

(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2017-199608

(P2017-199608A)

(43) 公開日 平成29年11月2日(2017.11.2)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
HO 1 M	8/02	(2016.01)	HO 1 M	8/02	R	5H026		
HO 1 M	8/0202	(2016.01)	HO 1 M	8/02	C	5H126		
HO 1 M	8/10	(2016.01)	HO 1 M	8/02	B			
			HO 1 M	8/10				

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2016-90730 (P2016-90730)
 (22) 出願日 平成28年4月28日 (2016. 4. 28)

(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 竹広 直樹
 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 安達 誠
 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) 5H026 AA06 CC03 CC08 CC10 EE02
 HH02 HH03
 5H126 AA08 AA11 AA12 BB06 EE03
 EE11 EE26 GG02 JJ02 JJ03

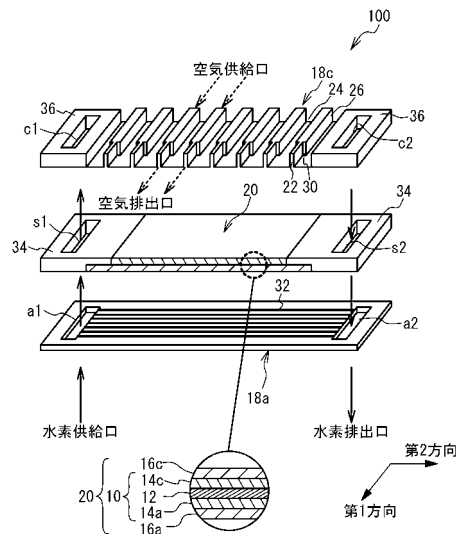
(54) 【発明の名称】 燃料電池

(57) 【要約】

【課題】 発電性能の低下を抑制すること。

【解決手段】 ME A 10 と、ME A を挟持するアノード側セパレータ 18 a 及びカソード側セパレータ 18 c と、カソード側セパレータの ME A 側の面にカソード側セパレータの一端から他端にかけて延在して設けられ、空気が流通する発電用流路 22 と、カソード側セパレータの ME A とは反対側の面にカソード側セパレータの前記一端から前記他端にかけて延在して設けられ、発電用流路と側壁 26 によって隔てられていて、空気が流通する冷却用流路 24 と、を備え、発電用流路の空気排出口側の断面積は、空気排出口側よりも上流における発電用流路の断面積よりも小さく、冷却用流路の空気排出口側の断面積は、空気排出口側よりも上流における冷却用流路の断面積よりも大きく、発電用流路と冷却用流路とを隔てる側壁に貫通孔 30 が設けられている、燃料電池。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

膜電極接合体と、

前記膜電極接合体を挟持するアノード側セパレータ及びカソード側セパレータと、

前記カソード側セパレータの前記膜電極接合体側の面に前記カソード側セパレータの一端から他端にかけて第 1 方向に延在して設けられ、酸化剤ガスが流通する発電用流路と、

前記カソード側セパレータの前記膜電極接合体とは反対側の面に前記カソード側セパレータの前記一端から前記他端にかけて前記第 1 方向に延在して設けられ、前記第 1 方向に交差する第 2 方向で前記発電用流路と側壁によって隔てられていて、前記酸化剤ガスが流通する冷却用流路と、を備え、

前記発電用流路の前記酸化剤ガスが排出される排出口側の断面積は、前記発電用流路の前記排出口側よりも上流における前記発電用流路の断面積よりも小さく、

前記冷却用流路の前記酸化剤ガスが排出される排出口側の断面積は、前記冷却用流路の前記排出口側よりも上流における前記冷却用流路の断面積よりも大きく、

前記発電用流路と前記冷却用流路とを隔てる前記側壁に貫通孔が設けられている、燃料電池。

10

【請求項 2】

前記発電用流路の前記酸化剤ガスが供給される供給口側の断面積は、前記発電用流路の前記排出口側の断面積よりも大きく、

前記冷却用流路の前記酸化剤ガスが供給される供給口側の断面積は、前記冷却用流路の前記排出口側の断面積よりも小さい、請求項 1 記載の燃料電池。

20

【請求項 3】

前記発電用流路の幅は、前記発電用流路を流れる前記酸化剤ガスの流通方向において狭まるように階段状に変化し、

前記貫通孔は、前記階段状に変化する階段部に前記発電用流路を流れる前記酸化剤ガスの流通方向に直交して設けられている、請求項 1 または 2 記載の燃料電池。

【請求項 4】

前記発電用流路の幅は、前記発電用流路を流れる前記酸化剤ガスの流通方向において狭まるように階段状に変化し、

前記貫通孔は、前記階段状に変化する階段部の近傍に設けられている、請求項 1 または 2 記載の燃料電池。

30

【請求項 5】

前記発電用流路の幅が変化する前記階段部が複数設けられている、請求項 3 または 4 記載の燃料電池。

【請求項 6】

前記発電用流路の幅は、前記発電用流路を流れる前記酸化剤ガスの流通方向において狭まるように傾斜して変化し、

前記貫通孔は、前記傾斜して変化する傾斜部に設けられている、請求項 1 または 2 記載の燃料電池。

【請求項 7】

前記発電用流路の幅は、前記発電用流路を流れる前記酸化剤ガスの流通方向において狭まるように傾斜して変化し、

前記貫通孔は、前記傾斜して変化する傾斜部の近傍に設けられている、請求項 1 または 2 記載の燃料電池。

40

【請求項 8】

前記カソード側セパレータは凹凸形状をした金属板からなる、請求項 1 から 7 のいずれか一項記載の燃料電池。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

50

【0001】

本発明は、燃料電池に関する。

【背景技術】

【0002】

固体高分子形燃料電池は、電解質膜の両面に触媒電極層が設けられた膜電極接合体を、一对のセパレータで挟持した構造を有する。燃料電池の冷却方法として、冷却水を循環させる水冷式の他に、発電用に供給される酸化剤ガスを冷却に用いる空冷式が知られている。例えば、出力低下を招くことなく効果的な冷却を可能とするために、燃料電池の運転状態に応じて冷却用流路を流れる空気量と発電用流路を流れる空気量との配分を変更する空冷式の燃料電池が知られている（例えば、特許文献1）。また、冷却用流路と発電用流路とが貫通孔で接続された空冷式の燃料電池が知られている（例えば、特許文献2）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2006-252934号公報

【特許文献2】特開2008-27748号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

空冷式の燃料電池では、膜電極接合体での電気化学反応による発熱によって流路を流れる酸化剤ガスの温度が上昇し、酸化剤ガスが流れる流路に沿った温度勾配が発生する。すなわち、酸化剤ガスが流れる流路の排出口側における温度が高くなる。これにより、排出口側において膜電極接合体が乾燥して発電性能が低下することが生じてしまう。

20

【0005】

本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、発電性能の低下を抑制することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、膜電極接合体と、前記膜電極接合体を挟持するアノード側セパレータ及びカソード側セパレータと、前記カソード側セパレータの前記膜電極接合体側の面に前記カソード側セパレータの一端から他端にかけて第1方向に延在して設けられ、酸化剤ガスが流通する発電用流路と、前記カソード側セパレータの前記膜電極接合体とは反対側の面に前記カソード側セパレータの前記一端から前記他端にかけて前記第1方向に延在して設けられ、前記第1方向に交差する第2方向で前記発電用流路と側壁によって隔てられていて、前記酸化剤ガスが流通する冷却用流路と、を備え、前記発電用流路の前記酸化剤ガスが排出される排出口側の断面積は、前記発電用流路の前記排出口側よりも上流における前記発電用流路の断面積よりも小さく、前記冷却用流路の前記酸化剤ガスが排出される排出口側の断面積は、前記冷却用流路の前記排出口側よりも上流における前記冷却用流路の断面積よりも大きく、前記発電用流路と前記冷却用流路とを隔てる前記側壁に貫通孔が設けられている、燃料電池である。

30

40

【0007】

上記構成において、前記発電用流路の前記酸化剤ガスが供給される供給口側の断面積は、前記発電用流路の前記排出口側の断面積よりも大きく、前記冷却用流路の前記酸化剤ガスが供給される供給口側の断面積は、前記冷却用流路の前記排出口側の断面積よりも小さい構成とすることができる。

【0008】

上記構成において、前記発電用流路の幅は、前記発電用流路を流れる前記酸化剤ガスの流通方向において狭まるように階段状に変化し、前記貫通孔は、前記階段状に変化する階段部に前記発電用流路を流れる前記酸化剤ガスの流通方向に直交して設けられている構成とすることができる。

50

【0009】

上記構成において、前記発電用流路の幅は、前記発電用流路を流れる前記酸化剤ガスの流通方向において狭まるように階段状に変化し、前記貫通孔は、前記階段状に変化する階段部の近傍に設けられている構成とすることができる。

【0010】

上記構成において、前記発電用流路の幅が変化する前記階段部が複数設けられている構成とすることができる。

【0011】

上記構成において、前記発電用流路の幅は、前記発電用流路を流れる前記酸化剤ガスの流通方向において狭まるように傾斜して変化し、前記貫通孔は、前記傾斜して変化する傾斜部に設けられている構成とすることができる。

10

【0012】

上記構成において、前記発電用流路の幅は、前記発電用流路を流れる前記酸化剤ガスの流通方向において狭まるように傾斜して変化し、前記貫通孔は、前記傾斜して変化する傾斜部の近傍に設けられている構成とすることができる。

【0013】

上記構成において、前記カソード側セパレータは凹凸形状をした金属板からなる構成とすることができる。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、発電性能の低下を抑制することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1は、実施例1に係る燃料電池を構成する単セルの分解斜視図である。

【図2】図2は、図1におけるカソード側セパレータを拡大した斜視図である。

【図3】図3は、比較例1に係る燃料電池を構成する単セルの分解斜視図である。

【図4】図4は、比較例1の単セルの発電分布及び温度分布を示す図である。

【図5】図5は、水素の加湿状態を変化させた場合における、比較例1の単セルの温度分布を示す図である。

【図6】図6は、水素の加湿状態を変化させた場合における、比較例1の単セルの発電分布を示す図である。

30

【図7】図7は、実施例2に係る燃料電池を構成する単セルのカソード側セパレータを拡大した斜視図である。

【図8】図8(a)は、実施例3に係る燃料電池を構成する単セルのカソード側セパレータを拡大した斜視図、図8(b)は、実施例3の変形例1に係る燃料電池を構成する単セルのカソード側セパレータを拡大した斜視図である。

【図9】図9(a)は、実施例4に係る燃料電池を構成する単セルのカソード側セパレータを拡大した斜視図、図9(b)は、実施例4の変形例1に係る燃料電池を構成する単セルのカソード側セパレータを拡大した斜視図である。

【図10】図10は、実施例5に係る燃料電池を構成する単セルのカソード側セパレータを拡大した斜視図である。

40

【図11】図11は、実施例6に係る燃料電池を構成する単セルのカソード側セパレータを拡大した斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、図面を参照して、本発明の実施例について説明する。

【実施例1】

【0017】

実施例1に係る燃料電池は、反応ガスとして燃料ガス（例えば水素）と酸化剤ガス（例えば空気）との供給を受けて発電する固体高分子形燃料電池であり、多数の単セルを積層

50

したスタック構造を有する。実施例 1 の燃料電池は、例えば燃料電池自動車や電気自動車などに搭載される。図 1 は、実施例 1 に係る燃料電池を構成する単セル 100 の分解斜視図である。図 2 は、図 1 におけるカソード側セパレータ 18c を拡大した斜視図である。

【0018】

図 1 及び図 2 のように、実施例 1 の燃料電池を構成する単セル 100 は、アノード側セパレータ 18a、膜電極ガス拡散層接合体 (MEGA: Membrane Electrode Gas diffusion layer Assembly) 20、及びカソード側セパレータ 18c、を備える。MEGA 20 は、例えば樹脂 (エポキシ樹脂やフェノール樹脂など) からなる絶縁部材 34 の内側に配置されている。MEGA 20 及び絶縁部材 34 は、アノード側セパレータ 18a とカソード側セパレータ 18c とによって挟持されている。

10

【0019】

カソード側セパレータ 18c は、ガス遮断性及び電子伝導性を有する部材によって形成されている。例えば、カソード側セパレータ 18c は、プレス成型による曲げ加工によって凹凸形状が形成されたステンレス鋼などの金属板からなる。カソード側セパレータ 18c には、厚み方向の凹凸形状によって、それぞれ空気が流れる発電用流路 22 と冷却用流路 24 とが形成されている。発電用流路 22 は、カソード側セパレータ 18c の MEGA 20 側の面に設けられている。冷却用流路 24 は、カソード側セパレータ 18c の MEGA 20 とは反対側の面に設けられている。発電用流路 22 には、MEGA 20 に供給される空気が空気供給口から空気排出口に向かって流れる。冷却用流路 24 には、単セル 100 を冷却する空気が空気供給口から空気排出口に向かって流れる。なお、発電用流路 22 を流れる空気によっても単セル 100 は冷却される。

20

【0020】

発電用流路 22 と冷却用流路 24 とは、カソード側セパレータ 18c の一端から他端に第 1 方向に直線状に延在し、且つ、第 1 方向に交差する第 2 方向で交互に並んで設けられている。すなわち、発電用流路 22 と冷却用流路 24 とは、第 1 方向に交差する第 2 方向で側壁 26 によって隔てられている。発電用流路 22 は、空気供給口から空気排出口にかけてほぼ一定の深さ D を有する。言い換えると、冷却用流路 24 は、空気供給口から空気排出口にかけてほぼ一定の深さ D を有する。また、発電用流路 22 のピッチ間隔 W1 (中心間の距離) は、空気供給口から空気排出口にかけてほぼ一定である。冷却用流路 24 のピッチ間隔 W2 (中心間の距離) も、空気供給口から空気排出口にかけてほぼ一定である。

30

【0021】

発電用流路 22 及び冷却用流路 24 の幅は空気供給口から空気排出口にかけて一定ではない。発電用流路 22 の幅は、空気供給口と空気排出口との間で、空気排出口側が空気供給口側よりも狭くなるように階段状に変化している。冷却用流路 24 の幅は、空気供給口と空気排出口との間で、空気排出口側が空気供給口側よりも広くなるように階段状に変化している。すなわち、発電用流路 22 は空気排出口側の断面積 S1 が空気供給口側の断面積 S11 よりも小さく、冷却用流路 24 は空気排出口側の断面積 S2 が空気供給口側の断面積 S12 よりも大きくなっている。発電用流路 22 及び冷却用流路 24 の幅が階段状に変化する階段部 28 は、例えば空気供給口よりも空気排出口側寄りに位置している。ここで、階段部 28 とは、発電用流路 22 と冷却用流路 24 とを隔てる側壁のうち、空気の流れ方向に直交する部位を指す。

40

【0022】

側壁 26 内の階段部 28 に、発電用流路 22 と冷却用流路 24 とを連通させる貫通孔 30 が設けられている。貫通孔 30 は、発電用流路 22 を流れる空気の流通方向に直交して設けられている。この貫通孔 30 によって、空気供給口から空気排出口に向かって発電用流路 22 を流れる空気の一部は、冷却用流路 24 に流れ込むようになる。

【0023】

アノード側セパレータ 18a は、ガス遮断性及び電子伝導性を有する部材によって形成され、例えばカーボンを圧縮してガス不透過とした緻密性カーボンなどのカーボン部材や

50

ステンレス鋼などの金属部材によって形成されている。アノード側セパレータ 18 a には孔 a 1、a 2 が設けられ、絶縁部材 3 4 には孔 s 1、s 2 が設けられ、カソード側セパレータ 18 c の両側に設けられた絶縁部材 3 6 には孔 c 1、c 2 が設けられている。孔 a 1、s 1、c 1 は連通し、水素を供給する供給マニホールドを画定する。孔 a 2、s 2、c 2 は連通し、水素を排出する排出マニホールドを画定する。アノード側セパレータ 18 a の M E G A 2 0 側の面には、供給マニホールドから排出マニホールドに向かって直線状に延在し、M E G A 2 0 に供給される水素が流れる水素流路 3 2 が設けられている。水素流路 3 2 は、発電用流路 2 2 及び冷却用流路 2 4 と交差（例えば直交）している。

【0024】

M E G A 2 0 は、電解質膜 1 2、アノード触媒層 1 4 a、カソード触媒層 1 4 c、アノードガス拡散層 1 6 a、及びカソードガス拡散層 1 6 c を備える。電解質膜 1 2 の一方の面にアノード触媒層 1 4 a が設けられ、他方の面にカソード触媒層 1 4 c が設けられている。これにより、膜電極接合体（M E A : Membrane Electrode Assembly）1 0 が形成されている。電解質膜 1 2 は、スルホン酸基を有するフッ素系樹脂材料又は炭化水素系樹脂材料で形成された固体高分子膜であり、湿潤状態において良好なプロトン伝導性を有する。アノード触媒層 1 4 a 及びカソード触媒層 1 4 c は、電気化学反応を進行する触媒（例えば白金や、白金 - コバルト合金）を担持したカーボン粒子（例えばカーボンブラック）と、スルホン酸基を有する固体高分子であり、湿潤状態で良好なプロトン伝導性を有するアイオノマーと、を含む。

10

【0025】

M E A 1 0 の両側にアノードガス拡散層 1 6 a 及びカソードガス拡散層 1 6 c が配置されている。アノードガス拡散層 1 6 a 及びカソードガス拡散層 1 6 c は、ガス透過性及び電子伝導性を有する部材によって形成されており、例えばカーボンクロスやカーボンペーパーなどの多孔質カーボン製部材によって形成されている。なお、M E A 1 0 とアノードガス拡散層 1 6 a との間及び M E A 1 0 とカソードガス拡散層 1 6 c との間に、M E A 1 0 内に含まれる水分量の調整を目的とした撥水層を備えていてもよい。撥水層は、アノードガス拡散層 1 6 a 及びカソードガス拡散層 1 6 c と同じく、ガス透過性及び電子伝導性を有する部材によって形成され、例えばカーボンクロスやカーボンペーパーなどの多孔質カーボン製部材によって形成される。ただし、撥水層は、アノードガス拡散層 1 6 a 及びカソードガス拡散層 1 6 c と比べて、多孔質カーボン製部材の細孔が小さい。

20

30

【0026】

ここで、実施例 1 に係る燃料電池の効果を説明するに当たり、比較例 1 に係る燃料電池について説明する。図 3 は、比較例 1 に係る燃料電池を構成する単セル 5 0 0 の分解斜視図である。図 3 のように、比較例 1 の燃料電池を構成する単セル 5 0 0 は、カソード側セパレータ 18 c の発電用流路 2 2 及び冷却用流路 2 4 の幅が、空気供給口から空気排出口にかけて一定となっている。すなわち、発電用流路 2 2 の断面積は空気供給口から空気排出口にかけて一定になっている。冷却用流路 2 4 の断面積も空気供給口から空気排出口にかけて一定になっている。また、発電用流路 2 2 と冷却用流路 2 4 とを隔てる側壁 2 6 に貫通孔は設けられていない。その他の構成は、実施例 1 と同じであるため説明を省略する。

40

【0027】

図 4 は、比較例 1 の単セル 5 0 0 の発電分布及び温度分布を示す図である。図 4 において、横軸は発電用流路 2 2 及び冷却用流路 2 4 に沿った位置を示し、左縦軸は単セル 5 0 0 の電流密度を、右縦軸は単セル 5 0 0 の温度を示している。なお、図 4 では、水素流路 3 2 を露点温度 5 0 に加湿された水素が流れる場合における単セル 5 0 0 の電流密度を示している。また、水素流路 3 2 を露点温度 5 0 に加湿された水素が流れる場合において、単セル 5 0 0 の電流密度が $1.0 \text{ A} / \text{cm}^2$ であるときのセル温度を示している。

【0028】

図 4 のように、空気供給口から空気排出口に向かうに従いセル温度が高くなること分かる。また、空気供給口側及び空気排出口側では、その間に比べて、電流密度が低くなる

50

ことが分かる。

【0029】

図5は、水素の加湿状態を変化させた場合における、比較例1の単セル500の温度分布を示す図である。図5において、横軸は発電用流路22及び冷却用流路24に沿った位置を示し、縦軸は単セル500の温度を示している。なお、図5では、水素流路32を無加湿の水素が流れる場合、露点温度40に加湿された水素が流れる場合、及び露点温度50に加湿された水素が流れる場合において、単セル500の電流密度が 1.0 A/cm^2 であるときのセル温度を示している。発電用流路22及び冷却用流路24を流れる空気の条件は全ての場合で同じである。無加湿の水素が流れる場合を実線で、露点温度40に加湿された水素が流れる場合の破線で、露点温度50に加湿された水素が流れる場合を点線で示している。

10

【0030】

図5のように、水素流路32を流れる水素の加湿状態が変化した場合でも、空気供給口から空気排出口に向かうに従いセル温度が高くなることが分かる。このように、空気供給口から空気排出口に向かってセル温度が高くなるのは以下の理由によるものと考えられる。すなわち、発電用流路22及び冷却用流路24を流れる空気は、MEA10での電気化学反応による発熱によって温度が上昇する。このため、空気供給口側に比べて空気排出口側では冷却性能が低下する。したがって、空気供給口から空気排出口に向かうに従いセル温度が高くなったものと考えられる。なお、燃料電池を燃料電池自動車や電気自動車に搭載する場合、燃料電池の大きさは車両の搭載空間の制限を受ける。このため、大きな発電を得るために、発電用流路22及び冷却用流路24に沿った方向における発電部の長さを長くすることが望まれる。この場合には、発電用流路22及び冷却用流路24に沿った温度勾配が大きくなり、空気排出口側のセル温度がより高くなる。

20

【0031】

図6は、水素の加湿状態を変化させた場合における、比較例1の単セル500の発電分布を示す図である。図6において、横軸は発電用流路22及び冷却用流路24に沿った位置を示し、縦軸は単セル500の電流密度を示している。なお、図6においても、水素流路32を無加湿の水素が流れる場合を実線で、露点温度40に加湿された水素が流れる場合を破線で、露点温度50に加湿された水素が流れる場合を点線で示している。発電用流路22及び冷却用流路24を流れる空気の条件は全ての場合で同じである。

30

【0032】

図6のように、空気供給口側では、水素流路32を流れる水素の加湿度が増すに従い電流密度が低下することが分かる。これは以下の理由によるものと考えられる。すなわち、空気供給口側では、空気による冷却効果が高いため、セル温度が低くなる。このため、水の飽和蒸気圧が低くなり、MEA10での電気化学反応で生成された生成水の排水は液水で行われるようになる。つまり、空気供給口側ではMEA10に液水が溜まり易い状態にある。したがって、水素流路32に加湿した水素が供給されると、MEA10内の液水過多によるフラディングが発生し、その結果、発電性能が低下したものと考えられる。なお、セル温度が低くなると触媒による電気化学反応が進み難くなり発電性能が低下するが、水素の加湿度が変わることで発電性能が変化していることから、上述したように、MEA10内の液水過多が発電性能の低下の原因であると考えられる。

40

【0033】

一方、空気排出口側では、水素流路32を流れる水素の加湿度が増すに従い電流密度が上昇することが分かる。これは以下の理由によるものと考えられる。すなわち、空気排出口側では、空気による冷却効果が低下してセル温度が高くなる。このため、水の飽和蒸気圧が高くなり、MEA10での電気化学反応で生成された生成水の空気による排水が水蒸気で速やかに行われるようになる。つまり、空気排出口側ではMEA10内に液水が溜まり難い状態にあり、MEA10が乾燥し易い状態にある。したがって、水素流路32に加湿した水素が供給されることで、MEA10の乾燥が改善され、その結果、発電性能が上昇したものと考えられる。

50

【 0 0 3 4 】

なお、図 3 のように、発電用流路 2 2 及び冷却用流路 2 4 と水素流路 3 2 とは、交差（例えば直交）している。このため、空気供給口側と空気排出口側とで水素流路 3 2 を流れる水素の状態は同じである。よって、発電用流路 2 2 及び冷却用流路 2 4 に沿った方向での発電分布は、発電用流路 2 2 及び冷却用流路 2 4 を流れる空気に起因したものと考えられる。

【 0 0 3 5 】

このように、発電用流路 2 2 の断面積の大きさが空気供給口から空気排出口にかけて一定である場合には、空気供給口側では生成水を含む液水の過剰によるフラッシングによって発電性能の低下が生じる場合がある。また、空気排出口側では M E A 1 0 の乾燥によって電解質膜 1 2 の抵抗が増大することによる発電性能の低下が生じる場合がある。

10

【 0 0 3 6 】

一方、実施例 1 によれば、図 2 のように、発電用流路 2 2 は空気排出口側の断面積が上流側の断面積よりも小さく、冷却用流路 2 4 は空気排出口側の断面積が上流側の断面積よりも大きい。そして、発電用流路 2 2 と冷却用流路 2 4 とを隔てる側壁 2 6 に貫通孔 3 0 が設けられている。発電用流路 2 2 の空気排出口側の断面積を小さくすることで、空気排出口側において M E G A 2 0 に触れる空気量を少なくすることができ、空気による M E A 1 0 からの液水の持ち去りを抑制することができる。また、冷却用流路 2 4 の空気排出口側の断面積を大きくし、且つ、貫通孔 3 0 を設けて発電用流路 2 2 から冷却用流路 2 4 に空気が流れるようにすることで、空気排出口側での冷却性能の低下を抑制できる。これら

20

【 0 0 3 7 】

また、実施例 1 によれば、図 2 のように、発電用流路 2 2 の空気供給口側の断面積は空気排出口側の断面積よりも大きく、冷却用流路 2 4 の空気供給口側の断面積は空気排出口側の断面積よりも小さい。発電用流路 2 2 の空気供給口側の断面積を大きくし、且つ、貫通孔 3 0 を設けて発電用流路 2 2 から冷却用流路 2 4 への空気の流れを確保することで、発電用流路 2 2 の空気供給口側を流れる空気の流量を多くすることができる。これにより、空気供給口側において M E G A 2 0 に触れる空気量を多くすることができ、M E A 1 0 からの液水の排出を促進することができる。よって、空気供給口側における M E A 1 0 内の液水が過剰になることを抑制することができ、空気供給口側における発電性能の低下を抑制することができる。

30

【 0 0 3 8 】

また、実施例 1 によれば、図 1 のように、発電用流路 2 2 と冷却用流路 2 4 とは、発電用流路 2 2 及び冷却用流路 2 4 を流れる空気の流通方向である第 1 方向に交差する第 2 方向に並んで設けられている。これにより、冷却用流路 2 4 をカソード触媒層 1 4 c の近くに配置することができるため、冷却効率を良好にすることができる。

【 0 0 3 9 】

また、実施例 1 によれば、図 2 のように、発電用流路 2 2 の幅は、発電用流路 2 2 を流れる空気の流通方向で狭まるように階段状に変化している。貫通孔 3 0 は、発電用流路 2 2 の幅が階段状に変化する階段部 2 8 に発電用流路 2 2 を流れる空気の流通方向に直交して設けられている。これにより、発電用流路 2 2 から冷却用流路 2 4 への空気の流れをスムーズにすることができる。

40

【 0 0 4 0 】

また、実施例 1 によれば、カソード側セパレータ 1 8 c は凹凸形状をした金属板からなる。これにより、カソード側セパレータ 1 8 c を簡素な構造とすることができ、生産性の向上や製造コストの低減ができる。なお、カソード側セパレータ 1 8 c は、例えばカーボンを圧縮してガス不透過とした緻密性カーボンなどのカーボン部材で形成されていてもよい。

【 実施例 2 】

50

【0041】

図7は、実施例2に係る燃料電池を構成する単セルのカソード側セパレータ18cを拡大した斜視図である。図7のように、実施例2の単セルのカソード側セパレータ18cでは、発電用流路22及び冷却用流路24の幅が3段階で変化している。すなわち、発電用流路22及び冷却用流路24の断面積が3段階で変化している。発電用流路22の断面積は、空気供給口側で最も大きく、次いで空気供給口と空気排出口との間で大きく、空気排出口側では最も小さくなっている。冷却用流路24の断面積は、空気供給口側で最も小さく、次いで空気供給口と空気排出口との間で小さく、空気排出口側では最も大きくなっている。貫通孔30は、発電用流路22及び冷却用流路24の幅を変化させる2箇所（階段部28a、28b）の両方の側壁26に設けられている。その他の構成は、実施例1と同じであるため説明を省略する。

10

【0042】

実施例2によれば、発電用流路22の幅が変化する複数の階段部28a、28bが設けられ、貫通孔30は複数の階段部28a、28bそれぞれに設けられている。これにより、発電用流路22を細分化した各領域に適切な空気量を流すことができる。

【実施例3】

【0043】

図8(a)は、実施例3に係る燃料電池を構成する単セルのカソード側セパレータ18cを拡大した斜視図、図8(b)は、実施例3の変形例1に係る燃料電池を構成する単セルのカソード側セパレータ18cを拡大した斜視図である。図8(a)のように、実施例3の単セルのカソード側セパレータ18cでは、発電用流路22及び冷却用流路24の幅が変化する階段部28の近傍であって、階段部28よりも空気の流れに対して後段側の側壁26に貫通孔30が設けられている。貫通孔30は、発電用流路22を流れる空気の流通方向に平行に設けられている。その他の構成は、実施例1と同じであるため説明を省略する。

20

【0044】

実施例3では、貫通孔30は階段部28の近傍に設けられている。発電用流路22の断面積は階段部28で小さくなるため、発電用流路22を流れてきた空気は階段部28近傍で滞り、その結果、階段部28近傍の圧力が上昇するようになる。この発電用流路22内の圧力が上昇した階段部28の近傍に貫通孔30を設けることで、発電用流路22から冷却用流路24へと空気を流すことができる。なお、上述の記載から明らかなように、階段部28の近傍とは、発電用流路22内の空気の流れが滞って圧力が上昇する範囲であり、発電用流路22内の圧力が冷却用流路24内の圧力よりも高くなる範囲である。

30

【0045】

なお、実施例3では、貫通孔30は、階段部28よりも空気の流れに対して後段側の側壁26に設けられている場合を例に示したがこれに限られない。図8(b)のように、貫通孔30は、階段部28よりも空気の流れに対して前段側であって、階段部28近傍の側壁26に設けられていてもよい。また、貫通孔30は、後述する実施例5と同様に、階段部28よりも前段側及び後段側の両方に設けられていてもよい。

40

【実施例4】

【0046】

図9(a)は、実施例4に係る燃料電池を構成する単セルのカソード側セパレータ18cを拡大した斜視図、図9(b)は、実施例4の変形例1に係る燃料電池を構成する単セルのカソード側セパレータ18cを拡大した斜視図である。図9(a)のように、実施例4の単セルのカソード側セパレータ18cでは、発電用流路22の幅は、空気排出口側が空気供給口側よりも狭くなるように傾斜して変化（テーパ状に変化）している。冷却用流路24の幅は、空気排出口側が空気供給口側よりも広くなるように傾斜して変化（テーパ状に変化）している。貫通孔30は、発電用流路22及び冷却用流路24の幅が傾斜して変化する傾斜部40に設けられている。その他の構成は、実施例1と同じであるため説明を省略する。

50

【 0 0 4 7 】

実施例 4 によれば、発電用流路 2 2 の幅は、発電用流路 2 2 を流れる空気の流通方向において狭まるように傾斜して変化している。貫通孔 3 0 は、発電用流路 2 2 の幅が傾斜して変化する傾斜部 4 0 に設けられている。この場合でも、発電用流路 2 2 から冷却用流路 2 4 へと空気を流すことができる。

【 0 0 4 8 】

なお、実施例 4 では、空気供給口から空気排出口までの全領域にわたって、発電用流路 2 2 の幅が傾斜して変化する場合を例に示したがこれに限られない。図 9 (b) のように、空気供給口と空気排出口との間の一部の領域において、発電用流路 2 2 の幅が傾斜して変化している場合でもよい。

10

【 0 0 4 9 】

なお、実施例 4 においては、貫通孔 3 0 は、発電用流路 2 2 を流れる空気の流通方向に沿って傾斜部 4 0 に複数設けられている場合が好ましい。これにより、発電用流路 2 2 を流れる空気を複数の貫通孔 3 0 を介して少しずつ冷却用流路 2 4 に流すことができる。

【 実施例 5 】

【 0 0 5 0 】

図 1 0 は、実施例 5 に係る燃料電池を構成する単セルのカソード側セパレータ 1 8 c を拡大した斜視図である。図 1 0 のように、実施例 5 の単セルのカソード側セパレータ 1 8 c では、発電用流路 2 2 及び冷却用流路 2 4 の幅が変化する傾斜部 4 0 の近傍であって、傾斜部 4 0 よりも空気の流れに対して前段側及び後段側の側壁 2 6 に貫通孔 3 0 が設けられている。貫通孔 3 0 は、発電用流路 2 2 を流れる空気の流通方向に平行に設けられている。その他の構成は、実施例 1 と同じであるため説明を省略する。

20

【 0 0 5 1 】

実施例 5 では、貫通孔 3 0 は傾斜部 4 0 の近傍に設けられている。実施例 3 と同様に、傾斜部 4 0 の近傍では発電用流路 2 2 内の圧力が上昇することから、傾斜部 4 0 の近傍に貫通孔 3 0 を設けることで、発電用流路 2 2 から冷却用流路 2 4 へと空気を流すことができる。なお、傾斜部 4 0 の近傍とは、実施例 3 の階段部 2 8 の近傍と同じく、発電用流路 2 2 内の空気の流れが滞って圧力が上昇する範囲であり、発電用流路 2 2 内の圧力が冷却用流路 2 4 内の圧力よりも高くなる範囲である。

【 0 0 5 2 】

30

なお、実施例 5 では、貫通孔 3 0 は傾斜部 4 0 よりも前段側及び後段側の両方に設けられている場合を例に示したがこれに限られない。実施例 3 と同様に、傾斜部 4 0 の後段側にのみ設けられていてもよいし、実施例 3 の変形例 1 と同様に、傾斜部 4 0 の前段側にのみ設けられていてもよい。

【 実施例 6 】

【 0 0 5 3 】

図 1 1 は、実施例 6 に係る燃料電池を構成する単セルのカソード側セパレータ 1 8 c を拡大した斜視図である。図 1 1 のように、実施例 6 の単セルのカソード側セパレータ 1 8 c では、発電用流路 2 2 及び冷却用流路 2 4 の幅が 3 段階で変化している。発電用流路 2 2 の断面積は、空気供給口側及び空気排出口側で小さく、空気供給口と空気排出口との中間部で大きくなっている。冷却用流路 2 4 の断面積は、空気供給口側及び空気排出口側で大きく、空気供給口と空気排出口との中間部で小さくなっている。貫通孔 3 0 a、3 0 b が、発電用流路 2 2 及び冷却用流路 2 4 の幅が変化する 2 箇所の階段部 2 8 a、2 8 b の側壁 2 6 に設けられている。その他の構成は、実施例 1 と同じであるため説明を省略する。

40

【 0 0 5 4 】

実施例 6 のように、発電用流路 2 2 の空気供給口側の断面積が小さくなっていてもよい。この場合でも、発電用流路 2 2 の空気排出口側の断面積が小さいことで、空気排出口側において M E G A 2 0 に触れる空気量を少なくすることができる。また、冷却用流路 2 4 の空気排出口側の断面積が大きく且つ階段部 2 8 a の側壁 2 6 に貫通孔 3 0 a が設けられ

50

ていることで、空気排出口側の冷却性能の低下を抑制できる。よって、空気排出口側におけるMEA10の乾燥を抑制でき、発電性能の低下を抑制することができる。

【0055】

また、実施例6によれば、発電用流路22の幅が大きくなる階段部28bにも貫通孔30bが設けられている。これにより、発電用流路22の空気供給口側の断面積が小さい場合でも、冷却用流路24を流れる空気が階段部28bの貫通孔30bを介して発電用流路22に流れ込むため、発電用流路22の断面積が大きい部分を流れる空気の流量を多くすることができる。したがって、発電用流路22の断面積が大きい部分に対応する領域においてMEA10内で液水が過多になることを抑制できる。

【0056】

以上、本発明の実施例について詳述したが、本発明はかかる特定の実施例に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形・変更が可能である。

【符号の説明】

【0057】

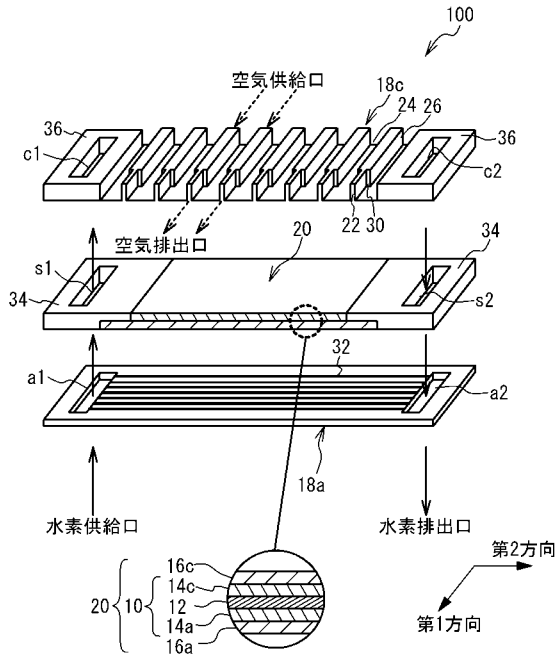
- 10 膜電極接合体
- 12 電解質膜
- 14 a アノード触媒層
- 14 c カソード触媒層
- 16 a アノードガス拡散層
- 16 c カソードガス拡散層
- 18 a アノード側セパレータ
- 18 c カソード側セパレータ
- 20 膜電極ガス拡散層接合体
- 22 発電用流路
- 24 冷却用流路
- 26 側壁
- 28 ~ 28 b 階段部
- 30 ~ 30 b 貫通孔
- 32 水素流路
- 34、36 絶縁部材
- 40 傾斜部
- 100、500 単セル

10

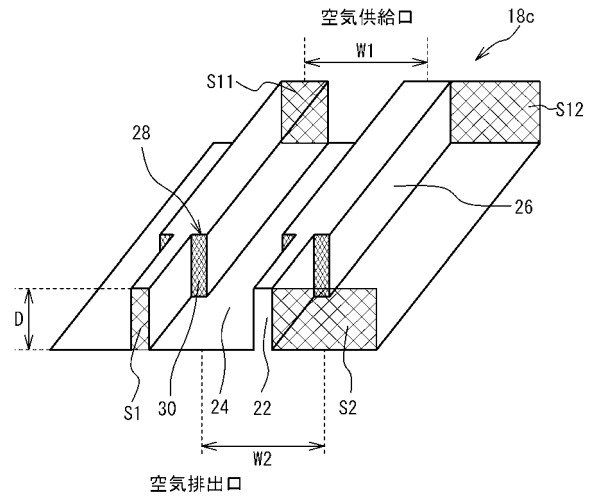
20

30

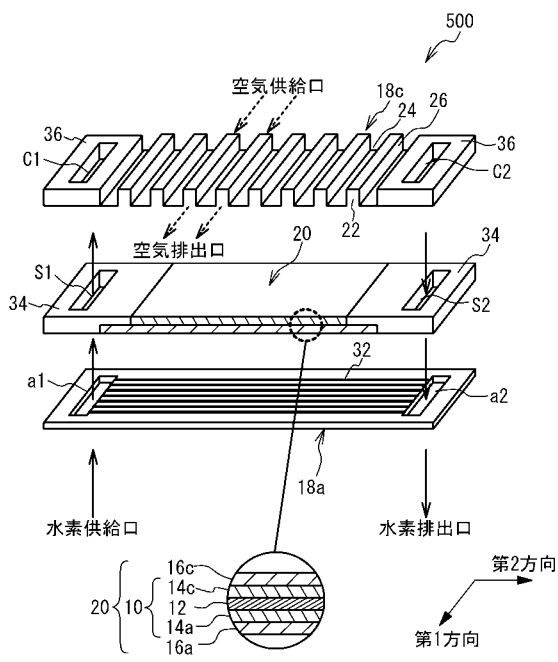
【 図 1 】



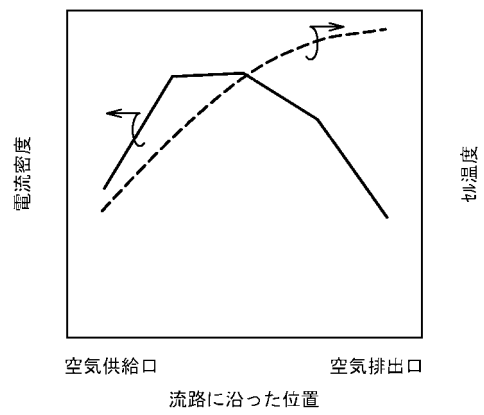
【 図 2 】



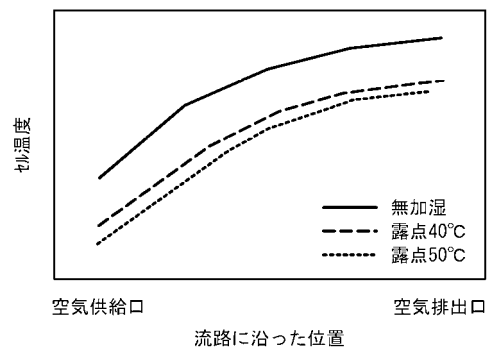
【 図 3 】



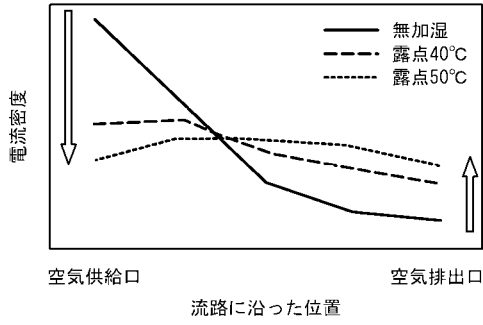
【 図 4 】



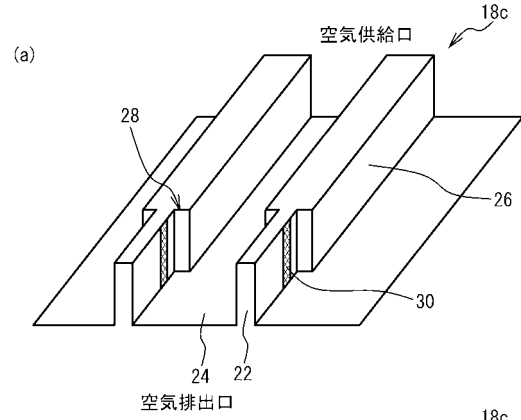
【 図 5 】



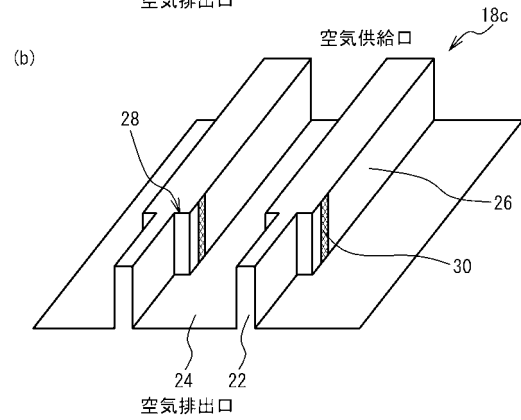
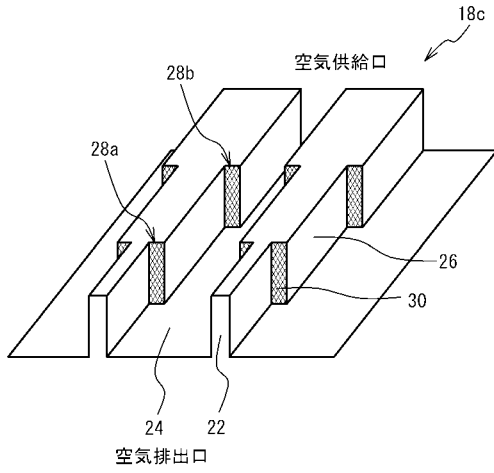
【 図 6 】



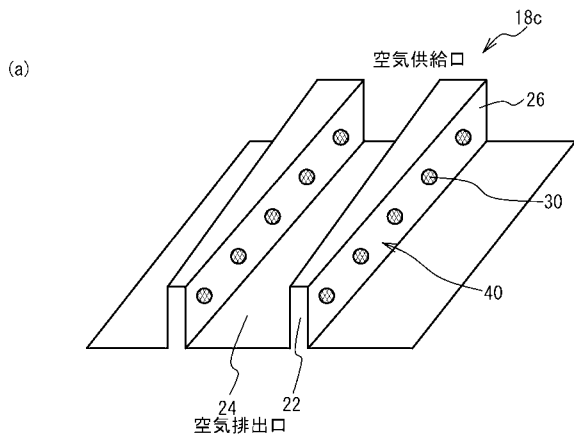
【 図 8 】



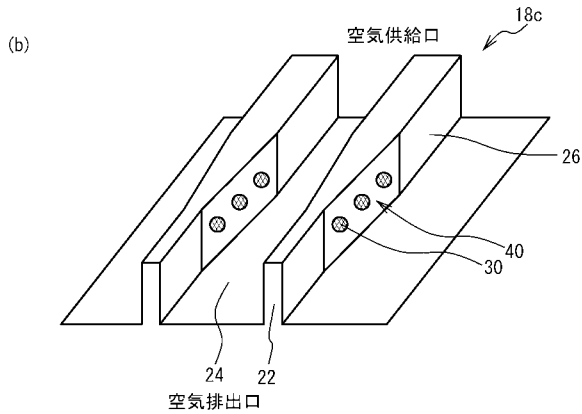
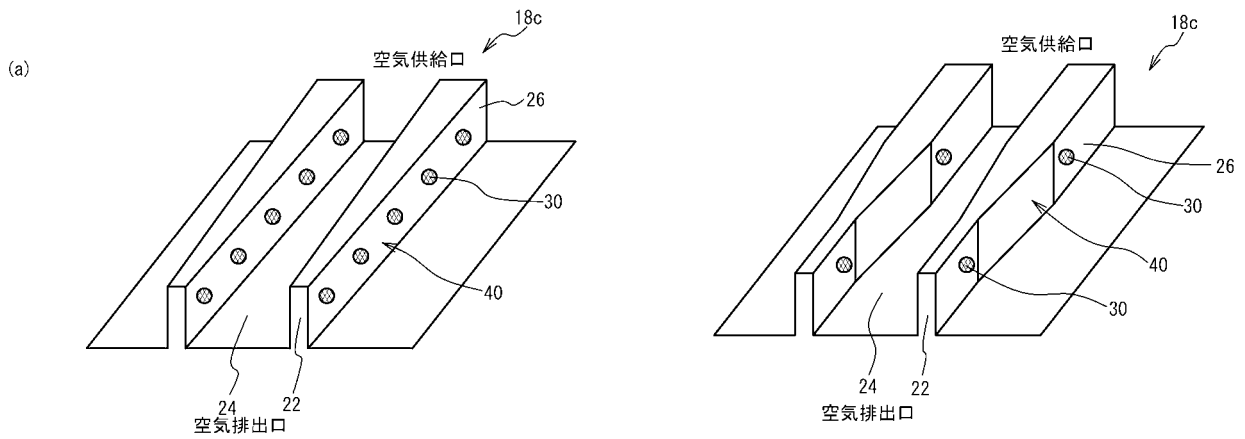
【 図 7 】



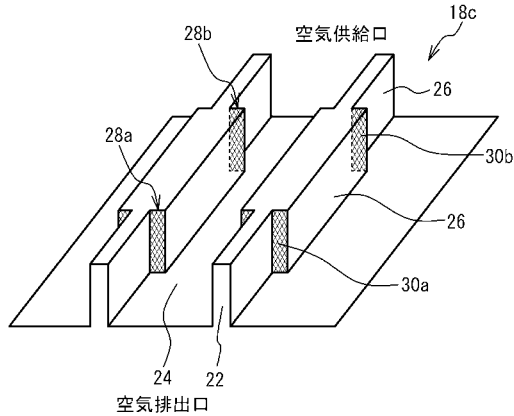
【 図 9 】



【 図 10 】



【図 1 1】



【手続補正書】

【提出日】平成28年9月14日(2016.9.14)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

膜電極接合体と、

前記膜電極接合体を挟持するアノード側セパレータ及びカソード側セパレータと、

前記カソード側セパレータの前記膜電極接合体側の面に前記カソード側セパレータの一端から他端にかけて延在して設けられ、酸化剤ガスが流通する発電用流路と、

前記カソード側セパレータの前記膜電極接合体とは反対側の面に前記カソード側セパレータの前記一端から前記他端にかけて延在して設けられ、前記発電用流路と側壁によって隔てられていて、前記酸化剤ガスが流通する冷却用流路と、を備え、

前記発電用流路の前記酸化剤ガスが排出される排出口側の断面積は、前記発電用流路の前記排出口側よりも上流における前記発電用流路の断面積よりも小さく、

前記冷却用流路の前記酸化剤ガスが排出される排出口側の断面積は、前記冷却用流路の前記排出口側よりも上流における前記冷却用流路の断面積よりも大きく、

前記発電用流路と前記冷却用流路とを隔てる前記側壁に貫通孔が設けられている、燃料電池。

【請求項 2】

前記発電用流路の前記酸化剤ガスが供給される供給口側の断面積は、前記発電用流路の前記排出口側の断面積よりも大きく、

前記冷却用流路の前記酸化剤ガスが供給される供給口側の断面積は、前記冷却用流路の前記排出口側の断面積よりも小さい、請求項 1 記載の燃料電池。

【請求項 3】

前記発電用流路の幅は、前記発電用流路を流れる前記酸化剤ガスの流通方向において狭まるように階段状に変化し、

前記貫通孔は、前記階段状に変化する階段部に前記発電用流路を流れる前記酸化剤ガスの流通方向に直交して設けられている、請求項 1 または 2 記載の燃料電池。

【請求項 4】

前記発電用流路の幅は、前記発電用流路を流れる前記酸化剤ガスの流通方向において狭まるように階段状に変化し、

前記貫通孔は、前記階段状に変化する階段部の近傍に設けられている、請求項 1 または 2 記載の燃料電池。

【請求項 5】

前記発電用流路の幅が変化する前記階段部が複数設けられている、請求項 3 または 4 記載の燃料電池。

【請求項 6】

前記発電用流路の幅は、前記発電用流路を流れる前記酸化剤ガスの流通方向において狭まるように傾斜して変化し、

前記貫通孔は、前記傾斜して変化する傾斜部に設けられている、請求項 1 または 2 記載の燃料電池。

【請求項 7】

前記発電用流路の幅は、前記発電用流路を流れる前記酸化剤ガスの流通方向において狭まるように傾斜して変化し、

前記貫通孔は、前記傾斜して変化する傾斜部の近傍に設けられている、請求項 1 または 2 記載の燃料電池。

【請求項 8】

前記カソード側セパレータは凹凸形状をした金属板からなる、請求項 1 から 7 のいずれか一項記載の燃料電池。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0006】

本発明は、膜電極接合体と、前記膜電極接合体を挟持するアノード側セパレータ及びカソード側セパレータと、前記カソード側セパレータの前記膜電極接合体側の面に前記カソード側セパレータの一端から他端にかけて延在して設けられ、酸化剤ガスが流通する発電用流路と、前記カソード側セパレータの前記膜電極接合体とは反対側の面に前記カソード側セパレータの前記一端から前記他端にかけて延在して設けられ、前記発電用流路と側壁によって隔てられていて、前記酸化剤ガスが流通する冷却用流路と、を備え、前記発電用流路の前記酸化剤ガスが排出される排出口側の断面積は、前記発電用流路の前記排出口側よりも上流における前記発電用流路の断面積よりも小さく、前記冷却用流路の前記酸化剤ガスが排出される排出口側の断面積は、前記冷却用流路の前記排出口側よりも上流における前記冷却用流路の断面積よりも大きく、前記発電用流路と前記冷却用流路とを隔てる前記側壁に貫通孔が設けられている、燃料電池である。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 0 2 0 】

発電用流路 2 2 と冷却用流路 2 4 とは、カソード側セパレータ 1 8 c の一端から他端に第 1 方向に直線状に延在し、且つ、第 1 方向に交差する第 2 方向で交互に並んで設けられている。発電用流路 2 2 は、空気供給口から空気排出口にかけてほぼ一定の深さ D を有する。言い換えると、冷却用流路 2 4 は、空気供給口から空気排出口にかけてほぼ一定の深さ D を有する。また、発電用流路 2 2 のピッチ間隔 $W 1$ (中心間の距離) は、空気供給口から空気排出口にかけてほぼ一定である。冷却用流路 2 4 のピッチ間隔 $W 2$ (中心間の距離) も、空気供給口から空気排出口にかけてほぼ一定である。