

(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2007-149357

(P2007-149357A)

(43) 公開日 平成19年6月14日(2007.6.14)

(51) Int. Cl.		F I		テーマコード (参考)	
HO 1 M	4/86	(2006.01)	HO 1 M 4/86	M	5HO18
HO 1 M	8/10	(2006.01)	HO 1 M 8/10		5HO26
HO 1 M	4/88	(2006.01)	HO 1 M 4/88	Z	

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2005-338181 (P2005-338181)  
 (22) 出願日 平成17年11月24日 (2005.11.24)

(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 100087480  
 弁理士 片山 修平  
 (72) 発明者 大竹 康貴  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 Fターム(参考) 5H018 AA06 BB06 BB08 BB12 CC06  
 DD01 DD10 EE02 HH00  
 5H026 AA06 BB03 BB04 BB08 CC10  
 CX01 EE02 HH00

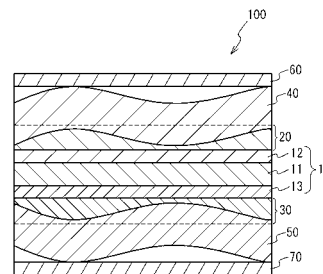
(54) 【発明の名称】 燃料電池用導電性多孔体、それを備えた燃料電池およびそれらの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 内部性状を変化させることなく膜電極接合体との接触抵抗を低減させることができる燃料電池用導電性多孔体、それを備えた燃料電池およびそれらの製造方法を提供する。

【解決手段】 燃料電池用導電性多孔体は、金属多孔体(40)と、金属多孔体(40)の一面側に配置されガス透過性を有する導電性層(20)とを備え、金属多孔体(40)の一面側の少なくとも一部は、導電性層(20)の他面に埋め込まれ、導電性層(20)の一面側の平面度は、金属多孔体(40)の一面側の平面度よりも高いことを特徴とする。金属多孔体(40)に圧力をかけなくても、膜電極接合体(10)との間に十分な接触面積が得られる。したがって、金属多孔体(40)の内部性状を変化させることなく、膜電極接合体(10)との接触抵抗を低減させることができる。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

金属多孔体と、

前記金属多孔体の一面側に配置され、ガス透過性を有する導電性層とを備え、

前記金属多孔体の一面側の少なくとも一部は、前記導電性層の他面に埋め込まれ、

前記導電性層の一面側の平面度は、前記金属多孔体の一面側の平面度よりも高いことを特徴とする燃料電池用導電性多孔体。

## 【請求項 2】

前記金属多孔体は、前記導電性層との間に隙間がない程度に前記導電性層に埋め込まれていることを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池用導電性多孔体。

10

## 【請求項 3】

前記導電性層の一面側の平面度は、 $10\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の燃料電池用導電性多孔体。

## 【請求項 4】

前記金属多孔体は、発泡焼結金属体であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の燃料電池用導電性多孔体。

## 【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の燃料電池用導電性多孔体と、

電解質膜の両面に触媒層が形成され、少なくとも一方の前記触媒層と前記燃料電池用導電性多孔体の一面とが対向するように配置された M E A とを備えることを特徴とする燃料電池。

20

## 【請求項 6】

前記導電性層は、撥水性を有することを特徴とする請求項 5 記載の燃料電池。

## 【請求項 7】

請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の燃料電池用導電性多孔体と、

電解質膜の両面に触媒層およびガス拡散層が順に形成され、少なくとも一方の前記ガス拡散層と前記燃料電池用導電性多孔体の一面とが対向するように配置された M E A とを備えることを特徴とする燃料電池。

## 【請求項 8】

前記導電性層は、親水性を有することを特徴とする請求項 7 記載の燃料電池。

30

## 【請求項 9】

平面プレート上に導電性スラリーを、所定厚となるように配置する工程と、

前記導電性スラリー上に導電性多孔体を積層する工程と、

前記導電性スラリーを乾燥させてガス透過性を有する導電性層を形成する工程と、

前記導電性層と前記平面プレートとを分離する工程とを含むことを特徴とする燃料電池用導電性多孔体の製造方法。

## 【請求項 10】

前記平面プレートの上面の平面度は、 $10\ \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 9 記載の燃料電池用導電性多孔体の製造方法。

## 【請求項 11】

前記導電性多孔体は、金属多孔体であることを特徴とする請求項 9 または 10 記載の燃料電池用導電性多孔体の製造方法。

40

## 【請求項 12】

前記金属多孔体は、発泡焼結金属体であることを特徴とする請求項 9 ~ 11 のいずれかに記載の燃料電池用導電性多孔体の製造方法。

## 【請求項 13】

請求項 9 ~ 12 のいずれかに記載の燃料電池用導電性多孔体を、プロトン導電性電解質膜の両面に触媒層が形成された M E A 上に、前記導電性層と少なくとも一方の前記触媒層とが対向するように積層する工程を含むことを特徴とする燃料電池の製造方法。

## 【請求項 14】

50

前記導電性層は、撥水性を有することを特徴とする請求項 1 3 記載の燃料電池の製造方法。

【請求項 1 5】

請求項 9 ~ 1 2 のいずれかに記載の燃料電池用導電性多孔体を、プロトン導電性電解質膜の両面に触媒層およびガス拡散層が順に形成された M E A 上に、少なくともいずれか一方の前記導電性層と前記ガス拡散層とが対向するように積層する工程を含むことを特徴とする燃料電池の製造方法。

【請求項 1 6】

前記導電性層は、親水性を有することを特徴とする請求項 1 5 記載の燃料電池の製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、燃料電池用導電性多孔体、それを備えた燃料電池およびそれらの製造方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

燃料電池は、一般的には水素及び酸素を燃料として電気エネルギーを得る装置である。この燃料電池は、環境面において優れかつ高いエネルギー効率を実現できることから、今後のエネルギー供給システムとして広く開発が進められてきている。特に、固体高分子型燃料電池は、各種の燃料電池の中でも比較的低温で作動することから、良好な起動性を有する。そのため、多方面における実用化のために盛んに研究がなされている。

20

【0 0 0 3】

固体高分子型燃料電池は、固体高分子電解質膜の両面に触媒層を接合して構成された膜電極接合体の両面に、集電体が密に接するように配置されている。この集電体には多孔質の導電体が用いられることが多い。燃料電池の発電効率を向上させるために、この集電体と膜電極接合体との接触抵抗を低減させる必要がある。そこで、集電体として用いるチタン焼結体の表面を研磨および切削する技術が開示されている（例えば、特許文献 1 参照）。

30

【0 0 0 4】

【特許文献 1】特開 2 0 0 4 - 7 1 4 5 6 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 5】

しかしながら、特許文献 1 の技術では、研磨および切削の際に、集電体の内部性状が変化してしまうおそれがある。この場合、集電体の品質管理を行うことが困難になる。

【0 0 0 6】

本発明は、内部性状を変化させることなく膜電極接合体との接触抵抗を低減させることのできる燃料電池用導電性多孔体、それを備えた燃料電池およびそれらの製造方法を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 7】

本発明に係る燃料電池用導電性多孔体は、金属多孔体と、金属多孔体の一面側に配置されガス透過性を有する導電性層とを備え、金属多孔体の一面側の少なくとも一部は導電性層の他面に埋め込まれ、導電性層の一面側の平面度は金属多孔体の一面側の平面度よりも高いことを特徴とするものである。

【0 0 0 8】

50

本発明に係る燃料電池用導電性多孔体においては、導電性層の平面度が高いことから、金属多孔体に圧力をかけなくても燃料電池用導電性多孔体と膜電極接合体との間に十分な接触面積が得られる。したがって、金属多孔体の内部性状を変化させることなく、燃料電池用導電性多孔体と膜電極接合体との接触抵抗を低減させることができる。また、金属多孔体の一部が導電性層に埋め込まれていることから、金属多孔体と導電性層との間の接触抵抗が低下する。その結果、本発明に係る燃料電池用導電性多孔体を用いた燃料電池の発電効率を向上させることができる。

**【0009】**

一般的に、平面度が高い金属多孔体の製造コストは非常に高くなり、品質管理が困難になる。金属多孔体の平面度を向上させるためには、金属多孔体に対して研磨または切削を行う等の二次加工を施す必要があるからである。また、二次加工の際には、金属多孔体の表面および内部の形状が変化するおそれがあるからである。しかしながら、本発明によれば、平面度が高い金属多孔体を使用する必要が無い。したがって、生産コストを低減させることができるとともに、品質管理が容易になる。

10

**【0010】**

金属多孔体は、導電性層との間に隙間がない程度に導電性層に埋め込まれていてもよい。この場合、金属多孔体に圧力をかけなくても、燃料電池用導電性多孔体と膜電極接合体との間に十分な接触面積が得られる。また、金属多孔体と導電性層との間の接触点に流動ガスに含まれる塵等の付着が防止される。それにより、金属多孔体と導電性層との間の低接触抵抗を維持することができる。

20

**【0011】**

また、導電性層の一面側の平面度は10 μm以下であってもよい。この場合、燃料電池用導電性多孔体と膜電極接合体との間に十分な接触面積が得られる。また、膜電極接合体と導電性層との間の面圧がほぼ均一になる。それにより、膜電極接合体に局部圧力がかかることが抑制される。その結果、膜電極接合体の破損が防止されるとともに、膜電極接合体の耐久性が向上する。さらに、金属多孔体は、発泡焼結金属体であってもよい。

**【0012】**

本発明に係る燃料電池は、請求項1～4のいずれかに記載の燃料電池用導電性多孔体と、電解質膜の両面に触媒層が形成され少なくとも一方の触媒層と燃料電池用導電性多孔体の一面とが対向するように配置されたMEAとを備えることを特徴とするものである。本発明に係る燃料電池においては、金属多孔体に圧力をかけなくても、燃料電池用導電性多孔体と触媒層との間に十分な接触面積が得られる。この場合、金属多孔体の内部性状を変化させることなく、接触抵抗を低減させることができる。その結果、本発明に係る燃料電池の発電効率を向上させることができる。

30

**【0013】**

導電性層は、MEAに対して撥水性を有していてもよい。この場合、MEAにおける発電に伴って生成された水が金属多孔体側に効率よく排水される。それにより、MEAにおける発電生成水の滞留を抑制することができる。その結果、本発明に係る燃料電池の発電効率低下を抑制することができる。

**【0014】**

本発明に係る他の燃料電池は、請求項1～4のいずれかに記載の燃料電池用導電性多孔体と、電解質膜の両面に触媒層およびガス拡散層が順に形成され少なくとも一方のガス拡散層と燃料電池用導電性多孔体の一面とが対向するように配置されたMEAとを備えることを特徴とするものである。本発明に係る燃料電池においては、金属多孔体に圧力をかけなくても、燃料電池用導電性多孔体とガス拡散層との間に十分な接触面積が得られる。この場合、金属多孔体の内部性状を変化させることなく、接触抵抗を低減させることができる。その結果、本発明に係る燃料電池の発電効率を向上させることができる。

40

**【0015】**

導電性層は、ガス拡散層に対して親水性を有していてもよい。この場合、ガス拡散層によって排水された発電生成水がMEAに逆流することが抑制される。それにより、MEA

50

における発電生成水の滞留を抑制することができる。その結果、本発明に係る燃料電池の発電効率低下を抑制することができる。

【0016】

本発明に係る燃料電池用導電性多孔体の製造方法は、平面プレート上に導電性スラリーを所定厚となるように配置する工程と、導電性スラリー上に導電性多孔体を積層する工程と、導電性スラリーを乾燥させてガス透過性を有する導電性層を形成する工程と、導電性層と平面プレートとを分離する工程とを含むことを特徴とするものである。

【0017】

本発明に係る燃料電池用導電性多孔体の製造方法においては、平面プレート上に導電性スラリーが所定厚となるように配置され、導電性スラリー上に導電性多孔体が積層され、導電性スラリーが乾燥してガス透過性を有する導電性層が形成され、導電性層と平面プレートとが分離される。この場合、導電性層の平面度が向上する。それにより、導電性多孔体に圧力をかけなくても燃料電池用導電性多孔体と膜電極接合体との間に十分な接触面積が得られる。したがって、導電性多孔体の内部性状を変化させることなく、燃料電池用導電性多孔体と膜電極接合体との接触抵抗を低減させることができる。また、導電性多孔体の一部が導電性層に埋め込まれていることから、導電性多孔体と導電性層との間の接触抵抗が低下する。その結果、本発明に係る燃料電池用導電性多孔体を用いた燃料電池の発電効率を向上させることができる。

10

【0018】

平面プレートの上面の平面度は10 μm以下であってもよい。この場合、燃料電池用導電性多孔体と膜電極接合体との間に十分な接触面積が得られる。また、膜電極接合体と導電性層との間の面圧がほぼ均一になる。それにより、膜電極接合体に局部圧力がかかることが抑制される。その結果、膜電極接合体の破損が防止されるとともに、膜電極接合体の耐久性が向上する。また、導電性多孔体は、金属多孔体であってもよい。さらに、金属多孔体は、発泡焼結金属体であってもよい。

20

【0019】

本発明に係る燃料電池の製造方法は、請求項9～12のいずれかに記載の燃料電池用導電性多孔体を、プロトン導電性電解質膜の両面に触媒層が形成されたMEA上に、導電性層と少なくとも一方の触媒層とが対向するように積層する工程を含むことを特徴とするものである。本発明に係る燃料電池の製造方法においては、燃料電池用導電性多孔体が、プロトン導電性電解質膜の両面に触媒層が形成されたMEA上に、導電性層と少なくとも一方の触媒層とが対向するように積層される。この場合、導電性多孔体に圧力をかけなくても、燃料電池用導電性多孔体と触媒層との間に十分な接触面積が得られる。それにより、導電性多孔体の内部性状を変化させることなく、接触抵抗を低減させることができる。その結果、本発明に係る燃料電池の発電効率を向上させることができる。

30

【0020】

導電性層は、MEAに対して撥水性を有していてもよい。この場合、MEAにおける発電に伴って生成された水が金属多孔体側に効率よく排水される。それにより、MEAにおける発電生成水の滞留を抑制することができる。その結果、本発明に係る燃料電池の発電効率低下を抑制することができる。

40

【0021】

本発明に係る他の燃料電池の製造方法は、請求項9～12のいずれかに記載の燃料電池用導電性多孔体を、プロトン導電性電解質膜の両面に触媒層およびガス拡散層が順に形成されたMEA上に、少なくともいずれか一方の導電性層とガス拡散層とが対向するように積層する工程を含むことを特徴とするものである。本発明に係る燃料電池の製造方法においては、燃料電池用導電性多孔体が、プロトン導電性電解質膜の両面に触媒層およびガス拡散層が順に形成されたMEA上に、少なくともいずれか一方の導電性層とガス拡散層とが対向するように積層される。この場合、導電性多孔体に圧力をかけなくても、燃料電池用導電性多孔体とガス拡散層との間に十分な接触面積が得られる。それにより、導電性多孔体の内部性状を変化させることなく、接触抵抗を低減させることができる。その結果、

50

本発明に係る燃料電池の発電効率を向上させることができる。

【0022】

導電性層は、ガス拡散層に対して親水性を有していてもよい。この場合、ガス拡散層によって排水された発電生成水がMEA側に逆流することが抑制される。それにより、MEAにおける発電生成水の滞留を抑制することができる。その結果、本発明に係る燃料電池の発電効率低下を抑制することができる。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、内部性状を変化させることなく膜電極接合体との接触抵抗を低減させることができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、本発明を実施するための最良の形態を説明する。

【実施例1】

【0025】

図1は、本発明の第1実施例に係る燃料電池100の模式的断面図である。図1に示すように、燃料電池100は、膜電極接合体(MEA)10、撥水層20, 30、多孔体層40, 50およびセパレータ60, 70を含む。MEA10は、電解質層11および触媒層12, 13から構成される。電解質層11は、例えば、プロトン導電性を有する固体高分子からなる。触媒層12, 13は、例えば、白金を担持したカーボンから構成される。触媒層12, 13中の白金は、水素のプロトン化およびプロトンと酸素との反応のための触媒として用いられる。触媒層12は電解質層11上に形成され、触媒層13は電解質層11下に形成されている。

20

【0026】

撥水層20, 30は、PTFE(ポリテトラフルオロエチレン)、カーボン等の撥水性、導電性およびガス透過性を備えた材料から構成される。撥水層20, 30の撥水性、電気導電性およびガス透過性向上のためには、カーボンナノチューブを用いることが好ましい。ここで、撥水性を備えるとは、接触角が90°以上であることをいう。撥水層20, 30の膜厚は、例えば、50μm程度である。撥水層20は触媒層12上に形成され、撥水層30は触媒層13下に形成されている。撥水層20, 30のMEA10側の面は、多孔体層40, 50の平面度よりも高い平面度を有するように形成されている。撥水層20, 30それぞれのMEA10側の面の平面度は、例えば、10μm以下である。

30

【0027】

多孔体層40, 50は、発泡焼結金属体等の導電性多孔体から構成される。多孔体層40, 50は、ガスが流動するためのガス流路および触媒層にガスを供給するためのガス拡散層として機能する。本実施例においては、多孔体層40, 50として、チタン発泡焼結金属体が用いられている。例えば、多孔体層40, 50の膜厚は0.5mm程度であり、多孔体層40, 50の発泡空孔の平均孔径は0.05mm~3mm程度であり、粒子間空孔の平均孔径は0.1μm~40μm程度であり、気孔率は40%~99%程度である。多孔体層40, 50は、ドクターブレード法等によって作製することができる。多孔体層40は撥水層20上に形成され、多孔体層50は撥水層30下に形成されている。

40

【0028】

多孔体層40の下面側の一部は、撥水層20に埋め込まれ、固定されている。多孔体層40の下面側の一部は、多孔体層40の下面と撥水層20の上面との間に空隙がない程度に撥水層20に埋め込まれていることが好ましい。多孔体層50の上面側の一部は、撥水層30に埋め込まれ、固定されている。多孔体層50の上面側の一部は、多孔体層50の上面と撥水層30の下面との間に空隙がない程度に撥水層30に埋め込まれていることが好ましい。

【0029】

セパレータ60, 70は、ステンレス等の導電性材料から構成される。セパレータ60

50

は多孔体層 40 上に形成され、セパレータ 70 は多孔体層 50 下に形成されている。セパレータ 60, 70 の膜厚は、例えば、0.3 mm 程度である。図 1 においては説明の簡略化のために単セルが記載されているが、実際の燃料電池においてはこの単セルが複数積層されている。

#### 【0030】

続いて、燃料電池 100 の作用について説明する。まず、水素を含有する燃料ガスが多孔体層 50 に供給される。燃料ガスは、多孔体層 50 を流動しつつ、撥水層 30 を透過して触媒層 13 に到達する。触媒層 13 に到達した燃料ガス中の水素は、プロトンと電子とに分離される。プロトンは、電解質層 11 を伝導し、触媒層 12 に到達する。

#### 【0031】

一方、酸素を含有する酸化剤ガスは多孔体層 40 に供給される。酸化剤ガスは、多孔体層 40 を流動しつつ、撥水層 20 を透過して触媒層 12 に到達する。触媒層 12 に到達した酸化剤ガス中の酸素とプロトンとから水が発生するとともに電力が発生する。発生した電力は、セパレータ 60, 70 によって回収される。以上の動作によって、燃料電池 100 は発電を行う。

#### 【0032】

発電に伴って生成された発電生成水は、撥水層 20 を透過して多孔体層 40 に到達する。撥水層 20 は撥水性を有することから、発電生成水は、効率よく多孔体層 40 側に排水される。それにより、発電生成水が触媒層 12 に滞留することが抑制される。同様に、撥水層 30 側の水も効率よく排水される。その結果、燃料電池 100 の発電効率低下を抑制することができる。多孔体層 40 に到達した発電生成水は、酸化剤ガスの流動圧力によって、酸化剤ガスの流動方向に流動する。以上のことから、燃料電池 100 においては、発電生成水が効率良く排水される。

#### 【0033】

本実施例に係る燃料電池 100 においては、撥水層 20, 30 の M E A 10 側の面の平面度が高いことから、撥水層 20, 30 と M E A 10 との接触面積が増加する。それにより、撥水層 20, 30 と M E A 10 との接触抵抗が低下する。その結果、燃料電池 100 の発電効率が向上する。また、撥水層 20, 30 と M E A 10 との間の面圧がほぼ均一になる。それにより、M E A 10 に局部圧力がかかることが防止される。その結果、M E A 10 の破損が防止されるとともに、M E A 10 の耐久性が向上する。

#### 【0034】

ここで、多孔体層 40, 50 は、その製法に起因して表面に凹凸が形成されることが多い。しかしながら、多孔体層 40 が撥水層 20 に埋め込まれていることから、多孔体層 40 に対して圧力をかけなくても多孔体層 40 と撥水層 20 との間に十分な接触面積が得られる。特に、多孔体層 40 と撥水層 20 との間に空隙がなければ接触面積がさらに大きくなる。それにより、多孔体層 40 と撥水層 20 との間の接触抵抗が低下する。多孔体層 50 と撥水層 30 との間においても同様である。その結果、燃料電池 100 の発電効率が向上する。

#### 【0035】

また、多孔体層 40 と撥水層 20 との間に十分な接触面積が得られると、発電に伴って発生する熱が多孔体層 40 に伝達しやすくなる。多孔体層 50 と撥水層 30 との間においても同様である。それにより、効率良く燃料電池 100 を冷却することができる。さらに、あらかじめ多孔体層 40 が撥水層 20 に埋め込まれていることから、多孔体層 40 と撥水層 20 との間の接触点に燃料ガスまたは酸化剤ガスに含まれる塵等の付着が防止される。それにより、多孔体層 40 と撥水層 20 との間の低接触抵抗を維持することができる。多孔体層 50 と撥水層 30 との間においても同様である。

#### 【0036】

また、凹凸を有する多孔体層 40, 50 に圧力をかける必要がないことから、M E A 10 に局部圧力がかかることが防止される。その結果、M E A 10 の破損が防止されるとともに、M E A 10 の耐久性が向上する。また、多孔体層 40, 50 に圧力をかける必要が

10

20

30

40

50

ないことから、多孔体層 40, 50 の変形を抑制することができる。それにより、多孔体層 40, 50 のガス透過度および排水性の低下を抑制することができる。

【0037】

ここで、一般的に、平面度が高い多孔体層の製造コストは非常に高くなり、品質管理が困難になる。多孔体層の平面度を向上させるためには、多孔体層に対して研磨または切削を行う等の二次加工を施す必要があるからである。また、二次加工の際には、多孔体層の表面および内部の形状が変化するおそれがあるからである。しかしながら、平面度が高い多孔体層を用いなくても本発明の効果を得ることができる。したがって、本発明によれば、生産コストを低減させることができるとともに、品質管理が容易になる。

【0038】

続いて、燃料電池 100 の製造方法について説明する。図 2 は、燃料電池 100 の製造方法を説明するための製造フロー図である。まず、図 2 (a) に示すように、型 202 の上にスラリー状の撥水剤 201 を塗布する。撥水剤 201 としては、スラリー状の PTFE、カーボン等を用いることができる。この場合の型 202 として、良好な離型性を有し、平面度が 10 μm 程度のものを用いることが好ましい。例えば、PTFE を用いることができる。

10

【0039】

次に、図 2 (b) に示すように、スクリーニング等により、撥水剤 201 の膜厚を調整する。なお、撥水剤 201 として揮発性の低い材料を用いる場合には、時間をかけて撥水剤 201 の膜厚を調整することができる。したがって、スクリーニング等により膜厚調整を行わなくても、所定容積の金型に撥水剤を所定量流し込むことによって撥水剤の膜厚を調整することが可能になる。

20

【0040】

次いで、図 2 (c) に示すように、多孔体層 40 の下面側の一部が撥水剤 201 に浸るように、多孔体層 40 を撥水剤 201 上に配置する。この場合、多孔体層 40 の下面と撥水剤 201 の上面との間に空隙が存在しないように多孔体層 40 を撥水剤 201 に対して押し付けることが好ましい。なお、多孔体層 40 は、金属で構成されていることから、スラリー状の撥水剤 201 よりも変形しにくい。それにより、多孔体層 40 を撥水剤 201 に対して押し付ける場合でも、スラリー状の撥水剤 201 の粘度が低くなるように調整する必要がない。

30

【0041】

次に、図 2 (d) に示すように、撥水剤 201 を乾燥させ、撥水剤 201 の不要な部分をカットする。乾燥させた撥水剤 201 が図 1 の撥水層 20 に対応する。次いで、図 2 (e) に示すように、撥水層 20 および多孔体層 40 を脱型する。撥水層 30 および多孔体層 50 は、図 2 (a) ~ 図 2 (e) と同様の方法により作製することができる。

【0042】

次に、図 2 (f) に示すように、MEA 10 上に撥水層 20 および多孔体層 40 を配置し、MEA 10 下に撥水層 30 および多孔体層 50 を配置する。次いで、図 2 (g) に示すように、多孔体層 40 上にセパレータ 60 を配置し、多孔体層 50 下にセパレータ 70 を配置する。以上の工程により、燃料電池 100 が完成する。

40

【0043】

図 2 の製造方法によれば、多孔体層 40 が撥水剤 201 に浸されていることから、多孔体層 40 に対して圧力をかけなくても多孔体層 40 と乾燥後の撥水層 20 との間に十分な接触面積が得られる。特に、多孔体層 40 と撥水剤 201 との間に空隙がなければ、さらに大きな接触面積が得られる。それにより、多孔体層 40 と撥水層 20 との間の接触抵抗が低下する。同様に、多孔体層 50 と撥水層 30 との間の接触抵抗が低下する。

【0044】

また、多孔体層 40 と撥水層 20 との間に十分な接触面積が得られることから、接触抵抗低減のために多孔体層 40 に圧力をかける必要がなくなる。多孔体層 50 に対しても同様である。それにより、MEA 10 に局部圧力がかかることが防止される。その結果、M

50

E A 1 0 の破損が防止されるとともに、M E A 1 0 の耐久性が向上する。さらに、多孔体層 4 0 , 5 0 の変形を抑制することができる。それにより、多孔体層 4 0 , 5 0 のガス透気度および排水性の低下を抑制することができる。また、平面度が高い多孔体層を用いなくても本発明の効果を得ることができる。したがって、本実施例に係る製造方法によれば、生産コストを低減させることができるとともに、品質管理が容易になる。

【 0 0 4 5 】

また、撥水層 2 0 , 3 0 の M E A 1 0 側の平面度を向上させることができる。それにより、撥水層 2 0 , 3 0 と M E A 1 0 との接触抵抗が低下する。また、撥水層 2 0 , 3 0 と M E A 1 0 との間の面圧がほぼ均一になる。それにより、M E A 1 0 に局部圧力がかかることが防止される。その結果、M E A 1 0 の破損が防止されるとともに、M E A 1 0 の耐久性が向上する。

10

【 0 0 4 6 】

なお、本実施例においては多孔体層 4 0 , 5 0 としてチタン発泡焼結金属体が用いられているが、それに限られない。例えば、ステンレス、ニッケル等の良好な耐食性を有する金属の発泡焼結体を用いることができる。また、金属炭化物が均一に分散した金属発泡体を用いることができる。例えば、ステンレス中に C r 炭化物、F e C r 炭化物等が均一に分散した金属発泡体を用いることができる。

【 0 0 4 7 】

本実施例においては、多孔体層 4 0 , 5 0 が導電性多孔体層および金属多孔体に相当し、撥水層 2 0 , 3 0 が導電性層に相当し、多孔体層 4 0 および撥水層 2 0 または多孔体層 5 0 および撥水層 3 0 が燃料電池用導電性多孔体に相当し、撥水剤 2 0 1 が導電性スラリーに相当し、型 2 0 2 が平面プレートに相当する。

20

【 実施例 2 】

【 0 0 4 8 】

続いて、本発明の第 2 実施例に係る燃料電池 1 0 0 a について説明する。図 3 は、燃料電池 1 0 0 a の模式的断面図である。図 3 に示すように、燃料電池 1 0 0 a が燃料電池 1 0 0 と異なる点は、多孔体層 4 0 のセパレータ 6 0 側に親水層 8 0 が形成されている点および多孔体層 5 0 のセパレータ 7 0 側に親水層 9 0 が形成されている点である。その他の点においては、燃料電池 1 0 0 a は燃料電池 1 0 0 と同様の構成を有する。なお、実施例 1 と同様の部位には同一符号を付すことで重複する説明を省略する。

30

【 0 0 4 9 】

親水層 8 0 , 9 0 は、P T F E にシリカ、チタニア等を混入させた親水性材料から構成され、導電性およびガス拡散性を有する。ここで、親水性を備えるとは、接触角が 9 0 ° 未満であることをいう。親水層 8 0 , 9 0 の膜厚は、例えば、5 0 μ m 程度である。親水層 8 0 のセパレータ 6 0 側の面および親水層 9 0 のセパレータ 7 0 側の面は、平面度が 1 0 μ m 以下になるように形成されている。多孔体層 4 0 の上面側の一部は、親水層 8 0 に埋め込まれ、固定されている。多孔体層 4 0 の上面側の一部は、多孔体層 4 0 の上面と親水層 8 0 との間に空隙がない程度に親水層 8 0 に埋め込まれていることが好ましい。多孔体層 5 0 の下面側の一部も同様に、親水層 9 0 に埋め込まれている。

【 0 0 5 0 】

本実施例に係る燃料電池 1 0 0 a においては、親水層 8 0 とセパレータ 6 0 との接触面積および親水層 9 0 とセパレータ 7 0 との接触面積が増加する。それにより、燃料電池 1 0 0 a の発電効率がより向上する。また、M E A 1 0 における発電反応に伴って発生する熱がセパレータ 6 0 , 7 0 に伝達しやすくなる。それにより、より効率良く燃料電池 1 0 0 a を冷却することができる。

40

【 0 0 5 1 】

さらに、あらかじめ多孔体層 4 0 が親水層 8 0 に埋め込まれていることから、多孔体層 4 0 と親水層 8 0 との間の接触点に燃料ガスまたは酸化剤ガスに含まれる塵等が付着することが防止される。それにより、多孔体層 4 0 と親水層 8 0 との間の低接触抵抗を維持することができる。多孔体層 5 0 と親水層 9 0 との間においても同様である。また、親水層

50

80は親水性を備えていることから、撥水層20を透過した発電生成水をセパレータ60側に効率良く排水することができる。同様に、撥水層30側の水も親水層90によって効率良く排水される。

#### 【0052】

図4は、燃料電池100aの製造方法を説明するための製造フロー図である。まず、図4(a)に示すように、型204上に所定厚になるように調整されたスラリー状の親水剤203と、図2(e)で作製した撥水層20および多孔体層40とを準備する。型204は、図2の型202と同様の平面度を有することが好ましい。親水剤203としては、スラリー状でシリカ、チタニア等を含むPTFE、SBR(スチレンブタジエンラバー)、カーボン等を用いることができる。

10

#### 【0053】

次に、図4(b)に示すように、多孔体層40の撥水層20と反対側の一部が親水剤203に浸るように、多孔体層40を親水剤203上に配置する。この場合、多孔体層40と親水剤203との間に空隙が存在しないように多孔体層40を親水剤203に対して押し付けることが好ましい。次いで、図4(c)に示すように、親水剤203を乾燥させ、親水剤203の不要な部分をカットする。乾燥させた親水剤201が図3の親水層80に対応する。親水層90および多孔体層50は、図4(a)~図4(c)と同様の方法により作製することができる。

#### 【0054】

次に、図4(d)に示すように、MEA10上に撥水層20、多孔体層40および親水層80を配置し、MEA10下に撥水層30、多孔体層50および親水層90を配置する。次いで、図4(e)に示すように、親水層80上にセパレータ60を配置し、親水層90下にセパレータ70を配置する。以上の工程により、燃料電池100aが完成する。

20

#### 【0055】

図4の製造方法によれば、多孔体層40が親水剤203に浸されていることから、多孔体層40に対して圧力をかけなくても多孔体層40と乾燥後の親水層80との間に十分な接触面積が得られる。特に、多孔体層40と親水剤203との間に空隙がなければ、さらに大きな接触面積が得られる。それにより、多孔体層40と親水層80との間の接触抵抗が低下する。同様に、多孔体層50と親水層90との間の接触抵抗が低下する。

#### 【0056】

本実施例においては、多孔体層40、撥水層20および親水層80または多孔体層50、撥水層30および親水層90が燃料電池用導電性多孔体に相当し、親水層80,90が導電性層に相当し、親水剤204が導電性スラリーに相当し、型204が平面プレートに相当する。

30

#### 【実施例3】

#### 【0057】

続いて、本発明の第3実施例に係る燃料電池100bについて説明する。図5は、燃料電池100bの模式的断面図である。図5に示すように、燃料電池100bが図1の燃料電池100と異なる点は、MEA10の代わりにMEA10bが設けられている点、撥水層20の代わりに親水層21が設けられている点および撥水層30の代わりに親水層31が設けられている点である。MEA10bがMEA10と異なる点は、触媒層12上にガス拡散層14が設けられている点および触媒層13下にガス拡散層15が設けられている点である。その他の点においては、燃料電池100bは燃料電池100と同様の構成を有する。なお、実施例1と同様の部位には同一符号を付すことで重複する説明を省略する。

40

#### 【0058】

ガス拡散層14,15は、例えば、カーボン繊維およびPTFEを含むカーボンペーパー、カーボンクロス等から構成され、撥水性、導電性およびガス拡散性を備える。ガス拡散層14,15の膜厚は、例えば、150 $\mu$ m程度である。親水層21,31は、PTFEにシリカ、チタニア等を混入させた親水性材料から構成され、導電性およびガス拡散性を有する。親水層21,31の膜厚は、例えば、50 $\mu$ m程度である。

50

## 【 0 0 5 9 】

多孔体層 4 0 の下面側の一部は、親水層 2 1 に埋め込まれ、固定されている。多孔体層 4 0 の下面側の一部は、多孔体層 4 0 の下面と親水層 2 1 の上面との間に空隙がない程度に親水層 2 1 に埋め込まれていることが好ましい。多孔体層 5 0 の上面側の一部は、親水層 3 1 に埋め込まれ、固定されている。多孔体層 5 0 の上面側の一部は、多孔体層 5 0 の上面と親水層 3 1 の下面との間に空隙がない程度に親水層 3 1 に埋め込まれていることが好ましい。親水層 2 1 , 3 1 は、図 2 に示した撥水層 2 0 , 3 0 の形成方法と同様の方法により形成することができる。

## 【 0 0 6 0 】

本実施例においては、ガス拡散層 1 4 が撥水性を有しかつ親水層 2 1 が親水性を有することから、発電生成水は、効率よく親水層 2 1 側に排水される。それにより、発電生成水が触媒層 1 2 に滞留することが抑制される。同様に、ガス拡散層 1 5 側の水も親水層 3 1 によって効率よく排水される。その結果、燃料電池 1 0 0 b の発電効率低下を抑制することができる。

10

## 【 0 0 6 1 】

図 6 は、燃料電池 1 0 0 b の製造方法を説明するための製造フロー図である。図 6 ( a ) に示すように、親水層 2 1 および多孔体層 4 0 、親水層 3 1 および多孔体層 5 0 ならびに M E A 1 0 b を、M E A 1 0 b の上面と親水層 2 1 とが対向し M E A 1 0 b の下面と親水層 3 1 とが対向するように配置する。次に、図 6 ( b ) に示すように、多孔体層 4 0 上にセパレータ 6 0 を配置して多孔体層 5 0 下にセパレータ 7 0 を配置する。以上の工程により、燃料電池 1 0 0 b が完成する。

20

## 【 実施例 4 】

## 【 0 0 6 2 】

続いて、本発明の第 4 実施例に係る燃料電池 1 0 0 c について説明する。図 7 は、燃料電池 1 0 0 c の模式的断面図である。燃料電池 1 0 0 c が図 5 の燃料電池 1 0 0 b と異なる点は、多孔体層 4 0 のセパレータ 6 0 側に親水層 8 0 c が形成されている点および多孔体層 5 0 のセパレータ 7 0 側に親水層 9 0 c が形成されている点である。その他の点においては、燃料電池 1 0 0 c は燃料電池 1 0 0 b と同様の構成を有する。なお、実施例 3 と同様の部位には同一符号を付すことで重複する説明を省略する。

30

## 【 0 0 6 3 】

親水層 8 0 c , 9 0 c は、S B R にシリカ、チタニア等を混入させた親水性材料から構成され、導電性およびガス拡散性を有する。親水層 2 1 の親水性よりも親水層 8 0 c の親水性の方が高く設定され、親水層 3 1 の親水性よりも親水層 9 0 c の親水性の方が高く設定されている。

## 【 0 0 6 4 】

本実施例においては、ガス拡散層 1 4 が撥水性を有しかつ親水層 2 1 が親水性を有することから、発電生成水は、効率よく親水層 2 1 側に排水される。さらに、親水層 8 0 c が親水層 2 1 よりも高い親水性を有することから、親水層 2 1 から親水層 8 0 c に水が吸引される。それにより、M E A 1 0 b における発電生成水の滞留を抑制することができる。その結果、燃料電池 1 0 0 c の発電効率低下をより抑制することができる。ガス拡散層 1 5 側においても、親水層 3 1 および親水層 9 0 c により効率良く排水される。

40

## 【 0 0 6 5 】

なお、多孔体層 4 0 、親水層 2 1 および親水層 8 0 c または多孔体層 5 0 、親水層 3 1 および親水層 9 0 c が燃料電池用導電性多孔体に相当する。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 6 6 】

【 図 1 】 本発明の第 1 実施例に係る燃料電池の模式的断面図である。

【 図 2 】 本発明の第 1 実施例に係る燃料電池の製造方法を説明するための製造フロー図である。

【 図 3 】 本発明の第 2 実施例に係る燃料電池の模式的断面図である。

50

【図4】本発明の第2実施例に係る燃料電池の製造方法を説明するための製造フロー図である。

【図5】本発明の第3実施例に係る燃料電池の模式的断面図である。

【図6】本発明の第3実施例に係る燃料電池の製造方法を説明するための製造フロー図である。

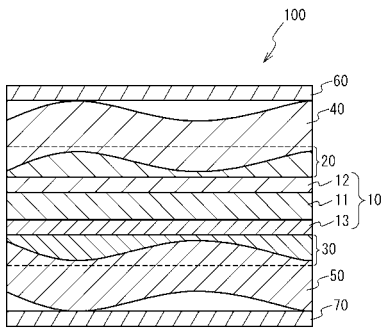
【図7】本発明の第4実施例に係る燃料電池の模式的断面図である。

【符号の説明】

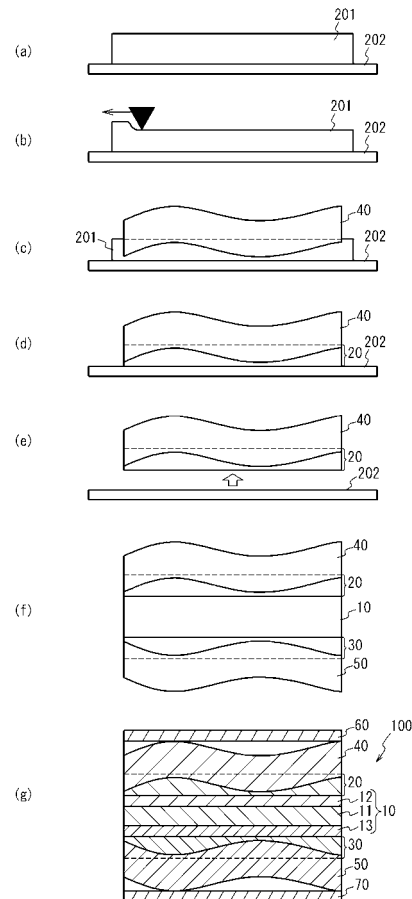
【0067】

- 10, 10b MEA
- 11 電解質膜
- 12, 13 触媒層
- 14, 15 ガス拡散層
- 20, 30 撥水層
- 40, 50 多孔体層
- 60, 70 セパレータ
- 21, 31, 80, 90 親水層
- 100, 100a, 100b 燃料電池
- 201 撥水剤
- 203 親水剤

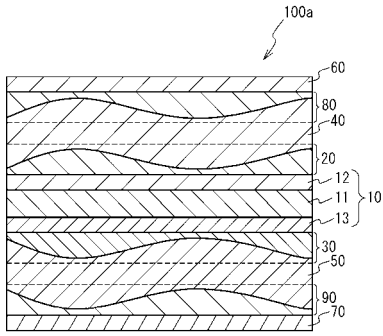
【図1】



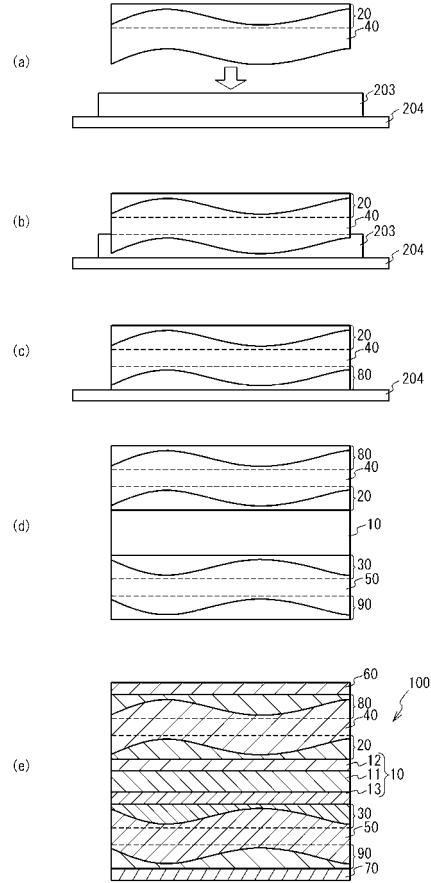
【図2】



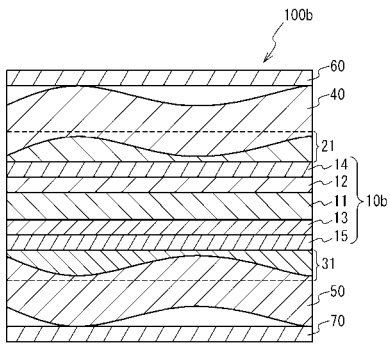
【 図 3 】



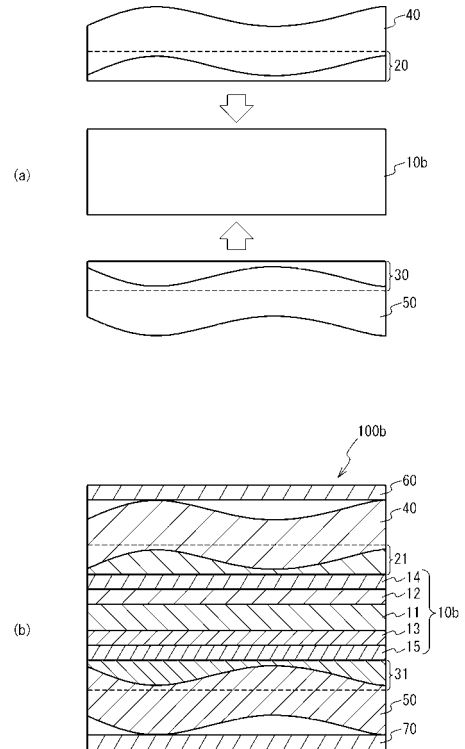
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

