

(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2004-327089

(P2004-327089A)

(43) 公開日 平成16年11月18日(2004.11.18)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 8/02	HO 1 M 8/02	5HO26
HO 1 M 8/10	HO 1 M 8/02	
HO 1 M 8/24	HO 1 M 8/10	
	HO 1 M 8/24	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2003-116227 (P2003-116227)	(71) 出願人	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(22) 出願日	平成15年4月21日 (2003.4.21)	(74) 代理人	100077665 弁理士 千葉 剛宏
		(74) 代理人	100116676 弁理士 宮寺 利幸
		(74) 代理人	100077805 弁理士 佐藤 辰彦
		(72) 発明者	岡崎 幸治 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社 本田技術研究所内
		(72) 発明者	梅野 洋 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社 本田技術研究所内

最終頁に続く

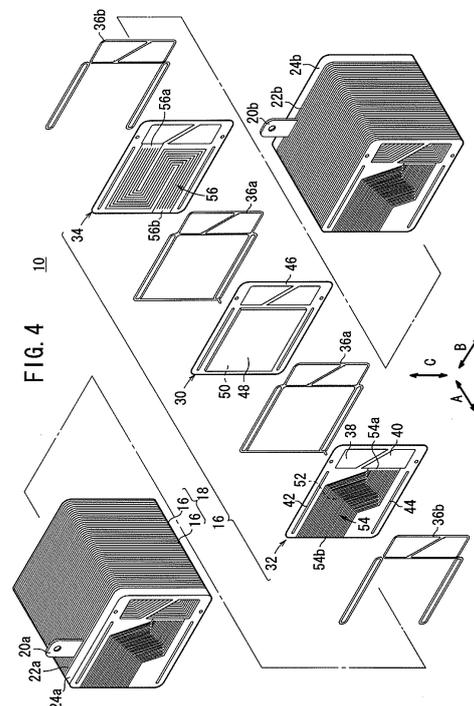
(54) 【発明の名称】 燃料電池スタック

(57) 【要約】

【課題】 周辺補器を有効に削減するとともに、小型かつ低コストな構成で、発電性能の向上を図る。

【解決手段】 燃料電池スタック10の第2セパレータ34には、反応用空気流路56が設けられ、第1セパレータ32には、燃料ガス流路52が設けられた面とは反対の面に冷却用空気流路54が設けられる。この反応用空気流路56の反応用空気入口56aと反応用空気出口56bの間の圧力損失と、冷却用空気流路54の冷却用空気入口54aと冷却用空気出口54bの間の圧力損失とが略同一になるように、反応用空気流路56および冷却用空気流路54を構成する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

固体高分子電解質膜の両側にアノード側電極とカソード側電極とを設けた電解質膜・電極構造体を、セパレータにより挟持するとともに、前記アノード側電極に燃料ガスを供給する燃料ガス流路と、前記カソード側電極に反应用空気を供給する反应用空気流路と、前記電解質膜・電極構造体に冷却用空気を供給する冷却用空気流路とを設ける発電セルを備え、複数の前記発電セルが積層方向に締め付けられる燃料電池スタックであって、前記反应用空気流路は、反应用空気入口と反应用空気出口との間に、前記カソード側電極の面方向に沿って前記反应用空気を流動させる反应用空気流路部を有し、前記冷却用空気流路は、冷却用空気入口と冷却用空気出口との間に、前記電解質膜・電極構造体の面方向に沿って前記冷却用空気を流動させる冷却用空気流路部を有し、前記反应用空気入口と前記反应用空気出口の間の圧力損失と、前記冷却用空気入口と前記冷却用空気出口の間の圧力損失とが略同一になるように、前記反应用空気流路部および前記冷却用空気流路部を構成することを特徴とする燃料電池スタック。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載の燃料電池スタックにおいて、複数の前記発電セルの積層方向に貫通し、前記反应用空気入口と前記冷却用空気入口とに一体的に連通する空気供給連通孔を備えることを特徴とする燃料電池スタック。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載の燃料電池スタックにおいて、前記反应用空気出口および前記冷却用空気出口は、前記発電セルの側部から大気に開放されることを特徴とする燃料電池スタック。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、固体高分子電解質膜の両側にアノード側電極とカソード側電極とを設けた電解質膜・電極構造体を、セパレータにより挟持する発電セルを備え、複数の前記発電セルが積層される燃料電池スタックに関する。

【0002】

【従来の技術】

例えば、固体高分子型燃料電池は、高分子イオン交換膜（陽イオン交換膜）からなる電解質膜を採用している。この電解質膜の両側に、それぞれカーボンを主体とする基材に貴金属系の電極触媒層を接合したアノード側電極およびカソード側電極を対設した電解質膜・電極構造体を、セパレータによって挟持することにより、燃料電池（発電セル）が構成されている。

30

【0003】

この種の燃料電池において、アノード側電極に供給された燃料ガス、例えば、主に水素を含有するガス（以下、水素含有ガスともいう）は、電極触媒上で水素がイオン化され、電解質を介してカソード側電極側へと移動する。その間に生じた電子は外部回路に取り出され、直流の電気エネルギーとして利用される。なお、カソード側電極には、酸化剤ガス、例えば、主に酸素を含有するガスあるいは空気（以下、酸素含有ガスともいう）が供給されているために、このカソード側電極において、水素イオン、電子および酸素が反応して水が生成される。

40

【0004】

通常、所望の発電力を得るために、所定数の燃料電池を積層した燃料電池スタックが使用されている。この燃料電池スタックには、酸化剤ガス、例えば、反应用空気を供給するためのコンプレッサまたはブロアや、反応ガス（反应用空気および燃料ガス）を加湿するための加湿器や、運転温度を最適に維持するための温度調整機器等の周辺補器が組み込まれている。

【0005】

50

上記の燃料電池スタックでは、システム全体の小型化および軽量化が望まれており、周辺補器を削減するとともに、前記周辺補器を作動させるための電力消費を最小化する必要がある。このため、空気流路チャンネルから生成水の除去に十分な空気流を維持しながら、空気供給用の電力消費を最小限にし、ネット出力を最大にすることを目的とした燃料電池スタックが開示されている（例えば、特許文献1参照）。

【0006】

この特許文献1に開示された燃料電池スタックでは、図16に示すように、MEA1をエアフレーム（カソード側セパレータ）2および水素フレーム（アノード側セパレータ）3で挟んで単位セル4が構成されるとともに、各単位セル4間にセパレータ5が介装されている。単位セル4、セパレータ5および冷却セパレータ6により繰り返しユニットが構成されており、この冷却セパレータ6は、左側冷却セパレータ6aと右側冷却セパレータ6bとを有している。

10

【0007】

【特許文献1】

米国特許第5,879,826号明細書（第13欄第1行～第14行、図11）

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、燃料電池スタックを作動させるためには、燃料ガス（例えば、水素ガス）、酸化剤ガス（例えば、空気）および温度調整用の媒体等からなる流体を外部より供給する必要がある。その際、これらの流体は、それぞれ流量や圧力等を個別に調整して供給されるため、基本的に、3系統の周辺補器が設けられる。そして、これらの周辺補器は、前記燃料電池スタックによる発電電力を利用して駆動される。

20

【0009】

しかしながら、上記の燃料電池スタックでは、周辺補器が個別に3系統設けられるため、装置が大型化し、かつ装置コストが増大するという問題が指摘されている。また、これらの周辺補器の消費電力、換言すると、燃料電池スタックの電力損失が大きくなるので、該燃料電池スタックの発電効率が低下するという問題が指摘されている。

【0010】

本発明はこの種の問題を解決するものであり、周辺補器を有効に削減するとともに、小型かつ低コストな構成で、発電性能に優れた燃料電池スタックを提供することを目的とする。

30

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明の請求項1に係る燃料電池スタックでは、固体高分子電解質膜の両側にアノード側電極とカソード側電極とを設けた電解質膜・電極構造体を、セパレータにより挟持するとともに、前記アノード側電極に燃料ガスを供給する燃料ガス流路と、前記カソード側電極に反应用空気を供給する反应用空気流路と、前記電解質膜・電極構造体に冷却用空気を供給する冷却用空気流路とを設ける発電セルを備え、複数の前記発電セルが積層方向に締め付けられている。

【0012】

そして、反应用空気流路は、反应用空気入口と、反应用空気出口との間に、カソード側電極の面方向に沿って反应用空気を流動させる反应用空気流路部を有し、冷却用空気流路は、冷却用空気入口と冷却用空気出口との間に、電解質膜・電極構造体の面方向に沿って冷却用空気を流動させる冷却用空気流路部を有し、前記反应用空気入口と前記反应用空気出口の間の圧力損失と、前記冷却用空気入口と前記冷却用空気出口の間の圧力損失とが略同一になるように、前記反应用空気流路部および前記冷却用空気流路部を構成している。

40

【0013】

このため、反应用空気流路に供給する反应用空気の供給圧力と、冷却用空気流路に供給する冷却用空気の供給圧力とを略同一にすることが可能となり、反应用空気および冷却用空気を供給するための周辺補器を共通化することができる。その結果、周辺補器を有効に削

50

減することが可能となり、燃料電池スタックが組み込まれるシステムの小型化かつ低コスト化を図ることができる。また、周辺補器の消費電力を有効に削減することが可能になるため、燃料電池スタックの発電効率を向上させることができる。

【0014】

また、本発明の請求項2に係る燃料電池スタックでは、複数の前記発電セルの積層方向に貫通し、前記反应用空気入口と前記冷却用空気入口とに一体的に連通する空気供給連通孔を備える。これにより、周辺補器をさらに削減することが可能になり、かつ空気供給連通孔に用いられる部材等を簡素化することが可能になる。その結果、燃料電池スタックが組み込まれるシステムの小型化かつ低コスト化をより一層図ることができるとともに、燃料電池スタック自体の小型化を図ることができる。

10

【0015】

さらに、本発明の請求項3に係る燃料電池スタックでは、前記反应用空気出口および前記冷却用空気出口は、前記発電セルの側部から大気へ開放される。これにより、反应用空気出口および冷却用空気出口の反対側である反应用空気入口および冷却用空気入口における空気の供給圧力の低圧化が可能となり、周辺補器による供給圧力を可及的に低減することができる。その結果、周辺補器の消費電力をさらに削減することが可能になるため、燃料電池スタックの発電効率をより一層向上させることができる。

【0016】

【発明の実施の形態】

図1は、本発明の第1の実施形態に係る燃料電池スタック10を組み込む燃料電池システム12の概略斜視説明図であり、図2は、前記燃料電池スタック10を収容保持するケーシング14の概略分解斜視図であり、図3は、前記燃料電池スタック10の一部断面説明図である。

20

【0017】

燃料電池スタック10は、複数の発電セル16が矢印A方向に積層された積層体18を備える。積層体18の積層方向（矢印A方向）一端には、集電用ターミナルプレート20a、絶縁プレート22aおよびエンドプレート24aが外方に向かって、順次、配設される。積層体18の積層方向他端には、集電用ターミナルプレート20b、絶縁性プレート22bおよびエンドプレート24bが外方に向かって、順次、配設される。

【0018】

図4に示すように、各発電セル16は、電解質膜・電極構造体30と、前記電解質膜・電極構造体30を挟持する第1および第2セパレータ32、34とを備える。電解質膜・電極構造体30と第1および第2セパレータ32、34との間には、後述する各種連通孔の周囲および電極面の外周を覆って、シール部材36aが介装されるとともに、隣接する発電セル16間には、シール部材36bが介装される。

30

【0019】

発電セル16の矢印B方向（水平方向）の一端縁部には、矢印A方向（積層方向）に互いに連通して、酸化剤ガスとしての反应用空気を供給するための反应用空気供給連通孔38と、冷却用空気を供給するための冷却用空気供給連通孔40とが設けられる。なお、反应用空気供給連通孔38および冷却用空気供給連通孔40は、開口面積が略同一に設定される。

40

【0020】

発電セル16の矢印C方向（鉛直方向）の一端縁部（上端縁部）には、矢印A方向に連通して、燃料ガス（例えば、水素ガス）を供給するための燃料ガス供給連通孔42が設けられるとともに、前記発電セル16の矢印C方向の他端縁部（下端縁部）には、矢印A方向に連通して、燃料ガスを排出するための燃料ガス排出連通孔44が設けられる。燃料ガス供給連通孔42および燃料ガス排出連通孔44は、矢印B方向に長尺な長円状開口形状に設定される。

【0021】

電解質膜・電極構造体30は、例えば、パーフルオロカーボンスルホン酸樹脂の薄膜に水

50

が含浸された固体高分子電解質膜 46 と、この固体高分子電解質膜 46 を挟持するアノード側電極 48 およびカソード側電極 50 とを備える（図 3 および図 4 参照）。

【0022】

アノード側電極 48 およびカソード側電極 50 は、多孔質のカーボンペーパー、カーボンクロスまたはカーボン不織布等からなるガス拡散層と、白金系触媒がカーボン担体に担持されて固体高分子電解質膜 46 の両面に塗布された電極触媒層とを有する。第 1 および第 2 セパレータ 32、34 は、導電性材料、例えば、緻密質のカーボン材料や金属で構成される。

【0023】

図 5 に示すように、第 1 セパレータ 32 のアノード側電極 48 に向かう面 32a には、燃料ガス供給連通孔 42 と燃料ガス排出連通孔 44 とを連通する燃料ガス流路 52 が形成される。この燃料ガス流路 52 は、例えば、矢印 C 方向に延在する複数本の溝部により構成される。

10

【0024】

図 6 に示すように、第 1 セパレータ 32 の面 32a とは反対の面 32b には、冷却用空気流路 54 が形成され、この冷却用空気流路 54 は、例えば、両端が水平方向に延在しかつ中央部が傾斜する複数本の溝部（冷却用空気流路部）により構成される。冷却用空気流路 54 は、冷却用空気供給連通孔 40 に連通する冷却用空気入口 54a と、第 1 セパレータ 32 の側部から外方、すなわち、直接、大気に開放される冷却用空気出口 54b とを有する。なお、冷却用空気流路 54 には、傾斜する前記中央部から冷却用空気出口 54b へと延在し、1つの冷却用空気流路 54 を 2つに分流する分岐部 57 が形成される。

20

【0025】

図 7 に示すように、第 2 セパレータ 34 のカソード側電極 50 に向かう面 34a には、反应用空気流路 56 が形成され、この反应用空気流路 56 は、例えば、矢印 B 方向に 1 往復半だけ折り返す蛇行した複数本の溝部（反应用空気流路部）により構成される。反应用空気流路 56 は、反应用空気供給連通孔 38 に連通する反应用空気入口 56a と、第 2 セパレータ 34 の側部から外方、すなわち、後述するダクト部 78 を介して大気に開放される反应用空気出口 56b とを有する。反应用空気入口 56a は、第 2 セパレータ 34 の上部側に設けられる一方、反应用空気出口 56b は、前記第 2 セパレータ 34 の下部側に設けられる。

30

【0026】

図 1 および図 2 に示すように、燃料電池スタック 10 の積層方向両端には、バックアッププレート 58a、58b が配設される。バックアッププレート 58a には、反应用空気供給連通孔 38 に連通する反应用空気供給口 60 と、冷却用空気供給連通孔 40 に連通する冷却用空気供給口 62 と、燃料ガス供給連通孔 42 に連通する燃料ガス供給口 64 と、燃料ガス排出連通孔 44 に連通する燃料ガス排出口 66 とが設けられる。

【0027】

ケーシング 14 は、バックアッププレート 58a、58b 間に積層される燃料電池スタック 10 の角部に対応して配置され、前記燃料電池スタック 10 を外部から締め付ける締結部材 68a、68b、68c および 68d を備える。各締結部材 68a ~ 68d は、燃料電池スタック 10 の積層方向両端側からねじ 70 を介してバックアッププレート 58a、58b に固定される。締結部材 68a ~ 68d は、絶縁層が表面に形成された軽合金で形成される。

40

【0028】

締結部材 68a ~ 68d には、下板 72a、上板 72b および側板 72c、72d がねじ止め固定される。下板 72a、上板 72b および側板 72c、72d は、めっき鋼板や樹脂等で構成される。

【0029】

側板 72c の上部側には、各発電セル 16 の冷却用空気流路 54 を構成する冷却用空気出口 54b に対応して、矢印 A 方向に延在する冷却用空気排気口 74 が形成される。この側

50

板 7 2 c の下部側には、各発電セル 1 6 の反应用空気出口 5 6 b に対応して、反应用空気排気口 7 6 が矢印 A 方向に延在して形成されるとともに、この反应用空気排気口 7 6 を圍繞してダクト部 7 8 が設けられる。

【 0 0 3 0 】

図 2 に示すように、反应用空気出口 5 6 b (図 4 、 図 7 参照) の下方には、液状水を排出するための排水部 8 0 が設けられる。排水部 8 0 は、反应用空気出口 5 6 b から落下される液状水を受ける液状水受部 8 2 と、締結部材 6 8 a に形成されて矢印 A 方向に延在する液状水流路 8 4 とを有する。

【 0 0 3 1 】

液状水受部 8 2 は、ダクト部 7 8 の下部に設けられており、横方向に飛散する液状水を液状水流路 8 4 に案内する。液状水流路 8 4 は、締結部材 6 8 a に沿って矢印 A 方向に長尺状に形成されるとともに、この液状水流路 8 4 の略中央部には、排水口 8 8 が設けられる。

【 0 0 3 2 】

図 1 に示すように、バックアッププレート 5 8 a には、反应用空気供給口 6 0 および冷却用空気供給口 6 2 に、それぞれ反应用空気および冷却用空気を供給するための周辺補器としてのプロア 9 0 が接続されるとともに、燃料ガス供給口 6 4 に燃料ガスを供給するための水素ポンペ 9 4 が減圧弁 9 6 を介して接続される。

【 0 0 3 3 】

このように構成される燃料電池スタック 1 0 の動作について、以下に説明する。

【 0 0 3 4 】

まず、燃料電池スタック 1 0 では、作動温度が比較的低温、例えば、6 0 以下、より好ましくは、3 0 ~ 5 0 の範囲内に設定されている。また、反応ガスの作動圧力は、水素供給圧力が 0 . 1 k P a ~ 5 0 k P a であり、空気供給圧力が 0 . 1 k P a ~ 5 0 k P a である。

【 0 0 3 5 】

そこで、図 1 に示すように、燃料電池システム 1 2 では、水素ポンペ 9 4 から減圧弁 9 6 を介して 0 . 1 k P a ~ 5 0 k P a 程度に減圧された燃料ガスが、燃料ガス供給口 6 4 から燃料電池スタック 1 0 に供給される。この燃料電池スタック 1 0 内では、燃料ガスが燃料ガス供給連通孔 4 2 に供給され、この燃料ガス供給連通孔 4 2 から第 1 セパレータ 3 2 の燃料ガス流路 5 2 に導入される (図 3 および図 5 参照) 。従って、燃料ガスは、電解質膜・電極構造体 3 0 のアノード側電極 4 8 に沿って鉛直下方向に移動する。

【 0 0 3 6 】

一方、図 1 に示すように、反应用空気は、プロア 9 0 を介して 0 . 1 k P a ~ 5 0 k P a 程度の供給圧力で反应用空気供給口 6 0 から燃料電池スタック 1 0 に供給される。この燃料電池スタック 1 0 内では、反应用空気が反应用空気供給連通孔 3 8 に供給され、この反应用空気供給連通孔 3 8 から第 2 セパレータ 3 4 の反应用空気流路 5 6 に導入される (図 3 および図 7 参照) 。このため、反应用空気は、電解質膜・電極構造体 3 0 のカソード側電極 5 0 に沿って蛇行しながら重力方向に移動する。

【 0 0 3 7 】

従って、各電解質膜・電極構造体 3 0 では、アノード側電極 4 8 に供給される燃料ガスと、カソード側電極 5 0 に供給される反应用空気とが、電極触媒層内で電気化学反応により消費され、発電が行われる (図 3 参照) 。

【 0 0 3 8 】

また、図 1 に示すように、冷却用空気は、プロア 9 0 を介して、前記反应用空気と同一の 0 . 1 k P a ~ 5 0 k P a 程度の供給圧力で冷却用空気供給口 6 2 から燃料電池スタック 1 0 に供給される。この燃料電池スタック 1 0 内では、冷却用空気が冷却用空気供給連通孔 4 0 に供給され、この冷却用空気供給連通孔 4 0 から第 1 セパレータ 3 2 の冷却用空気流路 5 4 に導入される (図 3 および図 6 参照) 。このため、冷却用空気は、電解質膜・電極構造体 3 0 に沿って移動し、各発電セル 1 6 の運転温度が 6 0 以下、より好ましくは

、30 ~ 50 になるように冷却する。

【0039】

これにより、各発電セル16が比較的低温で運転され、反应用空気および燃料ガスを無加湿、あるいは低加湿で使用しても、固体高分子電解質膜46が乾燥し難くなり、加湿器等の周辺補器が不要になるという効果がある。

【0040】

次いで、アノード側電極48に供給されて消費された燃料ガスは、燃料ガス排出連通孔44に排出されて矢印A方向に流動し、バックアッププレート58aの燃料ガス排出口66から外部に排出される。一方、カソード側電極50に供給されて消費された反应用空気は、反应用空気流路56の反应用空気出口56bからダクト部78を介して大気に排出される。また、冷却用空気流路54に沿って移動した冷却用空気は、この冷却用空気流路54の冷却用空気出口54bから、直接、大気に排出される。

10

【0041】

この場合、燃料電池スタック10の運転温度は、60以下(好ましくは30 ~ 50)と低温であり、発電反応により生成される生成水は、液状水として存在する割合が大きい。この液状水は、低圧の未反応の反应用空気とともに、反应用空気流路56の反应用空気出口56bから放出される。

【0042】

このため、未反応の反应用空気は、液状水から分離され、水蒸気状の生成水とともに側板72cのダクト部78を介して、直接、大気に排出される。一方、液状水は、重力によって反应用空気出口56bから下方に、すなわち、排水部80に落下する。なお、液状水の一部がダクト部78側に飛散しても、このダクト部78の下部に設けられている液状水受部82を介して、前記液状水が捕捉され、該液状水を排水部80側に確実に落下させることができる(図2参照)。

20

【0043】

上記のように、排水部80に落下した液状水は、下方側に設けられている液状水流路84に向けてさらに落下し、この液状水流路84の略中央部に設けられている排水口88から燃料電池スタック10の外部に確実に排出される。

【0044】

ところで、第1の実施形態では、共通のプロア90を介して、反应用空気入口56aおよび冷却用空気入口54aに反应用空気および冷却用空気を供給するとともに、反应用空気流路56の反应用空気出口56bおよび冷却用空気流路54の冷却用空気出口54bを、直接、大気に開放している。このため、反应用空気の反应用空気入口56aと反应用空気出口56bの間の圧力損失 P_{re} と、冷却用空気の冷却用空気入口54aと冷却用空気出口54bの間の圧力損失 P_{co} とが略同一になる。

30

【0045】

これにより、反应用空気入口56aおよび冷却用空気入口54aにおける反应用空気および冷却用空気の供給圧力の低圧化が可能となり、プロア90による供給圧力を可及的に低減することができる。その結果、プロア90の消費電力を削減することが可能になるため、燃料電池スタック10の発電効率を向上させることができる。

40

【0046】

この場合、上記の反应用空気の圧力損失 P_{re} と冷却用空気の圧力損失 P_{co} とが略同一となる条件下で、燃料電池スタック10による定格発電を遂行するために必要な反应用空気の流量 V_{re} 、および燃料電池スタック10の運転温度を60以下、より好ましくは、30 ~ 50に維持するために必要な冷却用空気の流量 V_{co} を確保するために、それぞれ反应用空気流路56の溝部および冷却用空気流路54の溝部を、以下の要領に基づいて形成すればよい。

【0047】

先ず、下記の(1)式によって必要な反应用空気の流量 V_{re} を求める。

【0048】

50

$$V_{re} [normal \quad l / min.] = \{ I \times S / (2 \times 96485 \times 2) \} \times 22.4 \times (1 / 0.2095) \times 60 \quad \dots (1)$$

I : 発電セル16当たりの定格電流密度 [A / cm²]

S : 電極面積 [cm²]

【0049】

なお、燃料電池スタック10における、反应用空気の利用率は100%としている。

【0050】

一方、必要な冷却用空気の流量 V_{co} は、下記の(2)式によって求められる。

【0051】

$$V_{co} [normal \quad l / min.] = \{ Q / (C_p \times (T_{out} - T_{in}) \times 0.6) \} \times (22.4 / 28.8) \times 1000 \quad \dots (2)$$

$$Q = (V_0 - V) \times I \times S \times 60 \quad \dots (3)$$

Q : 発電セル16の1分間あたりに発生する発熱量 [J / min.]

I : 発電セル16当たりの定格電流密度 [A / cm²]

S : 電極面積 [cm²]

V_0 : 燃料ガスおよび酸化剤ガスの反応による理論上の起電力 [v]

V : 電極面積 S [cm²] のときのセル電圧 [v]

C_p : 冷却用空気の比熱 [J / kg · K]

T_{out} : 冷却用空気出口54bにおける冷却用空気の出口温度 [K]

T_{in} : 冷却用空気入口54aにおける冷却用空気の入口温度 [K]

【0052】

なお、燃料電池スタック10から、冷却用空気が発熱量 Q を除去する際の効率は60%としている。

【0053】

次に、反应用空気入口56aと反应用空気出口56bの間における反应用空気の圧力損失 P_{re} が、反应用空気の流量 V_{re} 、反应用空気流路56の開口断面積 S_{re} 、流路長さ L_{re} および反应用空気流路56の数 N_{re} を変数とした関数により求められる。これを概略式に表すと、

$$P_{re} = f_x (V_{re}, S_{re}, L_{re}, N_{re}) \quad \dots (4)$$

となる。なお、 f_x は数学上の関数を示す記号である。

【0054】

また、反应用空気の流量 V_{re} に対する反应用空気の圧力損失 P_{re} の関係を概略グラフに表すと、図8に示すように、例えば、条件 a1 ~ aN のグラフのようになる。なお、これらの条件 a1 ~ aN は、変数としての S_{re} 、 L_{re} 、 N_{re} の選定に基づくものである。そして、反应用空気の圧力損失 P_{re} は、(1)式で求められる反应用空気の流量 V_{re} に基づいて、例えば、条件 a1 ~ aN に対応する圧力損失 P_{re1} 、 P_{re2} 、 P_{re3} 、 P_{reN} の中から選択される。

【0055】

一方、冷却用空気入口54aと冷却用空気出口54bの間における冷却用空気の圧力損失 P_{co} は、上記の反应用空気の圧力損失 P_{re} の場合と同様に、冷却用空気の流量 V_{co} 、冷却用空気流路54の開口断面積 S_{co} 、流路長さ L_{co} および冷却用空気流路54の数 N_{co} を変数とした関数により求められ、これを概略式に表すと、

$$P_{co} = f_x (V_{co}, S_{co}, L_{co}, N_{co}) \quad \dots (5)$$

となる。

【0056】

また、冷却用空気の流量 V_{co} に対する冷却用空気の圧力損失 P_{co} の関係を概略グラフに表すと、図9に示すように、例えば、条件 b1 ~ bN のグラフのようになる。これらの条件 b1 ~ bN は、変数としての S_{co} 、 L_{co} 、 N_{co} の選定に基づくものである。そして、冷却用空気の圧力損失 P_{co} は、(2)式で求められる冷却用空気の流量 V_{co} に基づいて、例えば、条件 b1 ~ bN に対応する圧力損失 P_{co1} 、 P_{co2} 、

P c o 3、 P c o Nの中から選択される。

【 0 0 5 7 】

このようにして、反応用空気の圧力損失 P r eと冷却用空気の圧力損失 P c oが略同一になるように、それぞれ反応用空気の流量V r eおよび冷却用空気の流量V c oに基づいて、反応用空気流路5 6および冷却用空気流路5 4を形成すればよい。すなわち、前記圧力損失 P r eと前記圧力損失 P c oが、例えば、圧力損失 P r e Nと圧力損失 P c o Nのときに同一になるとすれば、上記の条件 a Nと条件 b Nに基づいて、反応用空気流路5 6の溝部の開口断面積S r e、流路長さL r eおよび反応用空気流路5 6の数N r eと、冷却用空気流路5 4の溝部の開口断面積S c o、流路長さL c oおよび冷却用空気流路5 4の数N c oとをそれぞれ形成すればよい(図8および図9参照)。

10

【 0 0 5 8 】

なお、ブローア9 0を駆動するための消費電力を可及的に小さくするために、ブローア9 0からの供給圧力に制約を設ける場合には、この制約に基づく条件下で、前記圧力損失 P r eと圧力損失 P c oが略同一となるように、反応用空気流路5 6と冷却用空気流路5 4を形成することになる。

【 0 0 5 9 】

次に、下記の(6)式によって、反応用空気の流量V r eと冷却用空気の流量V c oの合計、すなわち、ブローア9 0から供給する空気のトータル流量V t o t a lを求める。

【 0 0 6 0 】

$V_{total} [normal \ l / min .] = (V_{re} + V_{co}) \times N \quad \dots (6)$

20

N : 発電セル1 6の数[組]

【 0 0 6 1 】

ここで、上記のように、例えば、反応用空気の圧力損失 P r eと冷却用空気の圧力損失 P c oが、圧力損失 P r e Nと圧力損失 P c o Nのときに略同一となる場合、圧力損失 P r e N (= P c o N)以上の供給圧力を有し、かつトータル流量V t o t a l以上の空気を供給することが可能なブローア9 0を選定し、燃料電池システム1 2に組み込むことになる。

【 0 0 6 2 】

すなわち、図1 0に示すように、例えば、ブローア9 0の機種c 1 ~ c 3の中、圧力損失 P r e N (= P c o N)以上の供給圧力を有し、かつトータル流量V t o t a l以上の空気を供給することが可能なものは、機種c 1とc 2である(図1 0の斜線部分参照)。さらに、例えば、ブローア9 0を駆動するための消費電力に制約があり、ブローア9 0からの供給圧力に上限値が設けられる場合には、この上限値以下の条件を満たす機種c 2が選定される。

30

【 0 0 6 3 】

このように、反応用空気の流量V r eおよび冷却用空気の流量V c oを確保しながら、反応用空気の圧力損失 P r eと冷却用空気の圧力損失 P c oが略同一になるように、反応用空気流路5 6の溝部の開口断面積S r e、流路長さL r eおよび反応用空気流路5 6の数N r eと、冷却用空気流路5 4の溝部の開口断面積S c o、流路長さL c oおよび冷却用空気流路5 4の数N c oとをそれぞれ構成することにより、ブローア9 0を共通化することができる。

40

【 0 0 6 4 】

その結果、従来のように、外部から反応用空気および冷却用空気を個別に供給する図示しないブローアおよび配管や弁等を有効に削減することが可能となり、燃料電池システム1 2の小型化かつ低コスト化を図ることができる。しかも、共通のブローア9 0を用いることによって消費電力を有効に削減することが可能になるため、燃料電池スタック1 0の発電効率を向上させることができる。

【 0 0 6 5 】

次に、図1 1 ~ 図1 5を参照しながら、第2の実施形態に係る燃料電池スタック1 0 0を

50

組み込む燃料電池システム102について説明する。なお、第1の実施形態に係る燃料電池スタック10および燃料電池システム12と同一の構成要素には同一の参照符号を付して、その詳細な説明は省略する。

【0066】

図11に示すように、燃料電池スタック100の積層方向一端側のバックアッププレート104には、第1の実施形態の燃料電池スタック10の反应用空気供給口60および冷却用空気供給口62（図1参照）が一体化された形状に相当する1つの空気供給口106が設けられる。この空気供給口106から燃料電池スタック100内に空気が供給される。

【0067】

図12に示すように、燃料電池スタック100は、前記空気供給口106に連通するとともに、複数の発電セル16の積層方向に貫通し、反应用空気入口56aと冷却用空気入口54aとに一体的に連通する空気供給連通孔108を備える。この空気供給連通孔108は、第1の実施形態の燃料電池スタック10の反应用空気供給連通孔38および冷却用空気供給連通孔40（図4参照）が一体化された形状に相当する。この場合、各発電セル16には、前記空気供給連通孔108に対応してそれぞれ形成された電解質膜・電極構造体110、前記電解質膜・電極構造体110を挟持する第1および第2セパレータ112、114が備えられる（図13～図15参照）。

【0068】

また、電解質膜・電極構造体110と第1および第2セパレータ112、114との間には、各種連通孔の周囲および電極面の外周を覆って、シール部材116aが介装されるとともに、隣接する発電セル16間には、シール部材116bが介装される。これらのシール部材116a、116bは、前記空気供給連通孔108に対応してそれぞれ形成されている。

【0069】

このように構成することにより、燃料電池スタック100が組み込まれる燃料電池システム102の小型化かつ低コスト化が図られ、ブロー90の消費電力が有効に削減されるとともに、周辺補器としての図示しない配管や弁等をさらに削減することが可能になる。また、電解質膜・電極構造体110、第1および第2セパレータ112、114、シール部材116a、116b等の部材を簡素化することが可能になる。その結果、燃料電池システム12の小型化かつ低コスト化をより一層図ることができるとともに、燃料電池スタック10自体の小型化を図ることができる。

【0070】

実施例

ここでは、上記の第2の実施形態に係る燃料電池スタック100を組み込む燃料電池システム102に適用した実施例を説明する。

【0071】

70組の発電セル16を積層するとともに、ブロー90の消費電力を可及的に小さくするために、供給圧力の上限値、すなわちブロー90の供給圧力の上限値を0.7kPaとした。

【0072】

そして、発電セル16当たりの定格電流密度が 0.2 A/cm^2 、電極面積が 150 cm^2 として、必要な反应用空気の流量 V_{re} を上記の(1)式により求めると、 $V_{re} = 0.5\text{ normal l/min}$ が得られた。

【0073】

一方、反応による理論上の起電力が1.2v、発電セル16当たりの定格電流密度が 0.2 A/cm^2 、電極面積が 150 cm^2 のときのセル電圧が0.7v、空気の比熱が $1007\text{ J/kg}\cdot\text{K}$ 、冷却用空気出口54bにおける冷却用空気の出口温度が333K、冷却用空気入口54aにおける冷却用空気の入口温度が293Kとして、必要な冷却用空気の流量 V_{co} を上記の(2)式および(3)式により求めると、 $V_{co} = 29\text{ normal l/min}$ が得られた。

10

20

30

40

50

【0074】

ここで、ブロー90の上限値が0.7kPaであるから、反応用空気の流量 $V_{re} = 0.5 \text{ normal l/min}$ と冷却用空気の流量 $V_{co} = 29 \text{ normal l/min}$ に基づいて、反応用空気の圧力損失 P_{re} と冷却用空気の圧力損失 P_{co} が0.7kPaになるように、反応用空気流路56の溝部の開口断面積 S_{re} 、流路長さ L_{re} および流路の数 N_{re} と、冷却用空気流路54の溝部の開口断面積 S_{co} 、流路長さ L_{co} および流路の数 N_{co} をそれぞれ選定した。

【0075】

その結果、反応用空気流路56では、開口断面積が 0.8 mm^2 で、流路長さが370mm、流路の数が21本の溝部が必要となり、一方、冷却用空気流路54では、開口断面積が 2.1 mm^2 、流路長さが164mm、流路の数が44本の溝部が必要となった。 10

【0076】

これにより、反応用空気流路56の溝部は、開口断面積の 0.8 mm^2 に基づいて、その幅 W_1 を1mm、深さ D_1 を 0.8 mm とし、流路長さを370mmとするために1往復半だけ折り返す蛇行した形状に形成している(図3参照)。一方、冷却用空気流路54の溝部は、開口断面積の 2.1 mm^2 に基づいて、その幅 W_2 を1mm、深さ D_2 を 2.1 mm としている(図3参照)。

【0077】

この冷却用空気流路54は、発電セル16の温度が上昇し易い中央部の冷却性能を高めるとともに、流路長さを164mmにするために、両端が水平方向に延在しかつ中央部が傾斜する形状に形成されている。また、冷却用空気入口54aにおける冷却用空気流路54の流路の数 N_{co} は、空気供給連通孔108において反応用空気流路56の流路の数 N_{re} との関係によって制約を受ける。そこで、冷却用空気入口54aでは、例えば、34本の冷却用空気流路54を設け、そして、冷却用空気流路54の傾斜する中央部における上方側に6箇所、下方側に4箇所の分岐部57をそれぞれ設けている(図6参照)。これにより、合計44本の冷却用空気流路54を形成している。 20

【0078】

そして、燃料電池スタック100における反応用空気の流量 V_{re} と冷却用空気の流量 V_{co} の合計、すなわち、ブロー90から供給する空気のトータル流量 V_{total} は、 $(0.5 + 29) \times 70 = 2065 \text{ normal l/min}$ であるから、この燃料電池スタック100を運転する場合には、供給圧力が0.7kPa以下で、かつトータル流量 V_{total} が $2065 \text{ normal l/min}$ 以上の空気を供給することが可能なブロー90を選定すればよいことが解った。 30

【0079】

【発明の効果】

本発明に係る燃料電池スタックでは、反応用空気流路に供給する反応用空気の供給圧力と、冷却用空気流路に供給する冷却用空気の供給圧力とを略同一にすることが可能となり、反応用空気および冷却用空気を供給するための周辺補器を共通化することができる。その結果、周辺補器を有効に削減することが可能となり、燃料電池スタックが組み込まれるシステムの小型化かつ低コスト化を図ることが可能となる。また、周辺補器の消費電力を有効に削減することが可能になるため、燃料電池スタックの発電効率を向上させることができる。 40

【0080】

また、反応用空気入口と冷却用空気入口とに一体的に連通する空気供給連通孔を備えているので、周辺補器をさらに削減することが可能になり、かつ空気供給連通孔に用いられる部材等を簡素化することが可能になる。その結果、燃料電池スタックが組み込まれるシステムの小型化かつ低コスト化をより一層図ることができるとともに、燃料電池スタック自体の小型化を図ることが可能である。

【0081】

さらに、反応用空気入口および冷却用空気入口における空気の供給圧力の低圧化が可能と 50

なり、周辺補器による供給圧力を可及的に低減することができる。その結果、周辺補器の消費電力をさらに削減することが可能になるため、燃料電池スタックの発電効率をより一層向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係る燃料電池スタックを組み込む燃料電池システムの概略斜視説明図である。

【図 2】前記燃料電池スタックを収容保持するケーシングの概略分解斜視図である。

【図 3】前記燃料電池スタックの一部断面説明図である。

【図 4】前記燃料電池スタックの一部分解概略斜視図である。

【図 5】前記燃料電池スタックを構成する第 1 セパレータの一方の面の正面図である。 10

【図 6】図 5 に示す第 1 セパレータの他方の面の正面図である。

【図 7】前記燃料電池スタックを構成する第 2 セパレータの一方の面の正面図である。

【図 8】前記燃料電池スタックにおける反应用空気の流量に対する圧力損失の関係を表すグラフである。

【図 9】前記燃料電池スタックにおける冷却用空気の流量に対する圧力損失の関係を表すグラフである。

【図 10】前記燃料電池スタックに供給される流量に対するブローの供給圧力の関係を表すグラフである。

【図 11】本発明の第 2 の実施形態に係る燃料電池スタックを組み込む燃料電池システムの概略斜視説明図である。 20

【図 12】第 2 の実施形態に係る燃料電池スタックの一部分解概略斜視図である。

【図 13】第 2 の実施形態に係る燃料電池スタックを構成する第 1 セパレータの一方の面の正面図である。

【図 14】図 13 に示す第 1 セパレータの他方の面の正面図である。

【図 15】第 2 の実施形態に係る電池スタックを構成する第 2 セパレータの一方の面の正面図である。

【図 16】従来技術に係る燃料電池の概略分解斜視図である。

【符号の説明】

10、100 ... 燃料電池スタック 12、102 ... 燃料電池システム

14 ... ケーシング 16 ... 発電セル 30

18 ... 積層体 30、110 ... 電解質膜・電極構造体

32、34、112、114 ... セパレータ

36a、36b、116a、116b ... シール部材

38 ... 反应用空気供給連通孔 40 ... 冷却用空気供給連通孔

42 ... 燃料ガス供給連通孔 44 ... 燃料ガス排出連通孔

46 ... 固体高分子電解質膜 48 ... アノード側電極

50 ... カソード側電極 52 ... 燃料ガス流路

54 ... 冷却用空気流路 54a ... 冷却用空気入口

54b ... 冷却用空気出口 56 ... 反应用空気流路

56a ... 反应用空気入口 56b ... 反应用空気出口 40

58a、58b、104 ... バックアッププレート

60 ... 反应用空気供給口 62 ... 冷却用空気供給口

64 ... 燃料ガス供給口 66 ... 燃料ガス排出口

90 ... ブロー 94 ... 水素ボンベ

108 ... 空気供給連通孔

【 図 1 】

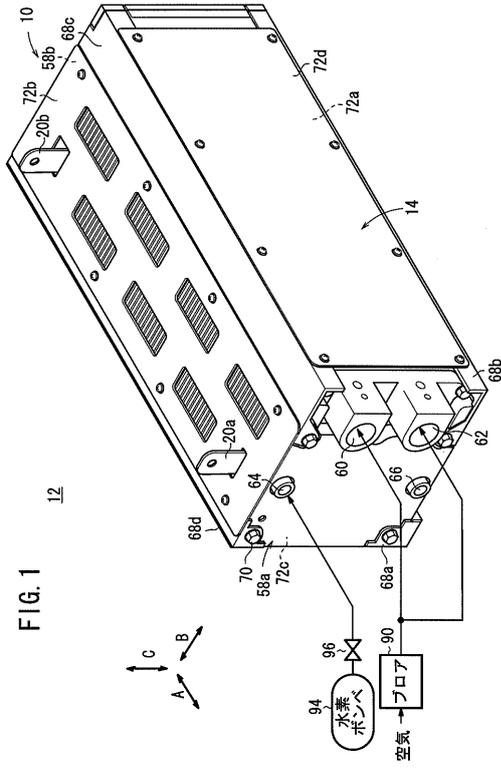


FIG. 1

【 図 2 】

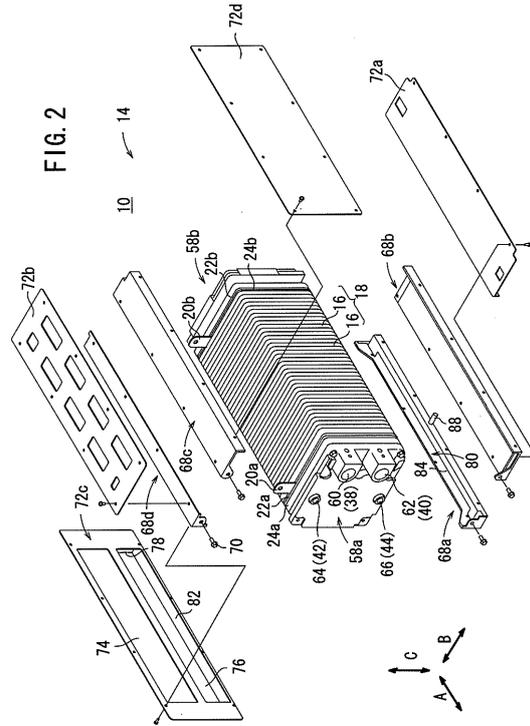


FIG. 2

【 図 3 】

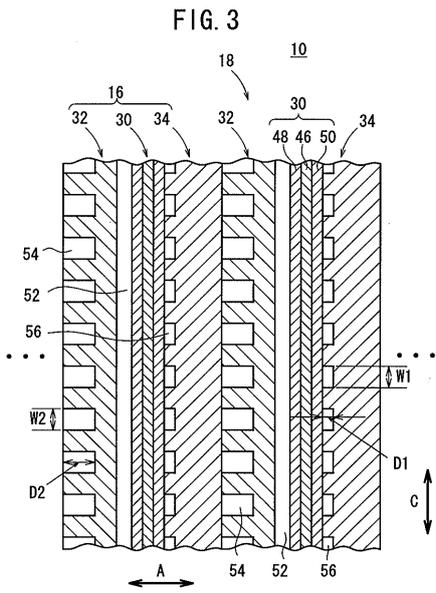


FIG. 3

【 図 4 】

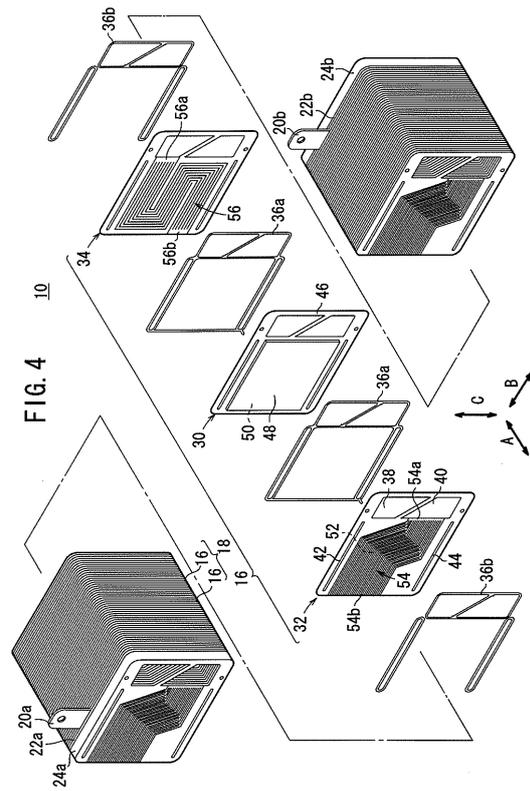
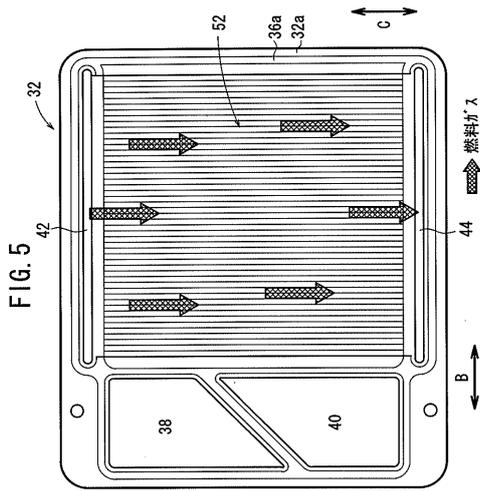
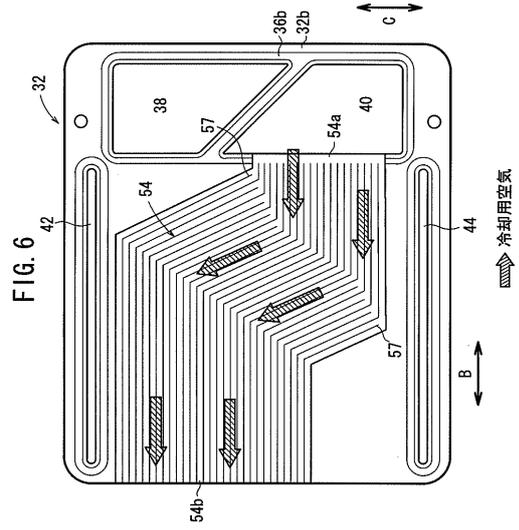


FIG. 4

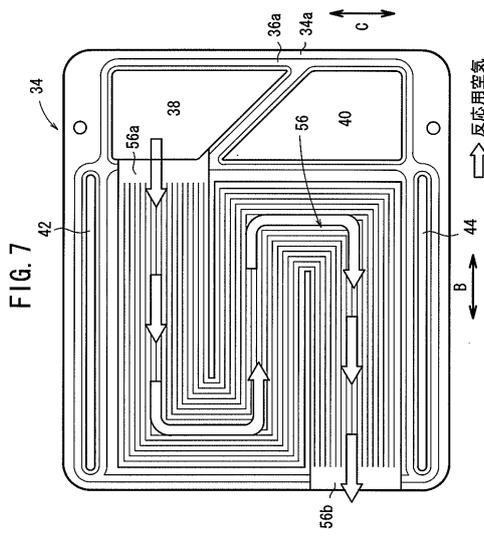
【 図 5 】



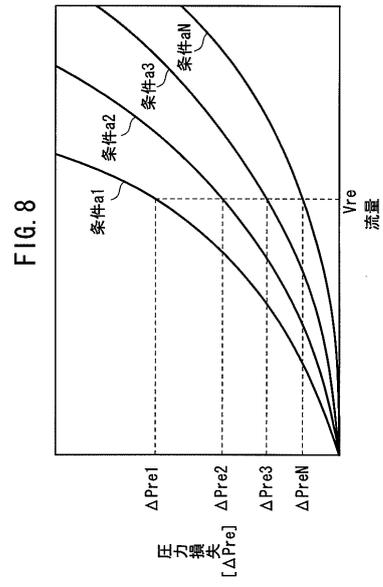
【 図 6 】



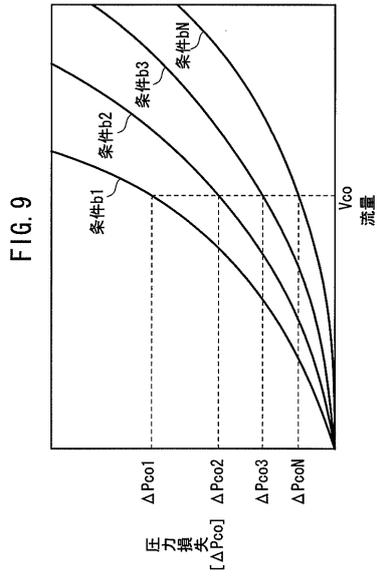
【 図 7 】



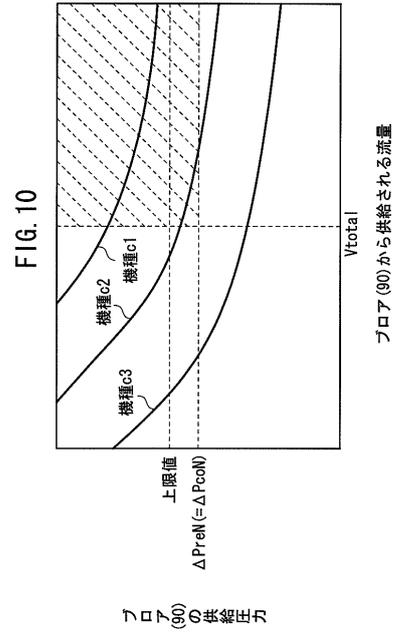
【 図 8 】



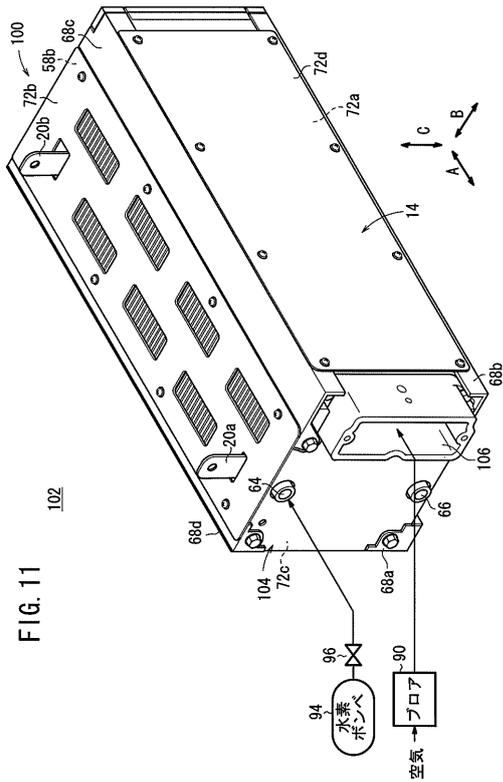
【 図 9 】



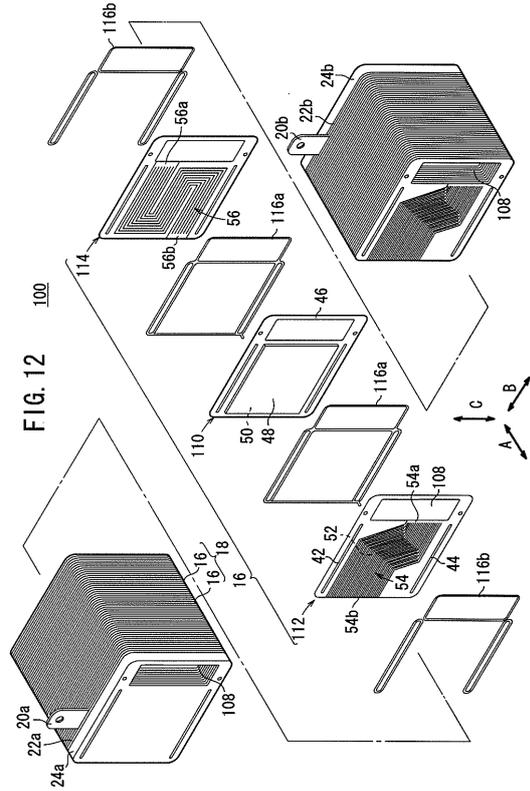
【 図 10 】



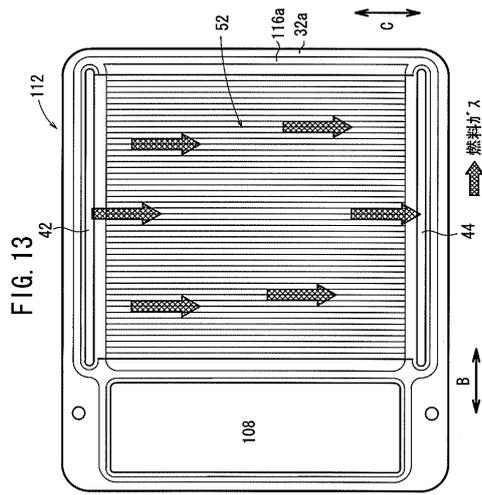
【 図 11 】



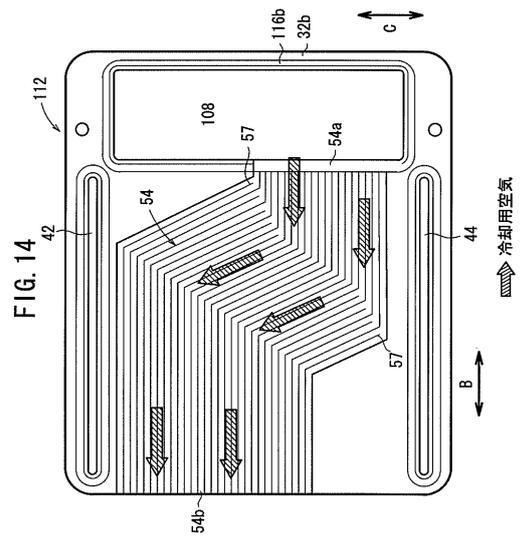
【 図 12 】



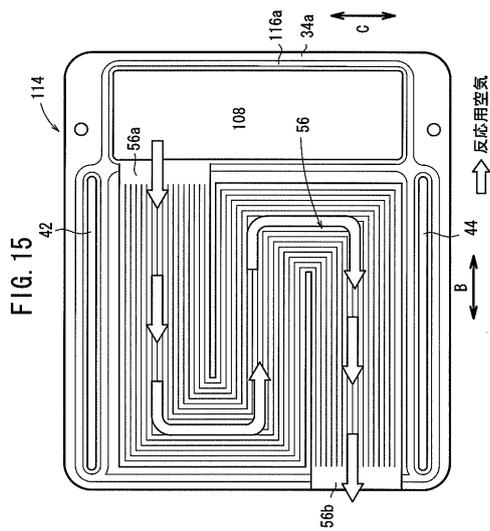
【 図 1 3 】



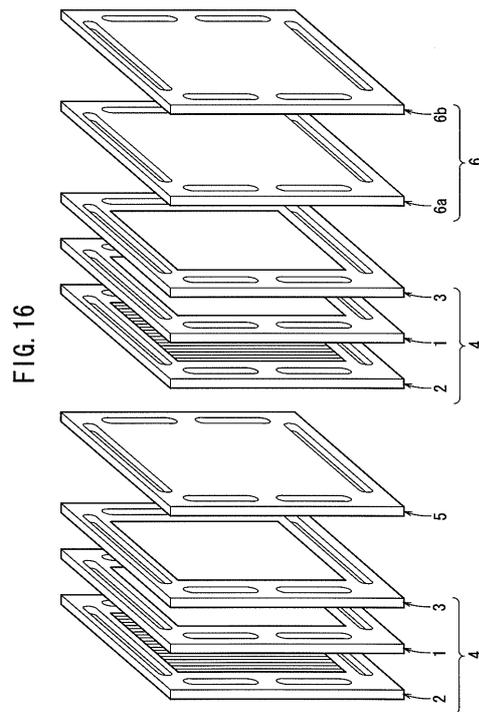
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 初谷 勉

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

(72)発明者 戸田 茂

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

Fターム(参考) 5H026 AA06 CC03 CC08