

(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  
2014年10月2日(02.10.2014)



(10) 国際公開番号  
WO 2014/156314 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01M 8/24 (2006.01) H01M 8/12 (2006.01)  
H01M 8/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/052659
- (22) 国際出願日: 2014年2月5日(05.02.2014)
- (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 2013-072922 2013年3月29日(29.03.2013) 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14番18号 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 津荷 俊介 (TSUGA, Shunsuke); 〒4678525 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社内 Aichi (JP). 七田 貴史 (SHICHIDA, Takafumi); 〒4678525 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社内 Aichi (JP). 森川 哲也 (MORIKAWA, Tetsuya); 〒4678525 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 名古屋国際特許業務法人 (NAGOYA INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦一丁目20番19号 名神ビル 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, LT, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ

[続葉有]

(54) Title: FUEL BATTERY

(54) 発明の名称: 燃料電池

[図3]

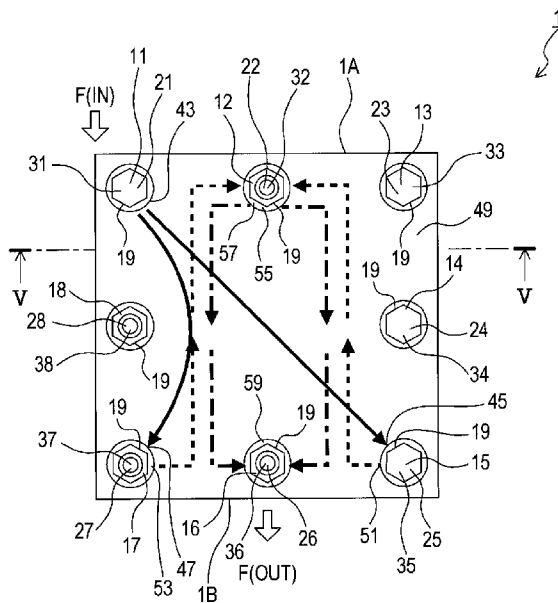


FIG. 3

(57) Abstract: A fuel gas supply channel for a fuel cell includes a first channel, a second channel, and a third channel in series. When viewed from the lamination direction, the entry location for fuel gas for each power generation cell in the second channel is in two positions, that is, a first position (PA) and a second position (PB) along one side of the power generation cell, and the exit location for the fuel gas is in one position, that is, a third position (PC) on the side opposite the one side. When viewed from the lamination direction, the entry location for the fuel gas for each power generation cell in the third channel overlaps with the third position (PC), while the exit location for the fuel gas is in between the first position (PA) and the second position (PB).

(57) 要約: 燃料電池の燃料ガス供給経路は、第1の経路、第2の経路、及び第3の経路を直列的に含む経路である。第2の経路において、各発電セルでの燃料ガスの入口の位置は、積層の方向から見たとき、発電セルの一辺に沿った2箇所の第1位置PA、第2位置PBであるとともに、燃料ガスの出口の位置は、前記一辺と対向する辺側の1箇所の第3位置PCである。第3の経路において、各発電セルでの燃料ガスの入口の位置は、積層の方向から見たとき、第3位置PCに重なる位置であるとともに、燃料ガスの出口の位置は、第1位置PA、第2位置PBの間の位置である。

WO 2014/156314 A1

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))

## 明 細 書

**発明の名称：燃料電池**

### 関連出願の相互参照

[0001] 本国際出願は、2013年3月29日に日本国特許庁に出願した日本国特許出願第2013-72922号に基づく優先権を主張するものであり、日本国特許出願第2013-72922号の全内容を本国際出願に援用する。

### 技術分野

[0002] 本発明は燃料電池に関する。

### 背景技術

[0003] 従来、燃料電池として、固体電解質（固体酸化物）を用いた固体酸化物形燃料電池（以下SOFCとも略す）が知られている。

このSOFCでは、発電単位として、例えば固体電解質膜の一方の側に燃料ガスに接する燃料極を設けるとともに、他方の側に酸化剤ガス（空気）と接する酸化剤極（空気極）を設けた燃料電池セル（発電セル）が使用されている。さらに、所望の電圧を得るために、インターコネクタを介して複数の発電セルを積層した燃料電池が開発されている。

[0004] この種の燃料電池では、通常、発電セルを積層した方向（積層方向）における中心側の発電セルの温度が、端部側の発電セルの温度よりも高くなってしまおうという問題がある。

そこで、燃料電池に対し、積層方向の中心側における一方の側面に冷空気を供給するとともに、燃料電池における積層方向での端部に熱交換した温ガスを供給する技術が提案されている（特許文献1参照）。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0005] 特許文献1：特開2005-5074号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0006] 上述した従来技術は、一方の側面から冷気を供給するものであるから、燃料電池の積層方向における中心側に位置する発電セルを十分に冷却することができない。また、従来技術では、燃料ガスの利用率を十分に高めることができない。

[0007] 発電セルに対する冷却効果が高く、燃料ガスの利用率が高い燃料電池を提供することが本発明の一局面である。

### 課題を解決するための手段

[0008] 本発明の第1の局面の燃料電池は、積層された複数の発電セルと、隣接する2つの前記発電セル間に設けられた熱交換部と、前記発電セルに燃料ガスを供給する燃料ガス供給経路と、前記発電セルに酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給経路と、を備える。前記燃料ガス供給経路は、前記熱交換部内を通過する第1の経路、前記複数の発電セルのうちの一部の発電セル内を並列的に通過する第2の経路、及び前記複数の発電セルのうち、前記一部以外の複数の発電セル内を並列的に通過する第3の経路を直列的に含む経路である。前記第2の経路において、各発電セルでの前記燃料ガスの入口の位置は、前記積層の方向から見たとき、前記発電セルの一辺に沿った2箇所第1位置PA、第2位置PBであるととともに、前記燃料ガスの出口の位置は、前記一辺と対向する辺側の1箇所の第3位置PCである。前記第3の経路において、各発電セルでの前記燃料ガスの入口の位置は、前記積層の方向から見たとき、前記第3位置PCに重なる位置であるととともに、前記燃料ガスの出口の位置は、前記第1位置PA、第2位置PBの間の位置である。

[0009] 本発明の第2の局面の燃料電池は、積層された複数の発電セルと、隣接する2つの前記発電セル間、及び前記複数の発電セルのうち前記積層の方向における端に位置する発電セルの外側の少なくとも一方に設けられた熱交換部と、前記発電セルに燃料ガスを供給する燃料ガス供給経路と、前記発電セルに酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給経路と、を備える。前記燃料ガス供給経路は、前記熱交換部内を通過する第1の経路、前記複数の発電セルのうちの一部の発電セル内を並列的に通過する第2の経路、及び前記複数の発電

セルのうち、前記一部以外の複数の発電セル内を並列的に通過する第3の経路を直列的に含む経路である。前記第2の経路において、各発電セルでの前記燃料ガスの入口の位置は、前記積層の方向から見たとき、前記発電セルの一辺に沿った2箇所の第1位置PA、第2位置PBであるとともに、前記燃料ガスの出口の位置は、前記一辺と対向する辺側の1箇所の第3位置PCである。前記第3の経路において、各発電セルでの前記燃料ガスの入口の位置は、前記積層の方向から見たとき、前記第3位置PCに重なる位置であるとともに、前記燃料ガスの出口の位置は、前記第1位置PA、第2位置PBの間の位置である。

[0010] 本発明の第1の局面の燃料電池は、2つの発電セル間に設けられた熱交換部を備え、その熱交換部に燃料ガスを流すことにより発電セルを効果的に冷却することができる。

本発明の第2の局面の燃料電池は、隣接する2つの発電セル間、及び複数の発電セルのうち積層の方向における端に位置する発電セルの外側の少なくとも一方に設けられた熱交換部を備え、その熱交換部に燃料ガスを流すことにより発電セルを効果的に冷却することができる。なお、熱交換部は、「隣接する2つの発電セル間」、「発電セルの積層方向における上端の外側」、「発電セルの積層方向における下端の外側」のうち、少なくとも一カ所に設けられている。あるいは、熱交換部は、上記の3カ所のうちいずれかの2カ所に設けられても良く、上記の3カ所の全てに設けられても良い。

[0011] また、本発明の第1の局面及び第2の局面の燃料電池において、燃料ガス供給経路は、第1の経路、燃料ガスが並列的に流れる第2の経路及び第3の経路を直列的に含む経路であるので、燃料利用率が高い。

[0012] また、本発明の第1の局面及び第2の局面の燃料電池において、第2の経路及び第3の経路における各発電セルでの燃料ガスの入口及び出口の位置を上記のように配置することにより、発電セルで燃料ガスを均一に流し、均一に発電することが可能になる。

[0013] 特に、積層の方向から見たとき、第1位置PAから第3位置PCまでの距

離と、第2位置PBから第3位置PCまでの距離とが略等しくてもより。この場合、発電セルでの燃料ガスの流れが一層均一になる。

[0014] 本発明の第1の局面及び第2の局面の燃料電池では、例えば、燃料ガス供給経路を、燃料電池内を積層の方向に延びる複数の燃料ガス通路と、燃料ガス通路から複数の発電セルのうちの少なくとも一部の発電セルの内部又は前記熱交換部へ接続する接続口と、を備えるものとし、前記入口及び前記出口は前記接続口の一部とすることができる。この場合、マニホールドを共通化し、部品点数を抑えることができる。

[0015] 更に、本発明の第1の局面及び第2の局面の燃料電池では、例えば、燃料電池を積層の方向に貫き、複数の発電セル及び熱交換部を固定する複数のボルトを備え、複数の燃料ガス通路は複数のボルトの内部に形成された空洞とすることができる。この場合、ボルトの内部に燃料ガス通路があるため、燃料電池全体の小型化を図ることができる。

### 図面の簡単な説明

[0016] [図1]第1の実施形態における燃料電池1の構成を表す断面図であって、燃料ガスの流れを示した図面である。

[図2]第1の実施形態における燃料電池1の構成を表す断面図であって、空気の流れを示した図面である。

[図3]第1の実施形態における燃料電池1の構成を表す平面図であって、燃料ガスの流れを示した図面である。

[図4]第1の実施形態における燃料電池1の構成を表す平面図であって、空気の流れを示した図面である。

[図5]図3及び図4のV-V断面での発電セル3の断面図である。

[図6]発電セル3D及び熱交換部7の構成を表す分解図である。

[図7]熱交換部7における燃料ガスの流れを表す平面図である。

[図8]熱交換部7における空気の流れを表す平面図である。

[図9]第2の実施形態における燃料電池1の構成を表す断面図であって、燃料ガスの流れを示した図面である。

[図10]第2の実施形態における燃料電池1の構成を表す断面図であって、空気の流れを示した図面である。

[図11]第2の実施形態における燃料電池1の構成を表す平面図であって、燃料ガスの流れを示した図面である。

[図12]第2の実施形態における燃料電池1の構成を表す平面図であって、空気の流れを示した図面である。

[図13]第3の実施形態における燃料電池1の構成を表す断面図であって、燃料ガスの流れを示した図面である。

[図14]第3の実施形態における燃料電池1の構成を表す断面図であって、空気の流れを示した図面である。

[図15]第4の実施形態における燃料電池1の構成を表す断面図であって、燃料ガスの流れを示した図面である。

[図16]第4の実施形態における燃料電池1の構成を表す断面図であって、空気の流れを示した図面である。

### 符号の説明

[0017] 1…燃料電池、1A、1B…辺、3、3A、3B、3C、3D、3E、3F、3G、3H…発電セル、7…熱交換部、8、9…エンドプレート、11～18…孔、19…ナット、21～28…ボルト、31～38…ガス通路、41…燃料ガス流路、43、51、53、57、63、69…入口、45、47、55、57、59、65、71…出口、49…発電セル内燃料ガス流路、61…空気流路、67…発電セル内空気流路、101…固体電解質体、103…燃料極、105…空気極、107…セル本体、109、111…インターコネクタ、113、119…ガスシール部、115…セパレータ、117…燃料極フレーム、121…燃料極側集電体、123…空気極側集電体、125、129、135、139、142、151、151A、151B、157、157A、157B、157C…孔、127、133、137、141…開口部、131、143、153、154、159、160、161…連通溝、145…空気極側部材、147…燃料極側部材、149、155

…凹部、163、165、181…発熱器、167…筐体、169…燃焼触媒、171…空間、173…排気管、174、175、177、179…出口

## 発明を実施するための形態

[0018] 本発明の実施形態を図面に基づき説明する。

### <第1の実施形態>

#### 1. 燃料電池1の全体構成

燃料電池1の構成の構成を図1～図8に基づいて説明する。燃料電池1は、固体酸化物形燃料電池であり、燃料ガス（例えば水素）と空気（酸化剤ガスの一例に相当）との供給を受けて発電を行う装置である。

[0019] 燃料電池1は、図1、図2に示すように、発電単位である平板形の燃料電池セル（以下発電セルとする）3と、熱交換部7と、一对のエンドプレート8、9とを積層した構造を有する。発電セル3は8個存在し、それぞれを、図1、図2における上から順に、3A、3B、3C、3D、3E、3F、3G、3Hとする。

[0020] 熱交換部7は、発電セル3Dと3Eとの間に位置し、それらと接触している。すなわち、発電セル3は、熱交換部7の上下にそれぞれ4個積層されている。

エンドプレート8は、発電セル3Aの外側（図1、図2における上側）に位置し、発電セル3Aに接触している。また、エンドプレート9は、発電セル3Hの外側（図1、図2における下側）に位置し、発電セル3Hに接触している。

[0021] 図3、図4に示すように、燃料電池1は（すなわち発電セル3、熱交換部7、及びエンドプレート8、9は）、発電セル3の積層方向（図1、図2における上下方向、図3、図4における紙面に直交する方向）から見たとき、矩形の形状を有している。

[0022] 燃料電池1は、それを積層方向に貫通する8本の孔11～18を備えている。孔11～18は、燃料電池1を構成する発電セル3、熱交換部7、及び

エンドプレート 8、9 のそれぞれに設けた孔により形成される。燃料電池 1 を積層方向から見たとき、孔 11、12、13 は、燃料電池 1 の外形を構成する一つの辺 1A に沿って等間隔で形成されており、孔 12 は辺 1A の中間に位置する。また、孔 15、16、17 は、辺 1A と対向する辺 1B に沿って等間隔で形成されており、孔 16 は孔 15、17 の中間に位置する。

[0023] 孔 11 には、ボルト 21 が差し込まれ、その両端にナット 19 が螺合している。ボルト 21 は、積層方向において、燃料電池 1 の一方の端から、他方の端まで達する。同様に、孔 12～18 には、それぞれ、ボルト 22～28 が差し込まれ、それらの両端にナット 19 が螺合している。発電セル 3 及び熱交換部 7 は、ボルト 21～28 及びナット 19 により固定される。

[0024] ボルト 21～28 はそれぞれ、それらの内部に中空の（空洞から成る）ガス通路 31～38 を備えている。ガス通路 31～38 は、それぞれ、ボルト 21～28 の軸方向に沿って延びており、それらの一方の端から、他方の端まで達している。なお、ガス通路 31、32、35、36、37 は、燃料ガス通路の一例に相当する。

[0025] ボルト 21 は、図 1、図 3、図 7 に示すように、ガス通路 31 からボルト 21 の外表面に至り、熱交換部 7 における後述する燃料ガス流路 41 に接続する孔である入口 43 を備えている。

[0026] また、ボルト 25 は、ガス通路 35 からボルト 25 の外表面に至り、燃料ガス流路 41 に接続する孔である出口 45 を備えている。

また、ボルト 27 は、ガス通路 37 からボルト 27 の外表面に至り、燃料ガス流路 41 に接続する孔である出口 47 を備えている。

[0027] また、ボルト 25 は、図 1、図 3 に示すように、ガス通路 35 からボルト 25 の外表面に至る孔である入口 51 を 5 個備えている。5 個の入口 51 は、図 1 における上下方向に沿って等間隔に配置されており、それぞれ、発電セル 3A、3B、3C、3D、3E における後述する発電セル内燃料ガス流路 49 に連通している。

[0028] ボルト 27 は、図 1、図 3 に示すように、ガス通路 37 からボルト 27 の

外表面に至る孔である入口53を5個備えている。5個の入口53は、図1における上下方向に沿って等間隔に配置されており、それぞれ、発電セル3A、3B、3C、3D、3Eにおける発電セル内燃料ガス流路49に連通している。

[0029] ボルト22は、図1、図3に示すように、ガス通路32からボルト22の外表面に至る孔である出口55を5個備えている。5個の出口55は、図1における上下方向に沿って等間隔に配置されており、それぞれ、発電セル3A、3B、3C、3D、3Eにおける後述する発電セル内燃料ガス流路49に連通している。

[0030] また、ボルト22は、図1、図3に示すように、ガス通路32からボルト22の外表面に至る孔である入口57を3個備えている。3個の入口57は、図1における上下方向に沿って等間隔に配置されており、それぞれ、発電セル3F、3G、3Hにおける発電セル内燃料ガス流路49に連通している。

[0031] また、ボルト26は、図1、図3に示すように、ガス通路36からボルト26の外表面に至る孔である出口59を3個備えている。3個の出口59は、図1における上下方向に沿って等間隔に配置されており、それぞれ、発電セル3F、3G、3Hにおける発電セル内燃料ガス流路49に連通している。

[0032] また、ボルト23は、図2、図4、図8に示すように、ガス通路33からボルト23の外表面に至り、熱交換部7における後述する空気流路61に接続する孔である入口63を備えている。また、ボルト28は、ガス通路38からボルト28の外表面に至り、空気流路61に接続する孔である出口65を備えている。

[0033] また、ボルト28は、図2、図4、図8に示すように、ガス通路38からボルト28の外表面に至る孔である入口69を8個備えている。8個の入口69は、図1における上下方向に沿って所定の間隔をおいて配置されており、それぞれ、発電セル3A、3B、3C、3D、3E、3F、3G、3Hに

おける後述する発電セル内空気流路67に連通している。

[0034] また、ボルト24は、図2、図4、図8に示すように、ガス通路34からボルト24の外表面に至る孔である出口71を8個備えている。8個の出口71は、図2における上下方向に沿って所定の間隔をおいて配置されており、それぞれ、発電セル3A、3B、3C、3D、3E、3F、3G、3Hにおける発電セル内空気流路67に連通している。なお、上述した各出口及び各入口は接続口の一例に相当する。

[0035] 2. 発電セル3の構成

発電セル3の構成を図5、図6に基づき説明する。図6は、発電セル3のうち、発電セル3Dの構成を表す。発電セル3は、いわゆる燃料極支持膜形状の板状セルである。発電セル3は、薄膜の固体電解質体101と、その両側にそれぞれ形成された、燃料極（アノード）103、及び薄膜の空気極（カソード）105とを備える。以下では、固体電解質体101、燃料極103、及び空気極105をあわせてセル本体107とする。セル本体107の空気極105側には発電セル内空気流路67が存在し、燃料極103側には発電セル内燃料ガス流路49が存在する。

[0036] また、発電セル3は、上下一対のインターコネクタ109、111と、空気極105側の板形状のガスシール部113と、セル本体107の外縁部の上面に接合して発電セル内空気流路67と発電セル内燃料ガス流路49とを遮断するセパレータ115と、発電セル内燃料ガス流路49側に配置された燃料極フレーム117と、燃料極103側のガスシール部119とを備えており、それらが積層されて一体に構成されている。

[0037] さらに、発電セル3内には、燃料極103とインターコネクタ111との間に燃料極側集電体121が配置され、インターコネクタ109の表面には空気極側集電体123が一体に形成されている。

[0038] ここで、固体電解質体101の材料としては、YSZ、ScSZ、SDC、GDC、ペロブスカイト系酸化物等の材料が使用できる。また、燃料極103としては、N及びNiとセラミックとのサーメットが使用でき、空気極

105としては、ペロブスカイト系酸化物、各種貴金属とセラミックとのサーメットが使用できる。

[0039] インターコネクタ109、111はフェライト系ステンレスから成る板材であり、その外縁部には、孔11～18に対応する8つの孔125が設けられている。

ガスシール部113は、マイカ又はバーミュライトから成り、中心に正方形の開口部127を有する枠状の板材であり、その外縁部には、孔11～18に対応する8つの孔129が設けられている。孔129のうち、孔14、18に対応する2つと、開口部127とは、連通溝131により連通している。この連通溝131はガスシール部113を厚み方向に貫通する溝ではなく、ガスシール部113の一方の表面を掘って形成された溝であり、レーザやプレス加工によって形成することができる。

[0040] セパレータ115はフェライト系ステンレスから成る枠状の板材であり、その中央に正方形の開口部133を有する。その開口部133を閉塞するように、セパレータ115に対しセル本体107が接合されている。セパレータ115も、その外縁部に、孔11～18に対応する8つの孔135を有している。

[0041] 燃料極フレーム117は、その中心に開口部137を備えた、フェライト系ステンレスから成る枠状の板材である。燃料極フレーム117も、その外縁部に、孔11～18に対応する8つの孔139を有している。

[0042] ガスシール部119は、マイカ又はバーミュライトから成り、中心に正方形の開口部141を有する枠状の板材であり、その外縁部には、孔11～18に対応する8つの孔142が設けられている。発電セル3A、3B、3C、3D、3Eにおいては、孔142のうち、孔12、15、17に対応する3つと、開口部141とは、連通溝143により連通している。また、発電セル3F、3G、3Hにおいては、孔142のうち、孔12、16に対応する2つと、開口部141とは、連通溝143により連通している。この連通溝143はガスシール部119を厚み方向に貫通する溝ではなく、ガスシー

ル部 1 1 9 の一方の表面を掘って形成された溝であり、レーザやプレス加工によって形成することができる。

[0043] 3. 熱交換部 7 の構成

熱交換部 7 の構成を図 6 ～図 8 に基づき説明する。熱交換部 7 は、空気極側部材 1 4 5 と、燃料極側部材 1 4 7 とから成る。空気極側部材 1 4 5 は、発電セル 3 D に隣接する板状部材であって、発電セル 3 D 側の面の中心に、正方向の凹部 1 4 9 を備える。また、空気極側部材 1 4 5 の外縁部に、孔 1 1 ～ 1 8 に対応する 8 つの孔 1 5 1 が設けられている。孔 1 5 1 のうち、孔 1 3、1 8 に対応する 2 つの孔 1 5 1 A、1 5 1 B と、凹部 1 4 9 とは、連通溝 1 5 3、1 5 4 により連通されている。なお、凹部 1 4 9 及び連通溝 1 5 3、1 5 4 は空気極側部材 1 4 5 を厚み方向に貫通するものではなく、発電セル 3 D 側の面の表面を掘って形成されたものである。

[0044] 燃料極側部材 1 4 7 は、一方の面で空気極側部材 1 4 5 に接し、他方の面で発電セル 3 E に接する板状部材であって、空気極側部材 1 4 5 側の面の中心に、正方向の凹部 1 5 5 を備える。また、燃料極側部材 1 4 7 の外縁部に、孔 1 1 ～ 1 8 に対応する 8 つの孔 1 5 7 が設けられている。孔 1 5 7 のうち、孔 1 1、1 5、1 7 に対応する 3 つの孔 1 5 7 A、1 5 7 B、1 5 7 C と、凹部 1 5 5 とは、連通溝 1 5 9、1 6 0、1 6 1 により連通されている。なお、凹部 1 5 5 及び連通溝 1 5 9、1 6 0、1 6 1 は燃料極側部材 1 4 7 を厚み方向に貫通するものではなく、空気極側部材 1 4 5 側の面の表面を掘って形成されたものである。

[0045] 空気極側部材 1 4 5 を発電セル 3 D に接合すると、空気極側部材 1 4 5 における発電セル 3 D 側の面のうち、凹部 1 4 9、孔 1 5 1、及び連通溝 1 5 3、1 5 4 以外の部分は発電セル 3 D に密着する。その結果、空気極側部材 1 4 5 と発電セル 3 D との間には、孔 1 5 1 A から、連通溝 1 5 3、凹部 1 4 9、連通溝 1 5 4 を経て、孔 1 5 1 B に至る閉空間である空気流路 6 1 が形成される。なお、上述したように、空気流路 6 1 は、孔 1 5 1 A (孔 1 3) の側において、入口 6 3 を介してガス通路 3 3 と連通しており、孔 1 5 1

B（孔18）の側において、出口65を介してガス通路38と連通している。

[0046] さらに、燃料極側部材147を空気極側部材145に接合すると、燃料極側部材147における空気極側部材145側の面のうち、凹部155、孔157、及び連通溝159、160、161以外の部分は空気極側部材145に密着する。その結果、燃料極側部材147と空気極側部材145との間には、孔157Aから、連通溝159、凹部155、連通溝160を経て、孔157Bに至るか、孔157Aから、連通溝159、凹部155、連通溝161を経て、孔157Cに至る閉空間である燃料ガス流路41が形成される。なお、上述したように、燃料ガス流路41は、孔157A（孔11）の側において、入口43を介してガス通路31と連通しており、孔157B（孔15）の側、及び孔157C（孔17）の側において、出口45、47を介してガス通路35、37と連通している。

#### [0047] 4. 燃料電池1の製造方法

燃料電池1の製造方法を説明する。まず、フェライト系ステンレスの板材から打ち抜く方法で、上述した形状のインターコネクタ109、111、セパレータ115、及び燃料極フレーム117を形成する。また、マイカ又はバーミュライトから成るシートから切り出す方法で、上述した形状のガスシール部113、119を形成する。

[0048] 次に、周知の方法で、セル本体107を形成する。具体的には、燃料極103となるグリーンシート上に固体電解質体101となるグリーンシートを積層し、焼成する。さらに、固体電解質体101上に空気極105の形成材料を印刷した後、焼成することで、セル本体107を形成する。このセル本体107を、セパレータ115の開口部133を閉塞するように、セパレータ115に接合する。セル本体107とセパレータ115との接合は口ウ付けにより行う。

[0049] 次に、図6に示すように、インターコネクタ109、ガスシール部113、セル本体107を接合済みのセパレータ115、燃料極フレーム117、

ガスシール部 119、及びインターコネクタ 111 を積層して一体化することで、発電セル 3 が完成する。

[0050] そして、8個の発電セル 3、熱交換部 7、エンドプレート 8、9 を図 1、図 2 に示す順番で積層し、孔 11～18 にボルト 21～28 を差し込み、ボルト 21～28 の両端にナット 19 を螺合することで、燃料電池 1 が完成する。

[0051] 5. 燃料ガス及び酸化剤ガスの流れ

まず、燃料ガスの流れを説明する。図 1、図 3、図 7 における矢印は燃料ガスの流れを表し、そのうち、実線の矢印は第 1 の経路での燃料ガスの流れを表し、点線の矢印は第 2 の経路での燃料ガスの流れを表し、一点鎖線の矢印は第 3 の経路での燃料ガスの流れを表す。

[0052] 燃料ガスは、図 1、図 3 に示すように、通路 31 における発電セル 3 H 側の端部（図 1、図 3 において F (IN) と表記）から導入され、通路 31 を通り、入口 43 を通って、熱交換部 7 の燃料ガス流路 41 に入る。さらに、燃料ガスは、図 7 に示すように燃料ガス流路 41 内を流れ、出口 45 を通って通路 35 に入るとともに、出口 47 を通って通路 37 に入る。

[0053] 通路 35 内に入った燃料ガスは、図 1、図 3 に示すように、通路 35 内を流れ、5 箇所の入口 51 を通り（分岐して）、発電セル 3 A、3 B、3 C、3 D、3 E の発電セル内燃料ガス流路 49 に入る。また、通路 37 に入った燃料ガスは、5 箇所の入口 53 を通り（分岐して）、発電セル 3 A、3 B、3 C、3 D、3 E の発電セル内燃料ガス流路 49 に入る。

[0054] さらに、燃料ガスは、図 3 に示すように、発電セル 3 A、3 B、3 C、3 D、3 E それぞれの発電セル内燃料ガス流路 49 内を並列的に流れ、5 箇所の出口 55 を通って、通路 32 に入る。

[0055] さらに、燃料ガスは、通路 32 を通り、3 箇所の入口 57 を通って（分岐して）、発電セル 3 F、3 G、3 H の発電セル内燃料ガス流路 49 に入る。燃料ガスは、図 3 に示すように、発電セル 3 F、3 G、3 H の発電セル内燃料ガス流路 49 内を並列的に流れ、3 箇所の出口 59 を通って、通路 36 に

入る。

[0056] その後、燃料ガスは、通路36における発電セル3H側の端部（図1、図3においてF（OUT）と表記）から排出される。

なお、上述した燃料ガスの流れの経路は、燃料ガス供給経路の一例に相当する。また、上述した燃料ガスの流れの経路のうち、熱交換部7の燃料ガス流路41内を流れる部分が、第1の経路の一例に相当する。また、上述した燃料ガスの流れの経路のうち、通路35、37から発電セル3A、3B、3C、3D、3Eの発電セル内燃料ガス流路49内に入り、発電セル内燃料ガス流路49内を流れて、通路32に至る部分が第2の経路の一例に相当する。また、上述した燃料ガスの流れの経路のうち、通路32から、発電セル3F、3G、3Hの発電セル内燃料ガス流路49内に入り、発電セル内燃料ガス流路49内を流れて、通路36に至る部分が第3の経路の一例に相当する。

[0057] 上述したように、図1、図3、図7における矢印は燃料ガスの流れを表し、そのうち、実線の矢印は第1の経路での燃料ガスの流れを表し、点線の矢印は第2の経路での燃料ガスの流れを表し、一点鎖線の矢印は第3の経路での燃料ガスの流れを表す。

[0058] すなわち、上述した燃料ガスの流れの経路は、第1の経路、第2の経路、及び第3の経路を直列的に含むものである。ここで、直列的とは、燃料ガスが、第1の経路、第2の経路、及び第3の経路の順番で流れることを意味する。

[0059] 次に、空気の流れを説明する。空気は、図2、図4に示すように、通路33における発電セル3A側の端部（図2、図4においてO（IN）と表記）から導入され、通路33を通り、入口63を通過して、熱交換部7の空気流路61に入る。さらに、空気は、図8に示すように、空気流路61内を流れ、出口65を通過してガス通路38に入る。

[0060] ガス通路38内に入った空気は、図2、図4に示すように、ガス通路38内を流れ、8箇所の入口69を通り各発電セル3の発電セル内空気流路67

に入る。さらに、空気は、図2、図4に示すように、各発電セル3の発電セル内空気流路67内を並列的に流れ、8箇所の出口71を通過して、ガス通路34に入る。その後、空気は、ガス通路34における発電セル3H側の端部（図2、図4においてO（OUT）と表記）から排出される。なお、上述した空気の流れの経路は、酸化剤ガス供給経路の一例に相当する。図2、図4、図8における矢印は空気の流れを表す。

[0061] 6. 燃料電池1が奏する効果

(1) 燃料電池1は、隣接する2つの発電セル3D、3E間に熱交換部7を備え、その熱交換部7に燃料ガスを流すことができる。このことにより、発電セル3を効率的に冷却することができる。特に、熱交換部7を、熱が蓄積しやすい燃料電池1の略中央付近に設けることにより、発電セル3を冷却する効果が一層高い。

[0062] (2) 第2の経路において、発電セル3A、3B、3C、3D、3Eでの燃料ガスの入口は、ボルト25、27に設けられた入口51、53であり、発電セル3A、3B、3C、3D、3Eでの燃料ガスの出口は、ボルト22に設けられた出口55である。

[0063] また、第3の経路において、発電セル3F、3G、3Hでの燃料ガスの入口は、ボルト22に設けられた入口57であり、発電セル3F、3G、3Hでの燃料ガスの出口は、ボルト26に設けられた出口59である。

[0064] 入口51、53は、積層方向から見たとき、発電セル3の辺1Bに沿った2箇所であり、出口55は辺1Bと対向する辺1A側に位置する。また、入口57は、積層方向から見たとき、出口55と重なる位置であり、出口59は入口51、53の中間に位置する。なお、入口51、53の位置は第1位置PA、第2位置PBの一例に相当し、出口55及び入口57の位置は第3位置PCの一例に相当する。辺1Bが第1位置PA、第2位置PBを有する一辺の一例に相当し、辺1Aが「一辺と対向する辺」の一例に相当する。

[0065] 入口51、53、57、出口55、59を上記のように配置することにより、各発電セルで燃料ガスを均一に流し、均一に発電することが可能になる

。特に、積層の方向から見たとき、第1位置PAから第3位置PCまでの距離と、第2位置PBから第3位置PCまでの距離とが等しいことにより、各発電セルでの燃料ガスの流れが一層均一になる。

[0066] また、各発電セル3内における燃料ガスの滞留を抑制することができる。また、燃料ガスの通路を備えるボルトの数を低減することができる。

(3) 燃料電池1は、第1の経路、燃料ガスが並列的に流れる第2の経路及び第3の経路を直列的に含む燃料ガス供給経路を有するので、燃料利用率が高い。

[0067] (4) 燃料電池1では、燃料ガス供給経路が、燃料電池1内を積層の方向に延びる複数のガス通路31、32、35、36、37と、ガス通路31、32、35、36から各発電セルの内部又は熱交換部7へ接続する接続口(入口43、51、53、出口45、47、55、57、59)とから成るものである。このため、マニホールドを共通化し、部品点数を抑えることができる。

#### <第2の実施形態>

##### 1. 燃料電池1の構成

燃料電池1の構成は基本的には前記第1の実施形態と同様であるが、一部において相違する。以下では図9～図12に基づき、その相違点を中心に説明し、前記第1の実施形態と同様の部分の説明は省略乃至簡略化する。

[0068] 燃料電池1は、図9、図10に示すように、発電セル3の数が7個であり、熱交換部7の数が2個である。2個の熱交換部7は、発電セル3B、3Cの間と、発電セル3E、3Fの間とにそれぞれ設けられている。

[0069] 2. 燃料ガス及び酸化剤ガスの流れ

まず、燃料ガスの流れを説明する。燃料ガスは、図9、図11に示すように、通路31における発電セル3G側の端部(図9、図11においてF(IN)と表記)から導入され、通路31を通り、入口43を通過して、2個の熱交換部7それぞれの燃料ガス流路41に入る。さらに、燃料ガスは、2個の熱交換部7それぞれにおいて、図9に示すように燃料ガス流路41内を流れ

、出口45を通過して通路35に入るとともに、出口47を通過して通路37に入る。なお、入口43、出口45、47は、2個の熱交換部7のそれぞれに対応して設けられている。

[0070] 通路35内に入った燃料ガスは、図9、図11に示すように、通路35内を流れ、5箇所の入口51を通り（分岐して）、発電セル3A、3B、3C、3D、3Eの発電セル内燃料ガス流路49に入る。また、通路37に入った燃料ガスは、5箇所の入口53を通り、発電セル3A、3B、3C、3D、3Eの発電セル内燃料ガス流路49に入る。

[0071] さらに、燃料ガスは、図9、図11に示すように、発電セル3A、3B、3C、3D、3Eにおける発電セル内燃料ガス流路49内を並列的に流れ、出口55を通過して、通路32に入る。

[0072] さらに、燃料ガスは、通路32を通り、2箇所の入口57を通過して、発電セル3F、3Gの発電セル内燃料ガス流路49に入る。燃料ガスは、図9、図11に示すように、発電セル3F、3Gにおける発電セル内燃料ガス流路49内を並列的に流れ、出口59を通過して、通路36に入る。

[0073] その後、燃料ガスは、通路36における発電セル3H側の端部（図9、図11においてF（OUT）と表記）から排出される。

次に、空気の流れを説明する。空気は、図10、図12に示すように、通路33における発電セル3A側の端部（図10、図12においてO（IN）と表記）から導入され、通路33を通り、2箇所の入口63を通過して、2個の熱交換部7それぞれの空気流路61に入る。さらに、空気は、2個の熱交換部7それぞれにおいて、図10に示すように、空気流路61内を流れ、2箇所の出口65を通過してガス通路38に入る。

[0074] ガス通路38内に入った空気は、図10、図12に示すように、ガス通路38内を流れ、入口69を通り各発電セル3の発電セル内空気流路67に入る。さらに、空気は、図10、図12に示すように、発電セル内空気流路67内を並列的に流れ、出口71を通過して、通路34に入る。その後、空気は、ガス通路34における発電セル3G側の端部（図10、図12においてO

(OUT) と表記) から排出される。

[0075] 3. 燃料電池 1 が奏する効果

燃料電池 1 は、前記第 1 の実施形態と略同様の効果を奏することができる。また、熱交換部 7 を 2 個備えることにより、発電セル 3 を冷却する効果が一層高い。

<第 3 の実施形態>

1. 燃料電池 1 の構成

本実施形態における燃料電池 1 の構成は基本的には前記第 2 の実施形態と同様であるが、一部において相違する。以下では図 13、図 14 に基づき、その相違点を中心に説明し、前記第 2 の実施形態と同様の部分の説明は省略乃至簡略化する。

[0076] 燃料電池 1 は、図 13、図 14 に示すように、発電セル 3 の数が 7 個であり、熱交換部 7 の数が 2 個である。2 個の熱交換部 7 のうちの一方は、エンドプレート 8 と発電セル 3 A との間に設けられている。また、2 個の熱交換部 7 のうちの他方は、エンドプレート 9 と発電セル 3 G との間に設けられている。すなわち、2 個の熱交換部 7 は、いずれも、発電セル 3 のスタックのうち、発電セル 3 の積層方向における端に位置する発電セル 3 の外側に設けられ、その端部の発電セル 3 に接している。

[0077] また、燃料電池 1 は、発熱器 163、165 を備えている。発熱器 163 は、エンドプレート 8 の外側 (図 13、図 14 における上側) に設けられており、エンドプレート 8 に接している。また、発熱器 165 は、エンドプレート 9 の外側 (図 13、図 14 における下側) に設けられており、エンドプレート 9 に接している。

[0078] 発熱器 163、165 は、いずれも、金属から成る中空箱型の筐体 167 と、その内部に收容された燃焼触媒 169 とを備える。

孔 11~18 は、発熱器 163、165 も含め、燃料電池 1 を貫通している。ボルト 21~28 は、孔 11~18 を通り、発熱器 163、165 も含め、燃料電池 1 の一方の端から、他方の端まで達する。ボルト 21~28 の

一部は、筐体 167 の内部の空間 171 に存在する。

[0079] ナット 19 は、発熱器 163、165 の外側からボルト 21～28 に螺合し、発電セル 3、熱交換部 7、エンドプレート 8、9、及び発熱器 163、165 を相互に固定している。

[0080] 発熱器 163、165 は、それぞれ、その側面に排気管 173 を備えている。発熱器 163 内の空間 171 と、発熱器 163 の外部とは、排気管 173 を介して連通している。また、発熱器 165 内の空間 171 と、発熱器 165 の外部とは、排気管 173 を介して連通している。

[0081] ボルト 26 は、発熱器 163 内の空間 171 と、通路 36 とを接続する孔である出口 174 を備えている。また、ボルト 26 は、発熱器 165 内の空間 171 と、通路 36 とを接続する孔である出口 175 を備えている。なお、ボルト 26 は、発熱器 163、165 より外側においては、通路 36 と外部とを接続する孔を備えていない。

[0082] ボルト 24 は、発熱器 163 内の空間 171 と、通路 34 とを接続する孔である出口 177 を備えている。また、ボルト 24 は、発熱器 165 内の空間 171 と、通路 34 とを接続する孔である出口 179 を備えている。なお、ボルト 24 は、発熱器 163、165 より外側においては、通路 34 と外部とを接続する孔を備えていない。

[0083] 2. 燃料ガス及び酸化剤ガスの流れ

本実施形態における燃料ガス及び酸化剤ガスの流れは、基本的には前記第 2 の実施形態と同様である。ただし、発電セル 3F、3G を通り、通路 36 に入った燃料ガスは、出口 174 を通って、発熱器 163 内に入るとともに、出口 175 を通って、発熱器 165 内に入る。

[0084] また、各発電セルを通り、通路 34 に入った空気は、出口 177 を通って、発熱器 163 内に入るとともに、出口 179 を通って、発熱器 165 内に入る。

発熱器 163 内では、出口 174 から導入された燃料ガスと、出口 177 から導入された空気とが、燃焼触媒 169 の作用、もしくは接触燃焼（高温

状態で燃料ガスと酸化剤ガスとが出会うことで起こる燃焼)の作用により燃焼する。燃焼後の排ガスは、排気管173から外部に排出される。発熱器163における燃焼で生じた熱は、エンドプレート8を介して、発電セル3に供給される。

[0085] また、発熱器165内では、出口175から導入された燃料ガスと、出口179から導入された空気とが、燃焼触媒169の作用、もしくは接触燃焼(高温状態で燃料ガスと酸化剤ガスとが出会うことで起こる燃焼)の作用により燃焼する。燃焼後の排ガスは、排気管173から外部に排出される。発熱器165における燃焼で生じた熱は、エンドプレート9を介して、発電セル3に供給される。

[0086] 3. 燃料電池1が奏する効果

(1) 燃料電池1は、前記第2の実施形態と略同様の効果を奏することができる。

(2) 燃料電池1は、発電セル3のスタックにおける端部に発熱器163、165を備えているので、発電セル3のスタックにおける端部と中央との温度差を低減することができる。

[0087] (3) 燃料電池1は、2個の熱交換部7を、発電セル3のスタックにおける端部に備えているので、発熱器163、165によって、スタックの端部に位置する発電セル3の温度が過度に上昇してしまうことを抑制できる。

<第4の実施形態>

#### 1. 燃料電池1の構成

本実施形態における燃料電池1の構成は基本的には前記第2の実施形態と同様であるが、一部において相違する。以下では図15、図16に基づき、その相違点を中心に説明し、前記第2の実施形態と同様の部分の説明は省略乃至簡略化する。

[0088] 燃料電池1は、図15、図16に示すように、発電セル3の数が7個であり、熱交換部7の数が2個である。2個の熱交換部7のうち的一方は、発電セル3Dと発電セル3Eとの間に設けられている。また、2個の熱交換部7

のうちの他方は、エンドプレート9と発電セル3 Gとの間に設けられている。すなわち、2個の熱交換部7のうち一方は、発電セル3のスタックにおける中央付近に設けられ、他方は、発電セル3のスタックのうち、積層方向の端に位置する発電セル3の外側に設けられ、その端の発電セル3に接している。

[0089] また、燃料電池1は、発熱器181を備えている。発熱器181は、エンドプレート9の外側（図15、図16における下側）に設けられており、エンドプレート9に接している。

[0090] 発熱器181は、金属から成る中空箱型の筐体167と、その内部に収容された燃焼触媒169とを備える。

孔11～18は、発熱器181も含め、燃料電池1を貫通している。ボルト21～28は、孔11～18を通り、発熱器181も含め、燃料電池1の一方の端から、他方の端まで達する。ボルト21～28の一部は、筐体181の内部の空間171に存在する。

[0091] ナット19は、発熱器181の外側、及びエンドプレート8の外側からボルト21～28に螺合し、発電セル3、熱交換部7、エンドプレート8、9、及び発熱器181を相互に固定している。

[0092] 発熱器181は、その側面に排気管173を備えている。発熱器181内の空間171と、発熱器181の外部とは、排気管173を介して連通している。

ボルト26は、発熱器181内の空間171と、通路36とを接続する孔である出口175を備えている。なお、ボルト26は、発熱器181より外側においては、通路36と外部とを接続する孔を備えていない。

[0093] ボルト24は、発熱器181内の空間171と、通路34とを接続する孔である出口179を備えている。なお、ボルト24は、発熱器181より外側においては、通路34と外部とを接続する孔を備えていない。

[0094] 2. 燃料ガス及び酸化剤ガスの流れ

本実施形態における燃料ガス及び酸化剤ガスの流れは、基本的には前記第

2の実施形態と同様である。ただし、発電セル3F、3Gを通り、通路36に入った燃料ガスは、出口175を通過して、発熱器181内に入る。また、各発電セルを通り、通路34に入った空気は、出口179を通過して、発熱器181内に入る。

[0095] 発熱器181内では、出口175から導入された燃料ガスと、出口179から導入された空気とが、燃焼触媒169の作用、もしくは接触燃焼（高温状態で燃料ガスと酸化剤ガスとが会うことで起こる燃焼）の作用により燃焼する。燃焼後の排ガスは、排気管173から外部に排出される。発熱器181における燃焼で生じた熱は、エンドプレート9を介して、発電セル3に供給される。

[0096] 3. 燃料電池1が奏する効果

(1) 燃料電池1は、前記第2の実施形態と略同様の効果を奏することができる。

(2) 燃料電池1は、発電セル3のスタックにおける端部に発熱器181を備えているので、発電セル3のスタックにおける端部と中央との温度差を低減することができる。

[0097] (3) 燃料電池1は、1個の熱交換部7を、発電セル3のスタックのうち、発熱器181側の端部に備えているので、発熱器181により、スタックの端部に位置する発電セル3の温度が過度に上昇してしまうことを抑制できる。

[0098] (4) 燃料電池1は、1個の熱交換部7を、発電セル3のスタックにおける中央付近に備える。そのため、発電セル3を効果的に冷却することができる。

<その他の実施形態>

(1) 前記第1～第4の実施形態の燃料電池1が備える発電セル3の数は7個又は8個に限定されず、適宜設定することができる。また、燃料電池1が備える熱交換部7の数は1個又は2個に限定されず、適宜設定することができる。

[0099] (2) 前記第1～第4の実施形態の燃料電池1において、熱交換部7の積層方向における位置は、燃料電池1の中央であってもよいし、端部寄りであってもよい。

(3) 前記第1～第4の実施形態の燃料電池1において、入口51、53、出口59の位置関係は上述したものには限定されない。例えば、積層方向から見たとき、出口59の位置は、入口51、53から等距離であってもよいし、入口51、53のうちの一方寄りであってもよい。また、出口59の位置は、入口51、53を結ぶ直線上にあってもよいし、その直線から外れた位置にあってもよい。

[0100] また、出口55、入口57の位置も、上述したものには限定されない。例えば、積層方向から見たとき、出口55、入口57は、ボルト21、23から等距離であってもよいし、ボルト21、23のうちの一方寄りであってもよい。また、出口55、入口57の位置は、ボルト21、23を結ぶ直線上にあってもよいし、その直線から外れた位置にあってもよい。

[0101] (4) 前記第1、第2の実施形態の燃料電池1は、前記第3、第4の実施形態と同様の発熱器を備えてもよい。この場合、発熱器は、発電セル3のスタックにおける片側に設けてもよいし、両側に設けてもよい。また、前記第4の実施形態の燃料電池1は、前記第3の実施形態と同様に、発電セル3のスタックにおける両側に発熱器を備えてもよい。

[0102] (5) 前記第3、第4の実施形態の燃料電池1は、発熱器を備えないものであってもよい。また、前記第3の実施形態の燃料電池1は、発熱器を1個だけ備えるものであってもよい。

[0103] (6) 前記第3、第4の実施形態の燃料電池1は、熱交換部7を1個だけ備えるものであってもよい。その熱交換部7の位置は、発電セル3のスタックにおける端部（エンドプレート8と発電セル3Aとの間、又は、エンドプレート9と発電セル3Gとの間）であってもよいし、発電セル3のスタックにおける中央付近であってもよい。

[0104] (7) 前記第1の実施形態の燃料電池1における熱交換部7の位置は、発

電セル3のスタックにおける端部（エンドプレート8と発電セル3 Aとの間、又は、エンドプレート9と発電セル3 Hとの間）であってもよい。

[0105] （8）前記第2の実施形態の燃料電池1における一方又は両方の熱交換部7の位置は、発電セル3のスタックにおける端部（エンドプレート8と発電セル3 Aとの間、又は、エンドプレート9と発電セル3 Gとの間）であってもよい。

[0106] （9）前記各実施形態では、燃料電池の燃料ガス通路は、ボルトの内部に形成された空洞（中空ボルト）としたが、これに限ることはない。燃料ガス通路は、中実ボルト（内部に空洞が無いボルト）の外表面の外側に形成してもよい。尚、燃料電池に中実ボルトと、中空ボルトとを、併設してもよい。

[0107] 尚、本発明は前記実施例になんら限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の態様で実施しうることはいうまでもない。

## 請求の範囲

### [請求項1]

積層された複数の発電セルと、  
隣接する2つの前記発電セル間に設けられた熱交換部と、  
前記発電セルに燃料ガスを供給する燃料ガス供給経路と、  
前記発電セルに酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給経路と、  
を備え、

前記燃料ガス供給経路は、前記熱交換部内を通過する第1の経路、  
前記複数の発電セルのうちの一部の発電セル内を並列的に通過する第  
2の経路、及び前記複数の発電セルのうち、前記一部以外の複数の発電  
セル内を並列的に通過する第3の経路を直列的に含む経路であり、

前記第2の経路において、各発電セルでの前記燃料ガスの入口の位  
置は、前記積層の方向から見たとき、前記発電セルの一辺に沿った2  
箇所の第1位置P A、第2位置P Bであるとともに、前記燃料ガスの  
出口の位置は、前記一辺と対向する辺側の1箇所の第3位置P Cであ  
り、

前記第3の経路において、各発電セルでの前記燃料ガスの入口の位  
置は、前記積層の方向から見たとき、前記第3位置P Cに重なる位置  
であるとともに、前記燃料ガスの出口の位置は、前記第1位置P A、  
前記第2位置P Bの間の位置である、

燃料電池。

### [請求項2]

積層された複数の発電セルと、

隣接する2つの前記発電セル間、及び前記複数の発電セルのうち前  
記積層の方向における端に位置する発電セルの外側の少なくとも一方  
に設けられた熱交換部と、

前記発電セルに燃料ガスを供給する燃料ガス供給経路と、  
前記発電セルに酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給経路と、  
を備え、

前記燃料ガス供給経路は、前記熱交換部内を通過する第1の経路、

前記複数の発電セルのうちの一部の発電セル内を並列的に通過する第2の経路、及び前記複数の発電セルのうち、前記一部以外の複数の発電セル内を並列的に通過する第3の経路を直列的に含む経路であり、

前記第2の経路において、各発電セルでの前記燃料ガスの入口の位置は、前記積層の方向から見たとき、前記発電セルの一辺に沿った2箇所の第1位置P A、第2位置P Bであるととともに、前記燃料ガスの出口の位置は、前記一辺と対向する辺側の1箇所の第3位置P Cであり、

前記第3の経路において、各発電セルでの前記燃料ガスの入口の位置は、前記積層の方向から見たとき、前記第3位置P Cに重なる位置であるととともに、前記燃料ガスの出口の位置は、前記第1位置P A、前記第2位置P Bの間の位置である、

燃料電池。

[請求項3]

前記熱交換部を複数備え、

前記第1の経路は、前記燃料ガスが、前記複数の熱交換部を並列的に流れる経路である請求項1又は2に記載の燃料電池。

[請求項4]

前記燃料ガス供給経路は、前記燃料電池内を前記積層の方向に延びる複数の燃料ガス通路と、前記燃料ガス通路から前記複数の発電セルのうち少なくとも一部の発電セルの内部又は前記熱交換部へ接続する接続口と、を備え、

前記入口及び前記出口は前記接続口の一部である請求項1～3のいずれか1項に記載の燃料電池。

[請求項5]

前記燃料電池を前記積層の方向に貫き、前記複数の発電セル及び前記熱交換部を固定する複数のボルトを備え、

前記複数の燃料ガス通路は前記複数のボルトの内部に形成された空洞である請求項4に記載の燃料電池。

[請求項6]

前記積層の方向から見たとき、前記第1位置P Aから前記第3位置P Cまでの距離と、

前記第2位置PBから前記第3位置PCまでの距離とが略等しい請求項1～5のいずれか1項に記載の燃料電池。

[図1]

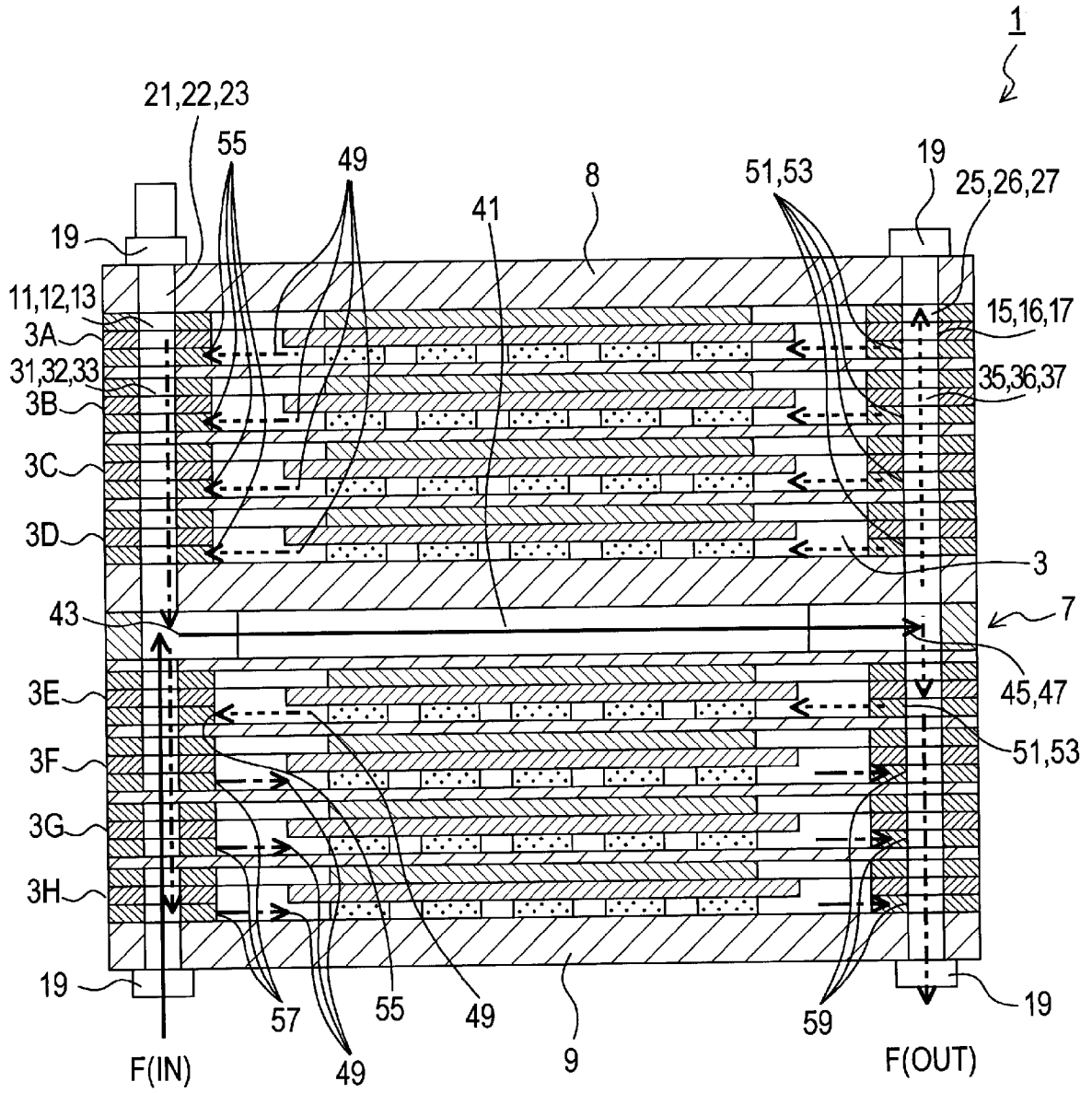


FIG.1

[図2]

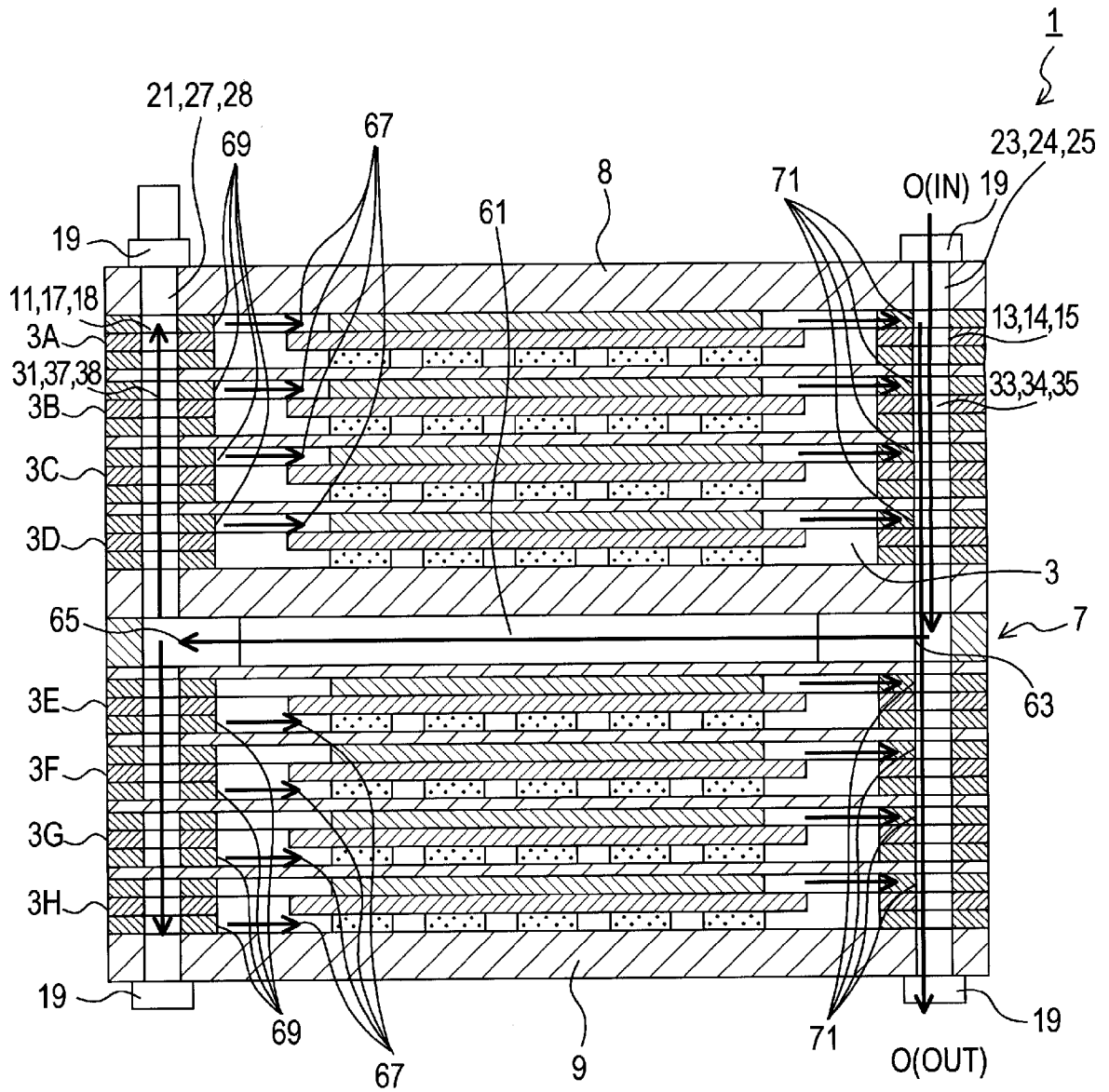


FIG.2

[図3]

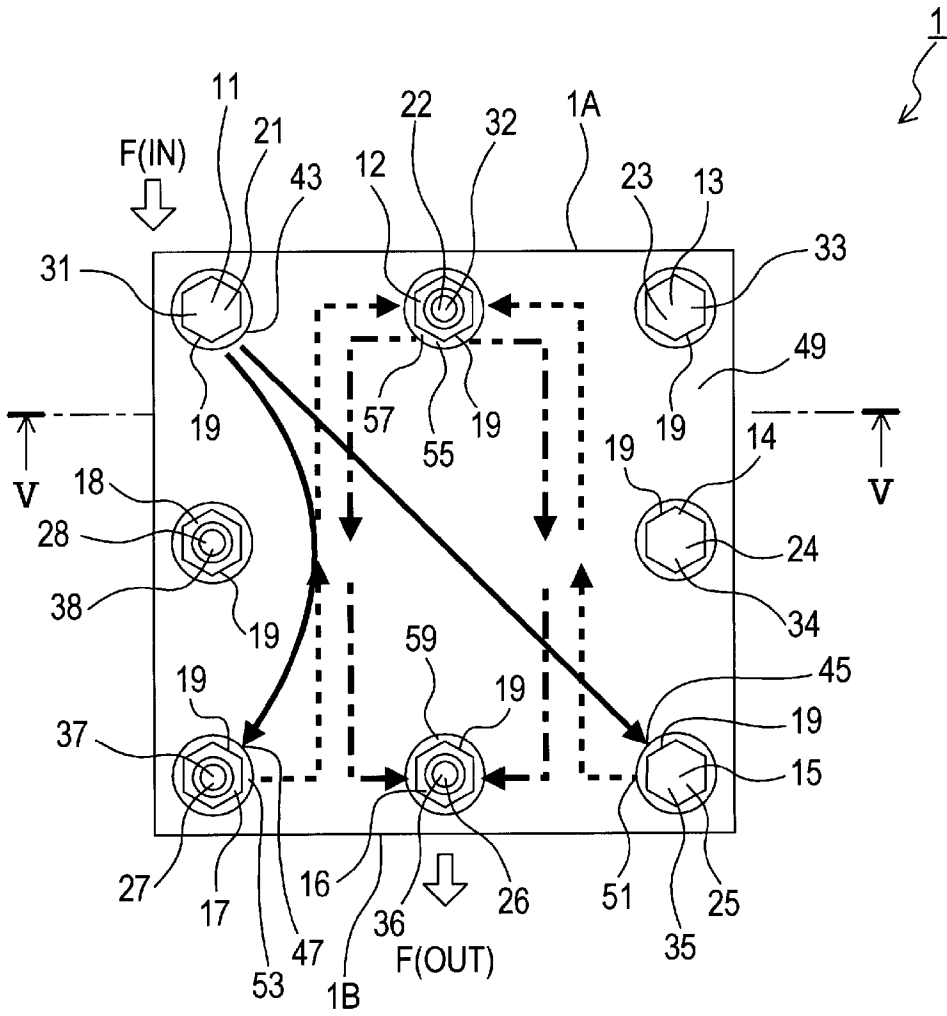


FIG.3



[図5]

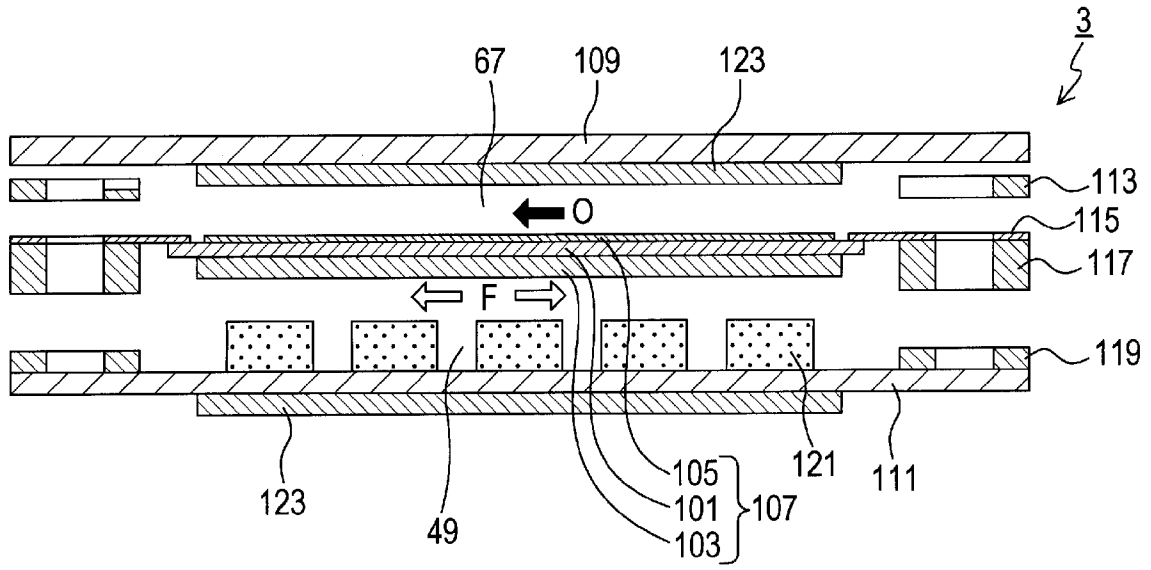


FIG.5

[図6]

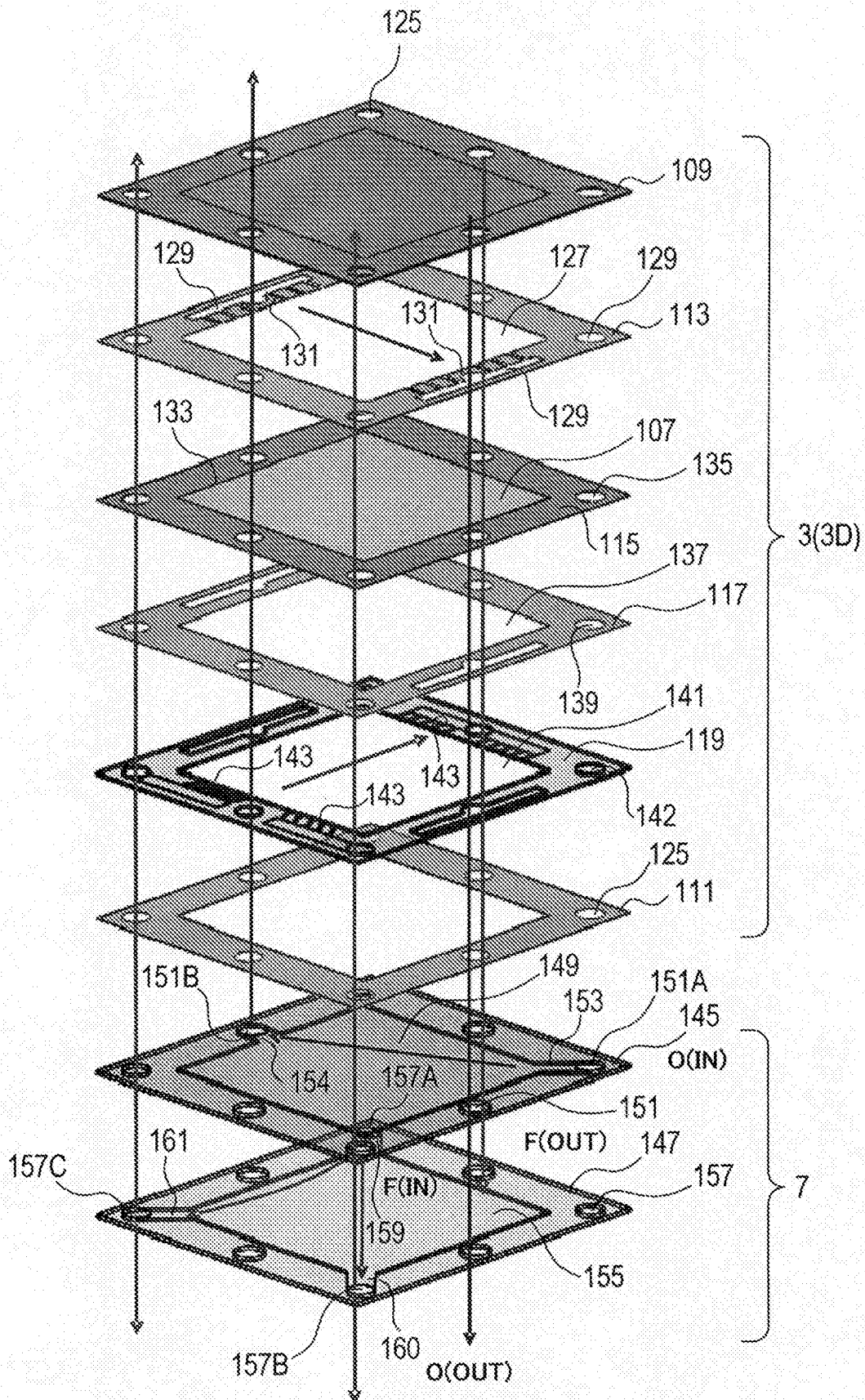


FIG. 6

[図7]

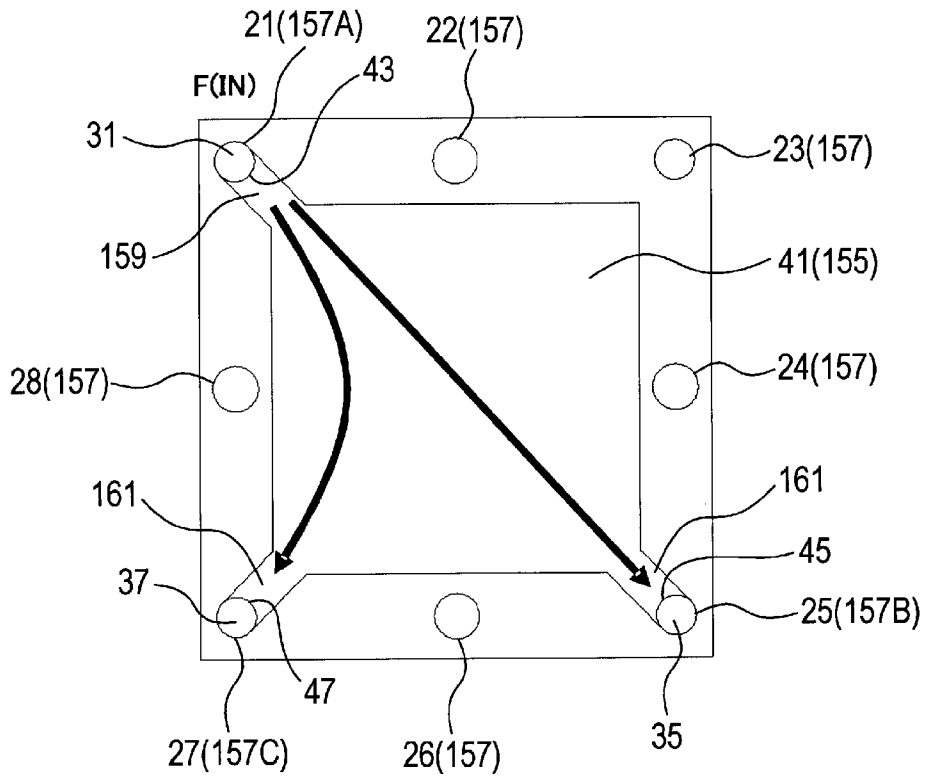


FIG.7

[図8]

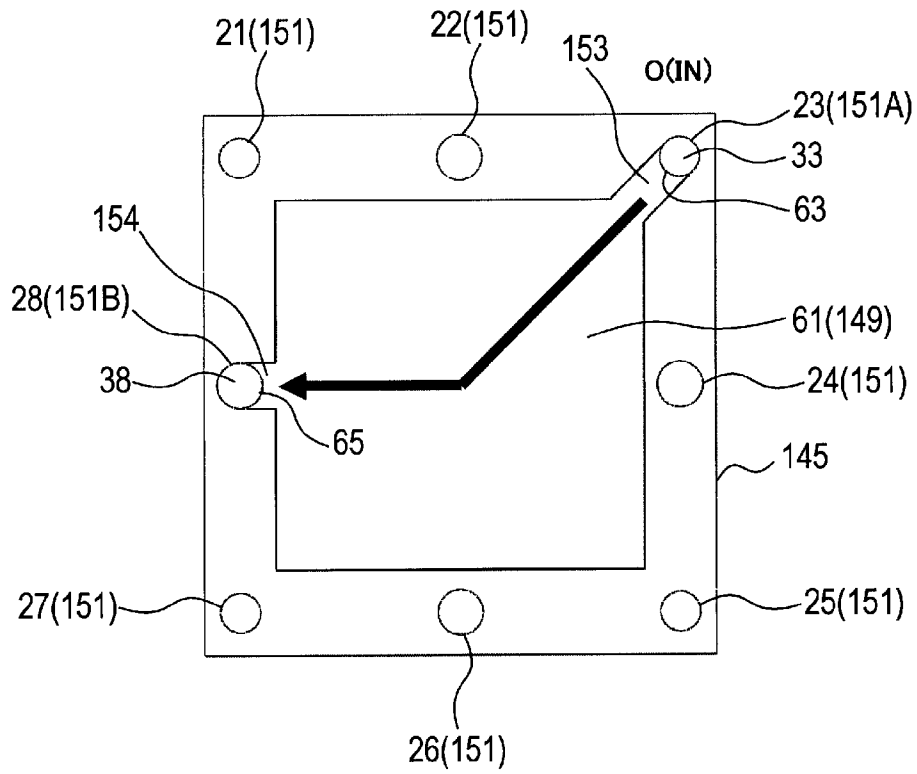


FIG.8

[図9]

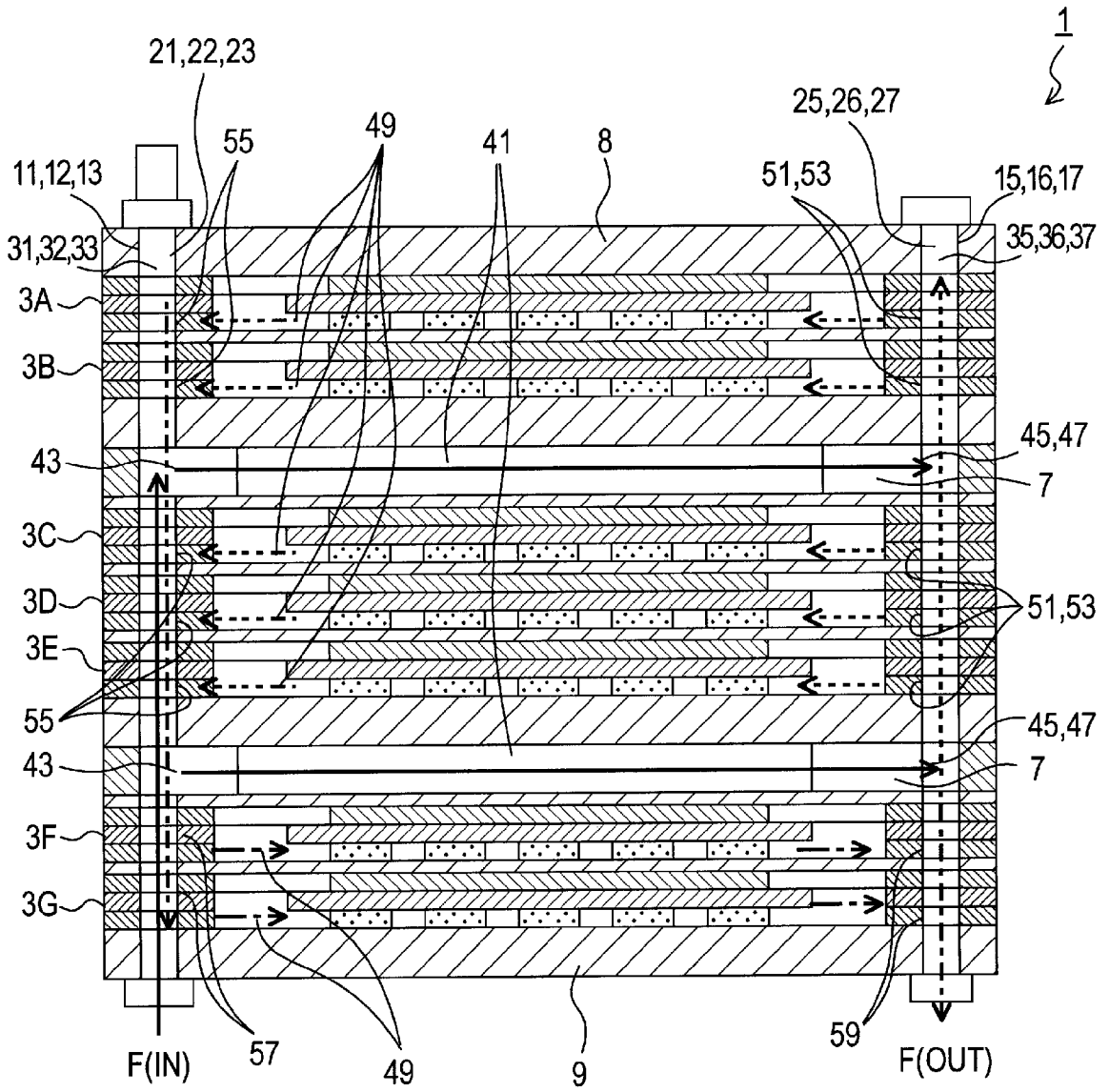


FIG.9

[図10]

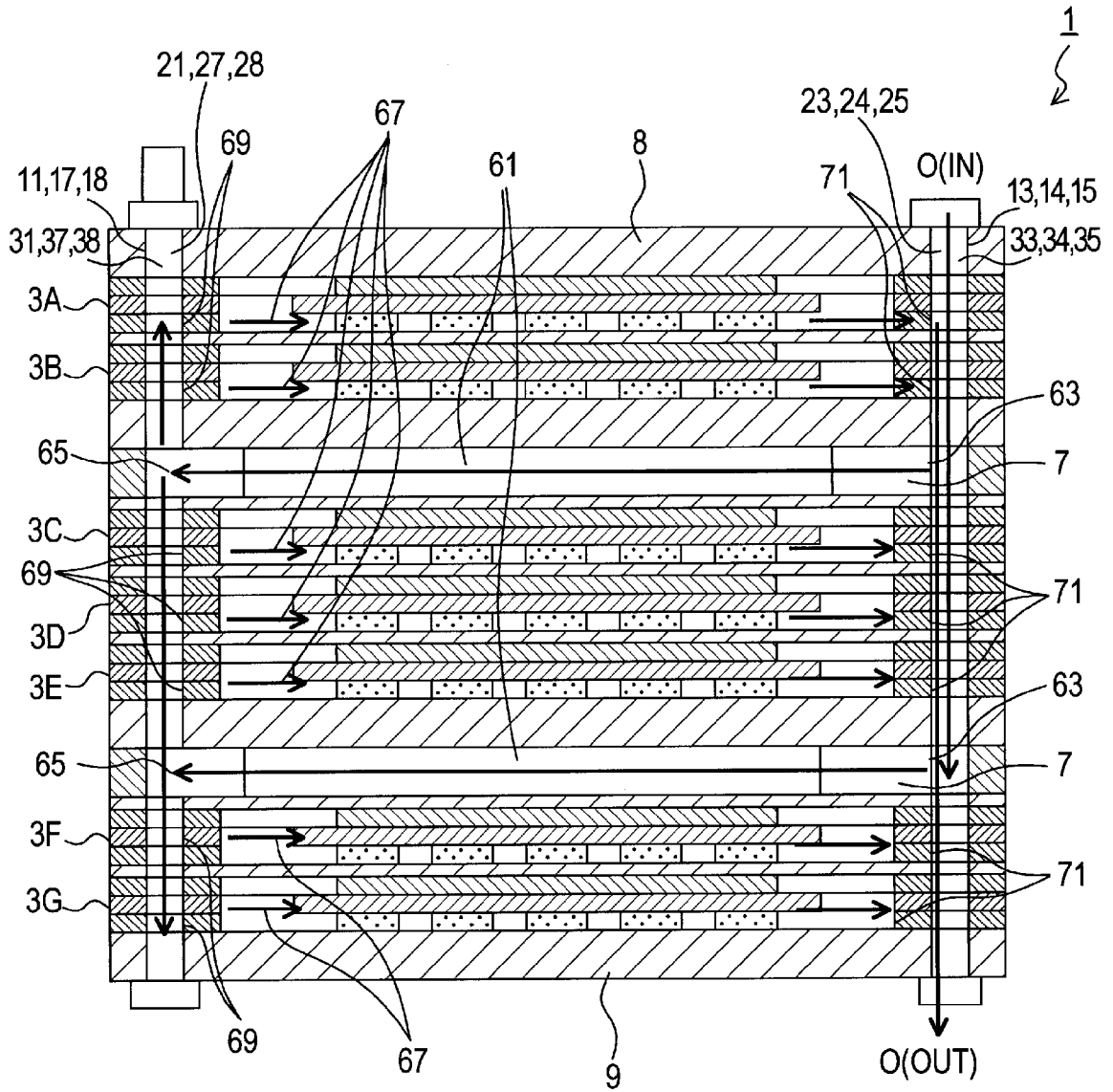


FIG.10

[図11]

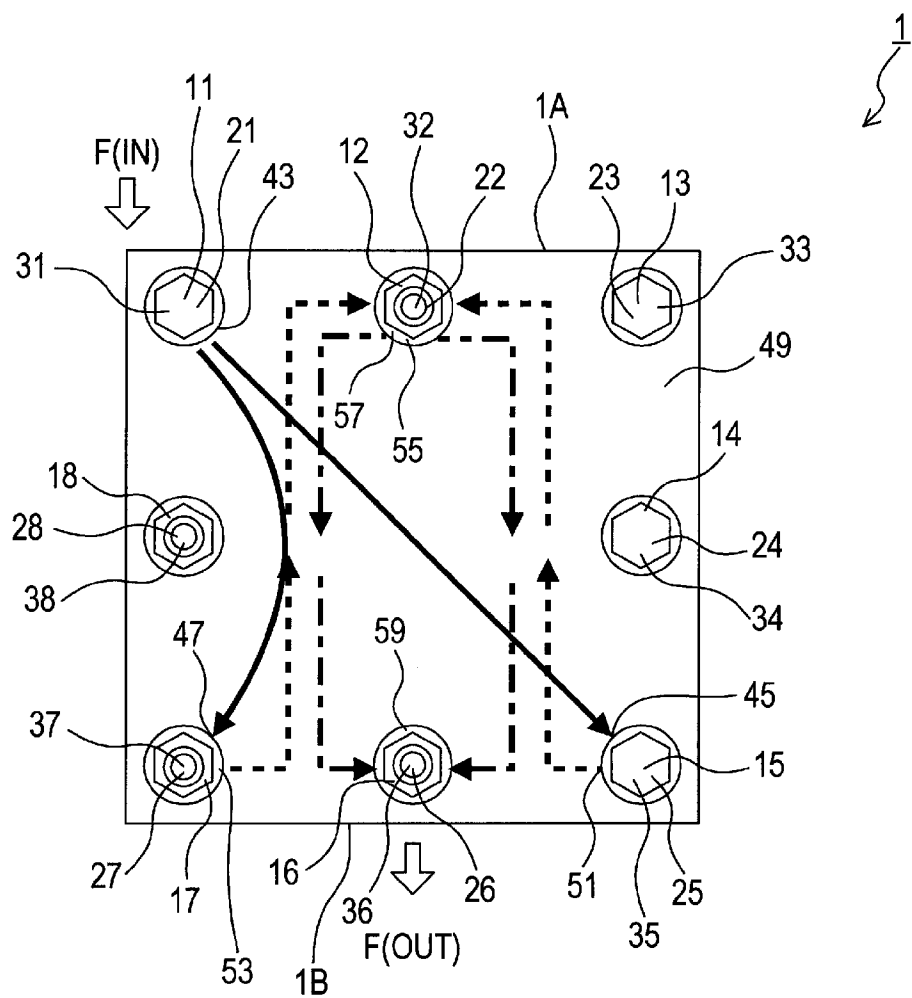


FIG.11

[図12]

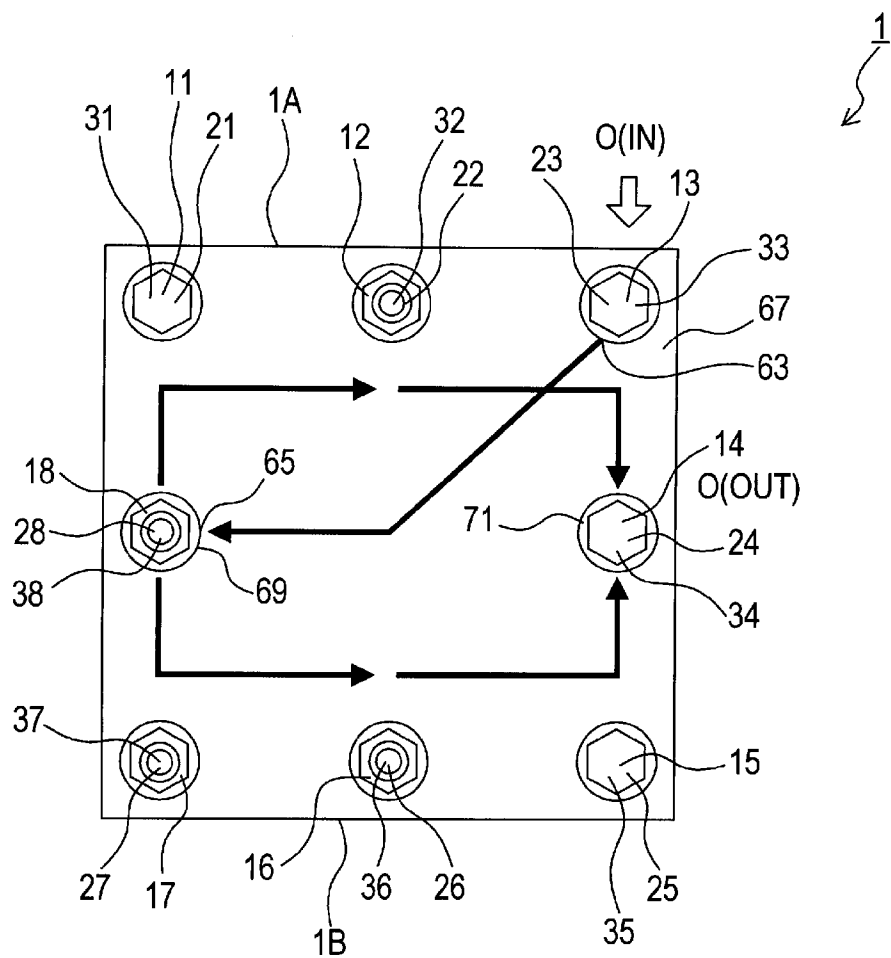


FIG.12

[図13]

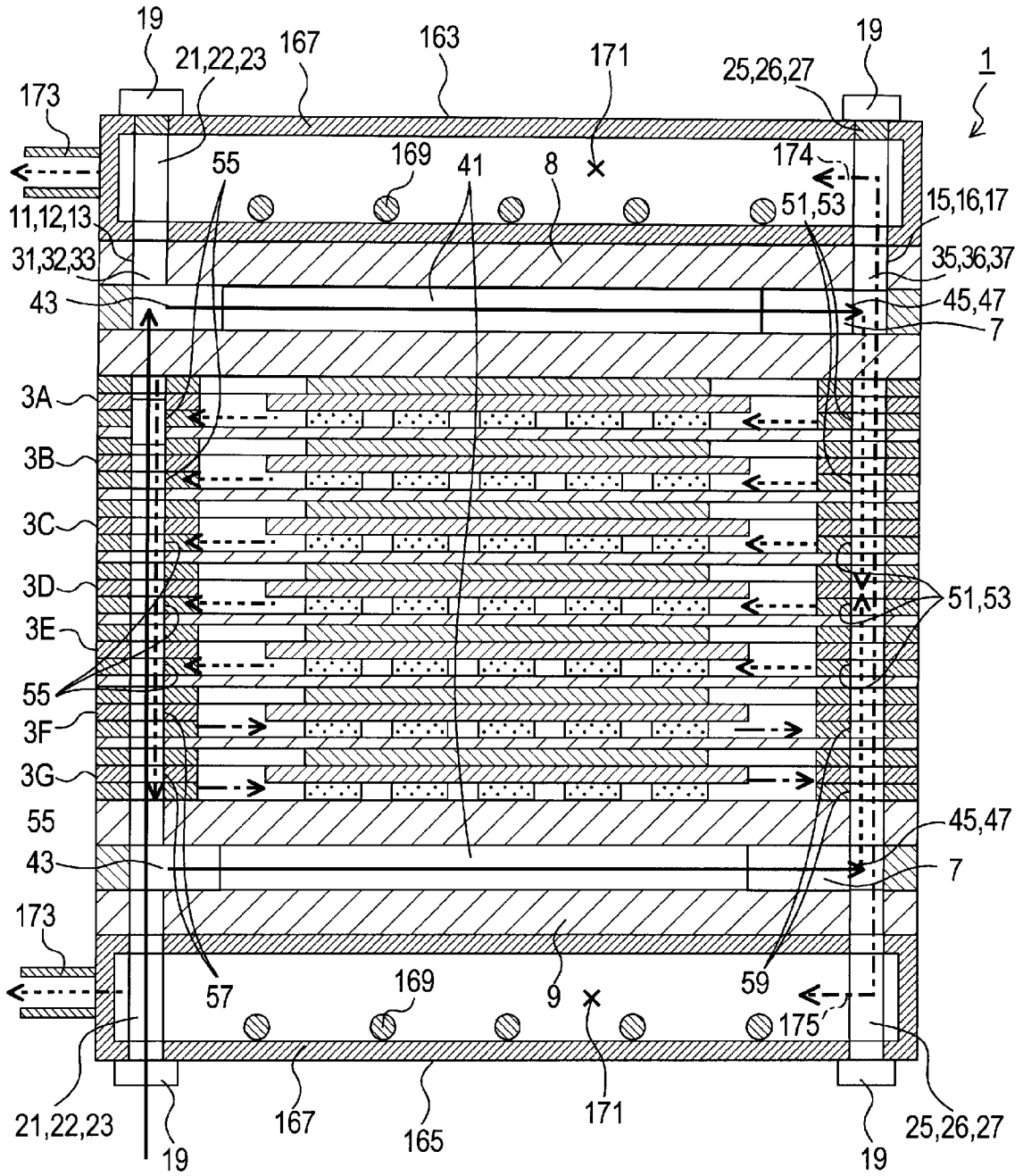


FIG.13

[図14]

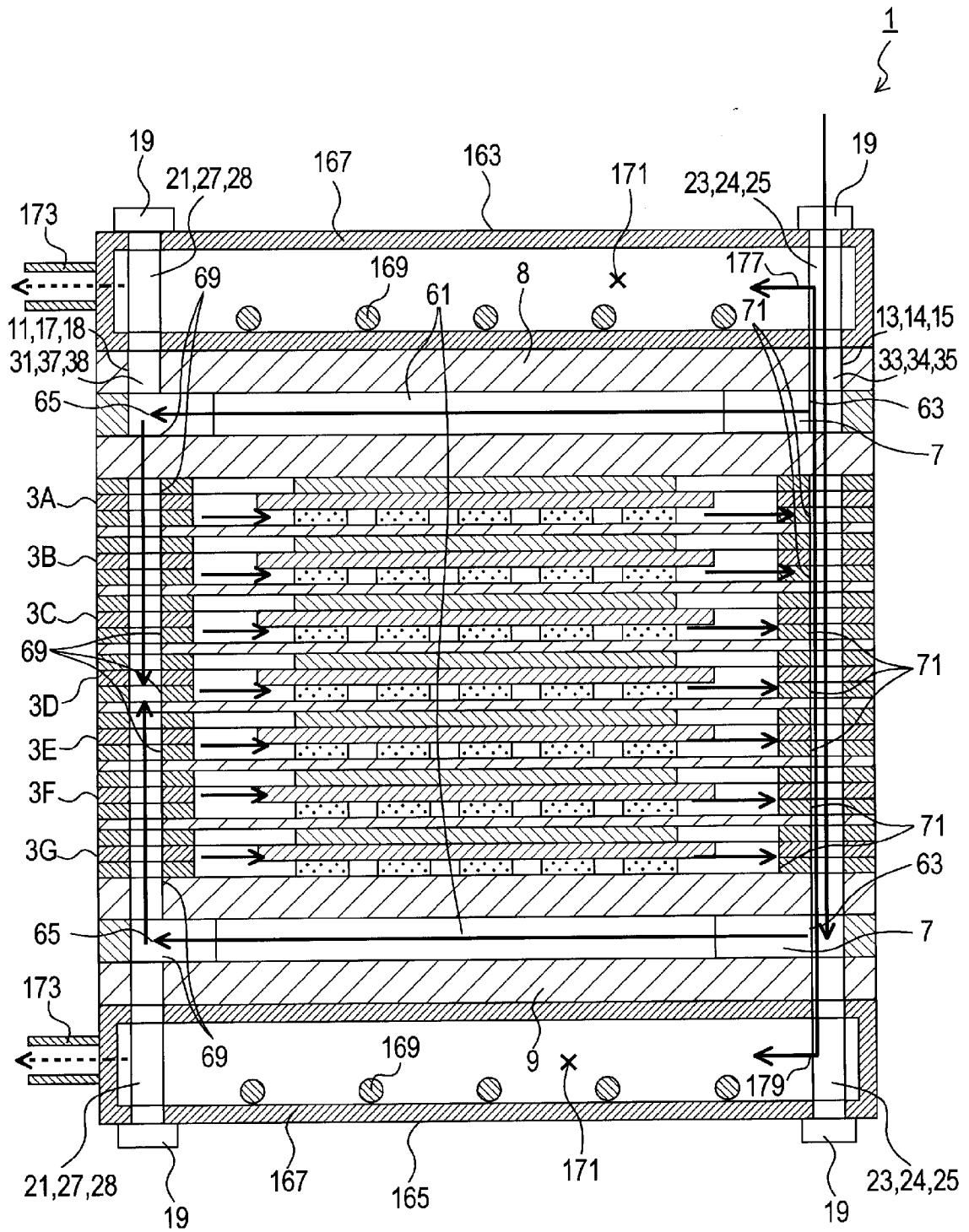


FIG.14

[図15]

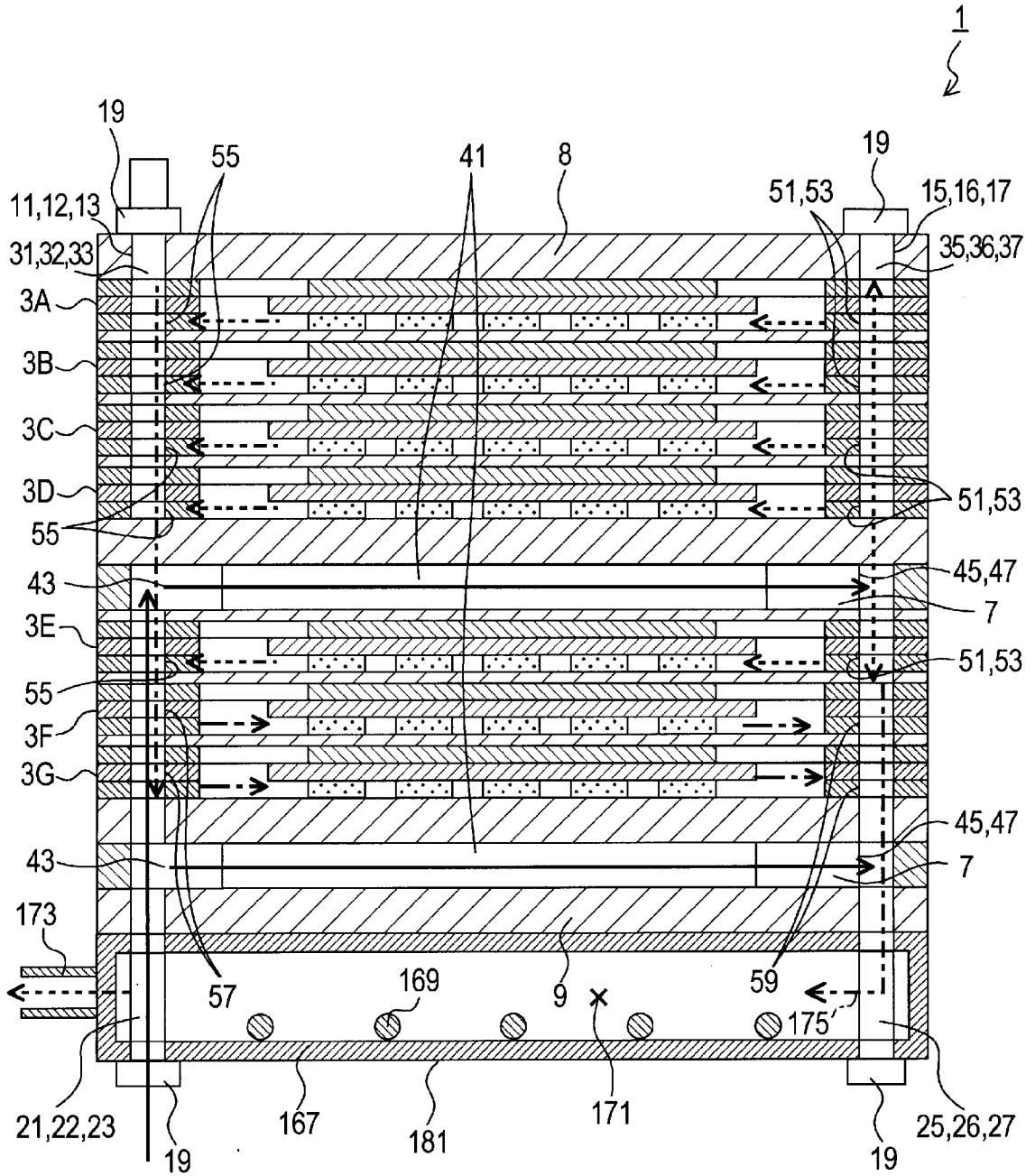


FIG.15

[図16]

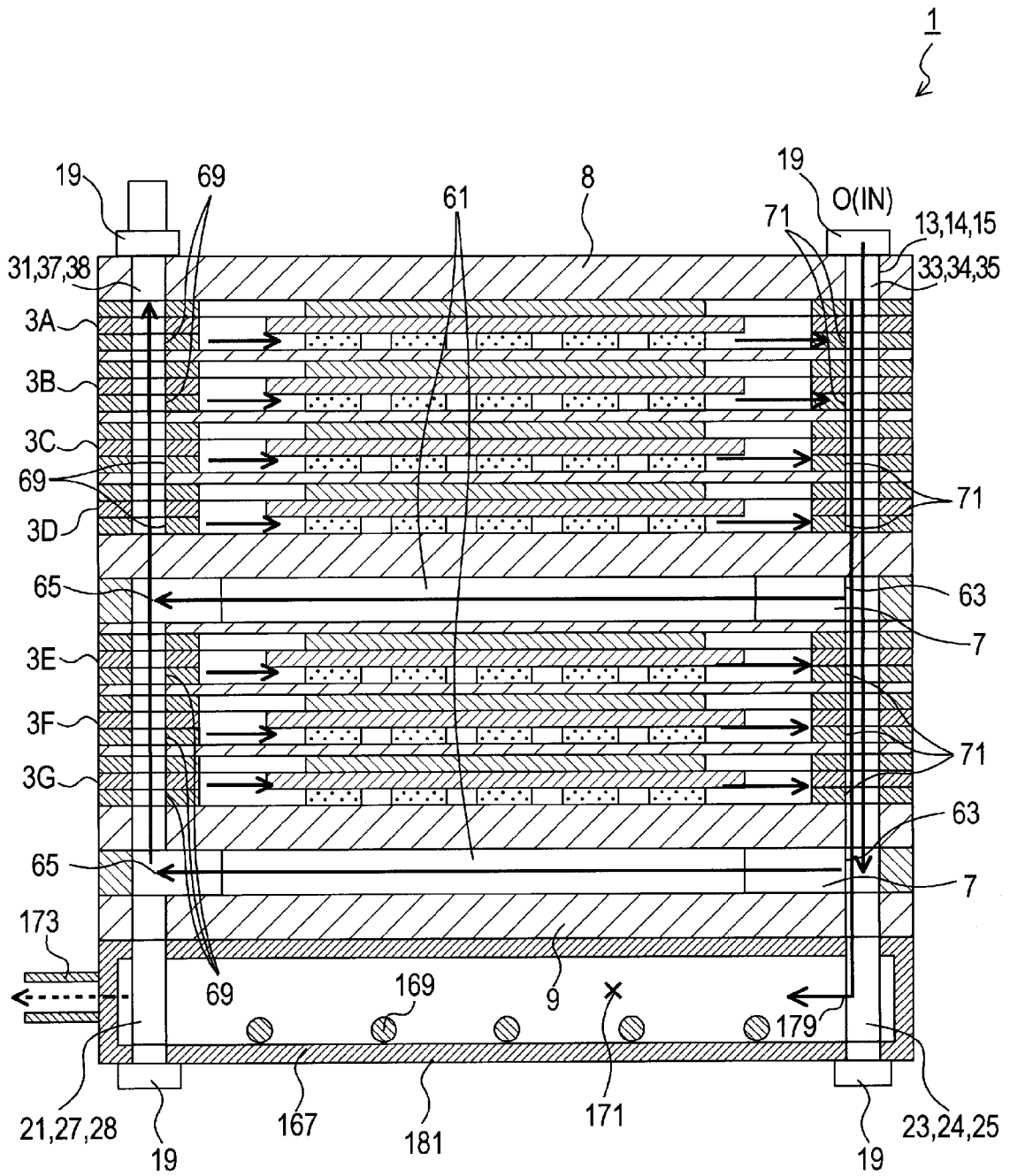


FIG.16



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2014/052659

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1933407 A1 (Staxera GmbH), 18 June 2008 (18.06.2008), entire text; all drawings & WO 2008/071143 A1 & DE 102006058296 A1	1-6
A	JP 9-326259 A (Fujikura Ltd.), 16 December 1997 (16.12.1997), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2011-522375 A (Corning Inc.), 28 July 2011 (28.07.2011), entire text; all drawings & US 2011/0117466 A1 & EP 2291878 A & WO 2009/148505 A2 & CN 102047481 A	1-6
A	US 2005/0014046 A1 (Joachim TACHTLER et al.), 20 January 2005 (20.01.2005), entire text; all drawings & EP 1371104 A & WO 2002/075833 A2	1-6
P,A	WO 2013/065757 A1 (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 10 May 2013 (10.05.2013), entire text; all drawings (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. H01M8/24(2006.01)i, H01M8/02(2006.01)i, H01M8/12(2006.01)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. H01M8/24, H01M8/02, 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 1971-2014年 日本国実用新案登録公報 1996-2014年 日本国登録実用新案公報 1994-2014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
A	WO 2008/153073 A1（日本特殊陶業株式会社）2008.12.18, 全文、全図（ファミリーなし）	1-6
A	WO 2013/038700 A1（日本特殊陶業株式会社）2013.03.21, 全文、全図（ファミリーなし）	1-6
A	US 2006/0257709 A1 (Ludger BLUM et. al) 2006.11.16, 全文、全図 & EP 1602141 A & WO 2004/082057 A1 & DE 10310642 A & DE 502004010546 D & AT 453223 T & DK 1602141 T	1-6
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 21.04.2014	国際調査報告の発送日 28.04.2014	
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） ▲辻▼ 弘輔 電話番号 03-3581-1101 内線 3477	4 X   3 2 3 9

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	EP 1933407 A1 (Staxera GmbH) 2008.06.18, 全文、全図 & WO 2008/071143 A1 & DE 102006058296 A1	1-6
A	JP 9-326259 A (株式会社フジクラ) 1997.12.16, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2011-522375 A (コーニング インコーポレイテッド) 2011.07.28, 全文、全図 & US 2011/0117466 A1 & EP 2291878 A & WO 2009/148505 A2 & CN 102047481 A	1-6
A	US 2005/0014046 A1 (Joachim TACHTLER et al.) 2005.01.20, 全文、全図 & EP 1371104 A & WO 2002/075833 A2	1-6
P, A	WO 2013/065757 A1 (日本特殊陶業株式会社) 2013.05.10, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6