

(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
2012 年 12 月 6 日(06.12.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/165467 A1

- (51) 国際特許分類:
H01M 8/04 (2006.01) H01M 8/12 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/063899
- (22) 国際出願日: 2012 年 5 月 30 日(30.05.2012)
- (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 2011-124930 2011 年 6 月 3 日(03.06.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社村田製作所(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 Kyoto (JP). 東京瓦斯株式会社(TOKYO GAS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1058527 東京都港区海岸一丁目 5 番 2 〇 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 朝重 陽介(TOMOSHIGE, Yosuke) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 水上 公博(MIZUKAMI, Kimihiro) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 稲岡 正人(INAOKA, Masato) [JP/JP]; 〒

6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 〇 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 吉田 英樹(YOSHIDA, Hideki) [JP/JP]; 〒1058527 東京都港区海岸一丁目 5 番 2 〇 号 東京瓦斯株式会社内 Tokyo (JP). 天羽 伸二(TENBA, Shinji) [JP/JP]; 〒1058527 東京都港区海岸一丁目 5 番 2 〇 号 東京瓦斯株式会社内 Tokyo (JP). 小笠原 慶(OGASAWARA, Kei) [JP/JP]; 〒1058527 東京都港区海岸一丁目 5 番 2 〇 号 東京瓦斯株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人 宮▲崎▼・目次特許事務所(MIYAZAKI & METSUGI); 〒5400028 大阪府大阪市中央区常盤町 1 丁目 3 番 8 号 中央大通 F Nビル Osaka (JP).

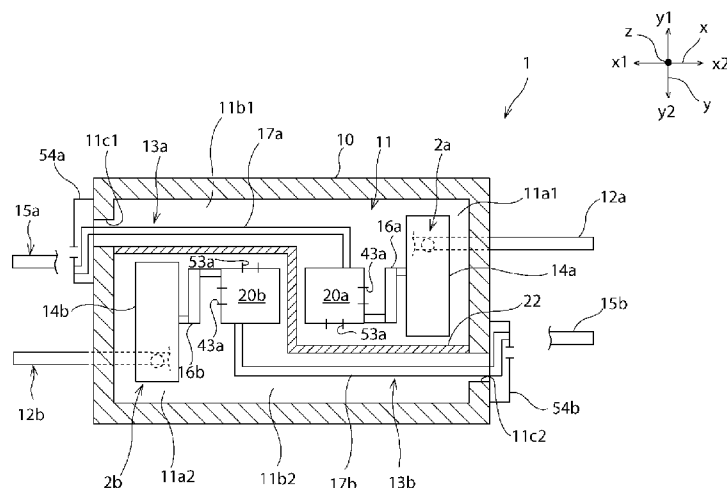
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

[続葉有]

(54) Title: FUEL CELL MODULE

(54) 発明の名称: 燃料電池モジュール

【図2】



(57) Abstract: Provided is a solid oxide fuel cell module which is compact and which can stably generate electricity. Electricity generation units (2a, 2b) are arranged in such a manner that one fuel cell (20a) and an oxidizing agent gas pre-heating section (17b) which is connected to the other fuel cell (20b) adjacent to the one fuel cell (20a) are adjacent to each other. A solid oxide fuel cell module (1) is provided with a partition member (22). The partition member (22) separates the region of a combustion chamber (11) in which the one fuel cell (20a) is disposed and the region thereof in which the other fuel cell (20b) is disposed, and the partition member (22) also separates the region in which the one fuel cell (20a) is disposed and the region in which the oxidizing agent gas pre-heating section (17b) connected to the other fuel cell (20b) is disposed.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/165467 A1



(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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

小型でありつつ、安定的に発電を行うことができる固体酸化物形燃料電池モジュールを提供する。複数の発電ユニット 2 a、2 b は、一の燃料電池 2 0 a と、当該一の燃料電池 2 0 a に隣接する他の燃料電池 2 0 b に接続された酸化剤ガス予熱部 1 7 b とが隣り合うように配されている。固体酸化物形燃料電池モジュール 1 は、区画部材 2 2 を備えている。区画部材 2 2 は、燃焼室 1 1 の一の燃料電池 2 0 a が配された領域と、他の燃料電池 2 0 b が配された領域とを区画すると共に、一の燃料電池 2 0 a が配された領域と、他の燃料電池 2 0 b に接続された酸化剤ガス予熱部 1 7 b が配された領域とを区画している。

明 細 書

発明の名称：燃料電池モジュール

技術分野

[0001] 本発明は、燃料電池モジュールに関する。特に、本発明は、固体酸化物形燃料電池モジュールに関する。

背景技術

[0002] 近年、新たなエネルギー源として、燃料電池モジュールに対する注目が大きくなってきている。燃料電池モジュールには、例えば下記の特許文献1に記載のような固体酸化物形燃料電池（S O F C : S o l i d O x i d e F u e l C e l l）モジュール、熔融塩燃料電池モジュール、リン酸型燃料電池モジュール、高分子固体電解質燃料電池モジュール等がある。これらの燃料電池モジュールの中でも、固体酸化物形燃料電池モジュールでは、液体の構成要素を用いる必要が必ずしもなく、炭化水素燃料を用いるときにも外部に改質器を設ける必要がない。このため、固体酸化物形燃料電池モジュールに対する研究開発が盛んに行われている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2010-212038号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 固体酸化物形燃料電池モジュールには、燃料電池の温度むらを小さくし、固体酸化物形燃料電池モジュールを安定的に動作させたいという要望がある。また、固体酸化物形燃料電池モジュールには、小型化したいという要望もある。

[0005] 本発明は、斯かる点に鑑みてなされたものであり、その目的は、小型でありつつ、安定的に発電を行うことができる固体酸化物形燃料電池モジュールを提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0006] 本発明に係る燃料電池モジュールは、燃焼室と、複数の発電ユニットとを備えている。複数の発電ユニットのそれぞれは、燃料電池と、燃料ガス流路と、酸化剤ガス流路と、酸化剤ガス予熱部とを有する。燃料電池は、燃焼室内に配置されている。燃料電池は、燃料ガスと酸化剤ガスとが供給されることにより発電する。燃料ガス流路は、燃料電池に燃料ガスを供給する。酸化剤ガス流路は、燃料電池に酸化剤ガスを供給する。酸化剤ガス予熱部は、燃焼室内において、酸化剤ガス流路中に設けられている。酸化剤ガス予熱部は、酸化剤ガスを予熱する。複数の発電ユニットは、一の燃料電池と、当該一の燃料電池に隣接する他の燃料電池に接続された酸化剤ガス予熱部とが隣り合うように配されている。本発明に係る燃料電池モジュールは、区画部材をさらに備える。区画部材は、燃焼室の一の燃料電池が配された領域と、他の燃料電池が配された領域とを区画すると共に、一の燃料電池が配された領域と、他の燃料電池に接続された酸化剤ガス予熱部が配された領域とを区画している。
- [0007] 本発明に係る燃料電池モジュールのある特定の局面では、複数の発電ユニットは、第1及び第2の発電ユニットにより構成されている。第1の発電ユニットの燃料電池は、第2の発電ユニットの燃料電池よりも第1の方向の一方側に位置している。第1の発電ユニットの燃料電池と第2の発電ユニットの酸化剤ガス予熱部とは第1の方向に対して垂直な第2の方向において隣り合っている。第2の発電ユニットの燃料電池と第1の発電ユニットの酸化剤ガス予熱部とは第2の方向において隣り合っている。
- [0008] 本発明に係る燃料電池モジュールの他の特定の局面では、第1の方向から視た際に、第1及び第2の燃料電池は、第1の発電ユニットの燃料電池と第2の発電ユニットの燃料電池とが重なるように配されている。
- [0009] 本発明に係る燃料電池モジュールの別の特定の局面では、区画部材は、断熱材により構成されている。
- [0010] 本発明に係る燃料電池モジュールのさらに他の特定の局面では、燃料電池

は、第１の排気口と、第２の排気口とを有する。第１の排気口は、発電に使用済みの酸化剤ガスである空気極側排気ガスを排気する。第２の排気口は、発電に使用済みの燃料ガスである燃料極側排気ガスを排気する。燃焼室は、排出口と、排出流路とを有する。排出口は、燃料電池から排気された排気ガスを燃焼室外に排出する。排出流路は、第１及び第２の排気口と排出口とを接続している。排出流路は、酸化剤ガス予熱部の少なくとも一部が、排出流路上に位置するか、または排出流路に面するように設けられている。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、小型でありつつ、安定的に発電を行うことができる固体酸化物形燃料電池モジュールを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図１は、本発明を実施した一実施形態に係る固体酸化物形燃料電池モジュールの略図的ブロック図である。

[図2]図２は、本発明を実施した一実施形態に係る固体酸化物形燃料電池モジュールの模式的平面図である。

[図3]図３は、本発明を実施した一実施形態における燃料電池の発電セルの略図的分解斜視図である。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明を実施した好ましい形態の一例について説明する。但し、下記の実施形態は、単なる例示である。本発明は、下記の実施形態に何ら限定されない。

[0014] また、実施形態等において参照する各図面において、実質的に同一の機能を有する部材は同一の符号で参照することとする。また、実施形態等において参照する図面は、模式的に記載されたものであり、図面に描画された物体の寸法の比率などは、現実の物体の寸法の比率などとは異なる場合がある。図面相互間においても、物体の寸法比率等が異なる場合がある。具体的な物体の寸法比率等は、以下の説明を参酌して判断されるべきである。

[0015] (固体酸化物形燃料電池モジュール１の構成)

図 1 は、本実施形態に係る固体酸化物形燃料電池モジュールの略図的ブロック図である。図 2 は、本実施形態に係る固体酸化物形燃料電池モジュールの模式的平面図である。

- [0016] 固体酸化物形燃料電池モジュール（ホットモジュールともいう。）1 は、断熱材 10 により包囲された燃焼室 11 を備えている。燃焼室 11 内には、図示しないヒーターが配されている。このヒーターにより燃焼室 11 内の昇温が可能となっている。なお、ヒーターは電気ヒーター、ガスバーナーのどちらでもよい。
- [0017] 固体酸化物形燃料電池モジュール 1 は、複数の発電ユニットをさらに備えている。本実施形態では、固体酸化物形燃料電池モジュール 1 が、第 1 及び第 2 の発電ユニット 2 a、2 b を備える例について説明する。
- [0018] 第 1 及び第 2 の発電ユニット 2 a、2 b のそれぞれは、燃料電池 20 a、20 b、燃料ガス流路 12 a、12 b、酸化剤ガス流路 13 a、13 b、酸化剤ガス予熱部 17 a、17 b を備えている。燃料電池 20 a、20 b は、燃焼室 11 内に配されている。燃料電池 20 a、20 b は、燃料ガスと酸化剤ガスとが供給されることにより発電する。
- [0019] 燃料電池 20 a、20 b には、燃料ガス流路 12 a、12 b と、酸化剤ガス流路 13 a、13 b とが接続されている。燃料ガス流路 12 a、12 b は、燃料電池 20 a、20 b に燃料ガスを供給するためのものである。燃料ガス流路 12 a、12 b の少なくとも一部は、燃焼室 11 内に配置されている。酸化剤ガス流路 13 a、13 b は、燃料電池 20 a、20 b に酸化剤ガスを供給するためのものである。酸化剤ガス流路 13 a、13 b の少なくとも一部は、燃焼室 11 内に配置されている。
- [0020] 燃料ガス流路 12 a、12 b 中には、改質器 14 a、14 b が設けられている。改質器 14 a、14 b は、燃焼室 11 内に配置されている。図 2 に示すように、第 1 の発電ユニット 2 a の改質器 14 a は、燃料電池 20 a の x 2 側に配されている。第 2 の発電ユニット 2 b の改質器 14 b は、燃料電池 20 b の x 1 側に配されている。

- [0021] 燃料ガス流路 1 2 a、1 2 b の改質器 1 4 a、1 4 b よりも上流側（燃料ガスの流れる方向において燃料電池 2 0 a、2 0 b とは反対側）の部分には、改質用水を供給するための改質用水流路 1 5 a、1 5 b が接続されている。改質用水流路 1 5 a、1 5 b の少なくとも一部は、燃焼室 1 1 内に配されている。
- [0022] 燃焼室 1 1 内において、燃料ガス流路 1 2 a、1 2 b の改質器 1 4 a、1 4 b よりも下流側（燃料ガスの流れる方向において燃料電池 2 0 a、2 0 b 側）の部分には、燃料ガス予熱部 1 6 a、1 6 b が設けられている。図 2 に示すように、第 1 の発電ユニット 2 a の燃料ガス予熱部 1 6 a は、燃料電池 2 0 a の x 2 側に配されている。燃料ガス予熱部 1 6 a は、x 方向において、燃料電池 2 0 a と改質器 1 4 a との間に配されている。第 2 の発電ユニット 2 b の燃料ガス予熱部 1 6 b は、燃料電池 2 0 b の x 1 側に配されている。燃料ガス予熱部 1 6 b は、x 方向において、燃料電池 2 0 b と改質器 1 4 b との間に配されている。
- [0023] 燃焼室 1 1 内において、酸化剤ガス流路 1 3 a、1 3 b 中には、酸化剤ガス予熱部 1 7 a、1 7 b が設けられている。酸化剤ガス予熱部 1 7 a、1 7 b は、燃料電池 2 0 a、2 0 b に供給される酸化剤ガスを予熱する。
- [0024] 本実施形態では、燃焼室 1 1 は、区画部材 2 2 により、第 1 の燃焼室 1 1 a 1 と第 2 の燃焼室 1 1 a 2 とに区画されている。第 1 の発電ユニット 2 a は、第 1 の燃焼室 1 1 a 1 に配置されている。第 2 の発電ユニット 2 b は、第 2 の燃焼室 1 1 a 2 に配置されている。このため、燃焼室 1 1 の第 1 の発電ユニット 2 a が設けられている領域と、燃焼室 1 1 の第 2 の発電ユニット 2 b が設けられている領域とは、区画部材 2 2 により区画されている。
- [0025] なお、区画部材 2 2 は、断熱材により構成されていることが好ましい。好ましく用いられる断熱材の具体例としては、例えば、セラミックファイバー系断熱材、アルミナファイバー系断熱材、ジルコニア系の熱伝導率の低いセラミックスやレンガ、断熱性能に優れたマイクロポーラス系断熱材をレンガやセラミック板で挟持したものなど、ある程度以上の強度を有するものが挙

げられる。

[0026] (燃料電池 20 a、20 b)

図 3 は、本実施形態における燃料電池の発電セルの略図的分解斜視図である。次に、図 3 を参照しながら、燃料電池 20 a、20 b の構成について説明する。

[0027] 燃料電池 20 a、20 b は、1 または複数の発電セル 21 を有する。発電セル 21 は、第 1 のセパレータ 50 と、発電要素 46 と、第 2 のセパレータ 40 とを有する。発電セル 21 では、第 1 のセパレータ 50 と、発電要素 46 と、第 2 のセパレータ 40 とがこの順番で積層されている。各セパレータには発生した電気を引き出すためのピアホール電極 51 a が設けられている。また、最上部のセパレータの上および最下部のセパレータの下には、電気を集めて引き出すための集電棒(図示省略)が設けられている。

[0028] 発電セル 21 は、酸化剤ガス流路 13 a、13 b に接続されている酸化剤ガス用マニホールド 45 と、燃料ガス流路 12 a、12 b に接続されている燃料ガス用マニホールド 44 とを有する。

[0029] (発電要素 46)

発電要素 46 は、酸化剤ガス流路 13 a、13 b を経由して酸化剤ガス用マニホールド 45 から供給される酸化剤ガスと、燃料ガス流路 12 a、12 b を経由して燃料ガス用マニホールド 44 から供給される燃料とが反応し、発電が行われる部分である。

[0030] (固体酸化物電解質層 47)

発電要素 46 は、固体酸化物電解質層 47 を備えている。固体酸化物電解質層 47 は、イオン導電性が高いものであることが好ましい。固体酸化物電解質層 47 は、例えば、安定化ジルコニアや、部分安定化ジルコニアなどにより形成することができる。安定化ジルコニアの具体例としては、イットリア安定化ジルコニア (Y S Z)、スカンジウム安定化ジルコニア (S c S Z) 等が挙げられる。部分安定化ジルコニアの具体例としては、イットリア部分安定化ジルコニア (Y S Z)、スカンジウム部分安定化ジルコニア (S c S Z) 等

が挙げられる。また、固体酸化物電解質層 47 は、例えば、Sm や Gd 等がドーピングされたセリア系酸化物や、 LaGaO_3 を母体とし、La と Ga との一部をそれぞれ Sr 及び Mg で置換した $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{Ga}_{0.8}\text{Mg}_{0.2}\text{O}_{(3-\delta)}$ などのペロブスカイト型酸化物などにより形成することもできる。

[0031] 固体酸化物電解質層 47 は、空気極層 49 と燃料極層 48 とにより挟持されている。すなわち、固体酸化物電解質層 47 の一主面の上に空気極層 49 が形成されており、他主面の上に燃料極層 48 が形成されている。

[0032] (空気極層 49)

空気極層 49 は、空気極 49a を有する。空気極 49a は、カソードである。空気極 49a においては、酸素が電子を取り込んで、酸素イオンが形成される。空気極 49a は、多孔質で、電子伝導率が高く、かつ、高温において固体酸化物電解質層 47 等と固体間反応を起こしにくいものであることが好ましい。空気極 49a は、例えば、スカンジウム安定化ジルコニア (ScSZ)、Sn をドーピングした酸化インジウム、 PrCoO_3 系酸化物、 LaCoO_3 系酸化物、 LaMnO_3 系酸化物などにより形成することができる。 LaMnO_3 系酸化物の具体例としては、例えば、 $\text{La}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{MnO}_3$ (通称: LSM) や、 $\text{La}_{0.6}\text{Ca}_{0.4}\text{MnO}_3$ (通称: LCM) 等が挙げられる。空気極 49a は、上記材料の 2 種以上を混合した混合材料により構成されていてもよい。

[0033] (燃料極層 48)

燃料極層 48 は、燃料極 48a を有する。燃料極 48a は、アノードである。燃料極 48a においては、酸素イオンと燃料とが反応して電子を放出する。燃料極 48a は、多孔質で、イオン伝導性が高く、かつ、高温において固体酸化物電解質層 47 等と固体間反応を起こしにくいものであることが好ましい。燃料極 48a は、例えば、NiO、イットリウム安定化ジルコニア (YSZ) ・ニッケル金属の多孔質サーメットや、スカンジウム安定化ジルコニア (ScSZ) ・ニッケル金属の多孔質サーメット等により構成することができる。燃料極層 48 は、上記材料の 2 種以上を混合した混合材料により構

成されていてもよい。

[0034] (第1のセパレータ50)

発電要素46の空気極層49の下には、第1のセパレータ本体51と、第1の流路形成部材52とにより構成されている第1のセパレータ50が配置されている。第1のセパレータ50には、空気極49aに空気を供給するための酸化剤ガス供給路53が形成されている。図3に示すとおり、この酸化剤ガス供給路53は、酸化剤ガス用マニホールド45からx方向のx1側からx2側に向かって延びている。酸化剤ガス供給路53の開口は、発電に使用済みの酸化剤ガスである空気極側排気ガスを排出する複数の第1の排気口53aを構成している。図2に示すように、第1の排気口53aは、燃料電池20a、20bのy2側の側壁に設けられている。よって、空気極側排気ガスは、燃料電池20a、20bからy2側に向かって排出される。

[0035] 第1のセパレータ50の構成材料は、特に限定されない。第1のセパレータ50は、例えば、イットリア安定化ジルコニアなどの安定化ジルコニアや、部分安定化ジルコニア等により形成することができる。

[0036] (第2のセパレータ40)

発電要素46の燃料極層48の上には、第2のセパレータ本体41と、第2の流路形成部材42とにより構成されている第2のセパレータ40が配置されている。第2のセパレータ40には、燃料極48aに燃料を供給するための燃料ガス供給路43が形成されている。図3に示すように、この燃料ガス供給路43は、燃料ガス用マニホールド44からy方向のy1側からy2側に向かって延びている。燃料ガス供給路43の開口は、発電に使用済みの燃料ガスである燃料極側排気ガスを排出する複数の第2の排気口43aを構成している。図2に示すように、第2の排気口43aは、燃料電池20a、20bのx2側の側壁に設けられている。よって、燃料極側排気ガスは、燃料電池20a、20bからx2側に向かって排出される。なお、本実施形態では、空気極側排気ガスの排出方向に対し90°正回転した方向を燃料極側排気ガスの排出方向としている。

[0037] 第2のセパレータ40の構成材料は、特に限定されない。第2のセパレータ40は、例えば、安定化ジルコニアや、部分安定化ジルコニア等により形成することができる。

[0038] (排気経路)

図1に示すように、燃焼室11は、排出口11c1, 11c2を備えている。具体的には、排出口11c1は、第1の燃焼室11a1に設けられている。

[0039] 排出口11c1は、燃料電池20aから排出された空気極側排気ガス及び燃料極側排気ガスを含む排気ガスを第1の燃焼室11a1外に排出するためのものである。排出口11c1から排出された排気ガスは、燃焼室11の外部に設けられた燃焼室外部熱交換器54aを経由して固体酸化物形燃料電池モジュール1外に排出される。

[0040] 図2に示すように排出口11c1は、第1の燃焼室11a1のx1側の内側面に形成されている。排出口11c1は、燃料電池20aを平面視したときに(z方向から視たときに)、燃料電池20aの第2の排気口43aの排気ガスの排出方向と反対側(x1側)に向かって開口している。

[0041] 排出口11c2は、第2の燃焼室11a2に設けられている。排出口11c2は、燃料電池20bから排出された空気極側排気ガス及び燃料極側排気ガスを含む排気ガスを第2の燃焼室11a2外に排出するためのものである。排出口11c2から排出された排気ガスは、燃焼室11の外部に設けられた燃焼室外部熱交換器54bを経由して固体酸化物形燃料電池モジュール1外に排出される。

[0042] 図2に示すように排出口11c2は、第2の燃焼室11a2のx2側の内側面に形成されている。排出口11c2は、燃料電池20bを平面視したときに(z方向から視たときに)、燃料電池20bの第2の排気口43aの排気ガスの排出方向と反対側(x2側)に向かって開口している。

[0043] 第1の燃焼室11a1には、燃料電池20aの第1の排気口53a及び第2の排気口43aと、第1の排出口11c1とを連通している排出流路11

b 1 が形成されている。排出流路 1 1 b 1 は、第 1 の燃焼室 1 1 a 1 の一部の空間が通路となって構成されている。

[0044] 排出流路 1 1 b 1 は、酸化剤ガス予熱部 1 7 a の少なくとも一部が、排出流路 1 1 b 1 上に位置するか、または排出流路 1 1 b 1 に面するように設けられている。本実施形態では、具体的には、排出流路 1 1 b 1 は、酸化剤ガス予熱部 1 7 a の少なくとも一部が、排出流路 1 1 b 1 上に位置するように設けられている。

[0045] 第 2 の燃焼室 1 1 a 2 には、燃料電池 2 0 b の第 1 の排気口 5 3 a 及び第 2 の排気口 4 3 a と、第 2 の排出口 1 1 c 2 とを連通している排出流路 1 1 b 2 が形成されている。排出流路 1 1 b 2 は、第 2 の燃焼室 1 1 a 2 の一部の空間が通路となって構成されている。

[0046] 排出流路 1 1 b 2 は、酸化剤ガス予熱部 1 7 b の少なくとも一部が、排出流路 1 1 b 2 上に位置するか、または排出流路 1 1 b 2 に面するように設けられている。本実施形態では、具体的には、排出流路 1 1 b 2 は、酸化剤ガス予熱部 1 7 b の少なくとも一部が、排出流路 1 1 b 2 上に位置するように設けられている。

[0047] (第 1 及び第 2 の発電ユニット 2 a、2 b の配置)

次に、図 2 を主として参照しながら、第 1 及び第 2 の発電ユニット 2 a、2 b の配置について説明する。

[0048] 第 1 及び第 2 の発電ユニット 2 a、2 b は、燃料電池 2 0 a と酸化剤ガス予熱部 1 7 a とが隣り合うと共に、燃料電池 2 0 b と酸化剤ガス予熱部 1 7 b とが隣り合うように配されている。

[0049] 具体的には、まず、燃料電池 2 0 a と燃料電池 2 0 b とは、x 方向から見た際に燃料電池 2 0 a と燃料電池 2 0 b とが重なるように配されている。第 1 の発電ユニット 2 a の燃料電池 2 0 a は、第 2 の発電ユニット 2 b の燃料電池 2 0 b よりも x 方向（第 1 の方向）の x 2 側に位置している。

[0050] 燃料電池 2 0 a に接続されている酸化剤ガス予熱部 1 7 a は、燃料電池 2 0 b の y 方向の y 1 側に位置する燃焼室内を經由して燃焼室 1 1 a 1 外にま

で引き出されている。このため、酸化剤ガス予熱部 17 a と燃料電池 20 b とは、x 方向に対して垂直な y 方向（第 2 の方向）において隣り合っている。

[0051] 燃料電池 20 b に接続されている酸化剤ガス予熱部 17 b は、燃料電池 20 b の y 方向の y 2 側に位置する燃焼室内を經由して燃焼室 11 a 2 外にまで引き出されている。このため、酸化剤ガス予熱部 17 b と燃料電池 20 a とは、x 方向に対して垂直な y 方向（第 2 の方向）において隣り合っている。

[0052] 燃焼室 11 の燃料電池 20 a が配された領域と、燃焼室 11 の燃料電池 20 b が配された領域とは、区画部材 22 によって区画されている。また、燃焼室 11 の燃料電池 20 a が配された領域と、燃焼室 11 の燃料電池 20 b に接続されている酸化剤ガス予熱部 17 b が配された領域とも、区画部材 22 によって区画されている。燃焼室 11 の燃料電池 20 b が配された領域と、燃焼室 11 の燃料電池 20 a に接続されている酸化剤ガス予熱部 17 a が配された領域とも、区画部材 22 によって区画されている。

[0053] すなわち、区画部材 22 は、燃焼室 11 において、燃料電池 20 a と燃料電池 20 b との間、燃料電池 20 a と酸化剤ガス予熱部 17 b との間、及び燃料電池 20 b と酸化剤ガス予熱部 17 a との間に少なくとも設けられている。

[0054] （固体酸化物形燃料電池モジュール 1 における発電の態様）

次に、本実施形態に係る固体酸化物形燃料電池モジュール 1 における発電の態様について説明する。

[0055] 図 1 に示すように、燃料ガス流路 12 a、12 b には、改質前の原燃料ガスが供給される。一方、改質用水流路 15 a、15 b には、改質用の水が供給される。改質用の水は、改質用水流路 15 a、15 b の燃焼室 11 a 1、11 a 2 内に位置している気化器 55 a、55 b で気化し、水蒸気となる。この水蒸気と、原燃料ガスとが改質器 14 a、14 b に供給される。

[0056] 改質器 14 a、14 b では、水蒸気により原燃料ガスが改質され改質燃料

ガスが生成される。改質燃料ガスはさらに、燃料ガス予熱部 16 a、16 b により加熱される。加熱された改質燃料ガスは、燃料電池 20 a、20 b に供給される。

[0057] なお、本発明においては、「燃料ガス」は、原燃料ガス、改質燃料ガスの総称である。すなわち、燃料ガスには、原燃料ガスと改質燃料ガスとが含まれる。

[0058] 酸化剤ガス流路 13 a、13 b には、酸素や空気などの酸化剤ガスが供給される。酸化剤ガスは、燃焼室外部熱交換器 54 a、54 b、酸化剤ガス予熱部 17 a、17 b において加熱された後に、燃料電池 20 a、20 b に供給される。

[0059] 燃料電池 20 a、20 b は、これら供給された改質燃料ガスと酸化剤ガスとにより発電を行う。燃料電池 20 a、20 b において発電に使用された改質燃料ガスである燃料極側排気ガスは、燃料電池 20 a、20 b のそれぞれの第 2 の排気口 43 a から燃料電池 20 a、20 b 外に排気される。一方、燃料電池 20 a、20 b において発電に使用された酸化剤ガスである空気極側排気ガスは、燃料電池 20 a、20 b のそれぞれの第 1 の排気口 53 a から燃料電池 20 a、20 b 外に排気される。

[0060] これら燃料極側排気ガス及び空気極側排気ガスは、排出流路 11 b 1、11 b 2 を経由して燃焼室 11 a 1、11 a 2 外に排出され、さらに燃焼室外部熱交換器 54 a、54 b を経由して固体酸化物形燃料電池モジュール 1 外に排出される。

[0061] ここで、燃料極側排気ガスには、一酸化炭素等が含まれている。また、空気極側排気ガスには、酸素が含まれている。このため、燃料極側排気ガスと空気極側排気ガスとが、高温である燃焼室 11 a 1、11 a 2 内においてそれぞれ混合されると、燃料極側排気ガスが完全燃焼する。これにより燃焼ガスがそれぞれ生じる。よって、排出流路 11 b 1、11 b 2 を経由して燃焼室 11 a 1、11 a 2 外に排出される排出ガスは、燃焼ガスと、空気極側排気ガスの燃焼ガスの生成に用いられなかった部分とを含む。

- [0062] なお、「排気ガス」は、燃料極側排気ガスと空気極側排気ガスと燃焼ガスを含むものとする。
- [0063] 本実施形態では、第1及び第2の発電ユニット2a、2bは、燃料電池20aと、燃料電池20bに接続された酸化剤ガス予熱部17bとがy方向において隣り合うと共に、燃料電池20bと、燃料電池20aに接続された酸化剤ガス予熱部17aとがy方向において隣り合うように配されている。このため、例えば、大きな燃料電池同士がy方向において隣り合うように配されている場合よりも燃料電池モジュール1を小型化することができる。
- [0064] 特に、本実施形態では、燃料電池20aと燃料電池20bとは、x方向において異なる位置に配されており、x方向から視た際に重なるように配されている。従って、固体酸化物形燃料電池モジュール1をより小型化することができる。
- [0065] しかしながら、これだけの配置構成では、燃料電池20aと低温酸化剤ガスの流れる酸化剤ガス予熱部17bとが隣り合う。また、燃料電池20bと低温酸化剤ガスの流れる酸化剤ガス予熱部17aとが隣り合う。このため、燃料電池20a、20bがそれぞれ酸化剤ガス予熱部17b、17aにより冷却され、燃料電池20a、20bの温度が低くなりがちである。また、燃料電池20a、20bの酸化剤ガス予熱部17b、17aに近い部分が、他の部分よりも低温になり、燃料電池20a、20bに温度むらが生じやすくなる。従って燃料電池20a、20bの発電が不安定になることがある。
- [0066] ここで、本実施形態では、区画部材22により、燃焼室11の燃料電池20a、20bの一方が配された領域と、燃料電池20a、20bの他方に接続された酸化剤ガス予熱部17a、17bが配された領域とが区画されている。このため、燃料電池20a、20bと、隣接して配された酸化剤ガス予熱部17b、17aとの間の熱交換を抑制することができる。従って、燃料電池20a、20bの温度低下、及び温度むらの発生を抑制することができる。その結果、燃料電池20a、20bによる発電を安定化させることができる。

- [0067] つまり、本実施形態では、固体酸化物形燃料電池モジュール１の小型化と発電の安定化との両立を図ることができる。
- [0068] 燃料電池２０ａ、２０ｂによる発電をより安定化する観点からは、区画部材２２の断熱機能が高いことが好ましい。従って、区画部材２２は、断熱材により構成されていることが好ましい。
- [0069] また、本実施形態では、排出流路１１ｂ１、１１ｂ２は、酸化剤ガス予熱部１７ａ、１７ｂの一部が、排出流路１１ｂ１、１１ｂ２上に位置するか、または排出流路１１ｂ１、１１ｂ２に面するように設けられている。また、排出流路１１ｂ１、１１ｂ２は、改質器１４ａ、１４ｂの少なくとも一部と、燃料ガス予熱部１６ａ、１６ｂの少なくとも一部とが、排出流路１１ｂ１、１１ｂ２上に位置するか、または排出流路１１ｂ１、１１ｂ２に面するように設けられている。発電に用いられ、かつ燃焼することにより高温となった排気ガスが区画部材２２によって排出流路１１ｂ１、１１ｂ２をそれぞれ回流することになり、酸化剤ガス予熱部１７ａ、１７ｂの少なくとも一部、改質器１４ａ、１４ｂ並びに燃料ガス予熱部１６ａ、１６ｂが加熱される。よって、排気ガスの熱を有効利用することができる。その結果、高いエネルギー効率を実現することができる。
- [0070] また、酸化剤ガス予熱部１７ａ、１７ｂ、改質器１４ａ、１４ｂ並びに燃料ガス予熱部１６ａ、１６ｂの温度を高くできるため、酸化剤ガス予熱部１７ａ、１７ｂ、改質器１４ａ、１４ｂ並びに燃料ガス予熱部１６ａ、１６ｂにより、燃料電池２０ａ、２０ｂが冷却されにくい。従って、燃料電池２０ａ、２０ｂによる発電をさらに安定化することができる。
- [0071] また、本実施形態では、燃料極側排気ガスと空気極側排気ガスとの両方が燃焼室１１ａ１、１１ａ２に排気され、排出流路１１ｂ１、１１ｂ２の途中において混合され、燃焼する。このため、排出流路１１ｂ１、１１ｂ２を流れる排気ガスの温度が高い。従って、排気ガスを用いて、改質器１４ａ、１４ｂ、燃料ガス予熱部１６ａ、１６ｂ及び酸化剤ガス予熱部１７ａ、１７ｂをより効率的に加熱することができる。よって、より高いエネルギー効率を

実現することができる。

[0072] また、区画部材 2 2 により排気ガスの流れを規制するので、燃料極側排気ガスと空気極側排気ガスを排出流路 1 1 b 1, 1 1 b 2 において確実に混合燃焼させることができる。これにより、一酸化炭素が固体酸化物形燃料電池モジュール 1 から排出されることをより効果的に抑制することができる。

[0073] また、区画部材 2 2 を設けることにより、空気極側排気ガスを区画部材 2 2 に沿って流してから任意の位置で燃料極側排気ガスと混合させることができる。これにより、多くの熱を付与したい改質器や予熱器の付近に燃焼位置を設定し、排気ガスによる熱利用率を向上させることができる。

[0074] なお、上記実施形態では、2つの発電ユニット 2 a、2 bを備える固体酸化物形燃料電池モジュール 1 について説明した。但し、本発明において、固体酸化物形燃料電池モジュールが備える発電ユニットの数量は複数である限りにおいて特に限定されない。本発明に係る固体酸化物形燃料電池モジュールは、3つ以上、例えば4つの発電ユニットを備えていてもよい。

符号の説明

[0075] 1…固体酸化物形燃料電池モジュール

2 a…第 1 の発電ユニット

2 b…第 2 の発電ユニット

1 0…断熱材

1 1…燃焼室

1 1 a 1…第 1 の燃焼室

1 1 a 2…第 2 の燃焼室

1 1 c 1…第 1 の排出口

1 1 c 2…第 2 の排出口

1 1 b 1、1 1 b 2…排出流路

1 2 a、1 2 b…燃料ガス流路

1 3 a、1 3 b…酸化剤ガス流路

1 4 a、1 4 b…改質器

15 a、15 b…改質用水流路
16 a、16 b…燃料ガス予熱部
17 a、17 b…酸化剤ガス予熱部
20 a、20 b、…燃料電池
21…発電セル
22…区画部材
40…第2のセパレータ
41…第2のセパレータ本体
42…第2の流路形成部材
43…燃料ガス供給路
43 a…第2の排気口
44…燃料ガス用マニホールド
45…酸化剤ガス用マニホールド
46…発電要素
47…固体酸化物電解質層
48…燃料極層
48 a…燃料極
49…空気極層
49 a…空気極
50…第1のセパレータ
51…第1のセパレータ本体
51 a…ピアホール電極
52…第1の流路形成部材
53…酸化剤ガス供給路
53 a…第1の排気口
54 a、54 b…燃焼室外部熱交換器
55 a、55 b…気化器

請求の範囲

[請求項1]

燃焼室と、
複数の発電ユニットと、
を備え、
前記複数の発電ユニットのそれぞれは、
前記燃焼室内に配置されており、燃料ガスと酸化剤ガスとが供給されることにより発電する燃料電池と、
前記燃料電池に前記燃料ガスを供給する燃料ガス流路と、
前記燃料電池に前記酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス流路と、
前記燃焼室内において、前記酸化剤ガス流路中に設けられており、前記酸化剤ガスを予熱する酸化剤ガス予熱部と、
を有し、
前記複数の発電ユニットは、一の前記燃料電池と、当該一の燃料電池に隣接する他の燃料電池に接続された酸化剤ガス予熱部とが隣り合うように配されており、
前記燃焼室の前記一の燃料電池が配された領域と、前記他の燃料電池が配された領域とを区画すると共に、前記一の燃料電池が配された領域と、前記他の燃料電池に接続された酸化剤ガス予熱部が配された領域とを区画する区画部材をさらに備える、燃料電池モジュール。

[請求項2]

前記複数の発電ユニットは、第1及び第2の発電ユニットにより構成されており、
前記第1の発電ユニットの燃料電池は、前記第2の発電ユニットの燃料電池よりも第1の方向の一方側に位置し、
前記第1の発電ユニットの燃料電池と前記第2の発電ユニットの酸化剤ガス予熱部とは前記第1の方向に対して垂直な第2の方向において隣り合っており、
前記第2の発電ユニットの燃料電池と前記第1の発電ユニットの酸化剤ガス予熱部とは前記第2の方向の方向において隣り合っている、

請求項 1 に記載の燃料電池モジュール。

[請求項3] 前記第 1 の方向から視た際に、前記第 1 及び第 2 の燃料電池は、前記第 1 の発電ユニットの燃料電池と前記第 2 の発電ユニットの燃料電池とが重なるように配されている、請求項 2 に記載の燃料電池モジュール。

[請求項4] 前記区画部材は、断熱材により構成されている、請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の燃料電池モジュール。

[請求項5] 前記燃料電池は、発電に使用済みの酸化剤ガスである空気極側排気ガスを排気する第 1 の排気口と、発電に使用済みの燃料ガスである燃料極側排気ガスを排気する第 2 の排気口と、を有し、

前記燃焼室は、

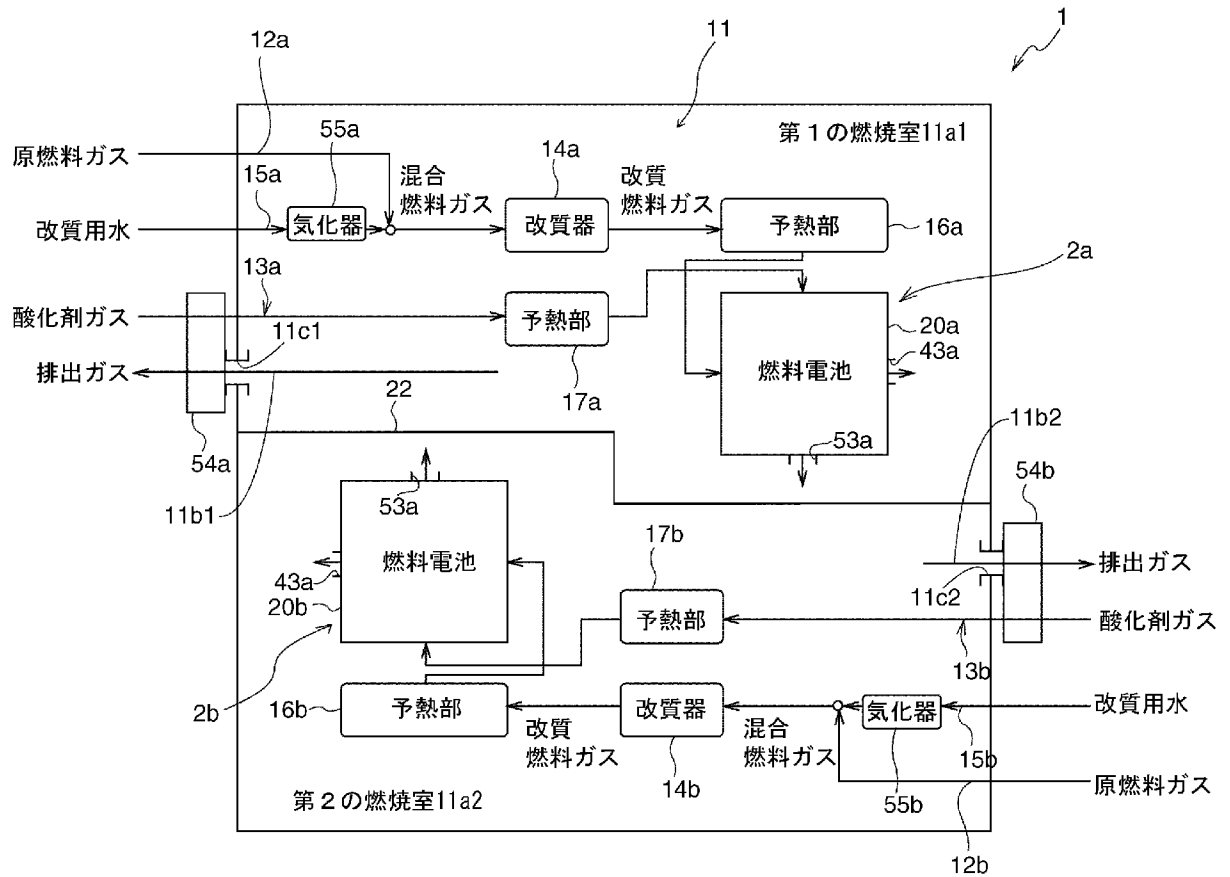
前記燃料電池から排気された排気ガスを前記燃焼室外に排出する排出口と、

前記第 1 及び第 2 の排気口と前記排出口とを接続している排出流路と、

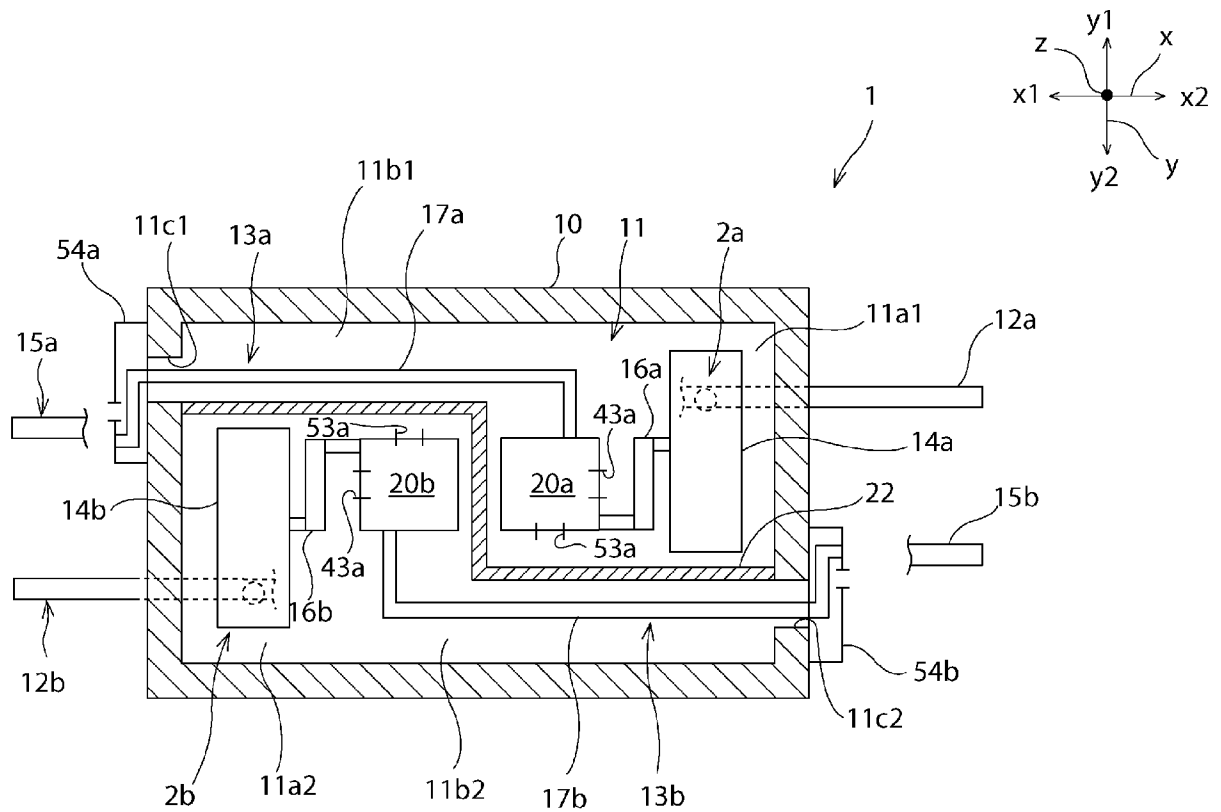
を有し、

前記排出流路は、前記酸化剤ガス予熱部の少なくとも一部が、前記排出流路上に位置するか、または前記排出流路に面するように設けられている、請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の燃料電池モジュール。

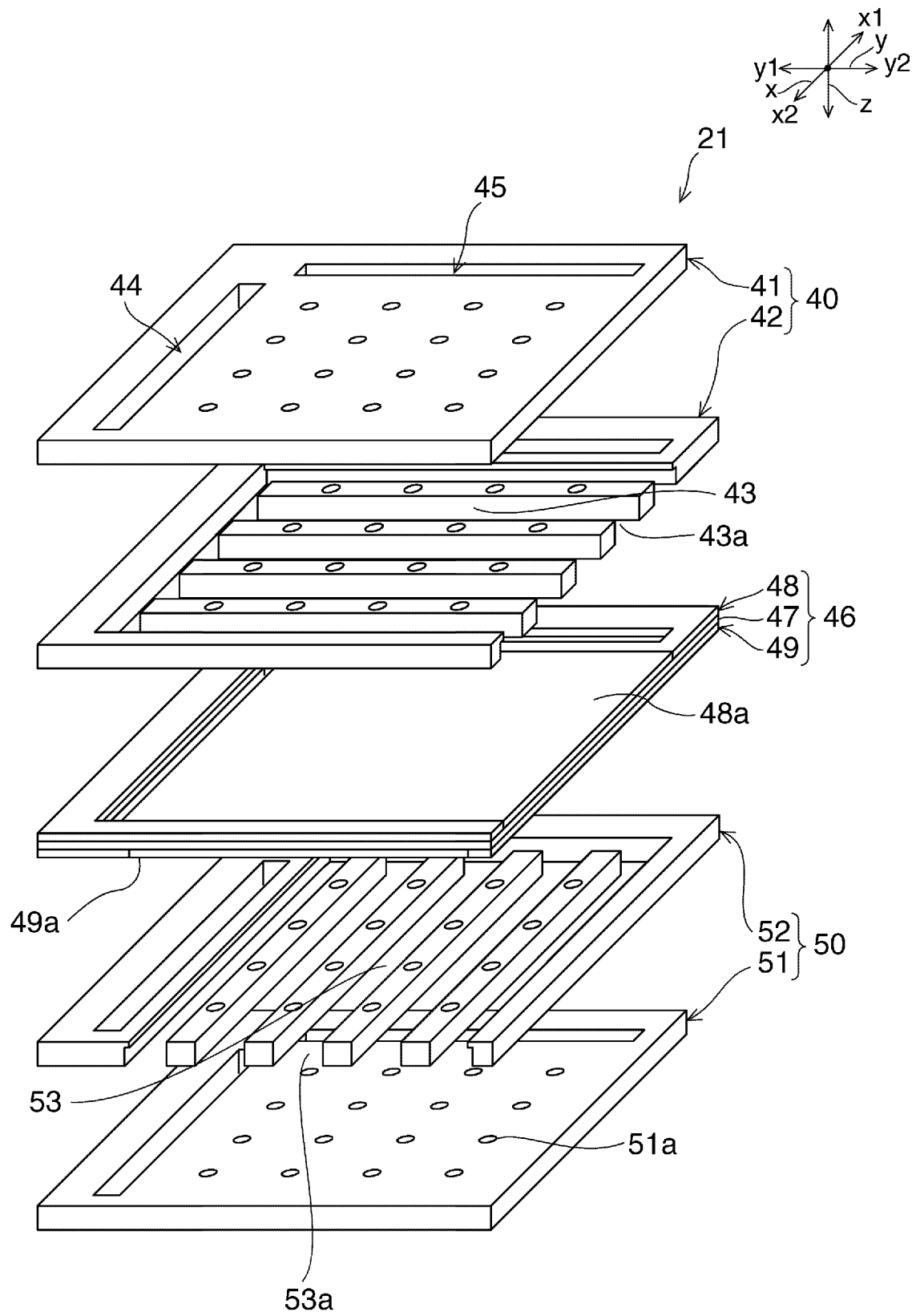
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/063899

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M8/04(2006.01) i, H01M8/12(2006.01) i

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)

H01M8/04, 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 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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 2006-127908 A (Tokyo Gas Co., Ltd.), 18 May 2006 (18.05.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2010-212038 A (Toyota Motor Corp.), 24 September 2010 (24.09.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2006-331881 A (Kyocera Corp.), 07 December 2006 (07.12.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-5



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
21 June, 2012 (21.06.12)Date of mailing of the international search report
03 July, 2012 (03.07.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/063899

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 2007-157479 A (Mitsubishi Materials Corp.), 21 June 2007 (21.06.2007), entire text; all drawings & US 2009/0233130 A1 & EP 1976047 A1 & WO 2007/066618 A1 & AT 523913 T	1-5
A	JP 2002-313375 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 25 October 2002 (25.10.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-5
A	JP 2008-279954 A (Toyota Motor Corp.), 20 November 2008 (20.11.2008), entire text; all drawings & US 2010/0116576 A1 & EP 2145792 A1 & WO 2008/143154 A1 & KR 10-2010-0009631 A & CN 101678757 A	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01M8/04(2006.01)i, H01M8/12(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. H01M8/04, 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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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	JP 2006-127908 A（東京瓦斯株式会社）2006.05.18, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2010-212038 A（トヨタ自動車株式会社）2010.09.24, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5

☒ 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

2 1 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 3 . 0 7 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 7

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 2006-331881 A (京セラ株式会社) 2006. 12. 07, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2007-157479 A (三菱マテリアル株式会社) 2007. 06. 21, 全文, 全図 & US 2009/0233130 A1 & EP 1976047 A1 & WO 2007/066618 A1 & AT 523913 T	1-5
A	JP 2002-313375 A (三菱重工業株式会社) 2002. 10. 25, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2008-279954 A (トヨタ自動車株式会社) 2008. 11. 20, 全文, 全図 & US 2010/0116576 A1 & EP 2145792 A1 & WO 2008/143154 A1 & KR 10-2010-0009631 A & CN 101678757 A	1-5