

(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2010-49960
(P2010-49960A)

(43) 公開日 平成22年3月4日(2010.3.4)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
HO 1 M 8/02 (2006.01)	HO 1 M 8/02 E	5 H 0 1 8
HO 1 M 4/86 (2006.01)	HO 1 M 8/02 Y	5 H 0 2 6
HO 1 M 8/10 (2006.01)	HO 1 M 4/86 M	
	HO 1 M 8/10	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2008-213678 (P2008-213678)	(71) 出願人	000003207
(22) 出願日	平成20年8月22日 (2008. 8. 22)		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
		(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 AS03 BB03 DD01 DD03
			DD05 DD08 DD10 EE02 EE05
			HH00 HH02
			5H026 AA06 CX05 HH00 HH02

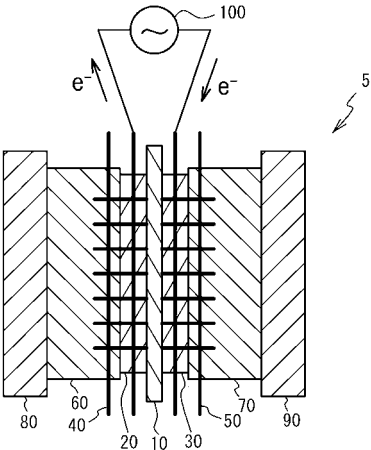
(54) 【発明の名称】 燃料電池

(57) 【要約】

【課題】 触媒層に集電機能を有する燃料電池において、コストおよびエネルギー消費の増大を抑制しつつ触媒層の温度上昇を抑制することができる燃料電池を提供する。

【解決手段】 本発明に係る燃料電池（5）は、電解質膜（10）と、電解質膜の少なくともいずれか一方の面に配置された触媒層（20、30）と、触媒層内に少なくとも一部が配置された集電体（40、50）と、を備え、集電体の電解質膜側の第1領域の吸熱性は、集電体の電解質膜と反対側の第2領域の吸熱性に比較して高い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いずれか一方の面に配置された触媒層と、
前記触媒層内に少なくとも一部が配置された集電体と、を備え、
前記集電体の前記電解質膜側の第 1 領域の吸熱性は、前記集電体の前記電解質膜と反対側の第 2 領域の吸熱性に比較して高いことを特徴とする燃料電池。

【請求項 2】

前記集電体の吸熱性は、前記電解質膜に向かって徐々にまたは段階的に高くなっていることを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池。

10

【請求項 3】

前記第 1 領域の熱伝導率は、前記第 2 領域の熱伝導率に比較して高い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】

前記第 1 領域の断面積は、前記第 2 領域の断面積に比較して大きい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。

【請求項 5】

前記第 1 領域の表面積は、前記第 2 領域の表面積に比較して大きいことを特徴とする請求項 1～4 のいずれかに記載の燃料電池。

【請求項 6】

前記第 1 領域は、前記触媒層内に配置され、
前記第 2 領域は、前記触媒層の前記電解質膜と反対側に配置されたガス拡散層内に配置されていることを特徴とする請求項 1～5 のいずれかに記載の燃料電池。

20

【請求項 7】

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 1～6 のいずれかに記載の燃料電池。

【請求項 8】

前記集電体は、導電性多孔体であることを特徴とする請求項 1～7 のいずれかに記載の燃料電池。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【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、を備える。このような燃料電池においては、カソード側に酸素を含むカソードガスが供給され、アノード側に水素を含むアノードガスが供給される。それにより、発電が行われる。

40

【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多孔質の集電体の一部を導入させた燃料電池が開示されている。特許文献 2 には、カソード触媒層およびアノード触媒層の内部に多孔質の集電体が埋設された燃料電池が開示されている。

【0005】

【特許文献 1】特開平 5－315000 号公報

【特許文献 2】特開 2005－174872 号公報

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、発電時においては、触媒層の電解質膜に近い領域ほど発熱量が多くなる傾向にある。この場合、燃料電池の発電性低下を引き起こすおそれがある。特に、高温時に発電性低下が顕著にあらわれる傾向にある。特許文献1および特許文献2の燃料電池において触媒層を冷却するためには、冷却システムを新たに設ける必要がある。この場合、コストの増大およびエネルギー消費の増大をまねくおそれがある。

【0007】

本発明は、触媒層に集電機能を有する燃料電池において、コストおよびエネルギー消費の増大を抑制しつつ触媒層の温度上昇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。

10

【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いずれか一方の面に配置された触媒層と、触媒層内に少なくとも一部が配置された集電体と、を備え、集電体の電解質膜側の第1領域の吸熱性は、集電体の電解質膜と反対側の第2領域の吸熱性に比較して高い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、集電体の第1領域の吸熱性は集電体の第2領域の吸熱性に比較して高いことから、触媒層の冷却効率が高まる。それにより、触媒層の温度上昇を抑制することができる。また、新たな冷却システムを設ける必要がないことから、コストおよびエネルギーの消費の増大を抑制することができる。

20

【0010】

上記構成において、集電体の吸熱性は、電解質膜に向かって徐々にまたは段階的に高くなっていてもよい。この場合、触媒層の冷却効率が高まる。

【0011】

上記構成において、第1領域の熱伝導率は、第2領域の熱伝導率に比較して高くてもよい。上記構成において、第1領域の断面積は、第2領域の断面積に比較して大きくてもよい。また、上記構成において、第1領域の表面積は、第2領域の表面積に比較して大きくてもよい。これらの構成によれば、集電体の第1領域の吸熱性を第2領域の吸熱性に比較して高くすることができる。

30

【0012】

上記構成において、第1領域は、触媒層内に配置され、第2領域は、触媒層の電解質膜と反対側に配置されたガス拡散層内に配置されていてもよい。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。

【0013】

上記構成において、集電体は、導電性多孔体であってもよい。この構成によれば、集電体が配置されることによる反応ガスの電解質膜への供給効率の低下が抑制される。

【発明の効果】

40

【0014】

本発明によれば、触媒層に集電機能を有する燃料電池において、コストおよびエネルギー消費の増大を抑制しつつ触媒層の温度上昇を抑制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】

【0015】

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】

【0016】

本発明の実施例1に係る燃料電池5について説明する。図1は、実施例1に係る燃料電

50

池 5 の模式的断面図である。なお、図 1 は、燃料電池 5 に負荷 100 が接続された状態を示している。燃料電池 5 は、電解質膜 10 と、触媒層（アノード触媒層 20 およびカソード触媒層 30）と、集電体（アノード集電体 40 およびカソード集電体 50）と、ガス拡散層（アノードガス拡散層 60 およびカソードガス拡散層 70）と、セパレータ（セパレータ 80 およびセパレータ 90）と、を備える。電解質膜 10 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が用いられる。

【0017】

アノード触媒層 20 およびカソード触媒層 30 は、電解質膜 10 を挟持するように配置されている。アノード触媒層 20 およびカソード触媒層 30 は、触媒を含有する導電性材料からなる。アノード触媒層 20 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 30 の触媒は、プロトンと酸素との反応を促進させる。例えば、アノード触媒層 20 およびカソード触媒層 30 は、白金担持カーボン等を含む。

10

【0018】

アノード集電体 40 は、少なくとも一部がアノード触媒層 20 内に配置されている。また、カソード集電体 50 は、少なくとも一部がカソード触媒層 30 内に配置されている。本実施例においては、アノード集電体 40 およびカソード集電体 50 の一部はそれぞれアノード触媒層 20 およびカソード触媒層 30 の内部に配置され、残りの一部はそれぞれアノードガス拡散層 60 およびカソードガス拡散層 70 に配置されている。

【0019】

アノード集電体 40 およびカソード集電体 50 は、集電性に優れた電子伝導物質からなる。また、本実施例において、アノード集電体 40 およびカソード集電体 50 は、複数の孔を有する導電性多孔体である。アノード集電体 40 およびカソード集電体 50 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、アノード集電体 40 は金属メッシュからなる。なお、アノード集電体 40 およびカソード集電体 50 の吸熱性については後述する。

20

【0020】

アノードガス拡散層 60 は、アノード触媒層 20 の電解質膜 10 と反対側に配置されている。カソードガス拡散層 70 は、カソード触媒層 30 の電解質膜 10 と反対側に配置されている。アノードガス拡散層 60 は、アノードガス拡散層 60 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 20 に供給する。カソードガス拡散層 70 は、カソードガス拡散層 70 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 30 に供給する。

30

【0021】

アノードガス拡散層 60 およびカソードガス拡散層 70 の構成材料は、ガス透過性を備えた材料であれば、特に限定されない。また、アノード触媒層 20 およびカソード触媒層 30 が集電機能を有しているため、アノードガス拡散層 60 およびカソードガス拡散層 70 の構成材料は導電性を有していなくてもよい。

【0022】

セパレータ 80 は、アノードガス拡散層 60 のアノード触媒層 20 と反対側に配置されている。セパレータ 90 は、カソードガス拡散層 70 のカソード触媒層 30 と反対側に配置されている。セパレータ 80 およびセパレータ 90 には、溝によって構成されたガス流路（図示せず）が形成されている。セパレータ 80 のガス流路にはアノードガスが通り、セパレータ 90 のガス流路にはカソードガスが通る。セパレータ 80 およびセパレータ 90 の材質は、特に限定されない。アノード触媒層 20 およびカソード触媒層 30 が集電機能を有しているため、セパレータ 80 およびセパレータ 90 は導電性を有していなくてもよい。

40

【0023】

負荷 100 は、モータ、補機等である。負荷 100 とアノード集電体 40 とカソード集電体 50 とは、電氣的に接続されて電気回路を形成する。

50

【0024】

燃料電池5は、以下のように動作する。アノードガスは、セパレータ80のガス流路を通してアノードガス拡散層60に供給される。アノードガス拡散層60に供給されたアノードガスは、アノードガス拡散層60を拡散した後に、アノード触媒層20に到達する。アノード触媒層20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される。プロトンは、電解質膜10を伝導して、カソード触媒層30に到達する。電子は、アノード集電体40によって集電されて負荷100に供給された後に、カソード集電体50に到達する。

【0025】

カソードガスは、セパレータ90のガス流路を通してカソードガス拡散層70に供給される。カソードガス拡散層70に供給されたカソードガスは、カソードガス拡散層70を拡散した後に、カソード触媒層30に到達する。カソード触媒層30においては、カソードガス中の酸素と電解質膜10を伝導したプロトンと負荷100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30およびカソードガス拡散層70を通して、セパレータ90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5は動作する。

【0026】

本実施例に係る燃料電池5によれば、触媒層内に集電体が配置されていることから、ガス拡散層およびセパレータに導電性材料を用いる必要がなくなる。この場合、ガス拡散層およびセパレータとして用いる材料に対する制約が抑制される。それにより、ガス拡散層およびセパレータとして安価かつ軽量な材料を用いることができる。

【0027】

続いて、集電体の吸熱性の詳細について説明する。図2は、アノード集電体40の模式的拡大図である。図2において、界面110はアノード触媒層20とアノードガス拡散層60との界面である。前述したように、本実施例においてアノード集電体40は、アノード触媒層20内に配置された部分と、アノードガス拡散層60内に配置された部分と、を有している。図2において、アノード集電体40のアノード触媒層20内に配置された部分を第1領域41と称し、アノードガス拡散層60内に配置された部分を第2領域42と称する。

【0028】

本実施例においては、第1領域41の金属線の直径（ ϕ_1 ）および第2領域42の金属線の直径（ ϕ_2 ）は同じである。一方、アノード集電体40の第1領域41の熱伝導率（ λ_1 ）は、第2領域42の熱伝導率（ λ_2 ）に比較して高い。この場合、熱伝導の物理法則に基づいて、第1領域41の単位時間当たりにおける吸熱量は第2領域42の単位時間当たりにおける吸熱量に比較して高くなる。

【0029】

すなわち、本実施例において、第1領域41の吸熱性は、第2領域42の吸熱性に比較して高くなっている。第1領域41の熱伝導率を第2領域42の熱伝導率に比較して高くするためには、第1領域41に第2領域42よりも高い熱伝導率を有する材料を用いればよい。なお、カソード集電体50もアノード集電体40と同様に、電解質膜10側に第1領域51（図示せず）を有し、カソードガス拡散層70側に第2領域52（図示せず）を有している。これ以降、第1領域41および第1領域51並びに第2領域42および第2領域52を、それぞれ第1領域および第2領域と総称する。

【0030】

図3は、所定の電圧における燃料電池5の各部位の温度を示すグラフである。横軸は燃料電池5の各部位を示し、縦軸は温度（℃）を示している。曲線200は、集電体の熱伝導率に分布を設けなかった場合の温度曲線を示している。曲線200に示すように、燃料電池5の発電に伴って、アノード触媒層20およびカソード触媒層30の電解質膜10に近い部分が高温になる。特に、カソード触媒層30の電解質膜10に近い部分が最も高温になる。

10

20

30

40

50

【0031】

一方、曲線210は、集電体の第1領域の熱伝導率が第2領域の熱伝導率に比較して高い場合の温度曲線を示している。曲線210は曲線200に比較して、アノード触媒層20およびカソード触媒層30の電解質膜10に近い部分の温度が低下している。それにより、燃料電池5の温度が全体的に低下している。これは、触媒層の冷却効率が高まったからであると考えられる。

【0032】

ここで、曲線200および曲線210のカソード触媒層30の電解質膜10に近い部分の温度差を ΔT とした場合、 ΔT は熱伝導の物理法則に基づいて、下記式(1)で表される。 k_1 は比例定数である。

10

$$\Delta T = k_1 \times (\lambda_1 - \lambda_2) \cdots (1)$$

【0033】

式(1)から ΔT は、第1領域の熱伝導率と第2領域の熱伝導率との差に比例することが判る。したがって、第1領域の熱伝導率が第2領域の熱伝導率に比較して高くなることによって、触媒層の電解質膜10に近い部分の温度が低下することが式(1)からも確認される。

【0034】

図4は、発電電圧の温度特性を示すグラフである。横軸は燃料電池5の温度(°C)を示し、縦軸は発電電圧(V)を示している。曲線220は、集電体の熱伝導率に分布を設けなかった場合の発電電圧の温度特性を示している。温度が上昇するにつれて徐々に発電電圧が低下している。そして、所定の温度以上になった場合に急激に発電電圧が低下している。発電電圧が低下することは、燃料電池5の性能が低下することを意味する。したがって、曲線220から、特に高温時において燃料電池5の性能が顕著に低下することが確認される。

20

【0035】

一方、曲線230は、本実施例に係る燃料電池5における電圧の温度特性、すなわち第1領域の熱伝導率が第2領域の熱伝導率に比較して高い場合の発電電圧の温度特性を示している。曲線230は、曲線220に比較して、発電電圧の低下が生じる温度が高温側にシフトしている。その結果、所定の発電電圧Aに至る温度が ΔT だけ高温側にシフトしている。これは、曲線230の場合の方が曲線220の場合に比較して燃料電池5の性能低下が抑制されて、温度特性(性能)が向上したことを示している。

30

【0036】

以上のように、本実施例に係る燃料電池5によれば、第1領域の吸熱性が第2領域の吸熱性に比較して高くなることから、触媒層の冷却効率が高まる。それにより、触媒層の電解質膜10に近い領域が高温になることが抑制される。その結果、燃料電池5の性能低下が抑制される。

【0037】

なお、燃料電池5の性能低下を抑制するために、触媒層を冷却することも考えられる。しかしながら、触媒層を冷却するためには、相応の冷却性を有する冷却システムが必要となる。その結果、製造コストは増加し、エネルギー消費量も増加する。一方、本実施例に係る燃料電池5によれば、新たな冷却システムを設けることなく燃料電池5の性能低下を抑制することができる。

40

【0038】

なお、本実施例において、集電体はガス拡散層内に配置されていなくてもよい。この場合、触媒層内において、電解質膜10に近い領域の熱伝導率が電解質膜10から遠い領域の熱伝導率に比較して高ければよい。

【0039】

また、本実施例において、集電体の熱伝導率は、ガス拡散層と触媒層との界面において段階的に高くなっているがこれに限られない。例えば、集電体の熱伝導率は、電解質膜10に向かって徐々にまたは段階的に高くなってもよい。

50

【0040】

また、本実施例において集電体は、アノード触媒層20内およびカソード触媒層30内の両方に配置されているが、これに限られない。集電体は、いずれか一方の触媒層内の少なくとも一部に配置されていればよい。ただし、図3に示すようにカソード触媒層30の方がアノード触媒層20に比較して高温になることから、集電体はカソード触媒層30内に配置されていることが好ましい。

【0041】

続いて、触媒層内に集電体を配置する方法について説明する。図5は、触媒層内に集電体を配置する方法の一例を示す模式的断面図である。図5に示すように、アノード集電体40にアノード触媒層20の原材料21を塗工機120で塗布する。それにより、アノード触媒層20内にアノード集電体40を配置することができる。同様の方法で、カソード触媒層30内にカソード集電体50を配置することができる。

【0042】

図6(a)および図6(b)は、触媒層内に集電体を配置する他の方法を示す模式的断面図である。まず、図6(a)に示すように、電解質膜10にアノード触媒層20およびカソード触媒層30が配置された膜-電極接合体130と、アノード集電体40と、カソード集電体50と、を準備する。次に、膜-電極接合体130にアノード触媒層20およびカソード触媒層30を、プレス機140を用いて圧着させる。その結果、図6(b)に示すように、膜-電極接合体130にアノード集電体40およびカソード集電体50の一部が食い込む。以上の工程により、アノード触媒層20内およびカソード触媒層30内にアノード集電体40およびカソード集電体50を配置することができる。

【0043】

なお、図6(a)および図6(b)に示す方法において、プレス機140が集電体に加える面圧としては、例えば触媒層に集電体が食い込む面圧以上で、かつ電解質膜10が破壊される面圧より小さければよい。

【0044】

図7は、プレス機140が集電体に加える面圧の具体例を説明するための図である。横軸は面圧(MPa)を示し、縦軸は触媒層の硬度(ビッカース硬度:HV)を示している。実線240は、触媒層の硬度直線を示している。集電体に対する面圧は、集電体が触媒層に食い込みつつ電解質膜10を破壊しない範囲内の値に設定することができる。

【実施例2】

【0045】

続いて、本発明の実施例2に係る燃料電池5a(図示せず)について説明する。燃料電池5aは、アノード集電体40およびカソード集電体50の代わりにアノード集電体40aおよびカソード集電体50a(図示せず)を備える点で、燃料電池5と異なる。その他の構成は燃料電池5と同様のため、説明を省略する。

【0046】

図8は、実施例2に係るアノード集電体40aの模式的拡大図である。アノード集電体40aは、第1領域41の代わりに第1領域41aを備える点で、図2に示すアノード集電体40と異なる。第1領域41aの熱伝導率(λ_1)は、第2領域42の熱伝導率(λ_2)と同じである。一方、第1領域41aの金属線の直径(ϕ_1)は、第2領域42の金属線の直径(ϕ_2)よりも大きい。この場合、第1領域41aの断面積は第2領域42の断面積よりも大きくなる。なお、カソード集電体50aにおいても、アノード集電体40aと同様に、第1領域(図示せず)の断面積は第2領域(図示せず)の断面積に比較して大きい。

【0047】

第1領域の断面積が第2領域の断面積に比較して大きい場合、熱伝導の物理法則に基づいて、第1領域の単位時間当たりにおける吸熱量は第2領域の単位時間当たりにおける吸熱量に比較して高くなる。すなわち、第1領域の吸熱性は、第2領域の吸熱性に比較して高くなる。したがって、触媒層の電解質膜10に近い領域が高温になることが抑制される

。それにより、燃料電池 5 a の性能低下が抑制される。

【0048】

また、本実施例において図 3 および図 4 における ΔT は、熱伝導の物理法則に基づいて、下記式 (2) で表される。 k_2 は比例定数である。

$$\Delta T = k_2 \times ((\phi_1 / 2)^2 \times \pi - (\phi_2 / 2)^2 \times \pi) \cdots (2)$$

【0049】

式 (2) から、 ΔT は、第 1 領域の断面積 $((\phi_1 / 2)^2 \times \pi)$ と第 2 領域の断面積 $((\phi_2 / 2)^2 \times \pi)$ の差に比例することが判る。したがって、第 1 領域の断面積が第 2 領域の断面積に比較して大きくなることによって、触媒層の電解質膜 10 に近い部分の温度が低下することが式 (2) から確認される。

10

【0050】

また、本実施例において、集電体の断面積は、電解質膜 10 に向かって徐々にまたは段階的に大きくなってよい。この場合、集電体の吸熱性を電解質膜 10 に向かって徐々にまたは段階的に高くすることができる。

【0051】

なお、本実施例において、さらに第 1 領域の熱伝導率が第 2 領域の熱伝導率に比較して高くてもよい。この場合、両者の熱伝導率が同じ場合に比較して第 1 領域の吸熱性がより高くなることから、燃料電池 5 a の性能低下がより抑制される。

【0052】

また、本実施例において、集電体はガス拡散層内に配置されていなくてもよい。この場合、触媒層内の集電体のさらに電解質膜 10 に近い部分の断面積が触媒層内の集電体の電解質膜 10 から遠い部分の断面積に比較して大きければよい。また、集電体は少なくともカソード触媒層 30 内の少なくとも一部に配置されていることが好ましい。

20

【0053】

また、実施例 1 および実施例 2 において、第 1 領域の表面積は第 2 領域の表面積に比較して大きくてもよい。この場合、第 1 領域と触媒層との接触面積が大きくなることによって、第 1 領域の吸熱性が第 2 領域の吸熱性に比較して高くなるからである。例えば、図 8 の構成の場合には第 1 領域 41 a および第 2 領域 42 の金属線の本数が同じであることから、第 1 領域 41 a の表面積は第 2 領域 42 の表面積よりも大きくなっている。しかしながら、図 8 において、第 1 領域 41 a の断面積が第 2 領域 42 の断面積と同じ場合若しくは第 1 領域 41 a の断面積が第 2 領域 42 の断面積よりも小さい場合であっても、第 1 領域 41 a の金属線の本数を第 2 領域 42 の金属線の本数よりも多くすることによって、第 1 領域 41 a の表面積を第 2 領域 42 の表面積に比較して大きくすることができる。この場合においても、触媒層の電解質膜 10 に近い領域が高温になることが抑制されることから、燃料電池 5 a の性能低下が抑制される。

30

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図 1】図 1 は、実施例 1 に係る燃料電池 5 の模式的断面図である。

【図 2】図 2 は、実施例 1 に係るアノード集電体 40 の模式的拡大図である。

【図 3】図 3 は、所定の電圧における燃料電池 5 の各部位の温度を示すグラフである。

40

【図 4】図 4 は、発電電圧の温度特性を示すグラフである。

【図 5】図 5 は、触媒層内に集電体を配置する方法の一例を示す模式的断面図である。

【図 6】図 6 (a) および図 6 (b) は、触媒層内に集電体を配置する他の方法を示す模式的断面図である。

【図 7】図 7 は、プレス機 140 が集電体に加える面圧の具体例を説明するための図である。

【図 8】図 8 は、実施例 2 に係るアノード集電体 40 a の模式的拡大図である。

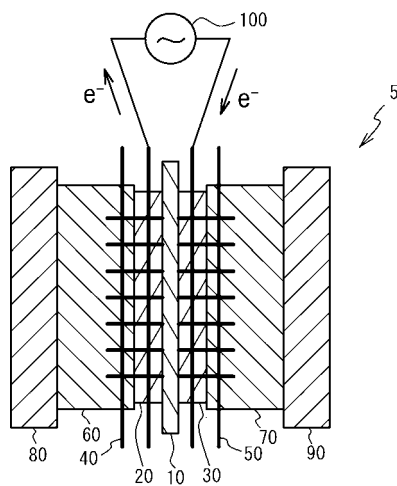
【符号の説明】

【0055】

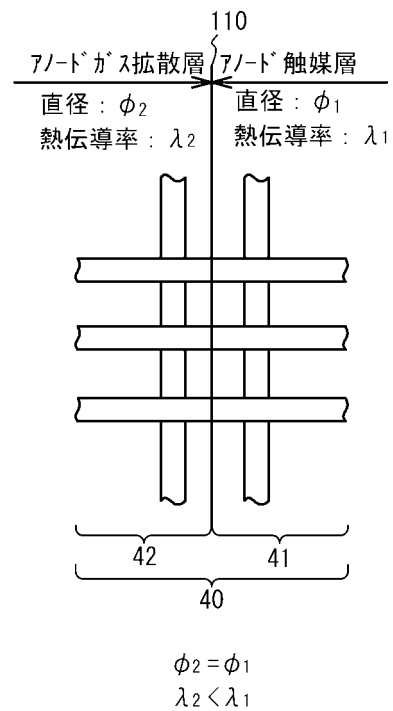
- 1 0 電解質膜
- 2 0 アノード触媒層
- 2 1 原材料
- 3 0 カソード触媒層
- 4 0 アノード集電体
- 4 1 第 1 領域
- 4 2 第 2 領域
- 5 0 カソード集電体
- 6 0 アノードガス拡散層
- 7 0 カソードガス拡散層
- 8 0, 9 0 セパレータ
- 1 0 0 負荷
- 1 1 0 界面
- 1 2 0 塗工機
- 1 3 0 膜－電極接合体
- 1 4 0 プレス機

10

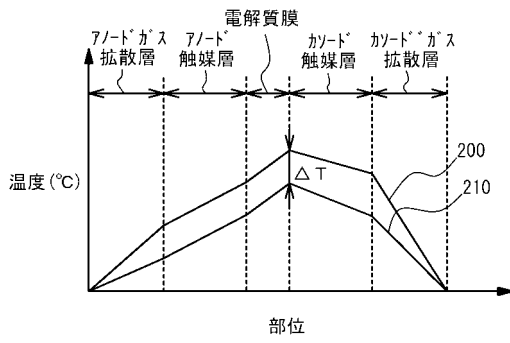
【図 1】



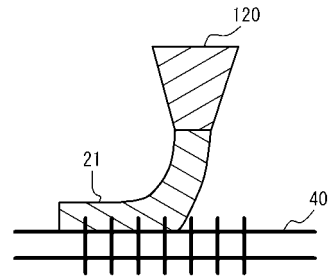
【図 2】



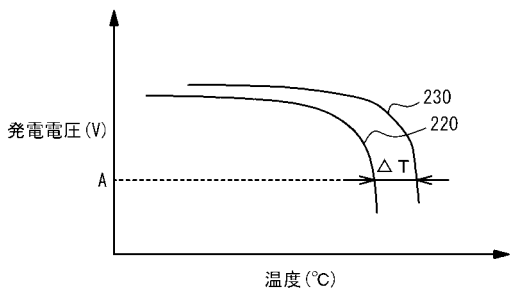
【図 3】



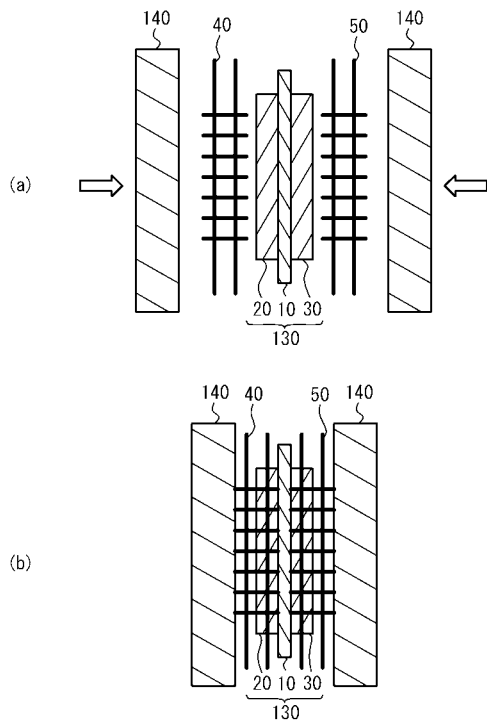
【図 5】



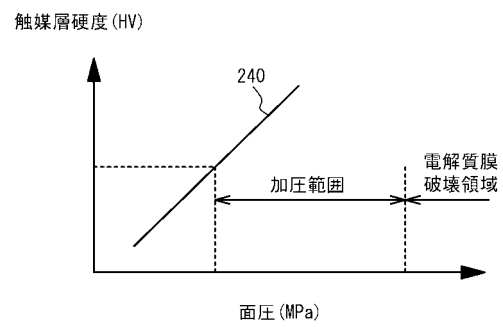
【図 4】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

