

(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  
2017年1月12日(12.01.2017)



(10) 国際公開番号  
**WO 2017/006820 A1**

- (51) 国際特許分類:  
*H01M 8/24* (2016.01) *H01M 8/2484* (2016.01)  
*H01M 8/02* (2016.01) *H01M 8/12* (2016.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/069246
- (22) 国際出願日: 2016年6月29日(29.06.2016)
- (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 2015-134102 2015年7月3日(03.07.2015) JP  
特願 2016-124218 2016年6月23日(23.06.2016) JP  
特願 2016-124219 2016年6月23日(23.06.2016) JP  
特願 2016-124220 2016年6月23日(23.06.2016) JP  
特願 2016-124221 2016年6月23日(23.06.2016) JP
- (71) 出願人: 日本碍子株式会社(NGK INSULATORS, LTD.) [JP/JP]; 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 大森 誠(OHMORI Makoto); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 伊藤 梨沙子(ITO Risa-ko); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP). 龍崇(RYU Takashi); 〒4678530 愛知県名古屋市瑞穂

区須田町2番56号 日本碍子株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 新樹グローバル・アイピー特許業務法人(SHINJYU GLOBAL IP); 〒5300054 大阪府大阪市北区南森町1丁目4番19号 サウスホレストビル Osaka (JP).

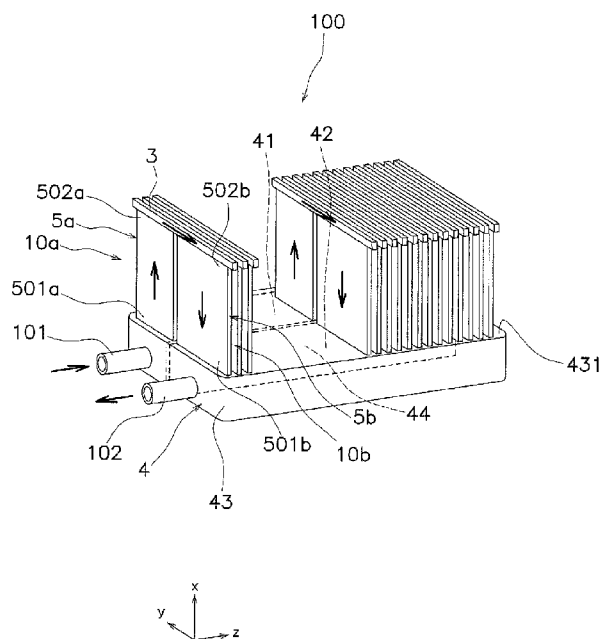
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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),

[続葉有]

(54) Title: FUEL CELL STACK

(54) 発明の名称: 燃料電池スタック



(57) Abstract: This fuel cell stack (100) is provided with: a first supporting substrate (5a); a first power generation element part; a second power generation element part; a second supporting substrate (5b); and a communication member (3). The first supporting substrate (5a) comprises: a first substrate main body part; a first dense layer; and a first gas channel. The first dense layer covers the first substrate main body part. The first gas channel extends from a proximal end part (501a) to a distal end part (502a). The first power generation element part is supported by a first main surface of the first supporting substrate; and the second power generation element part is supported by a first main surface of the second supporting substrate. The second supporting substrate (5b) comprises: a second substrate main body part; a second dense layer; and a second gas channel. The second dense layer covers the second substrate main body part. The second gas channel extends from a proximal end part (501b) to a distal end part (502b). The communication member (3) extends between the distal end part (502a) of the first supporting substrate (5a) and the distal end part (502b) of the second supporting substrate (5b), and has the first gas channel and the second gas channel be in communication with each other.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/006820 A1



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))

燃料電池スタック (100) は、第 1 支持基板 (5a)、第 1 発電素子部、第 2 発電素子部、第 2 支持基板 (5b)、及び連通部材 (3) を備えている。第 1 支持基板 (5a) は、第 1 基板本体部、第 1 緻密層、及び第 1 ガス流路を有する。第 1 緻密層は、第 1 基板本体部を覆う。第 1 ガス流路は、近位端部 (501a) から遠位端部 (502a) まで延びる。第 1 発電素子部は第 1 支持基板の第 1 主面に支持され、第 2 発電素子部は第 2 支持基板の第 1 主面に支持される。第 2 支持基板 (5b) は、第 2 基板本体部、第 2 緻密層、及び第 2 ガス流路を有する。第 2 緻密層は、第 2 基板本体部を覆う。第 2 ガス流路は、近位端部 (501b) から遠位端部 (502b) まで延びる。連通部材 (3) は、第 1 支持基板 (5a) の遠位端部 (502a) と第 2 支持基板 (5b) の遠位端部 (502b) との間を延び、第 1 ガス流路と第 2 ガス流路とを連通させる。

## 明 細 書

発明の名称：燃料電池スタック

### 技術分野

[0001] 本発明は、燃料電池スタックに関するものである。

### 背景技術

[0002] 複数のセルと、各セルにガスを分配するマニホールドと、を備えた燃料電池スタックが知られている。各セルは、多孔質の支持基板と、各支持基板に支持される発電素子部とを備えている。各支持基板の近位端部がマニホールドに挿入されることによって、各支持基板のガス流路にマニホールドから燃料ガスが供給される。各支持基板のガス流路の近位端部から供給された燃料ガスのうち未反応のガスは、ガス流路の遠位端部から外部へと排出される。

[0003] 特許文献1に記載の燃料電池スタックは、燃料ガスの使用効率を向上させるため、遠位端部から外部へと排出される未反応ガスを回収するように構成されている。具体的には、支持基板は、往路用のガス流路と復路用のガス流路とを有している。往路用のガス流路に供給された燃料ガスのうち未反応のガスは、復路用のガス流路で再度発電に利用される。また、復路用のガス流路を流れた燃料ガスは、遠位端部から外部へと排出されるのではなく、近位端部からマニホールドへと回収される。

[0004] 支持基板は多孔質であるため、燃料ガスは、往路用のガス流路を最後まで流れることなく復路用のガス流路へ流れてしまうことがある。すなわち、燃料ガスが、往路用のガス流路の途中で支持基板内を通して復路用のガス流路へと流れてしまうことがある。このようなショートカットを防止するために、往路用のガス流路と復路用のガス流路との間に緻密質部材が挿入されている。

### 先行技術文献

### 特許文献

[0005] 特許文献1：特開2015-53186号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0006] 上述したような燃料電池スタックは、多孔質の支持基板の内部に緻密質部材を挿入する必要があるため、製造することが困難であるという問題がある。そこで本発明の課題は、ガスを回収可能であり、且つ容易に製造することのできる燃料電池スタックを提供することにある。

### 課題を解決するための手段

[0007] 本発明のある側面に係る燃料電池スタックは第1支持基板、第1発電素子部、第2支持基板、第2発電素子部、及び連通部材を備えている。第1支持基板は、第1基板本体部、第1緻密層、及び第1ガス流路を有する。第1緻密層は、第1基板本体部を覆う。第1ガス流路は、近位端部から遠位端部まで延びる。第1発電素子部は、第1支持基板の第1主面に支持される。第2支持基板は、第2基板本体部、第2緻密層、及び第2ガス流路を有する。第2緻密層は、第2基板本体部を覆う。第2ガス流路は、近位端部から遠位端部まで延びる。第2発電素子部は、第2支持基板の第1主面に支持される。連通部材は、前記第1支持基板の遠位端部と前記第2支持基板の遠位端部との間を延び第1ガス流路と第2ガス流路とを連通させる。

[0008] この構成によれば、第1支持基板の第1ガス流路を流れた燃料ガスのうち未反応ガスは、第1ガス流路の遠位端部から外部へと排出されるのではなく、連通部材を介して第2ガス流路へと流れる。このため、燃料ガスの使用効率を向上させることができる。また、第1支持基板は、第1基板本体部を覆う第1緻密層を有しており、第2支持基板は、第2基板本体部を覆う第2緻密層を有している。第1及び第2緻密層は、第1及び第2基板本体部よりも緻密であるため、第1ガス流路内を流れる燃料ガスが、第1及び第2基板本体部内を通して第2ガス流路へ流れることを抑制することができる。また、この第1緻密層は、第1基板本体部を覆うように形成すればよく、容易に形成することができる。

[0009] 燃料電池スタックは、第3発電素子部と、第4発電素子部とをさらに備え

ていてもよい。第3発電素子部は、第1支持基板の第2主面に支持されている。第4発電素子部は、第2支持基板の第2主面に支持されている。第1発電素子部は、第3発電素子部と直列に接続されていてもよい。第2発電素子部は、第4発電素子部と直列に接続されていてもよい。

[0010] 第1発電素子部及び第3発電素子部からなる第1発電素子部集合体は、第2発電素子部及び第4発電素子部からなる第2発電素子部集合体と直列に接続されていてもよい。

[0011] 第1発電素子部及び第3発電素子部からなる第1発電素子部集合体は、第2発電素子部及び第4発電素子部からなる第2発電素子部集合体と並列に接続されていてもよい。

[0012] 燃料電池スタックは、第3発電素子部と、第4発電素子部とをさらに備えていてもよい。第3発電素子部は、第1支持基板の第2主面に支持される。第4発電素子部は、第2支持基板の第2主面に支持される。第1発電素子部は、第2発電素子部と直列に接続されていてもよい。第3発電素子部は、第4発電素子部と直列に接続されていてもよい。

[0013] 第1発電素子部及び第2発電素子部からなる第3発電素子部集合体は、第3発電素子部及び第4発電素子部からなる第4発電素子部集合体と直列に接続されていてもよい。

[0014] 第1発電素子部及び第2発電素子部からなる第3発電素子部集合体は、第3発電素子部及び第4発電素子部からなる第4発電素子部集合体と並列に接続されていてもよい。

[0015] 燃料電池スタックは、複数の第1発電素子部と、複数の第2発電素子部と、複数の第3発電素子部と、複数の第4発電素子部と、を備えていてもよい。各第1及び第3発電素子部は、第1支持基板の長手方向に沿って間隔をあけて配置されている。各第2及び第4発電素子部は、第2支持基板の長手方向に沿って間隔をあけて配置されている。

[0016] 各第1発電素子部は互いに直列に接続されていてもよい。各第2発電素子部は、互いに直列に接続されていてもよい。各第3発電素子部は、互いに直

列に接続されていてもよい。各第4発電素子部は、互いに直列に接続されていてもよい。

[0017] 燃料電池スタックは、複数の第1支持基板と、複数の第1発電素子部と、複数の第2支持基板と、複数の第2発電素子部とを備えていてもよい。各第1支持基板は、互いに間隔をあけて配置される。第1支持基板は、第1発電素子部を支持している。各第1支持基板に支持された第1発電素子部は、隣り合う第1支持基板に支持された第1発電素子部と直列に接続されている。各第2支持基板は、互いに間隔をあけて配置される。第2支持基板は、第1発電素子部を支持している。各第2支持基板に支持された第2発電素子部は、隣り合う第2支持基板に支持された第2発電素子部と直列に接続されている。

[0018] 複数の第1発電素子部からなる第5発電素子部集合体は、複数の第2発電素子部からなる第6発電素子部集合体と直列に接続されていてもよい。

[0019] 複数の第1発電素子部からなる第5発電素子部集合体は、複数の第2発電素子部からなる第6発電素子部集合体と並列に接続されていてもよい。

[0020] 各第1支持基板は、複数の第1発電素子部を支持していてもよい。各第1発電素子部は、第1支持基板の長手方向に沿って間隔をあけて配置されている。各第2支持基板は、複数の第2発電素子部を支持していてもよい。各第2発電素子部は、第2支持基板の長手方向に沿って間隔をあけて配置されている。

[0021] 各第1支持基板上において、各第1発電素子部は、互いに直列に接続されていてもよい。各第2支持基板上において、各第2発電素子部は、互いに直列に接続されていてもよい。

[0022] 第1発電素子部は、第2発電素子部と直列に接続されていてもよい。

[0023] 燃料電池スタックは、複数の第1発電素子部と、複数の第2発電素子部とを備えていてもよい。各第1発電素子部は、第1支持基板の長手方向に沿って互いに間隔をあけて配置されている。各第2発電素子部は、第2支持基板の長手方向に沿って互いに間隔をあけて配置されている。

- [0024] 各第1発電素子部は、互いに直列に接続されていてもよい。各第2発電素子部は、互いに直列に接続されていてもよい。各第1発電素子部のうちの第1発電素子部は、各第2発電素子部のうちの第2発電素子部と直列に接続されていてもよい。
- [0025] 燃料電池スタックは、複数の第7発電素子部集合体を備えていてもよい。各第7発電素子部集合体は、互いに直列に接続される一対の第1及び第2発電素子部から構成される。
- [0026] 各第7発電素子部集合体は、互いに直列に接続されていてもよい。
- [0027] 各第7発電素子部集合体は、互いに並列に接続されていてもよい。
- [0028] 第1支持基板及び第2支持基板は、第1支持基板の側面と第2支持基板の側面とが対向するように配置されていてもよい。
- [0029] 好ましくは、燃料電池スタックは、第1及び第2支持基板を支持するマニホールドをさらに備える。このマニホールドによって、各ガス流路へ燃料ガスを分配することができる。
- [0030] 好ましくは、マニホールドは、第1室と第2室とを有している。第1ガス流路は、第1室と連通している。第2ガス流路は、第2室に連通している。この構成によれば、第1室に燃料ガスを供給することによって、燃料ガスは、第1ガス流路、連通部材、第2ガス流路の順でスムーズに流れることができる。
- [0031] 好ましくは、マニホールドは、マニホールド本体部と、仕切板とを有する。マニホールド本体部は、空間部を有する。仕切板は、空間部を第1室と第2室とに仕切る。この構成によれば、第1及び第2室を有するマニホールドを容易に製造することができる。
- [0032] 好ましくは、第1緻密層は第1電解質を含み、第2緻密層は第2電解質を含む。

### 発明の効果

- [0033] 本発明に係る燃料電池スタックは、ガスを回収可能であり、且つこの燃料電池スタックを容易に製造することができる。

## 図面の簡単な説明

- [0034] [図1]燃料電池スタックの斜視図。  
[図2]第1セルの斜視図。  
[図3]第1セルの断面図。  
[図4]第2セルの斜視図。  
[図5]第2セルの断面図。  
[図6]燃料電池スタックの断面図。  
[図7]各発電素子部間の電氣的な接続関係を表す概略図。  
[図8]変形例に係る燃料電池スタックの断面図。  
[図9]変形例に係る各発電素子部間の電氣的な接続関係を表す概略図。  
[図10]変形例に係る各発電素子部間の電氣的な接続関係を表す概略図。  
[図11]変形例に係る各発電素子部間の電氣的な接続関係を表す概略図。  
[図12]変形例に係る各発電素子部間の電氣的な接続関係を表す概略図。  
[図13]変形例に係る各発電素子部間の電氣的な接続関係を表す概略図。  
[図14]変形例に係る各発電素子部間の電氣的な接続関係を表す概略図。  
[図15]変形例に係る各発電素子部間の電氣的な接続関係を表す概略図。  
[図16]変形例に係る各発電素子部間の電氣的な接続関係を表す概略図。  
[図17]変形例に係る各発電素子部間の電氣的な接続関係を表す概略図。  
[図18]変形例に係る各発電素子部間の電氣的な接続関係を表す概略図。  
[図19]変形例に係る各発電素子部間の電氣的な接続関係を表す概略図。  
[図20]変形例に係る各発電素子部間の電氣的な接続関係を表す概略図。  
[図21]変形例に係る各発電素子部間の電氣的な接続関係を表す概略図。  
[図22]変形例に係る各発電素子部間の電氣的な接続関係を表す概略図。  
[図23]変形例に係る各発電素子部間の電氣的な接続関係を表す概略図。

## 発明を実施するための形態

- [0035] 以下、本発明に係る燃料電池スタックの実施形態について図面を参照しつつ説明する。図1は、燃料電池スタックを示す斜視図である。なお、図1において、いくつかの第1及び第2セルの記載を省略している。

[0036]     〔燃料電池スタック〕

図1に示すように、燃料電池スタック100は、複数の第1セル10aと、複数の第2セル10bと、連通部材3と、マニホールド4と、を備えている。なお、以下では、第1セル10aの構成部材の符号の末尾に「a」を付し、第2セル10bの構成部材の符号の末尾に「b」を付す。第1セル10aと第2セル10bとは、実質的に同じ構成であるため、以下では第1セル10aの構成部材のみを説明し、第2セル10bの構成部材については第1セル10aの構成部材と対応する符号を付して詳細な説明を省略する。

[0037]     〔マニホールド〕

マニホールド4は、第1及び第2セル10a、10bを支持するように構成されている。マニホールド4は、第1室41と第2室42とを有している。第1室41にはガス供給部101が接続されており、第2室42にはガス排出部102が接続されている。第1室41には、ガス供給部101を介して燃料ガスが供給される。また、第2室42内の燃料ガスは、ガス排出部102を介してマニホールド4から排出される。

[0038]     マニホールド4は、マニホールド本体部43と、仕切板44とを有している。マニホールド本体部43は、内部に空間を有している。マニホールド本体部43は、直方体状である。マニホールド本体部43の上板部431には、複数の第1及び第2挿入孔（図示省略）が形成されている。第1セル10aは第1挿入孔に挿入され、第2セル10bは第2挿入孔に挿入される。なお、第1挿入孔は第1室41と連通しており、第2挿入孔は第2室42と連通している。

[0039]     各第1挿入孔は、マニホールド本体部43の長手方向（z軸方向）に間隔をあけて並んでいる。また、各第2挿入孔も、マニホールド本体部43の長手方向（z軸方向）に間隔をあけて並んでいる。第1挿入孔と第2挿入孔とは、マニホールド本体部43の幅方向（y軸方向）に間隔をあけて並んでいる。

[0040]     仕切板44は、マニホールド本体部43の空間を第1室41と第2室42

とに仕切っている。詳細には、仕切板 4 4 は、マニホールド本体部 4 3 の略中央部において、マニホールド本体部 4 3 の長手方向に延びている。仕切板 4 4 は、マニホールド本体部 4 3 の空間を完全に仕切っている必要は無く、仕切板 4 4 とマニホールド本体部 4 3 との間に隙間が形成されていてもよい。

[0041]     [第 1 セル]

第 1 セル 1 0 a は、マニホールド 4 の第 1 室 4 1 の上方に配置されている。第 1 セル 1 0 a は、マニホールド 4 の第 1 挿入孔に挿入されている。第 2 セル 1 0 b は、マニホールド 4 の第 2 室 4 2 の上方に配置されている。第 2 セル 1 0 b は、マニホールド 4 の第 2 挿入孔に挿入されている。

[0042]     各第 1 セル 1 0 a は、主面同士が対向するように並べられている。また、各第 1 セル 1 0 a は、マニホールド 4 の長手方向に沿って間隔をあけて並べられている。各第 2 セル 1 0 b は、主面が対向するように並べられている。また、各第 2 セル 1 0 b は、マニホールド 4 の長手方向に沿って間隔をあけて並べられている。第 1 セル 1 0 a の列と、第 2 セル 1 0 b の列とは、実質的に平行に配置されている。第 1 セル 1 0 a と第 2 セル 1 0 b とは、側面が対向するように配置されている。

[0043]     図 2 及び図 3 に示すように、第 1 セル 1 0 a は、第 1 支持基板 5 a と、複数の第 1 発電素子部 2 1 a と、複数の第 3 発電素子部 2 2 a とを有している。各第 1 発電素子部 2 1 a は、第 1 支持基板 5 a の第 1 主面 5 0 3 a に支持されている。各第 3 発電素子部 2 2 a は、第 1 支持基板 5 a の第 2 主面 5 0 4 a に支持されている。

[0044]     [第 1 支持基板]

第 1 支持基板 5 a は、第 1 基板本体部 5 1 a と、第 1 緻密層 5 2 a と、複数の第 1 ガス流路 5 3 a とを有している。また、第 1 支持基板 5 a は、近位端部 5 0 1 a と遠位端部 5 0 2 a とを有している。近位端部 5 0 1 a 及び遠位端部 5 0 2 a は、第 1 支持基板 5 a の長手方向（x 軸方向）における両端部である。第 1 支持基板 5 a の近位端部 5 0 1 a は、マニホールド 4 の第 1

挿入孔に挿入される。

[0045] 第1支持基板5aは、第1主面503aと、第2主面504aと、一对の側面505aとを有している。第1主面503aと第2主面504aとは、互いに反対を向いている。第1主面503aは、各第1発電素子部21aを支持している。第2主面504aは、各第3発電素子部22aを支持している。第1主面503a及び第2主面504aは、第1支持基板5aの厚さ方向（z軸方向）を向いている。各側面505aは、第1支持基板5aの幅方向（y軸方向）を向いている。各側面505aは、湾曲していてもよい。図1に示すように、各第1支持基板5aは、第1主面503aと第2主面504aとが対向するように配置されている。

[0046] 図2及び図3に示すように、第1基板本体部51aは、第1発電素子部21a及び第3発電素子部22aを支持している。第1基板本体部51aは、電子伝導性を有さない多孔質の材料によって構成される。第1基板本体部51aは、例えば、CSZ（カルシア安定化ジルコニア）から構成される。または、第1基板本体部51aは、NiO（酸化ニッケル）とYSZ（8YSZ）（イットリア安定化ジルコニア）とから構成されてもよいし、NiO（酸化ニッケル）とY<sub>2</sub>O<sub>3</sub>（イットリア）とから構成されてもよいし、MgO（酸化マグネシウム）とMgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>（マグネシアアルミナスピネル）とから構成されてもよい。第1基板本体部51aの気孔率は、例えば、20～60％程度である。この気孔率は、例えば、アルキメデス法、又は微構造観察により測定される。

[0047] 第1緻密層52aは、第1基板本体部51aを覆っている。第1緻密層52aは、第1ガス流路53aを流れる燃料ガスが第1基板本体部51aを通して第2ガス流路53bへと流れることを抑制することができればよく、第1基板本体部51aの全面を覆っている必要は無い。本実施形態では、第1緻密層52aは、第1基板本体部51aの各主面、及び各側面を覆っている。すなわち、第1緻密層52aは、第1支持基板5aの各主面503aを構成するとともに、第1支持基板5aの各側面505aを構成している。なお

、本実施形態では、第1緻密層52aは、後述する第1電解質7aと、第1インターコネクタ91aとによって構成されている。第1緻密層52aは、第1基板本体部51aよりも緻密である。例えば、第1緻密層52aの気孔率は、0～7%程度である。

[0048] 第1ガス流路53aは、第1支持基板5aの近位端部501aから遠位端部502aまで延びている。第1ガス流路53aは、第1支持基板5aの長手方向（x軸方向）に沿って延びている。また、第1ガス流路53aは、第1基板本体部51a内を貫通して延びている。第1ガス流路53aの近位端部531aは、第1室41と連通している。また、第1ガス流路53aの遠位端部532aは、後述する連通部材3の流路30と連通している。

[0049] [第1発電素子部]

図3に示すように、複数の第1発電素子部21aが、第1支持基板5aの第1主面503aに支持されている。各第1発電素子部21aは、第1支持基板5aの長手方向（x軸方向）に沿って、間隔をあけて配置されている。また、第1支持基板5a上において、各第1発電素子部21aは、第1電気的接続部9aによって、互いに直列に接続されている。

[0050] 第1発電素子部21aは、第1燃料極6a、第1電解質7a、及び第1空気極8aを有している。また、第1発電素子部21aは、第1反応防止膜11aをさらに有している。第1燃料極6aは、電子伝導性を有する多孔質の材料からなる焼成体である。第1燃料極6aは、第1燃料極集電部61aと燃料極活性部62aとを有する。

[0051] 第1燃料極集電部61aは、凹部513a内に配置されている。凹部513aは、第1基板本体部51aの両面に形成されている。詳細には、第1燃料極集電部61aは、凹部513a内に充填されており、凹部513aと同様の外形を有する。各第1燃料極集電部61aは、凹部611a及び凹部612aを有している。燃料極活性部62aは、凹部611a内に配置されている。詳細には、燃料極活性部62aは、凹部611a内に充填されている。

- [0052] 第1燃料極集電部61aは、例えば、NiO（酸化ニッケル）とYSZ（8YSZ）（イットリア安定化ジルコニア）とから構成され得る。或いは、第1燃料極集電部61aは、NiO（酸化ニッケル）と $Y_2O_3$ （イットリア）とから構成されてもよいし、NiO（酸化ニッケル）とCSZ（カルシア安定化ジルコニア）とから構成されてもよい。第1燃料極集電部61aの厚さ、並びに凹部513aの深さは、50～500 $\mu$ m程度である。
- [0053] 燃料極活性部62aは、例えば、NiO（酸化ニッケル）とYSZ（8YSZ）（イットリア安定化ジルコニア）とから構成され得る。或いは、燃料極活性部62aは、NiO（酸化ニッケル）とGDC（ガドリニウムドーパセリア）とから構成されてもよい。燃料極活性部62aの厚さは、5～30 $\mu$ mである。
- [0054] 第1電解質7aは、第1燃料極6a上を覆うように配置されている。詳細には、第1電解質7aは、一の第1インターコネクタ91aから他の第1インターコネクタ91aまで長手方向に延びている。すなわち、長手方向において、第1電解質7aと第1インターコネクタ91aとが交互に配置されている。また、第1電解質7aは、第1基板本体部51aの各主面及び各側面を覆っている。
- [0055] 第1電解質7aは、第1基板本体部51aよりも緻密である。例えば、第1電解質7aの気孔率は、0～7%程度である。第1電解質7aは、イオン伝導性を有し且つ電子伝導性を有さない緻密な材料からなる焼成体である。第1電解質7aは、例えば、YSZ（8YSZ）（イットリア安定化ジルコニア）から構成され得る。或いは、LSGM（ランタンガレート）から構成されてもよい。第1電解質7aの厚さは、例えば、3～50 $\mu$ m程度である。
- [0056] 第1反応防止膜11aは、緻密な材料からなる焼成体であり、平面視において、燃料極活性部62aと略同一の形状である。第1反応防止膜11aは、第1電解質7aを介して、燃料極活性部62aと対応する位置に配置されている。第1反応防止膜11aは、第1電解質7a内のYSZと第1空気極

8 a 内の  $S_r$  とが反応して第 1 電解質 7 a と第 1 空気極 8 a との界面に電気抵抗が大きい反応層が形成される現象の発生を抑制するために設けられている。第 1 反応防止膜 11 a は、例えば、 $GDC = (Ce, Gd)O_2$  (ガドリニウムドーパセリア) から構成され得る。第 1 反応防止膜 11 a の厚さは、例えば、 $3 \sim 50 \mu m$  程度である。

[0057] 第 1 空気極 8 a は、第 1 反応防止膜 11 a 上に配置されている。第 1 空気極 8 a は、電子伝導性を有する多孔質の材料からなる焼成体である。第 1 空気極 8 a は、例えば、 $LSCF = (La, Sr)(Co, Fe)O_3$  (ランタンストロンチウムコバルトフェライト) から構成され得る。或いは、 $LSF = (La, Sr)FeO_3$  (ランタンストロンチウムフェライト)、 $LNf = La(Ni, Fe)O_3$  (ランタンニッケルフェライト)、 $LSC = (La, Sr)CoO_3$  (ランタンストロンチウムコバルタイト) 等から構成されてもよい。また、第 1 空気極 8 a は、 $LSCF$  からなる第 1 層 (内側層) と  $LSC$  からなる第 2 層 (外側層) との 2 層によって構成されてもよい。第 1 空気極 8 a の厚さは、例えば、 $10 \sim 100 \mu m$  である。

[0058] 第 1 電氣的接続部 9 a は、隣り合う第 1 発電素子部 21 a を電氣的に接続するように構成されている。第 1 電氣的接続部 9 a は、第 1 インターコネクタ 91 a 及び第 1 空気極集電膜 92 a を有する。第 1 インターコネクタ 91 a は、凹部 612 a 内に配置されている。詳細には、第 1 インターコネクタ 91 a は、凹部 612 a 内に埋設 (充填) されている。第 1 インターコネクタ 91 a は、電子伝導性を有する緻密な材料からなる焼成体である。第 1 インターコネクタ 91 a は、第 1 基板本体部 51 a よりも緻密である。例えば、第 1 インターコネクタ 91 a の気孔率は、 $0 \sim 7\%$  程度である。第 1 インターコネクタ 91 a は、例えば、 $LaCrO_3$  (ランタンクロマイト) から構成され得る。或いは、 $(Sr, La)TiO_3$  (ストロンチウムチタネート) から構成されてもよい。第 1 インターコネクタ 91 a の厚さは、例えば、 $10 \sim 100 \mu m$  である。

[0059] 第 1 空気極集電膜 92 a は、隣り合う第 1 発電素子部 21 a の第 1 インタ

ーコネクタ 91a と第 1 空気極 8a との間を延びるように配置される。例えば、図 3 の左側に配置された第 1 発電素子部 21a の第 1 空気極 8a と、図 3 の右側に配置された第 1 発電素子部 21a の第 1 インターコネクタ 91a とを電氣的に接続するように、第 1 空気極集電膜 92a が配置されている。第 1 空気極集電膜 92a は、電子伝導性を有する多孔質の材料からなる焼成体である。

[0060] 第 1 空気極集電膜 92a は、例えば、 $\text{LSCF} = (\text{La}, \text{Sr})(\text{Co}, \text{Fe})\text{O}_3$  (ランタンストロンチウムコバルトフェライト) から構成され得る。或いは、 $\text{LSC} = (\text{La}, \text{Sr})\text{CoO}_3$  (ランタンストロンチウムコバルタイト) から構成されてもよい。或いは、Ag (銀)、Ag-Pd (銀パラジウム合金) から構成されてもよい。第 1 空気極集電膜 92a の厚さは、例えば、50~500  $\mu\text{m}$  程度である。

[0061] [第 3 発電素子部]

複数の第 3 発電素子部 22a が、第 1 支持基板 5a の第 2 主面 504a に支持されている。各第 3 発電素子部 22a は、第 1 支持基板 5a の長手方向 (x 軸方向) に沿って、間隔をあけて配置されている。また、第 1 支持基板 5a 上において、各第 3 発電素子部 22a は、互いに直列に接続されている。第 3 発電素子部 22a は、配置される位置以外は、第 1 発電素子部 21a と同じ構成であるため、詳細な説明を省略する。

[0062] [第 2 セル]

図 4 及び図 5 に示すように、第 2 セル 10b は、第 2 支持基板 5b と、複数の第 2 発電素子部 21b と、複数の第 4 発電素子部 22b とを有している。

[0063] 第 2 支持基板 5b は、第 2 基板本体部 51b、第 2 緻密層 52b、及び第 2 ガス流路 53b を有している。また、第 2 支持基板 5b は、近位端部 501b と遠位端部 502b とを有している。第 2 支持基板 5b の近位端部 501b は、マニホールド 4 の第 2 挿入孔に挿入されている。

[0064] 第 2 支持基板 5b は、第 1 主面 503b と、第 2 主面 504b と、一对の

側面505bとを有している。第2支持基板5bの第1主面503bは、第1支持基板5aの第1主面503aと同じ方向を向いている。また、第2支持基板5bの第2主面504bは、第1支持基板5aの第2主面504aと同じ方向を向いている。隣り合う一对の第1及び第2支持基板5a、5bは、各第1主面503a、503bが実質的に同一面内に配置されており、各第2主面504a、504bが実質的に同一面内に配置されている。なお、各第1主面503a、503bは、各支持基板5a、5bの厚さ方向（z軸方向）において、互いにずれていてもよい。同様に、第2主面504a、504bも、各支持基板5a、5bの厚さ方向（z軸方向）において、互いにずれていてもよい。

[0065] 第2基板本体部51bは、複数の第2発電素子部21b及び複数の第4発電素子部22bを支持している。第2緻密層52bは、第2基板本体部51bを覆っている。第2ガス流路53bは、第2支持基板5bの近位端部501bから遠位端部502bまで延びている。

[0066] 各第2発電素子部21bは、第2支持基板5bの第1主面503bに支持されている。各第2発電素子部21bは、第2支持基板5bの長手方向（x軸方向）に沿って、間隔をあけて配置されている。また、第2支持基板5b上において、各第2発電素子部21bは、第2電氣的接続部9bによって、互いに直列に接続されている。

[0067] 各第4発電素子部22bは、第2支持基板5bの第2主面504bに支持されている。各第4発電素子部22bは、第2支持基板5bの長手方向（x軸方向）に沿って、間隔をあけて配置されている。また、第2支持基板5b上において、各第4発電素子部22bは、互いに直列に接続されている。

[0068] 第2発電素子部21bは、第2燃料極6b、第2電解質7b、及び第2空気極8bを有している。上述したように、各第2セル10bは、第1セル10aと実質的に同じ構成であるため、詳細な説明を省略する。同様に、第4発電素子部22bの詳細な説明を省略する。なお、第1～第4発電素子部21a、22a、21b、22bは、互いに大きさが異なってもよいし、形成

される数が異なってもよい。例えば、第2発電素子部21bは、第1発電素子部21aよりも、燃料ガスに接触する面積が大きくしてもよい。すなわち、第2燃料極6bの面積は、第1燃料極6aの面積よりも大きくしてもよい。また、第2空気極8bの面積は、第1空気極8aの面積よりも大きくしてもよい。もちろん、第2燃料極6bの面積は、第1燃料極6aの面積と同じであってもよいし、第1燃料極6aの面積より小さくてもよい。また、第2空気極8bの面積は、第1空気極8aの面積と同じであってもよいし、第1空気極8aの面積より小さくてもよい。第4発電素子部22bも、これらと同様である。

[0069] 図1に示すように、第1支持基板5aの側面505aと第2支持基板5bの側面505bとが対向するように、第1及び第2支持基板5a、5bが配置されている。第1支持基板5aと第2支持基板5bとの間は隙間が形成されていてもよい。または、第1支持基板5aの側面505aと第2支持基板5bの側面505bとが接触していてもよい。

[0070] [連通部材]

図6に示すように、連通部材3は、第1支持基板5aの遠位端部502aと第2支持基板5bの遠位端部502bとに亘って延びている。そして、連通部材3は、第1ガス流路53aと第2ガス流路53bとを連通させる流路30を有している。詳細には、流路30は、各第1ガス流路53aの遠位端部532aと各第2ガス流路53bの遠位端部532bとを連通する。流路30は、各第1ガス流路から各第2ガス流路まで延びる空間によって構成されている。連通部材3は、第1支持基板5aと第2支持基板5bとに接合されていることが好ましい。

[0071] 連通部材3は、多孔質である。また、連通部材3は、その外側面を構成する第3緻密層31を有している。第3緻密層31は、連通部材3の本体よりも緻密に形成されている。例えば、第3緻密層31の気孔率は、0～7%程度である。この第3緻密層31は、連通部材3と同じ材料や、上述した第1及び第2電解質7a、7bに使用される材料、結晶化ガラス等によって形成

することができる。

[0072] [電気接続]

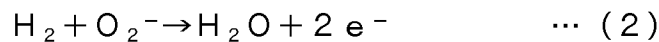
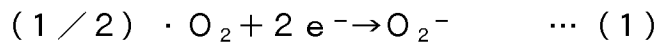
図7は、各発電素子部間の電氣的な接続関係を示す概略図である。図7の矢印は、その電氣的な接続関係を示している。図7に示すように、各第1支持基板5aにおいて、第1主面503a上の第1発電素子部21aと、第2主面504a上の第3発電素子部22aとは、互いに直列に接続されている。例えば、第1主面503aから第2主面504aまで延びる集電部材によって、第1発電素子部21aと第3発電素子部22aとが接続される。この各第1支持基板5aにおいて直列に接続された第1発電素子部21aと第3発電素子部22aとは、第1発電素子部集合体201を構成する。なお、この第1発電素子部21aと第3発電素子部22aとを接続する集電部材は、上述した第1空気極集電膜92aと同じ材料によって形成することができる。

[0073] 各第2支持基板5bにおいて、第1主面503b上の第2発電素子部21bと、第2主面504b上の第4発電素子部22bとは、互いに直列に接続されている。例えば、第1主面503bから第2主面504bまで延びる集電部材によって、第2発電素子部21bと第4発電素子部22bとが接続される。この各第2支持基板5bにおいて直列に接続された第2発電素子部21bと第4発電素子部22bとは、第2発電素子部集合体202を構成する。なお、この第2発電素子部21bと第4発電素子部22bとを接続する集電部材は、上述した第1空気極集電膜92aと同じ材料によって形成することができる。

[0074] 第1発電素子部集合体201は、第2発電素子部集合体202と直列に接続されている。なお、この燃料電池スタック100は、複数の第1発電素子部集合体201と、複数の第2発電素子部集合体202と、を備えている。各第1発電素子部集合体201は、互いに直列に接続されている。また、各第2発電素子部集合体202は、互いに直列に接続されている。

[0075] [発電方法]

上述したように構成された燃料電池スタック１００では、マニホールド４の第１室４１に水素ガスなどの燃料ガスを供給するとともに、第１及び第２セル１０ａ、１０ｂを空気などの酸素を含むガスに曝す。すると、第１空気極８ａ及び第２空気極８ｂにおいて下記（１）式に示す化学反応が起こり、第１燃料極６ａ及び第２燃料極６ｂにおいて下記（２）式に示す化学反応が起こり、電流が流れる。



[0076] 詳細には、第１室４１に供給された燃料ガスは、各第１セル１０ａの第１ガス流路５３ａ内を流れ、各第１及び第３発電素子部２１ａ、２２ａの第１燃料極６ａにおいて、上記（２）式に示す化学反応が起こる。各第１燃料極６ａにおいて未反応であった燃料ガスは、第１ガス流路５３ａを出て連通部材３の流路３０を介して第２ガス流路５３ｂへ供給される。そして、第２ガス流路５３ｂへ供給された燃料ガスは、第２セル１０ｂの各第２及び第４発電素子部２１ｂ、２２ｂの第２燃料極６ｂにおいて上記（２）式に示す化学反応が起こる。第２燃料極６ｂにおいて未反応であった燃料ガスは、マニホールド４の第２室４２へ回収される。

[0077] [変形例]

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

[0078] 変形例１

例えば、上記実施形態では、第１室４１に燃料ガスを供給し、第２室４２から燃料ガスを排出しているが、燃料ガスの流れは特にこれに限定されない。例えば、第２室４２に燃料ガスを供給し、第１室４１から燃料ガスを排出してもよい。すなわち、第２ガス流路、連通部材３、第１ガス流路の順で燃料ガスを流してもよい。

[0079] 変形例２

上記実施形態では、第1支持基板5aは複数の第1ガス流路53aを有しているが、第1ガス流路53aの数は1つでもよい。なお、この場合、第1ガス流路53aは扁平状であることが好ましい。

[0080] 変形例3

上記実施形態では、第1セル10a及び第2セル10bは、マニホールド4の長手方向（z軸方向）に並んでいるが、マニホールド4の幅方向（y軸方向）に並んでいてもよい。

[0081] 変形例4

上記実施形態では、連通部材3は多孔質であるが、連通部材3は金属によって構成されていてもよい。具体的には、連通部材3は、Fe-Cr合金、Ni基合金、又はMgO系セラミックス材料（第1及び第2支持基板5a、5bと同じ材料でも良い）などによって構成することができる。

[0082] 変形例5

上記実施形態では、連通部材3の流路30は空間によって構成されていたが、連通部材3の流路30の構成はこれに限定されない。例えば、図8に示すように、連通部材3の流路30は、連通部材3内に形成された複数の気孔によって構成することができる。

[0083] 変形例6

また、図9に示すように、第1発電素子部集合体201と、第2発電素子部集合体202とは、互いに並列に接続されてもよい。詳細には、互いに直列に接続された複数の第1発電素子部集合体201と、互いに直列に接続された複数の第2発電素子部集合体202とが、互いに並列に接続されている。

[0084] 変形例7

図10に示すように、第1発電素子部集合体201と、第2発電素子部集合体202とは、互いに並列に接続されてもよい。詳細には、互いに並列に接続された一組の第1及び第2発電素子部集合体201、202と、互いに並列に接続された別の組の第1及び第2発電素子部集合体201、202と

が、互いに直列に接続されている。

[0085] 変形例 8

図 10 に示した実施形態では、並列に接続された第 1 及び第 2 発電素子部集合体 201, 202 の数はそれぞれ 1 つであるが、例えば図 11 に示すように、並列に接続される第 1 及び第 2 発電素子部集合体 201, 202 の数を適宜変更することもできる。

[0086] 変形例 9

全ての第 1 セル 10a において第 1 発電素子部 21a と第 3 発電素子部 22a とが直列に接続されている必要は無く、一部の第 1 セル 10a において、第 1 発電素子部 21a と第 3 発電素子部 22a とが互いに直列に接続されていなくてもよい。なお、第 2 セル 10b においても同様である。

[0087] 変形例 10

上記実施形態では、第 1 発電素子部 21a と第 3 発電素子部 22a とが直列に接続されているとともに、第 2 発電素子部 21b と第 4 発電素子部 22b とが直列に接続されていたが、第 1～第 4 発電素子部 21a、22a、21b、22b の電氣的接続方法はこれに限定されない。

[0088] 例えば、図 12 に示すように、幅方向（y 軸方向）において隣り合う各第 1 及び第 2 セル 10a、10b において、第 1 支持基板 5a の第 1 主面 503a 上に支持される第 1 発電素子部 21a と、第 2 支持基板 5b の第 1 主面 503a 上に支持される第 2 発電素子部 21b とが、互いに直列に接続されていてもよい。例えば、第 1 支持基板 5a と第 2 支持基板 5b との間を延びる集電部材によって、第 1 発電素子部 21a と第 2 発電素子部 21b とが電氣的に接続される。この直列に接続された第 1 発電素子部 21a と第 2 発電素子部 21b とは、第 3 発電素子部集合体 203 を構成する。なお、この第 1 発電素子部 21a と第 2 発電素子部 21b とを接続する集電部材は、Fe-Cr 合金、又は白金などによって形成することができる。

[0089] また、幅方向（y 軸方向）において隣り合う各第 1 及び第 2 セル 10a、10b において、第 1 支持基板 5a の第 2 主面 504a 上に支持される第 3

発電素子部 2 2 a と、第 2 支持基板 5 b の第 2 主面 5 0 4 b 上に支持される第 4 発電素子部 2 2 b とが、互いに直列に接続されていてもよい。例えば、第 1 支持基板 5 a と第 2 支持基板 5 b との間を延びる集電部材によって、第 3 発電素子部 2 2 a と第 4 発電素子部 2 2 b とが電氣的に接続される。この直列に接続された第 3 発電素子部 2 2 a と第 4 発電素子部 2 2 b とは、第 4 発電素子部集合体 2 0 4 を構成する。なお、この第 3 発電素子部 2 2 a と第 4 発電素子部 2 2 b とを接続する集電部材は、F e - C r 合金、又は白金などによって形成することができる。

[0090] 第 3 発電素子部集合体 2 0 3 は、第 4 発電素子部集合体 2 0 4 と直列に接続されている。なお、この燃料電池スタック 1 0 0 は、複数の第 3 発電素子部集合体 2 0 3 と、複数の第 4 発電素子部集合体 2 0 4 と、を備えている。各第 3 発電素子部集合体 2 0 3 及び各第 4 発電素子部集合体 2 0 4 は、互いに直列に接続されている。なお、第 3 発電素子部集合体 2 0 3 と第 4 発電素子部集合体 2 0 4 とは、交互に接続されている。

[0091] 変形例 1 1

変形例 1 0 では、第 3 発電素子部集合体 2 0 3 と第 4 発電素子部集合体 2 0 4 とは、互いに直列に接続されているが、図 1 3 に示すように、第 3 発電素子部集合体 2 0 3 と、第 4 発電素子部集合体 2 0 4 とは、互いに並列に接続されてもよい。詳細には、互いに直列に接続された複数の第 3 発電素子部集合体 2 0 3 と、互いに直列に接続された複数の第 4 発電素子部集合体 2 0 4 とが、互いに並列に接続されている。

[0092] 変形例 1 2

変形例 1 1 では、第 3 発電素子部集合体 2 0 3 と第 4 発電素子部集合体 2 0 4 とが互いに並列に接続されているが、図 1 4 に示すように、各第 3 発電素子部集合体 2 0 3 が互いに並列に接続されていてもよい。また、各第 4 発電素子部集合体 2 0 4 も、互いに並列に接続されていてもよい。

[0093] 変形例 1 3

変形例 1 0 から変形例 1 2 において、全ての第 1 発電素子部 2 1 a が第 2

発電素子部 2 1 b と直列に接続されている必要は無く、一部の第 1 発電素子部 2 1 a が第 2 発電素子部 2 1 b と直列に接続されていなくてもよい。なお、同様に、一部の第 3 発電素子部 2 2 a が、第 4 発電素子部 2 2 b と直列に接続されていなくてもよい。

[0094] 変形例 1 4

図 1 5 に示すように、各第 1 支持基板 5 a は、第 2 主面 5 0 4 a において、第 3 発電素子部 2 2 a を支持していなくてもよい。この場合、各第 1 支持基板 5 a に支持された第 1 発電素子部 2 1 a は、隣り合う第 1 支持基板 5 a に支持された第 1 発電素子部 2 1 a と直列に接続されていてもよい。この直列に接続された複数の第 1 発電素子部 2 1 a は、第 5 発電素子部集合体 2 0 5 を構成する。

[0095] また、各第 2 支持基板 5 b は、第 2 主面 5 0 4 b において、第 4 発電素子部 2 2 b を支持していなくてもよい。この場合、各第 2 支持基板 5 b に支持された第 2 発電素子部 2 1 b は、隣り合う第 2 支持基板 2 b に支持された第 2 発電素子部 2 1 b と直列に接続されていてもよい。この直列に接続された複数の第 2 発電素子部 2 1 b は、第 6 発電素子部集合体 2 0 6 を構成する。第 5 発電素子部集合体 2 0 5 は、第 6 発電素子部集合体 2 0 6 と直列に接続されている。

[0096] 変形例 1 5

変形例 1 4 において、第 5 発電素子部集合体 2 0 5 と第 6 発電素子部集合体 2 0 6 とは互いに直列に接続されているが、図 1 6 に示すように、第 5 発電素子部集合体 2 0 5 と第 6 発電素子部集合体 2 0 6 とは互いに並列に接続されてもよい。

[0097] 変形例 1 6

変形例 1 5 において、第 5 発電素子部集合体 2 0 5 と第 6 発電素子部集合体 2 0 6 とは互いに並列に接続されているが、この接続方法はこれに限定されない。例えば、図 1 7 に示すように、並列に接続された第 5 及び第 6 発電

素子部集合体 205, 206 が、並列に接続された別の第 5 及び第 6 発電素子部集合体 205, 206 と直列に接続されていてもよい。なお、各発電素子部集合体 205, 206 に含まれる発電素子部の数は特に限定されない。

[0098] 変形例 1 7

変形例 1 4 から変形例 1 6 において、全ての第 1 発電素子部 21 a が互いに直列に接続されていなくてもよい。例えば、図 1 8 に示すように、複数の第 1 発電素子部 21 a のうち一部の第 1 発電素子部 21 a が、互いに直列に接続されて第 5 発電素子部集合体 205 を構成していてもよい。同様に、複数の第 2 発電素子部 21 b のうち一部の第 2 発電素子部 21 b が、互いに直列に接続されて第 6 発電素子部集合体 206 を構成していてもよい。

[0099] 変形例 1 8

図 1 9 に示すように、各第 1 発電素子部 21 a のうちの一の第 1 発電素子部 21 a は、各第 2 発電素子部 21 b のうちの一の第 2 発電素子部 21 b と、集電部材 12 を介して直列に接続されていてもよい。なお、集電部材 12 は、Fe-Cr 合金、又は白金などによって形成することができる。

[0100] 例えば、各第 1 発電素子部 21 a のうち最も近位側の第 1 発電素子部 21 a が、各第 2 発電素子部 21 b のうち最も近位側の第 2 発電素子部 21 b と直列に接続されていてもよい。また、各第 1 発電素子部 21 a のうち最も遠位側の第 1 発電素子部 21 a が、各第 2 発電素子部 21 b のうち最も遠位側の第 2 発電素子部 21 b と直列に接続されていてもよい。

[0101] 図 20 及び図 21 に示すように、上述したように電氣的に接続された各第 1 及び第 2 発電素子部 21 a、21 b は、隣り合う第 1 及び第 2 支持基板 5 a、5 b 上において電氣的に接続された各第 1 及び第 2 発電素子部 21 a、21 b と、直列に接続されてもよいし（図 20）、並列に接続されてもよい（図 21）し、直列及び並列を組み合わせで接続されてもよい。

[0102] 変形例 1 9

変形例 1 8 では、第 1 支持基板 5 a 上に配置された複数の第 1 発電素子部 21 a は互いに直列に接続されていたが、特にこれに限定されない。例えば

、図 22 に示すように、燃料電池スタック 100 は、一对の第 1 及び第 2 発電素子部 21 a、21 b からなる第 7 発電素子部集合体 207 を複数備えていてもよい。第 7 発電素子部集合体 207 を構成する一对の第 1 及び第 2 発電素子部 21 a、21 b は、集電部材 12 を介して互いに直列に接続されている。この各第 7 発電素子部集合体 207 は、互いに直列に接続されている。また、図 23 に示すように、各第 7 発電素子部集合体 207 は、互いに並列に接続されている。

[0103] 変形例 20

変形例 18、19 において、全ての第 1 発電素子部 21 a が、第 2 発電素子部 21 b と直列に接続されている必要は無く、一部の第 1 発電素子部 21 a が第 2 発電素子部 21 b と直列に接続されていなくてもよい。

[0104] 変形例 21

上記実施形態と各変形例とを適宜組み合わせることも可能である。

[0105] 変形例 22

上記実施形態及び各変形例における電流の流れ方向は特に限定されるものではなく、上記実施形態及び各変形例の図 7、及び 9～23 において矢印で示した電流の流れは逆方向であってもよい。

[0106] 変形例 23

上記実施形態及び各変形例では、第 1 及び第 2 セル 10 a、10 b は、横縞型であるが、縦縞型であってもよい。また、第 1 及び第 2 セル 10 a、10 b は、円筒平板型であるが、円筒型であってもよい。

[0107] 変形例 24

上記実施形態及び各変形例では、各支持基板 5 a、5 b の各主面 503 a、504 a、503 b、504 b に複数の発電素子部 21 a、22 a、21 b、22 b が形成されているが、各発電素子部 21 a、22 a、21 b、22 b の数はこれに限定されない。例えば、各主面 503 a、504 a、503 b、504 b 上に形成される各発電素子部 21 a、22 a、21 b、22 b の数は 1 つであってもよい。

## 請求の範囲

- [請求項1]           前記第1発電素子部を支持する第1基板本体部、前記第1基板本体部を覆う第1緻密層、及び近位端部から遠位端部まで延びる第1ガス流路、を有する第1支持基板と、
- 前記第1支持基板の第1主面に支持される第1発電素子部と、
- 前記第2発電素子部を支持する第2基板本体部、前記第2基板本体部を覆う第2緻密層、及び前記近位端部から遠位端部まで延びる第2ガス流路、を有する第2支持基板と、
- 前記第2支持基板の第1主面に支持される第2発電素子部と、
- 前記第1支持基板の遠位端部と前記第2支持基板の遠位端部とに亘って延び、前記第1ガス流路と前記第2ガス流路とを連通させる連通部材と、
- を備える、燃料電池スタック。
- [請求項2]           前記第1支持基板の第2主面に支持され、前記第1発電素子部と直列に接続される第3発電素子部と、
- 前記第2支持基板の第2主面に支持され、前記第2発電素子部と直列に接続される第4発電素子部と、
- をさらに備える、請求項1に記載の燃料電池スタック。
- [請求項3]           前記第1発電素子部及び前記第3発電素子部からなる第1発電素子部集合体は、前記第2発電素子部及び前記第4発電素子部からなる第2発電素子部集合体と直列に接続される、
- 請求項2に記載の燃料電池スタック。
- [請求項4]           前記第1発電素子部及び前記第3発電素子部からなる第1発電素子部集合体は、前記第2発電素子部及び前記第4発電素子部からなる第2発電素子部集合体と並列に接続される、

請求項 2 に記載の燃料電池スタック。

[請求項5]           前記第 1 支持基板の第 2 主面に支持される第 3 発電素子部と、  
前記第 2 支持基板の第 2 主面に支持される第 4 発電素子部と、  
をさらに備え、  
前記第 1 発電素子部は、前記第 2 発電素子部と直列に接続され、  
前記第 3 発電素子部は、前記第 4 発電素子部と直列に接続される、  
請求項 1 に記載の燃料電池スタック。

[請求項6]           前記第 1 発電素子部及び前記第 2 発電素子部からなる第 3 発電素子  
部集合体は、前記第 3 発電素子部及び前記第 4 発電素子部からなる第  
4 発電素子部集合体と直列に接続される、  
請求項 5 に記載の燃料電池スタック。

[請求項7]           前記第 1 発電素子部及び前記第 2 発電素子部からなる第 3 発電素子  
部集合体は、前記第 3 発電素子部及び前記第 4 発電素子部からなる第  
4 発電素子部集合体と並列に接続される、  
請求項 5 に記載の燃料電池スタック。

[請求項8]           当該燃料電池スタックは、複数の前記第 1 発電素子部と、複数の前  
記第 2 発電素子部と、複数の前記第 3 発電素子部と、複数の前記第 4  
発電素子部と、を備え、  
前記各第 1 及び第 3 発電素子部は、前記第 1 支持基板の長手方向に  
沿って間隔をあけて配置されており、  
前記各第 2 及び第 4 発電素子部は、前記第 2 支持基板の長手方向に  
沿って間隔をあけて配置される、  
請求項 2 から 7 のいずれかに記載の燃料電池スタック。

- [請求項9] 前記各第1発電素子部は、互いに直列に接続され、  
前記各第2発電素子部は、互いに直列に接続され、  
前記各第3発電素子部は、互いに直列に接続され、  
前記各第4発電素子部は、互いに直列に接続される、  
請求項8に記載の燃料電池スタック。
- [請求項10] 当該燃料電池スタックは、  
互いに間隔をあけて配置される複数の前記第1支持基板と、  
前記各第1支持基板に支持され、互いに直列に接続される複数の前記第1発電素子部と、  
互いに間隔をあけて配置される複数の前記第2支持基板と、  
前記各第2支持基板に支持され、互いに直列に接続される複数の前記第2発電素子部と、  
を備える、請求項1に記載の燃料電池スタック。
- [請求項11] 前記複数の第1発電素子部からなる第5発電素子部集合体は、前記複数の第2発電素子部からなる第6発電素子部集合体と直列に接続される、  
請求項10に記載の燃料電池スタック。
- [請求項12] 前記複数の第1発電素子部からなる第5発電素子部集合体は、前記複数の第2発電素子部からなる第6発電素子部集合体と並列に接続される、  
請求項10に記載の燃料電池スタック。
- [請求項13] 前記各第1支持基板は、前記第1支持基板の長手方向に沿って間隔をあけて配置された複数の前記第1発電素子部を支持し、  
前記各第2支持基板は、前記第2支持基板の長手方向に沿って間隔

をあけて配置された複数の前記第2発電素子部を支持する、  
請求項10から12のいずれかに記載の燃料電池スタック。

[請求項14] 前記各第1支持基板上において、前記各第1発電素子部は、互いに直列に接続され、

前記各第2支持基板上において、前記各第2発電素子部は、互いに直列に接続される、

請求項13に記載の燃料電池スタック。

[請求項15] 前記第1発電素子部は、前記第2発電素子部と直列に接続される、  
請求項1に記載の燃料電池スタック。

[請求項16] 当該燃料電池スタックは、

前記第1支持基板の長手方向に沿って互いに間隔をあけて配置される複数の前記第1発電素子部と、

前記第2支持基板の長手方向に沿って互いに間隔をあけて配置される複数の前記第2発電素子部と、

を備える、請求項15に記載の燃料電池スタック。

[請求項17] 前記各第1発電素子部は、互いに直列に接続され、

前記各第2発電素子部は、互いに直列に接続され、

前記各第1発電素子部のうちの第1発電素子部は、前記各第2発電素子部のうちの第2発電素子部と直列に接続される、

請求項16に記載の燃料電池スタック。

[請求項18] 当該燃料電池スタックは、複数の第7発電素子部集合体を備え、

前記各第7発電素子部集合体は、互いに直列に接続される一対の第1及び第2発電素子部から構成される、

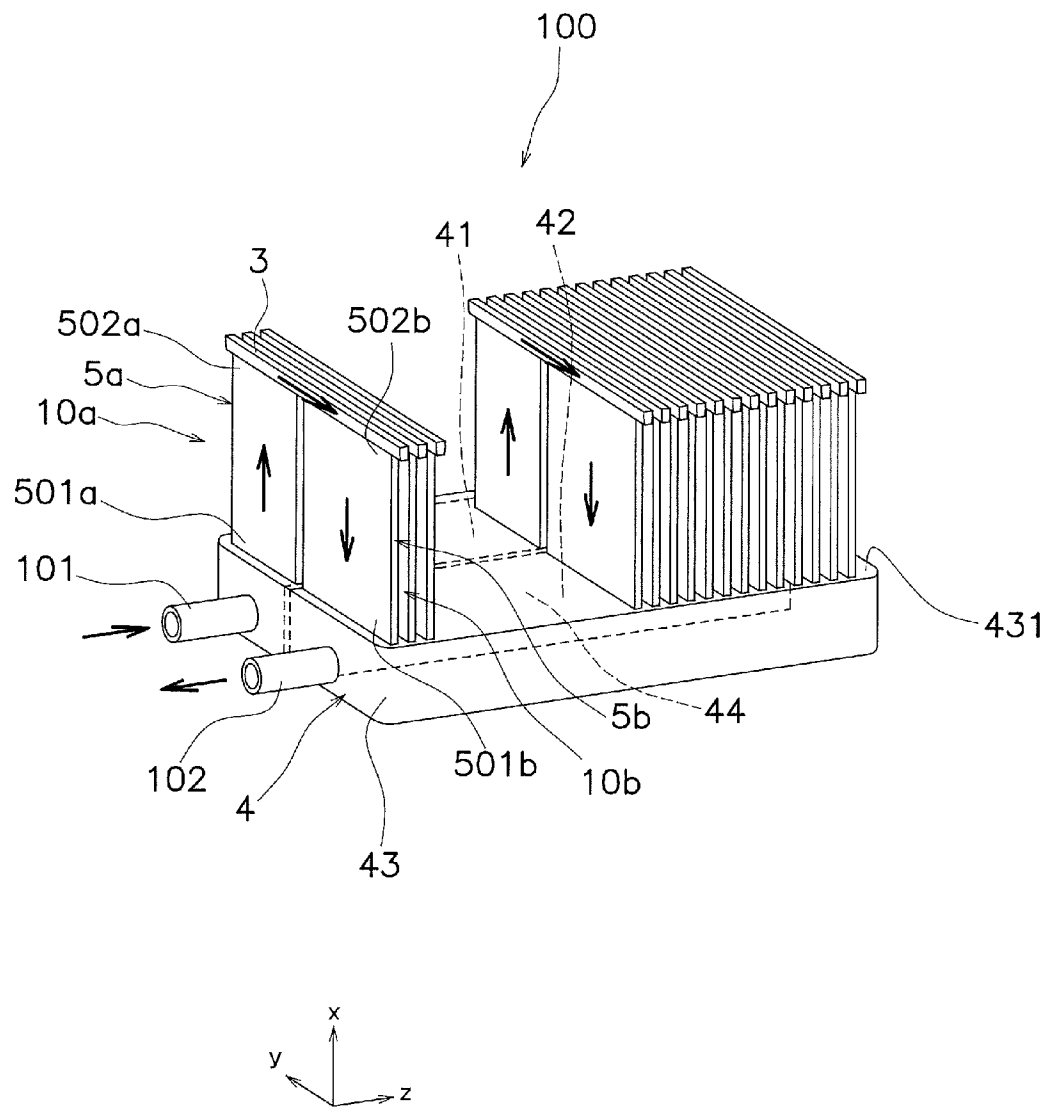
請求項 1 6 に記載の燃料電池スタック。

[請求項19] 前記各第 7 発電素子部集合体は、互いに直列に接続される、  
請求項 1 8 に記載の燃料電池スタック。

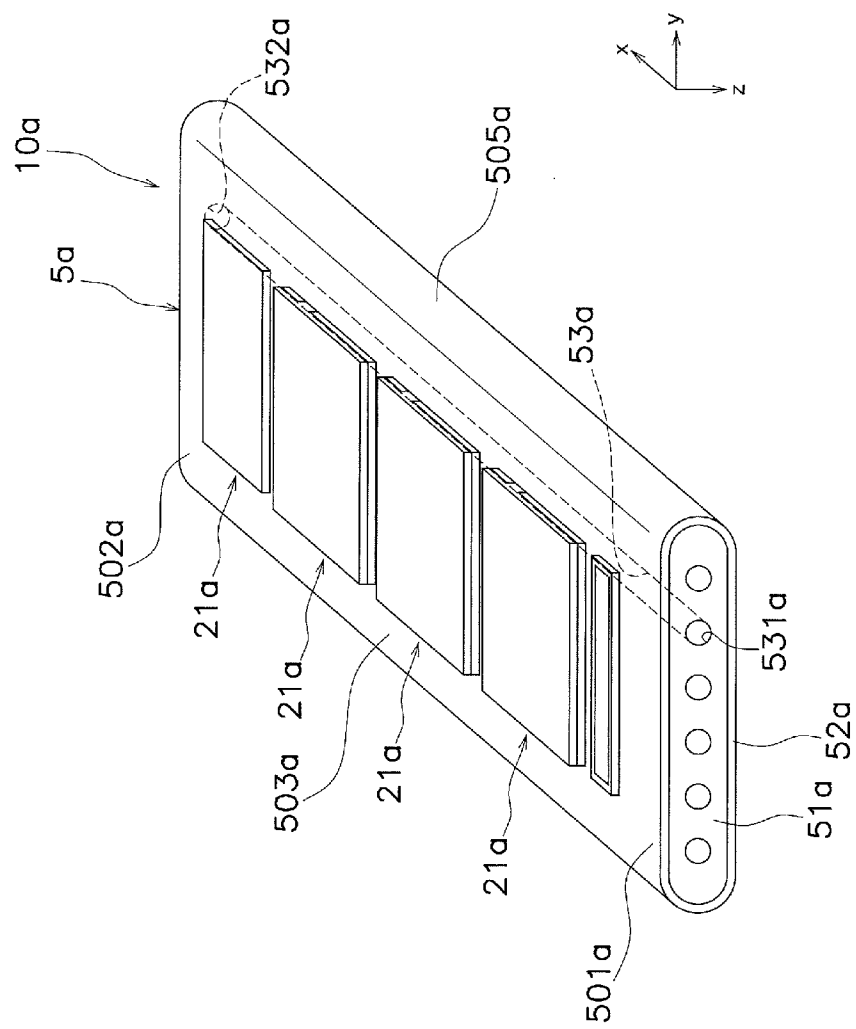
[請求項20] 前記各第 7 発電素子部集合体は、互いに並列に接続される、  
請求項 1 8 に記載の燃料電池スタック。

[請求項21] 前記第 1 支持基板及び前記第 2 支持基板は、前記第 1 支持基板の側面と前記第 2 支持基板の側面とが対向するように配置される、  
請求項 1 から 2 0 のいずれかに記載の燃料電池スタック。

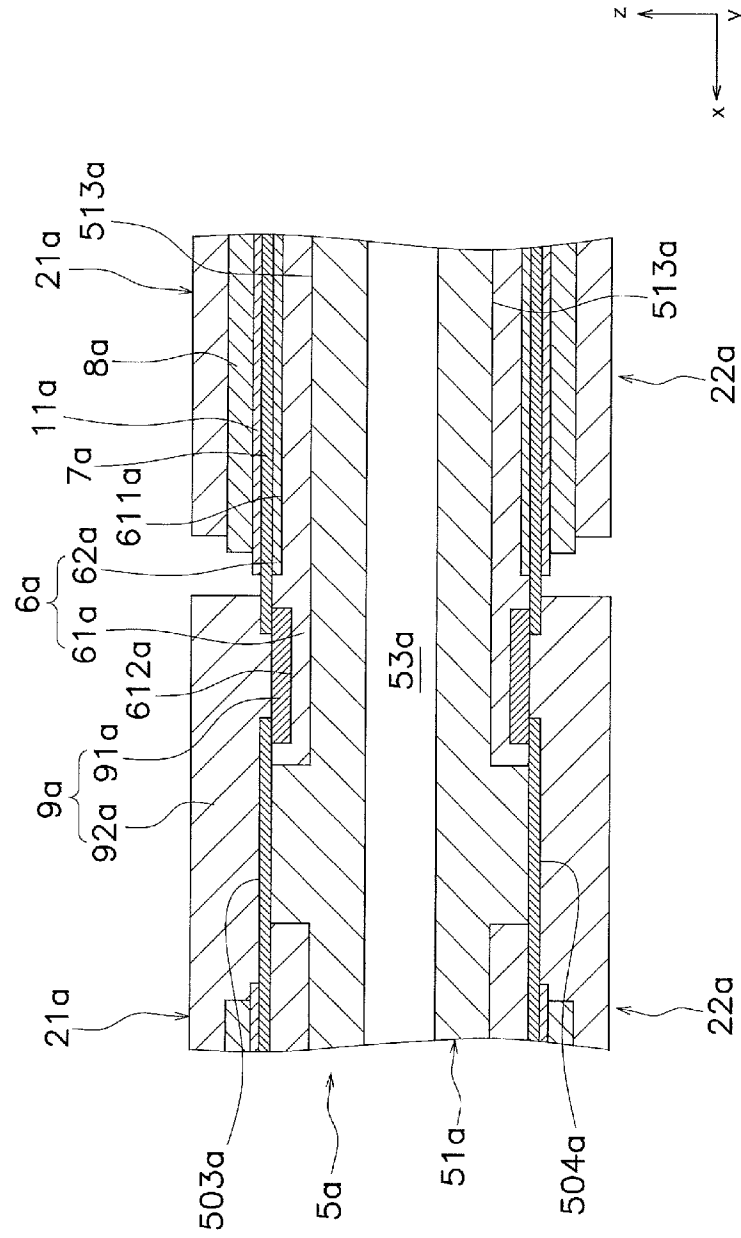
[図1]



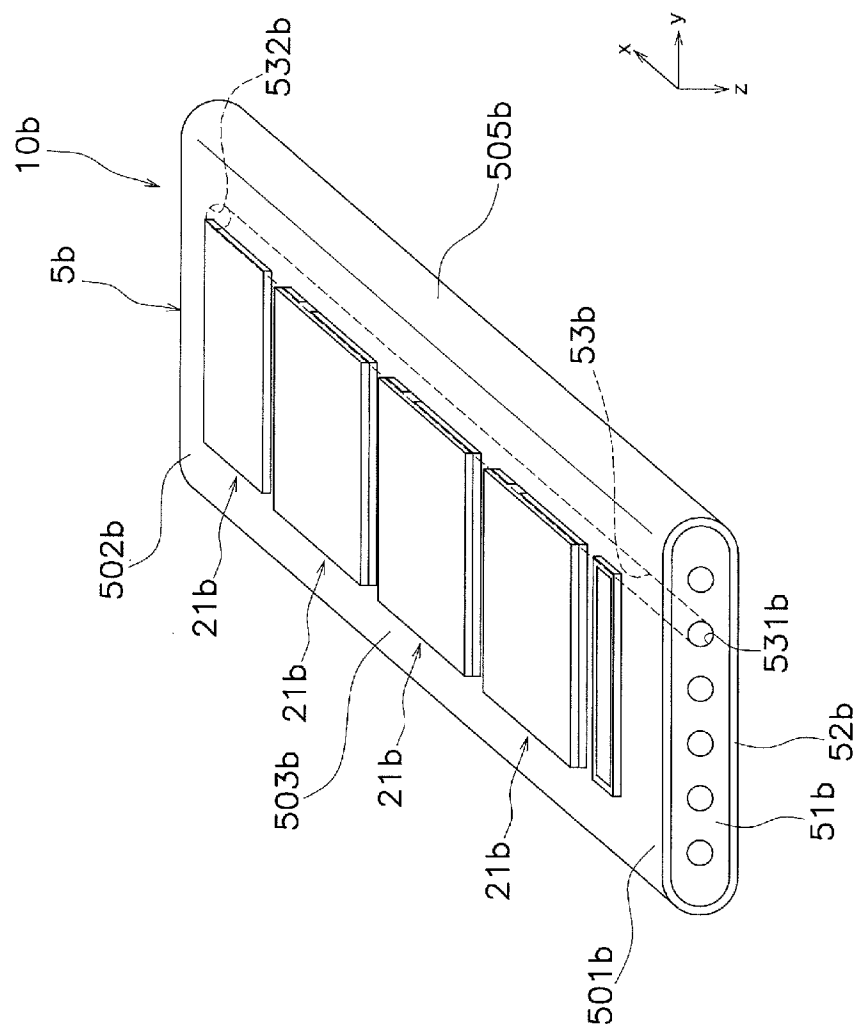
[図2]



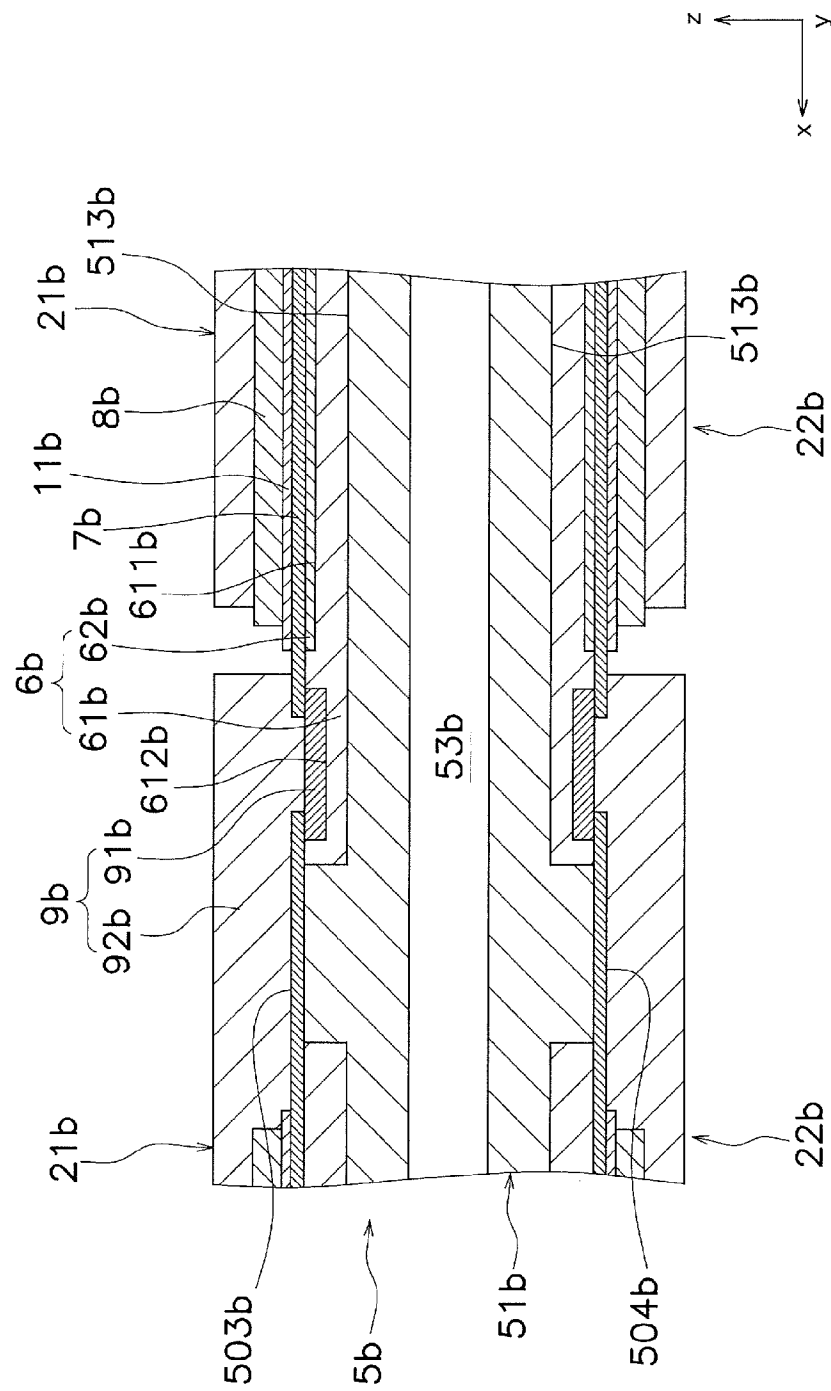
[図3]



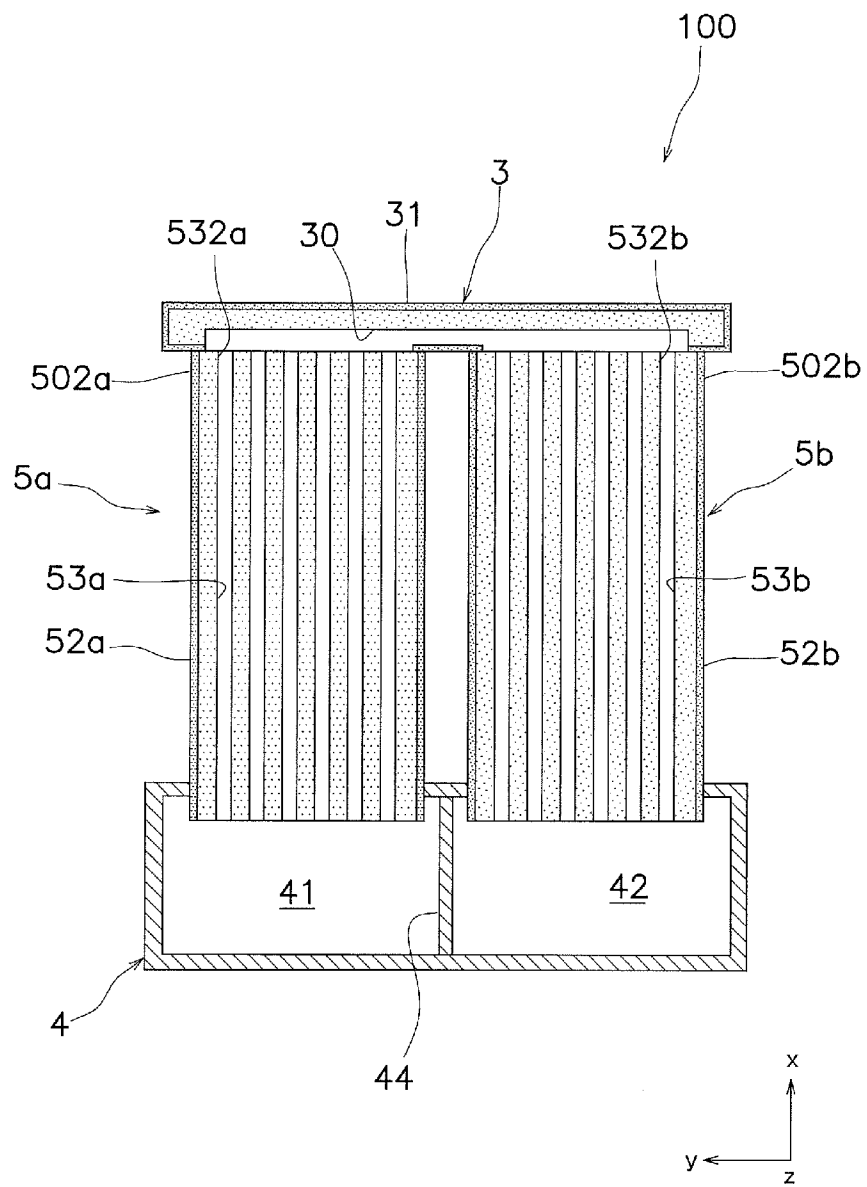
[図4]



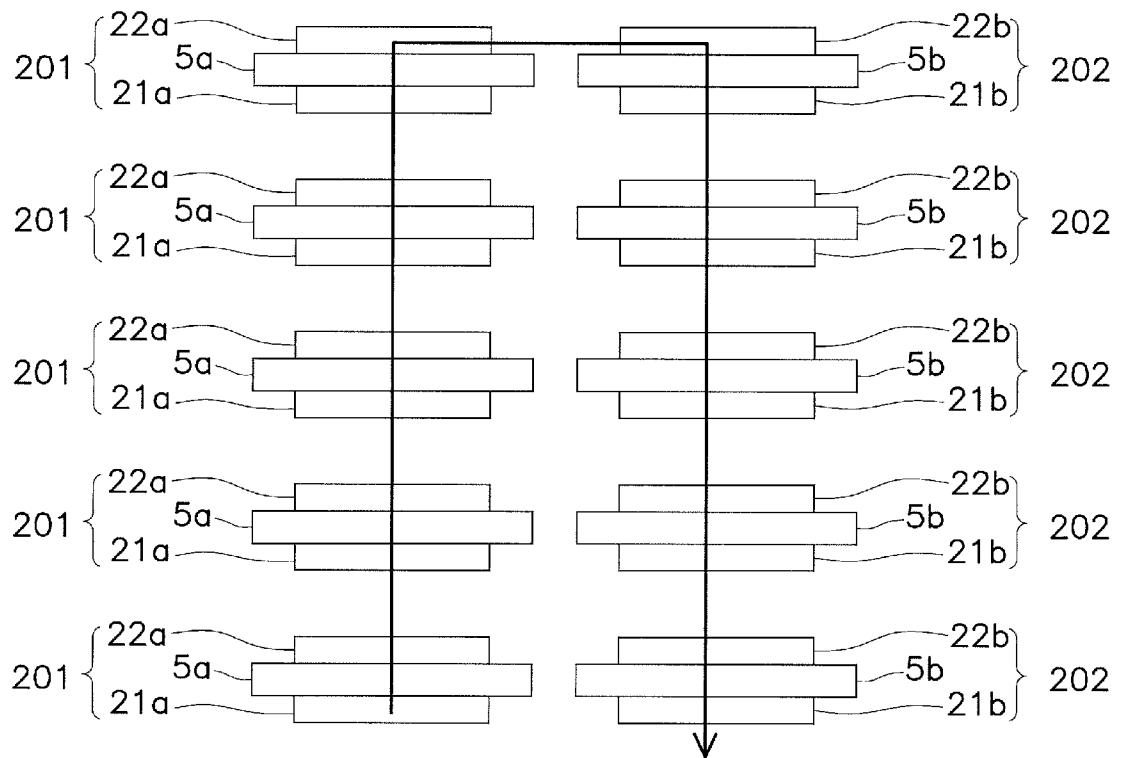
[図5]



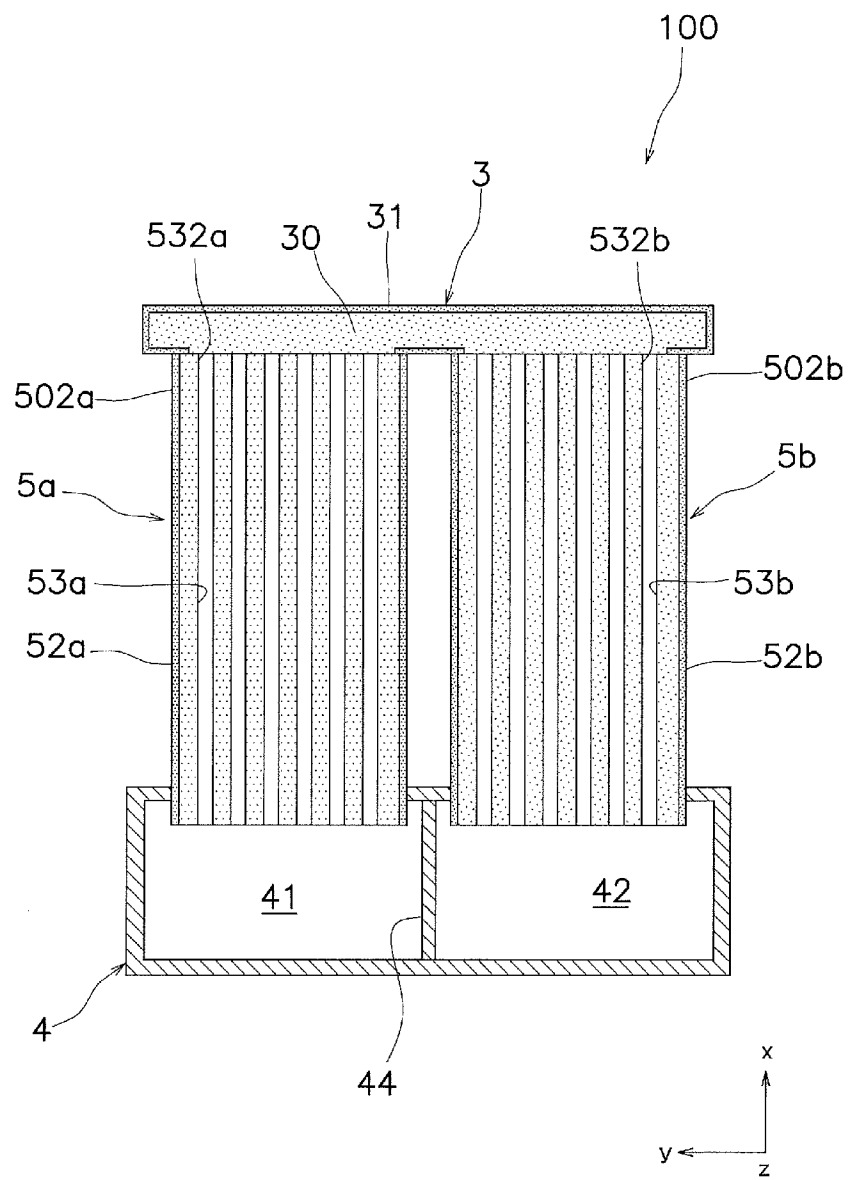
[図6]



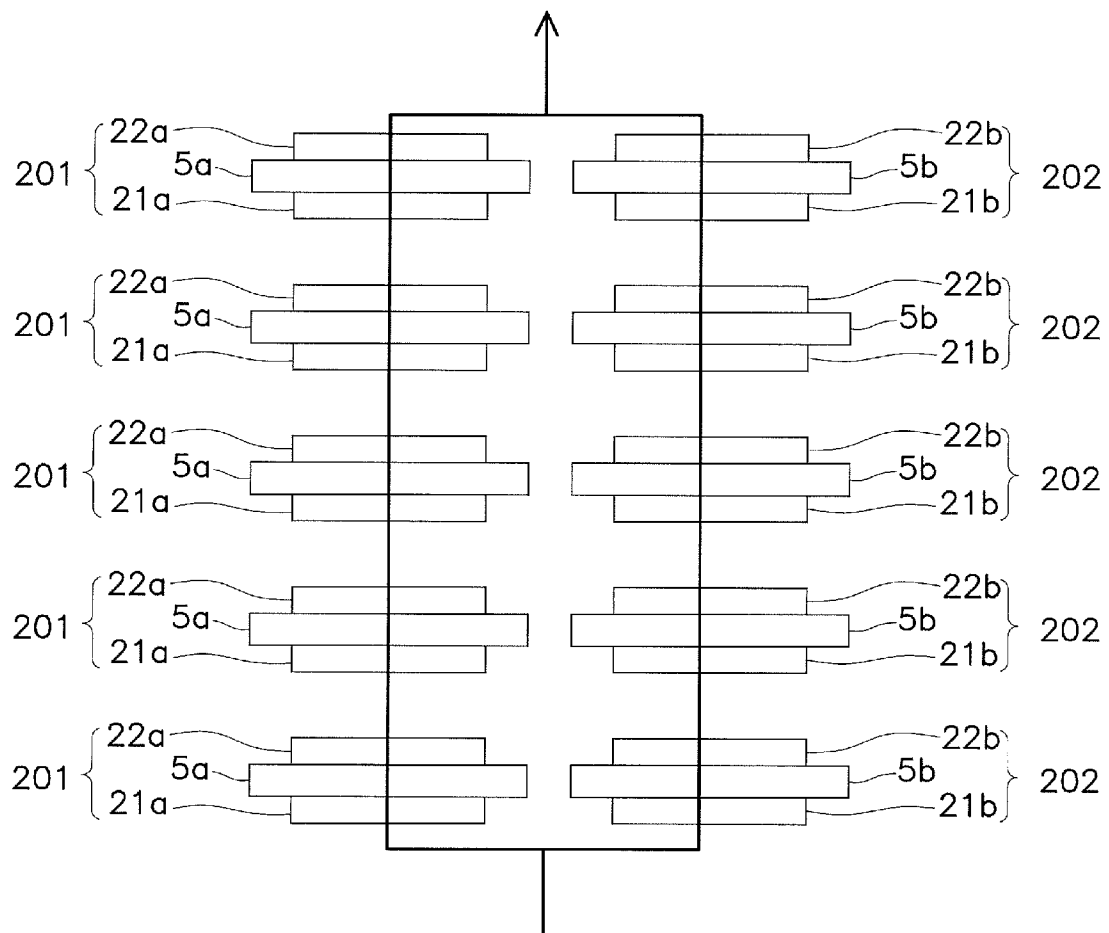
[図7]



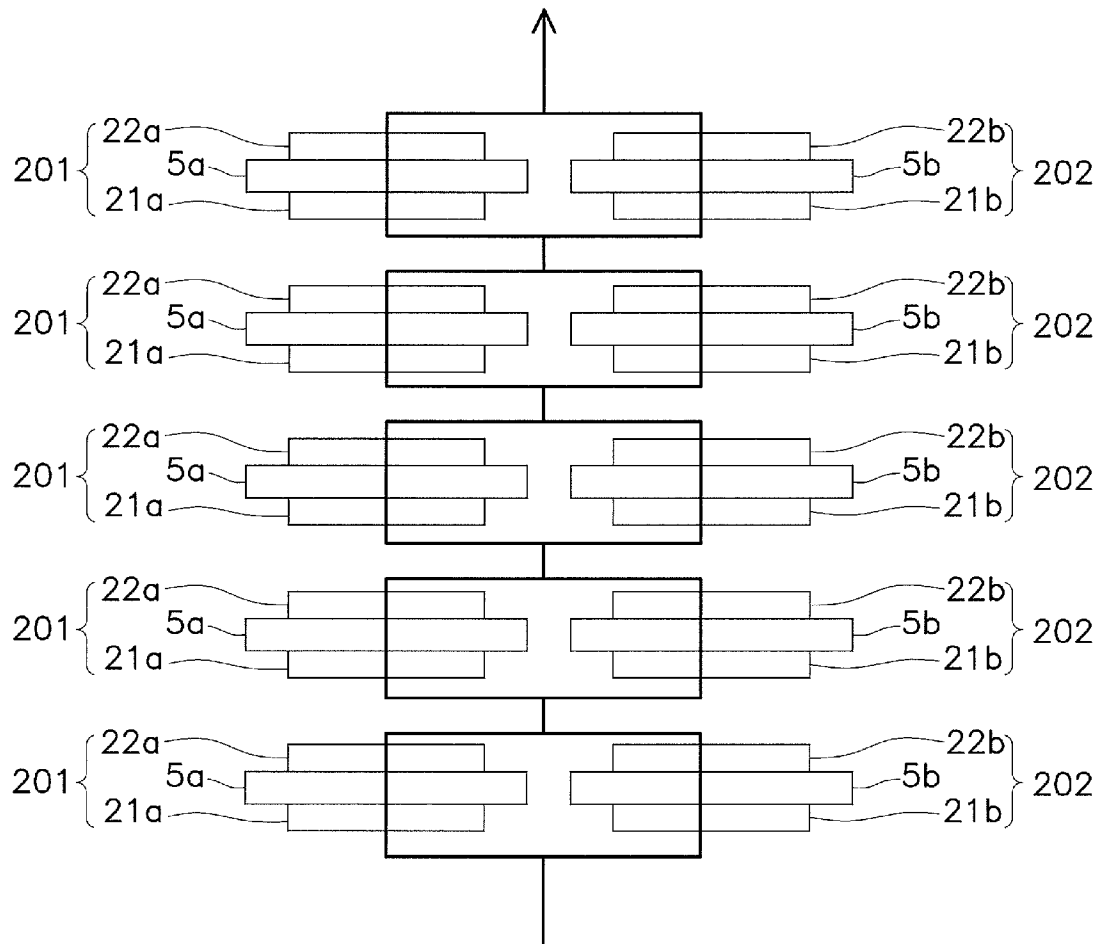
[図8]



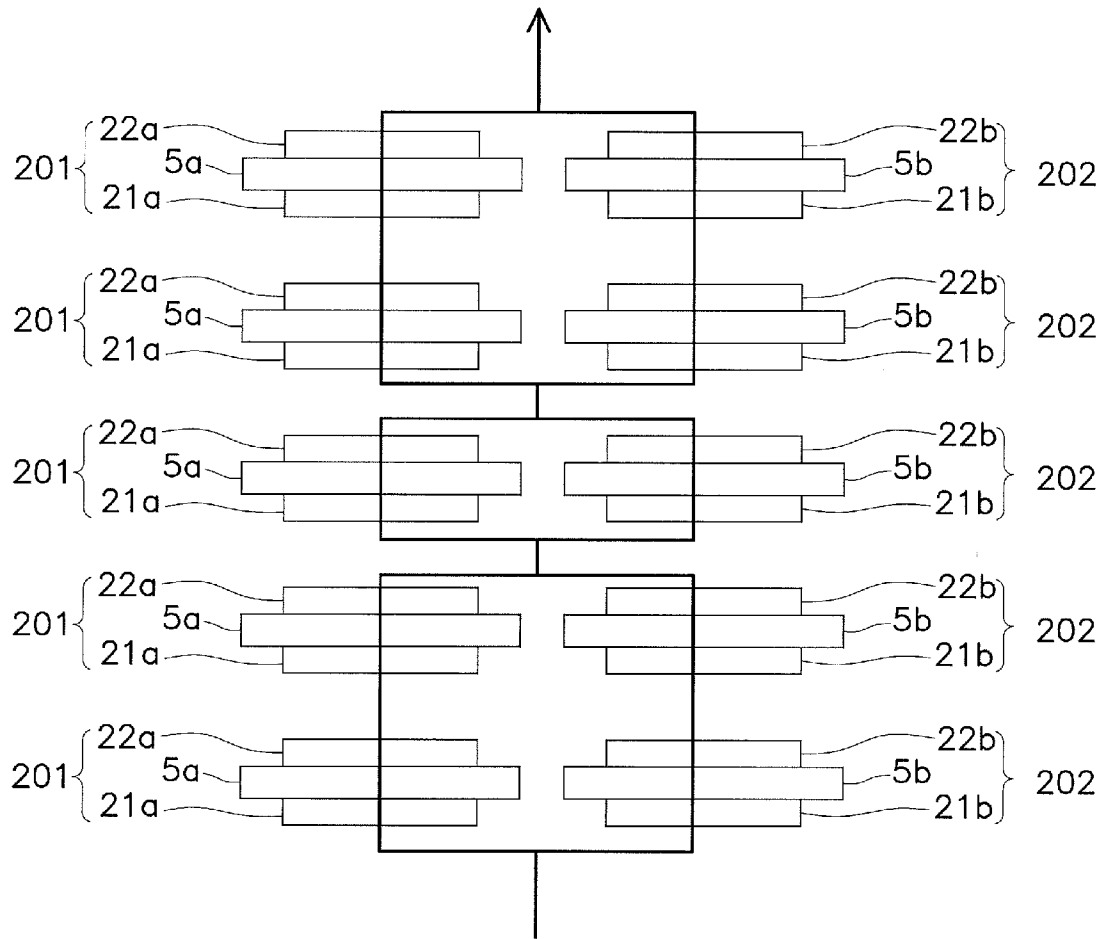
[図9]



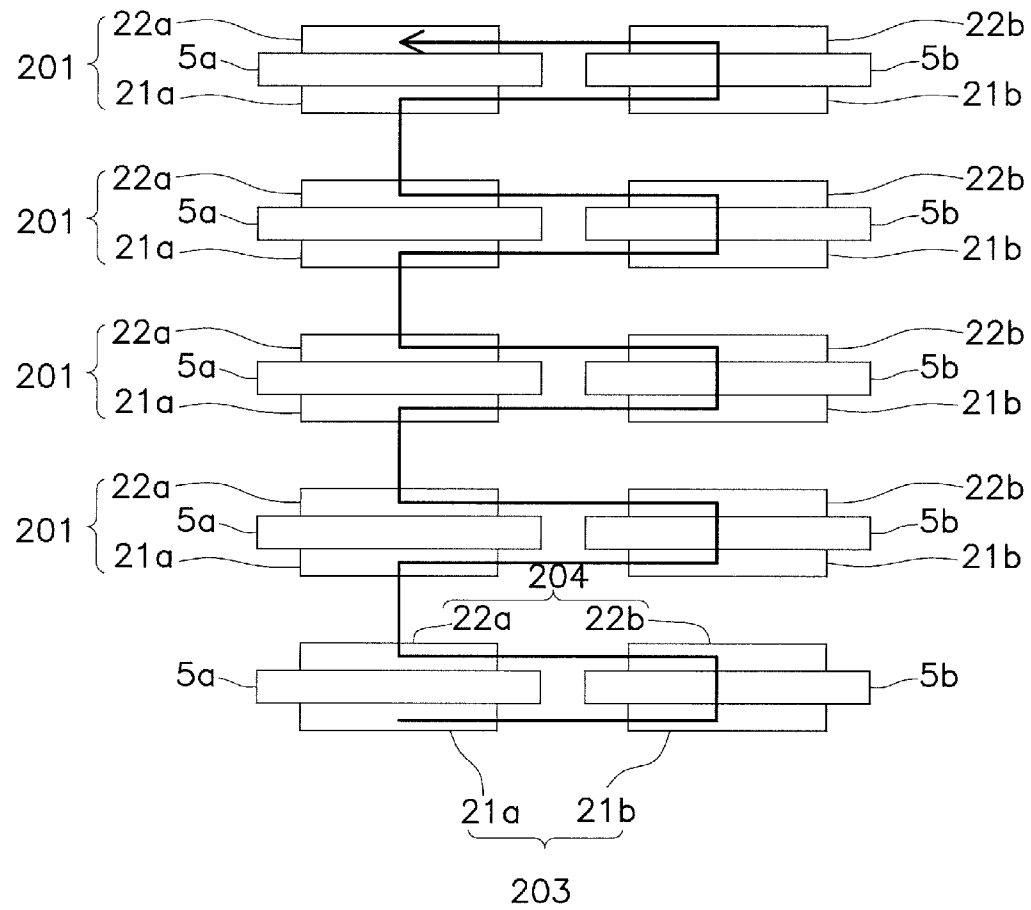
[図10]



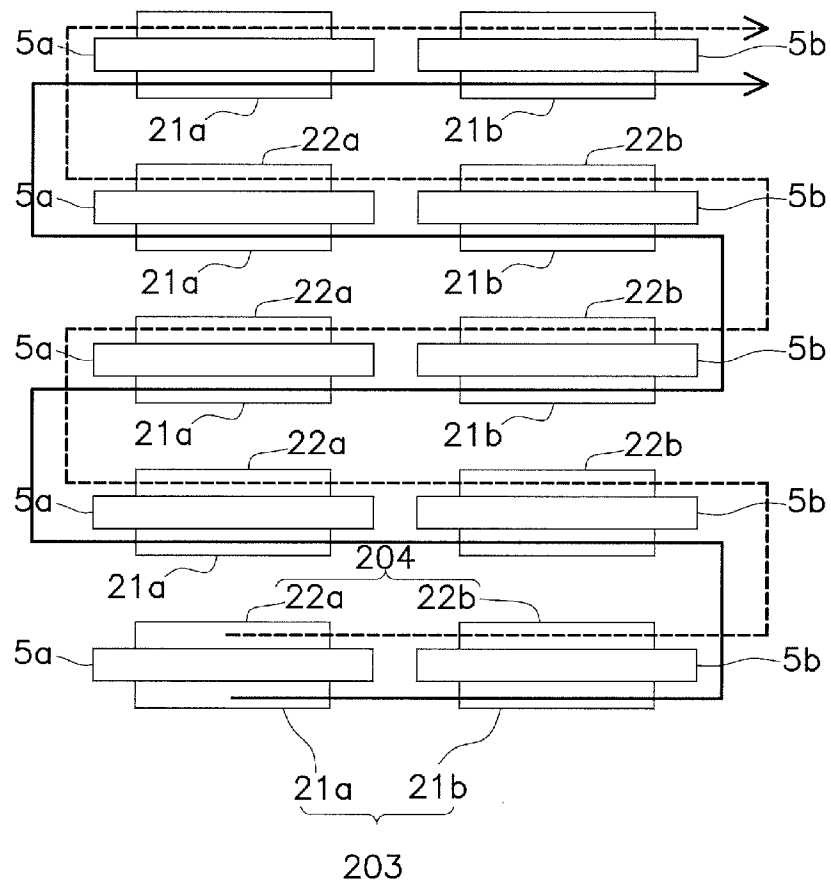
[図11]



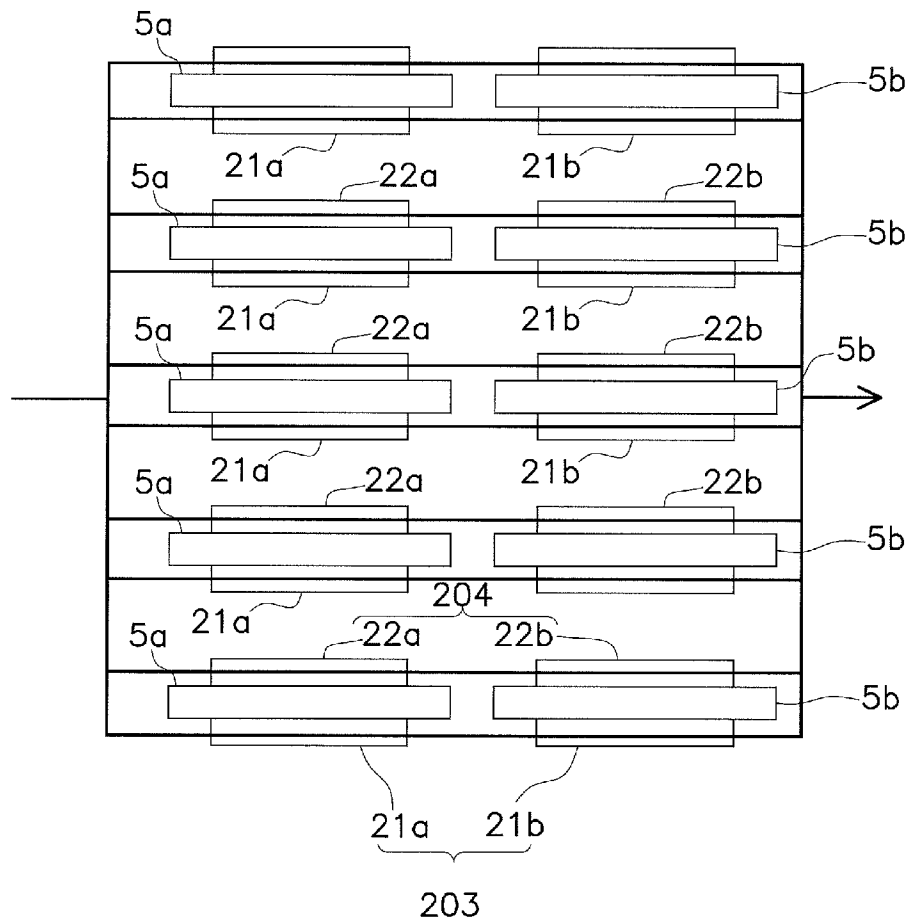
[図12]



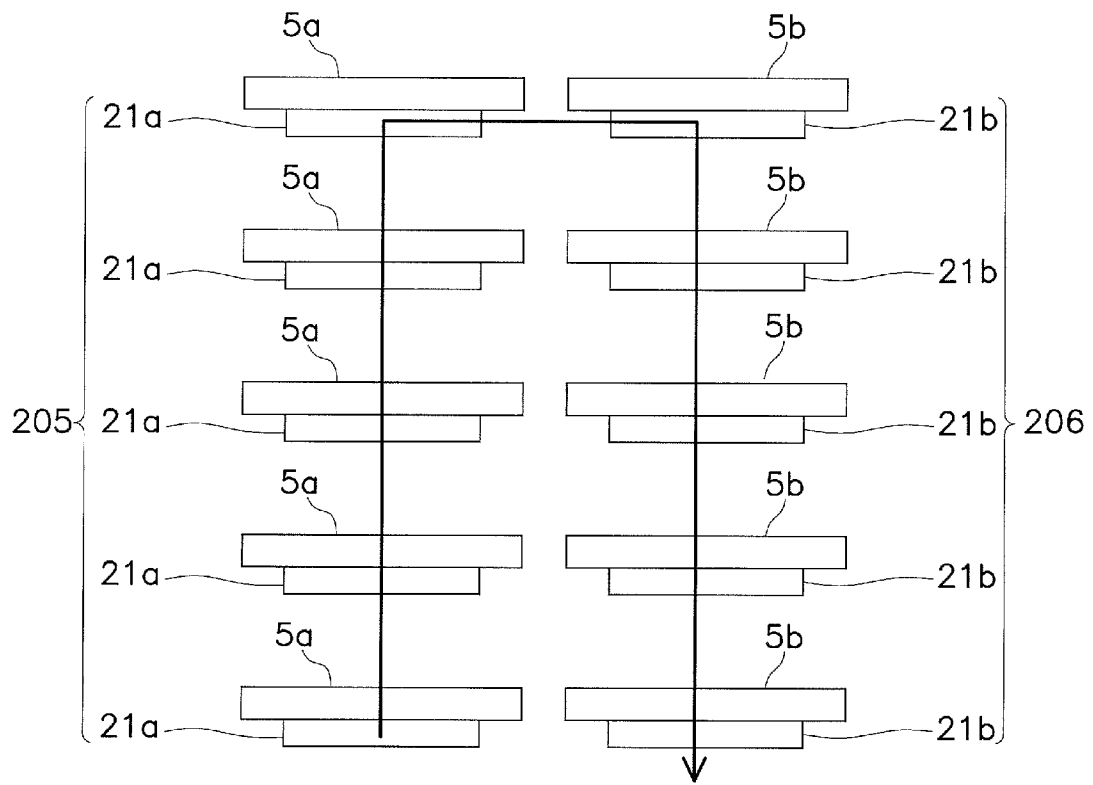
[図13]



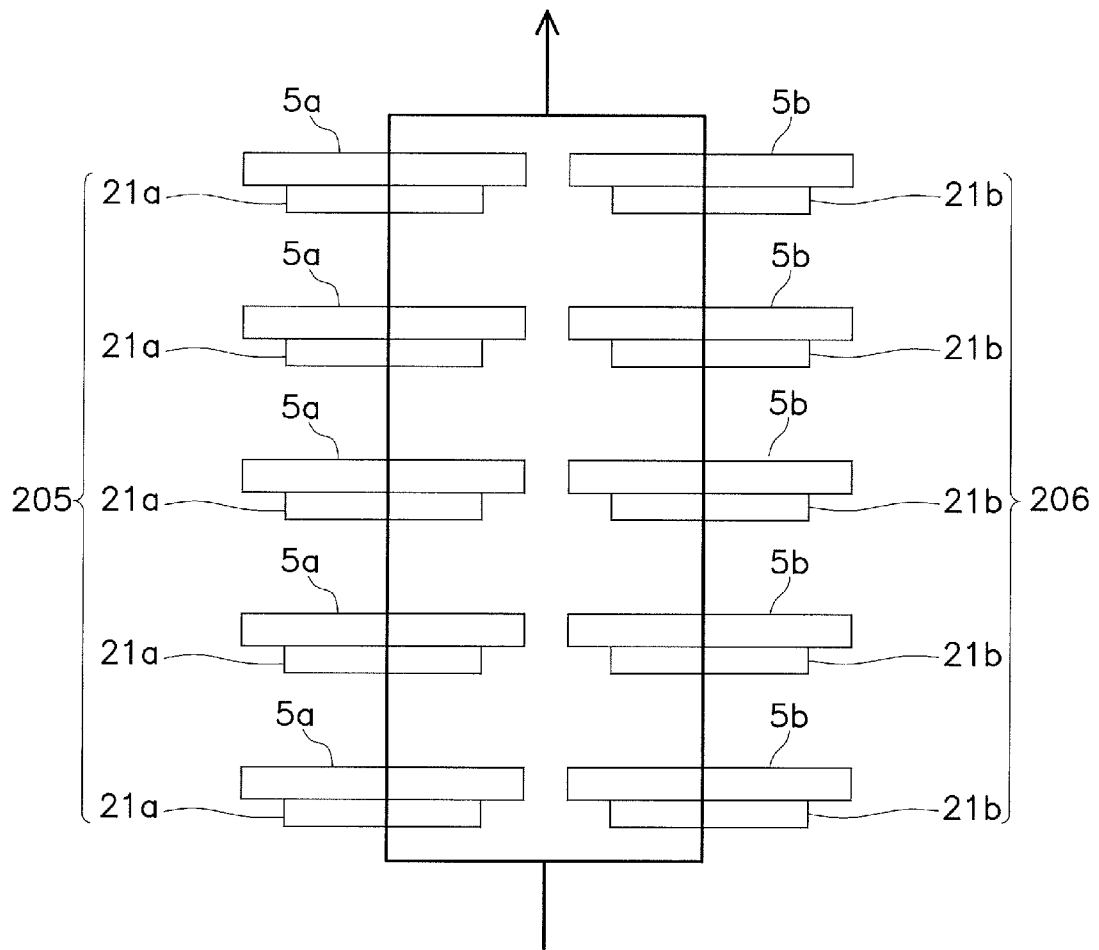
[図14]



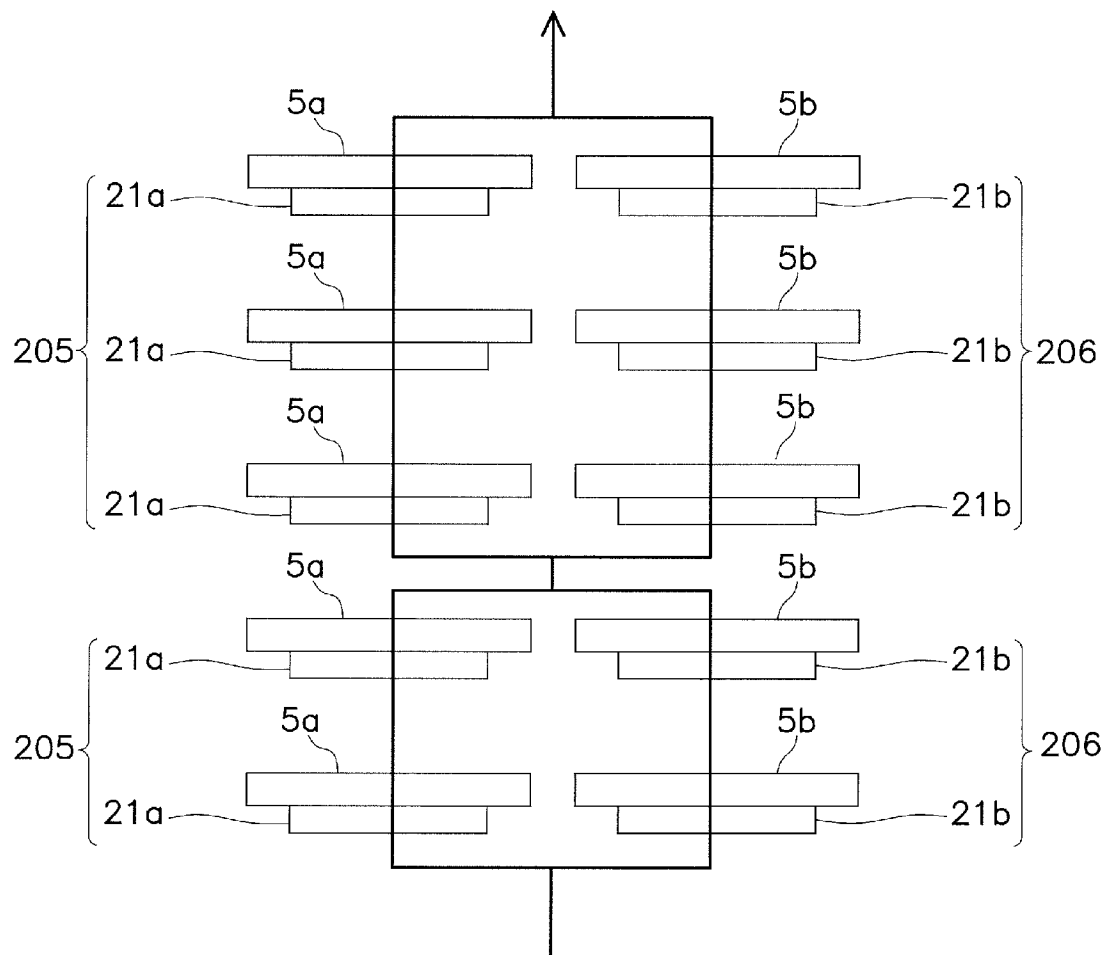
[図15]



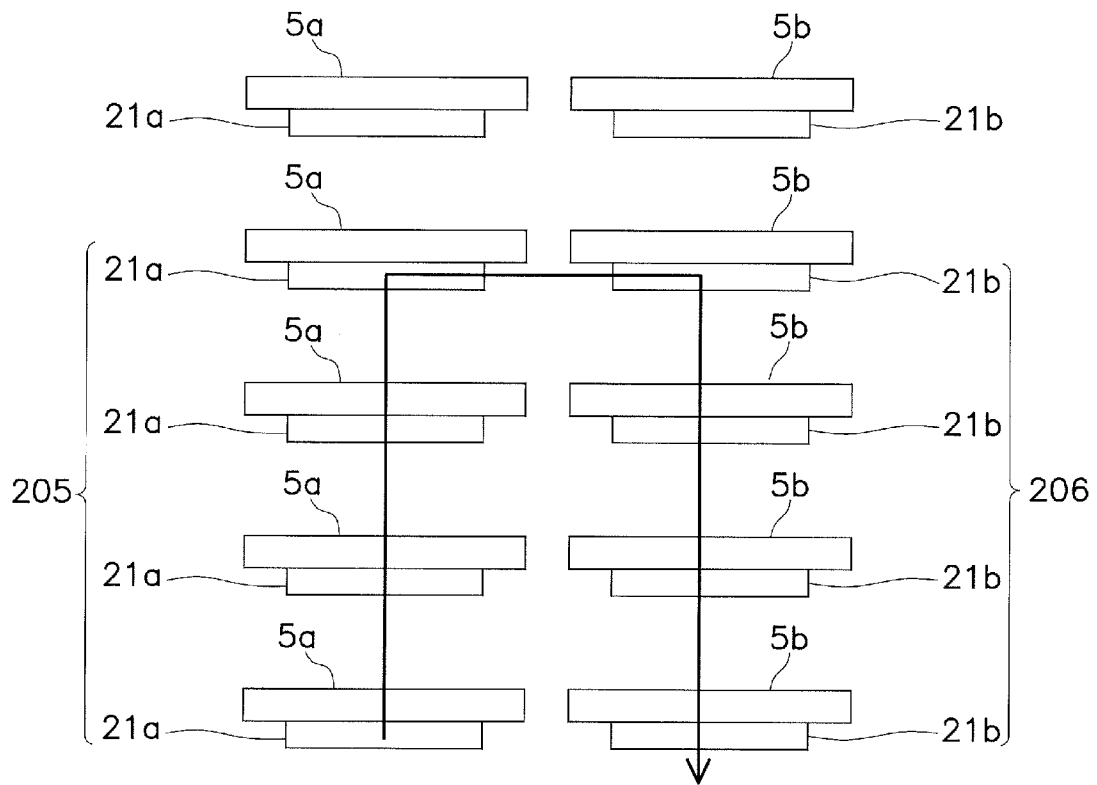
[図16]



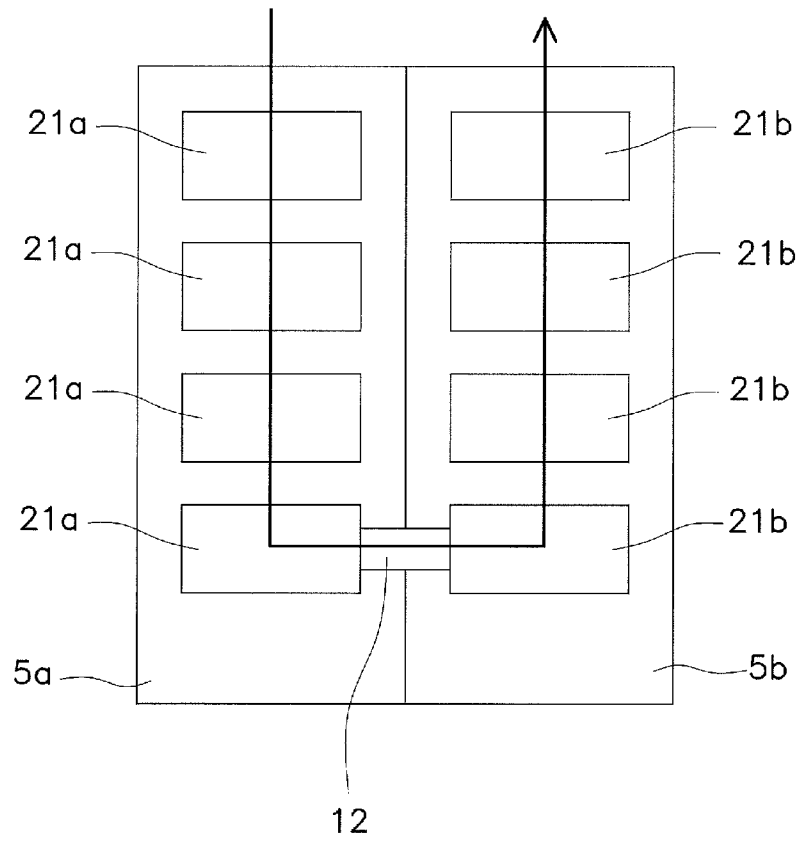
[図17]



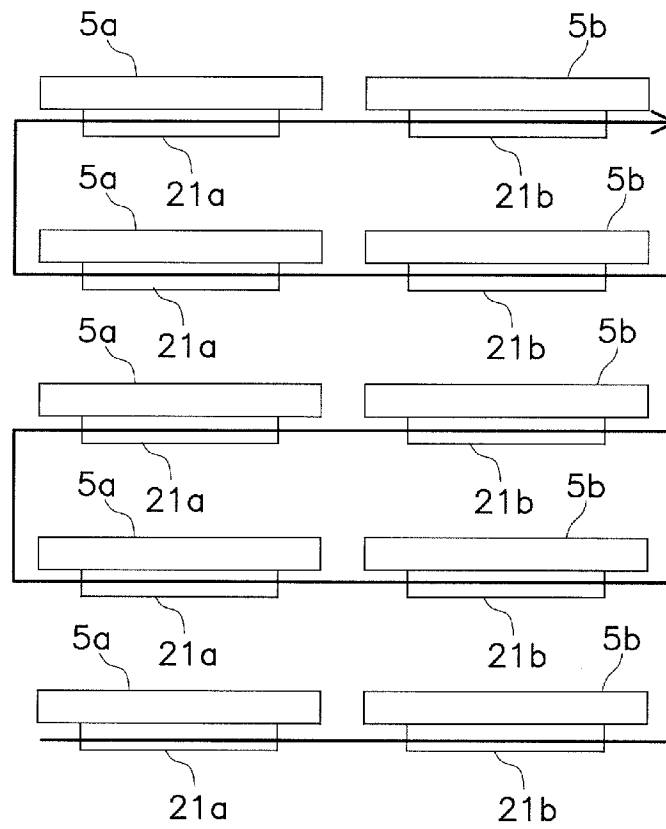
[図18]



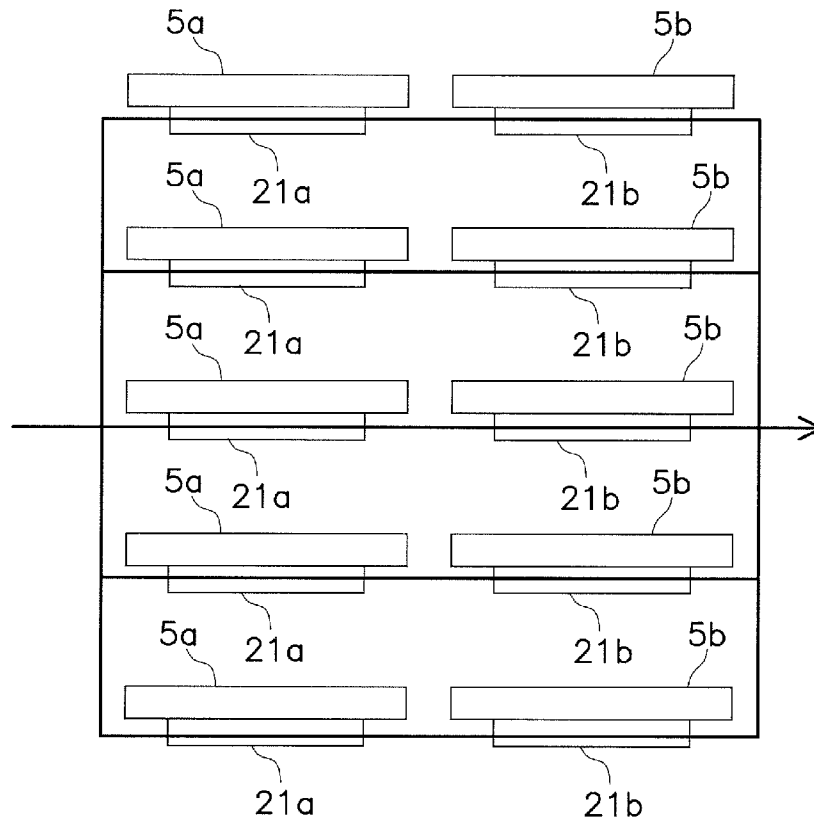
[図19]



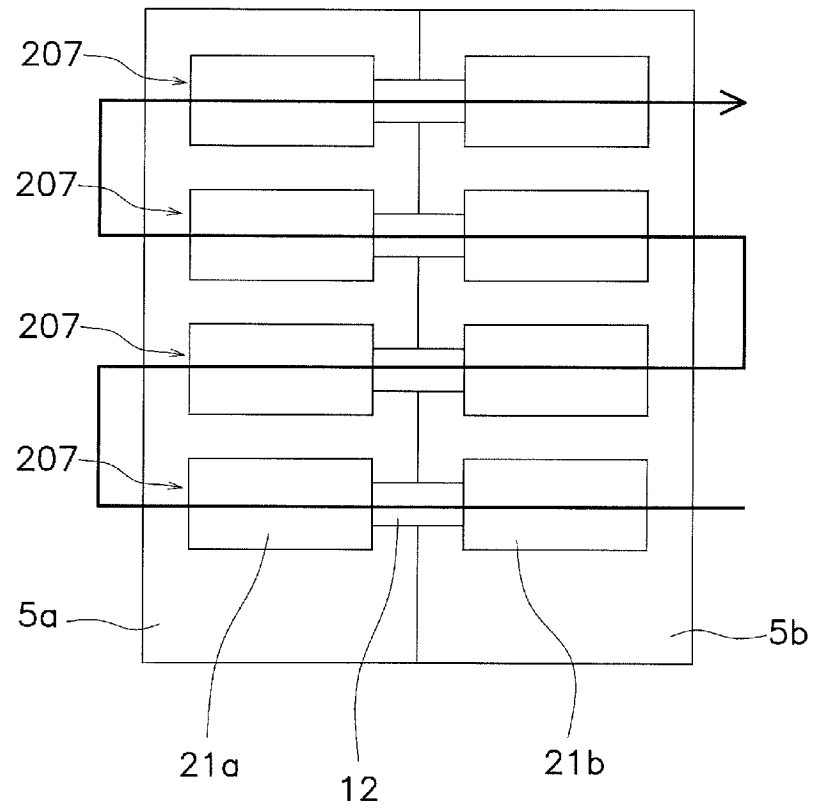
[図20]



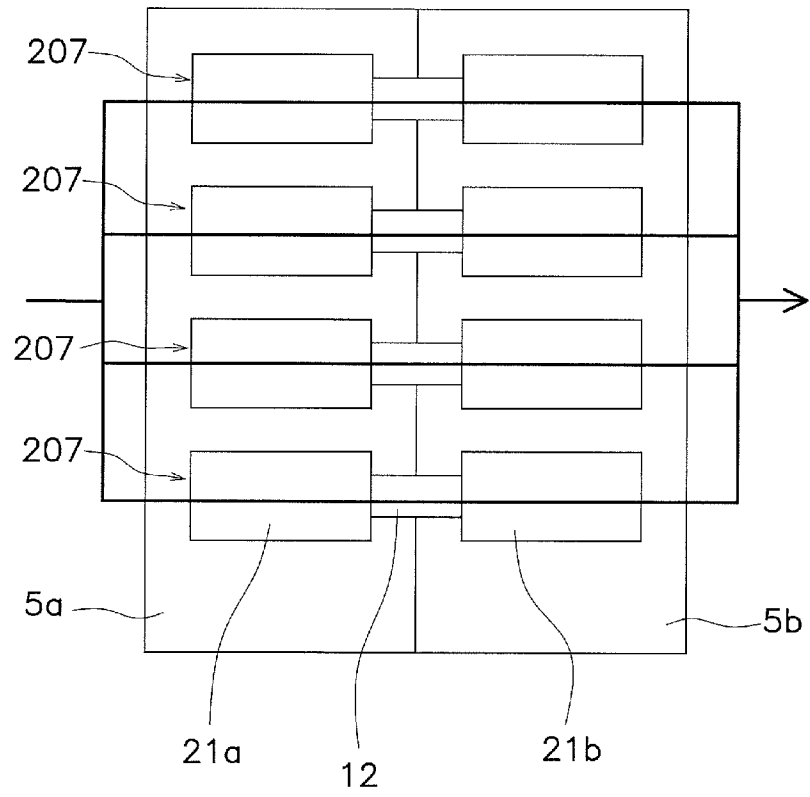
[図21]



[図22]



[図23]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/069246

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M8/24(2016.01)i, H01M8/02(2016.01)i, H01M8/2484(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)

H01M8/24, H01M8/02, H01M8/2484, 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. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2015-53186 A (Toshiba Corp.),<br>19 March 2015 (19.03.2015),<br>claim 1; paragraphs [0024], [0034]; fig. 2, 3<br>(Family: none)                                 | 1-21                  |
| A         | JP 6-310165 A (Mitsubishi Heavy Industries,<br>Ltd.),<br>04 November 1994 (04.11.1994),<br>claim 1; paragraphs [0011], [0019]; fig. 1, 2<br>(Family: none)         | 1-21                  |
| A         | JP 2007-335213 A (Kawamura Electric Inc.),<br>27 December 2007 (27.12.2007),<br>claim 1; paragraphs [0010], [0014] to [0017];<br>fig. 1(a), 2(b)<br>(Family: none) | 1-21                  |

☒ 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  
20 September 2016 (20.09.16)

Date of mailing of the international search report  
27 September 2016 (27.09.16)

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/JP2016/069246

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                             | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2011-60747 A (Samsung Electro-Mechanics Co., Ltd.),<br>24 March 2011 (24.03.2011),<br>claims 6, 7; paragraphs [0042] to [0048]; fig. 14 to 17<br>& US 2011/0065022 A1<br>claims 6, 7; paragraphs [0069] to [0076]; fig. 14 to 17            | 1-21                  |
| A         | JP 2008-66296 A (NGK Insulators, Ltd.),<br>21 March 2008 (21.03.2008),<br>claim 1; paragraphs [0023], [0024], [0032], [0033]; fig. 1, 5 to 7<br>& US 2008/0038621 A1<br>claim 1; paragraphs [0035] to [0037], [0045] to [0047]; fig. 1, 5 to 7 | 1-21                  |
| A         | JP 2014-132518 A (NGK Insulators, Ltd.),<br>17 July 2014 (17.07.2014),<br>claims 6, 7; paragraphs [0075], [0076]; fig. 22<br>(Family: none)                                                                                                    | 1-21                  |
| A         | JP 2009-224299 A (Kyocera Corp.),<br>01 October 2009 (01.10.2009),<br>claim 3; paragraphs [0031] to [0034]; fig. 3<br>(Family: none)                                                                                                           | 1-21                  |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01M8/24(2016.01)i, H01M8/02(2016.01)i, H01M8/2484(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. H01M8/24, H01M8/02, H01M8/2484, 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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 2015-53186 A（株式会社東芝）2015.03.19,<br>請求項1, [0024], [0034], 図2, 図3（ファミリーなし）                       | 1-21           |
| A               | JP 6-310165 A（三菱重工業株式会社）1994.11.04,<br>請求項1, [0011], [0019], 図1, 図2（ファミリーなし）                      | 1-21           |
| A               | JP 2007-335213 A（河村電器産業株式会社）2007.12.27,<br>請求項1, [0010], [0014]～[0017], 図1(a), 図2(b)<br>（ファミリーなし） | 1-21           |

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

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

20.09.2016

国際調査報告の発送日

27.09.2016

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）

守安 太郎

4 X

9347

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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 2011-60747 A (サムソン エレクトロメカニクス<br>カンパニーリミテッド. ) 2011.03.24,<br>請求項 6, 7, [0042]～[0048], 図 14～17<br>& US 2011/0065022 A1, Claims 6, 7, [0069] to [0076],<br>FIG. 14 to 17        | 1-21           |
| A               | JP 2008-66296 A (日本碍子株式会社) 2008.03.21,<br>請求項 1, [0023], [0024], [0032], [0033], 図 1, 5～7<br>& US 2008/0038621 A1, Claim 1, [0035] to [0037],<br>[0045] to [0047], FIG. 1, 5 to 7 | 1-21           |
| A               | JP 2014-132518 A (日本碍子株式会社) 2014.07.17,<br>請求項 6, 7, [0075], [0076], 図 22 (ファミリーなし)                                                                                               | 1-21           |
| A               | JP 2009-224299 A (京セラ株式会社) 2009.10.01,<br>請求項 3, [0031]～[0034], 図 3 (ファミリーなし)                                                                                                     | 1-21           |