

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-254581

(P2013-254581A)

(43) 公開日 平成25年12月19日(2013.12.19)

(51) Int. Cl.

HO 1 M	8/04	(2006.01)
HO 1 M	8/06	(2006.01)
HO 1 M	8/12	(2006.01)

F 1

HO 1 M	8/04
HO 1 M	8/06
HO 1 M	8/04
HO 1 M	8/12

テーマコード(参考)

J	5 H 0 2 6
G	5 H 0 2 7
Z	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号

特願2012-127845 (P2012-127845)

(22) 出願日

平成24年6月5日(2012.6.5)

(71) 出願人 000010087

T O T O 株式会社

福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号

(74) 代理人 100079108

弁理士 稲葉 良幸

(74) 代理人 100109346

弁理士 大貫 敏史

(74) 代理人 100117189

弁理士 江口 昭彦

(74) 代理人 100134120

弁理士 内藤 和彦

(74) 代理人 100140486

弁理士 鎌田 徹

最終頁に続く

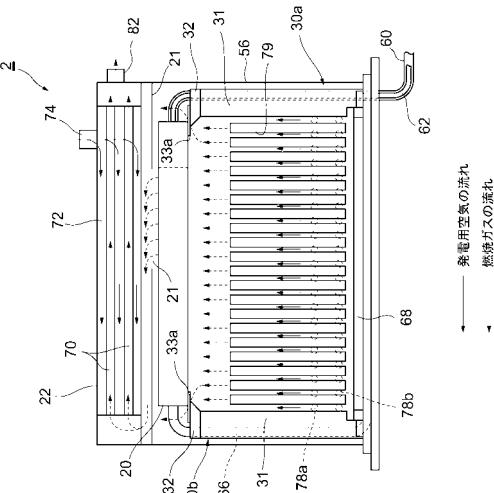
(54) 【発明の名称】燃料電池装置

(57) 【要約】

【課題】ガスの流れの乱れの発生を防止して長期間にわたって発電性能を安定させることができ燃料電池装置を提供する。

【解決手段】被改質ガスの改質にあたって改質器20は加熱されるので、改質器20に被改質ガスを流入させるガス流入管60の温度と、改質器20から燃料ガスを流出させるガス流出管66との温度との間に非常に大きな温度差が生じる。その結果、ガス流入管60とガス流出管66との間に熱膨張の差分が生じる。本発明に係る燃料電池装置では、改質器20が拡張防止壁30a、30bに固定されているので、空気流路34、34の流路断面積は変化しない。その結果、燃料電池セルスタック12の燃料ガス流路及び酸化剤ガス流路を流れるガスの流れに乱れは生じないので、すべての燃料電池セルユニット16で均一に発電することができる。従って、燃料電池装置では、長期間にわたって安定した発電性能を確保することができる。

【選択図】図8



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料ガスと酸化剤ガスとを利用して発電する燃料電池装置において、
内部に下端から上端に向かって燃料ガスを流す燃料ガス流路を形成する燃料電池セルを複数備え、前記燃料電池セル同士の間で下端から上端に向かって酸化剤ガスを流す酸化剤ガス流路を形成する燃料電池セルスタックと、
前記燃料電池セルスタックの一対の対向する側面にそれぞれ内向き面で対向する一対の拡散防止壁と、

前記燃料電池セルスタックの上方に配置されて一端及び他端で前記拡散防止壁にそれぞれ固定され、供給された被改質ガスを燃料ガスに改質する改質器と、

前記改質器の一端に接続されて前記改質器に前記被改質ガスを流入させるガス流入管と、

前記改質器の他端に接続されて前記改質器から前記燃料ガスを流出させるガス流出管と、を備える燃料電池装置であって、

各前記拡散防止壁と前記改質器との間には、前記燃料電池セルスタックから流出するガスを流通させる空気流路が形成されることを特徴とする燃料電池装置。

【請求項 2】

前記ガス流入管及び前記ガス流出管の少なくともいずれか一方は、前記ガス流入管及び前記ガス流出管の少なくともいずれか一方と前記拡散防止壁との間の熱膨張の差分による相対変位を許容する伸縮部分を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池装置。

【請求項 3】

前記ガス流入管及び前記ガス流出管のそれぞれは、対応の前記拡散防止壁の外向き面に対向して配置され、

前記伸縮部分は前記空気流路よりも下方に配置されることを特徴とする請求項 2 に記載の燃料電池装置。

【請求項 4】

前記空気流路は、前記改質器と一方の前記拡散防止壁との間、及び、前記改質器と他方の前記拡散防止壁との間にそれぞれ挟み込まれる少なくとも一対のスペーサによって形成され、

すべての前記スペーサが同一の形状及び同一の大きさを有することを特徴とする請求項 3 に記載の燃料電池装置。

【請求項 5】

一方の前記拡散防止壁に配置される一対の前記スペーサと他方の前記拡散防止壁に配置される一対の前記スペーサとは、前記燃料電池セルスタックの一対の前記側面から等距離に規定される中間面に対して前記空気流路が相互に面对称に形成されるように、配置されることを特徴とする請求項 4 に記載の燃料電池装置。

【請求項 6】

一方の前記拡散防止壁に配置される一対の前記スペーサと他方の前記拡散防止壁に配置される一対の前記スペーサとは、前記燃料電池セルスタックの一対の前記側面を相互に接続するもう一対の側面から等距離に規定される第 2 の中間面に対して相互に面对称の位置に配置されることを特徴とする請求項 5 に記載の燃料電池装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池セルに供給する燃料ガスを生成する改質器を備える燃料電池装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 に開示されるように、燃料電池装置には、例えば都市ガス等の被改質ガスを燃料ガスに改質する改質器が組み込まれている。改質器は、所定の間隔で配列された複数

の燃料電池セルの集合体である燃料電池セルスタックの上方に配置される。燃料電池スタックの下端から上端に向かって上昇する燃料ガスと酸化剤ガスとを利用して、燃料電池セルスタックは発電を行う。燃料電池セルスタックで利用された燃料ガス及び酸化剤ガスは燃焼し、その燃焼によって改質器が加熱される。こうした加熱によって燃焼ガスの温度が高められる。

【0003】

改質器は、改質器の一端に被改質ガスを供給するガス流入管と、改質器の他端から燃料ガスを流出させるガス流出管と、によって支持されている。燃料電池セルスタックの長手方向の一対の側面には拡散防止壁がそれぞれ対向して配置される。この一対の拡散防止壁の働きで、燃料電池セルスタックの長手方向に酸化剤ガスが拡散することを防止することができる。その一方で、改質器と拡散防止壁の上面との間には空気流路が形成されている。この空気流路は、燃料電池セルスタックから流出する酸化剤ガスを拡散防止壁の外側に向かって排出する。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2011-96577号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

20

前述の燃焼によって、改質器に流入する被改質ガスと改質器から流出する燃料ガスとの間には非常に大きな温度差が形成され、ガス流入管とガス流出管との間で熱膨張に差分が生じる。この差分によって、一方の拡散防止壁側の空気流路の流路断面積と、他方の拡散防止壁側の空気流路の流路断面積とが相互に異なってしまい、燃料電池セルスタック内燃料ガス及び酸化剤ガスの流れに乱れが生じることがある。この乱れによって、燃料ガス及び酸化剤ガスの燃焼が不均一となり、燃料電池セルの劣化の進行が異なってしまう。その結果、すべての燃料電池セルの間で寿命を均一化することができず、長期間にわたって安定した発電性能を確保することができない。

【0006】

30

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであって、ガスの流れの乱れの発生を防止して長期間にわたって発電性能を安定させることができ可能な燃料電池装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するため、本発明によれば、

燃料ガスと酸化剤ガスとを利用して発電する燃料電池装置において、

内部に下端から上端に向かって燃料ガスを流す燃料ガス流路を形成する燃料電池セルを複数備え、前記燃料電池セル同士の間で下端から上端に向かって酸化剤ガスを流す酸化剤ガス流路を形成する燃料電池セルスタックと、

40

前記燃料電池セルスタックの一対の対向する側面にそれぞれ内向き面で対向する一対の拡散防止壁と、

前記燃料電池セルスタックの上方に配置されて一端及び他端で前記拡散防止壁にそれぞれ固定され、供給された被改質ガスを燃料ガスに改質する改質器と、

前記改質器の一端に接続されて前記改質器に前記被改質ガスを流入させるガス流入管と、

前記改質器の他端に接続されて前記改質器から前記燃料ガスを流出させるガス流出管と、を備える燃料電池装置であって、

各前記拡散防止壁と前記改質器との間には、前記燃料電池セルスタックから流出するガスを流通させる空気流路が形成される燃料電池装置が提供される。

【0008】

50

こうした燃料電池装置では、被改質ガスの改質にあたって改質器は加熱されるので、改質器に被改質ガスを流入させるガス流入管の温度と、改質器から燃料ガスを流出させるガス流出管との間に非常に大きな温度差が生じる。その結果、ガス流入管とガス流出管との間に熱膨張の差分が生じる。本発明に係る燃料電池装置では、改質器が拡張防止壁に固定されているので、空気流路の流路断面積は変化しない。その結果、燃料電池セルスタックの燃料ガス流路及び酸化剤ガス流路を流れるガスの流れに乱れは生じないので、すべての燃料電池セルで均一に発電することができる。従って、燃料電池装置では、長期間にわたって安定した発電性能を確保することができる。

【0009】

また、本発明に係る燃料電池装置では、前記ガス流入管及び前記ガス流出管の少なくともいづれか一方は、前記ガス流入管及び前記ガス流出管の少なくともいづれか一方と前記拡散防止壁との間の熱膨張の差分による相対変位を許容する伸縮部分を備えることが好ましい。

10

【0010】

こうした燃料電池装置では、改質器はガス流入管及びガス流出管と拡散防止壁との両方に固定されるので、例えば、拡散防止壁の熱膨張に対してガス流入管やガス流出管の熱膨張が小さい場合には、拡散防止壁とガス流入管やガス流出管との相対変位によってガス流入管やガス流出管が破損することが想定される。しかしながら、本発明に係る燃料電池装置では、ガス流入管やガス流出管に伸縮部分が形成されており、この伸縮部分が、熱膨張の差分による相対変位を許容することができる。その結果、ガス流入管やガス流出管の破損を防止することができる。

20

【0011】

また、本発明に係る燃料電池装置では、前記ガス流入管及び前記ガス流出管のそれぞれは、対応の前記拡散防止壁の外向き面に対向して配置されることが好ましく、前記伸縮部分は前記空気流路よりも下方に配置されることが好ましい。

【0012】

こうした燃料電池装置によれば、伸縮部分は空気流路よりも下方に配置されているので、空気流路を流れる高温のガスの熱を直接的に受けない。その結果、伸縮部分の劣化を抑制することができるので、伸縮部分は長期間にわたって伸縮を保持することができる。

30

【0013】

また、本発明に係る燃料電池装置では、前記空気流路は、前記改質器と一方の前記拡散防止壁との間、及び、前記改質器と他方の前記拡散防止壁との間にそれぞれ挟み込まれる少なくとも一対のスペーサによって形成されることが好ましく、すべての前記スペーサが同一の形状及び同一の大きさを有することが好ましい。

【0014】

こうした燃料電池装置では、すべてのスペーサが同一の形状及び同一の大きさを有しているので、燃料電池セルスタックの使用温度、燃料ガスや酸化剤ガスの流量などの燃料電池装置の運転条件が変化して、空気流路の必要な流路断面積が変化した場合であっても、スペーサの形状や大きさを変更することによって、空気流路の流路断面積を容易に変更することができる。その結果、運転条件に応じて、各燃料電池セルの寿命を均一化するために必要な流路断面積を容易に設定することができる。

40

【0015】

また、本発明に係る燃料電池装置では、一方の前記拡散防止壁に配置される一対の前記スペーサと他方の前記拡散防止壁に配置される一対の前記スペーサとは、前記燃料電池セルスタックの一対の前記側面から等距離に規定される中間面に対して前記空気流路が相互に対称に形成されるように配置されることが好ましい。

【0016】

こうした燃料電池装置では、スペーサは、燃料電池セルスタックの一対の側面から等距離に規定される中間面に対して対称に空気流路が形成されるように配置されているので、拡散防止壁の近傍を流れるガスの流れを、一方の空気流路と他方の空気流路との間で一

50

対の側面に直行する方向において同一にすることができる。その結果、燃料電池装置では、長期間にわたって安定した発電性能を確保することができる。

【0017】

また、本発明に係る燃料電池装置では、一方の前記拡散防止壁に配置される一対の前記スペーサと他方の前記拡散防止壁に配置される一対の前記スペーサとは、前記燃料電池セルスタックの一対の前記側面を相互に接続するもう一対の側面から等距離に規定される第2の中間面に対して相互に対称の位置に配置されることが好ましい。

【0018】

こうした燃料電池装置では、一方の拡散防止壁に配置される一対のスペーサと、他方の拡散防止壁に配置される一対のスペーサとは、燃料電池セルスタックのもう一対の側面から等距離に規定される第2の中間面に対して対称の位置に配置されるので、拡散防止壁の近傍を流れるガスの流れを、一方の空気流路と他方の空気流路との間でもう一対の側面に直行する方向において同一にすることができる。従って、燃料電池装置では、長期間にわたって安定した発電性能を確保することができる。

10

【発明の効果】

【0019】

以上のように、本発明によれば、ガスの流れの乱れの発生を防止して長期間にわたって発電性能を安定させることができが可能な燃料電池装置を提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の一実施形態に係る燃料電池装置の燃料電池モジュールの外観を示す斜視図である。

30

【図2】図1の燃料電池モジュールの断面図である。

【図3】図1のケーシングの一部を取り除いた状態を示す側面図である。

【図4】図1のケーシング及び熱交換器を取り除いた状態を示す斜視図である。

【図5】図1のケーシング及び熱交換器を取り除いた状態を示す側面図である。

【図6】スペーサ及び拡散防止壁の構造を概略的に示す斜視図である。

【図7】図2に相当する模式図であって、酸化剤ガス及び燃焼ガスの流れを示す模式図である。

30

【図8】図3に相当する模式図であって、酸化剤ガス及び燃焼ガスの流れを示す模式図である。

【図9】燃料電池セルユニットを示す部分断面図である。

【図10】燃料電池セルスタックの構造を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、添付図面を参照しながら本発明の一実施形態について説明する。説明の理解を容易にするため、各図面において同一の構成要素に対しては同一の符号を付して、重複する説明は省略する。図1は、本発明の一実施形態に係る燃料電池装置の燃料電池モジュール2の外観を示す斜視図である。燃料電池モジュール2は、固体電解質型燃料電池(SOFC)装置の一部を構成するものである。すなわち、燃料電池装置は、燃料電池モジュール2と、補機ユニット(図示せず)と、を備える。

40

【0022】

図1において、燃料電池モジュール2の高さ方向をy軸方向としている。このy軸に直交する平面に沿ってx軸及びz軸を定義し、燃料電池モジュール2の短手方向(幅方向)に沿った方向をx軸方向とし、燃料電池モジュール2の長手方向(長さ方向)に沿った方向をz軸方向としている。図2以降において図中に記載しているx軸、y軸、及びz軸は、図1におけるx軸、y軸、及びz軸を基準としている。また、z軸の負方向に沿った方向をA方向とし、x軸の正方向に沿った方向をB方向としている。

【0023】

燃料電池モジュール2は、燃料電池セルスタック(詳細は後述する)を収容するケーシ

50

ング 5 6 と、ケーシング 5 6 の上部に設けられている熱交換器 2 2 と、を備える。ケーシング 5 6 は例えば直方体形状に形成されている。熱交換器 2 2 はケーシング 5 6 の上面上に配置されている。ケーシング 5 6 内には後述の燃料電池セルスタックが配置されている。ケーシング 5 6 には、被改質ガス供給管 6 0 と、水供給管 6 2 と、が連結されている。その一方で、熱交換器 2 2 には、発電用空気導入管 7 4 と、燃焼ガス排出管 8 2 と、が連結されている。

【 0 0 2 4 】

被改質ガス供給管 6 0 は、ケーシング 5 6 の内部に都市ガスといった改質用の被改質ガスを供給する管路である。水供給管 6 2 は、被改質ガスを水蒸気改質する際に用いる水をケーシング 5 6 の内部に供給する管路である。発電用空気導入管 7 4 は、改質によって生成された燃料ガスと発電反応を起こさせるための発電用空気（酸化剤ガス）をケーシング 5 6 の内部に供給する管路である。燃焼ガス排出管 8 2 は、発電に寄与しなかった残余の燃料ガス及び酸化剤ガスを燃焼させた結果生じる燃焼ガスをケーシング 5 6 の外部に排出する管路である。

10

【 0 0 2 5 】

次に、図 2～図 5 を参照しながら、本発明に係る燃料電池装置の燃料電池モジュール 2 の内部構造について説明する。図 2 は、図 1 の x y 平面に平行な切断面に沿って燃料電池モジュール 2 を切断した断面図である。図 3 は、図 1 に示す燃料電池モジュール 2 からケーシング 5 6 の一部を取り外した状態を示す燃料電池モジュール 2 の短手方向の側面図である。図 4 は、図 1 に示す燃料電池モジュール 2 からケーシング 5 6 及び熱交換器 2 2 を取り外した状態を示す斜視図である。図 5 は、図 1 に示す燃料電池モジュール 2 からケーシング 5 6 及び熱交換器 2 2 を取り外した状態を示す燃料電池モジュール 2 の長手方向の側面図である。

20

【 0 0 2 6 】

図 1～図 3 に示すように、ケーシング 5 6 は燃料電池セルスタック 1 2 の全体を覆っている。燃料電池セルスタック 1 2 は、直立姿勢で相互に平行に配置される燃料電池セルユニット 1 6 の集合体から形成されている。図 4 に示すように、燃料電池セルスタック 1 2 は、全体として B 方向より A 方向の方が長いほぼ直方体形状の輪郭を有しており、改質器 2 0 の下面に沿って x z 平面に平行に広がる上面と、燃料ガスタンク 6 8 の上面に沿って x z 平面に平行に広がる下面と、y z 平面に平行に広がる一対の長辺側の側面と、x y 平面に平行に広がるとともに一対の長辺側の側面同士を相互に接続する一対の短辺側の側面と、を備えている。

30

【 0 0 2 7 】

本実施形態の場合、水供給管 6 2 から供給される水を蒸発させるための蒸発混合器は改質器 2 0 の内部に設けられている。蒸発混合器は、後述の燃焼部 1 8 で燃焼させられる燃焼ガスにより加熱され、水を水蒸気にすると共に、この水蒸気と被改質ガス（都市ガス等）とを混合するためのものである。被改質ガス供給管 6 0 及び水供給管 6 2 は、ケーシング 5 6 の内部に導かれた後、共に改質器 2 0 に繋がる。より具体的には、図 3 に示すように、被改質ガス供給管 6 0 及び水供給管 6 2 は、改質器 2 0 の上流端である図 3 中右側の一端に繋がれている。

40

【 0 0 2 8 】

改質器 2 0 は、燃料電池セルスタック 1 2 の上方に形成された燃焼部 1 8 の更に上方に配置されている。従って、改質器 2 0 は、発電反応後の発電に寄与しなかった残余の燃料ガス及び酸化剤ガスによる燃焼熱によって熱せられ、蒸発混合器としての役割と、改質反応を起こす改質器としての役割とを果たすように構成されている。改質器 2 0 の下流端である図 3 中左側の他端には燃料供給管 6 6 の上端が接続されている。この燃料供給管 6 6 の下端側 6 6 a（図 2 参照）は、燃料ガスタンク 6 8 内に入り込むように配置されている。

【 0 0 2 9 】

図 3 及び図 4 に示すように、燃料ガスタンク 6 8 は燃料電池セルスタック 1 2 の真下に

50

設けられている。また、燃料ガスタンク 6 8 内に挿入された燃料供給管 6 6 の下端側 6 6 a の外周には、長手方向 (A 方向) に沿って複数の小穴 (図示せず) が形成されている。改質器 2 0 で生成された燃料ガスは、これら複数の小穴 (図示せず) によって燃料ガスタンク 6 8 内に長手方向に均一に供給される。燃料ガスタンク 6 8 に供給された燃料ガスは、各燃料電池セルユニット 1 6 の内部にある燃料ガス流路 (詳細は後述する) 内に供給され、燃料電池セルユニット 1 6 内をその下端から上端に向かって上昇して、燃焼部 1 8 に至る。

【0 0 3 0】

図 2 ~ 図 4 に示すように、燃料電池セルスタック 1 2 の一対の長辺側の側面には、それぞれ拡散防止壁 3 0 a、3 0 b が対向して配置されている。拡散防止壁 3 0 a、3 0 b は、それぞれ内向き面で燃料電池セルスタック 1 2 の長辺側の側面に対向している。拡散防止壁 3 0 a、3 0 b は、燃料電池セルスタック 1 2 の一対の長辺側の側面からそれぞれ等距離に規定される中間面 (図示せず) に対して面对称の構造を有している。本実施形態では、中間面は、x y 平面に平行に規定されるとともに、燃料電池セルスタック 1 2 の長手方向の中心位置を通る平面で規定される。

10

【0 0 3 1】

各拡散防止壁 3 0 a、3 0 b は、燃料電池セルスタック 1 2 の側面に沿って広がる側板 3 1 と、側板 3 1 の上端から内向きに突き出て x z 平面上に平行に広がる上板 3 2 と、を備えている。一方の拡散防止壁 3 0 a の側板 3 1 の外側に前述の被改質ガス供給管 6 0 及び水供給管 6 2 が配置され、他方の拡散防止壁 3 0 b の側板 3 1 の外側に前述の燃料供給管 6 6 が配置されている。被改質ガス供給管 6 0、水供給管 6 2 及び燃料供給管 6 6 は対応の側板 3 1 の外向き面にそれぞれ対向している。拡散防止壁 3 0 a、3 0 b は例えばステンレス鋼などの金属材料から形成されている。

20

【0 0 3 2】

1 対の拡散防止壁 3 0 a、3 0 b の各上板 3 2 の上面には改質器 2 0 が固定されている。改質器 2 0 の一端すなわち上流端は、一対のスペーサ 3 3 a、3 3 b によって拡散防止壁 3 0 a の上板 3 2 に固定される一方で、改質器 2 0 の他端すなわち下流端は、同様に、一対のスペーサ 3 3 a、3 3 b によって拡散防止壁 3 0 b の上板 3 2 に固定される。スペーサ 3 3 a、3 3 b は改質器 2 0 の底面に例えば溶接やねじ止めによって固定されてよい。また、スペーサ 3 3 a、3 3 b は上板 3 2 に例えばねじ止めによって固定されてよい。スペーサの数は一対より大きな数に設定されてもよい。

30

【0 0 3 3】

図 2 及び図 5 から明らかなように、拡散防止壁 3 0 a、3 0 b の各上板 3 2 と改質器 2 0 の底面との間にはスペーサ 3 3 a、3 3 b の働きで空気流路 3 4 が形成される。発電反応後の発電に寄与しなかった残余の燃料ガス及び酸化剤ガスや、これらの燃料ガス及び酸化剤ガスの燃焼部 1 8 での燃焼によって生成された燃焼ガスが、空気流路 3 4 を通って流通する。本実施形態では、スペーサ 3 3 a、3 3 b は、拡散防止壁 3 0 a 上の空気流路 3 4 と拡散防止壁 3 0 b 上の空気流路 3 4 とが前述の中間面に対して面对称に形成されるように配置されている。言い替えれば、空気流路 3 4、3 4 は、燃料電池セルスタック 1 2 の長手方向に見通した場合に同じ位置に配置される。

40

【0 0 3 4】

図 4 及び図 5 から明らかなように、被改質ガス供給管 6 0 及び水供給管 6 2 にはその長手方向に沿ってそれぞれ伸縮部分 3 5 が形成されている。伸縮部分 3 5 は蛇腹形状を有している。伸縮部分 3 5 は、被改質ガス供給管 6 0 及び水供給管 6 2 と同様に金属材料から形成されており、被改質ガス供給管 6 0 及び水供給管 6 2 に一体化されている。伸縮部分 3 5 は、被改質ガス供給管 6 0 及び水供給管 6 2 において空気流路 3 4 よりも下方に配置されている。言い替えれば、伸縮部分 3 5 と燃料電池セルスタック 1 2 との間には拡散防止壁 3 0 a が配置されており、伸縮部材 3 5 は側板 3 1 の外向き面に対向している。

【0 0 3 5】

こうした伸縮部材 3 5 は蛇腹形状の働きで例えば被改質ガス供給管 6 0 及び水供給管 6

50

2の長手方向に進展したり収縮したりすることができる。また、伸縮部材35より上側の被改質ガス供給管60や水供給管62の部分と、伸縮部材35より下側の被改質ガス供給管60や水供給管62の部分との相対変位を許容することができる。なお、燃料供給管66にも同様に伸縮部材が形成されている（図示せず）。

【0036】

図6は、スペーサ33a、33b及び拡散防止壁30aの構造を概略的に示す斜視図である。図6から明らかなように、すべてのスペーサ33a、33bは同一の形状及び同一の大きさを有している。本実施形態では、各スペーサ33a、33bは、例えばz軸方向に長尺に延びてxz平面に平行に平たく広がる平板から形成されている。前述したように、一方の拡散防止壁30a上のスペーサ33a、33bと、他方の拡散防止壁30b上のスペーサ33a、33bとは、一対の空気流路34、34が前述の中間面に対して対称に形成されるように配置されている。

10

【0037】

また、一方の拡散防止壁30a上のスペーサ33a、33b、及び、他方の拡散防止壁30b上のスペーサ33a、33bは、燃料電池セルスタック12の一対の短辺側の側面から等距離に規定される第2の中間面に対して対称の位置に配置されている。言い替えれば、燃料電池モジュール2の短手方向に見通した場合に、スペーサ33a、33a同士は相互に同じ位置に配置される。第2の中間面は、yz平面に沿って広がるとともに、燃料電池セルスタック12の短手方向の中心位置を通る平面で規定される。なお、スペーサ33a、33bの配置や形状、大きさは、燃料電池セルスタック12を流れる酸化剤ガスや燃料ガスの流量によって変更されてよい。

20

【0038】

次に、図2～図5に加えて図7及び図8を参照しながら、燃料電池モジュール2の内部に発電用空気を供給するための構造を説明する。図7は、図2に対応する模式図であって、酸化剤ガス及び燃焼ガスの流れを示す図である。図8は、図3に対応する模式図であって、同様に酸化剤ガス及び燃焼ガスの流れを示す図である。これらの図に示すように、改質器20の上方に熱交換器22が配置されている。熱交換器22内には、複数の燃焼ガス配管70と、この燃焼ガス配管70の周囲に形成された発電用空気流路72と、が設けられている。

30

【0039】

熱交換器22の上面における一端側（図3における右端）には上述の発電用空気導入管74が取り付けられている。この発電用空気導入管74により、発電用空気流量調整ユニット（図示しない）から熱交換器22内に酸化剤ガスが導入される。熱交換器22の上側の他端側（図3における左端）には、発電用空気流路72の一対の出口ポート76a、76aが形成されている。この出口ポート76aの各々はそれぞれ連絡流路76につながっている。さらに、図2に示すように、ケーシング56の幅方向の両側の外側には発電用空気供給路77が形成されている。

【0040】

従って、発電用空気供給路77には、発電用空気流路72の出口ポート76a及び連絡流路76から酸化剤ガスが供給される。この発電用空気供給路77は、燃料電池セルスタック12の長手方向に沿って形成されている。さらに、その下方側であり且つ燃料電池セルスタック12の下方側に対応する位置に、発電室10内の燃料電池セルスタック12の各燃料電池セルユニット16に向けて酸化剤ガスを吹き出すための複数の吹出口78a、78bが形成されている。これらの吹出口78a、78bから吹き出された酸化剤ガスは、各燃料電池セルユニット16の外側に沿って燃料電池セルユニット16の下部から上部に向かって流れる。すなわち、燃料電池セルユニット16、16同士の間に酸化剤ガス流路79が形成される。

40

【0041】

次に、燃料ガスと酸化剤ガスとが燃焼して生成される燃焼ガスを排出するための構造を説明する。燃料電池セルユニット16の上方で発生した燃焼ガスは、燃焼部18内を上昇

50

し、整流板 21 に至る。整流板 21 には開口 21a が設けられており、開口 21a 内に燃焼ガスが導かれる。同時に、燃焼ガスは、改質器 20 の両端に形成された空気流路 34、34 を通って上昇し、開口 21a 内に導かれる。この開口 21a を通った燃焼ガスは熱交換器 22 の他端側に至る。熱交換器 22 内には、燃焼ガスを排出するための複数の燃焼ガス配管 70 が設けられている。これらの燃焼ガス配管 70 の下流端側には、燃焼ガス排出管 82 が接続され、排出管 82 によって燃焼ガスが外部に排出される。このとき、燃焼ガスや燃料に利用されなかった残余の酸化剤ガスは空気流路 34、34 を通って流れる。

【0042】

次に、図 9 を参照しながら燃料電池セルユニット 16 について説明する。図 9 は、燃料電池セルユニット 16 を示す部分断面図である。図 9 に示すように、燃料電池セルユニット 16 は、燃料電池セル 84 と、この燃料電池セル 84 の上下方向端部にそれぞれ接続された内側電極端子 86 と、を備えている。燃料電池セル 84 は、上下方向に延びる管状構造体であり、内部に燃料ガス流路 88 を形成する円筒形の内側電極層 90 と、内側電極層 90 と同心円状に広がる円筒形の外側電極層 92 と、内側電極層 90 と外側電極層 92 の間に配置された電解質層 94 と、を備えている。内側電極層 90 は、燃料ガスが通過する燃料極であり、(-) 極となり、一方、外側電極層 92 は、空気と接触する空気極であり、(+) 極となっている。

10

【0043】

燃料電池セルユニット 16 の上端及び下端に取り付けられた内側電極端子 86 は同一構造であるため、ここでは、上端に取り付けられた内側電極端子 86 について具体的に説明する。内側電極層 90 の上部 90a は、電解質層 94 及び外側電極層 92 に対して露出された外周面 90b と上端面 90c とを備えている。内側電極端子 86 は、導電性のシール材 96 を介して内側電極層 90 の外周面 90b に接続され、さらに、内側電極層 90 の上端面 90c に直接接触することにより、内側電極層 90 に電気的に接続されている。内側電極端子 86 の中心部には、内側電極層 90 の燃料ガス流路 88 と連通する燃料ガス流路 98 が形成されている。

20

【0044】

内側電極層 90 は、例えば、Ni と、Ca や Y、Sc 等の希土類元素から選ばれる少なくとも一種をドープしたジルコニアとの混合体、Ni と、希土類元素から選ばれる少なくとも一種をドープしたセリアとの混合体、Ni と、Sr、Mg、Co、Fe、Cu から選ばれる少なくとも一種をドープしたランタンガレードとの混合体、の少なくとも一種から形成される。

30

【0045】

電解質層 94 は、例えば、Y、Sc 等の希土類元素から選ばれる少なくとも一種をドープしたジルコニア、希土類元素から選ばれる少なくとも一種をドープしたセリア、Sr、Mg から選ばれる少なくとも一種をドープしたランタンガレート、の少なくとも一種から形成される。

30

【0046】

外側電極層 92 は、例えば、Sr、Ca から選ばれた少なくとも一種をドープしたランタンマンガナイト、Sr、Co、Ni、Cu から選ばれた少なくとも一種をドープしたランタンフェライト、Sr、Fe、Ni、Cu から選ばれた少なくとも一種をドープしたランタンコバルタイト、銀、などの少なくとも一種から形成される。

40

【0047】

次に、図 10 を参照しながら燃料電池セルスタック 12 について説明する。図 10 は、燃料電池セルスタック 12 を示す斜視図である。図 10 に示すように、燃料電池セルスタック 12 は、16 本の燃料電池セルユニット 16 の集合体ごとにその下端及び上端が、それぞれ、セラミック製の燃料ガスタンク上板 68a 及び上支持板 100 により支持されている。これらの燃料ガスタンク上板 68a 及び上支持板 100 には、内側電極端子 86 が貫通可能な貫通穴がそれぞれ形成されている。

【0048】

50

さらに、燃料電池セルユニット16には集電体102及び外部端子104が取り付けられている。この集電体102は、燃料極である内側電極層90に取り付けられた内側電極端子86と、隣接する燃料電池セルユニット16の集合体の空気極である外側電極層92の外周面と、を電気的に接続する。さらに、燃料電池セルスタック12の端に位置する2個の燃料電池セルユニット16の集合体の上側端及び下側端の内側電極端子86にはそれぞれ外部端子104が接続されている。これらの外部端子104は、隣接する燃料電池セルユニット16の集合体の端にある燃料電池セルユニット16の集合体の外部端子104に接続され、160本の燃料電池セルユニット16の全てが直列接続される。

【0049】

以上のような燃料電池装置によれば、燃焼部18における燃料ガス及び酸化剤ガスの燃焼によって改質器20が加熱されるので、被改質ガスや水が流れる被改質ガス供給管60及び水供給管62と、改質器20で改質されて加熱された燃料ガスが流れる燃料供給管66との間に非常に大きな温度差が生じる。その結果、被改質ガス供給管60及び水供給管62と燃料ガス供給管66との間の熱膨張に差分が生じる。しかしながら、本実施形態では、改質器20がスペーサ33a、33bによって拡散防止壁30a、30bに固定されているので、被改質ガス供給管60及び水供給管62と燃料ガス供給管66との間で熱膨張に差分が生じるにも関わらず、空気流路34、34の流路断面積は変化しない。従って、燃料電池セルスタック12を流れる燃料ガス及び酸化剤ガスの流れに乱れは生じないので、すべての燃料電池セルユニット16は均一に発電することができる。その結果、燃料電池装置では、長期間にわたって安定した発電性能を確保することができる。

10

20

30

40

50

【0050】

また、前述のように、拡散防止壁30a、30bは燃焼部18に対向しているので、拡散防止壁30a、30bの温度は上昇する。従って、例えば、拡散防止壁30a、30bの熱膨張に対して被改質ガス供給管60や水供給管62、燃料ガス供給管66の熱膨張が小さい場合には、拡散防止壁30a、30bと被改質ガス供給管60や水供給管62、燃料ガス供給管66との相対変位によって被改質ガス供給管60や水供給管62、燃料ガス供給管66が破損することが想定される。しかしながら、本実施形態では、被改質ガス供給管60や水供給管62、燃料ガス供給管66には伸縮部分35が形成されており、この伸縮部分35は、熱膨張の差分による相対変位を許容することができる。その結果、被改質ガス供給管60や水供給管62、燃料ガス供給管66の破損を防止することができる。また、伸縮部分35は空気流路34よりも下方に配置されていることから、空気流路34を流れる燃焼ガス等の熱を直接的に受けない。その結果、伸縮部分35の劣化を抑制することができるので、伸縮部分35は長期間にわたって伸縮を保持することができる。

【0051】

またさらに、空気流路34は、拡散防止壁30a、30bの上板31と改質器20との間に挟み込まれるスペーサ33a、33bによって形成されており、スペーサ33a、33bはすべて同一の形状及び同一の大きさを有している。従って、燃料電池セルユニット16の使用温度、燃料ガスや酸化剤ガスの流量などの燃料電池装置の運転条件が変化して、空気流路34の必要な流路断面積が変化した場合であっても、スペーサ33a、33bの形状を変更することによって、例えば、増大させる又は減少させることによって、空気流路34の流路断面積を容易に変更することができる。その結果、運転条件に応じて、各燃料電池セルユニット16の寿命を均一化するために必要な流路断面積を容易に設定することができる。

【0052】

また、空気流路34、34は、燃料電池セルスタック12の長手方向の中間面に対して対称に形成されるので、拡散防止壁30a、30bの近傍を流れる燃焼ガスの流れを、一方の空気流路34と他方の空気流路34との間で燃料電池セルスタック12の長手方向に同一にすることができる。またさらに、一方の拡散防止壁30a上のスペーサ33a、33bと、他方の拡散防止壁30b上のスペーサ33a、33bとは、燃料電池セルスタック12の短手方向の第2の中間面に対して対称に配置されるので、拡散防止壁30a

、30bの近傍を流れる燃焼ガスの流れを、一方の空気流路34と他方の空気流路34との間で燃料電池セルスタック12の短手方向に同一にすることができる。これらの構成によれば、すべての燃料電池セルユニット16で均一に発電することができるので、長期間にわたって安定した発電性能を確保することができる。

【0053】

以上、具体例を参照しつつ本発明の実施の形態について説明した。しかしながら、本発明はこれらの具体例に限定されるものではない。すなわち、これら具体例に、当業者が適宜設計変更を加えたものも、本発明の特徴を備えている限り、本発明の範囲に包含される。例えば、前述した各具体例が備える各要素及びその配置、材料、条件、形状、サイズなどは、例示したものに限定されるわけではなく適宜変更することができる。また、前述した各実施の形態が備える各要素は、技術的に可能な限りにおいて組み合わせることができ、これらを組み合わせたものも本発明の特徴を含む限り本発明の範囲に包含される。

10

【符号の説明】

【0054】

12 燃料電池セルスタック

20 改質器

30a 拡散防止壁

30b 拡散防止壁

33a スペーサ

33b スペーサ

20

34 空気流路

35 伸縮部分

60 ガス流入管（被改質ガス供給管）

62 ガス流入管（水供給管）

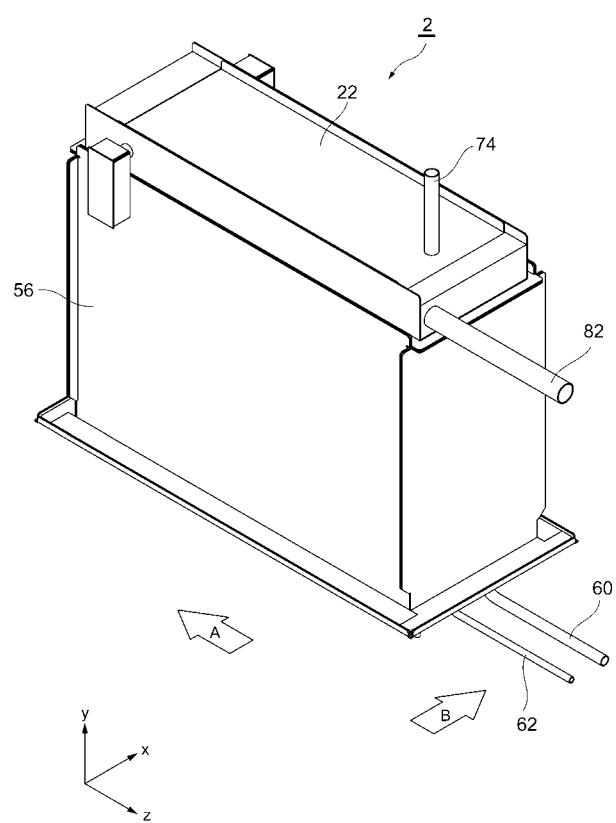
66 ガス流出管（燃料ガス供給管）

79 酸化剤ガス流路

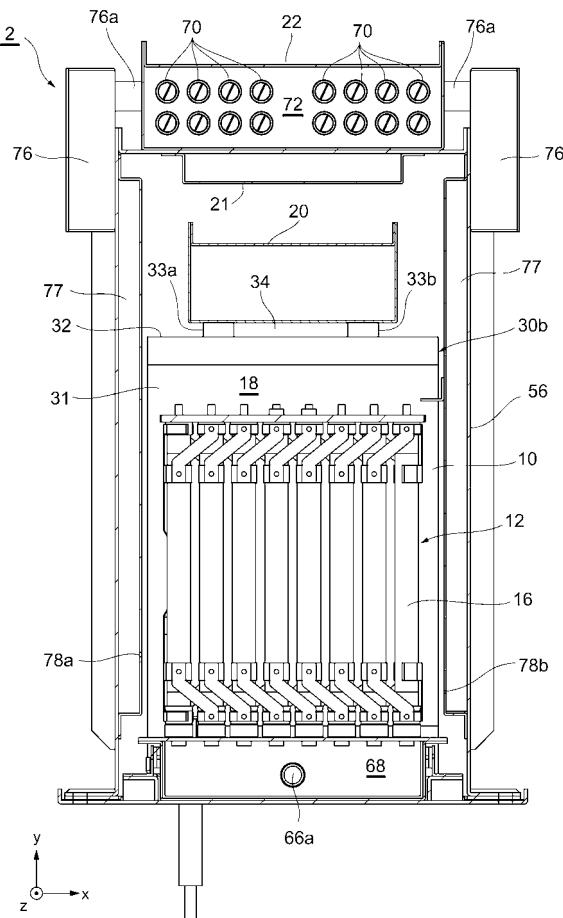
84 燃料電池セル

88 燃料ガス流路

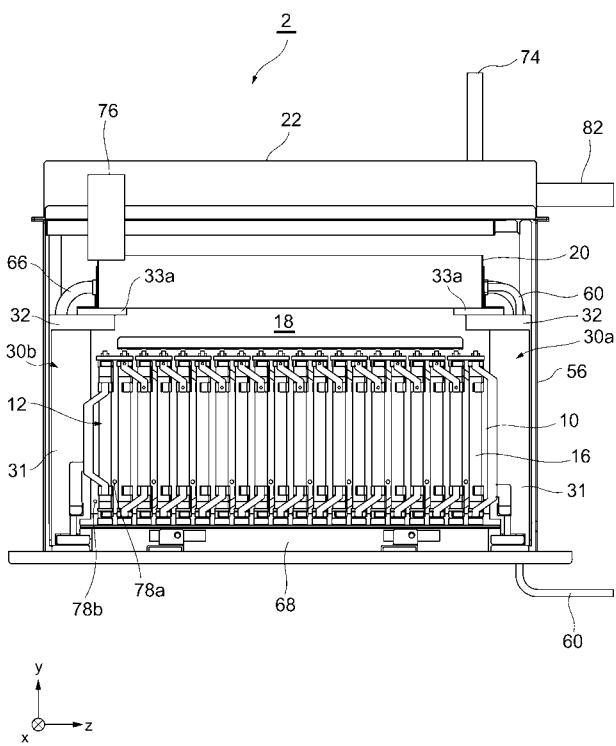
【図 1】



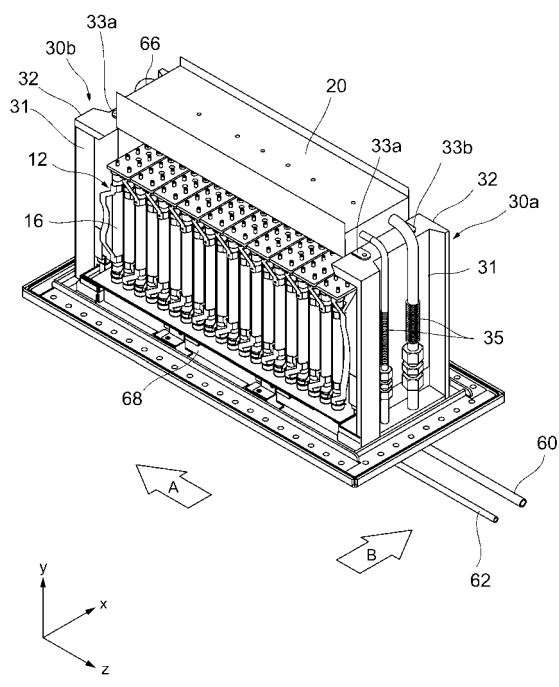
【図 2】



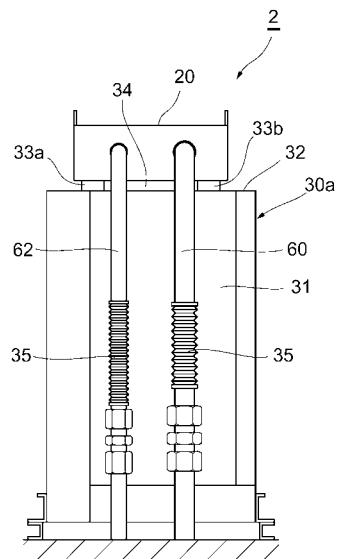
【図 3】



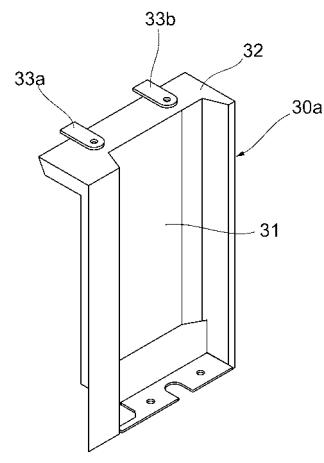
【図 4】



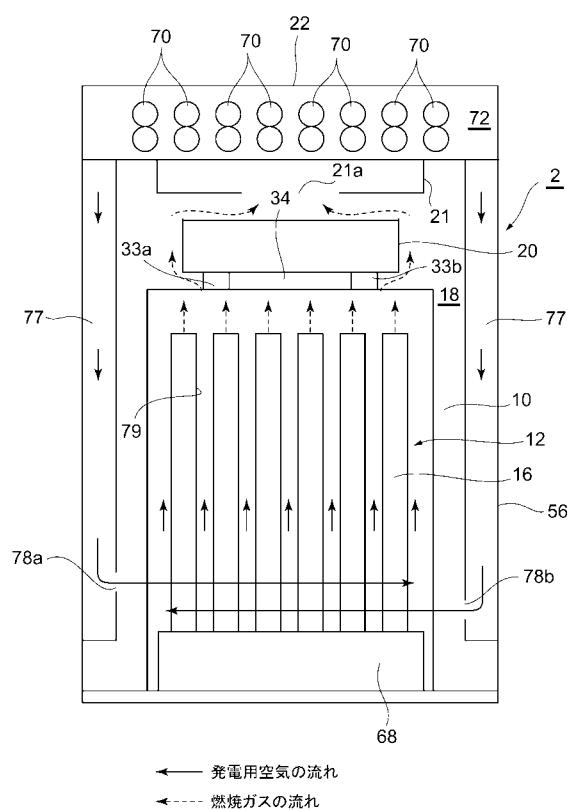
【 図 5 】



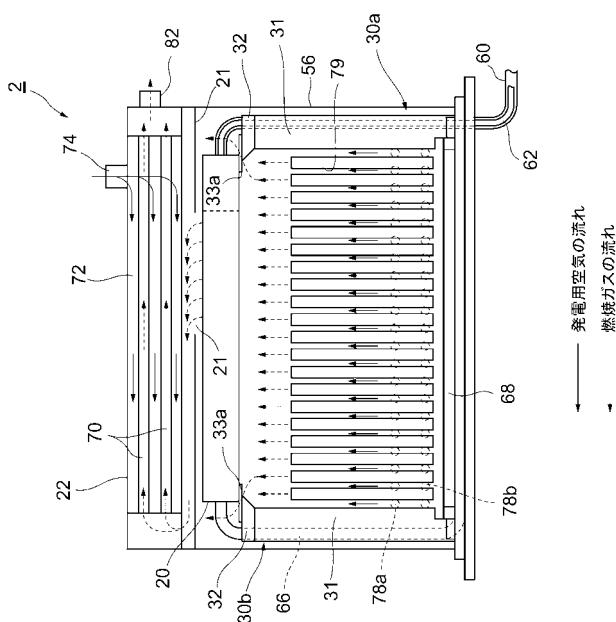
【 図 6 】



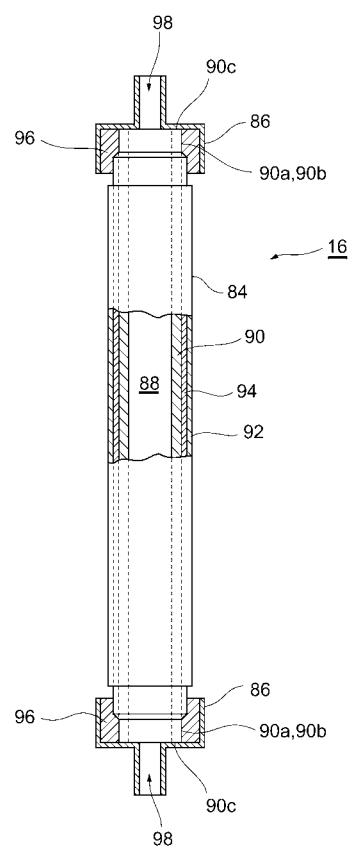
【図7】



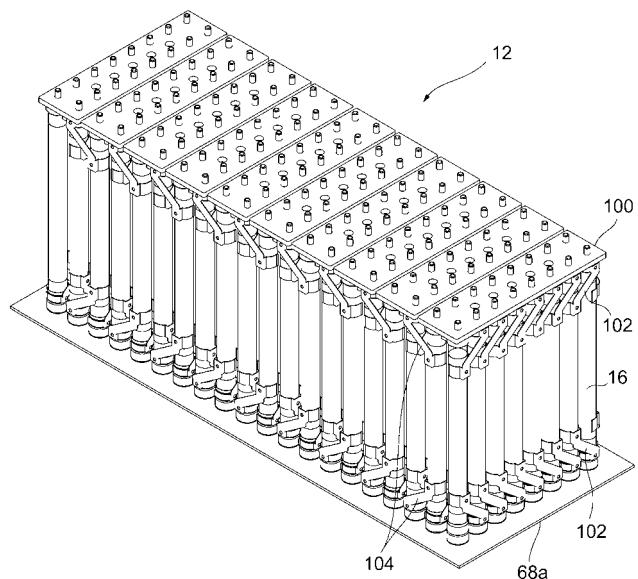
【 図 8 】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 城戸 輝希

福岡県北九州市小倉北区中島2丁目1番1号 TOTO株式会社内

Fターム(参考) 5H026 AA06

5H027 AA06 BA01 CC02 MM13 MM20