

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7087616号  
(P7087616)

(45)発行日 令和4年6月21日(2022.6.21)

(24)登録日 令和4年6月13日(2022.6.13)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 M	8/0258(2016.01)	H 0 1 M	8/0258
H 0 1 M	8/12 (2016.01)	H 0 1 M	8/12 1 0 1
H 0 1 M	8/0265(2016.01)	H 0 1 M	8/12 1 0 2 A
H 0 1 M	8/0273(2016.01)	H 0 1 M	8/0265
H 0 1 M	8/0206(2016.01)	H 0 1 M	8/0273

請求項の数 10 (全17頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2018-77544(P2018-77544)
(22)出願日	平成30年4月13日(2018.4.13)
(65)公開番号	特開2019-186119(P2019-186119 A)
(43)公開日	令和1年10月24日(2019.10.24)
審査請求日	令和3年2月10日(2021.2.10)

(73)特許権者	000003997 日産自動車株式会社 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(74)代理人	110000671 八田国際特許業務法人
(72)発明者	市原 敬士 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日 産自動車株式会社内
(72)発明者	柳沼 基 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日 産自動車株式会社内
(72)発明者	和泉 隆夫 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日 産自動車株式会社内
審査官	多田 達也

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 燃料電池スタック

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

メタルサポートセルおよび前記メタルサポートセルの外周を保持するセルフフレームを有するメタルサポートセルアッセンブリと、  
積層方向に隣り合う前記メタルサポートセルの間に設けられるセパレータと、を有するセルユニットを、前記積層方向に積層されてなる、固体酸化物形燃料電池の燃料電池スタックであって、  
前記メタルサポートセルおよび前記セパレータの間に設けられ、ガスが流通可能な主流路と、  
前記主流路の前記ガスが流通する流通方向に対する幅方向の外方であって、前記セルフフレームおよび前記セパレータの間に設けられ、前記ガスが流通可能なバイパス流路と、を有し、  
前記バイパス流路を流通する前記ガスの熱エネルギーを、前記主流路を流通する前記ガスに対して補給し、  
前記バイパス流路は、前記セルフフレームおよび前記セパレータによって区画形成される、燃料電池スタック。

## 【請求項2】

メタルサポートセルおよび前記メタルサポートセルの外周を保持するセルフフレームを有するメタルサポートセルアッセンブリと、  
積層方向に隣り合う前記メタルサポートセルの間に設けられるセパレータと、を有するセ

ルユニットを、前記積層方向に積層されてなる、固体酸化物形燃料電池の燃料電池スタックであって、

前記メタルサポートセルおよび前記セパレータの間に設けられ、ガスが流通可能な主流路と、

前記主流路の前記ガスが流通する流通方向に対する幅方向の外方であって、前記セルフフレームおよび前記セパレータの間に設けられ、前記ガスが流通可能なバイパス流路と、を有し、

前記バイパス流路を流通する前記ガスの熱エネルギーを、前記主流路を流通する前記ガスに対して補給し、

前記バイパス流路は、前記流通方向の下流に連れて、流路幅が小さくなるように構成されている、燃料電池スタック。

10

【請求項 3】

前記バイパス流路は、少なくとも前記バイパス流路が前記主流路に対して合流する合流部よりも前記流通方向の下流側に、圧力損失を生じさせる圧力損失部を有する、請求項 2 に記載の燃料電池スタック。

【請求項 4】

前記圧力損失部は、前記バイパス流路の最下流位置に設けられる、請求項 3 に記載の燃料電池スタック。

【請求項 5】

メタルサポートセルおよび前記メタルサポートセルの外周を保持するセルフフレームを有するメタルサポートセルアッセンブリーと、

20

積層方向に隣り合う前記メタルサポートセルの間に設けられるセパレータと、を有するセルユニットを、前記積層方向に積層されてなる、固体酸化物形燃料電池の燃料電池スタックであって、

前記メタルサポートセルおよび前記セパレータの間に設けられ、ガスが流通可能な主流路と、

前記主流路の前記ガスが流通する流通方向に対する幅方向の外方であって、前記セルフフレームおよび前記セパレータの間に設けられ、前記ガスが流通可能なバイパス流路と、を有し、

前記バイパス流路を流通する前記ガスの熱エネルギーを、前記主流路を流通する前記ガスに対して補給し、

30

前記主流路は、前記幅方向の内方に連れて圧力損失が小さくなるように構成されている、燃料電池スタック。

【請求項 6】

前記バイパス流路は、前記主流路よりも前記積層方向の長さが長い、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の燃料電池スタック。

【請求項 7】

前記バイパス流路の前記幅方向の外方には、前記バイパス流路を形成する外枠部が設けられ、

前記外枠部は中空形状を備える、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の燃料電池スタック。

40

【請求項 8】

前記主流路は、前記幅方向に隣り合う前記主流路に対して空間的に連続する連続部を有する、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の燃料電池スタック。

【請求項 9】

前記連続部は、前記幅方向に対して、前記流通方向の下流側に向けて傾斜して構成されている、請求項 8 に記載の燃料電池スタック。

【請求項 10】

前記主流路は、下流側において上流側よりも圧力損失が小さくなるように構成されている、請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の燃料電池スタック。

【発明の詳細な説明】

50

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、燃料電池スタックに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

固体酸化物形燃料電池 (Solid Oxide Fuel Cells: SOFC。以下、単に「SOFC」ということがある。) は、熱効率が高く、貴金属触媒を使わなくても燃料と空気との電気化学反応が可能であり、さらに多種類の燃料を使用できる。SOFCは、供給されたガスによって発電する電解質電極接合体、およびガスが流通する流路部が区画形成されたセパレータを含むセルユニットを複数積層して構成される燃料電池スタックを有する。

10

## 【0003】

このようなSOFCを起動する際、およそ500~600の閾値温度になると発電が開始する。起動時において、ガス流路にガスを導入すると、ガス流路の入口側においては、ガスと周囲との温度差が大きいため、比較的溫度が高くなるように加熱される。一方、ガス流路の出口側においては、入口側において熱が奪われることに起因してガスと周囲との温度差が小さくなるため、上流側と比較して温度が低くなるように加熱される。すなわち、ガスの流通方向に沿って、入口側が高く出口側が低い温度勾配が生じる。このような温度勾配が生じると、上流側よりも温度の低い下流側における温度が閾値温度を超えるまでSOFCが起動しないため、起動に時間がかかるという問題がある。

20

## 【0004】

これに関連して、例えば下記の特許文献1には、冷媒の入口側に、下流側よりも熱伝導率が小さい低熱伝導部が形成された燃料電池スタックが開示されている。この構成によれば、温度勾配を低減できる。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【文献】特許第4956000号

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

30

## 【0006】

しかしながら、特許文献1に開示された燃料電池スタックでは、追加部品が必要となることから、コストが増大したり、燃料電池スタックの体積が増加したりする可能性がある。

## 【0007】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、新たな部品を追加することなく、温度勾配をなだらかにすることのできる燃料電池スタック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】

## 【0008】

上記目的を達成する本発明に係る燃料電池スタックは、メタルサポートセルおよび前記メタルサポートセルの外周を保持するセルフフレームを有するメタルサポートセルアッセンブリーと、積層方向に隣り合う前記メタルサポートセルの間に設けられるセパレータと、を有するセルユニットを、前記積層方向に積層されてなる、固体酸化物形燃料電池の燃料電池スタックである。燃料電池スタックは、前記メタルサポートセルおよび前記セパレータの間に設けられ、ガスが流通可能な主流路と、前記主流路の前記ガスが流通する流通方向に対する幅方向外方であって、前記セルフフレームおよび前記セパレータの間に設けられ、前記ガスが流通可能なバイパス流路と、を有する。また、前記バイパス流路を流通する前記ガスの熱エネルギーを、前記主流路を流通する前記ガスに対して補給する。また、前記バイパス流路は、前記セルフフレームおよび前記セパレータによって区画形成される。

40

## 【発明の効果】

50

## 【 0 0 0 9 】

本発明によれば、新たな部品を追加することなく、温度勾配をなだらかにすることができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 0 】

【 図 1 】 本発明の実施形態に係る燃料電池スタックを示す分解斜視図である。

【 図 2 】 セルユニットの分解斜視図である。

【 図 3 】 メタルサポートセルアッセンブリーの分解斜視図である。

【 図 4 】 図 2 の 4 - 4 線に沿う断面図である。

【 図 5 】 セルユニットの一部を示す上面図である。

10

【 図 6 】 主流路に設けられる連続部の構成を説明するための斜視図である。

【 図 7 】 図 5 の 7 - 7 線に沿う断面図である。

【 図 8 】 図 5 の 8 - 8 線に沿う断面図である。

【 図 9 】 バイパス流路を流通するガスの熱エネルギーを、主流路を流通するガスに対して補給する様子を示すイメージ図である。

【 図 1 0 】 バイパス流路を流通するガスの熱エネルギーを、主流路を流通するガスに対して補給する効果を示すグラフである。

【 図 1 1 】 比較例に係る燃料電池スタックの、反応部への伝熱量を示す図である。

【 図 1 2 】 比較例に係る燃料電池スタックの、温度分布の時間変化を示すグラフである。

【 図 1 3 】 本実施形態に係る燃料電池スタックの、反応部への伝熱量を示す図である。

20

【 図 1 4 】 本実施形態に係る燃料電池スタックの、温度分布を示すグラフである。

【 図 1 5 】 変形例 1 に係る燃料電池スタックのセルユニットの一部を示す上面図である。

【 図 1 6 】 変形例 2 に係る燃料電池スタックのセルユニットの一部を示す上面図である。

【 図 1 7 】 変形例 3 に係る燃料電池スタックのセルユニットの一部を示す上面図である。

【 図 1 8 】 変形例 4 に係る燃料電池スタックのセルユニットの一部を示す上面図である。

【 図 1 9 】 変形例 5 に係る燃料電池スタックのセルユニットの一部を示す上面図である。

【 図 2 0 】 変形例 6 に係る燃料電池スタックのセルユニットの一部を示す上面図である。

【 図 2 1 】 変形例 7 に係る燃料電池スタックのセルユニットの一部を示す上面図である。

【 図 2 2 】 変形例 8 に係る燃料電池スタックのセルユニットの一部を示す上面図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

30

## 【 0 0 1 1 】

以下、添付した図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。なお、以下の説明は特許請求の範囲に記載される技術的範囲や用語の意義を限定するものではない。また、図面の寸法比率は説明の都合上誇張されており、実際の比率とは異なる場合がある。

## 【 0 0 1 2 】

図 1 ~ 図 1 0 を参照して、本実施形態に係る燃料電池スタック 1 0 について説明する。本実施形態の燃料電池スタック 1 0 は、電解質として例えば、安定化ジルコニアなどの酸化物イオン導電体を用いた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 ) に用いられる。

## 【 0 0 1 3 】

40

以下の説明の便宜のため、X Y Z 直交座標系を図中に示す。X 軸および Y 軸は水平方向、Z 軸は上下方向 ( 積層方向に相当 ) にそれぞれ平行な軸を示す。

## 【 0 0 1 4 】

図 1 は、本発明の実施形態に係る燃料電池スタック 1 0 を示す分解斜視図である。図 2 は、セルユニット 1 0 0 の分解斜視図である。図 3 は、メタルサポートセルアッセンブリー 1 1 0 の分解斜視図である。図 4 は、図 2 の 4 - 4 線に沿う断面図である。図 5 は、セルユニット 1 0 0 の一部を示す上面図である。図 6 は、主流路 R 1 に設けられる連続部 R 3 の構成を説明するための斜視図である。図 7 は、図 5 の 7 - 7 線に沿う断面図である。図 8 は、図 5 の 8 - 8 線に沿う断面図である。なお、図 5 では理解の容易のため、集電補助層 1 3 0 は省略して示す。図 9 は、バイパス流路 R 2 を流通するガスの熱エネルギーを、

50

主流路 R 1 を流通するガスに対して補給する様子を示すイメージ図である。図 1 0 は、バイパス流路 R 2 を流通するガスの熱エネルギーを、主流路 R 1 を流通するガスに対して補給する効果を示すグラフである。

【 0 0 1 5 】

燃料電池スタック 1 0 は、概説すると、メタルサポートセル 1 1 0 M およびメタルサポートセル 1 1 0 M の外周を保持するセルフフレーム 1 1 3 を有するメタルサポートセルアッセンブリー 1 1 0 と、Z 方向に隣り合うメタルサポートセル 1 1 0 M の間に設けられるセパレータ 1 2 0 と、を有するセルユニット 1 0 0 を、Z 方向に積層されてなる。また、燃料電池スタック 1 0 は、メタルサポートセル 1 1 0 M およびセパレータ 1 2 0 の間に設けられ、ガスが流通可能な主流路 R 1 と、主流路 R 1 のガスが流通する流通方向 ( X 方向 ) に対する幅方向 ( Y 方向 ) 外方であって、セルフフレーム 1 1 3 およびセパレータ 1 2 0 の間に設けられ、ガスが流通可能なバイパス流路 R 2 と、を有する。バイパス流路 R 2 を流通するガスの熱エネルギーを、主流路 R 1 を流通するガスに対して補給する。

10

【 0 0 1 6 】

燃料電池スタック 1 0 は、図 1 に示すように、複数のセルユニット 1 0 0 を上下方向に積層して構成している。

【 0 0 1 7 】

( セルユニット 1 0 0 )

セルユニット 1 0 0 は、図 2 に示すように、メタルサポートセルアッセンブリー 1 1 0 と、電解質電極接合体 1 1 1 との間にガスが流通するための主流路 R 1 を区画形成するセパレータ 1 2 0 と、集電補助層 1 3 0 と、を順に積層して構成される。なお、メタルサポートセルアッセンブリー 1 1 0 と集電補助層 1 3 0 との間に両者を導通接触させる接点材を配置してもよいし、集電補助層 1 3 0 を省く構造としてもよい。

20

【 0 0 1 8 】

セルユニット 1 0 0 は、アノードガスを流通させて供給および排出するためのマニホールド部 1 5 0 ( 図 1 を参照 ) と、マニホールド部 1 5 0 の周囲を封止してガスの流れを制限する複数のシール部 1 6 0 ( 図 2 を参照 ) と、をさらに有する。なお、本実施形態では、燃料電池スタック 1 0 は、セルユニット 1 0 0 の外側 ( 図 2 および図 3 の破線囲み部分 ) をカソードガスが自由に流通するオープンカソード構造として構成している。

【 0 0 1 9 】

メタルサポートセルアッセンブリー 1 1 0 は、図 2、図 3 に示すように、長手方向 Y に沿って複数 ( 本実施形態では、2 つ ) 並べて配置したメタルサポートセル ( Metal - Supported Cell : MSC ) 1 1 0 M と、メタルサポートセル 1 1 0 M の外周を保持するセルフフレーム 1 1 3 と、を有する。

30

【 0 0 2 0 】

メタルサポートセル 1 1 0 M は、図 3、図 4 に示すように、電解質 1 1 1 E を両側からアノード 1 1 1 A およびカソード 1 1 1 C で挟持してなる電解質電極接合体 1 1 1 と、電解質電極接合体 1 1 1 を上下方向の一方側から支持する金属製のメタルサポート部 1 1 2 と、を有する。メタルサポートセル 1 1 0 M は、電解質支持型セルや電極支持型セルに比べて機械的強度、急速起動性等に優れる。

40

【 0 0 2 1 】

( 電解質電極接合体 1 1 1 )

電解質電極接合体 1 1 1 は、図 3、図 4 に示すように、電解質 1 1 1 E を両側からアノード 1 1 1 A およびカソード 1 1 1 C で挟持して構成される。

【 0 0 2 2 】

電解質 1 1 1 E は、カソード 1 1 1 C からアノード 1 1 1 A に向かって酸化物イオンを透過させるものである。電解質 1 1 1 E は、酸化物イオンを通過させつつ、ガスと電子を通過させない。電解質 1 1 1 E の形成材料は、例えば、イットリア、酸化ネオジム、サマリウム、ガドリニウム、スカンジウム等をドーブした安定化ジルコニアなどの固体酸化物セラミックスが挙げられる。

50

## 【0023】

アノード111Aは、燃料極であって、アノードガス（例えば水素）と酸化物イオンを反応させて、アノードガスの酸化物を生成するとともに電子を取り出す。アノード111Aは、還元雰囲気（還元雰囲気）に耐性を有し、アノードガスを透過させ、電気（電子およびイオン）伝導度が高く、アノードガスを酸化物イオンと反応させる触媒作用を有する。アノード111Aの形成材料は、例えば、ニッケル等の金属、イットリア安定化ジルコニア等の酸化物イオン伝導体を混在させたものが挙げられる。

## 【0024】

カソード111Cは、酸化剤極であって、カソードガス（例えば空気に含まれる酸素）と電子を反応させて、酸素分子を酸化物イオンに変換する。カソード111Cは、酸化雰囲気（酸化雰囲気）に耐性を有し、カソードガスを透過させ、電気（電子およびイオン）伝導度が高く、酸素分子を酸化物イオンに変換する触媒作用を有する。カソード111Cの形成材料は、例えば、ランタン、ストロンチウム、マンガン、コバルト等からなる酸化物が挙げられる。

10

## 【0025】

（メタルサポート部112）

メタルサポート部112は、図3、図4に示すように、電解質電極接合体111をアノード111Aの側から支持するものである。メタルサポート部112は、ガス透過性および電子伝導性を有する多孔質の金属である。メタルサポート部112の形成材料は、例えば、ニッケルやクロムを含有する耐食合金や耐食鋼、ステンレス鋼などが挙げられる。

## 【0026】

（セルフフレーム113）

セルフフレーム113は、図3、図4に示すように、メタルサポートセル110Mを周囲から保持するものである。セルフフレーム113は、長手方向Yに沿って並べて配置された複数（本実施形態では、2つ）の開口部113Hを有する。セルフフレーム113の開口部113Hには、メタルサポートセル110Mが配置される。メタルサポートセル110Mの外周は、セルフフレーム113の開口部113Hの内縁に接合される。セルフフレーム113の形成材料は、例えば、表面に絶縁処理が施された金属が挙げられる。

20

## 【0027】

セルフフレーム113は、図3に示すように、アノードガスが流通するアノードガス第1流入口113a、アノードガス第2流入口113b、アノードガス第3流入口113c、アノードガス第1流出口113dおよびアノードガス第2流出口113eを有している。

30

## 【0028】

（セパレータ120）

セパレータ120は、図2に示すように、Z方向に隣り合うメタルサポートセル110Mの間に配置される。セパレータ120には、図5～図8に示すように、メタルサポートセル110Mとの間にガスが流通する主流路R1が設けられる。また、セパレータ120には、図5～図8に示すように、セルフフレーム113との間にガスが流通可能なバイパス流路R2が設けられる。主流路R1およびバイパス流路R2の詳細な構成については後述する。セパレータ120の形成材料は、例えば、金属が挙げられる。

## 【0029】

セパレータ120は、図2に示すように、アノードガスが流通するアノードガス第1流入口120a、アノードガス第2流入口120b、アノードガス第3流入口120c、アノードガス第1流出口120dおよびアノードガス第2流出口120eを有している。

40

## 【0030】

（集電補助層130）

集電補助層130は、図7、図8に示すように、メタルサポートセル110Mとセパレータ120との間に配置され、ガスを通す空間を形成しつつ面圧を均等にして、メタルサポートセル110Mとセパレータ120との電氣的な接触を補助する。集電補助層130は、金網状のエキスパンドメタルなどがあげられる。また、本特性や機能を他要素で持たせることができる場合、集電補助層130を省くことも可能である。

50

## 【 0 0 3 1 】

( マニホールド部 1 5 0 )

図 1 に示すマニホールド部 1 5 0 は、図 2 に示すセルフフレーム 1 1 3 のアノードガス流出口 1 1 3 a、1 1 3 b、1 1 3 c、1 1 3 d、1 1 3 e および、セパレータ 1 2 0 のアノードガス流出口 1 2 0 a、1 2 0 b、1 2 0 c、1 2 0 d、1 2 0 e によって構成される。

## 【 0 0 3 2 】

( シール部 1 6 0 )

シール部 1 6 0 は、耐熱性およびシール性を有する材料から形成される。このような材料としては、例えば、パーミキュライト（蛭石）を主原料とするサーミキュライト（登録商標）が挙げられる。もしくは、ガラス成分からなるシールを用いることも可能である。

10

## 【 0 0 3 3 】

以下、図 5 ~ 図 1 0 を参照して、主流路 R 1 およびバイパス流路 R 2 の構成について詳述する。なお、図 9 に示すように、バイパス流路 R 2 を流通するガスの熱エネルギーは、主流路 R 1 を流通するガスに対して供給される（図 9 の点線矢印参照）。このため、図 1 0 の丸部で覆うように、バイパス流路 R 2 のバイパスフローとして低温部に供給される。

## 【 0 0 3 4 】

( 主流路 R 1 )

主流路 R 1 は、図 5 に示すように、凹凸形状が Y 方向に延在するように略直線状に形成されている。これにより、主流路 R 1 に沿って流れるガスの流れ方向は、X 方向である。

20

## 【 0 0 3 5 】

主流路 R 1 は、図 7、図 8 に示すように、セパレータ 1 2 0 およびメタルサポートセル 1 1 0 M との間に形成されている。

## 【 0 0 3 6 】

主流路 R 1 は、図 8 に示すように、Y 方向に隣り合う主流路 R 1 に対して空間的に連続する連続部 R 3 を有する。Z 方向から見たときに、連続部 R 3 は、図 5 に示すように、流通方向の下方側（図 5 の下側）に向けて傾斜して構成されている。この構成によれば、バイパス流路 R 2 を流れるガスが主流路 R 1 に合流しやすくなるため、バイパス流路 R 2 を流通するガスの熱エネルギーを、主流路 R 1 を流通するガスに対して好適に補給することができる。

30

## 【 0 0 3 7 】

連続部 R 3 は、図 6 に示すように、主流路 R 1 を形成するセパレータ 1 2 0 の凸部 1 2 1 が X 方向に沿って部分的に形成されていない個所に、形成されている。

## 【 0 0 3 8 】

( バイパス流路 R 2 )

バイパス流路 R 2 は、図 5 に示すように、主流路 R 1 の Y 方向（流通方向に対する幅方向）外方に設けられる。またバイパス流路 R 2 は、図 7、図 8 に示すように、セルフフレーム 1 1 3 およびセパレータ 1 2 0 の間に設けられる。

## 【 0 0 3 9 】

バイパス流路 R 2 は、図 5 に示すように、流通方向（X 方向）の上流側では、円形状のマニホールド部 1 5 0 の外方に沿うように扇状に形成されており、流通方向の下流側では、X 方向下向きに沿って形成されている。本実施形態において、バイパス流路 R 2 は、X 方向の下流に沿って Y 方向の幅が同一となるように形成されている。

40

## 【 0 0 4 0 】

バイパス流路 R 2 の高さ H 2 は、図 7、図 8 に示すように、主流路 R 1 の高さ H 1 よりも高い。この構成によれば、主流路 R 1 に比較してバイパス流路 R 2 の方がガスの流通量が多くなり、バイパス流路 R 2 を流通するガスの熱エネルギーを、主流路 R 1 を流通するガスに対して好適に補給することができる。

## 【 0 0 4 1 】

また、バイパス流路 R 2 の Z 方向は、図 7、図 8 に示すように、セルフフレーム 1 1 3 およ

50

びセパレータ 120 によって区画形成される。これに対して主流路 R1 の Z 方向は、図 7、図 8 に示すように、メタルサポートセル 110M およびセパレータ 120 によって区画形成されている。すなわち、バイパス流路 R2 の Z 方向を区画形成する部材の厚みは、主流路 R1 の Z 方向を区画形成する部材の厚みよりも薄く形成されている。この構成によれば、主流路 R1 に比較してバイパス流路 R2 が低熱容量となるため、バイパス流路 R2 における熱損失を低減することができる。したがって、バイパス流路 R2 を流通するガスの熱エネルギーを、主流路 R1 を流通するガスに対して好適に補給することができる。

【0042】

また、バイパス流路 R2 の Y 方向は、図 7、図 8 に示すように、セパレータ 120 の外枠部 122 によって区画形成されている。外枠部 122 は、中空形状を備えている。この構成によれば、外枠部が中空形状である構成と比較して、外枠部 122 における熱容量を低減することができる。したがって、バイパス流路 R2 における熱損失を低減することができる。なお、外枠部が中空形状である構成も本発明に含まれるものとする。

10

【0043】

なお、本実施形態では、外枠部 122 はセパレータ 120 と一体的に構成されているが、別体として構成されていてもよい。

【0044】

次に、図 11 ~ 図 14 を参照して、比較例に係る燃料電池スタックと比較しつつ、本実施形態に係る燃料電池スタック 10 の作用効果について説明する。ここで、比較例に係る燃料電池スタックは、バイパス流路 R2 が設けられずに主流路 R1 のみ設けられる燃料電池スタックである。図 11 は、比較例に係る燃料電池スタックの、反応部への伝熱量を示す図である。図 12 は、比較例に係る燃料電池スタックの、温度分布の時間変化を示すグラフである。図 13 は、本実施形態に係る燃料電池スタック 10 の、反応部への伝熱量を示す図である。図 14 は、本実施形態に係る燃料電池スタックの、温度分布を示すグラフである。

20

【0045】

まず、図 11、図 12 を参照して、比較例に係る燃料電池スタックの反応部への熱量の供給について説明する。ここでは仮想的に、反応部を 3 つの領域 R a、R b、R c に分けて説明する。

【0046】

熱量  $Q_0$  を持ったガスが主流路 R1 に流入すると、主流路 R1 の上流側の領域 R a において、熱量  $Q_{t1}$  が奪われる。そして、領域 R a を通過したガスは、熱量  $Q_1 = Q_0 - Q_{t1}$  を備えて下流側に移動する。そして、領域 R a の下流側に位置する領域 R b において、熱量  $Q_{t2}$  が奪われる。そして、領域 R b を通過したガスは熱量  $Q_2 = Q_1 - Q_{t2}$  を備えて下流側に移動する。そして、領域 R b の下流側に位置する領域 R c において、熱量  $Q_{t3}$  が奪われる。そして、領域 R c を通過したガスは、熱量  $Q_3 = Q_2 - Q_{t3}$  を備えて下流側に移動する。

30

【0047】

このとき、領域 R a において奪われる熱量  $Q_{t1}$ 、領域 R b において奪われる熱量  $Q_{t2}$ 、および領域 R c において奪われる熱量  $Q_{t3}$  の大小関係は、 $Q_{t1} > Q_{t2} > Q_{t3}$  となる。

40

【0048】

このように比較例に係る燃料電池スタックでは、図 12 に示すように、上流側の温度が高く下流側の温度が低い、ガスの温度勾配が生じる。このような温度勾配が生じると、上流側よりも温度の低い下流側が閾値温度を超えるまでガスを流し続ける必要があり、S O F C の起動に時間がかかる。

【0049】

これに対して、本実施形態に係る燃料電池スタック 10 では、図 13 に示すように、熱量  $Q_{a11}$  を持ったガスが、燃料電池スタック 10 に流入する際に、まず主流路 R1 に流入する熱量  $Q_0$  およびバイパス流路 R2 に流入する熱量  $Q_b$  に分配される。主流路 R1 に流

50

入した熱量  $Q_0$  は、ディフューザー部である領域  $R_a$  において、熱量  $Q_{t1}$  が奪われる。そして、熱量  $Q_{t1}$  が奪われたガスは、熱量  $Q_1 = Q_0 - Q_{t1}$  を備えて下流側に移動する。ここで、バイパス流路  $R_2$  から  $Q_{b1}$  だけの熱量が補給されて、 $Q_1' = Q_1 + Q_{b1}$  だけの熱量を備えて下流側に移動する。そして、領域  $R_a$  の下流側に位置する領域  $R_b$  において、熱量  $Q_{t2}$  が奪われる。そして、熱量  $Q_{t2}$  が奪われたガスは熱量  $Q_2 = Q_1' - Q_{t2}$  を備えて下流側に移動する。ここで、バイパス流路  $R_2$  から  $Q_{b2}$  だけの熱量が供給されて、 $Q_2' = Q_2 + Q_{b2}$  だけの熱量を備えて下流側に移動する。そして、領域  $R_b$  の下流側に位置する領域  $R_c$  において、熱量  $Q_{t3}$  が奪われる。そして、熱量  $Q_{t3}$  が奪われたガスは熱量  $Q_3 = Q_2' - Q_{t3}$  を備えて下流側に移動する。

【0050】

図14に示すように、点線で示される比較例に係る燃料電池スタックでは、温度勾配が大きい。これに対して、実線で示される本実施形態に係る燃料電池スタック10によれば、バイパス流路  $R_2$  を流通するガスの熱エネルギーを、主流路  $R_1$  を流通するガスに対して補給するため、温度勾配が比較例に対して、なだらかとなる。したがって、比較例に対して閾値温度に到達しやすくなり、起動までの時間を短縮することができる。

【0051】

以上説明したように、本実施形態に係る燃料電池スタック10は、メタルサポートセル110Mおよびメタルサポートセル110Mの外周を保持するセルフフレーム113を有するメタルサポートセルアッセンブリ110と、Z方向に隣り合うメタルサポートセル110Mの間に設けられるセパレータ120と、を有するセルユニット100を、Z方向に積層されてなる、固体酸化物形燃料電池の燃料電池スタック10である。燃料電池スタック10は、メタルサポートセル110Mおよびセパレータ120の間に設けられ、ガスが流通可能な主流路  $R_1$  と、主流路  $R_1$  のガスが流通する流通方向に対する幅方向外方であって、セルフフレーム113およびセパレータ120の間に設けられ、ガスが流通可能なバイパス流路  $R_2$  と、を有する。また、バイパス流路  $R_2$  を流通するガスの熱エネルギーを、主流路  $R_1$  を流通するガスに対して補給する。このように構成された燃料電池スタック10によれば、バイパス流路  $R_2$  を流通するガスの熱エネルギーを、主流路  $R_1$  を流通するガスに対して補給するため、バイパス流路  $R_2$  が設けられない構成と比較して、温度勾配がなだらかとなる。したがって、比較例に対して閾値温度に到達しやすくなり、起動までの時間を短縮することができる。したがって新たな部品を追加することなく温度勾配をな

【0052】

また、バイパス流路  $R_2$  は、主流路  $R_1$  よりもZ方向の長さが長い。このように構成された燃料電池スタック10によれば、主流路  $R_1$  に比較してバイパス流路  $R_2$  の方がガスの流通量が多くなり、バイパス流路  $R_2$  を流通するガスの熱エネルギーを、主流路  $R_1$  を流通するガスに対して好適に補給することができる。

【0053】

また、バイパス流路  $R_2$  は、セルフフレーム113およびセパレータ120によって区画形成される。このように構成された燃料電池スタック10によれば、主流路  $R_1$  に比較してバイパス流路  $R_2$  が低熱容量となるため、バイパス流路  $R_2$  における熱損失を低減することができる。したがって、バイパス流路  $R_2$  を流通するガスの熱エネルギーを、主流路  $R_1$  を流通するガスに対して好適に補給することができる。

【0054】

また、バイパス流路  $R_2$  の幅方向の外方には、バイパス流路  $R_2$  を形成する外枠部122が設けられ、外枠部122は中空形状を備える。このように構成された燃料電池スタック10によれば、外枠部が中空形状である構成と比較して、外枠部122における熱容量を低減することができる。したがって、バイパス流路  $R_2$  における熱損失を低減することができる。

【0055】

また、主流路  $R_1$  は、幅方向に隣り合う主流路  $R_1$  に対して空間的に連続する連続部  $R_3$

10

20

30

40

50

を有する。このように構成された燃料電池スタック 10 によれば、連続部 R 3 を介して、バイパス流路 R 2 を流通するガスの熱エネルギーを、主流路 R 1 を流通するガスに対して好適に補給することができる。

【0056】

また、連続部 R 3 は、Y 方向に対して、流通方向の下流側に向けて傾斜して構成されている。この構成によれば、バイパス流路 R 2 を流れるガスが主流路 R 1 に合流しやすくなるため、バイパス流路 R 2 を流通するガスの熱エネルギーを、主流路 R 1 を流通するガスに対して好適に補給することができる。

【0057】

以上、実施形態を通じて、本発明に係る燃料電池スタック 10 を説明したが、本発明は実施形態において説明した内容のみに限定されることはなく、特許請求の範囲の記載に基づいて適宜変更することが可能である。

10

【0058】

例えば、上述した実施形態では、バイパス流路 R 2 は、図 5 に示すように、流通方向に沿って Y 方向の幅が一定となるように構成されていた。しかしながら、図 15 に示すように、バイパス流路 R 4 は、流通方向 (X 方向) の下流につれて、流路幅が小さくなるように構成されていてもよい。この構成によれば、上述した実施形態に係る燃料電池スタック 10 と比較して、バイパス流路 R 4 から主流路 R 1 への流入量がより多くなる。したがって、バイパス流路 R 4 を流通するガスの熱エネルギーを、主流路 R 1 を流通するガスに対して好適に補給することができる。

20

【0059】

また、図 16 に示すように、バイパス流路 R 5 は、Z 方向に向けて突出した圧力損失部 90 を有してもよい。圧力損失部 90 は、バイパス流路 R 5 が主流路 R 1 に対して合流する合流部 D よりも流通方向の下流側に設けられる。この構成によれば、上述した実施形態に係る燃料電池スタック 10 と比較して、バイパス流路 R 5 から主流路 R 1 への流入量がより多くなる。したがって、バイパス流路 R 5 を流通するガスの熱エネルギーを、主流路 R 1 を流通するガスに対して好適に補給することができる。また、圧力損失部 90 は、バイパス流路 R 5 の最下流位置に設けられることが好ましい。この構成によれば、より好適にバイパス流路 R 5 を流通するガスの熱エネルギーを、主流路 R 1 を流通するガスに対して好適に補給することができる。

30

【0060】

また、上述した実施形態では、連続部 R 3 は、Z 方向から見たときに、図 5 に示すように、流通方向の下方側に向けて傾斜して構成されていた。しかしながら、連続部 R 3 1 は、Z 方向から見たときに、図 17 に示すように、Y 方向に沿って構成されていてもよい。さらに、図 18 に示すように、連続部 R 3 および連続部 R 3 1 の両方が設けられてもよい。

【0061】

また、上述した実施形態では、主流路 R 1 は上流側および下流側で圧力損失が同一となるような構成を有していた。しかしながら、主流路 R 1 1、R 1 2、R 1 3、R 1 4 は、下流側において上流側よりも圧力損失が小さくなるように構成されていてもよい。例えば、図 19、図 20 に示すように、主流路 R 1 1、R 1 2 は、上流側および下流側においてピッチを互いに異ならせることによって、下流側において上流側よりも圧力損失が小さくなるように構成させることができる。また、図 21、図 22 に示すように、主流路 R 1 3、R 1 4 は、上流側よりも圧力損失が小さくなるように下流側において突起部 80 を配置してもよい。このように、下流側において上流側よりも圧力損失が小さくなるように構成することによって、主流路 R 1 1、R 1 2、R 1 3、R 1 4 の下流側において圧力損失が小さくなるため、より好適にバイパス流路 R 2 を流通するガスの熱エネルギーを、主流路 R 1 1、R 1 2、R 1 3、R 1 4 を流通するガスに対して好適に補給することができる。また、図 20、図 22 に示すように、主流路 R 1 2、R 1 4 は、Y 方向において内方に連れて圧力損失が小さくなるように構成することができる。この構成によれば、主流路 R 1 2、R 1 4 の下流側において、より Y 方向の中央に、バイパス流路 R 2 からの熱エネルギー

40

50

を補給することができる。

【 0 0 6 2 】

また、上述した実施形態では、バイパス流路 R 2 を流通するガスの熱エネルギーを、主流路 R 1 を流通するガスに対して補給することによって、主流路 R 1 を流通するガスを加熱した。しかしながら、バイパス流路 R 2 を流通するガスの負の熱エネルギーを、主流路 R 1 を流通するガスに対して補給することによって、主流路 R 1 を流通するガスを冷却してもよい。

【符号の説明】

【 0 0 6 3 】

1 0	燃料電池スタック、	10
9 0	圧力損失部、	
1 0 0	セルユニット、	
1 1 0	メタルサポートセルアッセンブリー、	
1 1 0 M	メタルサポートセル、	
1 1 1	電解質電極接合体、	
1 1 2	メタルサポート部、	
1 2 0	セパレータ、	
1 2 2	外枠部、	
D	合流部、	
R 1、R 1 1、R 1 2、R 1 3、R 1 4、	主流路、	20
R 2、R 4、R 5	バイパス流路、	
R 3、R 3 1	連続部。	

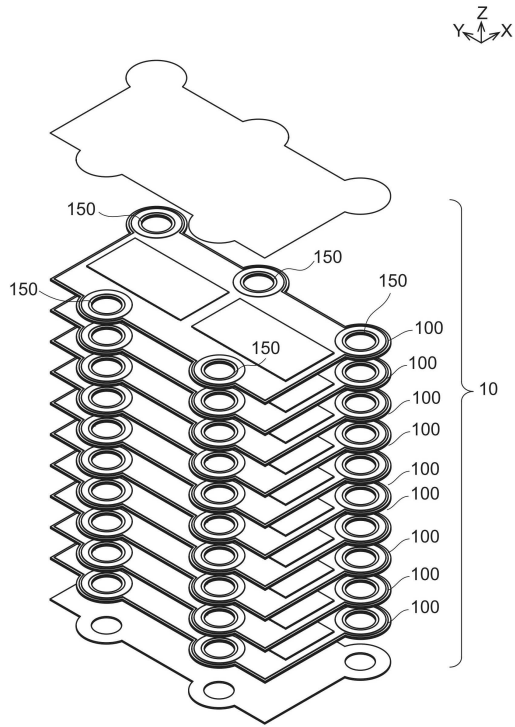
30

40

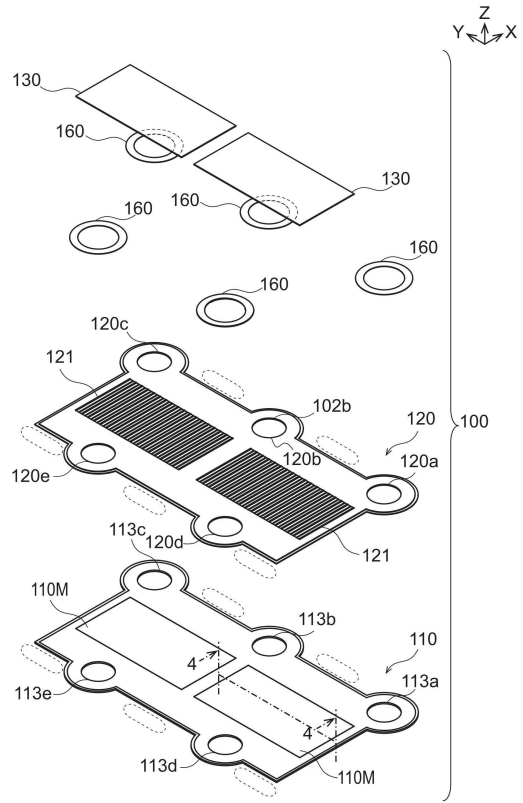
50

【図面】

【図 1】



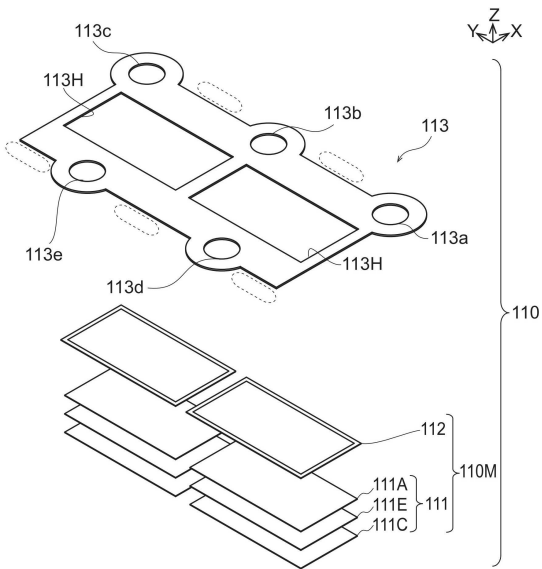
【図 2】



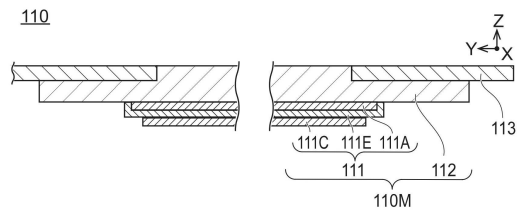
10

20

【図 3】



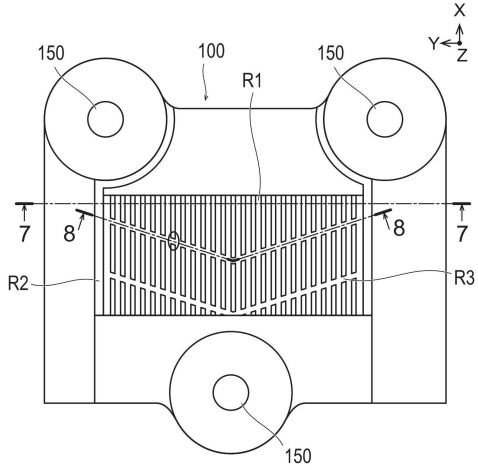
【図 4】



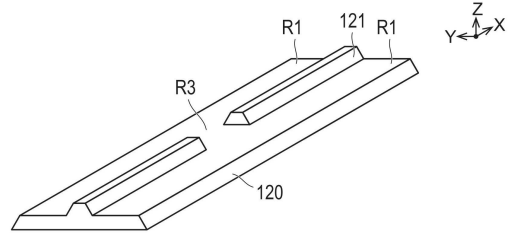
30

40

【 図 5 】

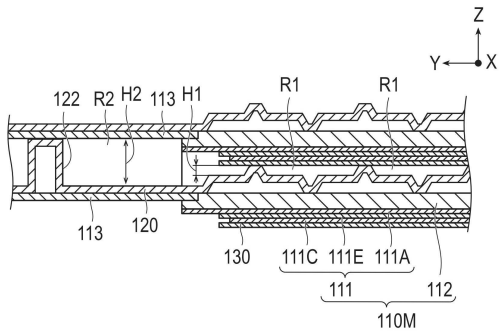


【 図 6 】

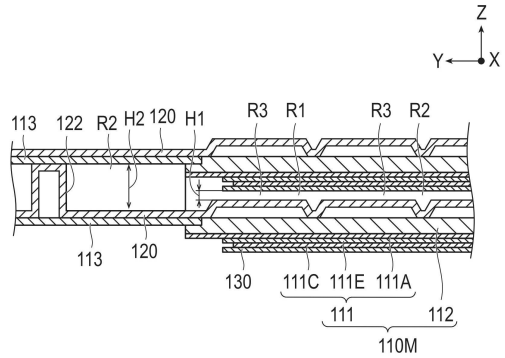


10

【 図 7 】



【 図 8 】



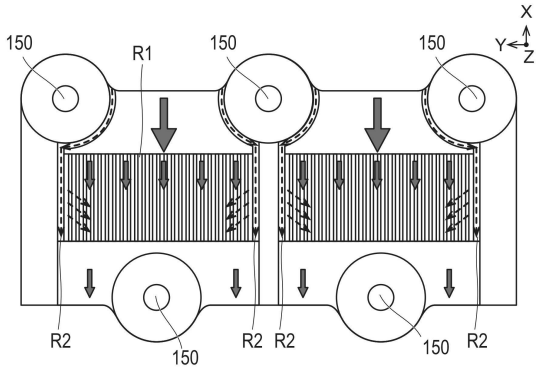
20

30

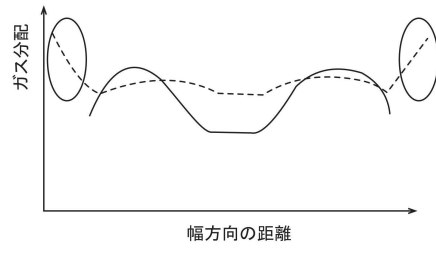
40

50

【図 9】

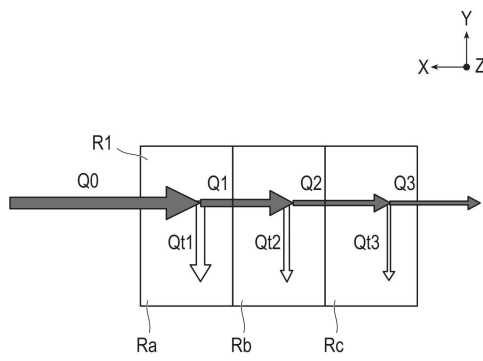


【図 10】

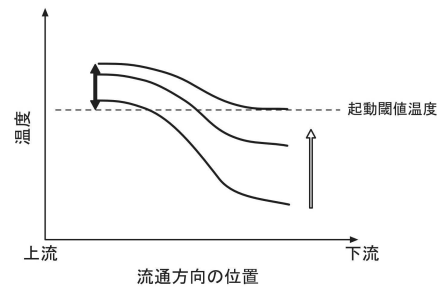


10

【図 11】

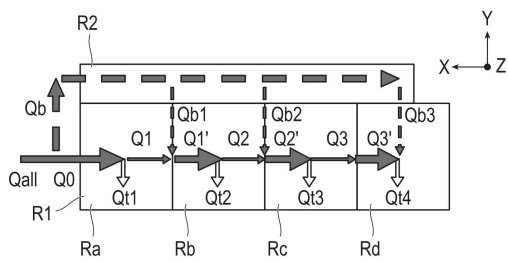


【図 12】

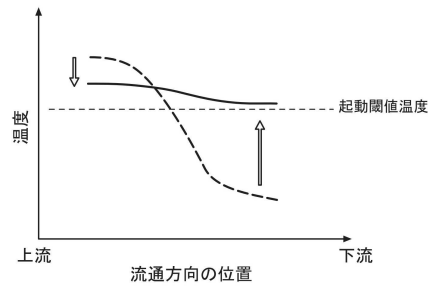


20

【図 13】



【図 14】

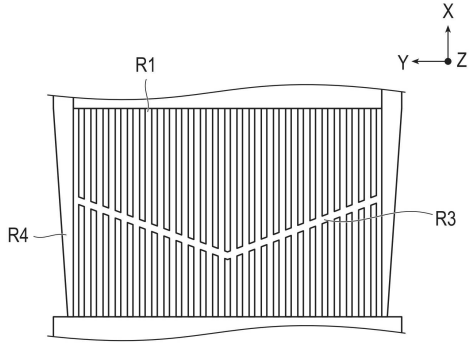


30

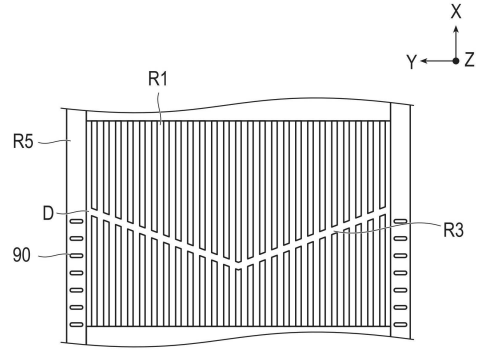
40

50

【 15 】

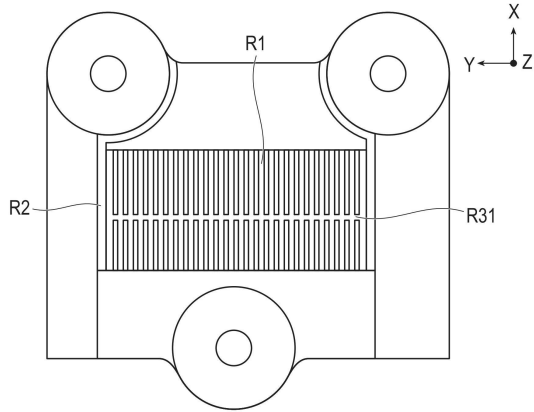


【 16 】

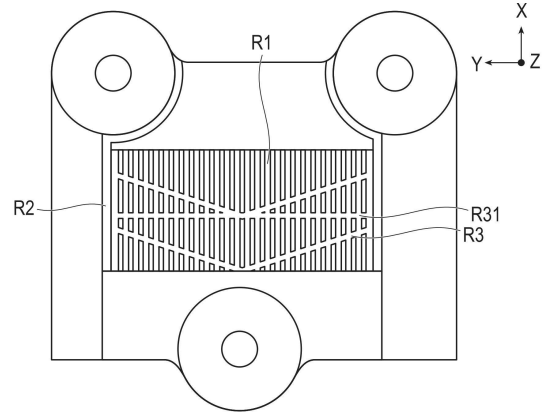


10

【 17 】

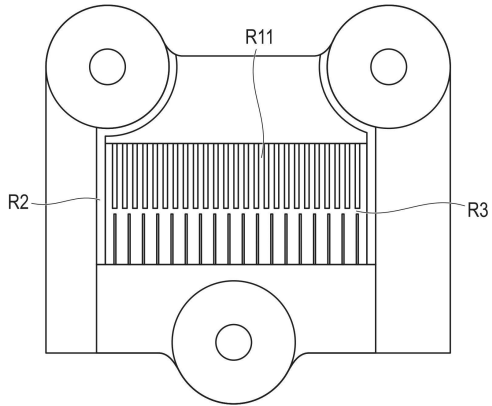


【 18 】

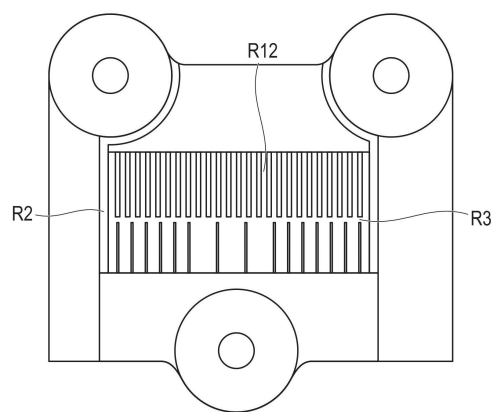


20

【 19 】



【 20 】

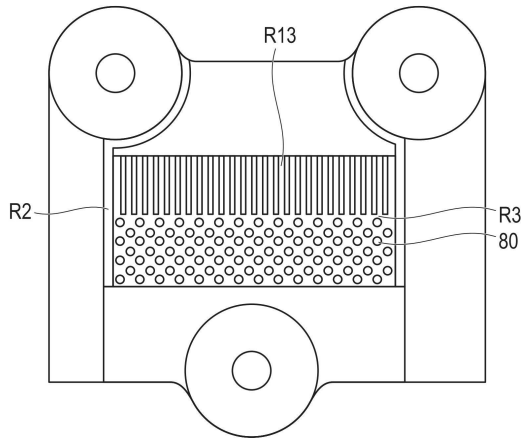


30

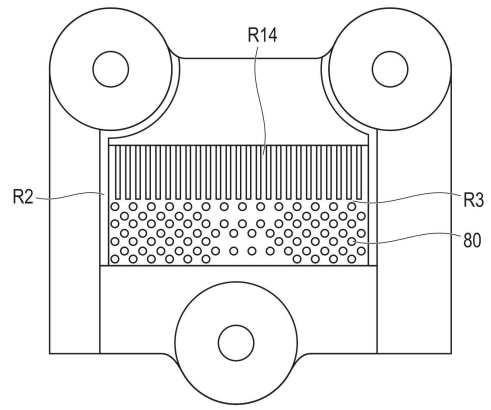
40

50

【 2 1 】



【 2 2 】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

- (51)国際特許分類
- |                |                        |         |        |  |
|----------------|------------------------|---------|--------|--|
| <b>H 0 1 M</b> | <b>8/1226(2016.01)</b> | F I     |        |  |
|                |                        | H 0 1 M | 8/0206 |  |
|                |                        | H 0 1 M | 8/1226 |  |
- (56)参考文献
- 国際公開第 2 0 1 6 / 1 9 9 2 2 3 ( W O , A 1 )  
特開平 0 7 - 1 9 2 7 3 9 ( J P , A )  
特開 2 0 0 9 - 0 0 4 2 5 3 ( J P , A )  
国際公開第 2 0 1 9 / 0 3 0 9 1 9 ( W O , A 1 )
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
- |         |         |
|---------|---------|
| H 0 1 M | 8 / 0 2 |
| H 0 1 M | 8 / 1 2 |