

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5257826号
(P5257826)

(45) 発行日 平成25年8月7日(2013.8.7)

(24) 登録日 平成25年5月2日(2013.5.2)

(51) Int.CI.

F 1

HO 1 M 8/24 (2006.01)
HO 1 M 8/12 (2006.01)HO 1 M 8/24 E
HO 1 M 8/24 R
HO 1 M 8/24 Z
HO 1 M 8/12

請求項の数 3 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2007-165030 (P2007-165030)
(22) 出願日	平成19年6月22日 (2007.6.22)
(65) 公開番号	特開2009-4251 (P2009-4251A)
(43) 公開日	平成21年1月8日 (2009.1.8)
審査請求日	平成22年6月16日 (2010.6.16)

(73) 特許権者	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	100082005 弁理士 熊倉 賢男
(74) 代理人	100067013 弁理士 大塚 文昭
(74) 代理人	100065189 弁理士 宍戸 嘉一
(74) 代理人	100088694 弁理士 弟子丸 健
(74) 代理人	100103609 弁理士 井野 砂里

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】燃料電池セルスタック、燃料電池セルスタックユニット及び燃料電池

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基体上に複数の燃料電池セルを積層した燃料電池セルスタックを複数個電気的に接続した燃料電池セルスタックユニットであって、上記基体は、長手方向に延びると共に長手方向に直交する断面が幅に対し厚さが小さい形状であり且つその内部に長手方向に沿って一端から他端まで貫通する孔を有し、上記燃料電池セルの各々は、燃料極、電解質及び空気極を有する燃料電池セルスタックユニットにおいて、

空気及び燃料ガスの一方が、上記基体の孔の一端から他端に流れ、且つ、空気及び燃料ガスの他方が、上記燃料電池セルスタックの外側に流れ、

上記燃料電池セルスタックの各々は、上記燃料電池セルの燃料極及び空気極のそれぞれに電気的に接続された燃料極端子及び空気極端子を有し、

上記基体は、基体の厚み方向の互いに反対側に位置する第一周面部分及び第二周面部分、並びに、基体の幅方向の互いに反対側に位置し第一周面部分及び第二周面部分を接続する第一接続面部分及び第二接続面部分からなる周面を有し、

上記燃料電池セルスタックの各々は、上記燃料電池セルスタックの各々の燃料極端子及び空気極端子に電気的に接続され且つ上記基体の第1周面部分又は第2周面部分に沿って離間して設けられた複数の電極接続部を介して、互いに電気的に直列に接続されており、複数の上記電極接続部が上記燃料電池セルの上記燃料電池セルスタックの中央部寄りに設けられていることを特徴とする燃料電池セルスタックユニット。

【請求項 2】

10

20

上記複数の電極接続部は、上記基体の第1周面部又は第2周面部の中央部を挟んで設けられている請求項1に記載の燃料電池セルスタックユニット。

【請求項3】

上記燃料電池セルスタックの各々は、上記基体の第一周面部側の燃料極端子から第二周面部側の空気極端子に向けて第一接続面部分に沿って電流を流し、第二周面部側の燃料極端子から第一周面部側の空気極端子に向けて第二接続面部分に沿って電流を流すように構成されている請求項1又は2に記載の燃料電池セルスタックユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、固体酸化物形の燃料電池（SOFC）の燃料電池セルスタックに関し、更に詳細には、絶縁性で多孔質の基体と、基体の周囲を管状に覆い且つ互いに電気的に直列に接続された複数の燃料電池セルを含むように基体の上に積層された管状部分とを有する燃料電池セルスタックに関する。

【0002】

また、本発明は、複数の上記燃料電池セルスタックと、それらが取付けられたマニホールドとを有する燃料電池セルスタックユニットに関する。また、本発明は、複数の上記燃料電池セルスタックと、それらを収容したケースとを有する燃料電池に関する。

【背景技術】

【0003】

20

従来から、絶縁性で多孔質の基体と、基体の周囲を管状に覆い且つ互いに電気的に直列に接続された複数の燃料電池セルを含むように基体の上に積層された管状部分とを有する燃料電池セルスタックが知られている（例えば、特許文献1参照）。燃料電池セルスタックは、複数の燃料電池セルを組合せた構造体である。各燃料電池セルは、燃料極と空気極とを有し、燃料極に水素を含む燃料ガスを作用させ、且つ、空気極に酸素を含む空気を作用させることによって発電させる。上記管状部分を有する燃料電池の場合、一般的には、管状部分の内側に燃料極が配置され、その外側に空気極が配置される。

【0004】

複数の燃料電池セルを組合せた燃料電池セルスタックの一例を、特許文献1に記載されている燃料電池セルスタックを参照して説明する。図15は、特許文献1に記載された燃料電池セルスタックの斜視図である。

30

【0005】

特許文献1に記載されている燃料電池セルスタック100は、絶縁性で多孔質の基体102と、基体102の周囲を管状に覆い且つ互いに電気的に直列に接続された複数の燃料電池セル104を含むように基体102の上に積層された管状部分106とを有している。燃料電池セルスタック1の断面形状は、扁平であり、互いに対向する平面部分108を有している。複数の燃料電池セル104は、平面部分108に形成され、管状部分106の一方の端部101aから他方の端部101bに向かって1列に配列されている。また、各燃料電池セル104の面積は、一方の端部101aから他方の端部101bに向かって次第に大きくなっている。

40

【0006】

燃料ガスを管状部分106の内側の基体102に一方の端部101aから他方の端部101bに向かって流し、空気を管状部分106の外側に流すことによって、燃料電池セル100を作動させる。燃料ガスを一方の端部101aから他方の端部101bに向かって流すと、燃料ガス中の水素が一方の端部の側の燃料電池セル104から使われる所以、燃料ガスは他方の端部に向かうにつれて薄まる。もし、同じ面積の燃料電池セルが配置されれば、他方の端部に向かうほど、発生電圧が低下する。更に、発生電圧の異なる燃料電池セルが直列に配置されていることにより、発生電圧の小さい燃料電池セルに強制的に電流が流れ、かかる燃料電池セルが劣化する。しかしながら、特許文献1に開示された燃料電池セルスタック100では、燃料電池セル104の面積が他方の端部に向かうにつれ

50

て大きくなっているので、各燃料電池セル104の発生電圧を一定に維持することができる。また、燃料電池セル104の劣化を防止することができる。

【0007】

【特許文献1】国際公開第2004/082058号パンフレット(図2(a)~(c)参照)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上述した燃料電池セルスタック100において、燃料ガスの水素が完全に消費されて、他方の端部の燃料電池セル104に全く水素が供給されない状態、所謂燃料枯れが生じ得る。この場合、他方の端部の燃料電池セルが不良になり、その結果、燃料電池セルが電気的に直列に接続された燃料電池セルスタック全体が機能しなくなる。従って、燃料枯れが生じても、燃料電池セルが不良にならず、燃料電池セルスタック全体の機能が維持されるように信頼性を向上させる余地がある。

【0009】

また、各燃料電池セル104の面積は、燃料ガスの流量や濃度等に応じて決定されるので、燃料電池セルの仕様設計が困難である。

【0010】

そこで、本発明は、絶縁性で多孔質の基体と、基体の周囲を管状に覆い且つ互いに電気的に直列に接続された複数の燃料電池セルを含むように基体の上に積層された管状部分とを有する燃料電池セルスタックの信頼性を向上させること、及び、上記燃料電池セルスタックを含む燃料電池セルスタックユニット及び燃料電池を提供することを第1の目的としている。

【0011】

本発明は、更に、絶縁性で多孔質の基体と、基体の周囲を管状に覆い且つ互いに電気的に直列に接続された複数の燃料電池セルを含むように基体の上に積層された管状部分とを有する燃料電池セルスタックの信頼性を向上させることができ且つその仕様設計を容易にすること、及び、上記燃料電池セルスタックを含む燃料電池セルスタックユニット及び燃料電池を提供することを第2の目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記の目的を達成するために、本発明は、基体上に複数の燃料電池セルを積層した燃料電池セルスタックを複数個電気的に接続した燃料電池セルスタックユニットであって、基体は、長手方向に延びると共に長手方向に直交する断面が幅に対し厚さが小さい形状であり且つその内部に長手方向に沿って一端から他端まで貫通する孔を有し、燃料電池セルの各々は、燃料極、電解質及び空気極を有する燃料電池セルスタックユニットにおいて、空気及び燃料ガスの一方が、基体の孔の一端から他端に流れ、且つ、空気及び燃料ガスの他方が、燃料電池セルスタックの外側に流れ、燃料電池セルスタックの各々は、燃料電池セルの燃料極及び空気極のそれぞれに電気的に接続された燃料極端子及び空気極端子を有し、基体は、基体の厚み方向の互いに反対側に位置する第一周面部分及び第二周面部分、並びに、基体の幅方向の互いに反対側に位置し第一周面部分及び第二周面部分を接続する第一接続面部分及び第二接続面部分からなる周面を有し、燃料電池セルスタックの各々は、燃料電池セルスタックの各々の燃料極端子及び空気極端子に電気的に接続され且つ基体の第1周面部分又は第2周面部分に沿って離間して設けられた複数の電極接続部を介して、互いに電気的に直列に接続されており、複数の上記電極接続部が上記燃料電池セルの燃料電池セルスタックの中央部寄りに設けられていることを特徴としている。

【0013】

本発明において、好ましくは、複数の電極接続部は、基体の第1周面部又は第2周面部の中央部を挟んで設けられている。

【0014】

10

20

30

40

50

本発明において、好ましくは、燃料電池セルスタックの各々は、基体の第一周面部分側の燃料極端子から第二周面部分側の空気極端子に向けて第一接続面部分に沿って電流を流し、第二周面部分側の燃料極端子から第一周面部分側の空気極端子に向けて第二接続面部分に沿って電流を流すように構成されている。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、信頼性を向上させた燃料電池セルスタックユニットを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

10

【図1】本発明による燃料電池スタックの参考例の概略的な斜視図である。

【図2】図1の線I—I-I—Iにおける図式的な断面図である。

【図3】本発明による燃料電池セルスタックの第1の実施形態の図2と同様の断面図である。

【図4】本発明による燃料電池セルスタックの第2の実施形態の図2と同様の断面図である。

【図5】本発明による燃料電池セルスタックユニットの参考例の斜視図である。

【図6】電極接続部材を取付けた燃料電池セルスタックの斜視図である。

【図7】電極接続部材の斜視図である。

【図8】燃料電池セルスタックユニットの電気の流れを示す概略図である。

20

【図9】電極接続部材の実施形態を示す斜視図である。

【図10】電極接続部材の変形例を示す斜視図である。

【図11】燃料電池セルスタックユニットの実施形態の電気の流れを示す概略図である。

【図12】本発明による燃料電池セルスタックユニットの実施形態の斜視図である。

【図13】本発明による燃料電池の第1の実施形態の概略的な正面図である。

【図14】本発明による燃料電池の第2の実施形態の概略的な平面図である。

【図15】従来技術の燃料電池セルスタックの斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

30

以下、図面を参照して本発明による燃料電池セルスタックの参考例及び実施形態を説明する。ここで、燃料電池セルスタックとは、複数の燃料電池セルを含む1つの構造体をいう。

【0018】

図1は、本発明による燃料電池スタックの参考例の概略的な斜視図である。また、図2は、図1の線I—I-I—Iにおける図式的な断面図である。

【0019】

図1に示すように、本発明の参考例である燃料電池セルスタック1は、絶縁性で多孔質の基体2と、基体2の周囲を管状に覆い、且つ複数の燃料電池セル4を含むように基体2の上に積層された管状部分6とを有している。この燃料電池セルスタック1では、空気及び燃料ガスの一方が、管状部分6の内側に位置する基体2の中を一方の端部1aから他方の端部1bに流れ、空気及び燃料ガスの他方が管状部分6の外側に流れれる。

40

以下、例示として、管状部分6の内側に位置する基体2の中を燃料ガスが流れれる構造の燃料電池セルスタック1を説明する。また、燃料ガスが流れれる方向を管内ガス流れ方向Fと称する。基体2は、管内ガス流れ方向Fと垂直な細長い断面を有し、また、管内ガス流れ方向Fに貫通する複数の孔8を有している。基体2は、例えば、CaやY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、マグネシア、スピネル、フォルステライトなどの少なくとも一種から形成されることが好ましい。

【0020】

図2に示すように、管状部分6が積層された基体2の周面は、互いに反対側に位置する2つの平面部分10a、10cと、それらを互いに連結し且つ互いに反対側に位置する2

50

つの接続面部分 10 b、10 d を有している。本参考例では、一方の平面部分 10 a に 2 つの燃料電池セル 4 a、4 b が形成され、他方の平面部分 10 b に 2 つの燃料電池セル 4 c、4 d が形成されている。各燃料電池セル 4 a～4 d は、同様の構造を有している。以下、燃料電池セル 4 a の構成要素に符号 a を付してそれを説明し、それに対応する他の燃料電池セル 4 b～4 d の構成要素にそれぞれ符号 b～d を付して、それらの説明を省略する。なお、図 2 において、燃料電池セル 4 a～4 d の構成要素を説明するために、それらの厚さを基体 2 の厚さに比べて大きくして表している。

【0021】

燃料電池セル 4 a は、基体 2 の上に積層された燃料極 12 a と、燃料極 12 a を覆うように積層された電解質 14 a と、電解質 14 a の上に積層された空気極 16 a と、空気極 16 a の上に積層された集電層 18 a とを有している。電解質 14 a は、空気又は燃料ガスを透過させない緻密材料で形成され、燃料極 12 a 及び基体 2 を覆った管状の構造を有している。なお、電解質 14 a～14 b は、分離しているわけではなく、一体の層 14 を構成している。

【0022】

燃料極 12 a 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トとの混合体、の少なくとも一種から形成される。

【0023】

電解質 14 a 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。

【0024】

空気極 16 a は、例えば、Sr、Ca から選ばれる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 から選ばれる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 から選ばれる少なくとも一種をドープしたサマリウムコバルト、銀、などの少なくとも一種から形成される。

【0025】

集電層 18 a は、導電性及び空気透過性という観点から、銀を含有する多孔質導電性膜であることが好ましい。

【0026】

基体 2 の厚さ T は、例えば、2 mm であり、燃料極 12 a の厚さは、例えば、50 μm であり、電解質 14 a の厚さは、例えば、30 μm であり、空気極 16 a の厚さは、例えば、30 μm であり、集電層 18 a の厚さは、例えば 10 μm である。基体 2 の幅 W は、例えば、30 mm であり、基体 2 の長さ L は、例えば、80 mm である（図 1 参照）。

【0027】

燃料電池セルスタック 1 は、更に、燃料電池セル 4 a～4 d を直列に接続するためのインターフィクタ 20 a～20 d 及び延長集電層 22 を有している。

【0028】

インターフィクタ 20 a～20 d はそれぞれ、各燃料電池セル 4 a～4 d の燃料極 12 から電解質 14 を貫いて突出し、且つ、空気極 16 及び集電層 18 と離間している。インターフィクタ 20 a～20 d は、例えば、Sr、Ca、Mg から選ばれる少なくとも一種をドープしたランタンクロマイト、銀ろう、銀及び銀を含む合金、銀とガラスの混合体、などの少なくとも一種から形成される。インターフィクタ 20 a～20 d の厚さは、例えば、60 μm である。

【0029】

延長集電層 22 は、一方の接続面部分 10 b の電解質 14 の上に積層されている。延長

10

20

30

40

50

集電層 22 は、電気的接続という観点から、銀を含有する導電性部材であることが好ましく、集電層 18 と同一の材料であっても良いし、インターロネクタ 20a～d と同一の材料であっても良い。延長集電層 22 の厚さは、例えば、20 μm である。

【0030】

図 1 に示すように、各燃料電池セル 4a～4d、インターロネクタ 20a～20d 及び延長集電層 22 は、一方の端部 1a から他方の端部 1b まで延びる形態を有している。図 1 には、燃料電池セル 4a、4b の集電層 18a、18b、インターロネクタ 20a 及び延長集電層 22 が見えている。燃料極 12a～12d、空気極 16a～16d 及び集電層 18a～18d は、矩形に積層されている。

【0031】

4 つの燃料電池セル 4a～4d は、管状部分 6 の周方向に 1 列に配列されると共に、互いに電気的に直列に接続されている。具体的には、図 2 に示すように、第 1 の燃料電池セル 4a の空気極 16a 及び集電層 18a と第 2 の燃料電池セル 4b の燃料極 12b とがインターロネクタ 20b を介して接続され、第 2 の燃料電池セル 4b の集電層 18 と第 3 の燃料電池セル 4c の燃料極 12c とが延長集電層 22 及びインターロネクタ 20c を介して接続され、第 3 の燃料電池セル 4c の空気極 16c 及び集電層 18c と第 4 の燃料電池セル 4d の燃料極 12d とがインターロネクタ 20d を介して接続されている。それにより、第 4 の燃料電池セル 4d から第 3 及び第 2 の燃料電池セル 4c、4b を介して第 1 の燃料電池セル 4a まで延びる直列接続セルグループ、即ち、互いに直列に接続された一連の燃料電池セル 4 のグループ 24a が構成される。本参考例では、燃料電池セルスタック 1 は、単一の直列接続セルグループ 24a を有している。直列接続セルグループ 24a において、インターロネクタ 20a は、燃料極端子 26 として作用し、第 4 の燃料電池セル 4d の集電層 18d は、空気極端子 27 として作用し、燃料極端子 26 と空気極端子 27 との間の電圧が取り出される。上記接続はすべて、一方の端部 1a から他方の端部 1b にわたってなされている。

【0032】

第 1 の燃料電池セル 4a の空気極 16a 及び第 3 の燃料電池セル 4c の空気極 16c はそれぞれ、インターロネクタ 20b、20d に接続されていなくてもよい。しかしながら、図 2 に示すように、空気極 16a、16c は、集電層 18a、18c と共にインターロネクタ 20b、20d に接続されるように配置されることが好ましい。それにより、空気極 16a、16c とインターロネクタ 20b、20d との間の電気的接続の信頼性を確保することができると共に、集電層 18a、18c を介して露出される空気極 16a、16c の面積を広くして、発電出力を増大させることができる。

【0033】

次に、本発明の参考例による燃料電池セルスタック作り方の一例を説明する。

【0034】

先ず、絶縁性の基体原料粉末を押し出し成形することによって、多孔性の基体 2 を形成する。多孔の程度を調整するという観点から、原料粉末に球状粒子のセルロースや纖維状のグラファイト等の造孔材などを添加してもよい。

【0035】

次いで、燃料極 12a～12d を基体 2 の上にスクリーン印刷する。スクリーン印刷は、基体 2 を周方向に回すように行い、両方の平面部分 10a、10c について行う。燃料極 12a～12d をスクリーン印刷する代わりに、例えば、予めシート状に成形した燃料極 12a～12d を基体 2 の上にドクターブレード法によって貼り付けてもよい。

【0036】

次いで、インターロネクタ 20a～20d が形成される部分をマスキングして、電解質 14 をスラリーコートし、基体 2 と燃料極 12a～12d と電解質 14 とを、例えば、1400 で共焼成する。

【0037】

次いで、空気極 16a～16d を、燃料極 12a～12d と同様にしてスクリーン印刷

10

20

30

40

50

し、例えば、1100で焼成する。空気極16a～16dをスクリーン印刷する代わりに、例えば、予めシート状に成形した空気極16a～16dを電解質14の上にドクターブレード法によって貼り付けてもよい。

【0038】

次いで、インターロネクタ20a～20dをスクリーン印刷によって形成する。インターロネクタ20a～20dをスクリーン印刷する変わりに、例えば、インターロネクタ粉末をペースト化して直接塗布してもよい。インターロネクタ20a～20dは、空気極16a～16dと直接接続されるように形成されることが好ましい。

【0039】

最後に、集電層18a～18d及び延長集電層22をスクリーン印刷によって形成し、インターロネクタ20a～20d、集電層18a～18d及び延長集電層22を、例えば、800で共焼成する。集電層18a～18d及び延長集電層22をスクリーン印刷する代わりに、例えば、予めシート状に成形した集電層18a～18dを空気極16a～16d及びインターロネクタ20b～20dの上にドクターブレード法によって貼り付けてもよい。

【0040】

次に、本発明の参考例による燃料電池セルの動作を説明する。

【0041】

基体2の孔8に一方の端部1aから燃料ガスを供給する。基体2が多孔質であるため、燃料ガスは、孔8だけでなく、基体2全体に行き渡る。燃料ガスは、水素や、炭化水素燃料を改質した改質ガス等を含み、燃料極12と作用する。燃料ガスは、発電反応により、他方の端部1bに向かうにつれて薄まる。

【0042】

また、燃料電池セルスタック1の管状部分6の周りに且つ他方の端部1bに向かって、空気を供給する。空気は、酸素を含み、多孔質である集電層18を通り抜けて空気極16と作用する。空気は、発電反応により、他方の端部1bに向かうにつれて薄まるけれども、空気は、通常、燃料電池の作動温度をコントロールする目的で、比較的大量に供給される。

【0043】

燃料極端子26、即ち、インターロネクタ20aと、空気極端子27、即ち、第4の燃料電池セル4dの集電層18dとを電気的に接続することにより、燃料電池セルスタック1の発電効果が得られる。

【0044】

燃料極12a～12dと作用しなかった燃料ガスは、他方の端部1bから出たところで、空気中の酸素と共に燃焼される。

【0045】

本発明の参考例による燃料電池セルスタック1では、他方の端部1bにおいて燃料枯れが生じた場合であっても、一方の端部1aにおいて各燃料電池セル4が機能しているため、燃料電池セル4自体が不良になることはない。その結果、燃料電池セルスタック1の発電効果が維持され、信頼性が高い燃料電池セルスタック1を提供することができる。

【0046】

また、他方の端部1bにおいて燃料枯れが生じた場合、各燃料電池セル4の発電効率は低下するけれども、燃料電池セル4が管内ガス流れ方向Fに対して垂直な周方向に1列に配列されているので、電気的に直列に接続された各燃料電池セル4a～4dの発電効率の低下はほぼ同じである。従って、各燃料電池セル4a～4dによる発生電圧はほぼ一定であり、各燃料電池セル4a～4dの劣化が防止され、即ち、耐久性が向上する。

【0047】

また、本発の参考例による燃料電池セルスタック1は、従来技術の燃料電池セルスタックと異なり、燃料極12a～12d、空気極16a～16d、集電層18a～18dの面積を各燃料電池セル4a～4dにおいて同じにすることで、設計及び製造が容

10

20

30

40

50

易になる。例えば、燃料電池セルスタック 1 の発生電圧を増加させたい場合には、セル数を増やせばよく、その電流を増加させたい場合には、燃料極 1 2 a ~ 1 2 d 及び空気極 1 6 a ~ 1 6 d の面積を広げればよい。従って、本発明の参考例による燃料電池セルスタック 1 によれば、小型であっても、比較的高い電圧発生させることが容易である。

【0048】

次に、本発明による燃料電池セルスタックの第1の実施形態を説明する。図 3 は、本発明による燃料電池セルスタックの第1の実施形態の図 2 と同様の断面図である。

【0049】

図 3 に示すように、本発明の第1の実施形態である燃料電池セルスタック 3 0 は、燃料電池セル 4 a ~ 4 d の接続の仕方が異なること以外、参考例である燃料電池セルスタック 1 と同様の構造を有している。概略的には、第 2 と第 3 の燃料電池セル 4 b、4 c が電気的に直列に接続され、第 4 と第 1 の燃料電池セル 4 d、4 a が電気的に直列に接続されている。

【0050】

詳細には、第 2 の燃料電池セル 4 b の集電層 1 8 b と第 3 の燃料電池セル 4 c の燃料極 1 2 c とが、一方の接続面部分 1 0 b の電解質 1 4 の上に積層された延長集電層 2 2 及びインターロネクタ 2 0 c を介して接続されている。それにより、第 3 の燃料電池セル 4 c から第 2 の燃料電池セル 4 b まで延びる第 1 の直列接続セルグループ 2 4 b が構成される。第 1 の直列接続セルグループ 2 4 b において、インターロネクタ 2 0 b は、燃料極端子 2 6 a として作用し、第 3 の燃料電池セル 4 c の集電層 1 8 c は、空気極端子 2 7 a として作用し、燃料極端子 2 6 a と空気極端子 2 7 a との間の電圧が取り出される。

【0051】

また、第 4 の燃料電池セル 4 d の集電層 1 8 d と第 1 の燃料電池セル 4 a の燃料極 1 2 a とが、他方の接続面部分 1 0 d の電解質 1 4 の上に積層された延長集電層 2 3 及びインターロネクタ 2 0 a を介して接続されている。それにより、第 1 の燃料電池セル 4 a から第 4 の燃料電池セル 4 d まで延びる第 2 の直列接続セルグループ 2 4 c が構成される。第 2 の直列接続セルグループ 2 4 c は、第 1 の直列接続セルグループ 2 4 b に対して絶縁されている。第 2 の直列接続セルグループ 2 4 c において、インターロネクタ 2 0 d は、燃料極端子 2 6 b として作用し、第 1 の燃料電池セル 4 a の集電層 1 8 a は、空気極端子 2 7 b として作用し、燃料極端子 2 6 b と空気極端子 2 7 b との間の電圧が取り出される。

【0052】

かくして、本実施形態では、燃料電池セルスタック 3 0 は、2つの直列接続セルグループ 2 4 b、2 4 c を有している。第 1 の直列接続セルグループ 2 4 b の燃料極端子 2 6 a 及び第 2 の直列接続セルグループ 2 4 c の空気極端子 2 7 b が、一方の平面部分 1 0 a に配置され、第 1 の直列接続セルグループ 2 4 b の空気極端子 2 7 b 及び第 2 の直列接続セルグループ 2 4 c の燃料極端子 2 6 b が他方の平面部分 1 0 c に配置されることが好ましい。

【0053】

次に、燃料電池セルスタックの第2の実施形態を説明する。図 4 は、本発明による燃料電池セルスタックの第2の実施形態の図 2 と同様の断面図である。

【0054】

図 4 に示すように、本発明の第2の実施形態である燃料電池セルスタック 4 0 は、燃料電池セル 4 a ~ 4 d の接続の仕方が異なること以外、参考例である燃料電池セルスタック 1 と同様の構造を有している。概略的には、第 2 ~ 第 4 と第 1 の燃料電池セル 4 b、4 c、4 d、4 a が電気的に直列に接続されている。

【0055】

詳細には、図 4 に示すように、第 2 の燃料電池セル 4 b の集電層 1 8 d と第 3 の燃料電池セル 4 c の燃料極 1 2 c とが延長集電層 2 2 及びインターロネクタ 2 0 c を介して接続され、第 3 の燃料電池セル 4 c の空気極 1 6 c 及び集電層 1 8 c と第 4 の燃料電池セル 4 d の燃料極 1 2 d とがインターロネクタ 2 0 d を介して接続され、第 4 の燃料電池セル 4

10

20

30

40

50

d の集電層 18 d と第 1 の燃料電池セル 4 a の燃料極 12 a とが延長集電層 23 及びインタークーラー 20 a を介して接続されている。それにより、第 1 の燃料電池セル 4 a から第 4 及び第 3 の燃料電池セル 4 d、4 c を介して第 2 の燃料電池セル 4 b まで延びる直列接続セルグループ 24 d が構成される。本実施形態では、燃料電池セルスタック 40 は、単一の直列接続セルグループ 24 d を有している。直列接続セルグループ 24 d において、インタークーラー 20 b は、燃料極端子 26 として作用し、第 1 の燃料電池セル 4 a の集電層 18 a は、空気極端子 27 として作用し、燃料極端子 26 と空気極端子 27 との間の電圧が取り出される。

【0056】

次に、燃料電池セルスタックユニットの参考例を説明する。図 5 は、本発明による燃料電池セルスタックユニットの参考例の斜視図である。

【0057】

本発明の参考例である燃料電池セルスタックユニット 50 は、燃料ガスマニホールド 52 と、その上に配置された 25 個の参考例の燃料電池セルスタック 1 とを有している。

【0058】

燃料ガスマニホールド 52 は、横長の直方体形状の密封箱であり、その内部に、燃料ガスが充填される燃料ガス空間 54 を有している。燃料ガス空間 54 は、各燃料電池セルスタック 1 の孔 8 と連通している。燃料ガス空間 54 には、燃料ガス供給管（図示せず）から燃料ガスが供給される。燃料ガス供給管（図示せず）は、改質ガス装置（図示せず）に接続されることが好ましい。

【0059】

燃料電池セルスタック 1 は、隣接した燃料電池セル 1 の平面部分 10 a、10 b が対向するように且つ 1 列に燃料ガスマニホールド 52 の上に口ウ付け又はガラスを用いて気密に固定されている。隣接した燃料電池セル 1 は、電極接続部材 56 を介して電気的に直列に接続されている。

【0060】

図 6 は、電極接続部材を取付けた燃料電池セルスタックの斜視図である。図 7 は、電極接続部材の斜視図である。図 8 は、燃料電池セルスタックユニットの電流の流れを示す概略図である。

【0061】

図 6 及び図 7 に示すように、電極接続部材 56 は、燃料電池セルスタック 1 の他方の端部 1 b に取付けることが可能な取付け部 56 a と、取付け部から下方に延びる接続部 56 b とを有している。取付け部 56 a は、燃料電池セルスタック 1 の他方の端部 1 b を締め付けるように嵌め込み可能な C 字形断面形状を有している。接続部 56 b は、隣接した燃料電池セルスタック 1 の間で押圧されて撓み可能な U 字形断面形状を有している。接続部 56 b は、互いに隣接した一方の燃料電池セルスタック 1 の第 1 の燃料電池セル 4 a のインタークーラー 20 と他方の燃料電池セルスタック 1 の第 4 の燃料電池セル 4 d の集電層 18 とに押付けられ、一方の端部 1 a から他方の端部 1 b にわたって接触している。それにより、隣接した燃料電池セルスタック 1 が電気的に直列に且つ確実に接続されている。

かくして、図 8 に示すように、燃料電池セルスタックユニット 60 の燃料極端子 26 u 及び空気極端子 27 u はそれぞれ、一方の側の燃料電池セルスタック 1 の燃料極端子 26 及び他方の側の空気極端子 27 であり、電流が矢印 A 1 で示す経路で流れる。電極接続部材 56 と燃料電池セルスタック 1 をより確実に接続するという観点から、電極接続部材 56 と燃料電池セルスタック 1 との間に導電性接着剤や銀とガラスの混合体を介在させてもよい。

【0062】

電極接続部材 56 は、例えば、銀やランタンクロマイトやランタンコバルタイトなどで被覆された各種金属、ステンレス鋼、ニッケル基合金、クロム基合金などの耐熱金属を、板金加工等することによって形成されることが好ましい。また、電極接続部材 56 は I 字部厚さ方向に電流が流れるという観点、燃料電池セルスタック 1 の外側に流れる反応ガス

10

20

30

40

50

の流れを整流するという観点から、緻密体であることが好ましい。

【0063】

電極接続部材56は、対向した燃料電池セル4の間で一方の端部1aから他方の端部1bにわたって延びているので、その一部分で接触不良があっても、燃料電池セル4の電気的な接続状態が維持され、燃料電池セルスタックユニット50の信頼性が向上する。

【0064】

図9及び図10は、電極接続部材の実施形態及び変形例を示す斜視図である。

【0065】

図9に示すように、実施形態の電極接続部材58は、電極部材56の接続部56bと同様、隣接した燃料電池セルスタック1の間で押圧されて撓み可能にY字形状に折り曲げられた金属シートである。変形例の電極接続部材58は、それを隣接した燃料電池セルスタック1の間に押し込むことによってそれらの間に且つ一方の端部1aから他方の端部1bにわたって取付けられる。電極接続部材58と燃料電池セルスタック1をより確実に接続するという観点から、電極接続部材58と燃料電池セルスタック1との間に導電性接着剤や銀とガラスの混合体を介在させてもよい。10

【0066】

図10に示すように、変形例の電極接続部材60は、撓み可能な材料で形成されると共に、例えば、銀やランタンクロマイトやランタンコバルタイトなどで被覆された各種金属、ステンレス鋼、ニッケル基合金、クロム基合金などの耐熱金属のスポンジ状やフェルト状、ランタンクロマイトなどのセラミック多孔質材料で形成される。変形例の電極接続部材60は、それを隣接した燃料電池セルスタック1の間に押し込むことによってそれらの間に且つ一方の端部1aから他方の端部1bにわたって取付けられる。電極接続部材60と燃料電池セルスタック1をより確実に接続するという観点から、電極接続部材60と燃料電池セルスタック1との間に導電性接着剤や銀とガラスの混合体を介在させてもよい。20

【0067】

図11は、燃料電池セルスタックユニットの実施形態の電流の流れを示す概略図である。。

【0068】

図11に示すように、実施形態の燃料電池セルスタックユニット62では、複数の第1の実施形態の燃料電池セルスタック30と、1つの第2の実施形態の燃料電池セルスタック40とが燃料ガスマニホールドの上に固定され、それらが実施形態の電極接続部材58によって電気的に直列に接続されている。具体的には、電極接続部材58は、互いに隣接した一方の燃料電池セルスタック30の第1の直列接続セルグループ24bの空気極端子27aと他方の燃料電池セルスタック30の第1の直列接続セルグループ24bの燃料極端子26aとに押付けられ、接触している。また、電極接続部材58は、互いに隣接した一方の燃料電池セルスタック30の第2の直列接続セルグループ24cの燃料極端子26bと他方の燃料電池セルスタック30の第2の直列接続セルグループ24cの空気極端子27bとに押付けられ、接触している。かくして、電流は、図11に示す矢印A2の経路で流れる。30

【0069】

この場合、燃料電池セルスタックユニット62の燃料極端子26u及び空気極端子27uはそれぞれ、第2の実施形態の燃料電池セルスタック40から最も遠くに位置する第1の実施形態の燃料電池セルスタック30の燃料極端子26a及び空気極端子27bになる。従って、燃料極端子26u及び空気極端子27uへの配線作業が、燃料電池セルスタック30の数に係わらず共通になるので、燃料電池セルスタック30の組立てるとき及びその数を増減させるときの作業が容易になる。40

【0070】

次に、燃料電池セルスタックユニットの実施形態を説明する。図12は、本発明による燃料電池セルスタックユニットの実施形態の斜視図である。

【0071】

50

本発明の実施形態である燃料電池セルスタックユニット70は、燃料ガスマニホールド72と、その側面72a、72bに配置された4個の燃料電池セルスタック76とを有している。

【0072】

燃料電池セルスタック76は、上述した参考例の燃料電池セルスタック1の変形形態であり、平面部分10a、10cのそれぞれに配置した燃料電池セル4の個数が5つであること以外、燃料電池セルスタック1と同様の構造を有している。

【0073】

燃料ガスマニホールド72は、横長の直方体形状の密封箱であり、その内部に、燃料ガスが充填される燃料ガス空間74を有している。燃料ガス空間74は、各燃料電池セルスタック76の孔8と燃料ガス空間74とが連通している。燃料ガス空間74には、燃料ガス供給管(図示せず)から燃料ガスが供給される。燃料ガス供給管(図示せず)は、改質ガス装置(図示せず)に接続されることが好ましい。10

【0074】

2つの燃料電池セルスタック76は、その一方の平面部分10aとその他方の平面部分10bとが対向するように、燃料ガスマニホールド72の一方の側面72aにロウ付け又はガラスを用いて気密に固定されている。また、他の2つの燃料電池セルスタック76は、その一方の平面部分10aと他方の平面部分10bとが対向するように、燃料ガスマニホールド72の他方の側面72bにロウ付け又はガラスを用いて気密に固定されている。

隣接した燃料電池セル76は、上述した電極接続部材58、60(図示せず)を介して電気的に直列に接続されている。20

【0075】

燃料電池セルスタックユニット70は、上下方向寸法が小さい燃料電池セルスタックの配置を可能にする。

【0076】

次に、参考例の燃料電池セルスタックユニットを用いた燃料電池の一例を説明する。図13は、本発明による燃料電池の第1の実施形態の概略的な正面図である。

【0077】

図13に示すように、本発明の第1の実施形態である燃料電池80は、上述した燃料電池セルスタックユニット50(図13では、燃料電池セルスタック1の個数を6つに省略して示している。)と、それを収容するケース81とを有している。燃料ガスHは、ケース81の外部からケース81内に配置された改質器82を通して燃料ガスマニホールド52に供給され、燃料電池セルスタック1の内側を一方の端部1aから他方の端部1bに向かって流れる。空気Oは、ケース91の外部からケース91内に設けられた通路93、94を通って、燃料電池セルスタック1の外側全体にわたって流れる。均一な電流分布を得るという観点から、空気は燃料電池セルスタック1の下方より送風し、燃料電池セルスタック1の管外を下方から上方に向かって流れることが好ましい。空気を燃料電池セルスタック1の下方より送風することで、燃料電池セルスタック1の下方を冷却する効果を得る。すなわち、燃料電池セルスタック1の下方に集中しやすい電流分布を、温度差により、燃料電池セルスタック1全體に行き渡らせることができるからである。かくして、燃料ガスHと空気Oとは、燃料電池セルスタック1の他方の端部1bに隣接した燃焼領域85で混合され且つ燃焼され、それによって生じた燃焼ガスCは、ケース81に設けられた通路96を通って排出口97から排出される。改質器92は、燃料ガスHと空気Oの燃焼によって生じた熱を利用するため、燃焼領域85に配置されることが好ましい。30

【0078】

次に、実施形態の燃料電池セルスタックユニットを用いた燃料電池の一例を説明する。図14は、本発明による燃料電池の第2の実施形態の概略的な平面図である。

【0079】

図14に示すように、本発明の第2の実施形態である燃料電池90は、上述した燃料電池セルスタックユニット70(図14では、燃料電池セルスタック70の1つの平面部分40

10 a に設けられた燃料電池セル 4 の個数を 2 つに省略して示している。) と、それを収容するケース 9 1 を有している。燃料ガス H は、ケース 9 1 の外部からケース 9 1 内に配置された改質器 9 2 を通して燃料ガスマニホールド 7 2 に供給され、燃料電池セルスタック 7 6 の内側を一方の端部 1 a から他方の端部 1 b に向かって流れる。空気 O は、ケース 9 1 の外部からケース 9 1 内に配置された空気熱交換器 9 3 を通して空気マニホールド 9 4 に供給され、燃料電池セルスタック 7 6 の外側全体にわたって流れる。燃料ガス H と空気 O とは、燃料電池セルスタック 7 6 の他方の端部 1 b に隣接した燃焼領域 9 5 で混合され且つ燃焼され、それによって生じた燃焼ガス C は、ケース 9 1 に設けられた排出口 9 6 から排出される。改質器 9 2 及び空気熱交換器 9 3 は、燃料ガス H と空気 O の燃焼によって生じた熱を利用するために、燃焼領域 9 5 に配置されることが好ましい。

10

【0080】

以上、本発明の実施形態を説明したが、本発明は、以上の実施の形態に限定されることなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲内で種々の変更が可能であり、それらも本発明の範囲内に包含されるものであることはいうまでもない。

【0081】

上記実施形態では、燃料電池セル 4 の管状部分 6 の内側を流れるガスは、水素又は炭化水素燃料等を改質した改質ガス等の燃料ガスであり、燃料電池セル 4 の管状部分 6 の外側を流れるガスは、酸素を含む空気であったが、内側を流れるガスと外側を流れるガスを交換してもよい。

20

【0082】

また、上記実施形態では、燃料電池セル 4 を断面が扁平状であったが、断面形状は任意であり、楕円状のフラットチューブ形であってもよい。

【0083】

燃料電池セルスタック 1 に設けられる燃料電池セル 4 の形状及び個数は任意である。それに応じて、燃料電池セルスタック 1 は、管内ガス流れ方向 F を縦方向としてみたときに、縦長になってもよいし、横長になってもよい。縦長の場合には、電流を増加させたいとき、すなわち燃料電池セル 4 の面積を大きくするのに好適である。また、横長の場合には、電圧を増加させたいとき、すなわち燃料電池セル 4 の数を増やすときに好適である。

【符号の説明】

【0084】

30

1、30、40 燃料電池セルスタック

1 a 一方の端部

1 b 他方の端部

2 基体

4、4 a ~ 4 d 燃料電池セル

6 管状部分

10 a、10 c 平面部分

10 b、10 d 接続面部分

12 a ~ 12 d 燃料極

14 (14 a ~ 14 d) 電解質

40

16 a ~ 16 d 空気極

18 a ~ 18 d 集電層

20 a ~ 20 d インターコネクタ

22、23 延長集電層

24 a ~ 24 d 直列接続セルグループ

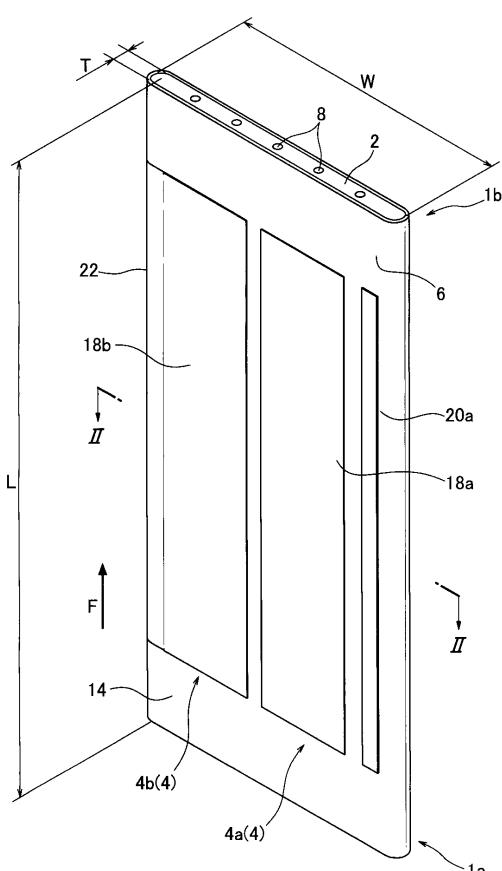
50、70 燃料電池セルスタックユニット

52、72 燃料ガスマニホールド

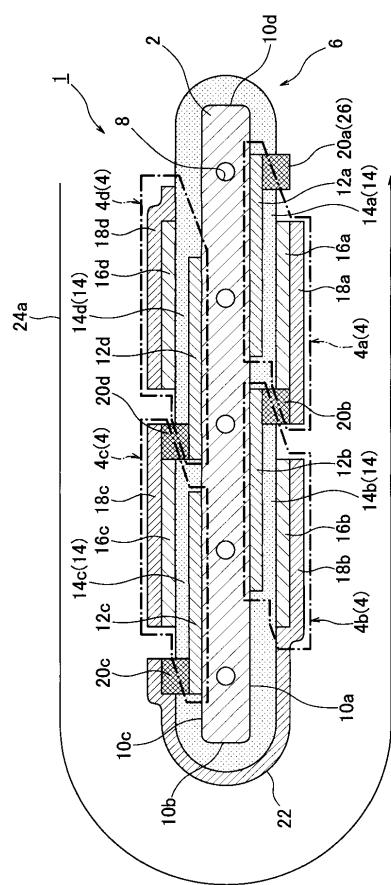
80、90 燃料電池

81、91 ケース

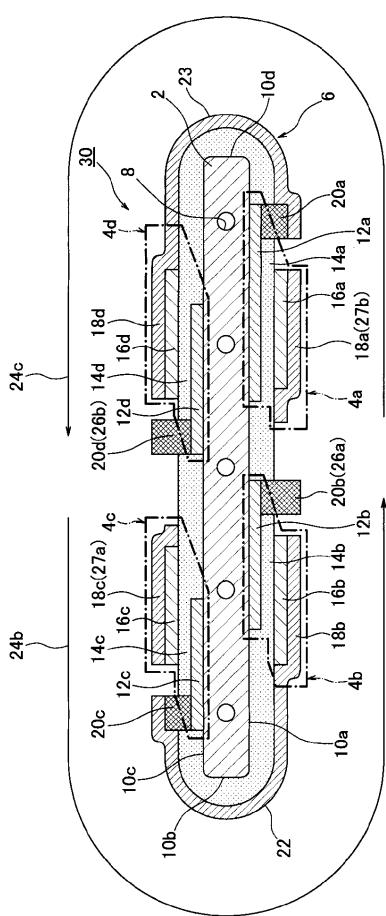
【図1】



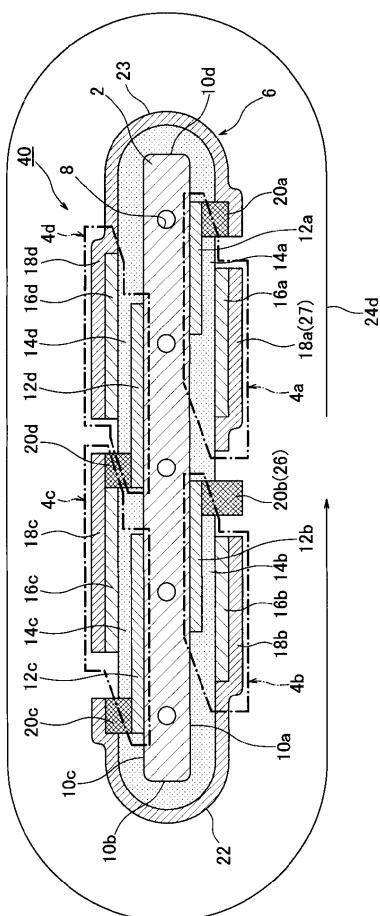
【図2】



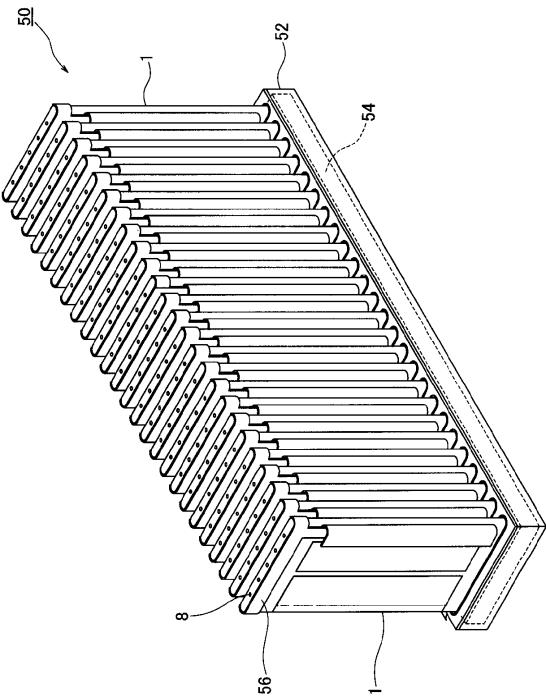
【図3】



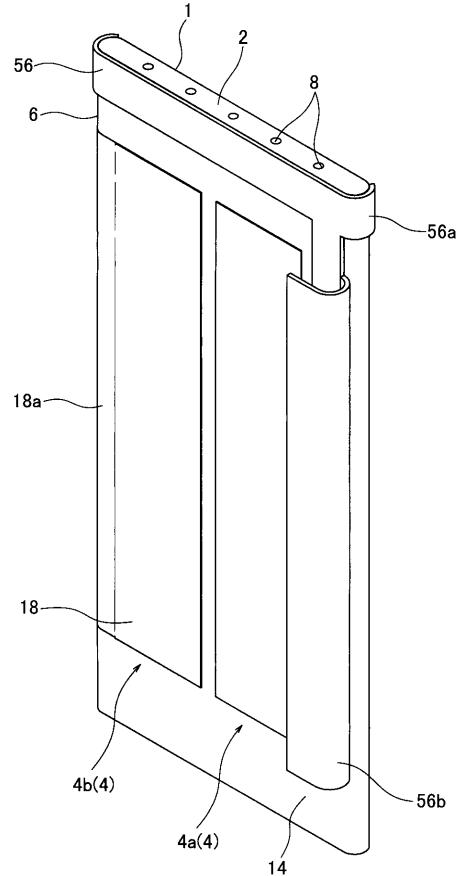
【図4】



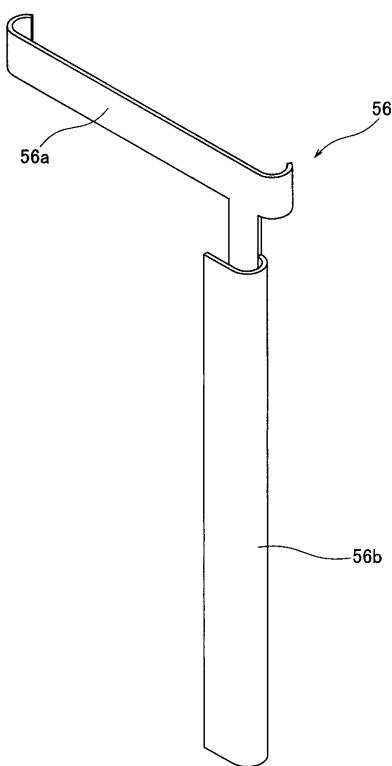
【図5】



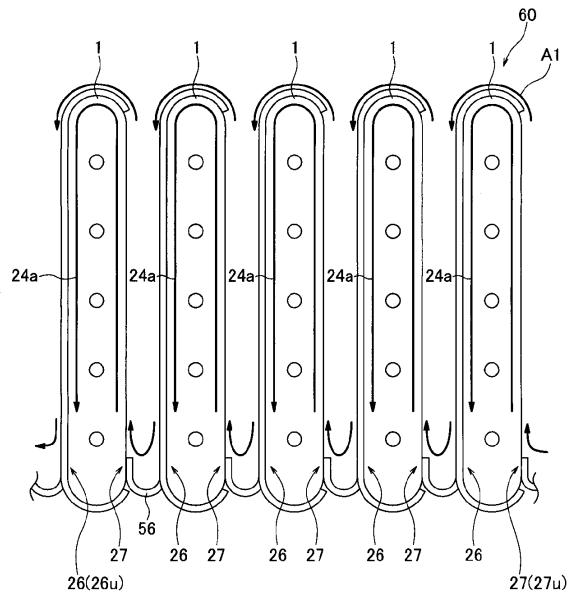
【図6】



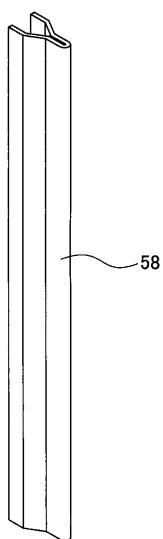
【図7】



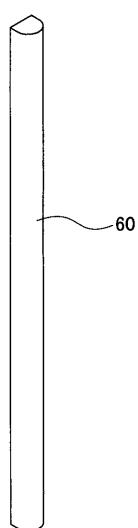
【図8】



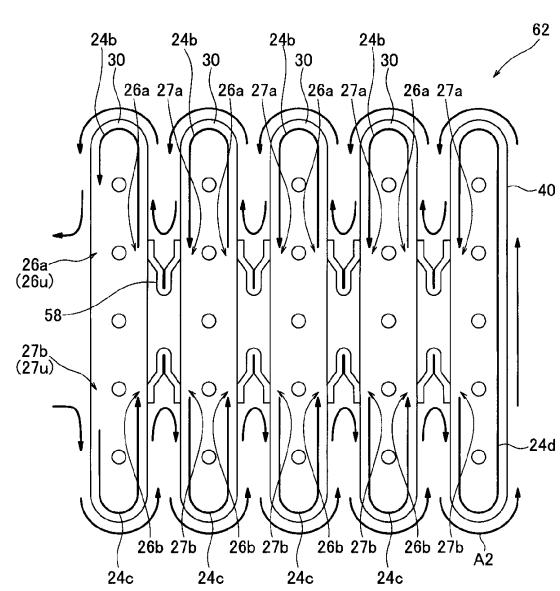
【図9】



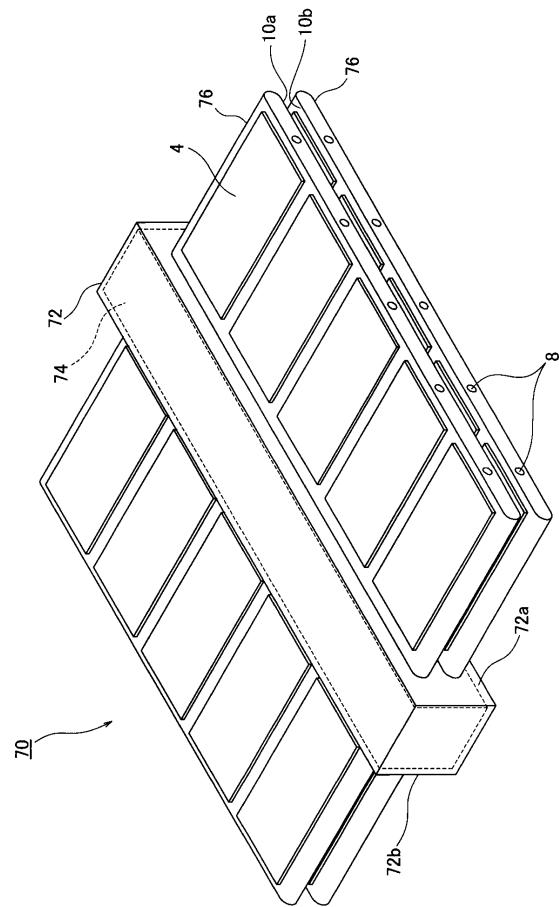
【図10】



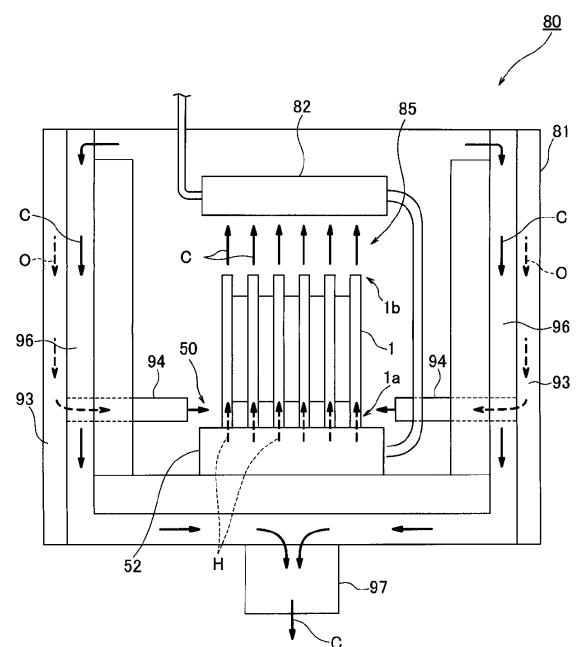
【図11】



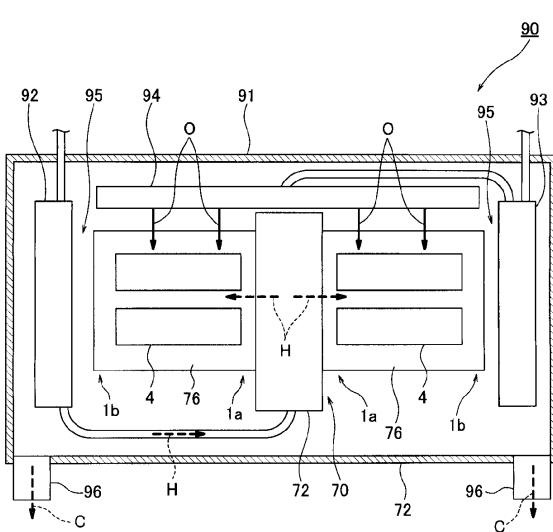
【図12】



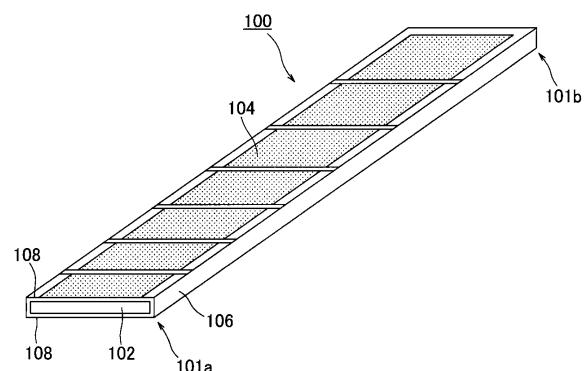
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(74)代理人 100123607

弁理士 渡邊 徹

(72)発明者 渡邊 直樹

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

(72)発明者 川上 晃

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

(72)発明者 重藤 博司

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

審査官 高木 康晴

(56)参考文献 特開2007-134230 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 8 / 24

H01M 8 / 12