: 清水千春 (SHIMIZU, Chiharu); 〒1040061 東京都中央区銀座8丁目16番13号 中銀・城山ビル4階 Tokyo (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, 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, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG,

SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, 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 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

17) は、その断面積が酸化剤用アーム部 (21) に形成された酸化剤ガス流路 (18) の断面積よりも小さく形成されているとともに、燃料用アーム部 (22) および酸化剤用アーム部 (21) は、互いの断面係数がほぼ等しくなるように形成されていることを特徴とする。

明 細 書

燃料電池

技術分野

- [0001] 本発明は、発電セルと、当該発電セルの両面に各々燃料極集電体および酸化剤極集電体を間に介して配されたセパレータとが積層状に組み立てられた平板積層型燃料電池に関するものである。

背景技術

- [0002] 近年、高効率でクリーンな発電装置として燃料電池が注目されており、特に固体酸化物形燃料電池は、第3世代の発電用燃料電池として研究開発が進められている。

この固体酸化物形燃料電池は、酸化物イオン導電体から成り、両面に各々燃料極層および酸化剤極層が形成された発電セルと、この発電セルを間に挟んで配設された燃料極集電体および酸化剤極集電体と、これら燃料極集電体と酸化剤極集電体の外側に配設されたセパレータとを備えた単セルが、複数積層されたものである。

- [0003] ここで、上記セパレータは、発電セル間を電氣的に接続するとともに、当該発電セルに対して上記反应用ガスを供給する機能を有しており、内部に燃料ガスを燃料極層側に誘導する燃料ガス流路と酸化剤ガスを空気極層側に誘導する酸化剤ガス流路とを備えている。

- [0004] そして、上記固体酸化物形燃料電池においては、上記セパレータの燃料ガス流路および酸化剤ガス流路から、反应用ガスとして燃料極層側に燃料ガス (H_2 、 CO 等)が、また酸化剤極層側に酸化剤ガス (O_2)が供給されている。

- [0005] これにより、上記発電セル内において、酸化剤極層側に供給された酸素ガスは、酸化剤極集電体内の気孔を通して固体電解質層との界面近傍に到達し、この部分で電子を受け取って酸化物イオン (O^{2-}) にイオン化される。そして、この酸化物イオンは、燃料極層に向かって固体電解質層内を拡散移動して、燃料極層との界面近傍に到達し、燃料ガスと反応して反応生成物 (H_2O

、 CO_2 等)を生じることにより燃料極層に電子を放出し、この電子を外部負荷にて起電力として取り出すことができる。

[0006] この際に、平板積層型の固体酸化物形燃料電池においては、両側のセパレータ間に積層方向に荷重を加えて積層体(スタック)の各構成要素を相互に圧接・密着させている。

そして、燃料極集電体および酸化剤極集電体は、集電機能と、上記反応用ガスを固体電解質層との界面に均一に拡散して到達させるためのガス透過機能および均一ガス拡散機能等が要求されることから、例えばスポンジ状の多孔質金属で構成されている。

[0007] 上記構成からなる固体酸化物形燃料電池においては、上記積層体内において安定した発電反応が継続的に行われるには、積層された多数の発電セルの各々に反応用ガス、特に発電反応に直接影響を与える燃料ガスが均等に供給されること(等流配)が極めて重要である。

[0008] そして、上記燃料ガスの等流配を実現するためには、燃料極集電体における流路圧損(圧力損失)と、セパレータに形成された燃料ガス流路における圧損(圧力損失)を調整してガス流量配分性能を向上する必要がある。

[0009] ところが、上述したように、燃料極集電体は、集電機能の他、燃料ガスの透過機能、均一ガス拡散機能、クッション機能等を兼ね備えるスポンジ状の多孔質金属体であるため、当該燃料極集電体の空隙率や内部骨格構造等におけるバラ付き等により、その流路圧損にバラ付きが生じる。因みに、現状では、上記燃料極集電体のロットによる圧損のバラ付きは15%程度と極めて大きいものである。

[0010] そして、このような各々の燃料極集電体における流路圧損の差により、マニホールドから各発電セルへ導入される燃料ガスの流量配分が不均一になり、この結果燃料ガスの供給量が不足する(流路圧損が大きい)発電セルにおいては電圧が低下するために、これら発電セルが直列に配置されたスタックにおいては、全体としての電池性能の低下を招くという問題点があった。

[0011] そこで、本発明者等は、上記燃料極集電体の構造上、当該集電体における

流路圧損のバラ付きが、セパレータにおける燃料ガス流路の圧損に比べて有意な大きさとなってしまうため、集電体流路圧損のバラ付きがセパレータ流路圧損と集電体流路圧損とによる総圧損のバラ付きに大いに影響するとの知見に基づき、下記特許文献 1 において、積層体の各々のセパレータに燃料ガスを供給する燃料ガスマニホールドと、各セパレータの燃料ガス流路との間に、オリフィス等のガス流絞り機構を設けることにより、上記セパレータ内の燃料ガス流路の圧損を増大させて、当該セパレータ流路圧損と集電体流路圧損とによる総圧損のバラ付きを 10%以下に抑制した固体酸化物形燃料電池を提案した。

[0012] 上記固体酸化物形燃料電池によれば、上記ガス流絞り機構によってセパレータ流路圧損を大きくすることにより、燃料極集電体における流路圧損自体の有する大きなバラ付きを吸収して総圧損のバラ付きを 10%以下に抑制することができるという利点がある。

[0013] しかしながら、上記オリフィス等のガス流絞り機構を設けた従来の固体酸化物形燃料電池にあっては、オリフィス等の絞り部分を小さくする程、等流配に必要とされる十分な圧損を生じさせることができるものの、逆に高い精度で加工することが難しくなるために、当該ガス流絞り機構間に加工誤差に起因する圧損誤差が生じて、所望の等流配を実現することができなくなるといった問題点があった。

[0014] 加えて、上記絞り部分の断面積を例えば 1 mm以下といった小径に形成すると、長期間の使用により徐々に微細な異物が堆積して流路を塞ぐことにより、圧損が当初の設計値以上に大きくなったり、また各々の発電セル間で、上記圧損に相違が生じて同様に所望の等配流が行われなくなったりするという問題点もあった。

[0015] そこで、上記特許文献 1 においては、上記ガス流絞り機構に代えて、セパレータに形成する燃料ガス流路自体の断面積を小さくすることにより、上記セパレータ流路圧損を大きくする方法も提案されている。

[0016] 一方、図 8 は、上記特許文献 1 に開示されているセパレータを示すもので

ある。

このセパレータ 1 は、内部に燃料ガス流路 2 a および酸化剤ガス流路 2 b が形成され、発電セルを覆うとともに積層方向に圧縮荷重が付与されるインターコネクト部 3 と、このインターコネクト部 3 からその外周に沿って L 字状に延在し、対角部 3 a に至るとともに内部に酸化剤ガス流路 2 b が形成された酸化剤用アーム部 4 と、インターコネクト部 3 からその外周に沿って上記酸化剤用アーム部 4 と対称に L 字状に延在し、対角部 3 b に至るとともに内部に燃料ガス流路 2 a が形成された燃料用アーム部 5 と、対角部 3 a に配設されて内部に上記積層方向に連通する酸化剤ガス流路 6 が形成された酸化剤ガスマニホールド 7 と、対角部 3 b に配設されて内部に上記積層方向に連通する燃料ガス流路 8 が形成された燃料ガスマニホールド 9 とが一体化されたものである。

[0017] 上記構成からなるセパレータ 1 を用いた固体酸化物形燃料電池にあっては、インターコネクト部 3 に加えられる上記圧縮荷重と、酸化剤ガスマニホールド 7 および燃料ガスマニホールド 9 における積層方向のシール性を確保するための締め付け力との相違を、可撓性を有する上記酸化剤用アーム部 4 および燃料用アーム部 5 の撓みによって吸収・緩和することができるという効果が得られる。

[0018] ところが、上述したように、上記ガス流路機構に代えて、セパレータ 1 に形成する燃料ガス流路自体の断面積を小さくすると、燃料用アーム部 5 における燃料ガス流路の断面積も小さくなり、この結果、酸化剤用アーム部 4 と燃料用アーム部 5 との外形寸法が等しい場合に、燃料用アーム部 5 の剛性が相対的に高くなって、その可撓性が酸化剤用アーム部 4 よりも相対的に小さくなってしまう。

[0019] この結果、インターコネクト部 3 に、剛性の高い燃料用アーム部 5 側から剛性の低い酸化剤用アーム部 4 側に向けて漸次撓み量が増加する偏った変形が生じてしまう。このため、発電セルの全面に対する燃料ガスおよび酸化剤ガスの拡散流れも偏って発電効率の低下を招く虞があるとともに、さらにイ

ンターコネクト部 3 に生じる撓み量も大きくなり、この結果、偏荷重による当該発電セルの破損や電氣的接触抵抗の増大を招く虞も生じる。

[0020] そこで、酸化剤用アーム部 4 の酸化剤ガス流路についても、燃料用アーム部 5 の燃料ガス流路と等しい断面積に形成しようとする、例えば上記酸化剤として空気を用いた場合には、その流量が燃料ガスよりも 5 ～ 10 倍と遙かに多いために、酸化剤ガス流路における圧力が高くなり、この結果酸化剤ガスマニホールド 7 のシール部分から漏れを発生し易いという問題点が生じることから、その改善が望まれている。

特許文献 1：特願 2005-259587

発明の開示

[0021] 本発明は、かかる事情に鑑みてなされたもので、各発電セルへの燃料ガスの等流配を高めることができるとともに、同時にインターコネクト部における変形の偏りを小さく抑えることができる燃料電池を提供することを課題とするものである。

[0022] 上記課題を解決するために、本発明は、平板状に形成され、一方の面に燃料極層が配置されるとともに他方の面に酸化剤極層が配置された発電セルと、この発電セルの上記燃料極層側に配設された燃料極集電体および上記酸化剤極層側に配設された酸化剤極集電体と、これら燃料極集電体と酸化剤極集電体の外側に配設されて各々燃料極集電体または酸化剤極集電体に燃料ガスまたは酸化剤ガスを供給する燃料ガス流路および酸化剤ガス流路が形成されたセパレータとを備えた単セルが、複数積層状に組み立てられるとともに、上記セパレータ間に上記積層方向に圧縮荷重が付与されてなる燃料電池において、上記セパレータは、内部に上記燃料ガス流路および酸化剤ガス流路が形成され、上記発電セルを覆うとともに上記圧縮荷重が付与されるインターコネクト部と、このインターコネクト部の一方の対角部から当該インターコネクト部の外周に沿って延在して他方の対角部に至るとともに内部に上記酸化剤ガス流路が形成された酸化剤用アーム部と、上記インターコネクト部の上記他方の対角部から当該インターコネクト部の外周に沿って延在して上記

一方の対角部に至るとともに内部に上記燃料ガス流路が形成された燃料用アーム部と、上記他方の対角部に配設されて内部に上記積層方向に連通する上記酸化剤ガス流路が形成された酸化剤ガスマニホールドと、上記一方の対角部に配設されて内部に上記積層方向に連通する上記燃料ガス流路が形成された燃料ガスマニホールドとが一体化されてなり、かつ上記燃料用アーム部に形成された上記燃料ガス流路は、その断面積が上記酸化剤用アーム部に形成された上記酸化剤ガス流路の断面積よりも小さく形成されているとともに、上記燃料用アーム部および上記酸化剤用アーム部は、互いの断面係数がほぼ等しくなるように形成されていることを特徴とするものである。

[0023] 上記燃料電池においては、上記燃料用アーム部および上記酸化剤用アーム部を、それぞれ全長にわたって均一な断面積に形成するとともに、双方の断面係数の差を１％以内とすることが望ましい。

[0024] また、上記燃料電池においては、複数枚の平板状部材を積層・一体化することにより各々の上記セパレータを構成するとともに、上記燃料用アーム部および上記酸化剤用アーム部および各々に形成された上記燃料ガス流路および酸化剤ガス流路を、断面方形に形成することが望ましい。

[0025] 本発明においては、発電セルを覆うとともに上記圧縮荷重が付与されるインターコネクト部と、このインターコネクト部の一方または他方の対角部から各々当該インターコネクト部の外周に沿って延在して上記他方または一方の対角部に至る酸化剤用アーム部および燃料用アーム部と、上記対角部に配設された酸化剤ガスマニホールドおよび燃料ガスマニホールドとが一体化されたセパレータを用いた場合に、上記燃料用アーム部に形成された燃料ガス流路の断面積を、上記酸化剤用アーム部の酸化剤ガス流路の断面積より小さくしているために、当該セパレータにおける燃料ガス流路の圧損を大きくすることにより、集電体の圧損のバラ付きによって生じる約１０％の各発電セルへの燃料流量のバラ付きを２％以下にまで抑えて、各発電セルへの燃料ガスの等流配を大幅に高めることができる。

[0026] 加えて、上記燃料ガス流路の断面積を相対的に小さくしているにも拘わら

ず、燃料用アーム部と酸化剤用アーム部との断面係数をほぼ等しくしているために、これら両アーム部における可撓性（剛性）をほぼ等しくすることができる。このため、上記インターコネクト部における変形の偏りを小さく抑えることができ、よって燃料ガスおよび酸化剤ガスの拡散流れの偏りに起因する発電効率の低下や、あるいは上記撓み量の偏りに起因する発電セルの破損や電氣的接触抵抗の増大を防止することができる。

[0027] この際に、通常上記燃料ガス流路や酸化剤ガス流路の断面積は、数平方ミリメートル程度であるために、各々のセパレータにおける燃料ガス流路の圧損を設計的に制御して、しかも上記インターコネクト部における変形の偏りも小さく抑えるためには、請求項 2 に記載の発明のように、上記燃料用アーム部および酸化剤用アーム部の断面積を、全長にわたって均一に形成することが好ましい。

[0028] なお、請求項 1 において特定する燃料用アーム部と上記酸化剤用アーム部との断面係数がほぼ等しいとは、製作誤差を考慮しても、 $120 \sim 150 \text{ mm}$ ϕ または縦横寸法が $120 \sim 150 \text{ mm}$ の発電セルを覆うインターコネクト部について、その撓み量が $50 \mu \text{ m}$ 以下となるように両者の断面係数を設定することをいう。

このような条件を満足するためには、例えば請求項 2 に記載の発明のように、上記断面積を全長にわたって均一に形成した場合には、上記製作誤差によっても、最終的な燃料用アーム部および酸化剤用アーム部の双方の断面係数の差が 1 % 以内になるように設定すればよい。

[0029] さらに、上記セパレータには、その燃料ガスマニホールドまたは酸化剤ガスマニホールドから燃料用アーム部または酸化剤用アーム部を介してインターコネクト部に至る燃料ガス流路および酸化剤ガス流路を形成する必要がある。このため、請求項 3 に記載の発明のように、複数枚の平板状部材を積層・一体化することにより構成すれば、所定の平板状部材に帯状の開口部を形成して互いに積層するのみで、断面方形の上記両流路を形成することができる。

[0030] そして、上記帯状の開口部を極めて高い精度で加工することは比較的容易であるために、これら燃料用アーム部および酸化剤用アーム部の断面積を所望の値に調整して、優れた等配流を実現することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0031] [図1] 図 1 は、本発明に係る燃料電池の一実施形態を示す全体の正面図である。

[図2] 図 2 は、図 1 の単セルを示す縦断面図である。

[図3] 図 3 は、図 2 の A 部拡大図である。

[図4] 図 4 は、図 1 のセパレータの形状を示す平面図である。

[図5A] 図 5 A は、図 4 の空気用アーム部の断面図である。

[図5B] 図 5 B は、図 4 の燃料用アーム部の断面図である。

[図6] 図 6 は、図 4 のセパレータのインターコネクト部における撓み分布曲線を示す平面図である。

[図7] 図 7 は、図 6 に対する比較例のセパレータのインターコネクト部における撓み分布曲線を示す平面図である。

[図8] 図 8 は、従来のセパレータの形状を示す平面図である。

符号の説明

- [0032]
- 1 0 単セル
 - 1 1 固体電解質
 - 1 2 燃料極層
 - 1 3 空気極層（酸化剤極層）
 - 1 4 発電セル
 - 1 5 燃料極集電体
 - 1 6 空気極集電体（酸化剤極集電体）
 - 1 7 燃料ガス流路
 - 1 8 空気流路（酸化剤ガス流路）
 - 1 9 セパレータ
 - 2 0 インターコネクト部

- 20a 一方の対角部
- 20b 他方の対角部
- 21 空気用アーム部（酸化剤用アーム部）
- 22 燃料用アーム部
- 23 空気マニホールド（酸化剤ガスマニホールド）
- 24 燃料ガスマニホールド
- 25、26 ガスケット
- 29 錘
- 30 燃料電池

発明を実施するための最良の形態

[0033] 図1～図6は、本発明に係る燃料電池の一実施形態を示すもので、図中符号10がこの燃料電池30を構成する単セルである。

この単セル10は、固体電解質層11の一方の面に燃料極層12が配置されるとともに他方の面に空気極層（酸化剤極層）13が配置された発電セル14と、この発電セル14の燃料極層12側に配設された燃料極集電体15および空気極層13側に配設された空気極集電体（酸化剤極集電体）16と、これら燃料極集電体15と空気極集電体16の外側に配設されて各々燃料極集電体15または酸化剤極集電体16に燃料ガスまたは空気（酸化剤ガス）を供給する燃料ガス流路17および空気流路（酸化剤ガス流路）18が形成されたセパレータ19とから概略構成されたものである。

[0034] ここで、固体電解質層11は、イットリアを添加した安定化ジルコニア（YSZ）等で構成され、燃料極層12は、Ni等の金属、あるいはNi-YSZ等のサーメットで構成されるとともに、空気極層13は、 LaMnO_3 、 LaCoO_3 等で構成されている。また、燃料極集電体15は、Ni等のスポンジ状の多孔質焼結金属板で構成され、他方、空気極集電体16は、Ag等のスポンジ状の多孔質焼結金属板で構成されており、これら集電体15、16は、集電機能、ガス透過機能、ガス拡散機能、クッション機能、熱膨脹差吸収機能等を兼ね備えている。

[0035] また、セパレータ 19 は、発電セル 14 間を電氣的に接続するとともに、発電セル 14 に対して燃料ガスおよび空気を供給する機能を有している。

このセパレータ 19 は、図 4 に示すように、発電セル 14 よりも大きな面積に形成されて当該発電セル 14 を覆うインターコネクト部 20 と、このインターコネクト部 20 の一方の対角部 20 a からインターコネクト部 20 の外周に沿って L 字状に延在し、他方の対角部 20 b に至る空気用アーム部（酸化剤用アーム部）21 と、インターコネクト部 20 の対角部 20 b からインターコネクト部 20 の外周に沿って L 字状に延在し、対角部 20 a に至る燃料用アーム部 22 と、対角部 20 b 側に配設された空気マニホールド（酸化剤ガスマニホールド）23 と、対角部 20 a 側に配設された燃料ガスマニホールド 24 とが一体化されたものである。

[0036] そして、上記燃料ガス流路 17 は、燃料ガスマニホールド 24 から燃料用アーム部 22 を介してインターコネクト部 20 へと形成されるとともに、空気流路 18 は、空気マニホールド 23 から空気用アーム部 21 を介してインターコネクト部 20 へと形成されている。

[0037] ここで、セパレータ 19 は、複数枚（本実施形態においては、図 5 A および図 5 B に示すように 5 枚）の略正方形のステンレス板（平板状部材）が打ち抜き加工されるとともに、互いに接合一体化されることにより 2 ～ 3 mm の厚さ寸法の板状に形成されたものである。

そして、空気マニホールド 23 および燃料ガスマニホールド 24 に形成された空気流路 18 および燃料ガス流路 17 は、図 2 および図 4 に示すように、それぞれ板厚方向に貫通するように形成されている。

[0038] また、空気用アーム部 21、燃料用アーム部 22 およびインターコネクト部 20 における空気流路 18 および燃料ガス流路 17 は、それぞれ 5 枚のステンレス板のうちの中間の 3 枚が打ち抜き加工されることにより形成されている（図 5 A および図 5 B 参照）。なお、空気流路 18 および燃料ガス流路 17 は、インターコネクト部 20 において対角部 20 a、20 b から、互いに交差しないように螺旋状を描いて中心部に延びるように形成されている。

[0039] ここで、燃料用アーム部 2 2 および燃料ガス流路 1 7 の断面積、および空気用アーム部 2 1 および空気流路 1 8 の断面積は、いずれも全長にわたって均一に形成されているとともに、図 5 A および図 5 B に示すように、燃料用アーム部 2 2 に形成された燃料ガス流路 1 7 は、その断面積 ($h_1 \times b_2$) が空気用アーム部 2 1 に形成された空気流路 1 8 の断面積 ($h_1 \times b_1$) よりも小さく形成されている。例えば、 $h_1 = 1.5 \text{ mm}$ 、 $b_1 = 3.0 \text{ mm}$ 、 $b_2 = 1.0 \text{ mm}$ に形成されている。

[0040] そして、燃料用アーム部 2 2 および空気用アーム部 2 1 は、互いの断面係数 Z の相違が、1 % 以下となるように形成されている。

すなわち、空気用アーム部 2 1 の断面係数 Z は、 $(B_1 H^3 - b_1 h_1^3) / 6 H$ であり、燃料用アーム部 2 2 の断面係数 Z は、 $(B_2 H^3 - b_2 h_1^3) / 6 H$ である。したがって、この場合は、中立軸 y および高さ H が両者において共通であるために、

$$B_1 H^3 - b_1 h_1^3 = B_2 H^3 - b_2 h_1^3$$

になるように設計することが好ましく、計算で得られた数値の端数の四捨五入や、製作誤差によっても、最終的に両断面係数 Z の差が 1 % 以下になるように設計されている。

[0041] 他方、空気流路 1 8 の先端部は、インターコネクト部 2 0 の図中下面の中心に形成された噴出口 1 8 a に連通されるとともに、燃料流路 1 7 の先端部はインターコネクト部 2 0 の図中上面の中心に形成された噴出口 1 7 a に連通されている。

[0042] また、図中上下に隣接するセパレータ 1 9 の空気マニホールド 2 3 間および燃料ガスマニホールド 2 4 間には、それぞれ空気流路 1 8 または燃料ガス流路 1 7 が形成されたリング状の絶縁性ガスケット 2 5、2 6 が介装されている。

[0043] そして、この燃料電池 3 0 は、以上の構成からなる複数の単セル 1 0 が積層されるとともに、上下両端に配置された締付板 2 7 の周縁部が、ボルト 2 8 a およびナット 2 8 b によって締め付けられて空気マニホールド 2 3 とガ

スケット 25 間および燃料ガスマニホールド 24 とガスケット 26 間が密着された状態で一体化されることにより構成されている。また、上方の締付板 27 の中央部には開口部が形成されており、当該開口部に、上下のセパレータ 19 間に積層方向の荷重を付与する錘 29 が配置されている。

[0044] これにより、この燃料電池 30 は、多孔質金属からなる燃料極集電体 15 と空気極集電体 16 とが幾分弾性変形し、上下のセパレータ 19 間において、ある程度の弾力を持って圧接・挟持された状態になるとともに、角部には空気マニホールド 23 とガスケット 25 内および燃料ガスマニホールド 24 とガスケット 26 内を上記積層方向に連続する空気流路 18 および燃料ガス流路 17 が形成されている。

[0045] そして、運転時、各マニホールド 23、24 に外部から供給される空気と燃料ガスが流通し、各々のガスが各セパレータ 19 に形成された空気流路 18 および燃料ガス流路 17 を介して噴出口 18a、17a から燃料極集電体 15 側と空気極集電体 16 側に噴出し、これらの内部を透過・拡散して各発電セル 14 の各電極面に分配・誘導されるようになっている。

[0046] 以上の構成からなる燃料電池 30 によれば、燃料用アーム部 22 に形成された燃料ガス流路 17 の圧損を大きくすることにより、特に各々の燃料極集電体 15 の圧損のバラ付きによって生じる約 10% の各発電セル 14 への燃料流量のバラ付きを、2% 以下にまで抑えて、各発電セル 14 への燃料ガスの等流配を大幅に高めることができる。

[0047] 加えて、燃料ガス流路 17 の断面積を相対的に小さくしているにも拘わらず、燃料用アーム部 22 の断面係数 Z と空気用アーム部 21 との断面係数 Z との相違が 1% 以下となるように設定しているために、これら両アーム部 21、22 における可撓性（剛性）をほぼ等しくすることができる。この結果、インターコネクト部 20 における変形の偏りおよび撓み量を小さく抑えることができ、よって燃料ガスおよび酸化剤ガスの拡散流れの偏りに起因する発電効率の低下や、あるいは上記撓み量の偏りに起因する発電セルの破損や電氣的接触抵抗の増大を防止することができる。

- [0048] 上記効果を確認するために、本発明者等は、インターコネクト部20が外径120mmφの発電セル14を覆うのに十分な寸法を有する図4および図5A、5Bに示したものと同様の形状のセパレータ19（図6）と、燃料ガス流路17の断面形状が上記セパレータ19と等しく、かつアーム部断面の外形寸法が空気用アーム部21と等しい燃料用アーム部22Xを有するセパレータ19X（図7）とについて、インターコネクト部20に積層方向の荷重が加えられた際の撓み量を解析した。
- [0049] この結果、図7に示すセパレータ19Xにおいては、燃料用アーム部22Xの剛性が、空気用アーム部21よりも相対的に高くなる結果、図中点線で示す撓み分布曲線に見られるように、発電セル14が載置される部分のインターコネクト部20に、図中R1で示す領域から図中R2で示す領域に向けて、漸次撓み量が増加する偏った変形が生じるとともに、インターコネクト部20に生じる撓み量も106μmと大きくなってしまった。
- [0050] これに対して、図6に示す本願発明に係るセパレータ19において、図中点線で示す撓み分布曲線に見られるように、発電セル14が載置される部分のインターコネクト部20に、図中撓み量が大きいR1で示す領域から撓み量が少ないR2で示す領域に向けて、対称な撓み量の分布が表れるとともに、全体の撓み量も43μmと、50μm以下に抑えられることが確認できた。
- [0051] また、上記燃料電池においては、セパレータ19を複数枚（図では5枚）の平板状部材によって形成するとともに、燃料用アーム部22および燃料ガス流路17を断面長方形状に形成し、かつ断面積も全長にわたって均一に形成しているために、各々のセパレータ19における燃料ガス流路17の圧損を容易に設計的に調整することができ、しかもインターコネクト部20における変形の偏りも小さく抑えることができる。
- [0052] また、中間部に位置する3枚の平板状部材に帯状の開口部を形成して互いに積層するのみで、各辺が1～1.5mm程度の燃料ガス流路17を極めて高い精度で加工することができ、よって燃料用アーム部22の断面積を所望

の値に調整することにより、容易に優れた等配流および剛性を実現することができる。

産業上の利用可能性

[0053] 以上のように、本発明によれば、各発電セルへの燃料ガスの等流配を高めることができるとともに、同時にインターコネクト部における変形の偏りを小さく抑えることができる燃料電池を提供することができる。

請求の範囲

- [1] 平板状に形成され、一方の面に燃料極層が配置されるとともに他方の面に酸化剤極層が配置された発電セルと、この発電セルの上記燃料極層側に配設された燃料極集電体および上記酸化剤極層側に配設された酸化剤極集電体と、これら燃料極集電体と酸化剤極集電体の外側に配設されて各々燃料極集電体または酸化剤極集電体に燃料ガスまたは酸化剤ガスを供給する燃料ガス流路および酸化剤ガス流路が形成されたセパレータとを備えた単セルが、複数積層状に組み立てられるとともに、上記セパレータ間に上記積層方向に圧縮荷重が付与されてなる燃料電池において、

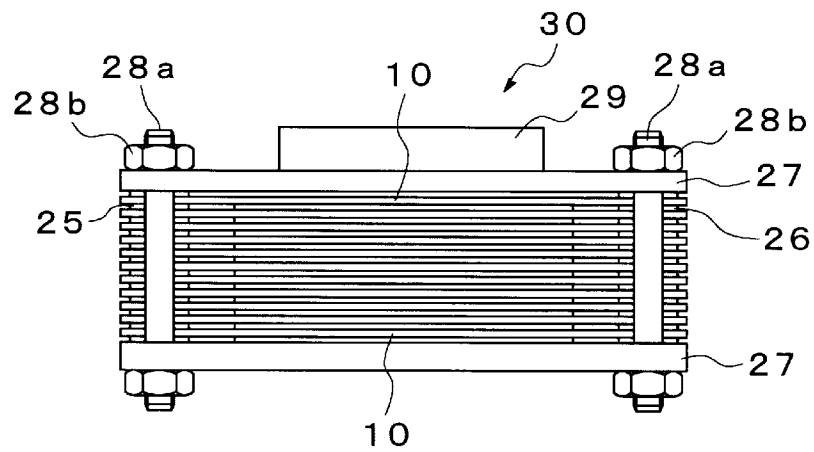
上記セパレータは、内部に上記燃料ガス流路および酸化剤ガス流路が形成され、上記発電セルを覆うとともに上記圧縮荷重が付与されるインターコネクト部と、このインターコネクト部の一方の対角部から当該インターコネクト部の外周に沿って延在して他方の対角部に至るとともに内部に上記酸化剤ガス流路が形成された酸化剤用アーム部と、上記インターコネクト部の上記他方の対角部から当該インターコネクト部の外周に沿って延在して上記一方の対角部に至るとともに内部に上記燃料ガス流路が形成された燃料用アーム部と、上記他方の対角部に配設されて内部に上記積層方向に連通する上記酸化剤ガス流路が形成された酸化剤ガスマニホールドと、上記一方の対角部に配設されて内部に上記積層方向に連通する上記燃料ガス流路が形成された燃料ガスマニホールドとが一体化されてなり、

かつ上記燃料用アーム部に形成された上記燃料ガス流路は、その断面積が上記酸化剤用アーム部に形成された上記酸化剤ガス流路の断面積よりも小さく形成されているとともに、上記燃料用アーム部および上記酸化剤用アーム部は、互いの断面係数がほぼ等しくなるように形成されていることを特徴とする燃料電池。

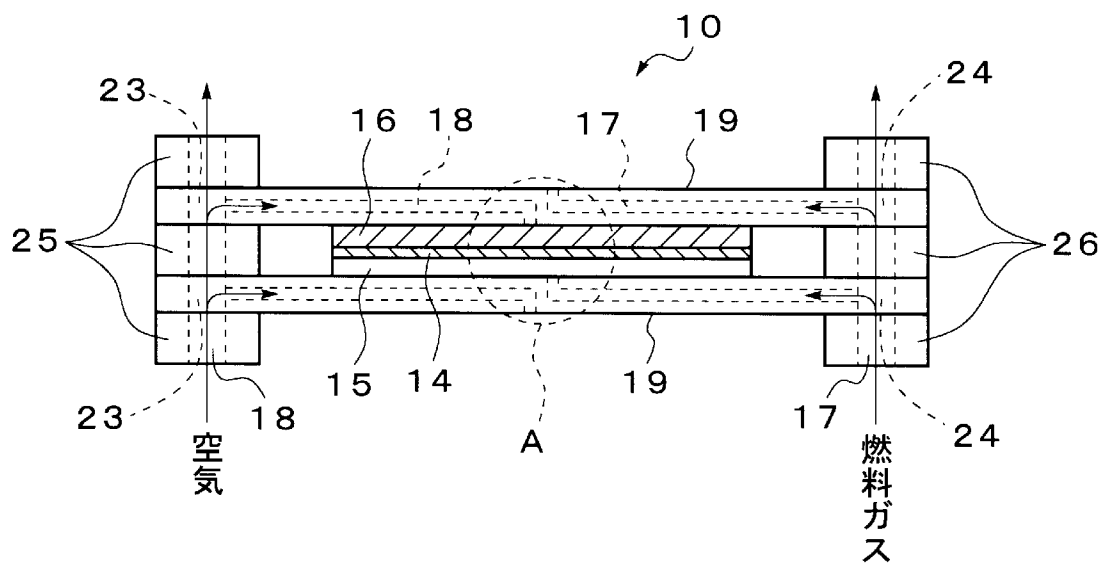
- [2] 上記燃料用アーム部および上記酸化剤用アーム部は、それぞれ全長にわたって均一な断面積に形成されるとともに、双方の断面係数の差が1%以内であることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池。

- [3] 各々の上記セパレータは、複数枚の平板状部材が積層・一体化されることにより構成されているとともに、上記燃料用アーム部および上記酸化剤用アーム部および各々に形成された上記燃料ガス流路および酸化剤ガス流路は、断面方形に形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池。

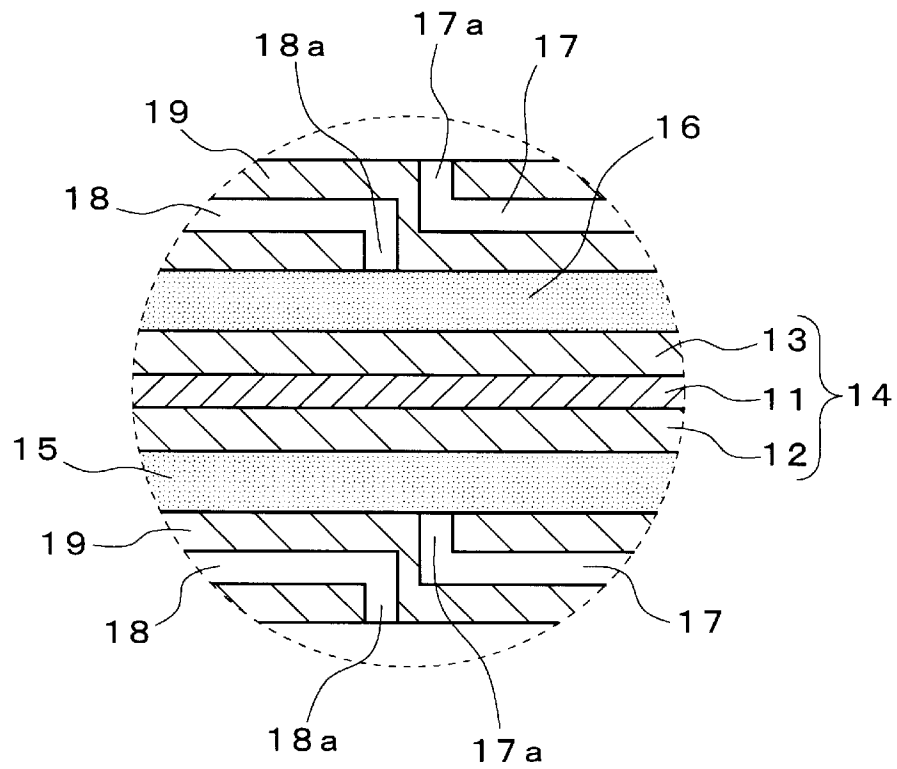
[図1]



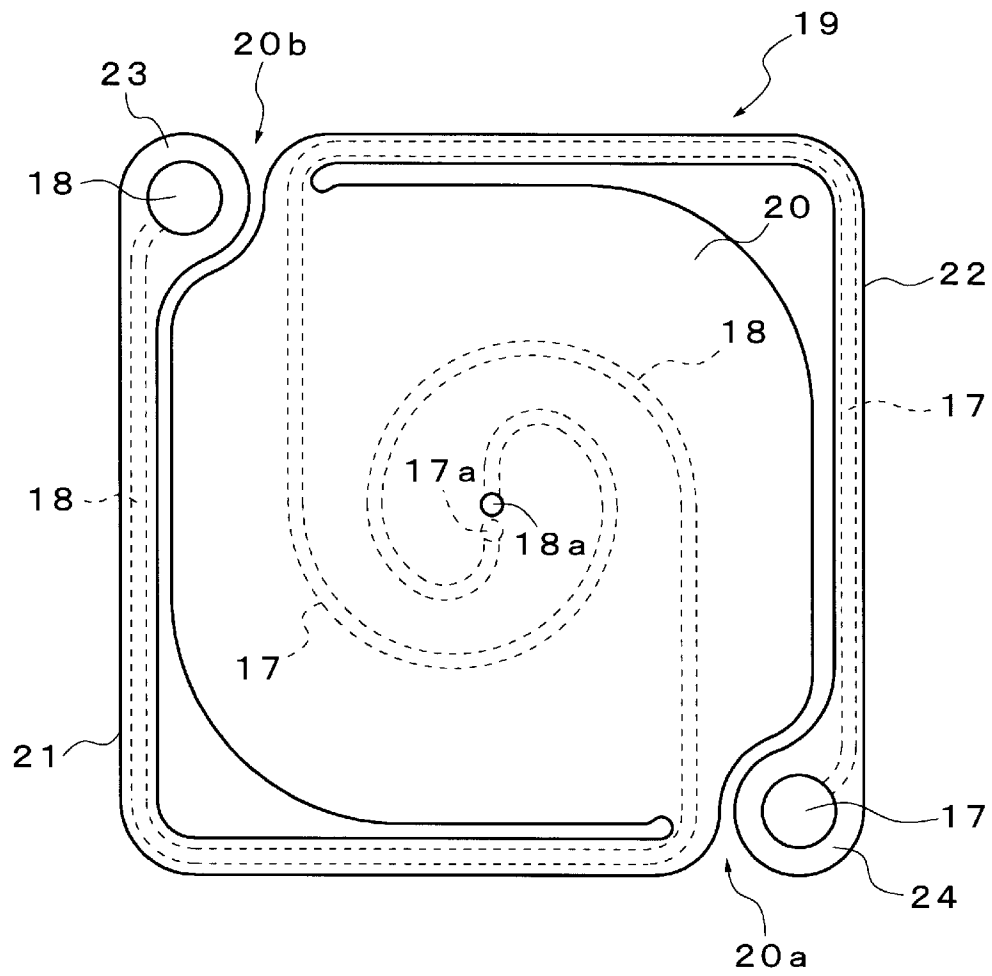
[図2]



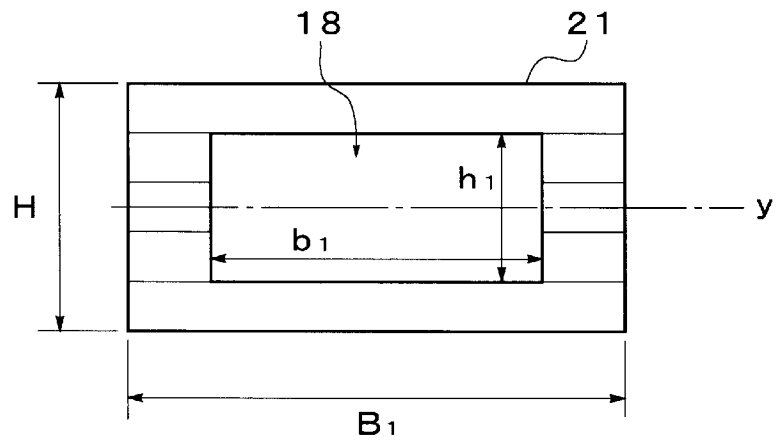
[図3]



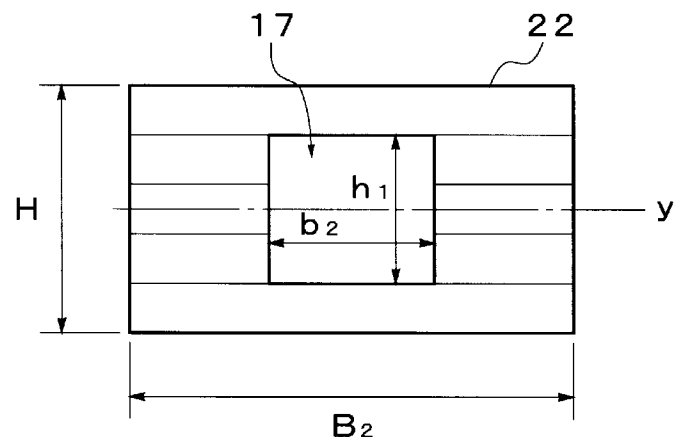
[図4]



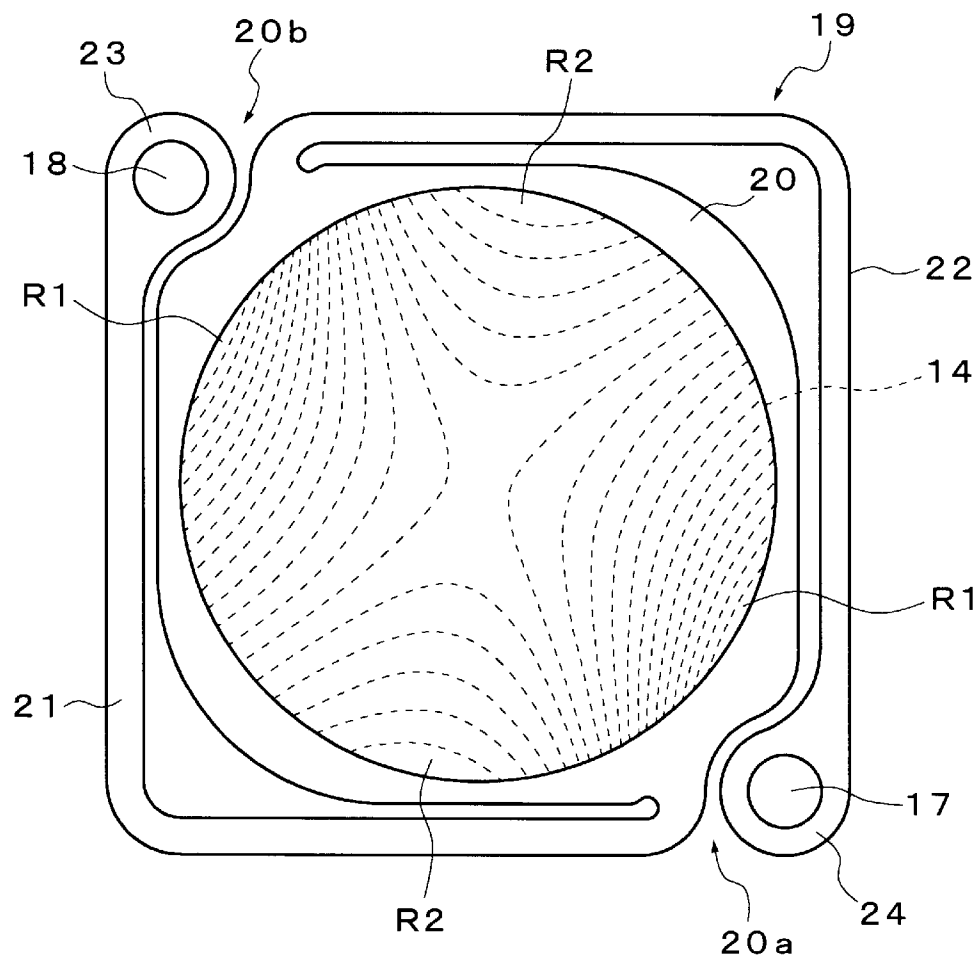
[図5A]



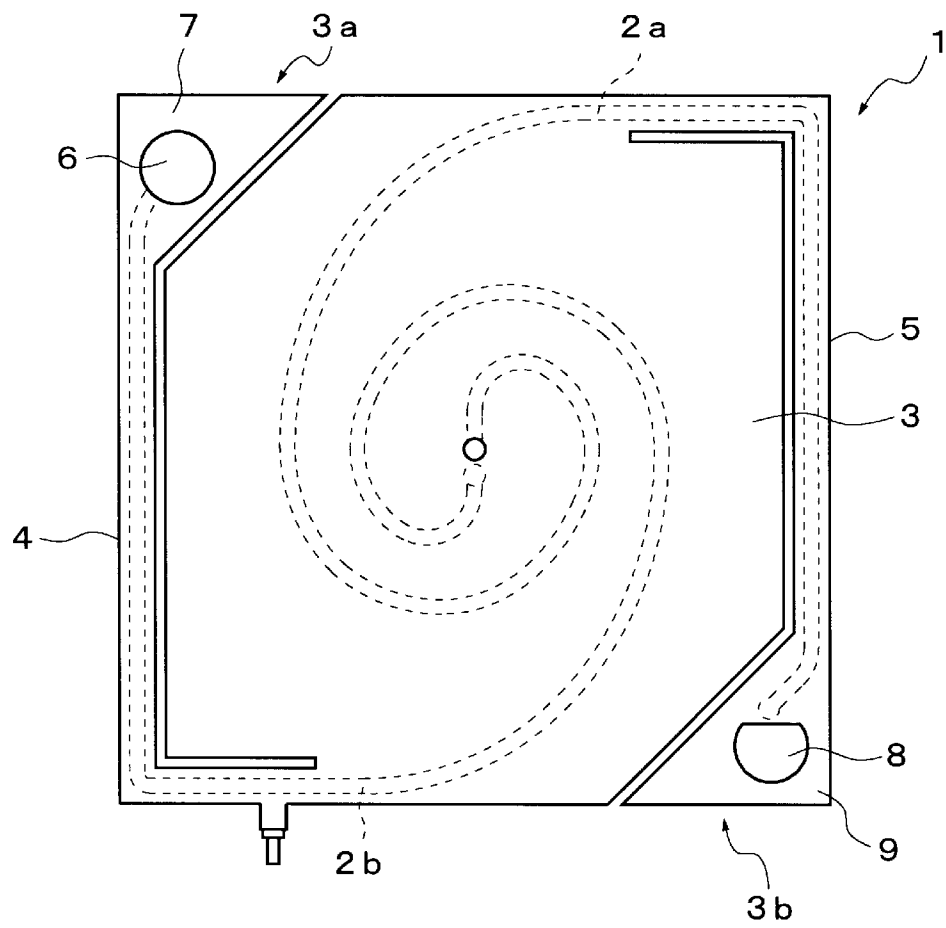
[図5B]



[図6]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/000568

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M8/02(2006.01)i, H01M8/04(2006.01)i, H01M8/24(2006.01)i, H01M8/12(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, H01M8/24, H01M8/12

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	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

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.
Y	JP 2007-73356 A (Mitsubishi Materials Corp.), 22 March, 2007 (22.03.07), Full text (Family: none)	1-3
Y	JP 2007-73359 A (Mitsubishi Materials Corp.), 22 March, 2007 (22.03.07), Full text (Family: none)	1-3
Y	JP 2006-49226 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 16 February, 2006 (16.02.06), Full text & EP 1759432 A & WO 2006/16462 A1	1-3

☒ 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
18 June, 2008 (18.06.08)

Date of mailing of the international search report
01 July, 2008 (01.07.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/000568

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-6773 A (Kureha Chemical Industry Co., Ltd.), 10 January, 1995 (10.01.95), Full text (Family: none)	1-3
A	JP 2005-183087 A (Honda Motor Co., Ltd.), 07 July, 2005 (07.07.05), Full text & US 2005/136316 A1 & EP 1695405 A & WO 2005/60029 A2	1-3
A	JP 11-16581 A (Fuji Electric Corporation Research and Development Ltd.), 22 January, 1999 (22.01.99), Full text (Family: none)	1-3
A	JP 2005-183089 A (Honda Motor Co., Ltd.), 07 July, 2005 (07.07.05), Full text & US 2005/136307 A1 & EP 1695409 A & WO 2005/60028 A2	1-3
A	JP 2005-209619 A (Honda Motor Co., Ltd.), 04 August, 2005 (04.08.05), Full text & US 2005/142422 A1 & EP 1698010 A & WO 2005/64722 A1	1-3
A	JP 2006-12548 A (Mitsubishi Materials Corp.), 12 January, 2006 (12.01.06), Full text (Family: none)	1-3

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, H01M8/24(2006.01)i, H01M8/12(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, H01M8/24, H01M8/12

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 0 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 8 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 請求の範囲の番号
Y	JP 2007-73356 A (三菱マテリアル株式会社) 2007.03.22, 全文 (ファミリーなし)	1-3
Y	JP 2007-73359 A (三菱マテリアル株式会社) 2007.03.22, 全文 (ファミリーなし)	1-3
Y	JP 2006-49226 A (日産自動車株式会社) 2006.02.16, 全文 &EP 1759432 A&WO 2006/16462 A1	1-3

☒ 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 8 . 0 6 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

0 1 . 0 7 . 2 0 0 8

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)

原 賢一

4 X

9 0 6 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 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 請求の範囲の番号
Y	JP 7-6773 A (呉羽化学工業株式会社) 1995.01.10, 全文 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 2005-183087 A (本田技研工業株式会社) 2005.07.07, 全文 &US 2005/136316 A1&EP 1695405 A&WO 2005/60029 A2	1-3
A	JP 11-16581 A (株式会社富士電機総合研究所) 1999.01.22, 全文 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 2005-183089 A (本田技研工業株式会社) 2005.07.07, 全文 &US 2005/136307 A1&EP 1695409 A&WO 2005/60028 A2	1-3
A	JP 2005-209619 A (本田技研工業株式会社) 2005.08.04, 全文 &US 2005/142422 A1&EP 1698010 A&WO 2005/64722 A1	1-3
A	JP 2006-12548 A (三菱マテリアル株式会社) 2006.01.12, 全文 (ファミリーなし)	1-3