

(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2010-80378
(P2010-80378A)

(43) 公開日 平成22年4月8日(2010.4.8)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 8/02 (2006.01)	HO 1 M 8/02 E	5 H O 1 8
HO 1 M 8/10 (2006.01)	HO 1 M 8/10	5 H O 2 6
HO 1 M 4/86 (2006.01)	HO 1 M 4/86 M	
	HO 1 M 8/02 R	
	HO 1 M 8/02 B	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2008-250008 (P2008-250008)	(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
(22) 出願日 平成20年9月29日 (2008.9.29)	(74) 代理人 100087480 弁理士 片山 修平
	(74) 代理人 100134511 弁理士 八田 俊之
	(74) 代理人 100128565 弁理士 ▲高▼林 芳孝
	(72) 発明者 壺阪 健二 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 AS01 DD01 DD08 HH03 HH04 HH09 5H026 AA06 CX01 CX05 HH03 HH04 HH09

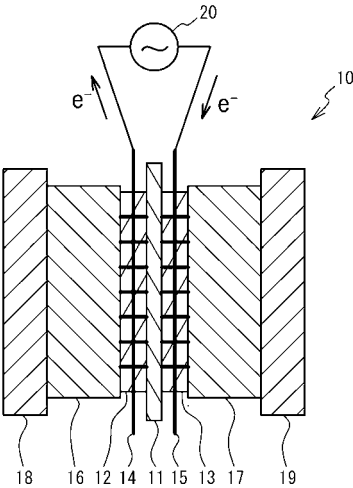
(54) 【発明の名称】 燃料電池

(57) 【要約】

【課題】 フラッドイングを抑制することができる燃料電池を提供する。

【解決手段】 燃料電池（10）は、電解質膜（11）と、電解質膜の少なくとも一面に配置された触媒層（12，13）と、触媒層の少なくとも一部に埋設された多孔質状の集電体（14，15）と、を備え、触媒層および集電体は、水の表面張力を γ （N/m）とし、触媒層の平均孔径を D_1 （ μm ）とし、集電体の平均孔径を D_2 （ μm ）とし、触媒層の接触角を θ_1 （rad）とし、集電体の接触角を θ_2 （rad）とした場合に、 $0 < 4\gamma \sin(\theta_1 - \pi/2)/D_1 - 4\gamma \sin(\theta_2 - \pi/2)/D_2$ の関係式を満たすことを特徴とするものである。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電解質膜と、

前記電解質膜の少なくとも一面に配置された触媒層と、

前記触媒層の少なくとも一部に埋設された多孔質状の集電体と、を備え、

前記触媒層および前記集電体は、水の表面張力を γ (N/m) とし、前記触媒層の平均孔径を D_1 (μm) とし、前記集電体の平均孔径を D_2 (μm) とし、前記触媒層の接触角を θ_1 (rad) とし、前記集電体の接触角を θ_2 (rad) とした場合に、 $0 < 4\gamma \sin(\theta_1 - \pi/2) / D_1 - 4\gamma \sin(\theta_2 - \pi/2) / D_2$ の関係式を満たすことを特徴とする燃料電池。

10

【請求項 2】

前記触媒層は、カソード触媒層であることを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池。

【請求項 3】

前記触媒層の前記電解質膜と反対側に配置され、前記集電体に比較して親水性を有する親水性部材をさらに備えることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の燃料電池。

【請求項 4】

前記親水性部材は、ガス拡散層、多孔体流路およびセパレータの少なくともいずれか 1 つであることを特徴とする請求項 3 記載の燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、燃料電池に関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池は、一般的には水素およ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ており、また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。

【0003】

燃料電池は、例えば、プロトン伝導性を有する電解質膜と、電解質膜に沿って配置されたカソード触媒層およびアノード触媒層と、それぞれの触媒層の電解質膜と反対側に配置されたセパレータと、を備える。このような燃料電池においては、カソード触媒層にカソードガスが供給され、アノード触媒層にアノードガスが供給される。それにより、発電が行われる。

30

【0004】

特許文献 1 には、カソード触媒層およびアノード触媒層の内部に集電体が埋設された燃料電池が開示されている。この燃料電池によれば、ガス拡散層、セパレータ等が集電機能を有する必要がなくなる。

【0005】

【特許文献 1】特開 2005 - 174872 号公報

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、触媒層の内部に集電体が埋設された場合、集電体の開孔に溜まる生成水を排出するための駆動力がないため、触媒層にフラiddingが生じるおそれがある。

【0007】

本発明は、フラiddingを抑制することができる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】

本発明に係る燃料電池は、電解質膜と、電解質膜の少なくとも一面に配置された触媒層

50

と、触媒層の少なくとも一部に埋設された多孔質状の集電体と、を備え、触媒層および集電体は、水の表面張力を γ (N/m) とし、触媒層の平均孔径を D_1 (μm) とし、集電体の平均孔径を D_2 (μm) とし、触媒層の接触角を θ_1 (rad) とし、集電体の接触角を θ_2 (rad) とした場合に、 $0 < 4\gamma \sin(\theta_1 - \pi/2)/D_1 - 4\gamma \sin(\theta_2 - \pi/2)/D_2$ の関係式を満たすことを特徴とするものである。

【0009】

本発明に係る燃料電池によれば、触媒層および集電体が上記関係式を満たすことから、生成水の触媒層からの排出が促進される。それにより、フラッディングが抑制される。

【0010】

上記構成において、触媒層は、カソード触媒層であってもよい。この場合、カソード触媒層で生成される水の排出が促進される。それにより、フラッディング抑制効果が大きくなる。

10

【0011】

上記構成において、触媒層の電解質膜と反対側に配置され、集電体に比較して親水性を有する親水性部材をさらに備えていてもよい。この構成によれば、生成水の触媒層からの排出が促進される。

【0012】

上記構成において、親水性部材は、ガス拡散層、多孔体流路およびセパレータの少なくともいずれか1つであってもよい。

【発明の効果】

20

【0013】

本発明によれば、触媒層からの生成水の排出を促進することができる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】

【0014】

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】

【0015】

本発明の実施例1に係る燃料電池10について説明する。図1は、実施例1に係る燃料電池10の模式的断面図である。なお、図1において燃料電池10には、後述する負荷20が接続されている。燃料電池10は、電解質膜11と、触媒層（アノード触媒層12およびカソード触媒層13）と、集電体（アノード集電体14およびカソード集電体15）と、ガス拡散層（ガス拡散層16およびガス拡散層17）と、セパレータ（セパレータ18およびセパレータ19）と、を備える。電解質膜11としては、例えばプロトン伝導性を有する固体高分子電解質を用いることができる。

30

【0016】

アノード触媒層12は、電解質膜11の一面に配置されている。カソード触媒層13は、電解質膜11のアノード触媒層12と反対側の面に配置されている。アノード触媒層12およびカソード触媒層13は、触媒を含有する導電性材料からなる。アノード触媒層12の触媒は、水素のプロトン化を促進させる。カソード触媒層13の触媒は、プロトンと酸素との反応を促進させる。

40

【0017】

アノード集電体14は、アノード触媒層12の内部に電解質膜11の面方向に沿って埋設されている。カソード集電体15は、カソード触媒層13の内部に電解質膜11の面方向に沿って埋設されている。なお、アノード集電体14およびカソード集電体15はそれぞれ、アノード触媒層12およびカソード触媒層13の内部に少なくとも一部が埋設されていればよく、全体が埋設されている必要はない。

【0018】

アノード集電体14およびカソード集電体15は、電子伝導物質からなる。また、アノード集電体14およびカソード集電体15は、多孔質状の物質である。それにより、アノ

50

ード集電体 14 およびカソード集電体 15 は、ガス透過性を有している。アノード集電体 14 およびカソード集電体 15 として、例えば、金属メッシュ、金属発泡焼結体、エキスパンドメタル、カーボンファイバー、カーボン焼結体等が用いられる。本実施例においては、アノード集電体 14 およびカソード集電体 15 は、一例として金属メッシュからなる。この場合、ガスは、金属メッシュを構成する金属線のうち隣接する金属線で囲まれた領域を透過することができる。なお、アノード触媒層 12 およびアノード集電体 14 並びにカソード触媒層 13 およびアノード集電体 14 は、所定の関係式を満たしているが、それについては後述する。

【0019】

ガス拡散層 16 は、アノード触媒層 12 の電解質膜 11 と反対側に配置されている。ガス拡散層 17 は、カソード触媒層 13 の電解質膜 11 と反対側に配置されている。ガス拡散層 16 は、ガス拡散層 16 に供給された水素を含むアノードガスを拡散させて、アノード触媒層 12 に供給する機能を有する。ガス拡散層 17 は、ガス拡散層 17 に供給された酸素を含むカソードガスを拡散させて、カソード触媒層 13 に供給する機能を有する。

【0020】

セパレータ 18 は、ガス拡散層 16 のアノード触媒層 12 と反対側に配置されている。セパレータ 19 は、ガス拡散層 17 のカソード触媒層 13 と反対側に配置されている。セパレータ 18 およびセパレータ 19 は、溝によって構成されたガス流路（図示せず）が形成された板部材である。セパレータ 18 のガス流路においてはアノードガスが流動し、セパレータ 19 のガス流路においてはカソードガスが流動する。

【0021】

負荷 20 は、モータ、補機等である。負荷 20 とアノード集電体 14 とカソード集電体 15 とは、電氣的に接続されて電気回路を形成している。

【0022】

燃料電池 10 は、以下のように動作する。アノードガスは、セパレータ 18 のガス流路を通してガス拡散層 16 に供給される。ガス拡散層 16 に供給されたアノードガスは、ガス拡散層 16 を拡散した後に、アノード触媒層 12 に到達する。アノード触媒層 12 において、アノードガス中の水素はプロトンと電子とに分離する。プロトンは、電解質膜 11 を伝導して、カソード触媒層 13 に到達する。電子は、アノード集電体 14 によって集電されて負荷 20 に供給された後に、カソード集電体 15 に到達する。

【0023】

カソードガスは、セパレータ 19 のガス流路を通してガス拡散層 17 に供給される。ガス拡散層 17 に供給されたカソードガスは、ガス拡散層 17 を拡散した後に、カソード触媒層 13 に到達する。カソード触媒層 13 においては、カソードガス中の酸素と電解質膜 11 を伝導したプロトンと負荷 20 からの電子とから水が生成される。生成された水（生成水）は、主としてカソード触媒層 13 およびガス拡散層 17 を通って、セパレータ 19 のガス流路から外部へ排出される。以上のように、燃料電池 10 は動作する。

【0024】

本実施例に係る燃料電池 10 によれば、触媒層の内部に配置された集電体から集電可能であることから、ガス拡散層 16、ガス拡散層 17、セパレータ 18 およびセパレータ 19 が導電性を有していなくてもよい。その結果、ガス拡散層 16、ガス拡散層 17、セパレータ 18 およびセパレータ 19 に用いる材料に対する制約が抑制される。それにより、これらの部材に安価かつ軽量な材料を用いることができる。

【0025】

なお、触媒層の内部に集電体を埋設する場合、触媒層を厚くする必要がある。それにより、触媒層の排水性が低下する。また、集電体の開孔に生成水が滞留しやすいことから、触媒層の排水性が低下する。以上のことから、触媒層にフラッディングが発生しやすくなる。そこで、フラッディングを抑制する手段について考察する。

【0026】

図 2 (a) は、カソード触媒層 13 の上に金属メッシュからなるカソード集電体 15 が

10

20

30

40

50

配置された状態を示す図である。図 2 (b) は、図 2 (a) の A - A 線断面図である。なお、図 2 (b) には、水 4 0 が図示されている。図 2 (a) および図 2 (b) に示すように、カソード集電体 1 5 の孔 3 0 (カソード集電体 1 5 の構成金属線間の空間) に水 4 0 が溜まった場合、水 4 0 を孔 3 0 から排出するためには、水 4 0 にプラス方向の毛管力 (図 2 (b) において、上側方向の毛管力) が働く必要がある。

【 0 0 2 7 】

図 2 (c) は、集電体の平均孔径と上記プラス方向の毛管力と集電体の接触角との関係を示す図である。図 2 (c) に示すように、集電体の孔径を小さくすることによって毛管力が大きくなり、集電体の接触角を大きくすることによって毛管力が大きくなる。したがって、集電体の孔径を小さくするとともに集電体の接触角を大きくすることによって、生成水の排出を促進することができる。しかしながら、集電体の孔径を小さくすると集電体のガス透過性が低下してしまう。そこで、集電体の孔径を所定の大きさに維持しつつ、集電体の接触角を大きくすることが効果的である。

10

【 0 0 2 8 】

そこで、本実施例においては、毛細管現象における水の移動を支配する駆動差圧に着目する。図 3 は、水の駆動差圧を説明するためのモデル図である。図 3 は、一方端の径が D_1 (μm) で他方端の径が D_2 (μm) である孔 5 0 に水 4 0 が滞留する状態を示している。図 3 において、水 4 0 を一方端から他方端に移動させるための駆動差圧 P (N / m^2) は下記式 (1) によって表される。なお、 γ (N / m) は水 4 0 の表面張力である。

$$P = 4 \gamma \sin (\theta_1 - \pi / 2) / D_1 - 4 \gamma \sin (\theta_2 - \pi / 2) / D_2 \cdots (1)$$

20

【 0 0 2 9 】

式 (1) を燃料電池 1 0 に適用するには、アノード触媒層 1 2 およびカソード触媒層 1 3 の平均孔径を D_1 (μm) とし、アノード集電体 1 4 およびカソード集電体 1 5 の平均孔径を D_2 (μm) とし、アノード触媒層 1 2 およびカソード触媒層 1 3 の接触角を θ_1 (rad) とし、アノード集電体 1 4 およびカソード集電体 1 5 の接触角を θ_2 (rad) とすればよい。

【 0 0 3 0 】

ここで、水 4 0 をアノード集電体 1 4 およびカソード集電体 1 5 の孔 3 0 から排出するためには、駆動差圧 P が正の値を有することが必要である。よって、下記式 (2) が成立することによって、アノード集電体 1 4 およびカソード集電体 1 5 からの水 4 0 の排出を促進することができる。この場合、アノード集電体 1 4 およびカソード集電体 1 5 はそれぞれアノード触媒層 1 2 およびカソード触媒層 1 3 に埋設されていることから、アノード触媒層 1 2 およびカソード触媒層 1 3 から水 4 0 を排出することができる。

30

$$0 < 4 \gamma \sin (\theta_1 - \pi / 2) / D_1 - 4 \gamma \sin (\theta_2 - \pi / 2) / D_2 \cdots (2)$$

【 0 0 3 1 】

そこで、本実施例においては、アノード触媒層 1 2 およびアノード集電体 1 4 並びにカソード触媒層 1 3 およびカソード集電体 1 5 がそれぞれ式 (2) の関係を満たしている。それにより、これらの集電体および触媒層からの水 4 0 の排出を促進することができる。その結果、燃料電池 1 0 のフラッドイングを抑制することができる。また、式 (2) によれば、集電体の平均孔径を所定の大きさに維持することができる。それにより、集電体のガス透過性を確保することができる。

40

【 0 0 3 2 】

なお、触媒層および集電体が式 (2) を満たすためには、例えば、触媒層の平均孔径および接触角に対応するように集電体の平均孔径および接触角を調整すればよい。集電体の接触角は、集電体の表面に撥水处理を施すことによって、調整することができる。撥水处理としては、例えば、ポリテトラフルオロエチレン (P T F E) のコーティング等を用いることができる。

【 0 0 3 3 】

なお、燃料電池 1 0 においてアノード触媒層 1 2 およびカソード触媒層 1 の少なくとも一方の触媒層とその触媒層に埋設された集電体とが式 (2) の関係を満たしていればよい

50

。しかしながら、生成水は主としてカソード触媒層 13 で発生することから、カソード触媒層 13 はアノード触媒層 12 に比較してフラッディングが生じ易い。したがって、少なくともカソード触媒層 13 とカソード集電体 15 とが式 (2) を満たすことが好ましい。

【0034】

なお、触媒層内に触媒層と異なるヤング率の集電体が配置されれば、触媒層に面圧のムラが生じることがある。この場合、この面圧のムラによって触媒層とガス拡散層との界面に生じる隙間に生成水が滞留することがある。そこで、ガス拡散層 17 およびセパレータ 19 は、カソード集電体 15 に比較して親水性を有していることが好ましい。この場合、カソード触媒層 13 とガス拡散層 17 との界面および該界面よりもセパレータ 19 側における生成水の排出を促進することができる。それにより、上記面圧のムラに起因する生成水の滞留を抑制することができる。その結果、フラッディングを抑制することができる。

10

【0035】

同様に、ガス拡散層 16 およびセパレータ 18 は、アノード集電体 14 に比較して親水性を有していることが好ましい。ただし、生成水は主としてカソード触媒層 13 で発生することから、少なくともガス拡散層 17 およびセパレータ 19 が親水性を有していることがより好ましい。

【0036】

ガス拡散層およびセパレータに親水性部材を用いれば、ガス拡散層およびセパレータは集電体に比較して親水性を有するようになる。また、ガス拡散層およびセパレータに親水処理を施してもよい。例えば、シリコンコーティングを施す、プラズマ処理を施す等の方法が有効である。

20

【0037】

また、ガス拡散層およびセパレータの少なくともいずれか一方が集電体に比較して親水性を有していればよい。ただし、ガス拡散層が集電体に比較して親水性を有するものであれば、セパレータは集電体に比較して親水性を有していなくてもよい。この場合においても、触媒層とガス拡散層との界面からの生成水の排出を促進することができるからである。

【0038】

また、セパレータと触媒層との間に多孔質部材からなる流路部材である多孔体流路が配置される場合には、多孔体流路は集電体に比較して親水性を有していてもよい。多孔体流路としては、例えば発泡焼結金属等が用いられる。

30

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図 1】図 1 は、実施例 1 に係る燃料電池 10 の模式的断面図である。

【図 2】図 2 (a) は、カソード触媒層 13 の上に金属メッシュからなるカソード集電体 15 が配置された状態を示す図である。図 2 (b) は、図 2 (a) の A - A 線断面図である。図 2 (c) は、集電体の平均孔径とプラス方向の毛管力と集電体の接触角との関係を示す図である。

【図 3】図 3 は、水の駆動差圧を説明するためのモデル図である。

【符号の説明】

40

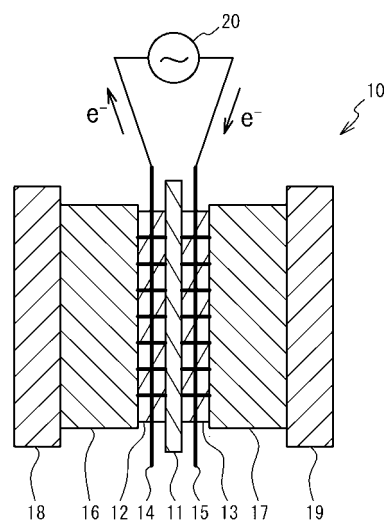
【0040】

- 10 燃料電池
- 11 電解質膜
- 12 アノード触媒層
- 13 カソード触媒層
- 14 アノード集電体
- 15 カソード集電体
- 16, 17 ガス拡散層
- 18, 19 セパレータ
- 20 負荷

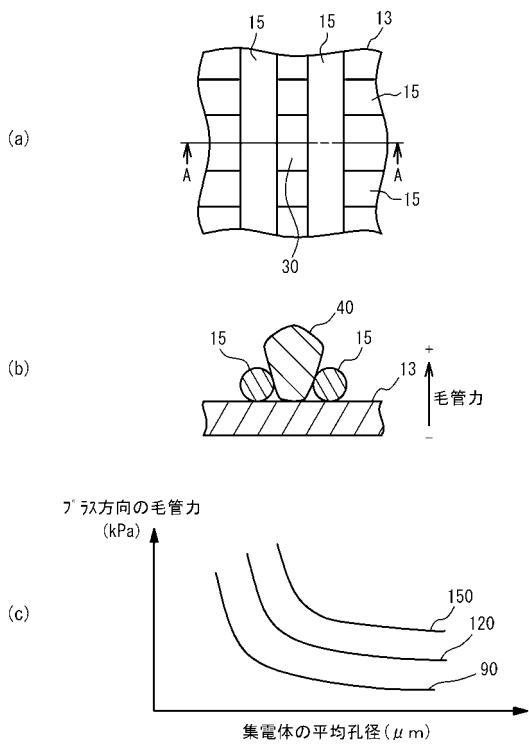
50

3 0 孔
4 0 水
5 0 孔

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

