

(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2017-10682

(P2017-10682A)

(43) 公開日 平成29年1月12日(2017.1.12)

(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 E	5 H O 2 6
HO 1 M 8/12 (2016.01)	HO 1 M 8/02 R	
HO 1 M 8/14 (2006.01)	HO 1 M 8/12	
HO 1 M 8/0202 (2016.01)	HO 1 M 8/14	
	HO 1 M 8/02 B	
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 22 頁)		

(21) 出願番号	特願2015-122988 (P2015-122988)	(71) 出願人	000004547
(22) 出願日	平成27年6月18日 (2015. 6. 18)		日本特殊陶業株式会社
			愛知県名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号
		(74) 代理人	110001911
			特許業務法人アルファ国際特許事務所
		(72) 発明者	谷村 良二
			愛知県名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号
			日本特殊陶業株式会社内
		(72) 発明者	西村 文男
			愛知県名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号
			日本特殊陶業株式会社内
		Fターム(参考)	5H026 AA05 AA06 CC08

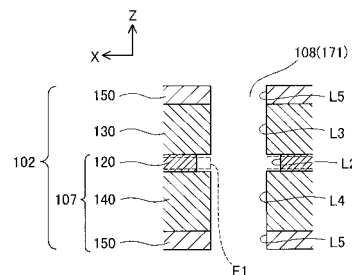
(54) 【発明の名称】 インターコネクタ-燃料電池単セル複合体および燃料電池スタック

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】熱膨張により部材が変形し、部材の位置のガス流路の径が小さくなり圧損が増大し、発電特性が低下するのを抑制する方法の提供。

【解決手段】発電単位 1 0 2 の外縁部に設けられた Z 方向に延びる燃料ガス導入マニホールド 1 7 1 が、インターコネクタ-燃料電池単セル複合体 1 0 7 を構成する平板状のインターコネクタ 1 5 0 と、第 1 の平板状部材 (空気極側フレーム、燃料極側フレーム) 1 3 0、1 4 0 と、第 1 の平板状部材 1 3 0、1 4 0 より薄い第 2 の平板状部材 (セパレータ) 1 2 0 とを Z 方向に貫通する貫通孔 1 0 8 から成り、Z 方向視で、第 2 の平板状部材 1 2 0 の貫通孔 1 0 8 は第 1 の平板状部材 1 3 0、1 4 0 及びインターコネクタ 1 5 0 の貫通孔 1 0 8 より大きく、第 2 の平板状部材 1 2 0 の貫通孔 1 0 8 の輪郭線 L 2 は第 1 の平板状部材 1 3 0、1 4 0 及びインターコネクタ 1 5 0 の貫通孔 1 0 8 の輪郭線 L 3、L 4、L 5 の外側に位置する。

【選択図】 図 1 4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

電解質層と前記電解質層を挟んで第 1 の方向に互いに対向する空気極および燃料極とを含む単セルと、平板状のインターコネクタと、を備え、前記第 1 の方向に延びるガス流路が形成されたインターコネクタ - 燃料電池単セル複合体において、さらに、

前記インターコネクタと略平行な平板状であり、前記ガス流路を構成する第 1 の貫通孔が形成された第 1 の平板状部材と、

前記インターコネクタと略平行な平板状であり、前記ガス流路を構成する第 2 の貫通孔が形成され、前記第 1 の方向における厚さが前記第 1 の平板状部材より薄い第 2 の平板状部材と、を備え、

10

前記第 1 の方向視で、

前記第 2 の貫通孔は、前記第 1 の貫通孔より大きく、かつ、

前記第 2 の貫通孔の輪郭線は、前記第 1 の貫通孔の輪郭線の外側に位置することを特徴とする、インターコネクタ - 燃料電池単セル複合体。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のインターコネクタ - 燃料電池単セル複合体において、

前記第 1 の平板状部材には、前記ガス流路を構成する前記第 1 の貫通孔と、前記空気極に面する空気室と前記燃料極に面する燃料室との一方と、を連通する連通流路が形成されており、

前記第 1 の方向視で、

20

前記連通流路の少なくとも一部は、前記第 2 の貫通孔の輪郭線の内側に位置することを特徴とする、インターコネクタ - 燃料電池単セル複合体。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載のインターコネクタ - 燃料電池単セル複合体において、

前記第 2 の貫通孔の内周面は、第 1 の方向に直交する方向において、前記ガス流路に面していることを特徴とする、インターコネクタ - 燃料電池単セル複合体。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 までのいずれか一項に記載のインターコネクタ - 燃料電池単セル複合体において、

前記単セルは、固体酸化物形燃料電池または熔融炭酸塩形燃料電池の単セルであることを特徴とする、インターコネクタ - 燃料電池単セル複合体。

30

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 までのいずれか一項に記載のインターコネクタ - 燃料電池単セル複合体において、

前記第 2 の平板状部材は、前記空気極に面する空気室と前記燃料極に面する燃料室とを区画するセパレータであり、

前記第 1 の平板状部材は、前記第 2 の平板状部材と前記インターコネクタとの間に配置されたフレーム状部材であることを特徴とする、インターコネクタ - 燃料電池単セル複合体。

40

【請求項 6】

前記第 1 の方向に並べて配列された複数のインターコネクタ - 燃料電池単セル複合体を備える燃料電池スタックにおいて、

前記複数のインターコネクタ - 燃料電池単セル複合体の少なくとも 1 つは、請求項 1 から請求項 5 までのいずれか一項に記載のインターコネクタ - 燃料電池単セル複合体であることを特徴とする、燃料電池スタック。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本明細書によって開示される技術は、インターコネクタ - 燃料電池単セル複合体に関する。

50

【背景技術】

【0002】

燃料電池の種類の一つとして、固体酸化物形燃料電池（以下、「S O F C」ともいう）が知られている。S O F Cを構成するインターコネクタ - 燃料電池単セル複合体（以下、単に「複合体」ともいう）は、電解質層と電解質層を挟んで所定の方向（以下、「第1の方向」という）に互いに対向する空気極および燃料極とを含む燃料電池単セル（以下、単に「単セル」ともいう）と、単セルの燃料極側に配置された平板状のインターコネクタと、インターコネクタと略平行な平板状のセパレータと、セパレータとインターコネクタとの間に配置された燃料極側フレーム状部材とを備える。

【0003】

複合体には、燃料ガスや酸化剤ガスを流すための第1の方向に延びるガス流路（「マニホールド」とも呼ばれる）が形成されている。複合体を構成する燃料極側フレーム状部材およびセパレータには、このガス流路を構成する貫通孔が形成されている。一般に、各部材に形成された貫通孔の径は互いに同一である（例えば特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2011-9062号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

一般に、セパレータの第1の方向における厚さは、燃料極側フレーム状部材より薄い。そのため、セパレータは、燃料極側フレーム状部材と比べて、発電による熱サイクルの影響によって変形しやすい。上記従来の構成では、燃料極側フレーム状部材およびセパレータに形成された貫通孔の径は互いに同一であるため、熱サイクルの影響によってセパレータがより大きく変形すると、セパレータの位置においてガス流路の径が小さくなって（すなわち、断面積が小さくなって）圧損が増大し、発電特性（ガス利用率等）が低下するおそれがある。

【0006】

なお、このような課題は、セパレータと燃料極側フレーム状部材とを備える複合体に限られず、ガス流路を構成する貫通孔が形成された第1の平板状部材と、ガス流路を構成する貫通孔が形成され、第1の方向における厚さが第1の平板状部材より薄い第2の平板状部材とを備える複合体に共通の課題である。また、このような課題は、S O F Cに限らず、他のタイプの燃料電池にも共通の課題である。

【0007】

本明細書では、上述した課題を解決することが可能な技術を開示する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本明細書に開示される技術は、例えば、以下の形態として実現することが可能である。

【0009】

（1）本明細書に開示されるインターコネクタ - 燃料電池単セル複合体は、電解質層と前記電解質層を挟んで第1の方向に互いに対向する空気極および燃料極とを含む単セルと、平板状のインターコネクタと、を備え、前記第1の方向に延びるガス流路が形成されたインターコネクタ - 燃料電池単セル複合体において、さらに、前記インターコネクタと略平行な平板状であり、前記ガス流路を構成する第1の貫通孔が形成された第1の平板状部材と、前記インターコネクタと略平行な平板状であり、前記ガス流路を構成する第2の貫通孔が形成され、前記第1の方向における厚さが前記第1の平板状部材より薄い第2の平板状部材と、を備え、前記第1の方向視で、前記第2の貫通孔は、前記第1の貫通孔より大きく、かつ、前記第2の貫通孔の輪郭線は、前記第1の貫通孔の輪郭線の外側に位置する。第2の平板状部材は第1の平板状部材より薄いために発電による熱サイクルの影響で変

10

20

30

40

50

形しやすいところ、本インターコネクタ - 燃料電池単セル複合体によれば、第 2 の平板状部材が熱サイクルの影響によって大きく変形しても、第 2 の平板状部材の位置においてガス流路の径が小さくなって圧損が増大することを抑制することができ、発電特性（ガス利用率等）の低下を抑制することができる。

【 0 0 1 0 】

（ 2 ）上記インターコネクタ - 燃料電池単セル複合体において、前記第 1 の平板状部材には、前記ガス流路を構成する前記第 1 の貫通孔と、前記空気極に面する空気室と前記燃料極に面する燃料室との一方と、を連通する連通流路が形成されており、前記第 1 の方向視で、前記連通流路の少なくとも一部は、前記第 2 の貫通孔の輪郭線の内側に位置する構成としてもよい。本インターコネクタ - 燃料電池単セル複合体によれば、連通流路の少なくとも一部と第 1 の方向に重なる位置には第 2 の平板部材の実体部分（孔以外の部分）が存在しないため、熱サイクルの影響によって第 2 の平板部材が大きく変形しても、第 2 の平板部材が連通流路内に侵入して連通流路の圧損が増大することを抑制することができ、発電特性（ガス利用率等）の低下を抑制することができる。

10

【 0 0 1 1 】

（ 3 ）上記インターコネクタ - 燃料電池単セル複合体において、前記第 2 の貫通孔の内周面は、第 1 の方向に直交する方向において、前記ガス流路に面している構成としてもよい。本インターコネクタ - 燃料電池単セル複合体によれば、第 2 の平板状部材が第 1 の方向に直交する方向に変形することによってガス流路の径が小さくなるおそれのある構成において、第 2 の平板状部材の第 1 の方向に直交する方向への変形の影響でガス流路の径が小さくなることを抑制することができ、ガス流路の圧損が増大することを抑制することができる。

20

【 0 0 1 2 】

（ 4 ）上記インターコネクタ - 燃料電池単セル複合体において、前記単セルは、固体酸化物形燃料電池または熔融炭酸塩形燃料電池の単セルである構成としてもよい。本インターコネクタ - 燃料電池単セル複合体によれば、比較的高温で発電が行われるために部材の変形が起こりやすい構成において、第 2 の平板状部材の第 1 の方向に直交する方向への変形の影響でガス流路の径が小さくなることを抑制することができ、ガス流路の圧損が増大することを抑制することができる。

30

【 0 0 1 3 】

（ 5 ）上記インターコネクタ - 燃料電池単セル複合体において、前記第 2 の平板状部材は、前記空気極に面する空気室と前記燃料極に面する燃料室とを区画するセパレータであり、前記第 1 の平板状部材は、前記第 2 の平板状部材と前記インターコネクタとの間に配置されたフレーム状部材である構成としてもよい。本インターコネクタ - 燃料電池単セル複合体によれば、第 1 の方向に直交する方向へのセパレータの変形の影響でガス流路の径が小さくなることを抑制することができ、ガス流路の圧損が増大することを抑制することができる。

【 0 0 1 4 】

なお、本明細書に開示される技術は、種々の形態で実現することが可能であり、例えば、インターコネクタ - 燃料電池単セル複合体（複合体）、複合体を複数備える燃料電池スタック、燃料電池スタックを備える発電モジュール、発電モジュールを備える燃料電池システム、それらの製造方法等の形態で実現することが可能である。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

【 図 1 】実施形態における燃料電池スタック 1 0 0 の構成を概略的に示す斜視図である。

【 図 2 】実施形態における燃料電池スタック 1 0 0 の上側の X Y 平面構成を示す説明図である。

【 図 3 】実施形態における燃料電池スタック 1 0 0 の下側の X Y 平面構成を示す説明図である。

【 図 4 】図 1 から図 3 の I V - I V の位置における燃料電池スタック 1 0 0 の X Z 断面構

50

成を示す説明図である。

【図 5】図 1 から図 3 の V - V の位置における燃料電池スタック 1 0 0 の X Z 断面構成を示す説明図である。

【図 6】図 1 から図 3 の V I - V I の位置における燃料電池スタック 1 0 0 の Y Z 断面構成を示す説明図である。

【図 7】互いに隣接する 2 つの発電単位 1 0 2 の X Z 断面構成を示す説明図である。

【図 8】互いに隣接する 2 つの発電単位 1 0 2 の Y Z 断面構成を示す説明図である。

【図 9】図 7 の I X - I X の位置における発電単位 1 0 2 の X Y 断面構成を示す説明図である。

【図 1 0】図 7 の X - X の位置における発電単位 1 0 2 の X Y 断面構成を示す説明図である。

【図 1 1】図 7 の X I - X I の位置における発電単位 1 0 2 の X Y 断面構成を示す説明図である。

【図 1 2】図 7 の X I I - X I I の位置における発電単位 1 0 2 の X Y 断面構成を示す説明図である。

【図 1 3】熱交換部 1 0 3 の X Y 断面構成を概略的に示す説明図である。

【図 1 4】燃料ガス導入マニホールド 1 7 1 として機能する貫通孔 1 0 8 の位置における実施形態の発電単位 1 0 2 の X Z 断面構成を示す説明図である。

【図 1 5】燃料ガス供給連通孔 1 4 2 の位置における実施形態の発電単位 1 0 2 の X Z 断面構成を示す説明図である。

【図 1 6】燃料ガス導入マニホールド 1 7 1 として機能する貫通孔 1 0 8 の位置における比較例の発電単位 1 0 2 X の X Z 断面構成を示す説明図である。

【図 1 7】燃料ガス供給連通孔 1 4 2 の位置における比較例の発電単位 1 0 2 X の X Z 断面構成を示す説明図である。

【図 1 8】図 1 2 の位置に対応する位置における変形例の発電単位 1 0 2 a の X Y 断面構成を示す説明図である。

【図 1 9】図 1 0 の位置に対応する位置における変形例の発電単位 1 0 2 a の X Y 断面構成を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 1 6】

A . 実施形態 :

A - 1 . 構成 :

(燃料電池スタック 1 0 0 の構成)

図 1 から図 6 は、本実施形態における燃料電池スタック 1 0 0 の構成を概略的に示す説明図である。図 1 には、燃料電池スタック 1 0 0 の外観構成が示されており、図 2 には、燃料電池スタック 1 0 0 の上側の平面構成が示されており、図 3 には、燃料電池スタック 1 0 0 の下側の平面構成が示されており、図 4 には、図 1 から図 3 の I V - I V の位置における燃料電池スタック 1 0 0 の断面構成が示されており、図 5 には、図 1 から図 3 の V - V の位置における燃料電池スタック 1 0 0 の断面構成が示されており、図 6 には、図 1 から図 3 の V I - V I の位置における燃料電池スタック 1 0 0 の断面構成が示されている。各図には、方向を特定するための互いに直交する X Y Z 軸が示されている。本明細書では、便宜的に、Z 軸正方向を上方向と呼び、Z 軸負方向を下方向と呼ぶものとするが、燃料電池スタック 1 0 0 は実際にはそのような向きとは異なる向きで設置されてもよい。図 7 以降についても同様である。

【0 0 1 7】

燃料電池スタック 1 0 0 は、複数の (本実施形態では 6 つの) 発電単位 1 0 2 と、熱交換部 1 0 3 と、一对のエンドプレート 1 0 4 , 1 0 6 とを備える。6 つの発電単位 1 0 2 は、所定の配列方向 (本実施形態では上下方向) に並べて配置されている。ただし、6 つの発電単位 1 0 2 の内、3 つの発電単位 1 0 2 は互いに隣接するように配置され、残りの 3 つの発電単位 1 0 2 も互いに隣接するように配置され、上記 3 つの発電単位 1 0 2 と上

10

20

30

40

50

記残りの3つの発電単位102との間に熱交換部103が配置されている。すなわち、熱交換部103は、6つの発電単位102と熱交換部103とから構成される集合体における上下方向の中央付近に配置されている。一対のエンドプレート104, 106は、6つの発電単位102と熱交換部103とから構成される集合体を上下から挟むように配置されている。なお、上記配列方向(上下方向)は、特許請求の範囲における第1の方向に相当する。

【0018】

燃料電池スタック100を構成する各層(発電単位102、熱交換部103、エンドプレート104, 106)のZ方向回りの周縁部には、上下方向に貫通する複数の(本実施形態では8つの)孔が形成されており、各層に形成され互に対応する孔同士が上下方向に連通して、一方のエンドプレート104から他方のエンドプレート106にわたって上下方向に延びる貫通孔108を構成している。以下の説明では、貫通孔108を構成するために燃料電池スタック100の各層に形成された孔も、貫通孔108と呼ぶ場合がある。

10

【0019】

各貫通孔108には上下方向に延びるボルト22が挿入されており、ボルト22とボルト22の両側に嵌められたナット24とによって、燃料電池スタック100は締結されている。なお、図4から図6に示すように、ボルト22の一方の側(上側)に嵌められたナット24と燃料電池スタック100の上端を構成するエンドプレート104の上側表面との間、および、ボルト22の他方の側(下側)に嵌められたナット24と燃料電池スタック100の下端を構成するエンドプレート106の下側表面との間には、絶縁シート26が介在している。ただし、後述のガス通路部材27が設けられた箇所では、ナット24とエンドプレート106の表面との間に、ガス通路部材27とガス通路部材27の上側および下側のそれぞれに配置された絶縁シート26とが介在している。絶縁シート26は、例えばマイカシートや、セラミック繊維シート、セラミック圧粉シート、ガラスシート、ガラスセラミック複合剤等により構成される。

20

【0020】

各ボルト22の軸部の外径は各貫通孔108の内径より小さい。そのため、各ボルト22の軸部の外周面と各貫通孔108の内周面との間には、空間が確保されている。図2から図4に示すように、燃料電池スタック100のZ方向回りの外周における1つの頂点(Y軸負方向側およびX軸負方向側の頂点)付近に位置するボルト22(ボルト22A)と、そのボルト22Aが挿入された貫通孔108とにより形成された空間は、燃料電池スタック100の外部から酸化剤ガスOGが導入されるガス流路である酸化剤ガス導入マニホールド161として機能し、燃料電池スタック100のZ方向回りの外周における1つの辺(Y軸に平行な2つの辺の内のX軸正方向側の辺)の中点付近に位置するボルト22(ボルト22C)と、そのボルト22Cが挿入された貫通孔108とにより形成された空間は、熱交換部103から排出された酸化剤ガスOGを各発電単位102に向けて運ぶガス流路である酸化剤ガス供給マニホールド163として機能する。また、図2、図3および図5に示すように、燃料電池スタック100のZ方向回りの外周における1つの辺(Y軸に平行な2つの辺の内のX軸負方向側の辺)の中点付近に位置するボルト22(ボルト22B)と、そのボルト22Bが挿入された貫通孔108とにより形成された空間は、各発電単位102から排出された酸化剤オフガスOOGを燃料電池スタック100の外部へと排出する酸化剤ガス排出マニホールド162として機能する。なお、本実施形態では、酸化剤ガスOGとして、例えば空気が使用される。

30

40

【0021】

また、図2、図3および図6に示すように、燃料電池スタック100のZ方向回りの外周における1つの辺(X軸に平行な2つの辺の内のY軸正方向側の辺)の中点付近に位置するボルト22(ボルト22D)と、そのボルト22Dが挿入された貫通孔108とにより形成された空間は、燃料電池スタック100の外部から燃料ガスFGが導入され、その燃料ガスFGを各発電単位102に供給する燃料ガス導入マニホールド171として機能

50

し、該辺の反対側の辺（X軸に平行な2つの辺の内のY軸負方向側の辺）の中点付近に位置するボルト22（ボルト22E）と、そのボルト22Eが挿入された貫通孔108とにより形成された空間は、各発電単位102から排出された燃料オフガスFOGを燃料電池スタック100の外部へと排出する燃料ガス排出マニホールド172として機能する。なお、本実施形態では、燃料ガスFGとして、例えば都市ガスを改質した水素リッチなガスが使用される。

【0022】

図4から図6に示すように、燃料電池スタック100には、4つのガス通路部材27が設けられている。各ガス通路部材27は、中空筒状の本体部28と、本体部28の側面から分岐した中空筒状の分岐部29とを有している。分岐部29の孔は本体部28の孔と連 10
通している。各ガス通路部材27の分岐部29には、ガス配管（図示せず）が接続される。また、図4に示すように、酸化剤ガス導入マニホールド161を形成するボルト22Aの位置に配置されたガス通路部材27の本体部28の孔は、酸化剤ガス導入マニホールド161に連通している。また、図5に示すように、酸化剤ガス排出マニホールド162を形成するボルト22Bの位置に配置されたガス通路部材27の本体部28の孔は、酸化剤ガス排出マニホールド162に連通している。また、図6に示すように、燃料ガス導入マニホールド171を形成するボルト22Dの位置に配置されたガス通路部材27の本体部28の孔は、燃料ガス導入マニホールド171に連通しており、燃料ガス排出マニホールド172を形成するボルト22Eの位置に配置されたガス通路部材27の本体部28の孔は、燃料ガス排出マニホールド172に連通している。 20

【0023】

（エンドプレート104，106の構成）

一対のエンドプレート104，106は、略矩形の平板形状の導電性部材であり、例えばステンレスにより形成されている。一方のエンドプレート104は、最も上に位置する発電単位102の上側に配置され、他方のエンドプレート106は、最も下に位置する発電単位102の下側に配置されている。一対のエンドプレート104，106によって複数の発電単位102と熱交換部103とが押圧された状態で挟持されている。上側のエンドプレート104は、燃料電池スタック100のプラス側の出力端子として機能し、下側のエンドプレート106は、燃料電池スタック100のマイナス側の出力端子として機能 30
する。

【0024】

（発電単位102の構成）

図7から図12は、発電単位102の詳細構成を示す説明図である。図7には、互いに隣接する2つの発電単位102のXZ断面構成が示されており、図8には、互いに隣接する2つの発電単位102のYZ断面構成が示されており、図9には、図7のIX-IXの位置における発電単位102の断面構成が示されており、図10には、図7のX-Xの位置における発電単位102の断面構成が示されており、図11には、図7のXI-XIの位置における発電単位102の断面構成が示されており、図12には、図7のXII-XIIの位置における発電単位102の断面構成が示されている。 40

【0025】

図7および図8に示すように、発電の最小単位である発電単位102は、単セル110と、セパレータ120と、空気極側フレーム130と、空気極側集電体134と、燃料極側フレーム140と、燃料極側集電体144と、発電単位102の最上層および最下層を構成する一対のインターコネクタ150とを備えている。セパレータ120、空気極側フレーム130、燃料極側フレーム140、インターコネクタ150におけるZ方向回りの周縁部には、上述したボルト22が挿入される貫通孔108に対応する孔が形成されている。

【0026】

インターコネクタ150は、図7から図9に示すように、矩形の平板形状の導電性部材であり、例えばフェライト系ステンレスにより形成されている。インターコネクタ150 50

は、発電単位 102 間の電氣的導通を確保すると共に、発電単位 102 間での反応ガスの混合を防止する。なお、本実施形態では、2つの発電単位 102 が隣接して配置されている場合、1つのインターコネクタ 150 は、隣接する2つの発電単位 102 に共有されている。すなわち、ある発電単位 102 における上側のインターコネクタ 150 は、その発電単位 102 の上側に隣接する他の発電単位 102 における下側のインターコネクタ 150 と同一部材である。また、燃料電池スタック 100 は一対のエンドプレート 104, 106 を備えているため、燃料電池スタック 100 において最も上に位置する発電単位 102 は上側のインターコネクタ 150 を備えておらず、最も下に位置する発電単位 102 は下側のインターコネクタ 150 を備えていない(図4から図6参照)。

【0027】

10

単セル 110 は、電解質層 112 と、電解質層 112 を挟んで上下方向(発電単位 102 が並ぶ配列方向)に互いに対向する空気極(カソード) 114 および燃料極(アノード) 116 とを備える。なお、本実施形態の単セル 110 は、燃料極 116 で電解質層 112 および空気極 114 を支持する燃料極支持形の単セルである。

【0028】

電解質層 112 は、矩形の平板形状部材であり、例えば、YSZ(イットリア安定化ジルコニア)、ScSZ(スカンジウム安定化ジルコニア)、SDC(サマリウムドープセリア)、GDC(ガドリニウムドープセリア)、ペロブスカイト型酸化物等の固体酸化物により形成されている。空気極 114 は、矩形の平板形状部材であり、例えば、ペロブスカイト型酸化物(例えばLSCF(ランタニウムストロンチウムコバルト鉄酸化物)、LSM(ランタニウムストロンチウムマンガン酸化物)、LNF(ランタンニッケル鉄))により形成されている。燃料極 116 は、矩形の平板形状部材であり、例えば、Ni(ニッケル)、Niとセラミック粒子からなるサーメット、Ni基合金等により形成されている。このように、本実施形態の単セル 110(発電単位 102)は、電解質として固体酸化物を用いる固体酸化物形燃料電池(SOFC)である。

20

【0029】

セパレータ 120 は、図7、図8および図10に示すように、インターコネクタ 150 と略平行な平板状部材であり、例えば、金属により形成されている。セパレータ 120 の中央付近には、上下方向に貫通する矩形の孔 121 が形成されている。セパレータ 120 における孔 121 の周囲部分は、電解質層 112 における空気極 114 の側の表面の周縁部に対向している。セパレータ 120 は、その対向した部分に配置されたロウ材(例えばAgロウ)により形成された接合部 124 により、電解質層 112(単セル 110)と接合されている。セパレータ 120 により、空気極 114 に面する空気室 166 と燃料極 116 に面する燃料室 176 とが区画され、単セル 110 の周縁部における一方の電極側から他方の電極側へのガスのリークが抑制される。なお、セパレータ 120 が接合された単セル 110 をセパレータ付き単セルともいう。また、各マニホールドを構成するためにセパレータ 120 に形成された貫通孔 108 の内周面におけるすべての領域は、上下方向に直交する方向(XY平面方向)において、他の部材を介さずに当該マニホールドに面している。セパレータ 120 は、特許請求の範囲における第2の平板状部材に相当し、セパレータ 120 に形成された貫通孔 108 は、特許請求の範囲における第2の貫通孔に相当する。

30

40

【0030】

空気極側フレーム 130 は、図7、図8および図11に示すように、インターコネクタ 150 と略平行な平板状部材であり、例えば、マイカ等の絶縁体により形成されている。空気極側フレーム 130 の中央付近には、上下方向に貫通する矩形の孔 131 が形成されている。空気極側フレーム 130 の孔 131 は、空気極 114 に面する空気室 166 を構成する。空気極側フレーム 130 は、セパレータ 120 における電解質層 112 に対向する側とは反対側の表面の周縁部と、インターコネクタ 150 における空気極 114 に対向する側の表面の周縁部とに接触している。また、空気極側フレーム 130 によって、発電単位 102 に含まれる一対のインターコネクタ 150 間が電氣的に絶縁される。また、空

50

気極側フレーム 130 には、酸化剤ガス供給マニホールド 163 と空気室 166 とを連通する連通流路を構成する酸化剤ガス供給連通孔 132 と、空気室 166 と酸化剤ガス排出マニホールド 162 とを連通する連通流路を構成する酸化剤ガス排出連通孔 133 とが形成されている。酸化剤ガス供給連通孔 132 および酸化剤ガス排出連通孔 133 は、空気極側フレーム 130 を厚さ方向（上下方向）に貫通している。

【0031】

燃料極側フレーム 140 は、図 7、図 8 および図 12 に示すように、インターコネクタ 150 と略平行な平板状部材であり、例えば、金属により形成されている。燃料極側フレーム 140 の中央付近には、上下方向に貫通する矩形の孔 141 が形成されている。燃料極側フレーム 140 の孔 141 は、燃料極 116 に面する燃料室 176 を構成する。燃料極側フレーム 140 は、セパレータ 120 における電解質層 112 に対向する側の表面の周縁部と、インターコネクタ 150 における燃料極 116 に対向する側の表面の周縁部とに接触している。また、燃料極側フレーム 140 には、燃料ガス導入マニホールド 171 と燃料室 176 とを連通する連通流路を構成する燃料ガス供給連通孔 142 と、燃料室 176 と燃料ガス排出マニホールド 172 とを連通する連通流路を構成する燃料ガス排出連通孔 143 とが形成されている。燃料ガス供給連通孔 142 および燃料ガス排出連通孔 143 は、燃料極側フレーム 140 を厚さ方向（上下方向）に貫通している。燃料極側フレーム 140 は、特許請求の範囲における第 1 の平板状部材に相当し、燃料極側フレーム 140 に形成された貫通孔 108 は、特許請求の範囲における第 1 の貫通孔に相当する。

10

20

【0032】

なお、本実施形態では、セパレータ 120 の上下方向における厚さ（以下、単に「厚さ」という）は例えば 0.04 mm から 0.3 mm 程度であり、燃料極側フレーム 140 の厚さは例えば 0.5 mm から 3 mm 程度であり、インターコネクタ 150 の厚さは例えば 0.5 mm から 3 mm 程度であり、空気極側フレーム 130 の厚さは例えば 0.5 mm から 3 mm 程度である。すなわち、セパレータ 120 の厚さは、燃料極側フレーム 140 やインターコネクタ 150、空気極側フレーム 130 の厚さより薄い。

【0033】

空気極側集電体 134 は、図 7、図 8 および図 11 に示すように、空気室 166 内に配置されている。空気極側集電体 134 は、所定の間隔をあけて並べられた複数の四角柱状の導電性部材から構成されており、例えば、フェライト系ステンレスにより形成されている。空気極側集電体 134 は、空気極 114 における電解質層 112 に対向する側とは反対側の表面と、インターコネクタ 150 における空気極 114 に対向する側の表面とに接触することにより、空気極 114 とインターコネクタ 150 とを電氣的に接続する。なお、空気極側集電体 134 とインターコネクタ 150 とが一体の部材として形成されていてもよい。

30

【0034】

燃料極側集電体 144 は、図 7、図 8 および図 12 に示すように、燃料室 176 内に配置されている。燃料極側集電体 144 は、インターコネクタ対向部 146 と、複数の電極対向部 145 と、各電極対向部 145 とインターコネクタ対向部 146 とをつなぐ接続部 147 とを備えており、例えば、ニッケルやニッケル合金、ステンレス等により形成されている。各電極対向部 145 は、燃料極 116 における電解質層 112 に対向する側とは反対側の表面に接触し、インターコネクタ対向部 146 は、インターコネクタ 150 における燃料極 116 に対向する側の表面に接触する。そのため、燃料極側集電体 144 は、燃料極 116 とインターコネクタ 150 とを電氣的に接続する。なお、電極対向部 145 とインターコネクタ対向部 146 との間には、例えばマイカにより形成されたスペーサ 149 が配置されている。そのため、燃料極側集電体 144 が温度サイクルや反応ガス圧力変動による発電単位 102 の変形に追従し、燃料極側集電体 144 を介した燃料極 116 とインターコネクタ 150 との電氣的接続が良好に維持される。

40

【0035】

なお、本明細書では、図 7 および図 8 に示すように、各発電単位 102 から空気極側フ

50

フレーム 130 と空気極側フレーム 130 側のインターコネクタ 150 とを除いた構造体、すなわち、単セル 110 と、セパレータ 120 と、燃料極側フレーム 140 と、燃料極側フレーム 140 側のインターコネクタ 150 とを備える構造体を、インターコネクタ - 燃料電池単セル複合体 107 と呼ぶ。上述したように、燃料電池スタック 100 は、上下方向に並べて配置された複数の発電単位 102 を備えるが、換言すれば、燃料電池スタック 100 は、空気極側フレーム 130 を挟んで並べて配置された複数のインターコネクタ - 燃料電池単セル複合体 107 を備えると言える。

【0036】

(熱交換部 103 の構成)

図 13 は、熱交換部 103 の断面構成を概略的に示す説明図である。図 13 には、配列方向に直交する方向における熱交換部 103 の断面構成が示されている。図 4 から図 6 および図 13 に示すように、熱交換部 103 は、矩形の平板形状部材であり、例えば、フェライト系ステンレスにより形成されている。熱交換部 103 の中央付近には、上下方向に貫通する孔 182 が形成されている。また、熱交換部 103 には、中央の孔 182 と酸化剤ガス導入マニホールド 161 を形成する貫通孔 108 とを連通する連通孔 184 と、中央の孔 182 と酸化剤ガス供給マニホールド 163 を形成する貫通孔 108 とを連通する連通孔 186 とが形成されている。熱交換部 103 は、熱交換部 103 の上側に隣接する発電単位 102 に含まれる下側のインターコネクタ 150 と、熱交換部 103 の下側に隣接する発電単位 102 に含まれる上側のインターコネクタ 150 とに挟持されている。これらのインターコネクタ 150 間において、孔 182 と連通孔 184 と連通孔 186 とにより形成される空間は、後述する熱交換のために酸化剤ガス O₂ G を流す熱交換流路 188 として機能する。

【0037】

A - 2 . 燃料電池スタック 100 の動作 :

図 4 に示すように、酸化剤ガス導入マニホールド 161 の位置に設けられたガス通路部材 27 の分岐部 29 に接続されたガス配管 (図示せず) を介して酸化剤ガス O₂ G が供給されると、酸化剤ガス O₂ G は、ガス通路部材 27 の分岐部 29 および本体部 28 の孔を介して酸化剤ガス導入マニホールド 161 に供給される。酸化剤ガス導入マニホールド 161 に供給された酸化剤ガス O₂ G は、図 4 および図 13 に示すように、熱交換部 103 内に形成された熱交換流路 188 内に流入し、熱交換流路 188 を通って酸化剤ガス供給マニホールド 163 へと排出される。熱交換部 103 は、上側および下側について発電単位 102 に隣接している。また、後述するように、発電単位 102 における発電反応は発熱反応である。そのため、酸化剤ガス O₂ G が熱交換部 103 内の熱交換流路 188 を通過する際に、酸化剤ガス O₂ G と発電単位 102 との間で熱交換が行われ、酸化剤ガス O₂ G の温度が上昇する。なお、酸化剤ガス導入マニホールド 161 は、各発電単位 102 の空気室 166 には連通していないため、酸化剤ガス導入マニホールド 161 から各発電単位 102 の空気室 166 に酸化剤ガス O₂ G が供給されることはない。酸化剤ガス供給マニホールド 163 へと排出された酸化剤ガス O₂ G は、図 4、図 5、図 7 および図 11 に示すように、酸化剤ガス供給マニホールド 163 から各発電単位 102 の酸化剤ガス供給連通孔 132 を介して、空気室 166 に供給される。

【0038】

また、図 6、図 8 および図 12 に示すように、燃料ガス導入マニホールド 171 の位置に設けられたガス通路部材 27 の分岐部 29 に接続されたガス配管 (図示せず) を介して燃料ガス F₂ G が供給されると、燃料ガス F₂ G は、ガス通路部材 27 の分岐部 29 および本体部 28 の孔を介して燃料ガス導入マニホールド 171 に供給され、燃料ガス導入マニホールド 171 から各発電単位 102 の燃料ガス供給連通孔 142 を介して、燃料室 176 に供給される。

【0039】

各発電単位 102 の空気室 166 に酸化剤ガス O₂ G が供給され、燃料室 176 に燃料ガス F₂ G が供給されると、単セル 110 において酸化剤ガス O₂ G および燃料ガス F₂ G の電気

10

20

30

40

50

化学反応による発電が行われる。この発電反応は発熱反応である。各発電単位 102 において、単セル 110 の空気極 114 は空気極側集電体 134 を介して一方のインターコネクタ 150 に電氣的に接続され、燃料極 116 は燃料極側集電体 144 を介して他方のインターコネクタ 150 に電氣的に接続されている。また、燃料電池スタック 100 に含まれる複数の発電単位 102 は、熱交換部 103 を介しているものの、電氣的に直列に接続されている。そのため、燃料電池スタック 100 の出力端子として機能するエンドプレート 104、106 から、各発電単位 102 において生成された電気エネルギーが取り出される。なお、SOFC は、比較的高温（例えば 700 から 1000）で発電が行われることから、起動後、発電により発生する熱で高温が維持できる状態になるまで、燃料電池スタック 100 が加熱器（図示せず）により加熱されてもよい。

10

【0040】

各発電単位 102 の空気室 166 から排出された酸化剤オフガス OOG は、図 5、図 7 および図 11 に示すように、酸化剤ガス排出連通孔 133 を介して酸化剤ガス排出マニホールド 162 に排出され、さらに酸化剤ガス排出マニホールド 162 の位置に設けられたガス通路部材 27 の本体部 28 および分岐部 29 の孔を経て、当該分岐部 29 に接続されたガス配管（図示せず）を介して燃料電池スタック 100 の外部に排出される。また、各発電単位 102 の燃料室 176 から排出された燃料オフガス FOG は、図 6、図 8 および図 12 に示すように、燃料ガス排出連通孔 143 を介して燃料ガス排出マニホールド 172 に排出され、さらに燃料ガス排出マニホールド 172 の位置に設けられたガス通路部材 27 の本体部 28 および分岐部 29 の孔を経て、当該分岐部 29 に接続されたガス配管（図示しない）を介して燃料電池スタック 100 の外部に排出される。

20

【0041】

A-3. 貫通孔 108 の詳細構成：

図 14 および図 15 は、発電単位 102 を構成する各部材に形成された貫通孔 108 の詳細構成を示す説明図である。図 14 には、燃料ガス導入マニホールド 171 として機能する貫通孔 108 の位置（図 12 の XIV - XIV の位置）における発電単位 102 の XZ 断面構成が示されており、図 15 には、燃料ガス供給連通孔 142 の位置（図 12 の XV - XV の位置）における発電単位 102 の XZ 断面構成が示されている。

【0042】

図 14 に示すように、各発電単位 102 において、上下方向視で、燃料ガス導入マニホールド 171 を構成するためにセパレータ 120 に形成された貫通孔 108 は、他の構成部材（燃料極側フレーム 140、空気極側フレーム 130、インターコネクタ 150）に形成された貫通孔 108 より大きく、かつ、セパレータ 120 に形成された貫通孔 108 の輪郭線 L2 は、上記他の構成部材に形成された貫通孔 108 の輪郭線 L4、L3、L5 の外側に位置する。すなわち、燃料ガス導入マニホールド 171 は、セパレータ 120 の位置において他の位置より径が大きくなっている。図 12 には、燃料ガス導入マニホールド 171（および燃料ガス排出マニホールド 172）を構成するためにセパレータ 120 に形成された貫通孔 108 の輪郭線 L2 の位置を破線で示している。

30

【0043】

なお、上下方向視で、セパレータ 120 に形成された貫通孔 108 が他の構成部材に形成された貫通孔 108 より大きいとは、セパレータ 120 に形成された貫通孔 108 の径（上下方向に直交する方向（XY 平面に平行な方向）における大きさ）が他の構成部材に形成された貫通孔 108 の径より大きいことを意味する。また、上下方向視で、セパレータ 120 に形成された貫通孔 108 の輪郭線 L2 が他の構成部材に形成された貫通孔 108 の輪郭線 L4、L3、L5 の外側に位置するとは、各貫通孔 108 の輪郭線を上下方向に直交する仮想平面に投影したときに、セパレータ 120 に形成された貫通孔 108 の輪郭線 L2 が他の構成部材に形成された貫通孔 108 の輪郭線 L4、L3、L5 の外側に位置することを意味する。

40

【0044】

なお、図 14 には、燃料ガス導入マニホールド 171 として機能する貫通孔 108 の位

50

置の断面構成が示されているが、燃料ガス排出マニホールド１７２として機能する貫通孔１０８の位置の断面構成も同様である。すなわち、各発電単位１０２において、上下方向視で、燃料ガス排出マニホールド１７２を構成するためにセパレータ１２０に形成された貫通孔１０８は、上記他の構成部材に形成された貫通孔１０８より大きく、かつ、セパレータ１２０に形成された貫通孔１０８の輪郭線は、上記他の構成部材に形成された貫通孔１０８の輪郭線の外側に位置する（図１２参照）。すなわち、燃料ガス排出マニホールド１７２は、セパレータ１２０の位置において他の位置より径が大きくなっている。

【００４５】

また、図１５および図１２に示すように、各発電単位１０２において、上下方向視で、燃料ガス導入マニホールド１７１と燃料室１７６とを連通する連通流路（燃料ガス供給連通孔１４２）は、燃料ガス導入マニホールド１７１を構成するためにセパレータ１２０に形成された貫通孔１０８の輪郭線Ｌ２の内側に位置する。すなわち、燃料ガス供給連通孔１４２と上下方向に重なる位置の少なくとも一部には、セパレータ１２０の実体部分（孔以外の部分）が存在しない。

10

【００４６】

なお、図１５には、燃料ガス導入マニホールド１７１と燃料室１７６とを連通する連通流路を構成する燃料ガス供給連通孔１４２の位置の断面構成が示されているが、燃料ガス排出マニホールド１７２と燃料室１７６とを連通する連通流路を構成する燃料ガス排出連通孔１４３の位置の断面構成も同様である。すなわち、各発電単位１０２において、上下方向視で、燃料ガス排出マニホールド１７２と燃料室１７６とを連通する連通流路（燃料ガス排出連通孔１４３）は、燃料ガス排出マニホールド１７２を構成するためにセパレータ１２０に形成された貫通孔１０８の輪郭線の内側に位置する（図１２参照）。すなわち、燃料ガス排出連通孔１４３と上下方向に重なる位置の少なくとも一部には、セパレータ１２０の実体部分（孔以外の部分）が存在しない。

20

【００４７】

A - ４．本実施形態の効果：

本実施形態では、各部材に形成された貫通孔１０８が上述した構成であるため、燃料電池スタック１００の発電特性（燃料ガス利用率等）の低下を抑制することができる。この点について、以下説明する。

【００４８】

図１６および図１７は、比較例の発電単位１０２Ｘを構成する各部材に形成された貫通孔１０８の詳細構成を示す説明図である。図１６および図１７には、それぞれ、図１４および図１５に示す断面と同様の位置における比較例の発電単位１０２Ｘの断面構成が示されている。図１６に示すように、比較例の発電単位１０２Ｘでは、上下方向視で、燃料ガス導入マニホールド１７１を構成するためにセパレータ１２０に形成された貫通孔１０８は、他の構成部材（燃料極側フレーム１４０、空気極側フレーム１３０、インターコネクタ１５０）に形成された貫通孔１０８と同じ大きさであり、かつ、セパレータ１２０に形成された貫通孔１０８の輪郭線Ｌ２は、上記他の構成部材に形成された貫通孔１０８の輪郭線Ｌ４、Ｌ３、Ｌ５と同じ位置にある。また、図１７に示すように、比較例の発電単位１０２Ｘでは、燃料ガス供給連通孔１４２と上下方向に重なる位置に、セパレータ１２０の実体部分（孔以外の部分）が存在する。すなわち、上下方向視で、燃料ガス供給連通孔１４２は、セパレータ１２０に形成された貫通孔１０８の輪郭線の内側には位置しない。

30

40

【００４９】

ここで、燃料電池スタック１００は、発電時（定格運転時）には比較的高温（例えば７００ から１０００ 程度）になり、運転停止時には比較的低温（例えば１００ 程度以下）になる。そのため、燃料電池スタック１００は、高温および低温の繰り返し（熱サイクル）に晒される。また、燃料電池スタック１００の発電時には、各発電単位１０２間で温度差が発生する場合がある。これは、各発電単位１０２における発電反応は発熱反応であるため、発電単位１０２が高い密度で配置されている箇所（例えば、比較的エンドプレート１０４，１０６から遠い箇所）では温度が高くなりやすく、反対に発電単位１０２が

50

低い密度で配置されている箇所（例えば、比較的エンドプレート１０４，１０６に近い箇所）では温度が低くなりやすいからである。また、上述したように、熱交換部１０３には、燃料電池スタック１００の外部から導入された比較的低温の酸化剤ガスが流入するため、熱交換部１０３に近い発電単位１０２では温度が低くなりやすいからでもある。

【００５０】

燃料電池スタック１００が熱サイクルに晒されると、燃料電池スタック１００を構成する各部材が変形（膨張）することがある。上述したように、セパレータ１２０の厚さは、他の構成部材（燃料極側フレーム１４０、空気極側フレーム１３０、インターコネクタ１５０）の厚さより薄いため、セパレータ１２０は、上記他の構成部材と比較して、熱サイクルの影響によって変形しやすい。また、各発電単位１０２間での温度差の影響によって、各セパレータ１２０間で変形量に差が発生する場合がある。

10

【００５１】

上述したように、比較例の発電単位１０２Ｘでは、上下方向視で、燃料ガス導入マニホールド１７１を構成するためにセパレータ１２０に形成された貫通孔１０８は、他の構成部材に形成された貫通孔１０８と同じ大きさであり、かつ、セパレータ１２０に形成された貫通孔１０８の輪郭線Ｌ２は、他の構成部材に形成された貫通孔１０８の輪郭線Ｌ４、Ｌ３、Ｌ５と同じ位置にある（図１６参照）。そのため、熱サイクルの影響によってセパレータ１２０が他の構成部材と比較して大きく変形すると（図１６の破線Ｅ１参照）、セパレータ１２０の位置において燃料ガス導入マニホールド１７１の径が小さくなって（すなわち、燃料ガス導入マニホールド１７１の断面積が小さくなって）圧損が増大する。また、各セパレータ１２０間で変形量に差が発生した場合には、燃料ガス導入マニホールド１７１の各位置における圧損の増大量に差が生じ、各発電単位１０２への燃料ガス分配量に差が発生する。なお、このような問題は、燃料ガス排出マニホールド１７２を構成する貫通孔１０８についても同様に発生し得る。

20

【００５２】

さらに、比較例の発電単位１０２Ｘでは、燃料ガス供給連通孔１４２と上下方向に重なる位置に、セパレータ１２０の実体部分（孔以外の部分）が存在する（図１７参照）。そのため、熱サイクルの影響によってセパレータ１２０が他の構成部材と比較して大きく変形すると（図１７の破線Ｅ１参照）、セパレータ１２０が燃料ガス供給連通孔１４２内に侵入して連通流路の圧損が増大する。また、各セパレータ１２０間で変形量に差が発生した場合には、各発電単位１０２における連通流路の圧損の増大量に差が生じ、各発電単位１０２への燃料ガス分配量に差が発生する。なお、このような問題は、燃料ガス排出マニホールド１７２を構成する貫通孔１０８についても同様に発生し得る。これらの結果、燃料電池スタック１００の発電特性（燃料ガス利用率等）が低下する。

30

【００５３】

これに対し、本実施形態では、上述したように、上下方向視で、燃料ガス導入マニホールド１７１を構成するためにセパレータ１２０に形成された貫通孔１０８は、上記他の構成部材に形成された貫通孔１０８より大きく、かつ、セパレータ１２０に形成された貫通孔１０８の輪郭線Ｌ２は、上記他の構成部材に形成された貫通孔１０８の輪郭線Ｌ４、Ｌ３、Ｌ５の外側に位置する。そのため、熱サイクルの影響によってセパレータ１２０が他の構成部材と比較して大きく変形しても（図１４の破線Ｅ１参照）、セパレータ１２０の位置において燃料ガス導入マニホールド１７１の径が小さくなって圧損が増大することを抑制することができる。なお、この点は、燃料ガス排出マニホールド１７２を構成する貫通孔１０８についても同様である

40

【００５４】

さらに、本実施形態では、上述したように、上下方向視で、燃料ガス導入マニホールド１７１と燃料室１７６とを連通する連通流路（燃料ガス供給連通孔１４２）は、セパレータ１２０に形成された貫通孔１０８の輪郭線Ｌ２の内側に位置する。すなわち、燃料ガス供給連通孔１４２と上下方向に重なる位置には、セパレータ１２０の実体部分（孔以外の部分）が存在しない。そのため、熱サイクルの影響によってセパレータ１２０が他の構成

50

部材と比較して大きく変形しても（図１５の破線Ｅ１参照）、セパレータ１２０が燃料ガス供給連通孔１４２内に侵入して連通流路の圧損が増大することを抑制することができる。なお、この点は、燃料ガス排出マニホールド１７２を構成する貫通孔１０８についても同様である。

【００５５】

以上のように、本実施形態では、各マニホールドや連通流路の圧損増大によって各発電単位１０２への燃料ガス分配量が減少したり、圧損増大量の差によって各発電単位１０２への燃料ガス分配量に差が生じたりすることを抑制することができる。従って、本実施形態では、燃料電池スタック１００の発電特性（燃料ガス利用率等）の低下を抑制することができる。

10

【００５６】

B．変形例：

本明細書で開示される技術は、上述の実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の形態に変形することができ、例えば次のような変形も可能である。

【００５７】

上記実施形態では、図１２に示すように、燃料ガス導入マニホールド１７１と燃料室１７６とが、燃料ガス導入マニホールド１７１からＹ方向に延びるように形成された燃料ガス供給連通孔１４２により構成される連通流路を介して連通しており、燃料ガス排出マニホールド１７２と燃料室１７６とが、燃料ガス排出マニホールド１７２からＹ方向に延びるように形成された燃料ガス排出連通孔１４３により構成される連通流路を介して連通しているが、これらの連通の形態はこれに限定されない。図１８および図１９は、変形例における発電単位１０２ａの構成を示す説明図である。図１８には、図１２の位置に対応する位置における変形例の発電単位１０２ａの断面構成が示されており、図１９には、図１０の位置に対応する位置における変形例の発電単位１０２ａの断面構成が示されている。

20

【００５８】

図１８および図１９に示す変形例では、燃料ガス導入マニホールド１７１と燃料室１７６とが、燃料ガス導入マニホールド１７１からＸ方向に延びるように形成された第１燃料ガス供給連通孔１４２Ｊと、第１燃料ガス供給連通孔１４２Ｊから燃料室１７６に向かってＹ方向に延びるように形成された複数の第２燃料ガス供給連通孔１４２Ｋとによって構成される連通流路を介して連通している。同様に、燃料ガス排出マニホールド１７２と燃料室１７６とが、燃料ガス排出マニホールド１７２からＸ方向に延びるように形成された第１燃料ガス排出連通孔１４３Ｊと、第１燃料ガス排出連通孔１４３Ｊから燃料室１７６に向かってＹ方向に延びるように形成された複数の第２燃料ガス排出連通孔１４３Ｋとによって構成される連通流路を介して連通している。

30

【００５９】

また、図１８および図１９に示す変形例では、上下方向視で、燃料ガス導入マニホールド１７１と燃料室１７６とを連通する連通流路（第１燃料ガス供給連通孔１４２Ｊおよび第２燃料ガス供給連通孔１４２Ｋ）の少なくとも一部が、燃料ガス導入マニホールド１７１を構成するためにセパレータ１２０ａに形成された貫通孔１０８の輪郭線Ｌ２ａの内側に位置する。すなわち、第１燃料ガス供給連通孔１４２Ｊおよび第２燃料ガス供給連通孔１４２Ｋと上下方向に重なる位置には、セパレータ１２０ａの実体部分（孔以外の部分）が存在しない領域が存在する。同様に、図１８および図１９に示す変形例では、上下方向視で、燃料ガス排出マニホールド１７２と燃料室１７６とを連通する連通流路を構成する第１燃料ガス排出連通孔１４３Ｊおよび第２燃料ガス排出連通孔１４３Ｋの少なくとも一部が、燃料ガス排出マニホールド１７２を構成するためにセパレータ１２０ａに形成された貫通孔１０８の輪郭線Ｌ２ａの内側に位置する。すなわち、第１燃料ガス排出連通孔１４３Ｊおよび第２燃料ガス排出連通孔１４３Ｋと上下方向に重なる位置には、セパレータ１２０ａの実体部分（孔以外の部分）が存在しない領域が存在する。なお、図１８および図１９に示す変形例では、上記実施形態と同様に、上下方向視で、燃料ガス導入マニホー

40

50

ルド１７１や燃料ガス排出マニホールド１７２を構成するためにセパレータ１２０aに形成された貫通孔１０８は、他の構成部材に形成された貫通孔１０８より大きく、かつ、セパレータ１２０aに形成された貫通孔１０８の輪郭線Ｌ２aは、他の構成部材に形成された貫通孔１０８の輪郭線Ｌ４a等の外側に位置する。

【００６０】

このような構成の変形例では、上記実施形態と同様に、熱サイクルの影響によってセパレータ１２０aが他の構成部材と比較して大きく変形しても、セパレータ１２０aの位置において燃料ガス導入マニホールド１７１や燃料ガス排出マニホールド１７２の径が小さくなって圧損が増大することを抑制することができ、また、セパレータ１２０aが連通路内に侵入して連通路の圧損が増大することを抑制することができる。従って、この変形例においても、発電特性（燃料ガス利用率等）の低下を抑制することができる。

10

【００６１】

また、上記実施形態では、燃料ガス導入マニホールド１７１および燃料ガス排出マニホールド１７２を構成する貫通孔１０８に関して、上下方向視で、セパレータ１２０に形成された貫通孔１０８は、他の構成部材（燃料極側フレーム１４０、空気極側フレーム１３０、インターコネクタ１５０）に形成された貫通孔１０８より大きく、かつ、セパレータ１２０に形成された貫通孔１０８の輪郭線は、上記他の構成部材に形成された貫通孔１０８の輪郭線の外側に位置するという構成（以下、「構成Ａ」ともいう）を採用しているが、構成Ａを採用する対象のマニホールドはこれらに限られない。燃料電池スタック１００に形成された複数のマニホールドの少なくとも１つを構成する貫通孔１０８に関して上記構成Ａを採用すれば、セパレータ１２０の位置において当該マニホールドの径が小さくなることを抑制することができ、当該マニホールドの圧損の増大を抑制することができる。

20

【００６２】

同様に、上記実施形態では、燃料ガス導入マニホールド１７１と燃料室１７６とを連通する連通路および燃料ガス排出マニホールド１７２と燃料室１７６とを連通する連通路に関して、上下方向視で、連通路が、セパレータ１２０に形成された貫通孔１０８の輪郭線の内側に位置するという構成（以下、「構成Ｂ」ともいう）を採用しているが、構成Ｂを採用する対象の連通路はこれらに限られない。燃料電池スタック１００に形成された複数の連通路（マニホールドと燃料室１７６または空気室１６６とを連通する流路）の少なくとも１つに関して上記構成Ｂを採用すれば、連通路へのセパレータ１２０の侵入を抑制することができ、当該連通路の圧損の増大を抑制することができる。また、構成Ｂに関し、上下方向視で、連通路のすべての部分がセパレータ１２０に形成された貫通孔１０８の輪郭線の内側に位置する必要はなく、連通路の少なくとも一部分がセパレータ１２０に形成された貫通孔１０８の輪郭線の内側に位置すれば、連通路の当該部分へのセパレータ１２０の侵入を抑制することができ、当該連通路の圧損の増大を抑制することができる。また、連通路の全部がセパレータ１２０に形成された貫通孔１０８の輪郭線の内側に位置すれば、連通路へのセパレータ１２０の侵入を抑制することができ、当該連通路の圧損の増大を抑制する効果が大きいことは言うまでもない。なお、燃料電池スタック１００に構成Ｂが採用されることは必須ではない。

30

【００６３】

また、上記実施形態では、セパレータ１２０の厚さが他の構成部材（燃料極側フレーム１４０、空気極側フレーム１３０、インターコネクタ１５０）の厚さより薄いという前提において、上記構成Ａおよび構成Ｂが採用されているが、構成Ａおよび構成Ｂは、セパレータ１２０と他の構成部材との関係に限られず、マニホールドを構成する第１の貫通孔が形成された第１の平板状部材と、マニホールドを構成する第２の貫通孔が形成された第１の平板状部材より薄い第２の平板状部材との関係について広く適用可能である。すなわち、上下方向視で、第２の貫通孔は第１の貫通孔より大きく、かつ、第２の貫通孔の輪郭線は第１の貫通孔の輪郭線の外側に位置するとすれば、第２の平板状部材の位置において当該マニホールドの径が小さくなることを抑制することができ、当該マニホールドの圧損の増大を抑制することができる。また、第１の平板状部材には第１の貫通孔と空気室または

40

50

燃料室とを連通する連通流路が形成されており、上下方向視で、連通流路の少なくとも一部は第2の貫通孔の輪郭線の内側に位置するとすれば、連通流路への第2の平板状部材の侵入を抑制することができ、当該連通流路の圧損の増大を抑制することができる。

【0064】

また、上記実施形態では、燃料電池スタック100に含まれるすべての発電単位102（またはインターコネクタ-燃料電池単セル複合体107、以下同様）について上記構成Aおよび構成Bが採用されているが、燃料電池スタック100に含まれる少なくとも1つの発電単位102について上記構成Aおよび構成Bを採用すれば、少なくとも当該発電単位102の位置においてマニホールドや連通流路の圧損の増大を抑制することができる。

【0065】

また、上記実施形態では、燃料ガス供給連通孔142および燃料ガス排出連通孔143が、燃料極側フレーム140を厚さ方向（上下方向）に貫通する孔として形成されているが、燃料ガス供給連通孔142および燃料ガス排出連通孔143が、燃料極側フレーム140を厚さ方向に貫通せず、溝状に形成されているとしてもよい。酸化剤ガス供給連通孔132および酸化剤ガス排出連通孔133についても同様である。

【0066】

また、上記実施形態において、燃料電池スタック100に含まれる発電単位102の個数は、あくまで一例であり、発電単位102の個数は燃料電池スタック100に要求される出力電圧等に応じて適宜決められる。

【0067】

また、上記実施形態において、燃料電池スタック100の配列方向における熱交換部103の位置はあくまで一例であり、熱交換部103の位置は任意の位置に変更可能である。ただし、熱交換部103の位置は、燃料電池スタック100に含まれる複数の発電単位102の内、より高温になる発電単位102に隣接する位置であることが、燃料電池スタック100の配列方向における熱分布の緩和のために好ましい。例えば、燃料電池スタック100の配列方向中央付近の発電単位102がより高温になりやすい場合には、上記実施形態のように、燃料電池スタック100の配列方向中央付近に熱交換部103を設けることが好ましい。また、燃料電池スタック100が2つ以上の熱交換部103を備えていてもよい。

【0068】

また、上記実施形態では、熱交換部103が酸化剤ガスOGの温度を上昇させるように構成されているが、熱交換部103が、酸化剤ガスOGに代えて燃料ガスFGの温度を上昇させるように構成されてもよいし、酸化剤ガスOGと共に燃料ガスFGの温度を上昇させるように構成されてもよい。また、燃料電池スタック100は、熱交換部103を備えないとしてもよい。

【0069】

また、上記実施形態では、ボルト22の両側にナット24が嵌められているとしているが、ボルト22が頭部を有し、ナット24はボルト22の頭部の反対側にのみ嵌められているとしてもよい。

【0070】

また、上記実施形態では、エンドプレート104、106が出力端子として機能するとしているが、エンドプレート104、106の代わりに、エンドプレート104、106のそれぞれと接続された別部材（例えば、エンドプレート104、106のそれぞれと発電単位102との間に配置された導電板）が出力端子として機能するとしてもよい。

【0071】

また、上記実施形態では、各ボルト22の軸部の外周面と各貫通孔108の内周面との間の空間を各マニホールドとして利用しているが、これに代えて、各ボルト22の軸部に軸方向の孔を形成し、その孔を各マニホールドとして利用してもよい。また、各マニホールドを各ボルト22が挿入される各貫通孔108とは別に設けてもよい。

【0072】

また、上記実施形態では、２つの発電単位１０２が隣接して配置されている場合には、１つのインターコネクタ１５０が隣接する２つの発電単位１０２に共有されるとしているが、このような場合でも、２つの発電単位１０２がそれぞれのインターコネクタ１５０を備えてもよい。また、上記実施形態では、燃料電池スタック１００において最も上に位置する発電単位１０２の上側のインターコネクタ１５０や、最も下に位置する発電単位１０２の下側のインターコネクタ１５０は省略されているが、これらのインターコネクタ１５０を省略せずに設けてもよい。

【００７３】

また、上記実施形態において、燃料極側集電体１４４は、空気極側集電体１３４と同様の構成であってもよく、燃料極側集電体１４４と隣接するインターコネクタ１５０とが一体部材であってもよい。また、空気極側フレーム１３０ではなく燃料極側フレーム１４０が絶縁体であってもよい。また、空気極側フレーム１３０や燃料極側フレーム１４０は、多層構成であってもよい。

10

【００７４】

また、上記実施形態における各部材を形成する材料は、あくまで例示であり、各部材が他の材料により形成されてもよい。

【００７５】

また、上記実施形態において、都市ガスを改質して水素リッチな燃料ガスＦＧを得るとしているが、ＬＰガスや灯油、メタノール、ガソリン等の他の原料から燃料ガスＦＧを得るとしてもよいし、燃料ガスＦＧとして純水素を利用してもよい。

20

【００７６】

また、上記実施形態では、固体酸化物形燃料電池（ＳＯＦＣ）を例に説明したが、本発明は、固体高分子形燃料電池（ＰＥＦＣ）、リン酸型燃料電池（ＰＡＦＣ）、熔融炭酸塩形燃料電池（ＭＣＦＣ）といった他のタイプの燃料電池にも適用可能である。なお、本発明は、ＳＯＦＣやＭＣＦＣ等の、定格運転時の温度が比較的高温となって各部材の変形量が比較的大きくなるタイプの燃料電池において、より好適である。

【符号の説明】

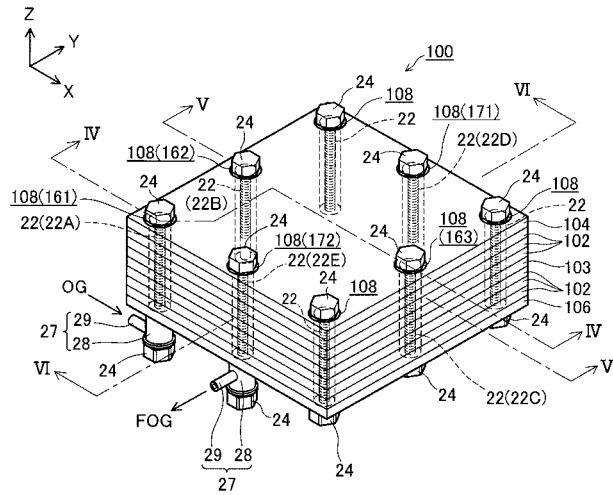
【００７７】

２２：ボルト ２４：ナット ２６：絶縁シート ２７：ガス通路部材 ２８：本体部
 ２９：分岐部 １００：燃料電池スタック １０２：発電単位 １０３：熱交換部 １０
 ４：エンドプレート １０６：エンドプレート １０７：インターコネクタ－燃料電池単
 セル複合体 １０８：貫通孔 １１０：単セル １１２：電解質層 １１４：空気極 １
 １６：燃料極 １２０：セパレータ １２１：孔 １２４：接合部 １３０：空気極側フ
 レーム １３１：孔 １３２：酸化剤ガス供給連通孔 １３３：酸化剤ガス排出連通孔
 １３４：空気極側集電体 １４０：燃料極側フレーム １４１：孔 １４２：燃料ガス供
 給連通孔 １４３：燃料ガス排出連通孔 １４４：燃料極側集電体 １４５：電極対向部
 １４６：インターコネクタ対向部 １４７：接続部 １４９：スペーサー １５０：イ
 ンターコネクタ １６１：酸化剤ガス導入マニホールド １６２：酸化剤ガス排出マニホ
 ールド １６３：酸化剤ガス供給マニホールド １６６：空気室 １７１：燃料ガス導入
 マニホールド １７２：燃料ガス排出マニホールド １７６：燃料室 １８２：孔 １８
 ４：連通孔 １８６：連通孔 １８８：熱交換流路

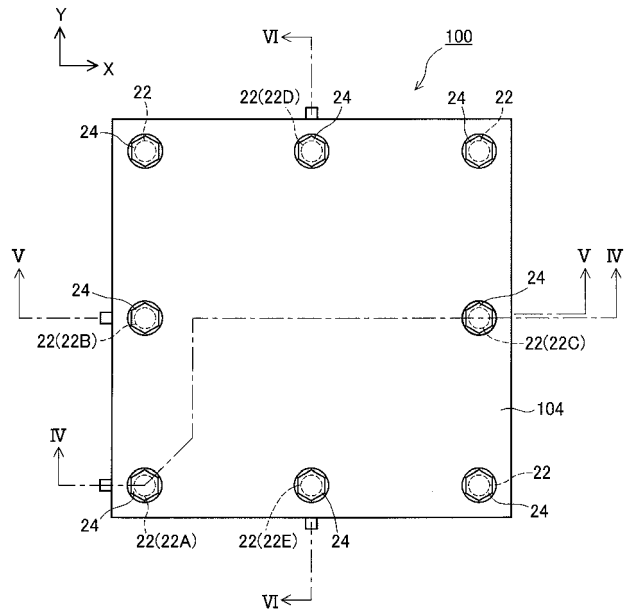
30

40

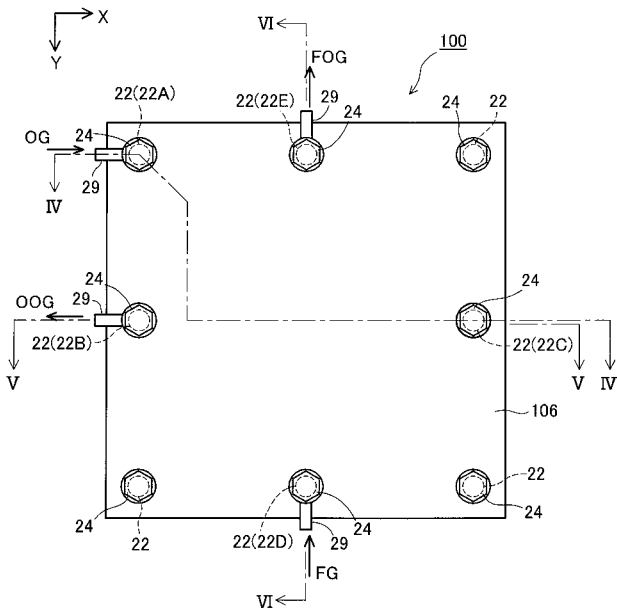
【 図 1 】



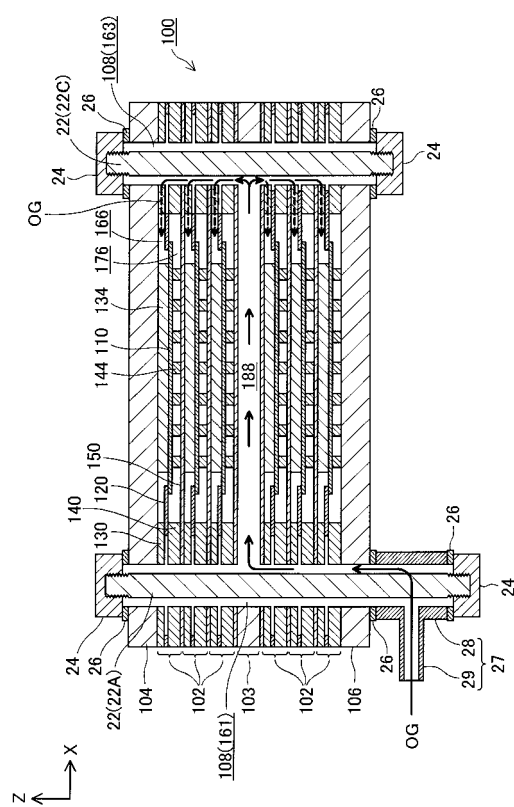
【 図 2 】



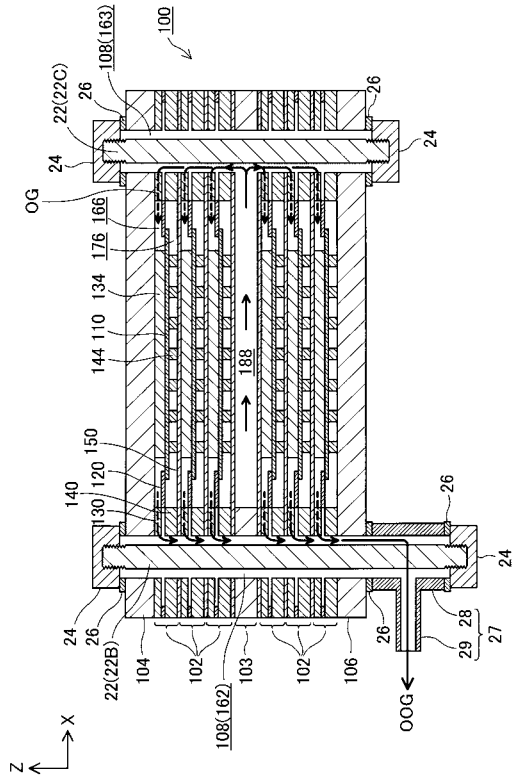
【 図 3 】



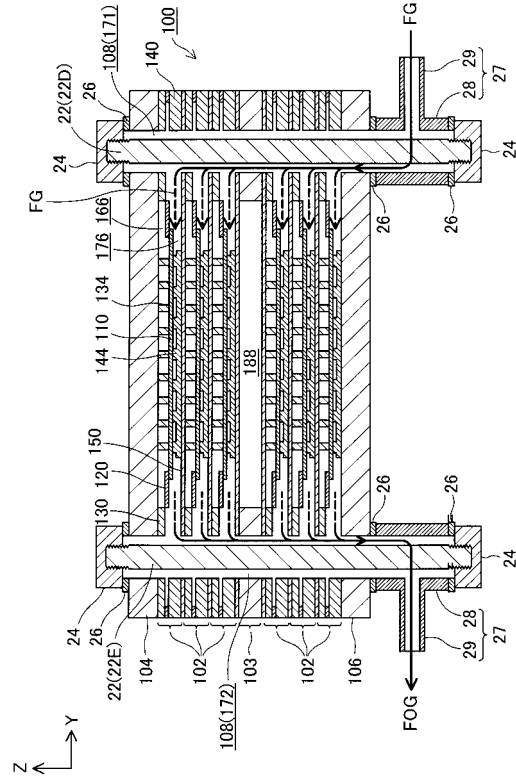
【 図 4 】



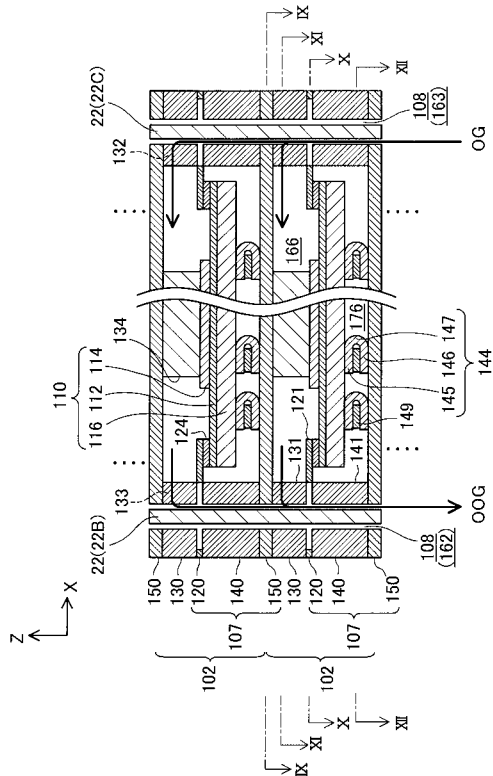
【図 5】



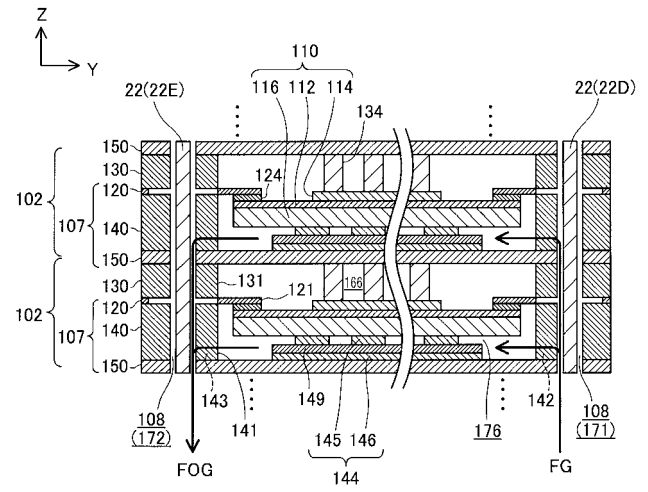
【図 6】



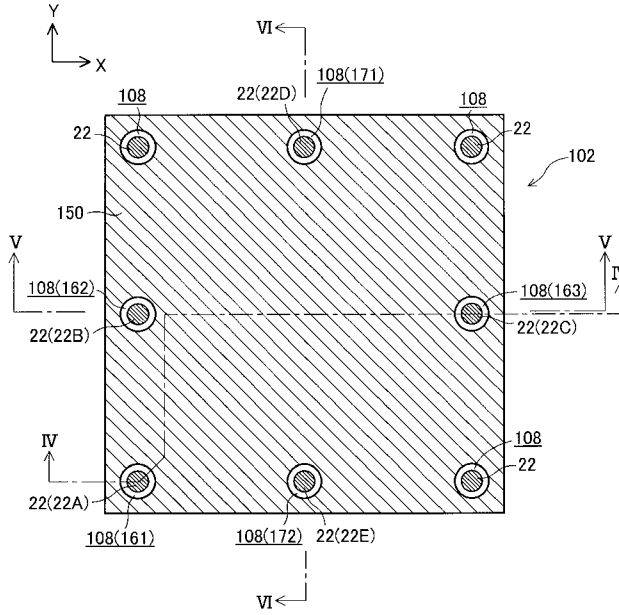
【図 7】



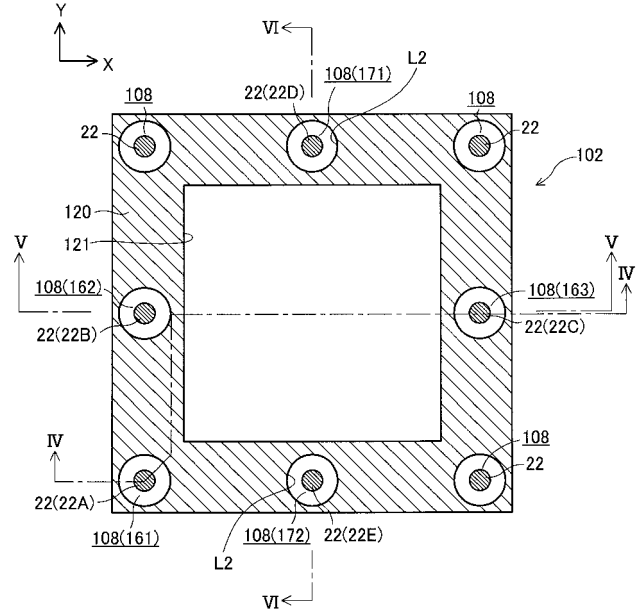
【図 8】



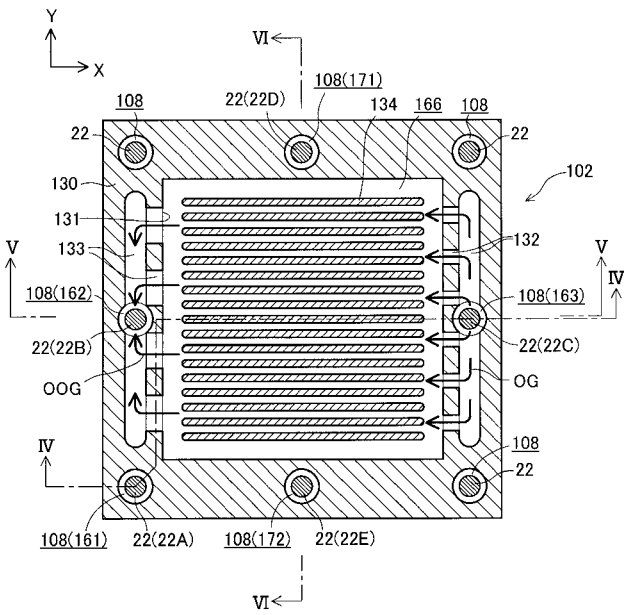
【図 9】



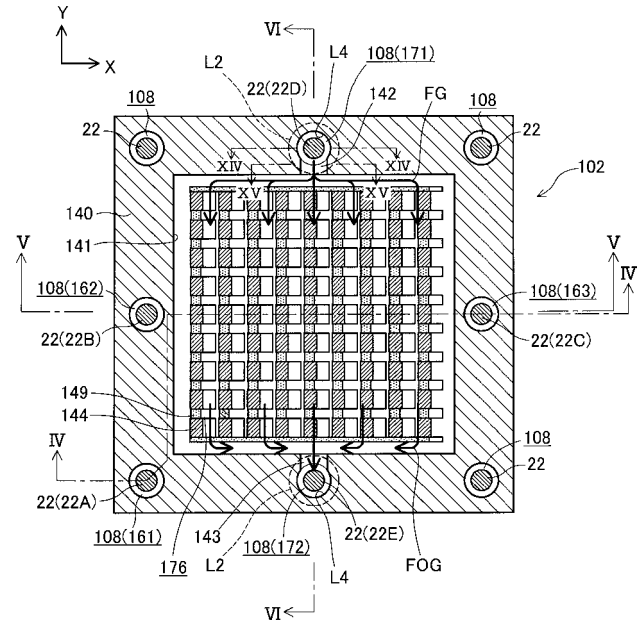
【図 10】



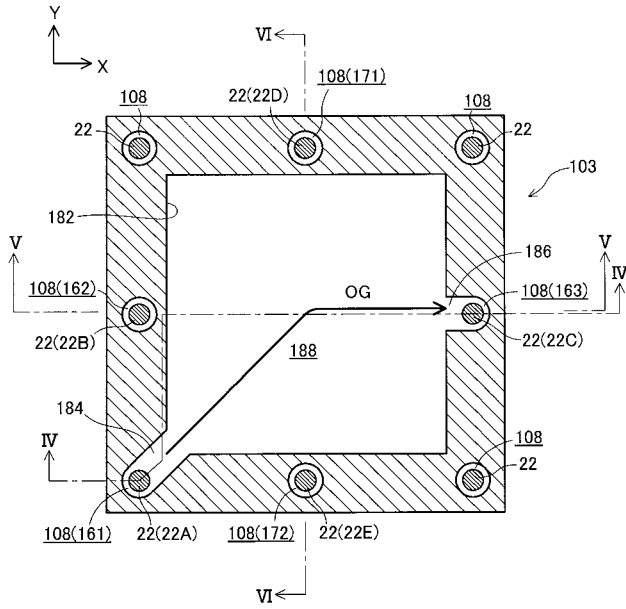
【図 11】



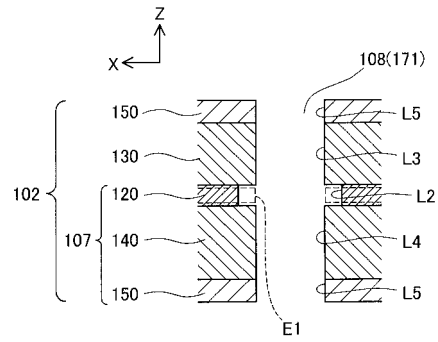
【図 12】



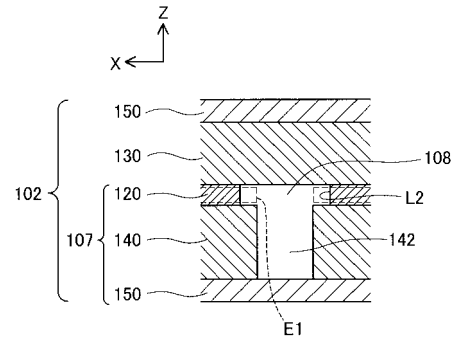
【図 13】



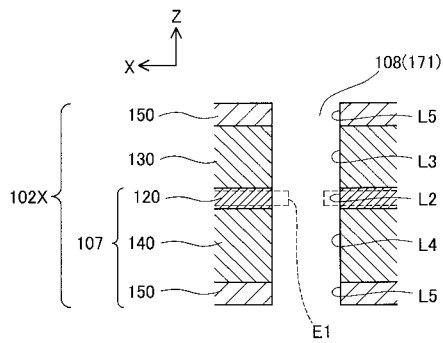
【図 14】



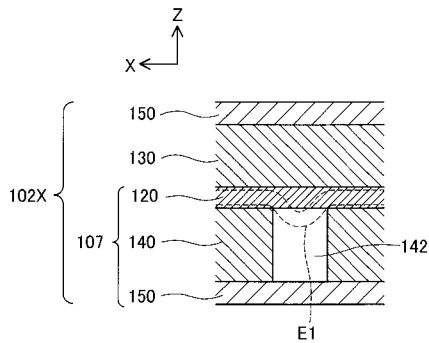
【図 15】



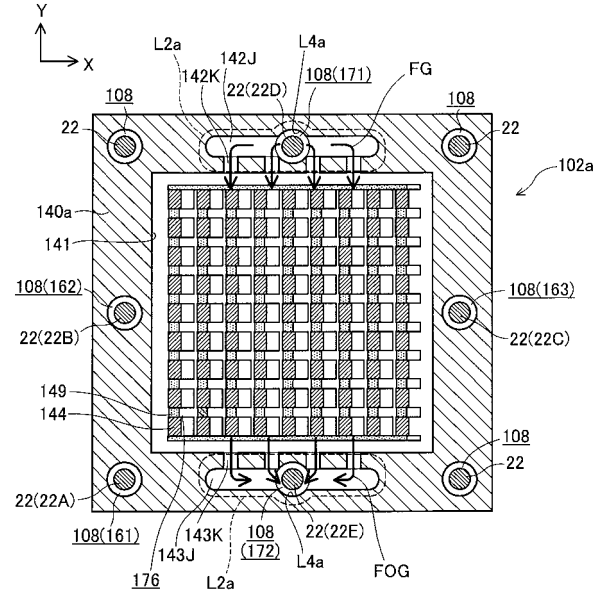
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【 図 1 9 】

