

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 11 月 3 日(03.11.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/175231 A1

- (51) 国際特許分類:
H01M 8/2485 (2016.01) *H01M 8/0271* (2016.01)
H01M 8/02 (2016.01) *H01M 8/12* (2016.01)
H01M 8/0202 (2016.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/063156
- (22) 国際出願日: 2016 年 4 月 27 日(27.04.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-092549 2015 年 4 月 30 日(30.04.2015) JP
- (71) 出願人: 日本特殊陶業株式会社 (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) [JP/JP]; 〒4678525 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 森川 哲也 (MORIKAWA, Tetsuya); 〒4678525 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 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人アルファ国際特許事務所 (ALPHA INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦一丁目 1 1 番 2 0 号 大永ビルディング 3 F Aichi (JP).

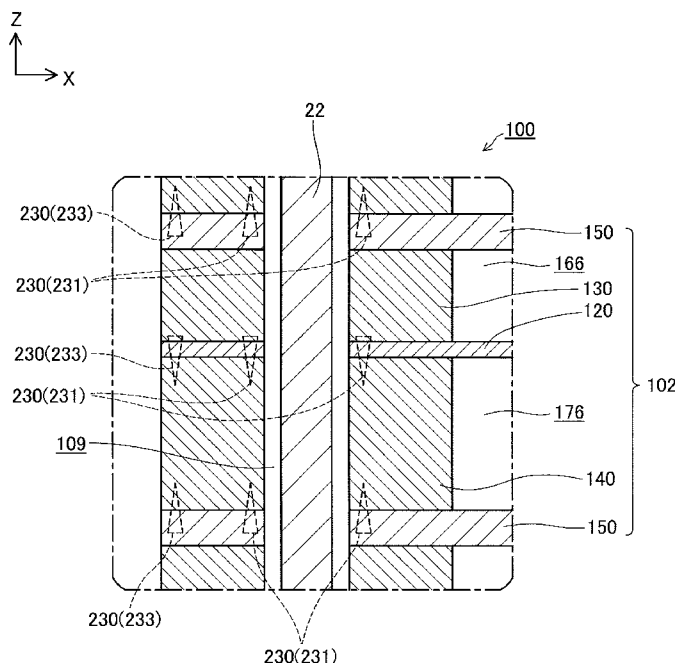
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: FUEL CELL STACK

(54) 発明の名称: 燃料電池スタック



(57) Abstract: The present invention prevents leakage of gas from a gas flow path, a fuel chamber, or an air chamber, into a bolt hole. The fuel cell stack comprises a plurality of power generation units and bolts inserted in each of a plurality of bolt holes, the fuel cell stack being fastened by each of the bolts. Each of the power generation units contains: a single cell; a metallic interconnector; a metallic separator separating an air chamber and a fuel chamber; and a metallic frame member disposed between the separator and the interconnector, in which a through-hole has been formed for constituting the fuel chamber or the air chamber. In the fuel cell stack, a plurality of gas flow paths extending over the plurality of power generation units are formed in addition to the plurality of bolt holes. The fuel cell stack has a first seal portion for providing at least one seal either between the separator and the frame member or between the frame member and the interconnector, the first seal portion being formed in such a manner as to surround the periphery of each of the bolt holes.

(57) 要約: ガス流路や燃料室または空気室からボルト孔へガスがリークすることを抑制する。燃料電池スタックは、複数の発電単位と、複数のボルト孔のそれぞれに挿入されたボルトとを備え、各ボルトで締結される。各発電単位は、単セルと、金属製のインターコネクタと、空気室と燃料室とを区画する金属製のセパレータと、セパレータとインターコネクタとの間に配置され、燃料室また

は空気室を構成する貫通孔が形成された金属製のフレーム部材とを含む。燃料電池スタックには、複数のボルト孔とは別に、複数の発電単位にわたって延びる複数のガス流路が形成されている。燃料電池スタックは、セパレータとフレーム部材との間とフレーム部材とインターコネクタとの間との少なくとも一方をシールする第 1 のシール部を備え、第 1 のシール部は各ボルト孔の周りを取り囲むように形成されている。

WO 2016/175231 A1

明 細 書

発明の名称：燃料電池スタック

技術分野

[0001] 本明細書によって開示される技術は、燃料電池スタックに関する。

背景技術

[0002] 固体酸化物形燃料電池（以下、「S O F C」ともいう）は、一般に、所定の方向（以下、「配列方向」ともいう）に並べて配置された複数の発電単位を備える燃料電池スタックの形態で利用される。発電単位は、発電の最小単位であり、電解質層と電解質層を挟んで配列方向に互いに対向する空気極および燃料極とを含む。燃料電池スタックには、複数の発電単位にわたって配列方向に延びる複数のボルト孔が形成されており、複数のボルト孔のそれぞれに挿入されたボルトによって締結される。

[0003] また、燃料電池スタックには、複数の発電単位にわたって延びる複数のガス流路（「マニホールド」とも呼ばれる）が形成されている。各ガス流路を介して、各発電単位の燃料極に面する燃料室および空気極に面する空気室に、それぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスが供給され、また、各発電単位の燃料室および空気室から、それぞれ燃料オフガスおよび酸化剤オフガスが排出される。

[0004] 上述した複数のボルト孔を上述した複数のガス流路としても利用する燃料電池スタックの形態が知られている。この形態では、ボルト孔の内周面とボルト孔に挿入されたボルトの軸部の外周面との間に形成された空間や、ボルトの軸部の内部に形成された空間が、ガス流路として利用される。この形態では、ボルトに含まれる汚染物質が、ガス流路におけるガス流れによって燃料室や空気室に運ばれ、燃料極や空気極に付着して電極の反応速度が低下する汚染現象を引き起こすおそれがある。また、この形態では、各ガス流路を流れるガスの温度が互いに異なる場合に、各ボルトは互いに異なる温度のガスにさらされるため、各ボルトの熱膨張による変形量に差が生じ、燃料電池

スタックの面方向（配列方向に直交する方向）において燃料電池スタックを配列方向に押さえる圧力（以下、「接圧」ともいう）がばらつき、燃料電池スタックの内部から外部にガスが漏洩するおそれがある。

[0005] 他方、複数のボルト孔とは別に複数のガス流路が形成された燃料電池スタックの形態が知られている（例えば特許文献1参照）。この形態では、上述した汚染現象の発生や接圧のばらつきを抑制することができる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2007-317490号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 複数のボルト孔とは別に複数のガス流路が形成された燃料電池スタックでは、燃料室や燃料ガス用のマニホールドから各ボルト孔への燃料ガスの内部リークが発生するおそれがある。具体的には、各発電単位が、金属製のインターコネクタと、燃料室と空気室とを区画する金属製のセパレータと、セパレータとインターコネクタとの間に配置され、燃料室を構成する貫通孔が形成された金属製のフレーム部材とを備える構成である場合に、セパレータとフレーム部材との間やフレーム部材とインターコネクタとの間を通して、ボルト孔へ燃料ガスがリークするおそれがある。ボルト孔への燃料ガスのリークが発生すると、燃料電池スタックの効率が低下するため、好ましくない。上記従来の技術では、金属箔により形成されたパッキングがフレーム部材とインターコネクタとの間に配置されているが、この構成では、ボルト孔への燃料ガスのリークを十分に抑制できない。

[0008] なお、このような課題は、燃料極側に限らず、空気極側にも共通の課題である。すなわち、各発電単位が、金属製のインターコネクタと、金属製のセパレータと、セパレータとインターコネクタとの間に配置され、空気室を構成する貫通孔が形成された金属製のフレーム部材とを備える構成である場合

に、セパレータとフレーム部材との間やフレーム部材とインターコネクタとの間を通して、ボルト孔へ酸化剤ガスがリークするおそれがある。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。

[0009] 本明細書では、上述した課題の少なくとも一部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

[0010] 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。

[0011] (1) 本明細書に開示される燃料電池スタックは、第1の方向に並べて配置された複数の発電単位と、前記複数の発電単位にわたって前記第1の方向に延びる複数のボルト孔のそれぞれに挿入されたボルトとを備え、各前記ボルトで締結された燃料電池スタックにおいて、各前記発電単位は、電解質層と前記電解質層を挟んで前記第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、前記単セルと前記第1の方向に対向する金属製のインターコネクタと、貫通孔が形成され、前記貫通孔を取り囲む部分が前記単セルの周縁部と接合され、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金属製のセパレータと、前記セパレータと前記インターコネクタとの間に配置され、前記燃料室または前記空気室を構成する貫通孔が形成された金属製のフレーム部材と、を含み、前記燃料電池スタックには、前記複数のボルト孔とは別に、前記複数の発電単位にわたって延びる複数のガス流路が形成されており、前記セパレータと前記フレーム部材との間と、前記フレーム部材と前記インターコネクタとの間と、の少なくとも一方を接合してシールする第1のシール部を備え、前記第1のシール部は、各前記ボルト孔の周りを取り囲むように形成されていることを特徴とする。本燃料電池スタックによれば、第1のシール部が各ボルト孔の周りを取り囲むように形成されているため、ガス流路や燃料室または空気室からボルト孔へガスがリークすることを抑制することができ、燃料電池スタックの発電効率の低下を

抑制することができる。

[0012] (2) 上記燃料電池スタックにおいて、前記第1のシール部は、前記セパレータと前記フレーム部材との間と、前記フレーム部材と前記インターコネクタとの間と、の両方をシールすることを特徴とする構成としてもよい。本燃料電池スタックによれば、第1のシール部が、セパレータとフレーム部材との間とフレーム部材とインターコネクタとの間との両方をシールするように形成されているため、ガス流路や燃料室または空気室からボルト孔へガスがリークすることを抑制することができ、燃料電池スタックの発電効率の低下を効果的に抑制することができる。

[0013] (3) 上記燃料電池スタックにおいて、一の前記発電単位が備える前記セパレータと、前記第1の方向において前記一の発電単位の隣に位置する他の前記発電単位が備える前記インターコネクタである他インターコネクタと、の間において、少なくとも1つの前記ガス流路を取り囲むように接合してシールする第2のシール部が形成されていることを特徴とする構成としてもよい。本燃料電池スタックによれば、本来ガスが流れるべきガス流路からガスがリークすることを効果的に抑制することができ、燃料電池スタックの発電効率の低下をさらに効果的に抑制することができる。

[0014] (4) 上記燃料電池スタックにおいて、前記セパレータと前記フレーム部材との間と、前記フレーム部材と前記インターコネクタとの間と、の少なくとも一方を接合してシールする第3のシール部を備え、前記第3のシール部は、前記第1の方向視で、前記複数のガス流路のそれぞれと各前記発電単位の外周縁との間を通り、かつ、前記複数のガス流路を取り囲むように連続して形成されていることを特徴とする構成としてもよい。本燃料電池スタックによれば、第3のシール部が複数のガス流路を取り囲むように連続して形成されているため、本来ガスが流れるべき複数のガス流路から燃料電池スタックの外部へガスがリークすることを抑制することができ、燃料電池スタックの発電効率の低下をさらに効果的に抑制することができる。

[0015] (5) 上記燃料電池スタックにおいて、前記第3のシール部は、各前記発電

単位の外周形状に沿って形成されていることを特徴とする構成としてもよい。本燃料電池スタックによれば、第3のシール部が各発電単位の外周形状に沿って形成されているため、本来ガスが流れるべきガス流路や燃料室または空気室から燃料電池スタックの外部へガスがリークすることを抑制することができ、燃料電池スタックの発電効率の低下をさらに効果的に抑制することができる。

[0016] (6) 上記燃料電池スタックにおいて、前記第1のシール部は、溶接部であることを特徴とする構成としてもよい。本燃料電池スタックによれば、第1のシール部が、高いシール性能が期待できる溶接部により形成されるため、ガス流路や燃料室または空気室からボルト孔へガスがリークすることをより確実に抑制することができ、燃料電池スタックの発電効率の低下をさらに効果的に抑制することができる。

[0017] 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、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等の形態で実現することが可能である。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]燃料電池スタック100の外観構成を示す斜視図である。

[図2]燃料電池スタック100の上側のXY平面構成を示す説明図である。

[図3]燃料電池スタック100の下側のXY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100のXZ断面構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100のYZ断面構成を示す説明図である。

[図6]図4に示す断面と同一の位置における互いに隣接する2つの発電単位102のXZ断面構成を示す説明図である。

[図7]図5に示す断面と同一の位置における互いに隣接する2つの発電単位102のYZ断面構成を示す説明図である。

[図8]図6のV I I I - V I I I の位置における発電単位102のXY断面構成を示す説明図である。

[図9]図6のI X - I X の位置における発電単位102のXY断面構成を示す説明図である。

[図10]図6のX - X の位置における発電単位102のXY断面構成を示す説明図である。

[図11]図6のX I - X I の位置における発電単位102のXY断面構成を示す説明図である。

[図12]燃料極側フレーム140の位置のガスシールの構成を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0019] A. 実施形態：

A-1. 構成：

(燃料電池スタック100の構成)

図1から図5は、本実施形態における燃料電池スタック100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100の外観構成が示されており、図2には、燃料電池スタック100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100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100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100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XYZ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100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6以降についても同様である。

[0020] 燃料電池スタック100は、複数の（本実施形態では7つの）発電単位102と、一対のエンドプレート104、106とを備える。7つの発電単位102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。一对のエンドプレート104, 106は、7つの発電単位102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。

[0021] 図1に示すように、各発電単位102およびエンドプレート104, 106のZ方向回りの外周の4つの角部には、上下方向に貫通する孔が形成されており、各層に形成され互い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ボルト孔109を構成している。各ボルト孔109にはボルト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。

[0022] また、図1、図4および図5に示すように、各発電単位102および下側のエンドプレート106のZ方向回りの外周辺の中点付近には、上下方向に貫通する孔が形成されており、各層に形成され互いに対応する孔同士が上下方向に連通して、各発電単位102およびエンドプレート106にわたって上下方向に延びる連通孔108を構成している。

[0023] 図1、図2および図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連通孔108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、その酸化剤ガスOGを各発電単位102に供給す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、該辺の反対側の辺（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連通孔108は、各発電単位102から排出された未反応の酸化剤ガスOGである酸化剤オフガスOOGを燃料電池スタック100の外部へと排出するガス流路であ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。

[0024] また、図1、図2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（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連通孔 108 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 に供給するガス流路である燃料ガス導入マニホールド 171 として機能し、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連通孔 108 は、各発電単位 102 から排出された未反応の燃料ガス FG である燃料オフガス FOG を燃料電池スタック 100 の外部へと排出するガス流路であ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。

[0025] 図 1 および図 3 から図 5 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。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 に連通しており、酸化剤ガス排出マニホールド 162 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 5 に示すように、燃料ガス導入マニホールド 171 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 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。なお、各ガス通路部材 27 とエンドプレート 106 の表面との間には、絶縁シート 26 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。

[0026] (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、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。一对のエンドプレート104, 106によって複数の発電単位102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する。

[0027] (発電単位102の構成)

図6から図11は、発電単位102の詳細構成を示す説明図である。図6には、図4に示す断面と同一の位置における互いに隣接する2つの発電単位102の断面構成が示されており、図7には、図5に示す断面と同一の位置における互いに隣接する2つの発電単位102の断面構成が示されており、図8には、図6のV1-V1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9には、図6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6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6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いる。

[0028] 図6および図7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对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が挿入されるボルト孔109に対応する孔や、各マニホールドして機能する連通孔108に対応する孔が形成されている(図8から図11参照)。

[0029] 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。

[0030] 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 (ランタンストロンチウムコバルト鉄酸化物)、LSM (ランタン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。

[0031] 図 6 から図 8 に示すように、セパレータ 120 は、中央付近に上下方向に貫通する矩形の孔 121 が形成されたフレーム状の部材であり、例えば、金属により形成されている。セパレータ 120 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。

[0032] 図 6、図 7 および図 9 に示すように、インターコネクタ 150 は、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は、単セル110に対して配列方向に対向するように配置されている。インターコネクタ150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は一对のエンドプレート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および図5参照）。

[0033] 図6、図7および図10に示すように、空気極側フレーム130は、中央付近に上下方向に貫通する矩形の孔131が形成されたフレーム状の部材であり、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は、セパレータ120とインターコネクタ150との間に配置され、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。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。また、空気極側フレーム130によって、発電単位102に含まれる一对のインターコネクタ150間が電氣的に絶縁される。また、空気極側フレーム130には、酸化剤ガス導入マニホールド161と空気室166とを連通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とを連通する酸化剤ガス排出連通孔133とが形成されている。

[0034] 図6、図7および図11に示すように、燃料極側フレーム140は、中央

付近に上下方向に貫通する矩形の孔 141 が形成されたフレーム状の部材であり、例えば、金属により形成されている。燃料極側フレーム 140 は、セパレータ 120 とインターコネクタ 150 との間に配置され、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。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。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 とを連通する燃料ガス排出連通孔 143 とが形成されている。本実施形態では、燃料極側フレーム 140 が特許請求の範囲におけるフレーム部材に相当する。

[0035] 図 6、図 7 および図 10 に示すように、空気極側集電体 134 は、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略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。

[0036] 図 6、図 7 および図 11 に示すように、燃料極側集電体 144 は、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ー 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 の変形に追随し、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。

[0037] A-2. 燃料電池スタック 100 の動作：

図 4、図 6 および図 10 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 OG が供給されると、酸化剤ガス OG 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、酸化剤ガス導入マニホールド 161 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。また、図 5、図 7 および図 11 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 FG が供給されると、燃料ガス FG 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。

[0038] 各発電単位 102 の空気室 166 に酸化剤ガス OG が供給され、燃料室 176 に燃料ガス FG が供給されると、単セル 110 において酸化剤ガス OG および燃料ガス FG の電気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、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。

[0039] 各発電単位１０２において発電反応に利用されなかった酸化剤ガスＯＧである酸化剤オフガスＯＯＧは、図４、図６および図１０に示すように、空気室１６６から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において発電反応に利用されなかった燃料ガスＦＧである燃料オフガスＦＯＧは、図５、図７および図１１に示すように、燃料室１７６から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。

[0040] なお、本実施形態の燃料電池スタック１００では、上述したように、複数のボルト孔１０９とは別に複数のマニホールド（連通孔１０８）が形成されているため、ボルト２２に含まれる汚染物質が各マニホールドにおけるガス流れによって燃料室１７６や空気室１６６に運ばれ、燃料極１１６や空気極１１４に付着して電極の反応速度が低下する汚染現象の発生を回避することができると共に、各ボルト２２が互いに異なる温度のガスにさらされて各ボルト２２の熱膨張による変形量に差が生じ、燃料電池スタック１００の面方向において燃料電池スタック１００の接圧がばらつき、燃料電池スタック１００の内部から外部にガスが漏洩する事態の発生を回避することができる。

[0041] A-3. 燃料電池スタック100におけるガスシール：

燃料電池スタック100において、燃料ガスや酸化剤ガスのリークが発生すると、燃料電池スタックの効率が低下するため、好ましくない。そのため、燃料電池スタック100には、高いガスシール性が求められる。以下、燃料電池スタック100におけるガスシールについて説明する。

[0042] 燃料電池スタック100における各発電単位102に含まれる空気極側フレーム130（図10）は、いわゆるコンプレッションシールとして機能する。すなわち、空気極側フレーム130は、セパレータ120とインターコネクタ150との間に挟まれて圧縮されることにより、セパレータ120およびインターコネクタ150の表面に密着し、空気極側フレーム130とセパレータ120との界面や空気極側フレーム130とインターコネクタ150との界面を介した、空気室166や酸化剤ガス導入マニホールド161、酸化剤ガス排出マニホールド162からの酸化剤ガスOG（または酸化剤オフガスOOG）のリークを抑制する。

[0043] また、図7および図10に示すように、セパレータ120と、空気極側フレーム130を挟んで当該セパレータ120と対向するインターコネクタ150との間において、燃料ガス導入マニホールド171と燃料ガス排出マニホールド172とのそれぞれの周りを取り囲むようにガラスシール240が設けられている。ガラスシール240は、空気極側フレーム130とセパレータ120との界面や空気極側フレーム130とインターコネクタ150との界面を介した、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からの燃料ガスFG（または燃料オフガスFOG）のリークを抑制する。なお、ガラスシール240は絶縁体であるため、ガラスシール240を設けることによって発電単位102に含まれる一対のインターコネクタ150間の電氣的絶縁が阻害されることはない。また、本実施形態では、ガラスシール240は、酸化剤ガス導入マニホールド161および酸化剤ガス排出マニホールド162の周囲には設けられていない。ガラスシール240は、特許請求の範囲における第2のシール部に相当する。

[0044] 一方、燃料電池スタック 100 における各発電単位 102 に含まれる燃料極側フレーム 140 の位置では、溶接によりガスシールが確保されている。

図 12 は、燃料極側フレーム 140 の位置のガスシールの構成を示す説明図である。図 12 には、図 1 から図 3 および図 8 から図 11 における X1-X1 の位置における燃料電池スタック 100 の断面構成の一部が示されている。

[0045] 図 12 に示すように、燃料極側フレーム 140 とその燃料極側フレーム 140 の上側に隣接するセパレータ 120 との間には、レーザ溶接によって溶接部 230 が形成されている。また、燃料極側フレーム 140 とその燃料極側フレーム 140 の下側に隣接するインターコネクタ 150 との間にも、溶接によって溶接部 230 が形成されている。

[0046] 図 8、図 9 および図 11 には、溶接部 230 が形成された位置が破線で示されている。図 8、図 9、図 11 および図 12 に示すように、溶接部 230 は、各発電単位 102 の外周形状に沿って形成された外周溶接部 233 を含む。外周溶接部 233 は、発電単位 102 の外周に沿うように形成されており、各発電単位 102 に形成された各連通孔 108 や各ボルト孔 109 は、外周溶接部 233 の内側に存在する。外周溶接部 233 により、燃料極側フレーム 140 とセパレータ 120 との界面や燃料極側フレーム 140 とインターコネクタ 150 との界面を介した、燃料電池スタック 100 の内部から外部への燃料ガス FG（または燃料オフガス FOG）のリークが抑制される。外周溶接部 233 は、特許請求の範囲における第 3 のシール部に相当する。

[0047] また、溶接部 230 は、酸化剤ガス導入マニホールド 161 と酸化剤ガス排出マニホールド 162 とのそれぞれの周りを取り囲むように形成されたマニホールド周り溶接部 235 を含む。マニホールド周り溶接部 235 により、燃料極側フレーム 140 とセパレータ 120 との界面や燃料極側フレーム 140 とインターコネクタ 150 との界面を介した、酸化剤ガス導入マニホールド 161 や酸化剤ガス排出マニホールド 162 からの酸化剤ガス OG（

または酸化剤オフガスOOG)のリークが抑制される。なお、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の周りについては、燃料ガス供給連通孔142や燃料ガス排出連通孔143の部分を溶接しようとする、セパレータ120に穴があいたり、燃料ガス供給連通孔142や燃料ガス排出連通孔143を塞いでしまったりするおそれがあるため、部材同士を溶接することが難しい。このため、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の周りについては、溶接部230は形成されていない。

[0048] さらに、溶接部230は、各ボルト孔109の周りをボルト孔109の外周形状に沿って取り囲むように形成されたボルト周り溶接部231を含む。ボルト周り溶接部231により、燃料極側フレーム140とセパレータ120との界面や燃料極側フレーム140とインターコネクタ150との界面を介した、燃料室176や燃料ガス導入マニホールド171、燃料ガス排出マニホールド172からボルト孔109への燃料ガスFG(または燃料オフガスFOG)のリークが抑制される。ボルト周り溶接部231は、特許請求の範囲における第1のシール部に相当する。

[0049] このように、本実施形態の燃料電池スタック100には、複数のボルト孔109とは別に、複数の発電単位102にわたって延びる複数のマニホールド(連通孔108)が形成されている。また、セパレータ120と燃料極側フレーム140との間、および、燃料極側フレーム140とインターコネクタ150との間をシールする溶接部230が形成されており、溶接部230は、各ボルト孔109の周りを取り囲むように形成されたボルト周り溶接部231を含む。そのため、本実施形態の燃料電池スタック100では、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、燃料室176からボルト孔109へ燃料ガスFG(または燃料オフガスFOG)がリークすることを抑制することができ、燃料電池スタック100の発電効率の低下を抑制することができる。なお、本実施形態の燃料電池スタック100では、ボルト周り溶接部231の位置におけるガスシールが、高いシール性

能が期待できる溶接部230により形成されるため、ボルト孔109へのガスリークをより確実に抑制することができ、燃料電池スタック100の発電効率の低下を効果的に抑制することができる。

[0050] また、本実施形態の燃料電池スタック100では、セパレータ120と、空気極側フレーム130を挟んで当該セパレータ120と対向するインターコネクタ150との間において、燃料ガス導入マニホールド171と燃料ガス排出マニホールド172とのそれぞれの周りを取り囲むようにガラスシール240が設けられているため、空気極側フレーム130とセパレータ120との界面や空気極側フレーム130とインターコネクタ150との界面を介した、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からの燃料ガスFG（または燃料オフガスFOG）のリークを抑制することができ、燃料電池スタック100の発電効率の低下をより効果的に抑制することができる。

[0051] また、本実施形態の燃料電池スタック100では、溶接部230が、各発電単位102の外周形状に沿って形成された外周溶接部233を含むため、燃料極側フレーム140とセパレータ120との界面や燃料極側フレーム140とインターコネクタ150との界面を介した、燃料電池スタック100の内部から外部への燃料ガスFG（または燃料オフガスFOG）のリークが抑制され、燃料電池スタック100の発電効率の低下をさらに効果的に抑制することができる。なお、ボルト周り溶接部231、ガラスシール240、外周溶接部233は、いずれも、シール対象の部材間を接合することによって部材間のシール機能を発揮するものである。すなわち、ボルト周り溶接部231、ガラスシール240、外周溶接部233は、シール対象の部材間に挟まれて圧縮されることにより部材間のシール機能を発揮するもの（いわゆるコンプレッションシール）とは区別されるものである。

[0052] 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。

- [0053] 上記実施形態では、溶接部230は、燃料極側フレーム140とセパレータ120との間と燃料極側フレーム140とインターコネクタ150との間との両方に形成されているが、溶接部230は、両者の一方のみに形成されているとしてもよい。
- [0054] また、上記実施形態では、溶接部230は、ボルト周り溶接部231と外周溶接部233とマニホールド周り溶接部235とを含むとしているが、溶接部230は、外周溶接部233とマニホールド周り溶接部235との少なくとも一方を含まないとしてもよい。また、上記実施形態では、溶接部230は、レーザ溶接により形成されとしているが、レーザ溶接以外の他の溶接方法により形成されとしてもよい。また、溶接部230が形成されとした位置に、溶接部230に代えて、溶接以外の他のシール構成（例えばガラスシール）が形成されとしてもよい。また、上記実施形態では、外周溶接部233が、各発電単位102の外周形状に沿って形成されているとしているが、外周溶接部233は、必ずしも各発電単位102の外周形状に沿って形成されている必要はなく、第1の方向（Z方向）視で、各マニホールド171、172、161、162と各発電単位102の外周縁との間を通り、かつ、すべてのマニホールド171、172、161、162を取り囲むように連続して形成されていれば、どのような形状であってもよい。
- [0055] また、上記実施形態では、燃料ガス導入マニホールド171と燃料ガス排出マニホールド172とのそれぞれの周りを取り囲むガラスシール240が設けられているが、ガラスシール240は、燃料ガス導入マニホールド171の周りと燃料ガス排出マニホールド172の周りとの一方のみに設けられてもよい。また、ガラスシール240は、酸化剤ガス導入マニホールド161や酸化剤ガス排出マニホールド162の周りに設けられてもよい。また、ガラスシール240が形成されとした位置に、ガラスシール240に代えて、ガラスシール以外の他のシール構成が形成されとしてもよい。
- [0056] また、上記実施形態では、燃料極側フレーム140の位置で溶接によりガ

スシールが確保されているとしたが、空気極側フレーム 130 の位置で、同様に溶接によりガスシールが確保されているとしてもよい。

[0057] 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。

[0058] 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。

[0059] 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。

[0060] 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。

[0061] 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。

[0062] 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。

[0063] 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 F G を得るとしているが、L P 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 F G を得るとしてもよいし、燃料ガス F G として純水素を利用してもよい。

[0064] また、上記実施形態において、電解質層 1 1 2 と空気極 1 1 4 との間に、例えばセリアにより形成された反応防止層を設け、電解質層 1 1 2 内のジルコニウム等と空気極 1 1 4 内のストロンチウム等とが反応することによる電解質層 1 1 2 と空気極 1 1 4 との間の電気抵抗の増大を抑制するとしてもよい。

[0065] また、上記実施形態では、固体酸化物形燃料電池（S O F C）を例に説明したが、本発明は、固体高分子形燃料電池（P E F C）、リン酸型燃料電池（P A F C）、熔融炭酸塩形燃料電池（M C F C）といった他のタイプの燃料電池にも適用可能である。

符号の説明

[0066] 2 2 : ボルト 2 4 : ナット 2 6 : 絶縁シート 2 7 : ガス通路部材 2 8 : 本体部 2 9 : 分岐部 1 0 0 : 燃料電池スタック 1 0 2 : 発電単位 1 0 4 : エンドプレート 1 0 6 : エンドプレート 1 0 8 : 連通孔 1 0 9 : ボルト孔 1 1 0 : 単セル 1 1 2 : 電解質層 1 1 4 : 空気極 1 1 6 : 燃料極 1 2 0 : セパレータ 1 2 1 : 孔 1 2 4 : 接合部 1 3 0 : 空気極側フレーム 1 3 1 : 孔 1 3 2 : 酸化剤ガス供給連通孔 1 3 3 : 酸化剤ガス排出連通孔 1 3 4 : 空気極側集電体 1 4 0 : 燃料極側フレーム 1 4 1 : 孔 1 4 2 : 燃料ガス供給連通孔 1 4 3 : 燃料ガス排出連通孔 1 4 4 : 燃料極側集電体 1 4 5 : 電極対向部 1 4 6 : インターコネクタ対向部 1 4 7 : 接続部 1 4 9 : スペーサー 1 5 0 : インターコネクタ 1 6 1 : 酸化剤ガス導入マニホールド 1 6 2 : 酸化剤ガス排出マニホールド 1 6 6 : 空気室 1 7 1 : 燃料ガス導入マニホールド 1 7 2 : 燃料ガス排出マニホールド 1 7 6 : 燃料室 2 3 0 : 溶接部 2 3 1 :

ボルト周り溶接部 233 : 外周溶接部 235 : マニホールド周り溶接部
240 : ガラスシール

請求の範囲

[請求項1]

第1の方向に並べて配置された複数の発電単位と、前記複数の発電単位にわたって前記第1の方向に延びる複数のボルト孔のそれぞれに挿入されたボルトとを備え、各前記ボルトで締結された燃料電池スタックにおいて、

各前記発電単位は、

電解質層と前記電解質層を挟んで前記第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、

前記単セルと前記第1の方向に対向する金属製のインターコネクタと、

貫通孔が形成され、前記貫通孔を取り囲む部分が前記単セルの周縁部と接合され、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金属製のセパレータと、

前記セパレータと前記インターコネクタとの間に配置され、前記燃料室または前記空気室を構成する貫通孔が形成された金属製のフレーム部材と、

を含み、

前記燃料電池スタックには、前記複数のボルト孔とは別に、前記複数の発電単位にわたって延びる複数のガス流路が形成されており、

前記セパレータと前記フレーム部材との間と、前記フレーム部材と前記インターコネクタとの間と、の少なくとも一方を接合してシールする第1のシール部を備え、

前記第1のシール部は、各前記ボルト孔の周りを取り囲むように形成されていることを特徴とする、燃料電池スタック。

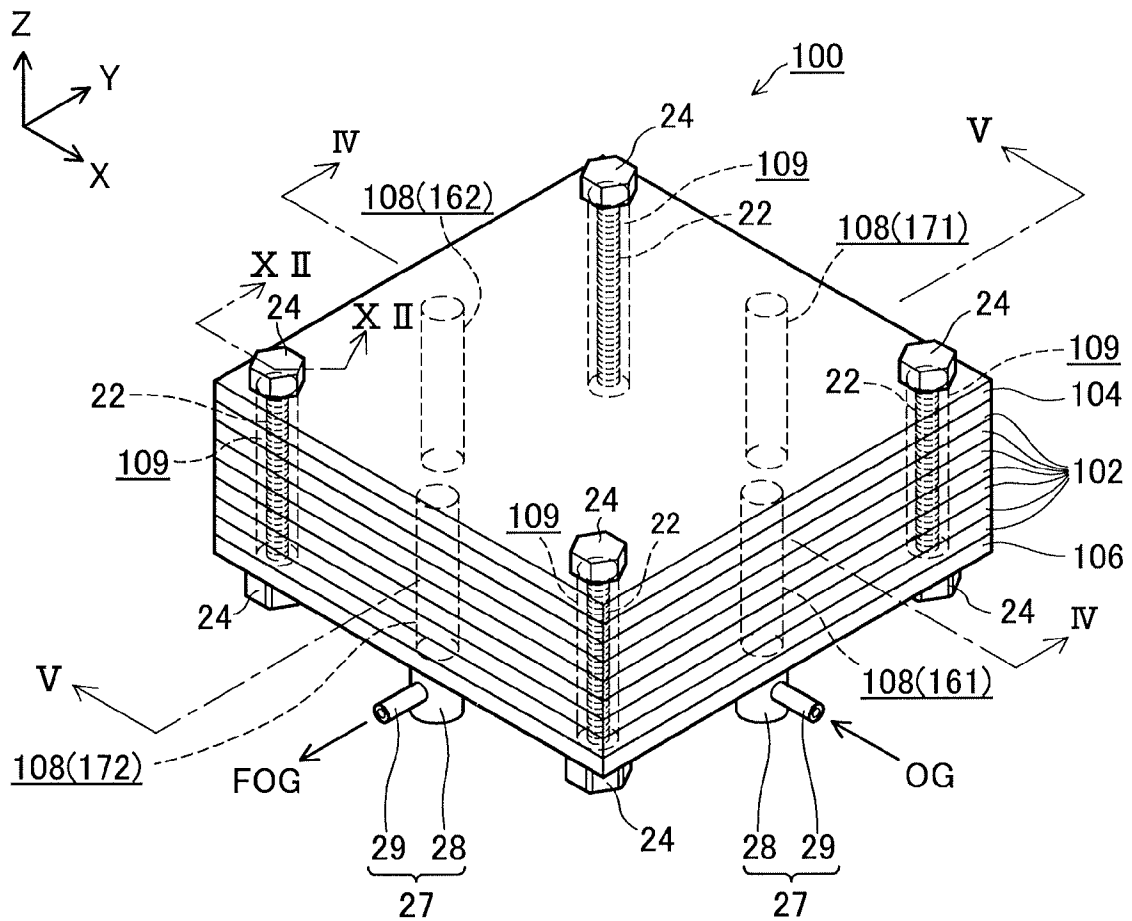
[請求項2]

請求項1に記載の燃料電池スタックにおいて、

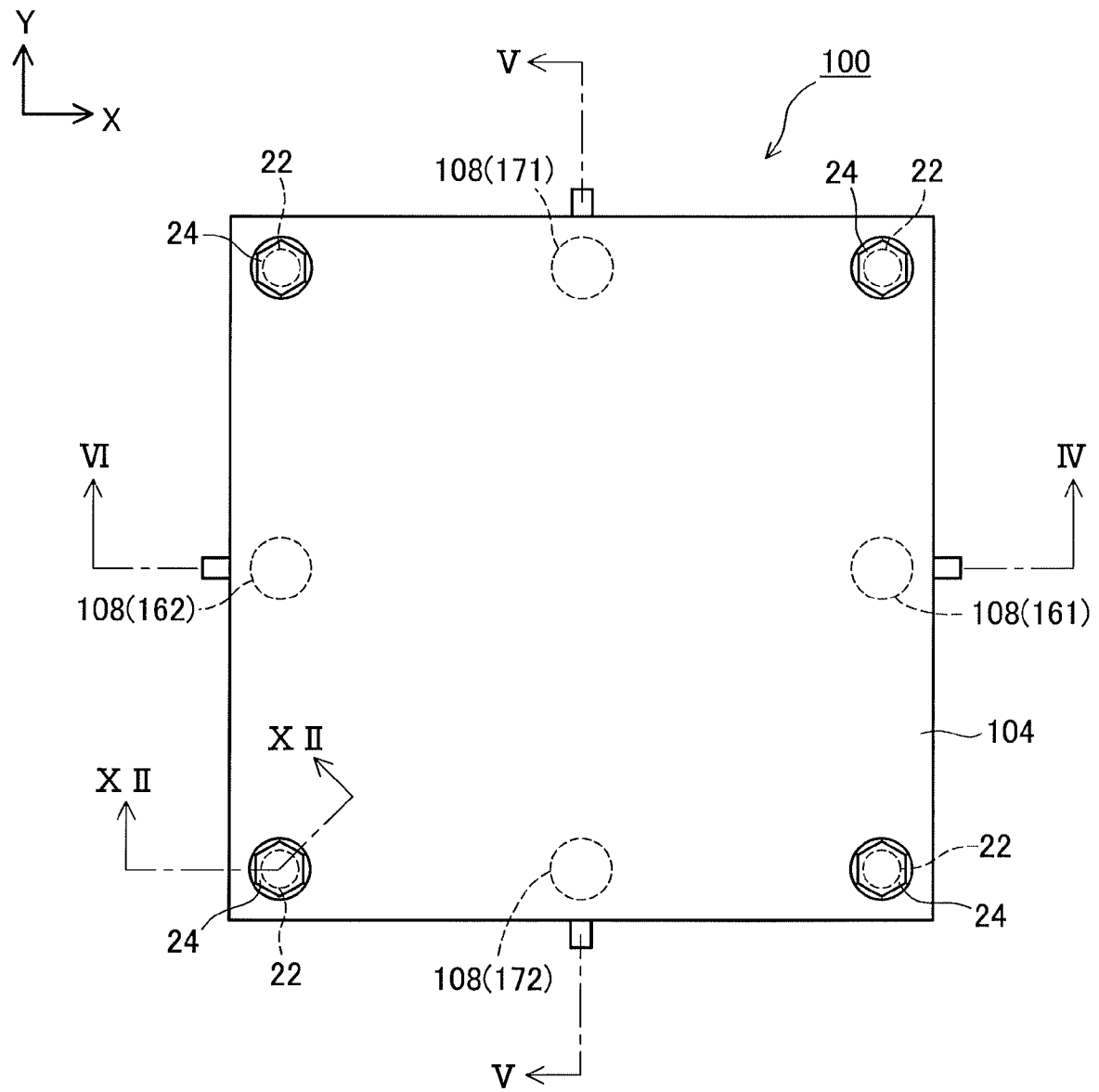
前記第1のシール部は、前記セパレータと前記フレーム部材との間と、前記フレーム部材と前記インターコネクタとの間と、の両方をシールすることを特徴とする、燃料電池スタック。

- [請求項3] 請求項1または請求項2に記載の燃料電池スタックにおいて、
一の前記発電単位が備える前記セパレータと、前記第1の方向において前記一の発電単位の隣に位置する他の前記発電単位が備える前記インターコネクタである他インターコネクタと、の間において、少なくとも1つの前記ガス流路を取り囲むように接合してシールする第2のシール部が形成されていることを特徴とする、燃料電池スタック。
- [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燃料電池スタックにおいて、
前記セパレータと前記フレーム部材との間と、前記フレーム部材と前記インターコネクタとの間と、の少なくとも一方を接合してシールする第3のシール部を備え、
前記第3のシール部は、前記第1の方向視で、前記複数のガス流路のそれぞれと各前記発電単位の外周縁との間を通り、かつ、前記複数のガス流路を取り囲むように連続して形成されていることを特徴とする、燃料電池スタック。
- [請求項5] 請求項4に記載の燃料電池スタックにおいて、
前記第3のシール部は、各前記発電単位の外周形状に沿って形成されていることを特徴とする、燃料電池スタック。
- [請求項6] 請求項1から請求項5までのいずれか一項に記載の燃料電池スタックにおいて、
前記第1のシール部は、溶接部であることを特徴とする、燃料電池スタック。

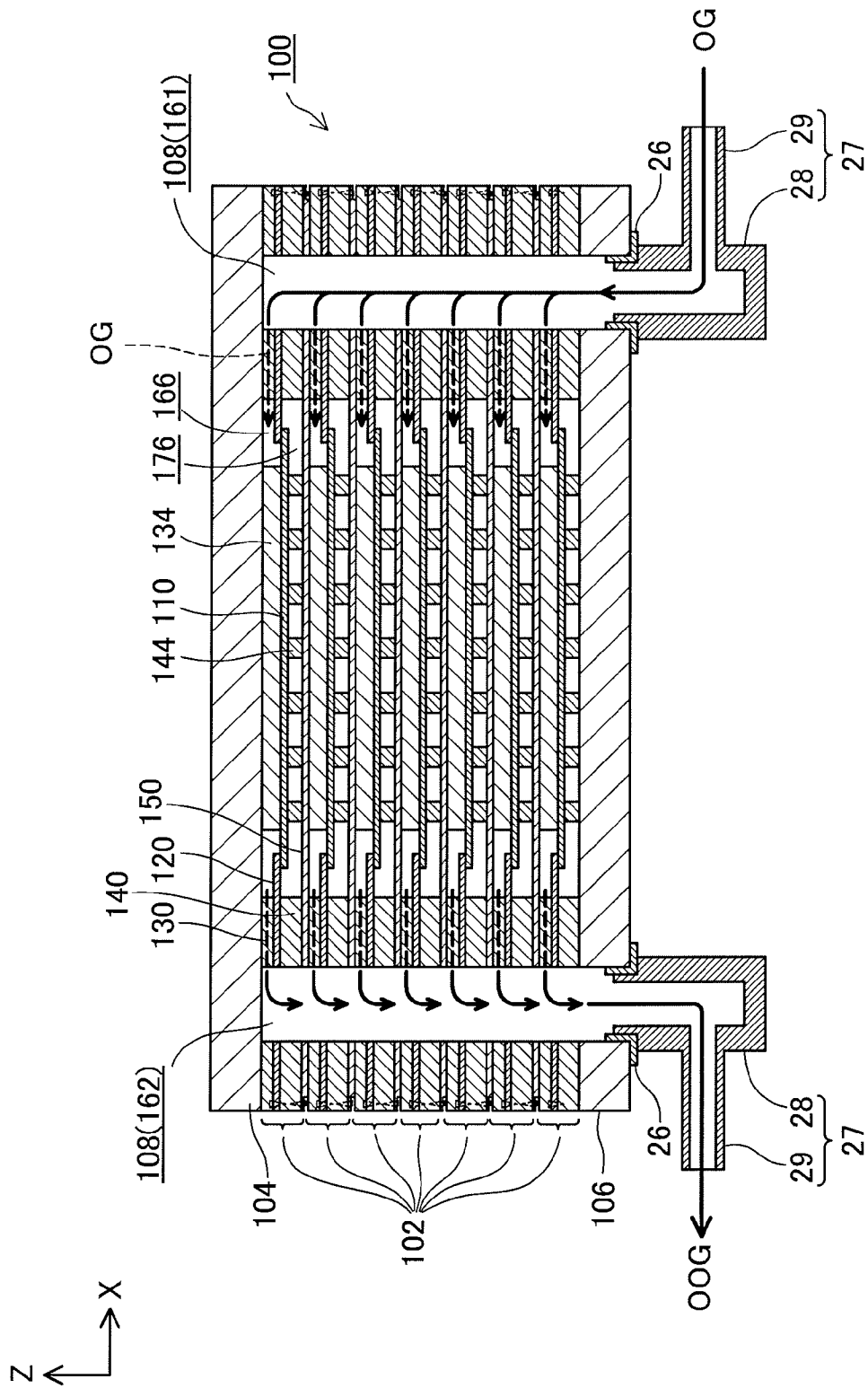
[図1]



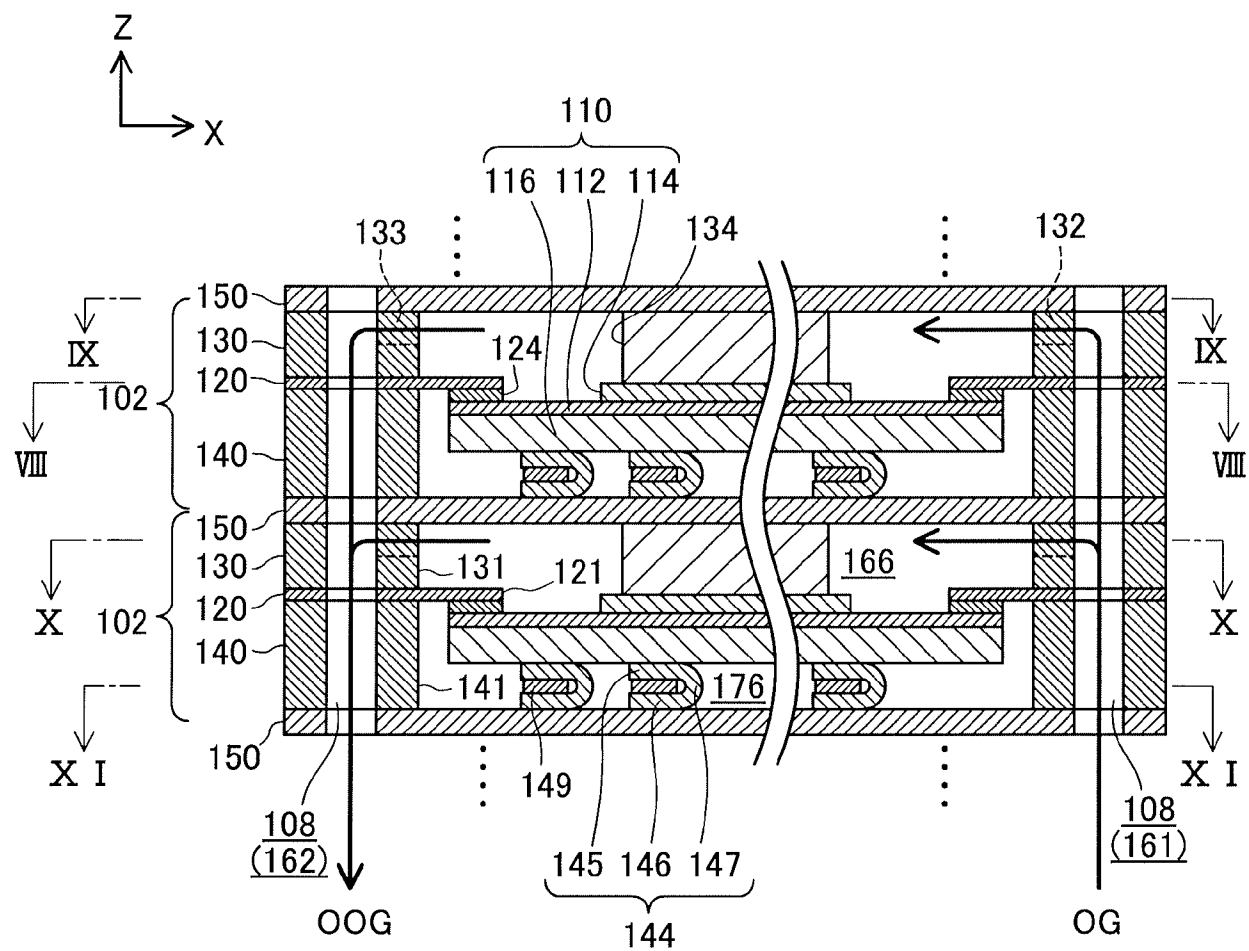
[図2]



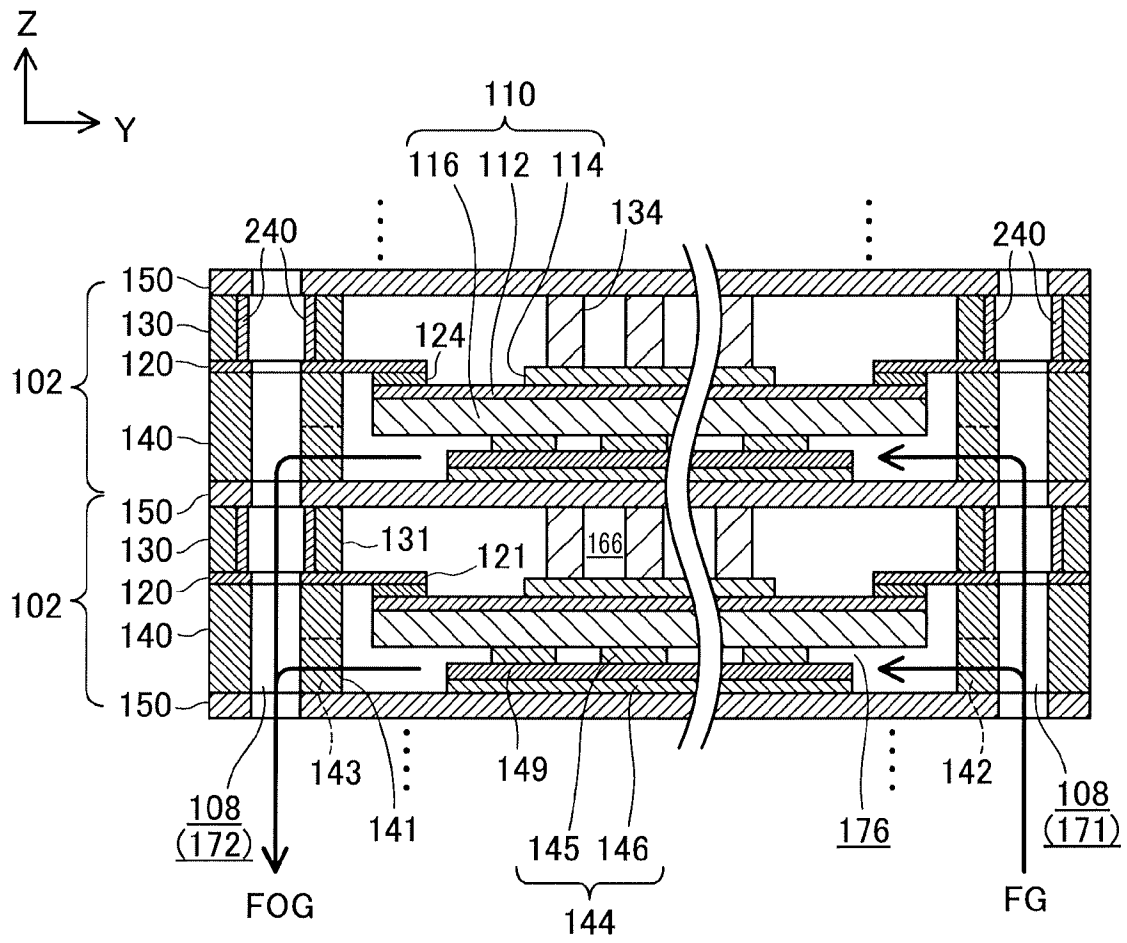
[図4]



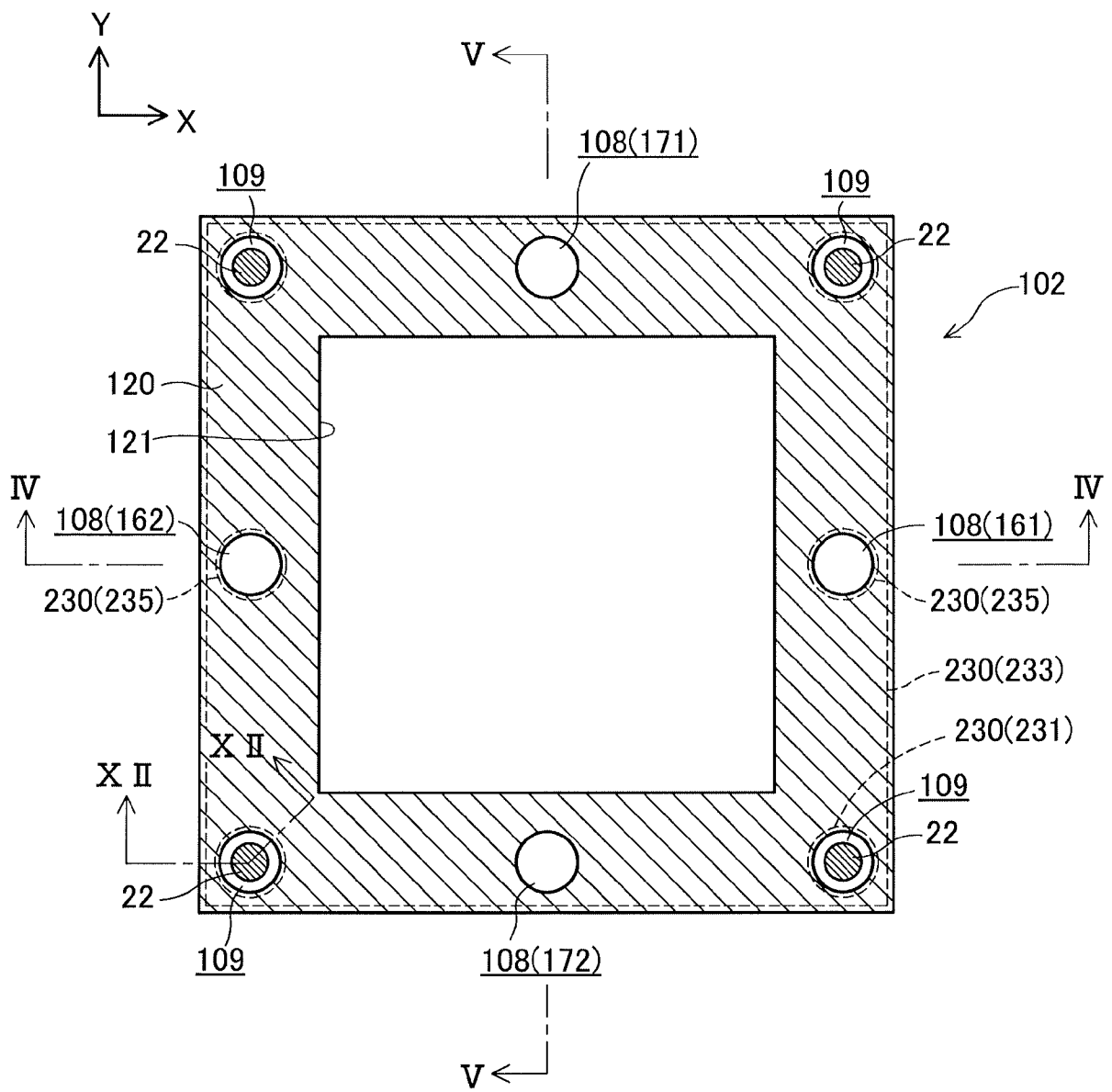
[図6]



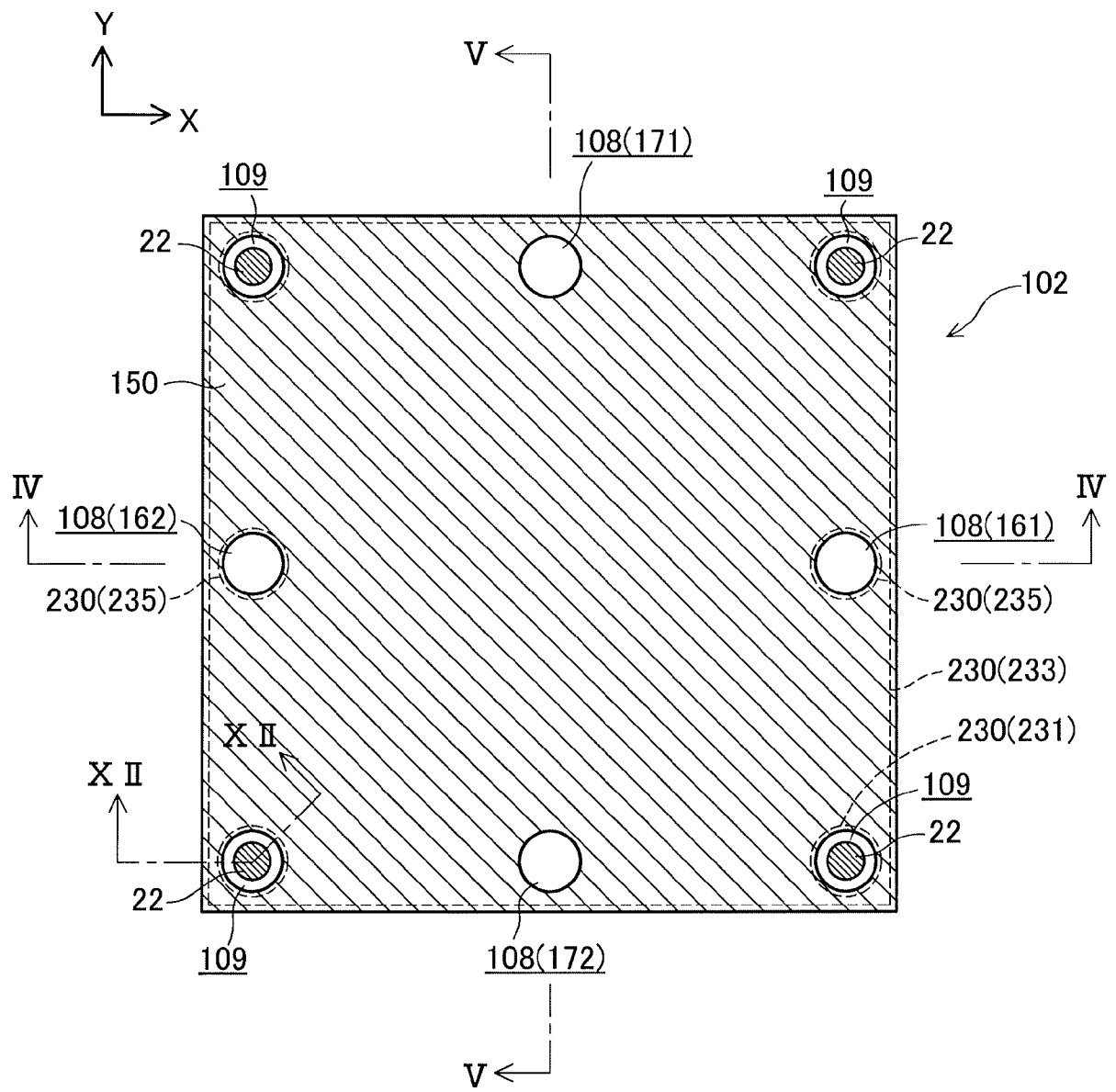
[図7]



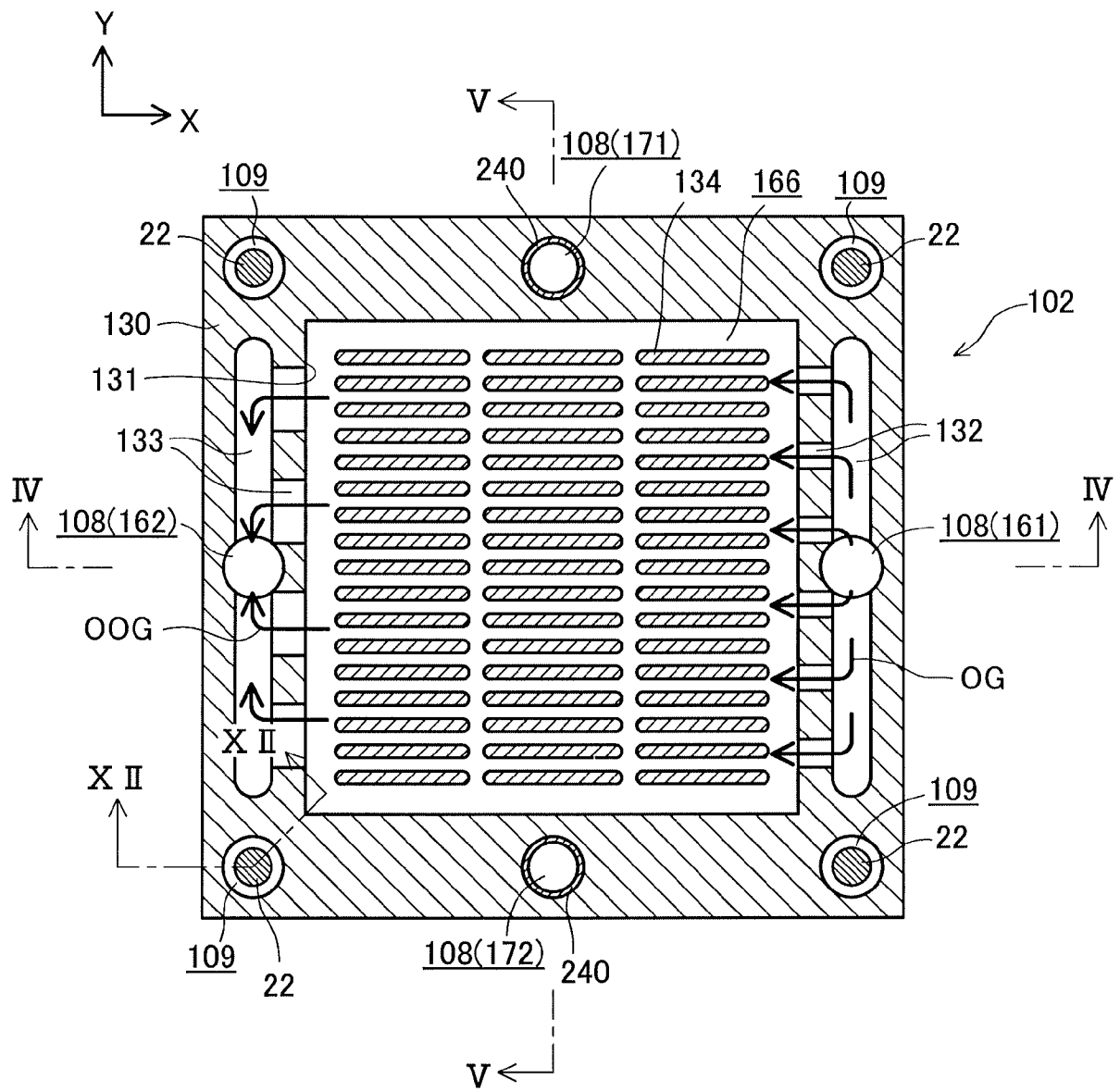
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/063156

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M8/2485(2016.01)i, H01M8/02(2016.01)i, H01M8/0202(2016.01)i, H01M8/0271(2016.01)i, H01M8/12(2016.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01M8/2485, H01M8/02, H01M8/0202, H01M8/0271, H01M8/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2014-194877 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 09 October 2014 (09.10.2014), paragraphs [0030] to [0035]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-6
X	JP 2014-194876 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 09 October 2014 (09.10.2014), paragraphs [0035] to [0040]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-6
A	JP 2014-220093 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 20 November 2014 (20.11.2014), (Family: none)	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
08 July 2016 (08.07.16)

Date of mailing of the international search report
19 July 2016 (19.07.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/063156

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2014/208739 A1 (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 31 December 2014 (31.12.2014), & JP 2015-149271 A & JP 2015-156352 A & EP 3016192 A1 & CA 2916417 A1 & CN 105340116 A & KR 10-2016-0025014 A	1-6
A	JP 2014-149931 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 21 August 2014 (21.08.2014), (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01M8/2485(2016.01)i, H01M8/02(2016.01)i, H01M8/0202(2016.01)i, H01M8/0271(2016.01)i,
H01M8/12(2016.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01M8/2485, H01M8/02, H01M8/0202, H01M8/0271, H01M8/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2014-194877 A (日本特殊陶業株式会社) 2014. 10. 09, [0030]-[0035], 図 1-5 (ファミリーなし)	1-6
X	JP 2014-194876 A (日本特殊陶業株式会社) 2014. 10. 09, [0035]-[0040], 図 1-5 (ファミリーなし)	1-6

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08. 07. 2016

国際調査報告の発送日

19. 07. 2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小森 重樹

4 X

4 1 4 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3477

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2014-220093 A (日本電信電話株式会社) 2014. 11. 20, (ファミリーなし)	1-6
A	WO 2014/208739 A1 (日本特殊陶業株式会社) 2014. 12. 31, & JP 2015-149271 A & JP 2015-156352 A & EP 3016192 A1 & CA 2916417 A1 & CN 105340116 A & KR 10-2016-0025014 A	1-6
A	JP 2014-149931 A (日本特殊陶業株式会社) 2014. 08. 21, (ファミリーなし)	1-6