

(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2008-181797

(P2008-181797A)

(43) 公開日 平成20年8月7日(2008.8.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 M 4/86 (2006.01)	H O 1 M 4/86 M	5 H O 1 8
H O 1 M 8/10 (2006.01)	H O 1 M 4/86 B	5 H O 2 6
	H O 1 M 4/86 H	
	H O 1 M 8/10	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2007-15145 (P2007-15145)	(71) 出願人	000005049
(22) 出願日	平成19年1月25日 (2007.1.25)		シャープ株式会社
			大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号
		(74) 代理人	100064746
			弁理士 深見 久郎
		(74) 代理人	100085132
			弁理士 森田 俊雄
		(74) 代理人	100083703
			弁理士 仲村 義平
		(74) 代理人	100096781
			弁理士 堀井 豊
		(74) 代理人	100098316
			弁理士 野田 久登
		(74) 代理人	100109162
			弁理士 酒井 将行

最終頁に続く

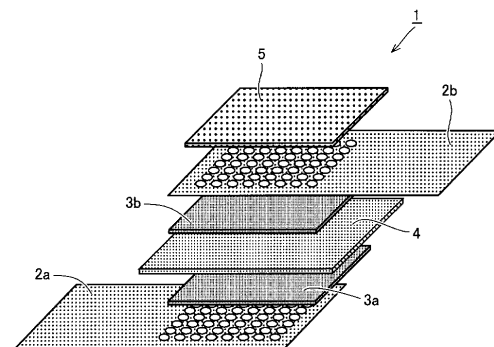
(54) 【発明の名称】 燃料電池

(57) 【要約】

【課題】 外部環境が変化した場合でも高い発電性能を維持することができ、燃料電池システムの小型化が可能な燃料電池を提供する。

【解決手段】 アノード導電層、アノード触媒層、電解質膜、カソード触媒層、カソード導電層、およびカソード拡散層がこの順に積層されてなり、カソード拡散層は、水膨潤性繊維および非水膨潤性繊維が配されてなる織物構造を有している燃料電池である。また、織物構造は、水膨潤性繊維が経糸または緯糸のいずれか一方に配されてなることが好ましい。また、水膨潤性繊維の水分の吸収量の増加に伴ってカソード拡散層の通気性が増加することが好ましい。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アノード導電層、アノード触媒層、電解質膜、カソード触媒層、カソード導電層、およびカソード拡散層がこの順に積層されてなり、

前記カソード拡散層は、水膨潤性繊維および非水膨潤性繊維が配されてなる織物構造を有していることを特徴とする、燃料電池。

【請求項 2】

前記織物構造は、前記水膨潤性繊維が経糸または緯糸のいずれか一方に配されてな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】

前記水膨潤性繊維の水分の吸収量の増加に伴って前記カソード拡散層の通気性が増加す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】

前記織物構造は、水膨潤性繊維が芯部に配され、非水膨潤性繊維が鞘部に配されてなる芯鞘繊維構造を含むことを特徴とする、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の燃料電池。

【請求項 5】

前記カソード拡散層の表面が撥水性を有してなることを特徴とする、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の燃料電池。

【請求項 6】

前記カソード触媒層の少なくとも一部が前記カソード拡散層と接していることを特徴とする、請求項 1 から 5 のいずれかに記載の燃料電池。

【請求項 7】

前記カソード拡散層が複数の層から構成されていることを特徴とする、請求項 1 から 6 のいずれかに記載の燃料電池。

【請求項 8】

前記カソード拡散層の前記カソード触媒層と接する層に非水膨潤性繊維から構成される層が配置されていることを特徴とする、請求項 7 に記載の燃料電池。

【請求項 9】

前記カソード触媒層および前記カソード導電層の少なくとも一方が前記カソード拡散層と接合されていることを特徴とする、請求項 1 から 8 のいずれかに記載の燃料電池。

【請求項 10】

前記アノード導電層の前記アノード触媒層側と反対側の表面上にアノード拡散層および燃料透過層がこの順に積層されており、前記アノード拡散層には前記アノード拡散層を貫通する貫通孔が設けられていることを特徴とする、請求項 1 から 9 のいずれかに記載の燃料電池。

【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、外部環境が変化した場合でも高い発電性能を維持することができ、燃料電池システムの小型化が可能な燃料電池に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、情報化社会を支える携帯電子機器の小型電源として、単独の発電装置として高い発電効率が得られる可能性を秘めていることから、燃料電池に対する期待が高まっている。燃料電池は、アノードで水素ガスやメタノール水溶液等の燃料を酸化し、カソードで空気中の酸素を還元するという電気化学反応を利用し、携帯電子機器等に電子を供給する化学電池である。

【0003】

多種ある燃料電池の中でも、電解質膜としてプロトン交換したイオン交換膜を用いる固体高分子型燃料電池 (Polymer Electrolyte Membrane F

10

20

30

40

50

uel Cell；以下、「PEMFC」という。）は、100℃以下の低温動作においても高い発電効率が得られ、リン酸型燃料電池や固体酸化物型燃料電池等の高温で動作させる燃料電池に比べて外部から熱を与える必要がなく、大掛かりな補機類を必要としないことから、小型電源として実用化の可能性を秘めている。

【0004】

このようなPEMFCに供給される燃料としては、高圧ガスポンプを用いた水素ガスや、有機液体燃料を改質器により分解して得られる水素ガスと二酸化炭素ガスとの混合ガス等が用いられる。

【0005】

PEMFCのアノードにメタノール水溶液を供給し、メタノール水溶液から直接プロトンと電子とを取り出すことにより発電を行なう直接メタノール型燃料電池（Direct Methanol Fuel Cell；以下、「DMFC」という。）は、改質器を必要としないことから、PEMFC以上に小型電源として実用化の可能性を秘めている。さらには、大気圧下で液体であるメタノール水溶液を燃料として用いていることから、高圧ガスポンプを用いることなく、高い体積エネルギー密度を有した燃料を簡易容器で取り扱うことができ、小型電源として安全性に優れるとともに、燃料容器を小さくすることが可能である。そのため、DMFCは、携帯電子機器の小型電源への応用、特に携帯電子機器用の2次電池代替用途という観点から注目が集まっている。

【0006】

DMFCではアノードおよびカソードでそれぞれ以下のような反応が起きる。

アノード： $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^-$

カソード： $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

理論的に、メタノールと水とは1：1のモル比で反応するため、アノードへはメタノールの他に水を供給する必要がある。また、燃料濃度の高い液体燃料を使用する場合には、電解質として使用される固体高分子電解質膜での燃料のクロスオーバーによる発電性能の減少が大きいと、一般的に、3～10質量%の低濃度のメタノール水溶液が使用される。

【0007】

メタノールと水は、予めメタノールと水との混合物として燃料タンクに貯蔵しておくこともできるが、カソードで生成した水を回収してアノードに供給すれば高濃度のメタノールを燃料タンクに貯蔵することができるので、燃料タンクの小型化を図ることができる。

【0008】

一般的には、ポンプ等の電力を必要とする補機を用いてカソードで生成した水を回収し、回収した生成水をアノードへ供給しているが、ポンプ等の補機を用いると、燃料電池の小型化が制限される。したがって、ポンプ等の補機を用いずに、電解質膜中におけるカソードーアノード間の水分の濃度勾配を利用して、アノードに水を輸送することが燃料電池システムの小型化に有効である。

【0009】

水分の濃度勾配を利用して、アノードへの水の輸送を安定して行なうためには、電解質膜中におけるカソード側の水分濃度を高く維持しておく必要があり、そのためには、カソード触媒層の雰囲気湿度や水分濃度を高く保っておく必要がある。

【0010】

しかしながら、水分の放出を抑えるためにカソード拡散層の通気性を小さくした場合には、カソードに供給される外部環境の空気の湿度が高くなったときに、カソード拡散層内の水分量が過剰になってフラッドイングによる出力低下が起きて燃料電池の発電性能が低下してしまう。

【0011】

また、カソードに供給される外部環境の空気の湿度が高くなることを考慮してカソード拡散層の通気性を確保した場合には、運転温度が高くなったときまたは外部環境の空気の湿度が低下したときに、カソード触媒層の雰囲気湿度が低下し、水の蒸発が促進さ

10

20

30

40

50

れて、電解質膜中に適切な水分の濃度勾配を維持することが困難である。

【0012】

このような事情に鑑みて、たとえば特許文献1には、種々のセンサ等による制御を用いることなく燃料電池内の水分量に応じて拡散層中の水の排出性を変化させることができる燃料電池が開示されている。具体的には、特許文献1の燃料電池は、電解質膜の両面にそれぞれ拡散層と触媒層とが順次積層されているとともに、電解質膜を挟持するように2つのセパレータが設置されており、2つのセパレータの間隙に水分の吸収量によって体積を増減させる吸水性樹脂を設けた構造を有している。

【0013】

すなわち、燃料電池内の水分量が増加した場合には、吸水性樹脂が水分を吸収することによってその体積が増大し、セパレータが電解質膜を押え付ける力が小さくなって拡散層の厚さが増大するため、水分が拡散層内を移動しやすくなり、拡散層中の水の排出性が大きくなる。

【0014】

一方、燃料電池内の水分量が減少した場合には、吸水性樹脂から水分が蒸発することによってその体積が減少し、セパレータが電解質膜を押え付ける力が大きくなって拡散層の厚さが減少するため、水分が拡散層内を移動しにくくなり、拡散層中の水の排出性が小さくなる。

【特許文献1】特開2006-172960号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

しかしながら、上述した特許文献1の燃料電池においては、吸水性樹脂が配置されている箇所の水分の状態のみによって拡散層の厚さが制御されるため、吸水性樹脂が配置されている箇所だけ水分量の過不足が極端に起こった場合には、拡散層の厚さの制御を適切に行なうことができず、外部環境の変化に対応しきれずに発電性能が低下するという問題があった。

【0016】

このような水分の偏在による拡散層の厚さの制御の不具合を防止するためには、発電領域に均一に分散するように吸水性樹脂を複数配置する必要があることから、発電領域において発電に寄与しない領域が増え、発電性能が低下してしまうという問題があった。

【0017】

また、上記の不具合を防止するためには吸水性樹脂を電解質膜を貫くように設置する必要があるため、シール構造も複雑になってしまうという問題もあった。

【0018】

そこで、本発明の目的は、外部環境が変化した場合でも高い発電性能を維持することができ、燃料電池システムの小型化が可能な燃料電池を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0019】

本発明は、アノード導電層、アノード触媒層、電解質膜、カソード触媒層、カソード導電層、およびカソード拡散層がこの順に積層されてなり、カソード拡散層は、水膨潤性繊維および非水膨潤性繊維が配されてなる織物構造を有している燃料電池である。

【0020】

ここで、本発明の燃料電池において、織物構造は、水膨潤性繊維が経糸または緯糸のいずれか一方に配されてなることが好ましい。

【0021】

また、本発明の燃料電池において、水膨潤性繊維の水分の吸収量の増加に伴ってカソード拡散層の通気性が増加することが好ましい。

【0022】

また、本発明の燃料電池において、織物構造は、水膨潤性繊維が芯部に配され、非水膨

10

20

30

40

50

潤性繊維が鞘部に配されてなる芯鞘繊維構造を含むことが好ましい。

【0023】

また、本発明の燃料電池においては、カソード拡散層の表面が撥水性を有してなることが好ましい。

【0024】

また、本発明の燃料電池においては、カソード触媒層の少なくとも一部がカソード拡散層と接していることが好ましい。

【0025】

また、本発明の燃料電池においては、カソード拡散層が複数の層から構成されていることが好ましい。

【0026】

また、本発明の燃料電池においては、カソード拡散層のカソード触媒層と接する層に非水膨潤性繊維から構成される層が配置されていることが好ましい。

【0027】

また、本発明の燃料電池においては、カソード触媒層およびカソード導電層の少なくとも一方がカソード拡散層と接合されていることが好ましい。

【0028】

また、本発明の燃料電池においては、アノード導電層のアノード触媒層側と反対側の表面上にアノード拡散層および燃料透過層がこの順に積層されており、アノード拡散層にはアノード拡散層を貫通する貫通孔が設けられていることが好ましい。

【発明の効果】

【0029】

本発明によれば、外部環境が変化した場合でも高い発電性能を維持することができ、燃料電池システムの小型化が可能な燃料電池を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

以下、本発明の実施の形態について説明する。なお、本発明の図面において、同一の参照符号は、同一部分または相当部分を表わすものとする。

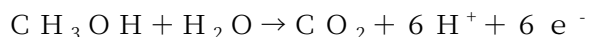
【0031】

<第1実施形態>

図1に、本発明の第1実施形態における燃料電池の模式的な分解斜視図を示す。また、図2に、図1に示す本発明の第1実施形態における燃料電池の模式的な断面図を示す。ここで、本発明の第1実施形態における燃料電池1は、アノード導電層2a、アノード触媒層3a、電解質膜4、カソード触媒層3b、カソード導電層2bおよびカソード拡散層5がこの順に積層された構成を有している。

【0032】

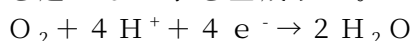
このような構成を有する燃料電池1のアノード側に燃料としてたとえばメタノール水溶液が供給された場合には、メタノール水溶液はアノード触媒層3aで以下の酸化反応を起こして、電子とプロトンと二酸化炭素とに分解される。



そして、上記の反応により発生した電子はアノード導電層2aにより集電され、図示しない外部負荷を経由してカソード導電層2bへと移動する。また、プロトンは電解質膜4を経由してカソード触媒層3bへと移動する。

【0033】

一方、カソード側では燃料電池1の外部の空気がカソード拡散層5を通過してカソード触媒層3bに供給されるとともに、カソード導電層2bから電子がカソード触媒層3bに供給され、さらに電解質膜4からプロトンがカソード触媒層3bに供給される。そして、カソード触媒層3bにおいては、上記の空気中の酸素と電子とプロトンとが以下の還元反応を起こして水を生成する。



10

20

30

40

50

そして、上記の反応によりカソード触媒層 3 b で生成された水はカソード拡散層 5 を通って燃料電池 1 の外部に排出されるため、カソード拡散層 5 が水排出の抵抗となり、カソード触媒層 3 b における水分濃度は高く保たれ、その水分濃度に応じて水が電解質膜 4 に溶け込んでいく。そして、電解質膜 4 の内部において、カソード触媒層 3 b 側の水分濃度がアノード触媒層 3 a 側の水分濃度よりも高くなった場合には、電解質膜 4 の内部におけるカソード触媒層 3 b 側の水がアノード触媒層 3 a 側へと拡散していく。

【0034】

図 3 (a) および図 3 (b) に、本発明の第 1 実施形態の燃料電池 1 を構成するカソード拡散層 5 の一例の模式的な平面図を示す。ここで、カソード拡散層 5 は、水膨潤性繊維 5 a と非水膨潤性繊維 5 b とを有している。

10

【0035】

上記の構成を有するカソード拡散層 5 においては、カソード拡散層 5 内の湿度が低下した場合には水膨潤性繊維 5 a が水を放出して収縮するため、たとえば図 3 (a) に示すように、非水膨潤性繊維 5 b の間隔が L_1 と短くなってカソード拡散層 5 の通気性が低下し、カソード触媒層 3 b から生成される水の放出を抑制することができる。また、カソード拡散層 5 内の湿度が増加した場合には水膨潤性繊維 5 a が水を吸収して膨潤するため、たとえば図 3 (b) に示すように、非水膨潤性繊維 5 b の間隔が L_2 ($L_2 > L_1$) と長くなってカソード拡散層 5 の通気性が大きくなり、水分の過飽和状態によるフラッドイングを抑制することができる。

【0036】

20

したがって、本発明の燃料電池 1 においては、外部環境が変化した場合でも、上記のようにカソード拡散層 5 の通気性を適切に制御することができ、フラッドイングによる発電効率の低下を抑止しつつ、カソード触媒層 3 b における水分濃度を高く保つことができることから、外部環境が変化した場合でも高い発電性能を維持することができる。

【0037】

また、本発明の燃料電池 1 においては、アノード触媒層 3 a に拡散する水を液体燃料としてのメタノール水溶液の生成に利用することによって燃料タンクの小型化を図ることができることから、本発明の燃料電池 1 を含む燃料電池システムの小型化も可能となる。

【0038】

また、本発明の燃料電池 1 においては、カソード拡散層 5 の通気性を制御するためにカソード拡散層 5 以外の部材を必要としないことから、燃料電池 1 の作製に必要な部品点数を減少させることが可能であり、燃料電池 1 の組み立て工程が簡素化されることによって燃料電池 1 の生産性を向上させることも可能となる。

30

【0039】

また、上記においては、燃料としてメタノール水溶液を用いた場合について説明したが、本発明の燃料電池 1 に供給される燃料はこれに限定されるものではない。本発明の燃料電池 1 に供給される燃料としては、水素を含む有機燃料を好ましく用いることができ、この有機燃料は排ガスとの混合物や 2 種以上の液体からなる混合液体燃料とされてもよい。本発明の燃料電池 1 に供給される燃料としては、たとえば、メタノールまたはエタノール等の低級アルコール、DME (ジメチルエーテル)、ホルムアルデヒド、ギ酸メチル、ギ酸、アセトンおよびトルエン等から選択される 1 種または 2 種以上の混合物を用いることができる。

40

【0040】

以下に、本発明の燃料電池 1 を構成する各構成部材について説明する。

(電解質膜 4)

本発明の燃料電池 1 を構成する電解質膜 4 としては、たとえば、従来から公知の固体高分子電解質膜を用いることができる。電解質膜 4 に用いられる固体高分子電解質膜としては、パーフルオロスルホン酸ポリマーまたは炭化水素系ポリマー等からなる固体高分子電解質膜が好適に用いられる。

【0041】

50

また、電解質膜 4 に用いられる固体高分子電解質膜としては、燃料電池 1 においてより高い発電性能が得られる点で、プロトン伝導率が $1 \times 10^{-5} \text{ S/cm}$ 以上である固体高分子電解質膜を用いることが好ましく、 $1 \times 10^{-3} \text{ S/cm}$ 以上である固体高分子電解質膜を用いることがより好ましい。

【0042】

また、電解質膜 4 の厚さは、電解質膜 4 の抵抗を小さくしてより高い発電性能が得られる点で $200 \mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、燃料のクロスオーバーの抑止効果が高くなる点で $1 \mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。

【0043】

(アノード触媒層 3 a、カソード触媒層 3 b)

本発明の燃料電池 1 を構成するアノード触媒層 3 a およびカソード触媒層 3 b としては、たとえば、触媒と、この触媒を担持した導電性粒子と、イオン導電性バインダと、から構成されるものを用いることができる。

【0044】

ここで、触媒としては、たとえば、Pt、Ru、Au、Ag、Rh、Pd、Os または Ir 等の貴金属若しくは Ni、V、Ti、Co、Mo、Fe、Cu または Zn 等の卑金属を単独または 2 種以上組み合わせて用いることができる。

【0045】

また、導電性粒子としては、たとえば、アセチレンブラック、ケッチェンブラック、ファーネスブラック、カーボンナノチューブ、カーボンナノホーンまたはフラーレン等の炭素粒子を用いることができる。

【0046】

また、イオン導電性バインダとしては、たとえば、上述した電解質膜 4 に用いられる固体高分子電解質膜と同様の材質からなる高分子電解質を用いることができる。

【0047】

また、アノード触媒層 3 a およびカソード触媒層 3 b の厚さはそれぞれ、プロトン伝導の抵抗および電子伝導の抵抗を小さくするとともに触媒層の内部まで燃料または酸素の供給を良好に行なうことができる点で 0.1 mm 以下であることが好ましく、十分な触媒担持量を得ることにより出力電圧を良好に向上させることができる点で $0.1 \mu\text{m}$ 以上であることがより好ましい。

【0048】

また、本発明においては、カソード触媒層 3 b の少なくとも一部がカソード拡散層 5 と接していることが好ましい。この場合には、カソード触媒層 3 b 内の湿度とカソード拡散層 5 内の湿度とが近い状態にあるため、カソード拡散層 5 を構成する水膨潤性繊維 5 a が水の吸収および放出をより適切に行なうことができる傾向にある。

【0049】

(アノード導電層 2 a、カソード導電層 2 b)

本発明の燃料電池 1 を構成するアノード導電層 2 a は、アノード触媒層 3 a と電子の授受を行なう機能を有している。また、本発明の燃料電池 1 を構成するカソード導電層 2 b は、カソード触媒層 3 b と電子の授受を行なう機能を有している。また、アノード導電層 2 a およびカソード導電層 2 b はそれぞれ取り出し電極としての機能も有している。

【0050】

また、アノード導電層 2 a の材質およびカソード導電層 2 b の材質にはそれぞれアノード導電層 2 a およびカソード導電層 2 b 自体の抵抗による電圧低下を抑制する観点から、Au、Ag、Pt、Ni、Cu、Al、W、Sn および Ti からなる群から選択された少なくとも 1 種を含む金属を用いることが好ましく、なかでも Au、Cu、Ti および Sn からなる群から選択された少なくとも 1 種を含む金属を用いることがより好ましい。アノード導電層 2 a の材質およびカソード導電層 2 b の材質にそれぞれ上記の金属を用いることによって、アノード導電層 2 a およびカソード導電層 2 b の比抵抗が小さくなるため、アノード導電層 2 a およびカソード導電層 2 b の抵抗による電圧低下が軽減され、より高

10

20

30

40

50

い発電性能を得ることができる。

【0051】

また、アノード導電層2aおよびカソード導電層2bの厚さはそれぞれアノード導電層2aおよびカソード導電層2b自体の抵抗による電圧低下を抑制できる点で0.1μm以上であることが好ましい。

【0052】

また、本発明においては、カソード触媒層3bおよびカソード導電層2bの少なくとも一方がカソード拡散層5と接合されていることが好ましい。この場合には、カソード拡散層5の剥離を有効に防止することができるとともに、カソード触媒層3b内の湿度の状態が迅速にカソード拡散層5に伝達されないことからくる水膨潤性繊維5aの不良動作を有効に抑止することができる傾向にある。

10

【0053】

ここで、カソード触媒層3bおよびカソード導電層2bの少なくとも一方とカソード拡散層5とを接合する方法としては、たとえば、化学結合、アンカー効果または粘着力等により接合する方法が用いられ、より詳細には、粘着剤で接合する方法または高分子重合反応による接着剤で接合する方法等を用いることができる。

【0054】

また、アノード導電層2aおよびカソード導電層2bはそれぞれ、これらの層の厚さ方向に貫通する貫通孔を有する形状を有していることが好ましい。このような形状としては、たとえば、板若しくは箔に複数の孔を空けた形状、メッシュ形状、またはエキスパンド

20

【0055】

アノード導電層2aが上記の貫通孔を有する場合には、アノード導電層2aの貫通孔を介してアノード触媒層3aに液体燃料等の燃料が効率良く供給される点で有利となる傾向にある。

【0056】

また、カソード導電層2bが上記の貫通孔を有する場合には、カソード導電層2bの貫通孔を介してカソード触媒層3bに空気中の酸素が効率良く供給される点で有利となる傾向にある。また、カソード導電層2bが上記の貫通孔を有する場合には、カソード触媒層3bで発生した水がカソード導電層2bの貫通孔を介してカソード拡散層5へと効率良く

30

【0057】

また、アノード導電層2aおよびカソード導電層2bについてそれぞれ腐食による劣化が問題となる場合には、アノード導電層2aおよびカソード導電層2bに、酸性水溶液雰囲気下または酸素雰囲気下で金属イオンが溶出せず、かつ不導体層を形成しないような耐腐食性を有した材質として、たとえば、Au、Pt、PdまたはRu等の貴金属またはカーボン等をコーティングすることもできる。これにより、アノード導電層2aおよびカソード導電層2bからの金属イオンの溶出を抑制することができる傾向にあり、アノード触媒層3a中、カソード触媒層3b中および電解質膜4中への金属イオンの混入を抑制することができる傾向にある。また、アノード導電層2aおよびカソード導電層2bがそれぞれ不導体層を形成することも低減されるため、燃料電池1の長期信頼性を得ることも可能となる。

40

【0058】

(カソード拡散層5)

本発明の燃料電池1を構成するカソード拡散層5は、上述したように、水膨潤性繊維5aと非水膨潤性繊維5bとから構成することができる。本発明において、水膨潤性繊維5aは下記の式(1)により算出される膨潤率(%)が5%以上の繊維であり、非水膨潤性繊維5bは下記の式(1)により算出される膨潤率(%)が5%未満の繊維である。

50

【0059】

膨潤率(%) = $100 \times \{ (\text{湿潤時の繊維長さ}) - (\text{乾燥時の繊維長さ}) \} / (\text{乾燥時の繊維長さ})$ … (1)

ここで、枠周が1.125mの巻き返し枠を用いて0.88mN/dtex(0.1g/de)の荷重をかけて一定の速度で巻き返し、巻き数が10回のかせを作り、かせ取りした繊維を温度20℃、湿度65RH%の環境下に24時間放置(乾燥時)し、これに非弾性繊維の場合には1.76mN/dtex(200mg/de)、弾性繊維の場合には0.0088mN/dtex(1mg/de)の荷重をかけて測定した繊維長(mm)を上記の式(1)における乾燥時の繊維長さとする。

【0060】

また、乾燥時の繊維を水温20℃の水中に5分間浸漬させた後(湿潤時)に水中により引き上げ、これに非弾性繊維の場合には1.76mN/dtex(200mg/de)、弾性繊維の場合には0.0088mN/dtex(1mg/de)の荷重をかけて測定した繊維長(mm)を上記の式(1)における湿潤時の繊維長さとする。

【0061】

なお、上記において、非弾性繊維とは破断伸度が200%以下の繊維のことであり、弾性繊維とは破断伸度が200%よりも大きい繊維のことである。なお、破断強度(%)は、下記の式(2)により算出することができる。

【0062】

破断強度(%) = $\{ 100 \times (\text{繊維を引き伸ばしていった繊維が破断したときの繊維長}) / (\text{繊維を引き伸ばす前の繊維長}) \}$ … (2)

また、本明細書において、乾燥時とは、温度20℃、湿度65RH%の環境下に24時間放置した後の状態のことをいい、湿潤時とは、水温20℃の水中に5分間浸漬させた後の状態のことをいう。

【0063】

水膨潤性繊維5aとしては、たとえば、水膨潤性プラスチックまたは水膨潤性ゴム等の水膨潤性高分子を繊維状にしたもの等を用いることができ、たとえば、ポリエーテルエステルエラストマーからなるポリエーテルエステル繊維、ポリアクリル酸金属塩、ポリアクリル酸およびその共重合体、ポリメタアクリル酸およびその共重合体、ポリビニルアルコールおよびその共重合体、ポリアクリルアミドおよびその共重合体、またはポリオキシエチレン系ポリマー等を配合したポリエステル繊維、5-スルホイソフタル酸成分を共重合したポリエステル、脱アセチル化処理を行なったセルロースアセテート、エチレン性不飽和二重結合を有する無水ポリ酸性アミノ酸とスルホン酸基含有エチレン性不飽和二重結合を有する化合物との共重合体等を用いることができる。なかでも、ポリブチレンテレフタレートハードセグメントとし、ポリオキシエチレングリコールをソフトセグメントとするポリエーテルエステルエラストマーからなるポリエーテルエステル繊維が水膨潤性だけでなく、弾性も有しているため、かかる弾性を利用して、水膨潤性繊維5aと非水膨潤性繊維5bとの繊維長差を容易に設けることができる点で好ましい。

【0064】

また、非水膨潤性繊維5bとしては、たとえば、木綿または麻等の天然繊維、レーヨン若しくはアセテート等のセルロース系化学繊維、ポリエチレンテレフタレート若しくはポリトリメチレンテレフタレートに代表されるポリエステル、ポリアミド、ポリアクリルニトリルまたはポリプロピレン等の合成繊維を用いることができる。なかでも、非水膨潤性繊維5bとしては、通常のポリエステル繊維を用いることが好ましい。

【0065】

本発明において、カソード拡散層5は、水膨潤性繊維5aと非水膨潤性繊維5bとを用いて、通常の製織方法で製織することにより作製することができる。ここで、水膨潤性繊維5aが織物を構成する経糸および緯糸の両方に配されている場合には、湿潤時に経緯両方から繊維長が伸長してカソード拡散層5の織物構造の空隙を埋めるため、湿潤時に効果的に通気性を向上させる上では、水膨潤性繊維5aができるだけ経糸または緯糸のいずれ

10

20

30

40

50

か一方に配されている方が好ましい。したがって、カソード拡散層 5 を構成する織物に含まれる水膨潤性繊維 5 a の全体を 100 質量部としたとき水膨潤性繊維 5 a はカソード拡散層 5 を構成する織物の経系に 70 質量部以上および緯系に 30 質量部以下含まれるように配されているか、若しくは緯系に 70 質量部以上および経系に 30 質量部以下含まれるように配されていることが好ましく、カソード拡散層 5 を構成する織物の経系または緯系のいずれか一方のみに配されていることがより好ましい。これにより、図 3 (a) および図 3 (b) に示すように、水膨潤性繊維 5 a が水を吸収して膨潤することにより伸長し、隣接する非水膨潤性繊維 5 b の間隔が L1 から L2 に広がって、その結果、カソード拡散層 5 の織物構造の空隙が大きくなって通気性が向上する傾向にある。

【0066】

10

このような通気性の向上の効果は、湿潤時の通気性が乾燥時と比べて 30 % 以上増加することが好ましく、さらには 50 ~ 300 % 増加することがより好ましい。なお、通気性は、JIS L 1096-1998、6.27.1、A 法（フラジール形通気性試験法）により測定されるものである。

【0067】

なお、通気性変化率 (%) は、下記の式 (3) により算出することができる。

通気性変化率 (%) = $100 \times \{ (\text{湿潤時の通気性}) - (\text{乾燥時の通気性}) \} / (\text{乾燥時の通気性})$ … (3)

水膨潤性繊維 5 a の構造は水分を吸収および放出することによって繊維長を伸縮することができれば特に限定されないが、カソード拡散層 5 は水膨潤性繊維 5 a が芯部に配され、非水膨潤性繊維 5 b が鞘部に配されてなる芯鞘繊維構造を含むことが好ましい。これにより、芯部に配された水膨潤性繊維 5 a が乾燥して収縮した場合には、たとえば図 4 (a) の模式的平面図に示すように、鞘部に配された非水膨潤性繊維 5 b の捲縮がより立体的に膨らむ。一方、芯部に配された水膨潤性繊維 5 a が水を吸収して膨潤して伸長した場合には、たとえば図 4 (b) の模式的平面図に示すように、鞘部に配された非水膨潤性繊維 5 b が引き伸ばされて、非水膨潤性繊維 5 b の捲縮の立体性がなくなることで、通気性の変化率が向上する。

20

【0068】

カソード拡散層 5 が、水膨潤性繊維 5 a が芯部に配され、非水膨潤性繊維 5 b が鞘部に配されてなる芯鞘繊維構造を含む場合には、乾燥時における水膨潤性繊維 5 a の繊維長 L_A と非水膨潤性繊維 5 b の繊維長 L_B との比 (L_A / L_B) が 0.9 以下であることが好ましく、0.2 以上 0.9 以下であることがより好ましい。 L_A / L_B が 0.9 よりも大きい場合には通気性の変化が得られにくい傾向にあり、0.2 以上 0.9 以下である場合には通気性が大きく変化しやすい傾向にある。

30

【0069】

上記の芯鞘繊維構造の作製方法としては、たとえば、従来から公知のインターレース空気加工、タスラン空気加工、カバリング加工、または複合仮撚捲縮加工等を用いることができる。なかでも、明確な芯鞘繊維構造を形成することが可能なカバリング加工を用いて芯鞘繊維構造を作製することが好ましい。

【0070】

40

本発明においては、カソード拡散層 5 の液体による目詰まりを回避し、効率の良い気体の供給を行なうため、カソード拡散層 5 は撥水性の表面を有していることが好ましい。カソード拡散層 5 の表面を撥水性とする方法としては、たとえば、シリコン系撥水剤またはフッ素系撥水剤等を一般に採用されているパディング法またはスプレー法等によって塗布する方法等が挙げられる。

【0071】

また、カソード拡散層 5 の織物構造の織組織としては、たとえば、平織、綾織またはサテン等の織組織が好適であるが、これらに限定されないことは言うまでもない。

【0072】

また、カソード拡散層 5 の製織条件としては、織物組織の拘束力が大きくなることや、

50

糸ずれが生じることを抑止するために、織物のカバーファクターが1200以上1900以下の範囲内であることが好ましく、1500以上1800以下であることがより好ましい。カバーファクター（CF）は、下記の式（4）により算出することができる。

【0073】

$$CF = T_s \cdot (Td)^{1/2} + Y_s \cdot (Yd)^{1/2} Td \quad \dots (4)$$

なお、上記の式（4）において、 T_s は経糸織密度（本/2.54cm）を示し、 Y_s は緯糸織密度（本/2.54cm）を示し、 Td は経糸総維度（d tex/1.1）を示し、 Yd は緯糸総維度（d tex/1.1）を示す。

【0074】

また、カソード拡散層5は複数の層から構成されていることが好ましい。これにより、カソード拡散層5を構成する層のうちカソード導電層2bおよび／またはカソード触媒層3bと接する層が、カソード導電層2bおよび／またはカソード触媒層3bに接合されることによって固定されたとしても、カソード拡散層5のうち固定されていない層がカソード拡散層5の形状変化を妨げないため、通気性を適切に変化させることができる。

10

【0075】

また、カソード拡散層5が複数の層から構成されている場合には、カソード導電層2bおよび／またはカソード触媒層3bと接する層に非水膨潤性繊維5bのみから構成される層が配置されていることがより好ましい。

【0076】

この場合には、カソード拡散層5のうちカソード導電層2bおよび／またはカソード触媒層3bと接する層が水分の吸収または放出によって、膨潤または収縮による繊維長の変化がほとんどないため、カソード拡散層5の剥離や脱落を抑制することができる傾向にある。

20

【0077】

<第2実施形態>

図5に、本発明の第2実施形態における燃料電池の模式的な断面図を示す。ここで、本発明の第2実施形態における燃料電池1は、アノード触媒層3aの表面上にアノード拡散層6および燃料透過層7がこの順序で積層されていること以外は第1実施形態における燃料電池1と同様の構成となっている。

【0078】

以下に、本発明の第2実施形態における燃料電池1を構成するアノード拡散層6および燃料透過層7についてそれぞれ説明する。

30

【0079】

（アノード拡散層6）

本発明の燃料電池1を構成するアノード拡散層6としては、燃料透過層7を透過した燃料をアノード触媒層3aに透過させ、かつアノード触媒層3aにおいて生成する二酸化炭素を外部へと排出させることが可能な貫通孔を有している層であれば特に限定されず用いることができる。

【0080】

ここで、アノード拡散層6の空孔率（%）は5%以上であることが好ましく、30%以上であることがより好ましい。なお、アノード拡散層6の空孔率（%）は、アノード拡散層6の体積と質量とからアノード拡散層6の比重を求め、これとアノード拡散層6を構成する材料自体の比重とから下記の式（5）により算出することができる。

40

【0081】

空孔率（%）＝ $100 \times \{1 - (\text{アノード拡散層6の比重} / \text{アノード拡散層6を構成する材料自体の比重})\} \quad \dots (5)$

アノード拡散層6としては、たとえば、カーボンペーパーに代表されるカーボン繊維または金属繊維の不織布、カーボン繊維を束ねて編み上げたクロス、またはポリテトラフルオロエチレンを結着剤としカーボン粒子や金属粒子を分散させた撥水性多孔質シート等の電子導電性の材質を用いることができる。アノード拡散層6として電子導電性の材質を用

50

いた場合には、アノード触媒層 3 a から電子を受け取り、アノード導電層 2 a に電子を受け渡すことを促進することが可能となる。一方、燃料電池 1 の外部との電氣的短絡を抑制することを目的とする場合には、たとえば、ポリエチレンテレフタレート等の高分子からなる繊維を束ねて編み上げた布や不織布、またはポリテトラフルオロエチレン若しくはポリイミド等の多孔質シート等の絶縁性である材質を用いることが好ましい。

【0082】

また、カソード側から拡散によって輸送されてきた水分がアノード拡散層 6 および燃料透過層 7 を透過して燃料タンクへ侵入するのを防ぐため、アノード拡散層 6 は撥水性であることがより好ましく、たとえば、上述の材料の表面に撥水化処理をしたもの、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE) または撥水化処理をしたシリコンシート等の多孔質体をアノード拡散層 6 に用いることができる。

10

【0083】

(燃料透過層 7)

本発明の燃料電池 1 を構成する燃料透過層 7 としては、たとえば、液体燃料に溶解することなく液体燃料を透過させ、液体燃料の濃度や供給量等を調整する燃料濃度調整層として機能するとともに、アノード触媒層 3 a において生成する二酸化炭素を透過させ難い材料からなる層を用いることができる。

【0084】

燃料透過層 7 としては、たとえば、ヒドロキシル基、アミノ基、カルボキシル基、スルホン基、リン酸基、エーテル基、ケトン基またはシラノール基等の官能基を有する高分子膜を用いることができ、より詳細には、ハイドロキシエチルメタクリレート、ポリビニリドン、ジメチルアクリルアミドまたはグリセロールメタクリレート等の高分子材料を組み合わせて共重合させた膜を用いることが好ましい。

20

【0085】

また、燃料透過層 7 に撥水性を有する材料を用いる場合には、たとえば、オレフィン系樹脂、芳香族ポリエステル樹脂若しくはフッ素系樹脂等の疎水性の化学繊維で形成された不織布、発泡体、焼結体、またはカーボン繊維の表面が撥水化処理されたカーボン多孔質体等の無機多孔質膜を用いることもできる。

【0086】

また、燃料透過層 7 としては、非多孔質性の炭化水素系固体高分子膜を用いることが好ましい。液体燃料の透過性が比較的低い燃料透過層 7 の構成材料としては、たとえば、スルホン化ポリイミド、スルホン化ポリエーテルエーテルケトン、スルホン化ポリアリーレンエーテルまたはスルホン化ポリスチレン等を用いることができる。

30

【0087】

また、燃料透過層 7 を介して燃料を供給することにより、高濃度の燃料を含む液体燃料を用いた場合でも、アノード触媒層 3 a に到達する液体燃料の供給量を低減することができ、アノード触媒層 3 a における液体燃料の燃料濃度を低濃度に保つことが可能となる。これにより、液体燃料が電解質膜 4 を透過する現象を抑制することができ、液体燃料の利用効率を向上することができる。また、燃料濃度の高い液体燃料を供給することが可能となるため、液体燃料を貯蔵する燃料タンクの容積を小さくすることができ、燃料電池システムの小型化を図ることができる。

40

【0088】

また、燃料濃度の高い液体燃料を用いた場合には、液体燃料に含まれる水分濃度が低減されるため、電解質膜 4 におけるアノード触媒層 3 a 側の水分濃度を低くすることができる。これにより、電解質膜 4 におけるカソード触媒層 3 b 側の水分濃度とアノード触媒層 3 a 側の水分濃度との間の水分濃度の勾配が大きくなり、電解質膜 4 内を拡散によってアノード側に輸送される水分量を効果的に増加させることができる。

【0089】

本発明の第 2 実施形態の燃料電池 1 においては、燃料濃度の高い液体燃料を用いた場合でも燃料透過層 7 によりアノード触媒層 3 a への液体燃料の供給を適切に行なうことがで

50

きるだけでなく、カソード拡散層 5 がその通気性をカソード触媒層 3 b 内の湿度の状態に合うように変化させてカソード触媒層 3 b 内の湿度を適切に制御することによって電解質膜 4 のカソード側の水分濃度を高く維持することができるため、外部環境が変化したとしても、高い発電性能を維持することが可能となる。

【実施例】

【0090】

〔実施例 1〕

本実施例では、図 1 に示す構造の燃料電池 1 と同様の構造の燃料電池（実施例 1 の燃料電池）を作製した。以下、実施例 1 の燃料電池の作製方法について説明する。

【0091】

まず、電解質膜 4 として、幅 40 mm × 長さ 40 mm、厚さが約 175 μm の N a f i o n（登録商標）117（デュボン社製）を用意した。

【0092】

次に、Pt 担持量が 32.5 質量%で、Ru 担持量が 16.9 質量%の Pt 粒子と Ru 粒子とカーボン粒子とからなる触媒担持カーボン粒子（田中貴金属社製 T E C 6 6 E 5 0）と、20 質量%の N a f i o n（登録商標）を含むアルコール溶液（アルドリッチ社製）と、イソプロパノールと、アルミナボールと、を質量比で 0.5 : 1.5 : 1.6 : 100 の割合でテフロン（登録商標）容器に入れ、攪拌脱機を用いて 500 r p m で 50 分間の混合を行なうことにより、アノード触媒ペーストを作製した。

【0093】

また、Pt 担持量が 46.8 質量%の Pt 粒子とカーボン粒子とからなる触媒担持カーボン粒子（田中貴金属社製 T E C 1 0 E 5 0 E）を用いたこと以外はアノード触媒ペーストと同様にしてカソード触媒ペーストを作製した。

【0094】

続いて、上記で作製したアノード触媒ペーストを上記の N a f i o n（登録商標）117 の一方の表面に触媒担持量が 2 m g / c m² となるように幅 23 mm × 長さ 23 mm の正形状の開孔部を有するスクリーン印刷版を用いてアノード触媒ペーストが N a f i o n（登録商標）117 の上記表面の中心に形成されるようにスクリーン印刷した。その後、スクリーン印刷されたアノード触媒ペーストを室温にて乾燥させて、約 20 μm の厚さのアノード触媒層 3 a を形成した。

【0095】

また、アノード触媒ペーストと同様にして上記の N a f i o n（登録商標）117 の他方の表面にアノード触媒層 3 a と対称となる位置にカソード触媒ペーストをスクリーン印刷し、約 20 μm の厚さのカソード触媒層 3 b を形成した。

【0096】

以後、上記で N a f i o n（登録商標）117 の表面にアノード触媒層 3 a およびカソード触媒層 3 b を形成したものを、CCM（C a t a l y s t C o a t e d M e m b r a n e）と記載する。

【0097】

また、ハードセグメントとしてポリブチレンテレフタレート（PBT）を 50 質量%およびソフトセグメントとして数平均分子量が 4000 のポリオキシエチレングリコール（POEG）を 50 質量%含むポリエーテルエステル（PETE）を 230 °C で溶融し、所定の紡糸口金より吐出量 3.05 g / 分で押出した。この押出したポリエーテルエステルを 2 個のゴデットロールを介して 705 m / 分で引取り、さらに 750 m / 分（巻取りドラフト 1.06）で巻取り、水膨潤性繊維（44 d t e x / 1 フィラメント）を得た。この水膨潤性繊維の膨潤率は 25 % であった。

【0098】

一方、非水膨潤性繊維として、膨潤率が 1 % 以下である通常のポリエチレンテレフタレート（PET）からなるマルチフィラメント糸に通常の仮撚撓縮加工を施した仮撚撓縮加工糸（56 d t e x / 144 フィラメント）を用意した。

【0099】

次いで、通常のカバリング機を用いて、上記のポリエーテルエステル繊維からなる水膨潤性繊維を芯部とし、上記の仮撚捲縮加工系からなる非水膨潤性繊維を鞘部として、芯部のドラフト率300%（3倍）、カバリング数1000回/mにて通常のカバリング加工を行ない、芯鞘繊維構造を有する複合繊維（80dtex/145フィラメント）を得た。この芯鞘繊維構造を有する複合繊維において、水膨潤性繊維の繊維長さをAとし、非水膨潤性繊維の繊維長さをBとしたとき、AとBとの比（A/B）は0.29となった。

【0100】

次いで、非水膨潤性繊維として膨潤率が1%以下である通常のポリエチレンテレフタレートからなるマルチフィラメント系に通常の前撚捲縮加工を施した前撚捲縮加工系（84dtex/72フィラメント）を経糸に配し、上記のポリエーテルエステル繊維からなる水膨潤性繊維を緯糸に配して、経糸繊維密度が92本/2.54cm、緯糸繊維密度が90本/2.54cmの繊維密度にて通常の製織方法により平織組織の織物を得た。そして、この織物に常法の加工を施した。この得られた織物において、カバーファクター（CF）は1600とした。

【0101】

次いで、上記のようにして得られた織物中に、パーフルオロアルキルアクリレートコポリマーからなるフッ素系撥水剤をパディンング法にて含浸させ、マングルで絞った後、170℃で3分間の熱処理をし、フッ素系撥水剤を10質量%付着させる条件で撥水加工を施した。その後、タンブラーによる揉み込み加工を施し、繊維間の拘束を解除した。

【0102】

そして、上記の工程を経て得られた織物を幅23mm×長さ23mmの正形状に切り出してカソード拡散層5とした。このカソード拡散層5のカソード導電層2bおよびカソード触媒層3b側となる表面に上述のようにして作製したカソード触媒ペーストをバーコートを用いて均一に塗布し、室温雰囲気下で30分間乾燥させた。

【0103】

アノード導電層2aおよびカソード導電層2bとして、線径が70μmφで、100meshの金メッシュ（ニラコ社製）を幅23mm×長さ50mmの矩形状に切り出して用いた。

【0104】

上記の金メッシュを2枚用意し、この2枚の金メッシュでCCMを挟むようにしてCCMの触媒層面（アノード触媒層3aの表面およびカソード触媒層3bの表面）と金メッシュの端部とを重ね合わせた。そして、上記カソード拡散層5のカソード触媒ペーストを塗布した面をカソード導電層2bとなる金メッシュの外側からカソード触媒層3bと同じ位置に合わせるようにして重ね、500μmのステンレススペーサを配置し、130℃の温度、5kNの圧力で2分間ホットプレスをすることによって図1に示す構造を有する実施例1の燃料電池を作製した。このとき、2枚の金メッシュは互いに異なる方向にCCMからはみ出すようにして重ね合わせた。

【0105】

次に、アノード筐体として、中心に幅23mm×長さ23mm、深さ5mmの液溜めとして用いられる窪みを有する幅60mm×長さ60mm、厚さ10mmのアクリル板を用意した。そして、アクリル板を通して燃料を供給することができるように、アクリル板の中心に内径1mmのチューブコネクタの取り付け加工を行なった。

【0106】

また、カソード筐体として、中心に幅23mm×長さ23mmの開口部を有する幅60mm×長さ60mm、厚さ5mmのアクリル板を用意した。

【0107】

そして、アノード筐体の中心とアノード導電層2aの中心とが重なるようにアノード筐体を配置するとともに、カソード筐体の中心とカソード拡散層5の中心とが重なるようにカソード筐体を配置した後、アノード筐体およびカソード筐体の外周部をそれぞれ固定し

10

20

30

40

50

た。

【0108】

上記のアノード筐体およびカソード筐体の固定後の実施例1の燃料電池を恒温恒湿槽内に設置し、アノード筐体のチューブコネクタ部にペリスタポンプ（アトー株式会社製）を接続し、このペリスタポンプを用いてメタノール濃度が20質量%のメタノール水溶液を1.2cc/minの供給量で供給するとともに、カソード筐体は大気中に開放した。

【0109】

そして、0.1A/cm²の負荷をかけ、温度を25℃とした状態で、湿度を順に60%RHで1時間、30%RHで1時間、98%RHで1時間保持して、発電性能を評価したところ、出力電圧は湿度60%RHでは1時間保持後に0.25V、湿度30%RHでは1時間保持後に0.27V、湿度98%RHでは1時間保持後に0.24Vであった。

10

【0110】

〔比較例1〕

カソード拡散層5としてカーボンペーパー（SGLカーボン製35BC）を用い、ホットプレス時に500μmのステンレススペーサを配置したこと以外は実施例1と同様にして比較例1の燃料電池を作製した。そして、実施例1と同様にして、比較例1の燃料電池にアノード筐体およびカソード筐体を固定した。

【0111】

上記のアノード筐体およびカソード筐体の固定後の比較例1の燃料電池について、実施例1と同様にして発電性能を評価した。その結果、比較例1の燃料電池の出力電圧は湿度60%RHでは1時間保持後に0.23V、湿度30%RHでは1時間保持後に0.19V、湿度98%RHでは1時間保持後に0.16Vであった。湿度30%RHではカソード拡散層5の表面温度が40℃から50℃に上昇した。

20

【0112】

実施例1と比較例1の燃料電池との発電性能の評価結果を比較したところ、実施例1の燃料電池は比較例1の燃料電池と比べて外部の相対湿度が変化しても安定した出力電圧を維持することがわかった。

【0113】

また、比較例1の燃料電池が実施例1の燃料電池と比べて出力電圧が低下した理由としては、湿度30%RH時においては電解質膜4の乾燥および燃料のクロスオーバーが原因であると考えられ、湿度98%RH時においてはフラッドイングが原因であると考えられる。

30

【0114】

したがって、実施例1の燃料電池においては、湿度30%RHの低湿度時にはカソード拡散層5の通気性が小さくなって電解質膜4からの水分の蒸発を抑制し、電解質膜4のカソード側の水分濃度を高く維持することでアノード側への水分の輸送量を確保できていると考えられる。

【0115】

また、実施例1の燃料電池においては、湿度98%RHの高湿度時にはカソード拡散層5の通気性が大きくなって、カソード拡散層5の水分の排出性が大きくなり、フラッドイングが抑制されたためであると考えられる。

40

【0116】

〔実施例2〕

本実施例では、図5に示す構造の燃料電池1と同様の構造の燃料電池（実施例2の燃料電池）を作製した。

【0117】

アノード拡散層6として、カーボンペーパー（SGLカーボン社製35BC）を幅23mm×長さ23mmの正形状に切り出したものを用意した。そして、このカーボンペーパーからなるアノード拡散層6をアノード導電層2aとなる金メッシュの外側からアノード触媒層3aと同じ位置に合わせるようにして重ねた。ここで、アノード拡散層6のマイ

50

クロポーラスレイヤーをアノード導電層 2 a と接する側に向けて重ねた。

【0118】

その後、厚さ 600 μm のステンレススペーサを配置し、ホットプレスをすることによってアノード拡散層 6 をアノード導電層 2 a と接合させた。

【0119】

また、燃料透過層 7 として炭化水素系固体高分子膜（トクヤマ製）を用意し、アノード拡散層 6 の外側にアノード拡散層 6 と接するようにして燃料透過層 7 を配置して、アノード筐体およびカソード筐体を固定した。これにより、アノード筐体およびカソード筐体で固定された実施例 2 の燃料電池を作製した。なお、上記以外は、実施例 1 と同様にして実施例 2 の燃料電池が作製された。

10

【0120】

そして、メタノール濃度が 64 質量% のメタノール水溶液を供給したこと以外は実施例 1 と同様にして発電性能を評価した。その結果、実施例 2 の燃料電池の出力電圧は湿度 60 % RH では 1 時間保持後に 0.24 V、湿度 30 % RH では 1 時間保持後に 0.20 V、湿度 98 % RH では 1 時間保持後に 0.26 V であった。

【0121】

〔比較例 2〕

カソード拡散層 5 としてカーボンペーパー（SGL カーボン製 35BC）を用い、ホットプレス時に 600 μm のステンレススペーサを配置したこと以外は実施例 2 と同様にしてアノード筐体およびカソード筐体に固定された比較例 2 の燃料電池を作製した。

20

【0122】

上記のアノード筐体およびカソード筐体の固定後の比較例 2 の燃料電池について、実施例 2 と同様にして発電性能を評価した。その結果、比較例 2 の燃料電池の出力電圧は湿度 60 % RH では 1 時間保持後に 0.20 V、湿度 30 % RH では 1 時間保持後に 0.02 V、湿度 98 % RH では 1 時間保持後に 0.14 V であった。湿度 30 % RH ではカソード拡散層 5 の表面温度が 40 $^{\circ}\text{C}$ から 65 $^{\circ}\text{C}$ に上昇した。

【0123】

実施例 2 と比較例 2 の燃料電池との発電性能の評価結果を比較したところ、実施例 2 の燃料電池は比較例 2 の燃料電池と比べて燃料濃度の高い燃料を供給して外部の相対湿度が変化しても安定した出力電圧を維持することがわかった。

30

【0124】

今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【産業上の利用可能性】

【0125】

本発明の燃料電池によれば、他の部材を必要とすることなく、カソード拡散層の通気性を変化させて、水分の濃度勾配による電解質膜のカソード側からアノード側への水の輸送による拡散を効果的に発現させるのに好適なカソード触媒層内の湿度を維持することができることから、外部環境が変化しても安定して高い発電性能を維持することができる。

40

【0126】

また、本発明の燃料電池によれば、カソード側からアノード側への水の輸送により、燃料濃度の高い液体燃料を供給して発電させることが可能であることから、燃料タンクの小型化を図ることができ、本発明の燃料電池を含む燃料電池システムの小型化も可能となる。

【0127】

本発明の燃料電池および本発明の燃料電池を含む燃料電池システムは、たとえば、携帯電子機器用の小型電源に好適に利用することができる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 1 2 8 】

【図 1】 本発明の燃料電池の一例の模式的な分解斜視図である。

【図 2】 図 1 に示す燃料電池の模式的な断面図である。

【図 3】 本発明の燃料電池に用いられるカソード拡散層の一例の模式的な平面図である。

【図 4】 本発明の燃料電池に用いられるカソード拡散層の他の一例の模式的な平面図である。

【図 5】 本発明の燃料電池の他の一例の模式的な断面図である。

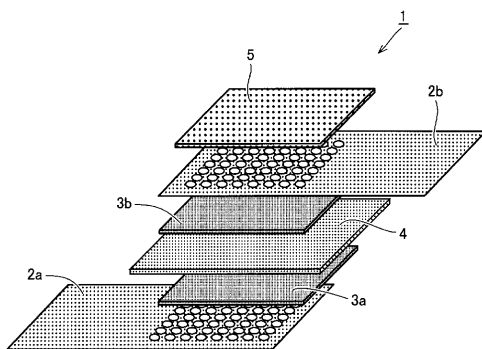
【符号の説明】

【 0 1 2 9 】

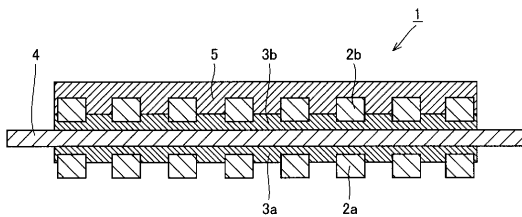
1 燃料電池、2 a アノード導電層、2 b カソード導電層、3 a アノード触媒層、3 b カソード触媒層、4 電解質膜、5 カソード拡散層、5 a 水膨潤性繊維、5 b 非水膨潤性繊維、6 アノード拡散層、7 燃料透過層。

10

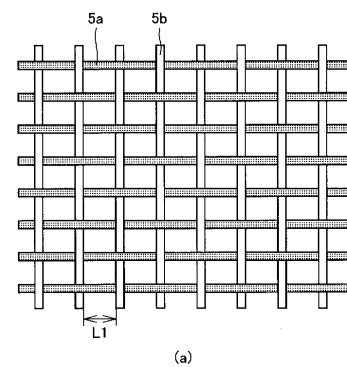
【 図 1 】



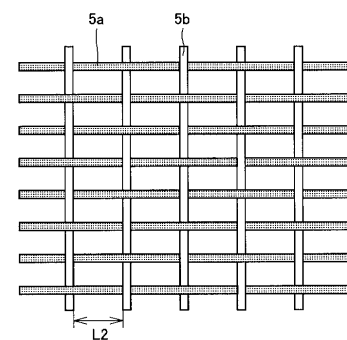
【 図 2 】



【 図 3 】

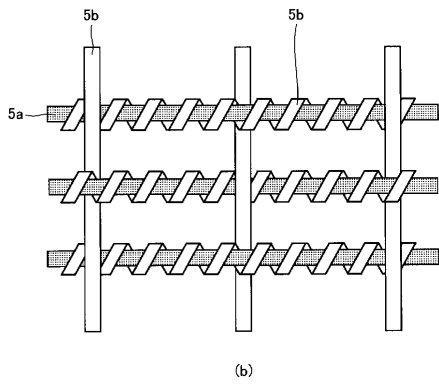
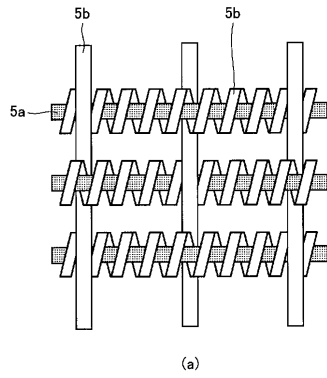


(a)

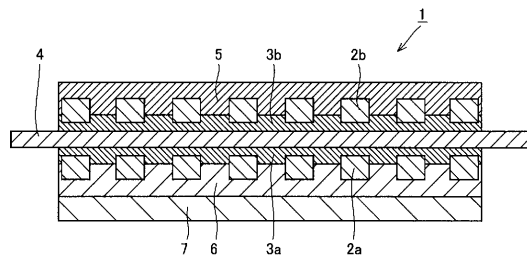


(b)

【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(72)発明者 神原 啓則

大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

Fターム(参考) 5H018 AA06 AA07 AS02 AS03 BB01 BB03 BB05 BB06 BB08 BB11

DD05 DD06 DD08 EE03 EE05 EE08 EE10 EE17 EE18 EE19

HH05

5H026 AA06 AA08 CC03 CC04 CX02 CX03 CX04 EE18 HH03