

(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2018-45783
(P2018-45783A)

(43) 公開日 平成30年3月22日(2018.3.22)

| (51) Int.Cl. | | F I | テーマコード (参考) | |
|--------------|----------------|--------|-------------|---------|
| HO 1 M | 8/24 (2016.01) | HO 1 M | 8/24 | R 5H026 |
| HO 1 M | 8/02 (2016.01) | HO 1 M | 8/02 | Z 5H126 |
| HO 1 M | 8/12 (2016.01) | HO 1 M | 8/12 | |

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 16 頁)

| | | | |
|--------------|------------------------------|----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2016-177781 (P2016-177781) | (71) 出願人 | 000004064 日本碍子株式会社 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 |
| (22) 出願日 | 平成28年9月12日 (2016.9.12) | (74) 代理人 | 110000202 新樹グローバル・アイピー特許業務法人 |
| (11) 特許番号 | 特許第6267300号 (P6267300) | (72) 発明者 | 鈴木 憲次 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 |
| (45) 特許公報発行日 | 平成30年1月24日 (2018.1.24) | (72) 発明者 | 尾崎 聡 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 大森 誠 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 |
| | | Fターム(参考) | 5H026 AA06 HH03 5H126 AA15 AA23 BB06 JJ03 |

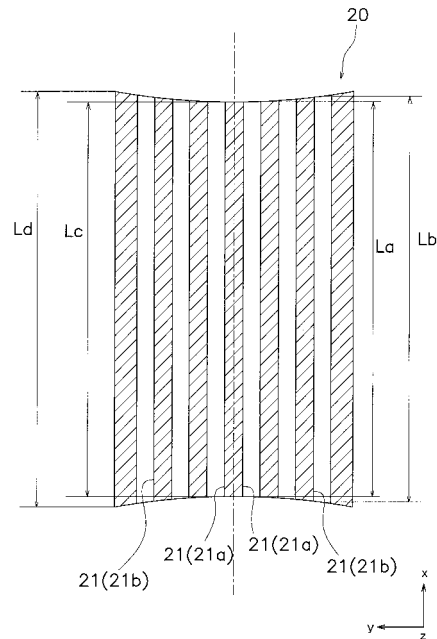
(54) 【発明の名称】 燃料電池セル

(57) 【要約】

【課題】 各ガス流路内を流れるガスの流量差を低減する。

【解決手段】 支持基板20は、複数のガス流路21を内部に有する。各ガス流路21は、支持基板20の長手方向に延びる。各ガス流路21は、支持基板20の幅方向において互いに間隔をあけて配置される。支持基板20の幅方向の中央部に配置される中央ガス流路21aは、支持基板20の幅方向の両端部に配置される端部ガス流路21bよりも長さが短い。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のガス流路を内部に有する板状の支持基板と、
前記支持基板上に支持される発電素子部と、
を備え、

前記各ガス流路は、前記支持基板の長手方向に延びるとともに、前記支持基板の幅方向において互いに間隔をあけて配置され、

前記支持基板の幅方向の中央部に配置される中央ガス流路は、前記支持基板の幅方向の両端部に配置される端部ガス流路よりも長さが短い、
燃料電池セル。

10

【請求項 2】

前記各ガス流路は、前記中央ガス流路に近いガス流路ほど、その長さが短い、
請求項 1 に記載の燃料電池セル。

【請求項 3】

前記支持基板は、幅方向の中央における長さが、幅方向の両端における長さよりも短い、
請求項 1 又は 2 に記載の燃料電池セル。

20

【請求項 4】

前記支持基板の長さは、幅方向の両端から幅方向の中央に近づくにつれて徐々に短くなる、
請求項 1 から 3 のいずれかに記載の燃料電池セル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池セルに関するものである。

【背景技術】

【0002】

燃料電池セルは、板状の支持基板と、支持基板に支持される発電素子部とを備えている。支持基板は、内部に複数のガス流路を有している。各ガス流路は、支持基板の長手方向に延びている。また、各ガス流路は、支持基板の幅方向において間隔をあけて配置されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2015 - 76339 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0004】

上記燃料電池セルにおいて、その発電効率を向上させるためには、各ガス流路内を流れるガスの流量差を小さくすることが好ましい。

【0005】

本発明の課題は、各ガス流路内を流れるガスの流量差を低減することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明のある側面に係る燃料電池セルは、板状の支持基板と、発電素子部と、を備えている。支持基板は、複数のガス流路を内部に有する。発電素子部は、支持基板上に支持される。各ガス流路は、支持基板の長手方向に延びる。各ガス流路は、支持基板の幅方向に

50

において互いに間隔をあけて配置される。支持基板の幅方向の中央部に配置される中央ガス流路は、支持基板の幅方向の両端部に配置される端部ガス流路よりも長さが短い。

【0007】

燃料電池セルは、支持基板の幅方向において、両端部よりも中央部の方が温度が高くなる。このため、端部ガス流路内を流れるガスよりも、中央ガス流路内を流れるガスの方が粘度が高くなる。この結果、従来の燃料電池セルでは、端部ガス流路内を流れるガスに比べて、中央ガス流路内を流れるガスの圧力損失が大きくなっていた。

【0008】

これに対して、本発明に係る燃料電池セルは、その中央ガス流路の長さを端部ガス流路の長さよりも短くしている。このため、中央ガス流路内を流れるガスと端部ガス流路内を流れるガスとの圧力損失の差を従来の燃料電池セルよりも小さくすることができる。この結果、端部ガス流路内を流れるガスの流量と、中央ガス流路内を流れるガスの流量との差を低減することができる。

10

【0009】

好ましくは、各ガス流路は、前記中央ガス流路に近いガス流路ほど、その長さが短い。

【0010】

好ましくは、支持基板は、幅方向の中央における長さが、幅方向の両端における長さよりも短い。

【0011】

好ましくは、支持基板の長さは、幅方向の両端から幅方向の中央に近づくにつれて徐々に短くなる。

20

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、各ガス流路内を流れるガスの流量差を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】燃料電池スタックの斜視図。

【図2】燃料電池スタックの断面図。

【図3】燃料マニホールドの斜視図。

【図4】燃料電池セルの斜視図。

30

【図5】支持基板の断面図。

【図6】燃料電池セルの断面図。

【図7】燃料電池セルの基端側の断面図。

【図8】燃料電池セルと燃料マニホールドとの接合を示す図。

【図9】空気の供給方法を示す図。

【図10】燃料電池セル内を流れる電流を示す図。

【図11】燃料電池セルの製造方法を示す図。

【図12】燃料電池セルの製造方法を示す図。

【図13】燃料電池セルの製造方法を示す図。

【図14】燃料電池セルの製造方法を示す図。

40

【図15】燃料電池セルの製造方法を示す図。

【図16】燃料電池セルの製造方法を示す図。

【図17】燃料電池セルの製造方法を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明に係る燃料電池セルを用いた燃料電池スタックの実施形態について図面を参照しつつ説明する。

【0015】

図1及び図2に示すように、燃料電池スタック100は、燃料マニホールド200と、複数の燃料電池セル301と、を備えている。

50

【 0 0 1 6 】

[燃料マニホールド]

図 3 に示すように、燃料マニホールド 2 0 0 は、燃料ガスを各燃料電池セル 3 0 1 に分配するように構成されている。燃料マニホールド 2 0 0 は、中空状であり、内部空間を有している。燃料マニホールド 2 0 0 の内部空間には、導入管 2 0 1 を介して燃料ガスが供給される。燃料マニホールド 2 0 0 は、互いに間隔をあけて並ぶ複数の貫通孔 2 0 2 を有している。各貫通孔 2 0 2 は、燃料マニホールド 2 0 0 の天板 2 0 3 に形成されている。各貫通孔 2 0 2 は、燃料マニホールド 2 0 0 の内部空間と外部とを連通する。

【 0 0 1 7 】

[燃料電池セル]

図 2 に示すように、各燃料電池セル 3 0 1 は、燃料マニホールド 2 0 0 から延びている。詳細には、各燃料電池セル 3 0 1 は、燃料マニホールド 2 0 0 の天板 2 0 3 から上方 (x 軸方向) に延びている。すなわち、各燃料電池セル 3 0 1 の長手方向 (x 軸方向) は、上方に延びている。燃料電池セル 3 0 1 の基端部が貫通孔 2 0 2 に挿入されている。図 4 に示すように、燃料電池セル 3 0 1 は、複数の発電素子部 1 0 と、支持基板 2 0 とを備えている。

10

【 0 0 1 8 】

[支持基板]

図 5 に示すように、支持基板 2 0 は、板状である。支持基板 2 0 は、支持基板 2 0 の長手方向 (x 軸方向) に沿って延びる複数のガス流路 2 1 を内部に有している。各ガス流路 2 1 は、支持基板 2 0 の基端側から先端側に向かって延びている。なお、基端側とは、ガス供給側を意味する。具体的には、燃料マニホールド 2 0 0 に燃料電池セル 3 0 1 を取り付けた場合において、その燃料マニホールド 2 0 0 に近い側を意味する。また、先端側とは、ガス供給側とは反対側を意味する。具体的には、燃料電池セル 3 0 1 を燃料マニホールド 2 0 0 に取り付けた場合において、その燃料マニホールド 2 0 0 から遠い側を意味する。例えば、本実施形態の図 5 では、下側が基端側であり、上側が先端側となる。

20

【 0 0 1 9 】

各ガス流路 2 1 は、支持基板 2 0 の幅方向 (y 軸方向) に互いに間隔をあけて配置される。好ましくは、各ガス流路 2 1 は、互いに実質的に等間隔で配置されている。また、各ガス流路 2 1 は、互いに実質的に平行に延びている。特に限定されるものではないが、支持基板 2 0 は、好ましくは 3 ~ 5 0 本のガス流路 2 1 を有しており、より好ましくは、 1 0 ~ 3 0 本のガス流路 2 1 を有している。

30

【 0 0 2 0 】

支持基板 2 0 は、中央ガス流路 2 1 a と端部ガス流路 2 1 b とを有している。中央ガス流路 2 1 a とは、各ガス流路 2 1 のうち、支持基板 2 0 の幅方向の中央部に配置されるガス流路 2 1 を言う。なお、支持基板 2 0 の幅方向の中央部に配置されるガス流路 2 1 とは、支持基板 2 0 の幅方向の中央に最も近いガス流路 2 1 を言う。端部ガス流路 2 1 b とは、各ガス流路 2 1 のうち、支持基板 2 0 の幅方向の両端部に配置されるガス流路 2 1 を言う。

【 0 0 2 1 】

中央ガス流路 2 1 a の長さ L_a は、端部ガス流路 2 1 b の長さ L_b よりも短い。例えば、中央ガス流路 2 1 a の長さ L_a は、端部ガス流路 2 1 b の長さ L_b よりも 0 . 1 ~ 2 . 0 % 程度短い。また、好ましくは、各ガス流路 2 1 において、中央ガス流路 2 1 a に近いガス流路 2 1 ほど、その長さが短い。例えば、中央ガス流路 2 1 a の長さ L_a が最も短く、各端部ガス流路 2 1 b の長さ L_b が最も長い。そして、中央ガス流路 2 1 a と各端部ガス流路 2 1 b との間に配置されたガス流路 2 1 の長さは、中央ガス流路 2 1 a の長さ L_a よりも長く、各端部ガス流路 2 1 b の長さ L_b よりも短い。また、中央ガス流路 2 1 a と各端部ガス流路 2 1 b との間に複数のガス流路 2 1 が配置される場合、中央ガス流路 2 1 a に近いガス流路 2 1 ほどその長さが短い。なお、各ガス流路 2 1 の長さは、特に限定されるものではないが、例えば、 1 0 0 ~ 3 0 0 mm 程度とすることができる。

40

50

【0022】

なお、ガス流路21の長さとは、支持基板20の長手方向（x軸方向）における寸法を言う。例えば、ガス流路21の長さは、ガス流路21の長手方向に延びる中心軸線に沿って測定する。本実施形態では、2つのガス流路21が中央ガス流路21aとなる。この場合、2つの中央ガス流路21aともに、その長さ L_a が端部ガス流路21bの長さ L_b よりも短い。なお、支持基板20の長さは、特に限定されるものではないが、例えば、100～300mm程度とすることができる。

【0023】

支持基板20は、幅方向の中央における長さ L_c は、幅方向の両端における長さ L_d よりも短い。例えば、支持基板20の長さは、幅方向の中央に近づくにつれて漸減している。なお、支持基板20の長さとは、支持基板20の長手方向の寸法を言う。

10

【0024】

図6に示すように、支持基板20は、複数の第1凹部22を有している。各第1凹部22は、支持基板20の各主面23（図4参照）に形成されている。各第1凹部22は支持基板20の長手方向において互いに間隔をあけて配置されている。なお、各第1凹部22は、支持基板20の幅方向（y軸方向）の両端部には形成されていない。

【0025】

支持基板20は、電子伝導性を有さない多孔質の材料によって構成される。支持基板20は、例えば、CSZ（カルシア安定化ジルコニア）から構成され得る。或いは、支持基板20は、NiO（酸化ニッケル）とYSZ（8YSZ）（イットリア安定化ジルコニア）とから構成されてもよいし、NiO（酸化ニッケル）と Y_2O_3 （イットリア）とから構成されてもよいし、MgO（酸化マグネシウム）と $MgAl_2O_4$ （マグネシアアルミナスピネル）とから構成されてもよい。支持基板20の気孔率は、例えば、20～60%程度である。

20

【0026】

[発電素子部]

各発電素子部10は、支持基板20の各主面23に支持されている。なお、各発電素子部10は、支持基板20の各主面23のどちらか一方のみに支持されていてもよい。各発電素子部10は、支持基板20の長手方向において、互いに間隔をあけて配置されている。すなわち、本実施形態に係る燃料電池セル301は、いわゆる横縞型の燃料電池セルである。長手方向に隣り合う発電素子部10は、インターコネクタ31によって互いに電氣的に接続されている。

30

【0027】

発電素子部10は、燃料極4、電解質5、及び空気極6を有している。また、発電素子部10は、反応防止膜7をさらに有している。

【0028】

[燃料極]

燃料極4は、電子伝導性を有する多孔質の材料から構成される焼成体である。燃料極4は、燃料極集電部41と燃料極活性部42とを有する。

【0029】

[燃料極集電部]

燃料極集電部41は、第1凹部22内に配置されている。詳細には、燃料極集電部41は、第1凹部22内に充填されており、第1凹部22と同様の外形を有する。燃料極集電部41は、第2凹部411及び第3凹部412を有している。第2凹部411内には、燃料極活性部42が配置されている。また、第3凹部412には、インターコネクタ31が配置されている。

40

【0030】

燃料極集電部41は、電子伝導性を有する。燃料極集電部41は、燃料極活性部42よりも高い電子伝導性を有していることが好ましい。燃料極集電部41は、酸素イオン伝導性を有していてもよいし、有していなくてもよい。

50

【 0 0 3 1 】

燃料極集電部 4 1 は、例えば、NiO（酸化ニッケル）とYSZ（8YSZ）（イットリア安定化ジルコニア）とから構成され得る。或いは、燃料極集電部 4 1 は、NiO（酸化ニッケル）と Y_2O_3 （イットリア）とから構成されてもよいし、NiO（酸化ニッケル）とCSZ（カルシア安定化ジルコニア）とから構成されてもよい。燃料極集電部 4 1 の厚さ、及び第 1 凹部 2 2 の深さは、50 ~ 500 μm 程度である。

【 0 0 3 2 】

[燃料極活性部]

燃料極活性部 4 2 は、酸素イオン伝導性を有するとともに、電子伝導性を有する。燃料極活性部 4 2 は、燃料極集電部 4 1 よりも酸素イオン伝導性を有する物質の含有率が大きい。詳細には、燃料極活性部 4 2 における、気孔部分を除いた全体積に対する酸素イオン伝導性を有する物質の体積割合は、燃料極集電部 4 1 における、気孔部分を除いた全体積に対する酸素イオン伝導性を有する物質の体積割合よりも大きい。

10

【 0 0 3 3 】

燃料極活性部 4 2 は、例えば、NiO（酸化ニッケル）とYSZ（8YSZ）（イットリア安定化ジルコニア）とから構成され得る。或いは、燃料極活性部 4 2 は、NiO（酸化ニッケル）とGDC（ガドリニウムドーブセリア）とから構成されてもよい。燃料極活性部 4 2 の厚さは、5 ~ 30 μm である。

【 0 0 3 4 】

[電解質]

電解質 5 は、燃料極 4 上を覆うように配置されている。詳細には、電解質 5 は、あるインターコネクタ 3 1 から隣のインターコネクタ 3 1 まで長手方向に延びている。すなわち、支持基板 2 0 の長手方向（x 軸方向）において、電解質 5 とインターコネクタ 3 1 とが交互に連続して配置されている。電解質 5 は、支持基板 2 0 の各主面 2 3 を覆うように構成されている。

20

【 0 0 3 5 】

電解質 5 は、イオン伝導性を有し且つ電子伝導性を有さない緻密な材料から構成される焼成体である。電解質 5 は、例えば、YSZ（8YSZ）（イットリア安定化ジルコニア）から構成され得る。或いは、電解質 5 は、LSGM（ランタンガレート）から構成されてもよい。電解質 5 の厚さは、例えば、3 ~ 50 μm 程度である。

30

【 0 0 3 6 】

[反応防止膜]

反応防止膜 7 は、緻密な材料から構成される焼成体である。反応防止膜 7 は、電解質 5 と空気極活性部 6 1 との間に配置されている。反応防止膜 7 は、電解質 5 内のYSZと空気極 6 内のSrとが反応して電解質 5 と空気極 6 との界面に電気抵抗が大きい反応層が形成される現象の発生を抑制するために設けられている。

【 0 0 3 7 】

反応防止膜 7 は、希土類元素を含むセリアを含んだ材料から構成されている。反応防止膜 7 は、例えば、 $GDC = (Ce, Gd)O_2$ （ガドリニウムドーブセリア）から構成され得る。反応防止膜 7 の厚さは、例えば、3 ~ 50 μm 程度である。

40

【 0 0 3 8 】

[空気極]

空気極 6 は、電子伝導性を有する多孔質の材料から構成される焼成体である。空気極 6 は、電解質 5 を基準にして、燃料極 4 と反対側に配置されている。空気極 6 は、空気極活性部 6 1 と空気極集電部 6 2 とを有している。

【 0 0 3 9 】

[空気極活性部]

空気極活性部 6 1 は、反応防止膜 7 上に配置されている。空気極活性部 6 1 は、酸素イオン伝導性を有するとともに、電子伝導性を有する。空気極活性部 6 1 は、空気極集電部 6 2 よりも酸素イオン伝導性を有する物質の含有率が大きい。詳細には、空気極活性部 6

50

1 おける、気孔部分を除いた全体積に対する酸素イオン伝導性を有する物質の体積割合は、空気極集電部 6 2 における、気孔部分を除いた全体積に対する酸素イオン伝導性を有する物質の体積割合よりも大きい。

【0040】

空気極活性部 6 1 は、例えば、 $LSCF = (La, Sr)(Co, Fe)O_3$ (ランタンストロンチウムコバルトフェライト) から構成され得る。或いは、空気極活性部 6 1 は、 $LSF = (La, Sr)FeO_3$ (ランタンストロンチウムフェライト)、 $LNF = La(Ni, Fe)O_3$ (ランタンニッケルフェライト)、又は、 $LSC = (La, Sr)CoO_3$ (ランタンストロンチウムコバルタイト) 等から構成されてもよい。空気極活性部 6 1 は、 $LSCF$ から構成される第 1 層 (内側層) と LSC から構成される第 2 層 (外側層) との 2 層によって構成されてもよい。空気極活性部 6 1 の厚さは、例えば、 $10 \sim 100 \mu m$ である。

10

【0041】

[空気極集電部]

空気極集電部 6 2 は、空気極活性部 6 1 上に配置されている。また、空気極集電部 6 2 は、空気極活性部 6 1 から、隣の発電素子部に向かって延びている。なお、燃料極集電部 4 1 と空気極集電部 6 2 とは、発電領域から互いに反対側に延びている。なお、発電領域とは、燃料極活性部 4 2 と電解質 5 と空気極活性部 6 1 とが重複する領域である。

【0042】

空気極集電部 6 2 は、電子伝導性を有する多孔質の材料から構成される焼成体である。空気極集電部 6 2 は、空気極活性部 6 1 よりも高い電子伝導性を有していることが好ましい。空気極集電部 6 2 は、酸素イオン伝導性を有していてもよいし、有していなくてもよい。

20

【0043】

空気極集電部 6 2 は、例えば、 $LSCF = (La, Sr)(Co, Fe)O_3$ (ランタンストロンチウムコバルトフェライト) から構成され得る。或いは、空気極集電部 6 2 は、 $LSC = (La, Sr)CoO_3$ (ランタンストロンチウムコバルタイト) から構成されてもよい。或いは、空気極集電部 6 2 は、 Ag (銀)、 $Ag - Pd$ (銀パラジウム合金) から構成されてもよい。空気極集電部 6 2 の厚さは、例えば、 $50 \sim 500 \mu m$ 程度である。

30

【0044】

[インターコネクタ]

インターコネクタ 3 1 は、支持基板 2 0 の長手方向 (x 軸方向) に隣り合う発電素子部 1 0 を電氣的に接続するように構成されている。詳細には、一方の発電素子部 1 0 の空気極集電部 6 2 は、他方の発電素子部 1 0 に向かって延びている。また、他方の発電素子部 1 0 の燃料極集電部 4 1 は、一方の発電素子部 1 0 に向かって延びている。そして、インターコネクタ 3 1 は、一方の発電素子部 1 0 の空気極集電部 6 2 と、他方の発電素子部 1 0 の燃料極集電部 4 1 とを電氣的に接続している。インターコネクタ 3 1 は、燃料極集電部 4 1 の第 3 凹部 4 1 2 内に配置されている。詳細には、インターコネクタ 3 1 は、第 3 凹部 4 1 2 内に埋設されている。

40

【0045】

インターコネクタ 3 1 は、電子伝導性を有する緻密な材料から構成される焼成体である。インターコネクタ 3 1 は、例えば、 $LaCrO_3$ (ランタンクロマイト) から構成され得る。或いは、インターコネクタ 3 1 は、 $(Sr, La)TiO_3$ (ストロンチウムチタネート) から構成されてもよい。インターコネクタ 3 1 の厚さは、例えば、 $10 \sim 100 \mu m$ である。

【0046】

[集電部材]

以上のように構成された燃料電池セル 3 0 1 は、隣り合う燃料電池セル 3 0 1 と、集電部材 3 0 2 によって電氣的に接続されている。図 2 に示すように、集電部材 3 0 2 は、一

50

対の燃料電池セル301間に配置されている。そして、集電部材302は、厚さ方向(z軸方向)において隣り合う燃料電池セル301同士を電氣的に接続するよう、導電性を有している。詳細には、集電部材302は、燃料電池セル301の基端側において、隣り合う燃料電池セル301同士を接続している。集電部材302は、基端側発電素子部10aよりも基端側に配置されている。詳細には、図7に示すように、集電部材302は、基端側発電素子部10aから延びる空気極集電部62上に配置されている。

【0047】

集電部材302は、例えば、直方体状又は円柱状などのようなブロック状である。集電部材302は、例えば、酸化物セラミックスの焼成体で構成されている。このような酸化物セラミックスとしては、例えば、ペロブスカイト酸化物、又はスピネル酸化物などが挙げられる。ペロブスカイト酸化物としては、例えば、 $(La, Sr)MnO_3$ 、又は $(La, Sr)(Co, Fe)O_3$ 等が挙げられる。スピネル酸化物としては、例えば、 $(Mn, Co)_3O_4$ 、又は $(Mn, Fe)_3O_4$ 等が挙げられる。この集電部材302は、例えば、可撓性を有していない。なお、集電部材302は、金属板などによって形成されていてもよい。

10

【0048】

集電部材302は、第1接合材101によって、各燃料電池セル301に接合されている。すなわち、第1接合材101は、各集電部材302と各燃料電池セル301とを接合している。第1接合材101は、例えば、 $(Mn, Co)_3O_4$ 、 $(La, Sr)MnO_3$ 又は $(La, Sr)(Co, Fe)O_3$ 等よりなる群から選ばれる少なくとも1種である。

20

【0049】

図2に示すように、各燃料電池セル301は、燃料マニホールド200に支持されている。詳細には、各燃料電池セル301は、第2接合材102によって、燃料マニホールド200の天板203に固定されている。より詳細には、図8に示すように、各燃料電池セル301の基端部が、燃料マニホールド200の貫通孔202に挿入されている。燃料電池セル301は、貫通孔202に挿入された状態で、第2接合材102によって燃料マニホールド200に固定されている。

【0050】

第2接合材102は、燃料電池セル301が挿入された状態の貫通孔202内に充填される。すなわち、第2接合材102は、燃料電池セル301の外周面と、貫通孔202を画定する壁面との隙間に充填される。第2接合材102は、例えば、結晶化ガラスである。結晶化ガラスとしては、例えば、 $SiO_2 - B_2O_3$ 系、 $SiO_2 - CaO$ 系、又は $SiO_2 - MgO$ 系が採用され得る。なお、本明細書では、結晶化ガラスとは、全体積に対する「結晶相が占める体積」の割合(結晶化度)が60%以上であり、全体積に対する「非晶質相及び不純物が占める体積」の割合が40%未満のガラスを指す。なお、第2接合材102の材料として、非晶質ガラス、ろう材、又はセラミックス等が採用されてもよい。具体的には、第2接合材102は、 $SiO_2 - MgO - B_2O_5 - Al_2O_3$ 系及び $SiO_2 - MgO - Al_2O_3 - ZnO$ 系よりなる群から選ばれる少なくとも一種である。

30

【0051】

燃料マニホールド200から突出している各燃料電池セル301の長手方向(x軸方向)の長さは、100~300mm程度とすることができる。また、各燃料電池セル301は、燃料電池セル301の厚さ方向(z軸方向)に間隔をあけて並んでいる。この燃料電池セル301同士の間隔は、1~5mm程度とすることができる。

40

【0052】

[発電方法]

以上のように構成された燃料電池スタック100は、次のようにして発電する。燃料マニホールド200を介して各燃料電池セル301のガス流路21内に燃料ガス(水素ガス等)を流すとともに、支持基板20の両面を酸素を含むガス(空気等)に曝す。

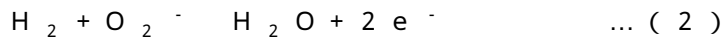
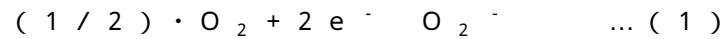
【0053】

50

酸素を含むガスは、例えば、図 9 に示すように、支持基板 20 の幅方向（y 軸方向）に沿って流れるように、基端側発電素子部 10 a よりも基端側に供給される。詳細には、燃料電池スタック 100 は、ガス供給部材 400 をさらに有している。ガス供給部材 400 は、各燃料電池セル 301 の間において、空気などのガスを供給するように構成されている。なお、ガス供給部材 400 から供給されたガスが効率的に上方へ流れるよう、案内板 401 がガス供給部材 400 と反対側に設置されていてもよい。案内板 401 は、平板状であって、燃料電池セル 301 の長手方向に延びるとともに、燃料電池セル 301 の厚さ方向に延びている。

【0054】

以上のように、燃料ガス、及び酸素を含むガスを供給された各発電素子部 10 において、電解質 5 の両側面間に生じる酸素分圧差によって起電力が発生する。この燃料電池スタック 100 を外部の負荷に接続すると、空気極 6 において下記（1）式に示す電気化学反応が起こり、燃料極 4 において下記（2）式に示す電気化学反応が起こり、電流が流れる。



発電状態においては、電流は、図 10 において矢印で示すように流れる。

【0055】

[製造方法]

次に、上述したように構成された燃料電池セルの製造方法について説明する。図 11 から図 17 において、各部材の符号の末尾の「g」は、その部材が焼成前であることを示している。

【0056】

まず、図 11 に示すように、支持基板の成形体 20 g を作製する。この支持基板の成形体 20 g は、例えば、支持基板 20 の材料（例えば、CSZ）の粉末にバインダー等を添加して得られる坯土を用いて、押し出し成形、及び切削等の手法を利用して作製され得る。

【0057】

支持基板の成形体 20 g が作製されると、次に、図 12 に示すように、支持基板の成形体 20 g の各主面 23 に形成された各第 1 凹部 22 に、燃料極集電部の成形体 41 g を充填する。燃料極集電部の成形体 41 g は、例えば、上述した燃料極集電部 41 の材料の粉末にバインダー等を添加して得られるスラリーを用いて、印刷法等によって作製される。

【0058】

次に、図 13 に示すように、燃料極集電部の成形体 41 g の各第 2 凹部 411 内に、燃料極活性部の成形膜 42 g を形成する。この成形膜 42 g は、例えば、上述した燃料極活性部 42 の材料の粉末にバインダーなどを添加して得られるスラリーを用いて、印刷法等によって形成される。

【0059】

また、各燃料極集電部の成形体 41 g の各第 3 凹部 412 内に、インターコネクタの成形膜 31 g を形成する。各インターコネクタの成形膜 31 g は、例えば、上述したインターコネクタ 31 の材料の粉末にバインダー等を添加して得られるスラリーを用いて、印刷法等によって形成される。

【0060】

次に、図 14 に示すように、燃料極活性部の成形膜 42 g 上に、電解質の成形膜 5 g を形成する。詳細には、電解質の成形膜 5 g の先端部は、インターコネクタの成形膜 31 g 上に配置されている。また、別の電解質の成形膜 5 g の基端部も、同じインターコネクタの成形膜 31 g 上に配置されている。これによって、燃料極集電部の成形体 41 g、及び燃料極活性部の成形膜 42 g が形成された状態の支持基板の成形体 20 g の各主面 23 は、インターコネクタの成形膜 31 g、及び電解質の成形膜 5 g によって覆われている。電解質の成形膜 5 g は、例えば、上述した電解質 5 の材料の粉末にバインダー等を添加して

10

20

30

40

50

得られるスラリーを用いて、印刷法、又はディッピング法等によって形成される。

【0061】

次に、図15に示すように、電解質の成形膜5g上に、反応防止膜の成形膜7gを形成する。各反応防止膜の成形膜7gは、例えば、上述した反応防止膜7の材料の粉末にバインダー等を添加して得られるスラリーを用いて、印刷法等によって形成される。

【0062】

そして、このように種々の成形膜が形成された状態の支持基板の成形体20gを、空気中にて1200～1500程度で1～5時間程度焼成する。これにより、空気極6が形成されていない状態の燃料電池セルが得られる。

【0063】

次に、図16に示すように、各反応防止膜7上に、空気極活性部の成形膜61gを形成する。各空気極活性部の成形膜61gは、例えば、上述した空気極活性部61の材料の粉末にバインダー等を添加して得られるスラリーを用いて、印刷法等によって形成される。

【0064】

次に、図17に示すように、空気極活性部の成形膜61g上に、空気極集電部の成形膜62gを形成する。詳細には、空気極集電部の成形膜62gは、空気極活性部の成形膜61gから隣の発電素子部に向かって延びるように形成される。また、基端側発電素子部10aの空気極集電部の成形膜62gは、空気極活性部の成形膜61gから基端側に向かって延びている。各空気極集電部の成形膜62gは、例えば、上述した空気極集電部62の材料の粉末にバインダー等を添加して得られるスラリーを用いて、印刷法等によって形成される。

【0065】

そして、このように空気極の成形膜61g、62gが形成された状態の支持基板20を、空気中にて800～1200程度で1～5時間程度焼成する。これによって、燃料電池セル301が完成する。

【0066】

[変形例]

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない限りにおいて種々の変更が可能である。

【0067】

変形例1

上記実施形態では、燃料極集電部41が第2凹部411及び第3凹部412を有しているが、燃料極集電部41の構成はこれに限定されない。例えば、燃料極集電部41は第2凹部411及び第3凹部412などの凹部を有していなくてもよい。この場合、燃料極活性部42は、燃料極集電部41上に形成されており、燃料極集電部41に埋設されていない。また、インターコネクタ31は、燃料極集電部41上に形成されており、燃料極集電部41に埋設されていない。

【符号の説明】

【0068】

- 10 発電素子部
- 20 支持基板
- 21 ガス流路
- 21a 中央ガス流路
- 21b 端部ガス流路
- 301 燃料電池セル

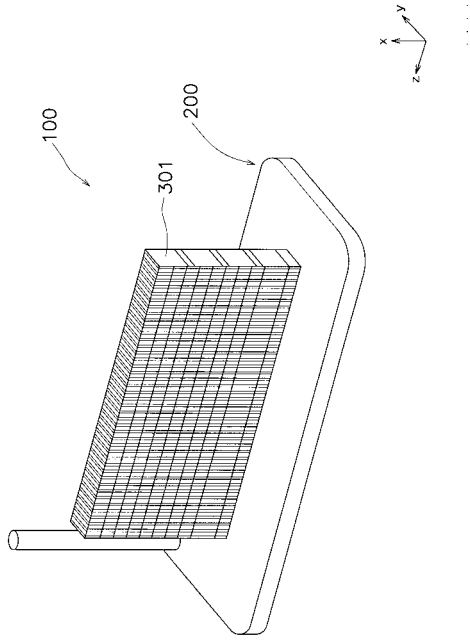
10

20

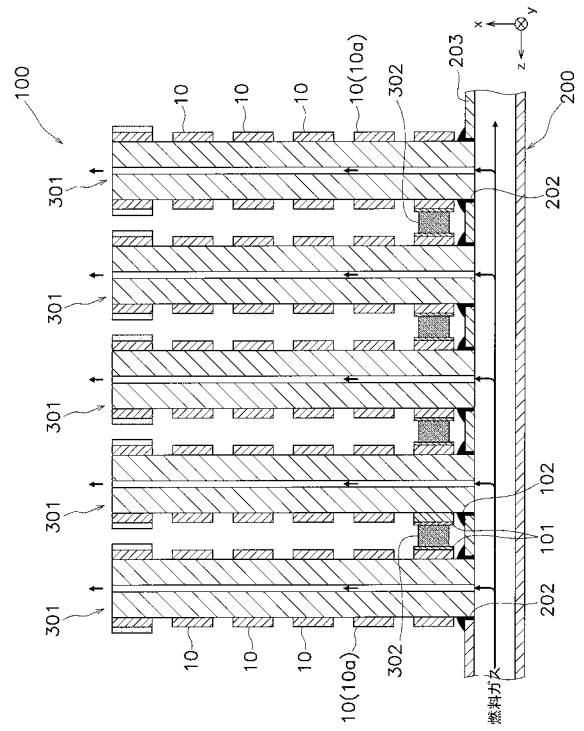
30

40

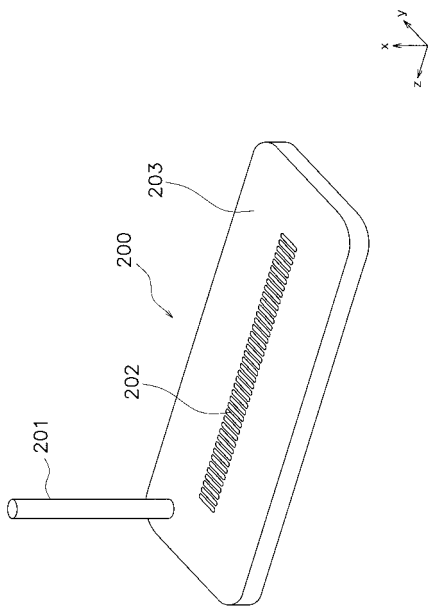
【 図 1 】



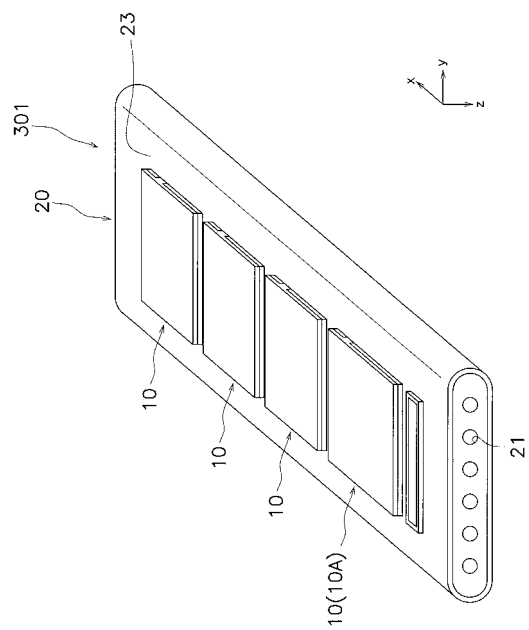
【 図 2 】



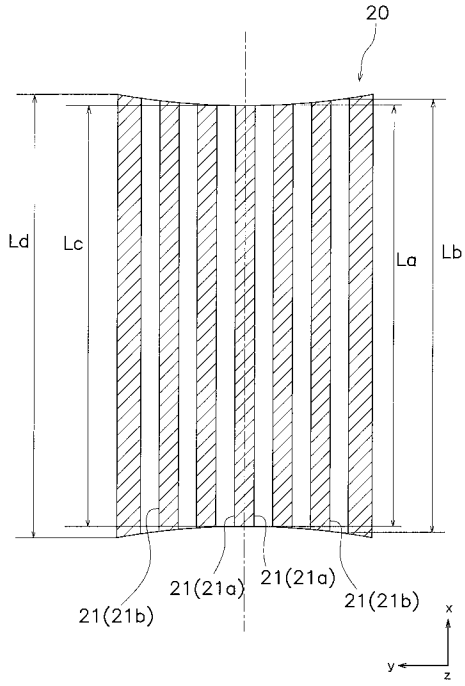
【 図 3 】



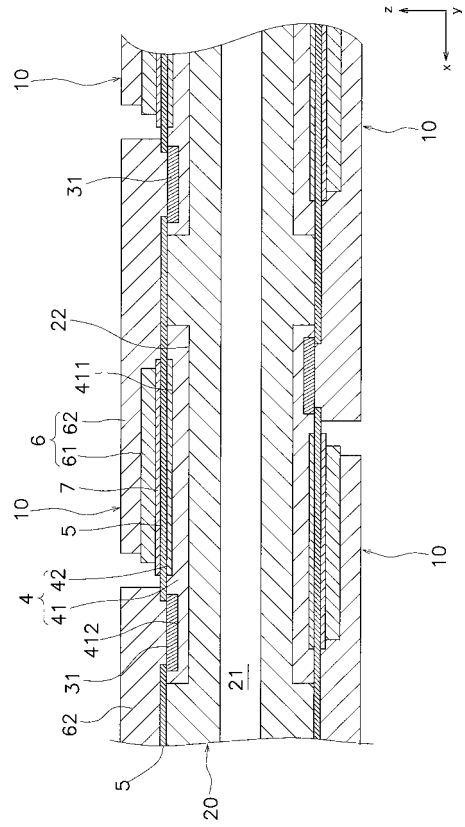
【 図 4 】



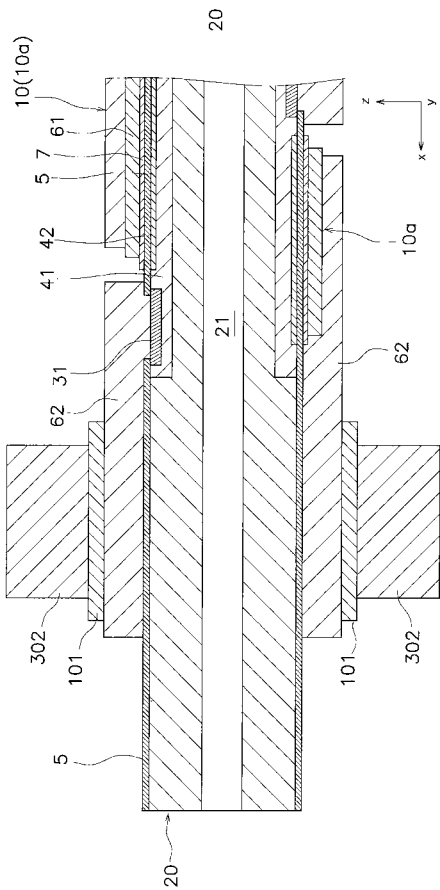
【 図 5 】



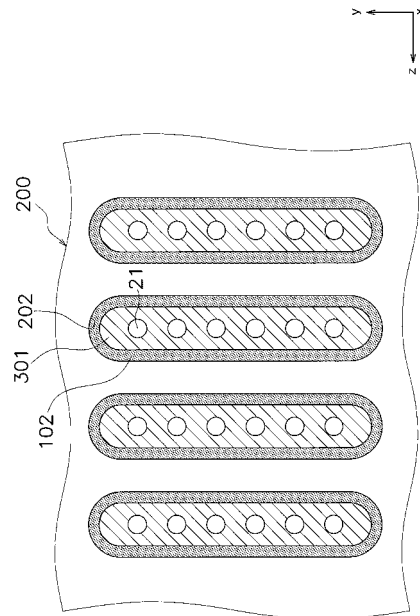
【 図 6 】



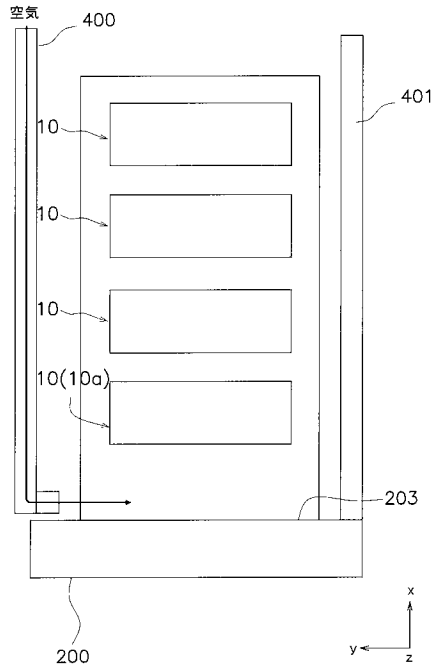
【 図 7 】



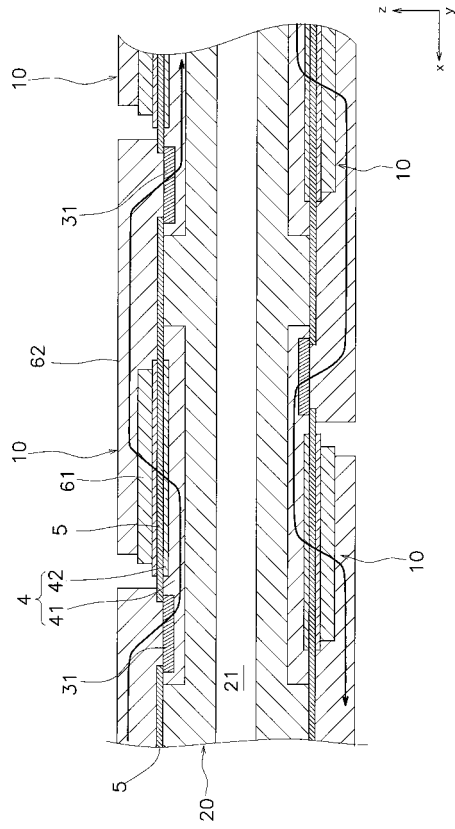
【 図 8 】



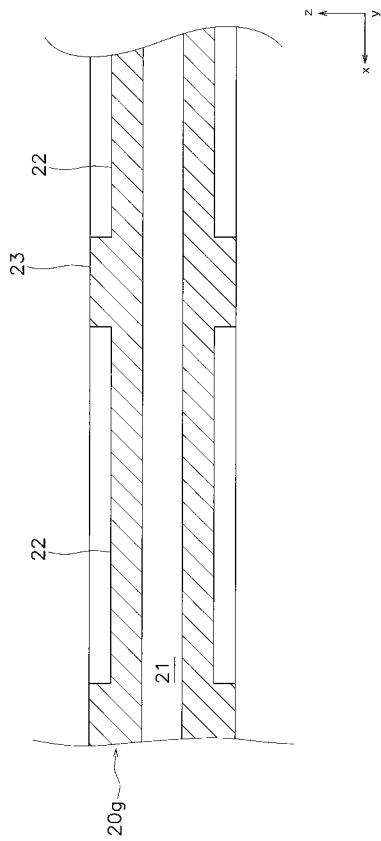
【 図 9 】



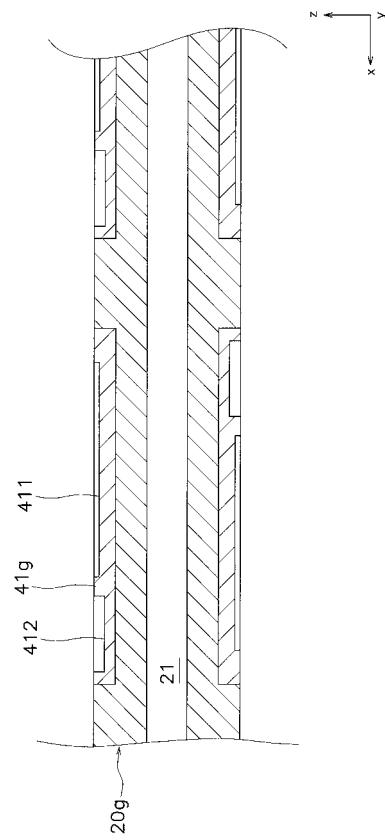
【 図 10 】



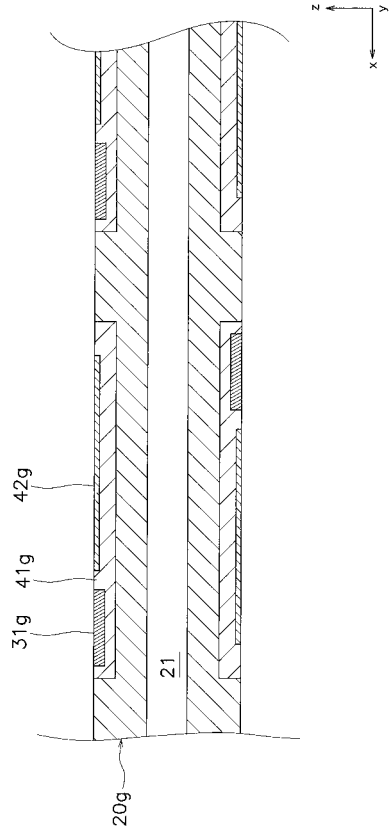
【 図 11 】



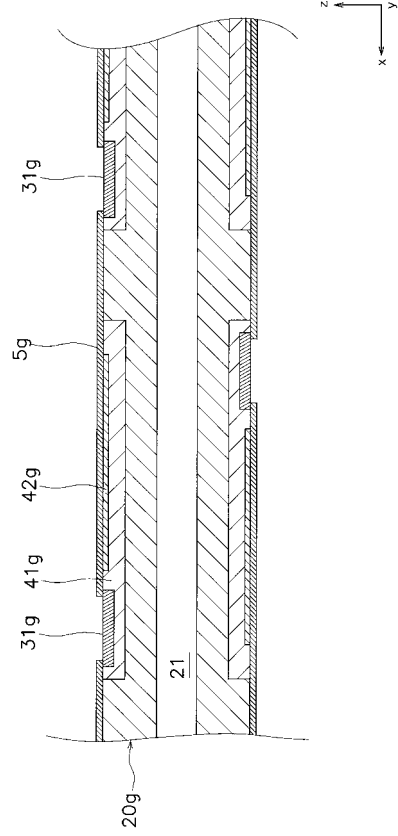
【 図 12 】



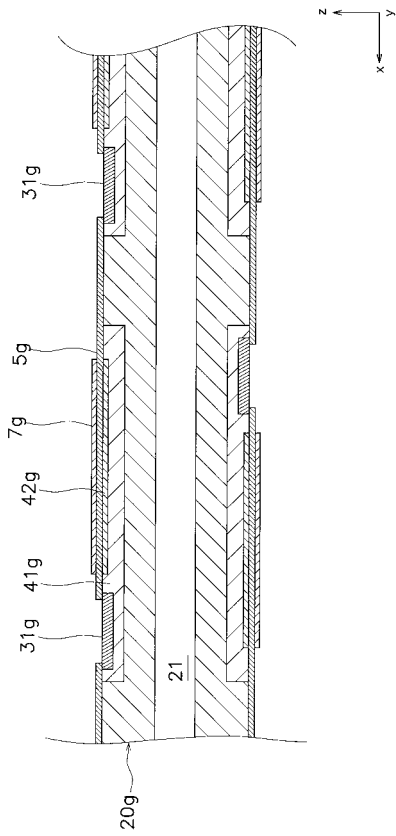
【図 13】



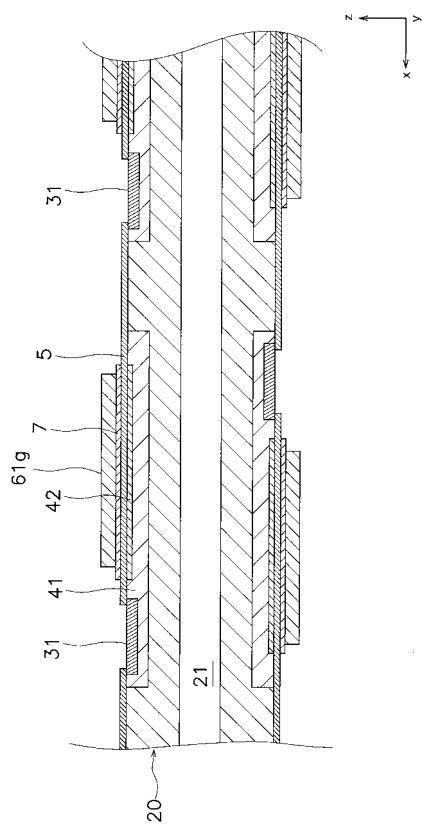
【図 14】



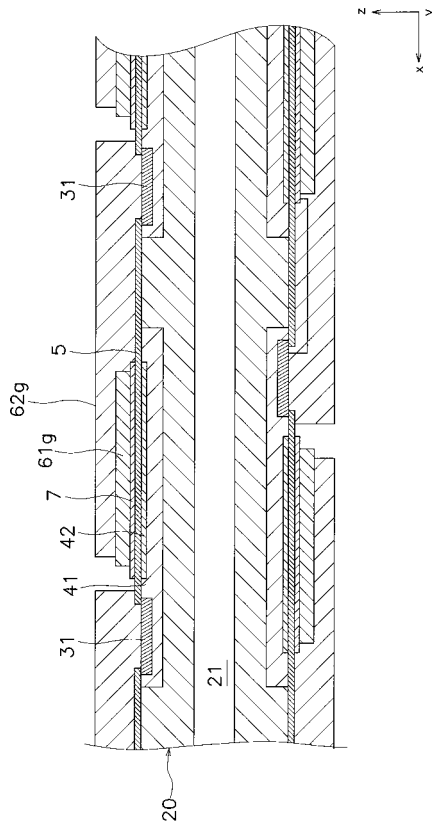
【図 15】



【図 16】



【図 17】



【手続補正書】

【提出日】平成29年10月24日(2017.10.24)

【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】

複数のガス流路を内部に有する板状の支持基板と、
前記支持基板上に支持される発電素子部と、
を備え、

前記各ガス流路は、前記支持基板の長手方向に延びるとともに、前記支持基板の幅方向において互いに間隔をあけて配置され、

前記支持基板の幅方向の中央部に配置される中央ガス流路は、前記支持基板の幅方向の両端部に配置される端部ガス流路よりも長さが短く、

前記支持基板は、幅方向の中央における長さが幅方向の両端における長さよりも短くなるよう、長手方向の両端部が凹んでいる、
燃料電池セル。

【請求項 2】

前記各ガス流路は、前記中央ガス流路に近いガス流路ほど、その長さが短い、
請求項 1 に記載の燃料電池セル。

【請求項 3】

前記支持基板の長さは、幅方向の両端から幅方向の中央に近づくにつれて徐々に短くなる、
請求項 1 又は 2 に記載の燃料電池セル。

【請求項 4】

燃料マニホールドと、

前記燃料マニホールドから上方に延びる複数の燃料電池セルと、
を備え、

前記各燃料電池セルは、

複数のガス流路を内部に有する板状の支持基板と、

前記支持基板上に支持される発電素子部と、

を有し、

前記各ガス流路は、前記支持基板の長手方向に延びるとともに、前記支持基板の幅方向において互いに間隔をあけて配置され、

前記支持基板の幅方向の中央部に配置される中央ガス流路は、前記支持基板の幅方向の両端部に配置される端部ガス流路よりも長さが短く、

前記支持基板は、幅方向の中央における長さが、幅方向の両端における長さよりも短く

、

前記燃料電池セルの下端面は、前記燃料マニホールドの内側面と非接触である、
燃料電池スタック。