(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2005-294101
(P2005-294101A)
(43)公開日　平成17年10月20日(2005.10.20)

(51)Int.Cl.[7]	F I		テーマコード（参考）
H01M 8/02	H01M 8/02	B	5H026
// H01M 8/10	H01M 8/02	E	
	H01M 8/02	Y	
	H01M 8/10		

審査請求 未請求　請求項の数 7　OL　（全 9 頁）

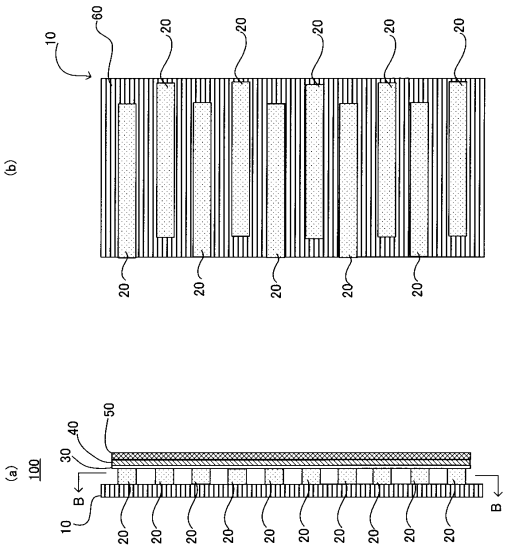
(21)出願番号　特願2004-108915 (P2004-108915)
(22)出願日　平成16年4月1日 (2004.4.1)

(71)出願人　000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町１番地
(74)代理人　100108800
弁理士　星野　哲郎
(74)代理人　100101203
弁理士　山下　昭彦
(74)代理人　100104499
弁理士　岸本　達人
(72)発明者　中西　治通
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者　大田　佳史
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】燃料電池

(57)【要約】　（修正有）
【課題】ＭＥＡに面圧をかけることがなく、もって耐久性が高く、さらに容易な方法、かつ安価なコストで製造することが可能な燃料電池を提供する。
【解決手段】平板状に形成された第１部材１０の少なくとも一面側に、所定形状の第２部材２０を接合して、第１部材１０の一面側に流路を形成してなるセパレータを備え、第１部材１０は金属、第２部材２０はカーボンで形成し、セパレータの流路側の面上に、カーボン撥水フィルム３０を張り渡して接合し、さらに、カーボン撥水フィルム３０上に触媒層４０及び電解質５０を形成する。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
平板状に形成された第１部材の少なくとも一面側に、所定形状の第２部材を接合して、前記第１部材の一面側に流路を形成してなるセパレータを備えたことを特徴とする燃料電池。
【請求項２】
前記第２部材の断面形状は略円形であ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】
前記第１部材は金属、第２部材はカーボンで形成されていることを特徴とする請求項１又は２に記載の燃料電池。
【請求項４】
前記第２部材は少なくともその一部が多孔質体であることを特徴とする請求項１～３のいずれか１項に記載の燃料電池。
【請求項５】
前記第２部材はカソード下流側では少なくともその一部が多孔質体であることを特徴とする請求項１～３のいずれか１項に記載の燃料電池。
【請求項６】
前記セパレータの流路側の面上に、カーボン撥水フィルムが張り渡されて接合されていることを特徴とする請求項１～５のいずれか１項に記載の燃料電池。
【請求項７】
前記カーボン撥水フィルム上にさらに触媒層および電解質を形成したことを特徴とする請求項６に記載の燃料電池。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、燃料電池に関し、特に耐久性を有するとともに、製造が容易であり、製造コストが安価な燃料電池に関する。
【背景技術】
【０００２】
燃料電池のユニットセルは、電解質の両側に触媒層、さらにその両側に拡散層を配置して熱圧着したＭＥＡ（膜／電極接合体、（Membrane Electrode Assembly））で構成されている。該ユニットセルの理論起電力は、１．２３Ｖである。しかし、かかる低起電力では自動車等の動力源等として不十分であるため、通常は、ユニットセルとセパレータとを交互にかつ直列に繰り返し積層させることにより、モジュールを構成し、モジュールを積層してモジュール積層体としている。その両端に集電板を配置し、さらにその外側に電気絶縁性を有する絶縁板を配置する。そして、締付板で挟み、締付ボルト、皿バネ及び締付ナットを用いて締付板で積層体を締め付け、加圧しながら保持する構成を有する燃料電池とすることにより、必要な電圧及び電力を得ている。
【０００３】
上記積層体を加圧しながら保持するのは以下の理由による。すなわち、上記従来の燃料電池の構成においてＭＥＡとセパレータとは別体に構成されており、その間に界面が存在する。したがって、この界面に両側より十分な面圧をかけなければ燃料電池内で発生した電気が流れないからである。
【０００４】
かかる燃料電池の層構成の技術分野に関して、特許文献１には、電解質と、触媒を担持した炭素粒子を主体とする触媒層と、炭素粒子及び撥水性樹脂からなり、少なくとも該触媒層と反対側の表面に該炭素粒子と絡み合った状態で炭素短繊維を付着させてなる拡散層と、から構成される燃料電池の接合体が開示されている。この燃料電池接合体によれば、電極としてカーボンクロスやカーボンペーパー等を使用した場合に経験されるガス拡散性

、及び余剰水の排出の悪化を防止することができるとされている。
【特許文献１】特開平８－７８９７号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
しかし、特許文献１に開示された方法では、積層体は面圧をかけないと発電しないが、この面圧がＭＥＡにも及ぶため、電解質の耐久性を低下させているという問題があった。
【０００６】
そこで本発明は、ＭＥＡに面圧をかけることがなく、もって耐久性が高く、さらに容易な方法、かつ安価なコストで製造することが可能な燃料電池を提供することを課題とする。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
上述した通り、従来の燃料電池では、積層体に面圧をかけないと発電しないものであった。しかしこの面圧が燃料電池電解質の耐久性に著しい悪影響を与えている。本願発明者の実験によれば、面圧を半減させると燃料電池としての性能は低下するものの、耐久性は１０倍に伸びるという知見を得ている。上記面圧は、セパレータとＭＥＡが別部材で構成されているために、両者の間に電気を良好な状態に流すために必要であるので、この問題を解決すれば燃料電池の性能を保持しつつその耐久性を大きく向上させることが可能であることに想到して、本発明の完成に至ったものである。
【０００８】
かくして、上記課題を解決するために、本発明は以下の手段をとる。すなわち、
請求項１に記載の発明は、平板状に形成された第１部材の少なくとも一面側に、所定形状の第２部材を接合して、第１部材の一面側に流路を形成してなるセパレータを備えたことを特徴とする燃料電池である。
【０００９】
また、請求項２に記載の発明は、請求項１に記載の燃料電池において、第２部材の断面形状は略円形であることを特徴とする。
【００１０】
請求項３に記載の発明は、請求項１又は２に記載の燃料電池において、第１部材は金属、第２部材はカーボンで形成されていることを特徴とする。
【００１１】
請求項４に記載の発明は、請求項１～３のいずれか１項に記載の燃料電池において、第２部材は少なくともその一部が多孔質体であることを特徴とする。
【００１２】
請求項５に記載の発明は、請求項１～３のいずれか１項に記載の燃料電池において、第２部材はカソード下流側では少なくともその一部が多孔質体であることを特徴とする。
【００１３】
また、請求項６に記載の発明は、請求項１～５のいずれか１項に記載の燃料電池において、セパレータの流路側の面上に、カーボン撥水フィルムが張り渡されて接合されていることを特徴とする。ここに「カーボン撥水フィルム」とは、ＰＴＦＥ等のフッ素系樹脂フィルムにカーボンを分散させたものであり、市中で入手が可能である。
【００１４】
さらに、請求項７に記載の発明によれば、請求項６に記載の燃料電池において、カーボン撥水フィルム上にさらに触媒層及び電解質を形成したことを特徴とする。
【発明の効果】
【００１５】
請求項１に記載の発明によれば、第１部材と第２部材とは接合されているので、両者の間には電気が良好に流れ、これら両部材の間に面圧をかける必要がない。また、第１部材と第２部材とはもともとは別体であるので、目的に応じてそれぞれ別の材料により構成す

ることができる。

【００１６】

請求項２に記載の発明によれば、金属で形成された第１部材の一面側を該金属の融点以上に昇温して溶融させ、これに第２部材のカーボンを接合することができる。両部材の接合は、例えば、プラズマ溶融接合などの方法によることができる。かかる構成により両者の間には電気が良好に流れ、これら両部材の間に面圧をかける必要がない。

【００１７】

請求項３に記載の発明によれば、断面形状が四辺形に形成された通常の流路より、大きな流路を確保することができる。これは、第１部材と、それとは別に形成する第２部材とを、後から接合するので、流路の断面形状を自由に決定することができるという、本発明の利点の一つである。従来のセパレータのような切削あるいはプレス等の加工法ではかかる利点を得ることはできない。また、同一流量の流路でよい場合には、第２部材の厚さを薄くすることも可能になる。結果としてセパレータの厚さを薄くすることが可能になる

【００１８】

請求項４に記載の発明によれば、第２部材は多孔質材料で形成されているので、流路内に流通されるガスは周囲の第２部材の内部にも浸透して、電極側に十分な量のガスを供給することができる。また、カソード側で生成される水分を第２部材を通じて流路内のガス中へと排出させることもできる。

【００１９】

請求項５に記載の発明によれば、特に生成水分がリッチとなるカソードの流路下流側において上記請求項４の効果を得ることができる。

【００２０】

請求項６に記載の発明によれば、電極の湿度を保つ撥水フィルムをセパレータ側に接合したので、従来のようなカーボンペーパー、カーボンクロス等で形成する拡散層を省略することが可能となる。かくして、従来の燃料電池で拡散層とセパレータとの間に電気を流すために必要であった面圧をかけることが不要となる。したがって、面圧をかけることにより犠牲となっていた燃料電池の耐久性を飛躍的に向上させることができる。また、従来面圧をかけるために燃料電池に使用されていた、締付板、締付ボルト、皿バネ、及び締付ナット等を使用しなくて済み、部品点数の削減、燃料電池重量の軽量化が可能であるという利点がある。さらに、拡散層が不要となるので、燃料電池のコストを低減し、電池の厚さを薄くすることもできる。

【００２１】

請求項７に記載の発明によれば、燃料電池のセルを構成する電解質、触媒層、撥水層、第２部材、及び第１部材が全て接合されているので、面圧をかけることが不要である。よって燃料電池の耐久性を向上することができる。また、第１部材上に、第２部材、カーボン撥水フィルム、触媒層、及び電解質を重ねるように接合して、連続的に生産が可能となるので、生産工程が簡素であり、かつ低廉なコストにて生産することが可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２２】

図１（ａ）は、本発明の燃料電池１００の構成を示す断面図である。なお、説明の便宜上、図１（ａ）には電解質とその片側にあるアノード側のみ示されている。また、実際に燃料電池を例えば自動車の動力源として使用する場合には、図示の燃料電池１００をユニットセルとして、積層して使用することはいうまでもない。

【００２３】

燃料電池１００は、第１部材１０に接合された線状あるいは棒状の第２部材２０、２０、…と、各第２部材２０、２０、…上に張り渡されて接合されたカーボン撥水フィルム３０と、カーボン撥水フィルム３０上に接合された触媒層４０と、触媒層４０上に接合された電解質５０を備えている。図１（ａ）において、電解質５０の右側には触媒層４０、カーボン撥水フィルム３０、第２部材２０、及び第１部材１０が配置されているがこれらの図示は省略されている。

【００２４】
第１部材１０は金属材料で形成された平板状の部材である。一方、第２部材２０はカーボン製の線状あるいは棒状の部材である。これら第１部材１０と、第２部材２０とを接合するには、例えば、金属製である第１部材１０表面をプラズマ溶融させて、これに第２部材２０を接触させればよい。プラズマ溶融された第１部材１０に第２部材２０を接触させるだけで、両者の間に十分な接着強度と、良好な電気伝導性を得ることができる。
【００２５】
図１（ｂ）は、図１（ａ）の燃料電池１００のＢ－Ｂ線矢視断面図である。第１部材１０上にサーペンタイン状に流路６０を形成するように、線状あるいは棒状の第２部材２０、２０、…が適宜配置されている様子が示されている。本発明において流路形状は特に図１（ｂ）に示されているサーペンタイン形状には限定されていないので、第１部材１０上に接合される第２部材２０は適宜その形状を決定して、例えばカーボン製の平板を打ち抜き等の加工をして得ることも可能である。
【００２６】
図２は、第１部材１０上に接合される第２部材２０の断面形状の各態様を示す図である。本発明においては流路６０を実質的に形成する第１部材１０と、第２部材２０とをそれぞれ別体として作製してから両者を接合するので、従来のように流路を一部材から切削あるいはプレス加工により形成する場合に比較して、第２部材の断面形状を自由に決定することができる。図２（ａ）は、図１に示される燃料電池１００における第１部材１０の一面上に接合された断面形状四角形の第２部材２０を示している。図２（ｂ）～（ｄ）はその変形例を示すものである。
【００２７】
図２（ｂ）は、断面形状が円形の第２部材２１を示すものである。この場合、第１部材１０と第２部材２１とが線接触しており接合強度に不安があるという見方もあるが、実際には、溶融した第１部材１０の表面にわずかに第２部材２１の底部が喰い込んで溶着されるので、十分な強度と電気伝導性を得ることが経験されている。
【００２８】
図２（ｃ）は、断面形状が円形の底部にさらにアンカー状の凸部を有する第２部材２２を示すものである。かかる第２部材２２によれば、アンカー部が第１部材１０の表面にしっかりと喰い込んでアンカー効果を発揮するのでさらに確実に、十分な強度と電気伝導性を得ることが可能となる。
【００２９】
図２（ｄ）は、断面形状が逆三角形の第２部材２３を示すものである。図２（ｂ）～（ｄ）に示された形状の断面を有する第２部材２１～２３を第１部材１０上に接合すれば、断面形状四角形の第２部材２０を第１部材１０上に接合して形成した流路より断面積が大きな流路を形成することが可能である。したがって、流路を流れるガスの流量を多く取ることができる。
【００３０】
第２部材２０を構成するカーボン材は、緻密質なものであってもよいが、電極へのガスの供給を良好にして、かつ生成水によるフラッディングを抑制するという観点からは多孔質であることが好ましい。特に、生成水がリッチとなるカソードの流路下流側では第２部材２０を多孔質カーボン材で構成する利点が高い。
【００３１】
再び図１（ａ）に戻り説明を続ける。第２部材２０、２０、…上にはカーボン撥水フィルム３０が張り渡されて、第２部材２０、２０、…との接触面で接合されている。かかる接合方法の一例として、超音波接合法を挙げることができるが本発明はこれに限定されるものではない。カーボン撥水フィルム３０は、フッ素系樹脂にカーボン粒子を分散させたもので、市中で入手することが可能である。フッ素樹脂としては、例えば、ポリテトラフルオロエチレン樹脂（ＰＴＦＥ）、テトラフルオロエチレン－ヘキサフルオロプロピレン共重合体樹脂（ＦＥＰ）、テトラフルオロエチレン－パーフルオロアルキルビニルエーテ

ル共重合体樹脂（ＰＦＡ）、テトラフルオロエチレン－エチレン共重合体樹脂（ＥＴＦＥ）、クロロトリフルオロエチレン樹脂（ＰＣＴＦＥ）、フルオロビニリデン樹脂（ＰＶＤＦ）などがあげられる。なかでも、ＰＴＦＥが好ましい。このカーボン撥水フィルム３０は、電解質１０及び触媒層２０で構成される電極側の湿度をほぼ１００％に保つとともに、外部側から電極側への過剰な水分（生成水や、加湿水分が結露したもの）の侵入を防止する機能を有している。さらにカーボン撥水フィルム３０は、カーボン粒子を有しており、電気の良導体であるので、電極側から、第２部材２０、第１部材１０への電気の流れを妨げない。

【００３２】

カーボン撥水層３０と電解質５０との間には、触媒層４０が配置されている。触媒層４０は、例えば、炭素粒子（３０ｎｍ径）に担持された微小な粒子状（３ｎｍ径）の白金触媒と、撥水性を備えたフッ素樹脂から１０μｍ程度の厚さに形成されており、反応ガスが効率的に拡散できるよう細孔を有している。触媒層４０は、いわゆる「デカール法」に基づいて、上記材料をアルコール等の溶剤に溶いたものを、テフロン（登録商標）フィルムのブランク上に製膜し、その後電解質５０上に、あるいはカーボン撥水フィルム３０上に転写することにより、いずれかの層上に接合することが可能である。

【００３３】

電解質５０としては、スルホン酸基を含有するポリスチレン系陽イオン交換膜（カチオン導電性膜）、フルオロカーボンマトリクスにおいてトリフルオロエチレンをグラファイト化した膜、及びパーフルオロカーボンスルホン酸膜を使用することができる。パーフルオロカーボンスルホン酸膜として、例えば、米国デュポン社製の「Nafion」、旭硝子(日本)の「Flemion」、旭化成(日本)の「Aciplex」などが市中で入手可能である。電解質は、分子中にプロトン（水素イオン）交換基を備えており、常温下、飽和に水を含む状態で比抵抗が２０Ωｃｍ以下となり、プロトン導電性電解質として機能する。

【００３４】

次に、図３を参照しつつ、燃料電池１００における電気発生の源となる電気化学反応の工程につき説明する。図１（ａ）では、説明の便宜上、燃料電池１００の左側（）アノード）だけを表し、右側（カソード）を省略して表していたが、ここでは、かかる省略をせず、電解質５０の図面左側をアノード側として各部材の参照符号の末尾に「ａ」を付し、電解質５０の図面右側をカソード側として、その各部材の参照符号の末尾には「ｂ」を付して表している。なお、カソード側流路６０ｂは、アノード側流路６０ａと直交する方向に形成されているため、カソード側には第２部材２０ｂのみが図の上下方向に表されている。

【００３５】

まず、第１部材１０ａと第２部材２０ａとにより形成されたガス流路６０ａに水素（H_2）が供給される。ガス流路６０ａからカーボン撥水フィルム３０ａを透過して触媒層４０ａへと届けられた水素（H_2）は、触媒の存在下、水素イオンと電子とに分解される。

アノード側：$H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

そして、発生した水素イオンは、イオン伝導体である電解質５０を通過してカソード側へと移動する。電解質５０はイオンのみを通過させる性質を有するため、発生した電子は電解質５０を通過することができず、外部の回路を通ってカソード側へと移動する。燃料電池１００においては、かかる電子の移動により、電気が発生する。一方で、ガス流路６０ｂにより、カソード内に流通される酸素（O_2）が、カソードへと移動してきた水素イオンおよび電子と反応することにより、水が生成される。

カソード側：$2H^+ + 2e^- + (1/2)O_2 \rightarrow H_2O$

【００３６】

以上のように構成された本発明の燃料電池１００は、従来の燃料電池のような拡散層とセパレータとの間の界面に相当するものがなく、各構成部材はそれぞれに接合されているので、従来の燃料電池で拡散層とセパレータとの間に電気を流すために必要であった面圧をかけることが不要となる。したがって、面圧をかけることにより犠牲となっていた燃料

電池の耐久性を飛躍的に向上させることができる。また、従来面圧をかけるために燃料電池に使用されていた、締付板、締付ボルト、皿バネ、及び締付ナット等を使用しなくて済むという利点がある。さらに、拡散層が不要となるので、燃料電池のコストを低減し、電池の厚さを薄くすることもできる。また、第１部材１０上に、第２部材２０、カーボン撥水フィルム３０、触媒層４０、及び電解質５０を積み重ねるように接合して、連続的に生産が可能となるので、生産工程が簡素であり、かつ生産に要するコストが低廉である。

【図面の簡単な説明】

【００３７】

【図１】（ａ）は、本発明の燃料電池の構成を示す断面図である。（ｂ）は、（ａ）の燃料電池のＢ－Ｂ矢視断面図である。

【図２】第１部材上に接合される第２部材の断面形状の各態様を示す図である。

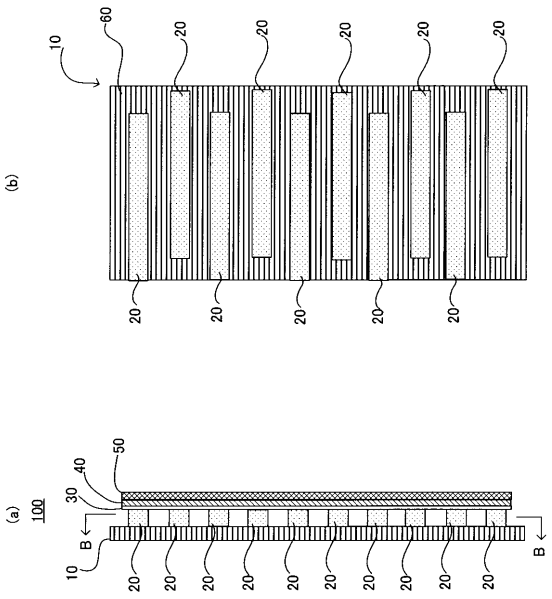
【図３】燃料電池における電気化学反応の工程を説明する図である。

【符号の説明】

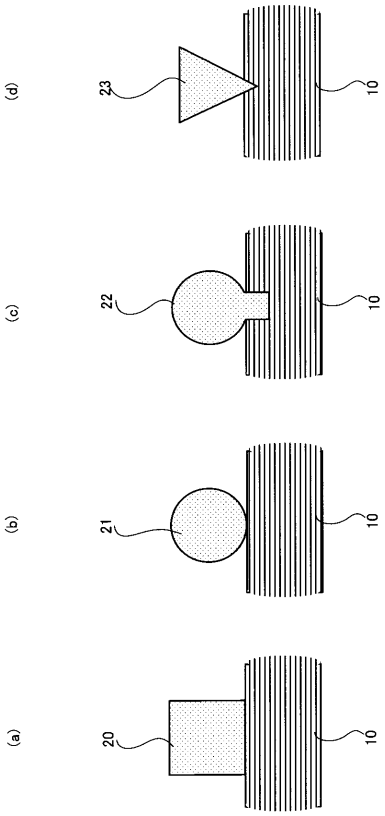
【００３８】

１０　第１部材
２０、２１、２２、２３　第２部材
３０　カーボン撥水層
４０　触媒層
５０　電解質
６０ａ、６０ｂ　流路
１００　燃料電池

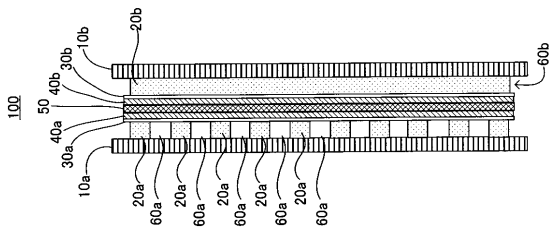
【図１】



【図２】



【図３】



フロントページの続き

Ｆターム(参考) 5H026 AA06 BB00 CC03 CX04 EE02 EE05 EE19