

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4899339号  
(P4899339)

(45) 発行日 平成24年3月21日 (2012.3.21)

(24) 登録日 平成24年1月13日 (2012.1.13)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 M 8/02 (2006.01)	HO 1 M 8/02 C
HO 1 M 8/10 (2006.01)	HO 1 M 8/02 B
	HO 1 M 8/10

請求項の数 8 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2005-142837 (P2005-142837)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成17年5月16日 (2005.5.16)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2006-318863 (P2006-318863A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成18年11月24日 (2006.11.24)	(74) 代理人	110000028
審査請求日	平成19年12月20日 (2007.12.20)		特許業務法人明成国際特許事務所
		(72) 発明者	佐藤 博道
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	佐野 誠治
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
		(72) 発明者	梶原 ▲隆▼
			愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池のセパレータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

膜電極接合体と交互に積層されて燃料電池を構成するセパレータであって、  
 膜電極接合体のカソード側と当接するカソードプレートと、  
 膜電極接合体のアノード側と当接するアノードプレートと、  
 前記カソードプレートと前記アノードプレートとに挟持される中間プレートであって、  
 前記膜電極接合体に前記積層の方向からみて重なる領域の少なくとも一部に、厚さ方向に貫通すると共に冷却媒体が流動する冷却媒体流動部を有する中間プレートと、  
 前記冷却媒体流動部に配置されると共に前記中間プレートとは別体の非多孔体により形成される分配部であって、前記中間プレートと平行な基板と、前記基板の両側または片側に配置されると共に、前記積層の方向に弾性変形する複数の弾性部とを有する分配部とを備え、

前記分配部は、前記冷却媒体流動部において前記冷却媒体を前記セパレータの面方向に分配し、

前記分配部の前記積層の方向の巾は、前記中間プレートの厚さよりも大きい、  
 セパレータ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のセパレータは、さらに、  
 前記セパレータを厚さ方向に貫通する冷却媒体供給マニホールドと、  
 前記セパレータを厚さ方向に貫通する冷却媒体排出マニホールドと、

前記冷却媒体供給マニホールドと前記冷却媒体流動部を連通する冷却媒体供給流路と、  
前記冷却媒体排出マニホールドと前記冷却媒体流動部を連通する冷却媒体排出流路と、  
を備えるセパレータ。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のセパレータにおいて、  
複数の前記弾性部は、前記冷却媒体流動部の全体に分布するように配置されるセパレータ。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載のセパレータにおいて、  
前記弾性部は、  
前記基板から所定角度で延びると共に端部が前記カソードプレートに接触する複数の第 1 の板状部材と、

前記基板から所定角度で延びると共に端部が前記アノードプレートに接触する複数の第 2 の板状部材であるセパレータ。

【請求項 5】

請求項 4 に記載のセパレータにおいて、  
前記第 1 および前記第 2 の板状部材の端部は、前記基板と平行に曲げられているセパレータ。

【請求項 6】

請求項 4 に記載のセパレータにおいて、  
前記第 1 および前記第 2 の板状部材の端部は、前記基板と垂直に曲げられているセパレータ。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 のいずれか一項に記載のセパレータにおいて、  
前記基板と前記カソードプレートとの間隔は、前記基板と前記アノードプレートとの間隔よりも大きいセパレータ。

【請求項 8】

請求項 4 から請求項 7 のいずれか一項に記載のセパレータにおいて、  
前記分配部は、前記中間プレートより薄い板材を塑性加工することによって作製されるセパレータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池のセパレータに関し、特に冷却媒体の分配構造に関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池、例えば、固体高分子型燃料電池は、電解質膜を挟んで対峙する 2 つの電極（酸素極と燃料極）に、水素を含有する燃料ガスと酸素を含有する酸化ガスとをそれぞれ供給することにより、電気化学反応が行なわれ、物質の持つ化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換する。かかる燃料電池の主要な構造として、略平板状の膜電極接合体（MEA：Membrane-Electrode Assembly）およびセパレータを積層して、積層方向に締結する、いわゆるスタック構造のものが開発されている。

【0003】

ところで、燃料電池は、上述の電気化学反応において発生した熱エネルギーや構成材料の電気抵抗によって発熱する。発熱による温度上昇は、燃料電池の性能を低下させる場合がある。例えば、固体高分子型燃料電池においては、電解質膜に含まれる水分量が温度上昇と共に減少し、ドライアップと呼ばれる不具合を招く場合がある。このため、燃料電池の性能向上のために、燃料電池を効率良く冷却することが求められる。

【0004】

ここで、燃料電池のセパレータとして、アノード側のプレートと、カソード側のプレ

10

20

30

40

50

トと、両プレートに挟まれた中間プレートとから構成された３層構造を有するものが知られている（特許文献１）。この３層構造のセパレータでは、４角形のセパレータの２つの対角部分にセパレータを貫通する冷却媒体供給マニホールドと排出マニホールドを設けている。そして、中間プレートに燃料電池の発電領域を蛇行すると共に、両端が供給マニホールドおよび排出マニホールドにそれぞれ連通する一本の冷却媒体流路を設けている。

【０００５】

【特許文献１】特開２００４－６１０４号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

10

しかしながら、上記従来技術では、中間プレートを打ち抜き加工することにより冷却媒体流路を形成し、冷却媒体を分配しているため、冷却媒体流路の配置の自由度が低くなり、効率良く冷却媒体を分配できないおそれがあった。具体的に言うと、上記従来技術では、マニホールド面積が狭いため、一本の冷却媒体を蛇行させており、冷却媒体の圧力損失が増大し冷却効率が悪化するおそれがあった。

【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、燃料電池のセパレータにおいて、冷却媒体を効率良く分配することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

20

上記課題を解決するために本発明の態様は、膜電極接合体と交互に積層されて燃料電池を構成するセパレータを提供する。本発明の態様に係るセパレータは、膜電極接合体のカソード側と当接するカソードプレートと、膜電極接合体のアノード側と当接するアノードプレートと、前記カソードプレートと前記アノードプレートとに挟持される中間プレートであって、前記膜電極接合体に前記積層の方向からみて重なる領域の少なくとも一部に、厚さ方向に貫通すると共に冷却媒体が流動する冷却媒体流動部を有する中間プレートと、前記冷却媒体流動部に配置されると共に前記中間プレートとは別体の非多孔体により形成される分配部であって、前記中間プレートと平行な基板と、前記基板の両側または片側に配置されると共に、前記積層の方向に弾性変形する複数の弾性部とを有する分配部とを備え、前記分配部は、前記冷却媒体流動部において前記冷却媒体を前記セパレータの面方向に分配し、前記分配部の前記積層の方向の巾は、前記中間プレートの厚さよりも大きいことを特徴とする。

30

【０００９】

本発明の態様に係るセパレータは、中間プレートを挟持する２枚のプレートの間に冷却媒体流動部を有している。そして、冷却媒体流動部に、中間プレートとは別体の非多孔体により形成される分配部を配置することによって、冷却媒体を冷却媒体流動部においてセパレータの面方向に分配している。この結果、前記中間プレートに打ち抜き加工により設けられた冷却媒体流路により冷却媒体を分配するよりも、分配構造の配置の自由度が高く、効率良く燃料電池を冷却することができる。また、分配部とカソードプレートおよび分配部とアノードプレートが確実に接触するので、セパレータ内部の接触抵抗を低減できる。さらに、複数の弾性部によって冷却媒体の分配が図られるとともに、弾性部によって分配部とカソードプレートとの間および分配部とアノードプレートとの間の接触が強められる。この結果、冷却媒体の分配とセパレータ内部の接触抵抗の低減を両立できる。

40

【００１０】

本発明の態様に係る燃料電池は、さらに、前記セパレータを厚さ方向に貫通する冷却媒体供給マニホールドと、前記セパレータを厚さ方向に貫通する冷却媒体排出マニホールドと、前記冷却媒体供給マニホールドと前記冷却媒体流動部を連通する冷却媒体供給流路と、前記冷却媒体排出マニホールドと前記冷却媒体流動部を連通する冷却媒体排出流路と、を備えても良い。冷却媒体供給／排出マニホールドを介して、冷却媒体流動部を流動する冷却媒体を供給／排出できる。

50

## 【0013】

本発明の態様に係るセパレータにおいて、複数の前記弾性部は、前記冷却媒体流動部の全体に分布するように配置されても良い。こうすれば、弾性部によって冷却媒体が冷却媒体流動部の全体に分配されるので、効率良く燃料電池を冷却することができる。

## 【0014】

本発明の態様に係るセパレータにおいて、前記弾性部は、前記基板から所定角度で延びると共に端部が前記カソードプレートに接触する複数の第1の板状部材と、前記基板から所定角度で延びると共に端部が前記アノードプレートに接触する複数の第2の板状部材であっても良い。かかる場合には、前記第1の板状部材および前記第2の板状部材が板バネとして機能することによって、上述した分配部とカソードプレートとの間および分配部とアノードプレートとの間の接触を強める力が生じる。さらに、前記第1の板状部材と前記第2の板状部材が冷却媒体流動部内の冷却媒体を拡散させるので、燃料電池の冷却性能を向上できる。

10

## 【0015】

本発明の態様に係るセパレータにおいて、前記第1および前記第2の板状部材の端部は、前記基板と平行に曲げられていても良く、前記第1および前記第2の板状部材の端部は、前記基板と垂直に曲げられていても良い。カソードプレートおよびアノードプレートと接触する端部の形状を調整することによって、分配部とカソードプレートとの間および分配部とアノードプレートとの間の接触を強める圧力の大きさを調整することができる。

## 【0016】

20

本発明の態様に係るセパレータにおいて、前記基板と前記カソードプレートとの間隔は、前記基板と前記アノードプレートとの間隔よりも大きくても良い。こうすれば、冷却媒体流動部において、アノードプレート側よりカソードプレート側の流動量を大きくするので、発熱量の大きいカソードプレート側を効率良く冷却することができる。

## 【0019】

本発明の態様に係るセパレータにおいて、前記分配部は、前記中間プレートより薄い板材を塑性加工することによって作製されても良い。こうすれば、分配部は、容易に作製されることができる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0024】

30

以下、本発明に係るセパレータについて、図面を参照しつつ、実施例に基づいて説明する。

## 【0025】

A．第1実施例：

図1～図2を参照して、本発明の第1実施例に係るセパレータを含む燃料電池スタックの概略構成について説明する。図1は、第1実施例における燃料電池スタックの構成を示す説明図である。図2は、燃料電池スタックの積層の単位200の構成を示す説明図である。

## 【0026】

40

燃料電池スタック100は、積層の単位200を、複数個積層することにより構成されている。燃料電池スタック100には、酸化ガス供給マニホールド110と、酸化ガス排出マニホールド120と、燃料ガス供給マニホールド130と、燃料ガス排出マニホールド140と、冷却媒体供給マニホールド150と、冷却媒体排出マニホールド160と、が設けられている。なお、酸化ガスとしては空気が一般的に用いられ、燃料ガスとしては水素が一般的に用いられる。また、酸化ガス、燃料ガスは共に反応ガスとも呼ばれる。冷却媒体としては、水、エチレングリコール等の不凍水、空気等を用いることができる。

## 【0027】

図2に示すように、積層の単位200は、セパレータ1000とシール一体型膜電極接合体2000から成る。

## 【0028】

50

セパレータ１０００は、アノードプレート３００と、カソードプレート４００と、中間プレート５００と、分配部材６００とを備えている。中間プレート５００は、略中央部には破線で示すように中間プレート５００を厚さ方向に貫通する貫通部５５０が設けられている。分配部材６００は、中間プレート５００の貫通部５５０に配置される。アノードプレート３００およびカソードプレート４００は、中間プレート５００を挟持するように、中間プレート５００の両側にそれぞれ接合されている。３枚のプレートの接合方法は、例えば、熱圧着、ろう付け、溶接などが用いられ得る。なお、図２における矢印Ｒで示す方向は、燃料電池スタック１００において積層の単位２００が積層される方向であり、また、セパレータ１０００において３つのプレート３００、４００、５００が積層される方向でもある。以下、矢印Ｒで示す方向を積層方向という。

10

#### 【００２９】

シール一体型膜電極接合体２０００は、シール部材７００と、膜電極接合体８００とを備えている。シール部材７００は、シリコンゴムなどのガス不透過性と弾力性と耐熱性とを有する材料で形成されている。シール部材７００の中心部には、破線で示すように、膜電極接合体８００を配置するための孔７５０が設けられている。膜電極接合体８００は、電解質膜８２０と、アノード８４０と、カソード８６０と、を備えている。電解質膜８２０は、ナフィオン（デュポン社の商標）などのフッ素系樹脂材料で形成された湿潤状態において良好な導電性を有するイオン交換膜である。アノード８４０とカソード８６０は、金属多孔体などのガス拡散性および導電性を有する多孔質の材料で形成されている。このアノード８４０とカソード８６０には、白金や白金と他の金属からなる合金などが燃料電池反応の触媒として担持されている。

20

#### 【００３０】

図３および図４を参照して、セパレータ１０００の構成について、さらに説明する。図３は、本実施例におけるアノードプレート、カソードプレート、中間プレートの正面図である。図４は、第１実施例における分配部材の構造を示す説明図である。図４（ａ）は、分配部材６００の正面図を示す。図４（ｂ）は、分配部材６００の底面図を示す。図４（ｃ）は、分配部材６００の側面図を示す。図４（ｄ）および図４（ｅ）は、それぞれ図４（ａ）におけるＣ－Ｃ断面、Ｄ－Ｄ断面を示す。図３において、各プレート４００、３００、５００の中央部に破線で示す領域ＤＡは、燃料電池スタック１００を形成する際に、上述した膜電極接合体８００と積層方向Ｒからみて重なる領域（以下、発電領域ＤＡという。）である。

30

#### 【００３１】

カソードプレート４００は、ステンレス鋼で形成されている。カソードプレート４００は、６個のマニホールド形成部４２２～４３２と、複数の酸化ガス供給孔４４０と、複数の酸化ガス排出孔４４４を備えている。マニホールド形成部４２２～４３２は、燃料電池スタック１００を構成する際に上述した各種マニホールドを形成する貫通孔であり、発電領域ＤＡの外側にそれぞれ設けられている。複数の酸化ガス供給孔４４０は、発電領域ＤＡの上端部に、並んで配置されている。複数の酸化ガス排出孔４４４は、発電領域ＤＡの下端部に、並んで配置されている。

#### 【００３２】

40

アノードプレート３００は、カソードプレート４００同様、ステンレス鋼で形成され、６個のマニホールド形成部３２２～３３２と、複数の燃料ガス供給孔３５０と、複数の燃料ガス排出孔３５４を備えている。マニホールド形成部３２２～３３２は、燃料電池スタック１００を構成する際に上述した各種マニホールドを形成する貫通孔であり、カソードプレート４００と同様に、発電領域ＤＡの外側にそれぞれ設けられている。複数の燃料ガス供給孔３５０は、発電領域ＤＡの右端部に、並んで配置されている。複数の燃料ガス排出孔３５４は、発電領域ＤＡの左端部に、並んで配置されている。

#### 【００３３】

中間プレート５００は、耐熱性樹脂で形成されている。耐熱性樹脂を用いる場合には、３つのプレートを接合する際（例えば、熱圧着）の温度を、金属材料を用いる場合よりも

50

低く抑えることができるため、セパレータ 1 0 0 0 の熱変形を抑制できる利点がある。中間プレート 5 0 0 は、上述した貫通部 5 5 0 に加えて、6 個のマニホールド形成部 5 2 2 ~ 5 3 2 と、反応ガス（酸化ガスまたは燃料ガス）を供給 / 排出するための供給流路形成部 5 4 2、5 4 6 および排出流路形成部 5 4 4、5 4 8 と、複数の冷却媒体供給流路 5 3 4 と、複数の冷却媒体排出流路 5 3 6 とを備えている。

【 0 0 3 4 】

貫通部 5 5 0 は、発電領域 D A の大部分に亘って形成されている。貫通部 5 5 0 によって、3 つのプレートを接合した際にアノードプレート 3 0 0 とカソードプレート 4 0 0 との間に冷却媒体が流動する空間が形成される。このため、以下では、貫通部 5 5 0 を冷却媒体流動部 5 5 0 という。冷却媒体流動部 5 5 0 には、上述のとおり分配部材 6 0 0 が配置される。

10

【 0 0 3 5 】

マニホールド形成部 5 2 2 ~ 5 3 2 は、燃料電池スタック 1 0 0 を構成する際に上述した各種マニホールドを形成する貫通孔であり、カソードプレート 4 0 0、アノードプレート 3 0 0 と同様に、発電領域 D A の外側にそれぞれ設けられている。

【 0 0 3 6 】

冷却媒体供給流路 5 3 4 は、冷却媒体流動部 5 5 0 と冷却媒体供給マニホールド形成部 5 3 0 とを連通している。冷却媒体排出流路 5 3 6 は、冷却媒体流動部 5 5 0 と冷却媒体排出マニホールド形成部 5 3 2 とを連通している。これらの流路 5 3 4、5 3 6 は、中間プレート 5 0 0 の内部を面方向に貫通している。

20

【 0 0 3 7 】

酸化ガスおよび燃料ガスの供給流路形成部 5 4 2、5 4 6 と、排出流路形成部 5 4 4、5 4 8 は、それぞれ対応するマニホールド形成部 5 2 2 ~ 5 3 2 と一端が連通している。これらの流路形成部 5 4 2 ~ 5 4 8 の他端は、3 つのプレートを接合した際に、それぞれ対応するガス供給 / 排出孔 3 5 0、3 5 4、4 4 0、4 4 4 と連通する。

【 0 0 3 8 】

分配部材 6 0 0 は、図 2 から明らかなように、3 枚のプレート 3 0 0、4 0 0、5 0 0 とは別体の部材であり、図 4 に示すように、基板 6 5 0 と、複数の第 1 の板状部材 6 1 0 と、複数の第 2 の板状部材 6 2 0 とを備えている。分配部材 6 0 0 は、一枚の板材（以下、母材という。）を塑性加工（例えば、プレス加工）することによって、基板 6 5 0 と第 1 の板状部材 6 1 0 と第 2 の板状部材 6 2 0 とを成型することによって作製される。母材は、中間プレート 5 0 0 より薄い板材であり、本実施例では、多孔体ではない緻密なステンレス鋼が用いられている。

30

【 0 0 3 9 】

第 1 の板状部材 6 1 0 および第 2 の板状部材 6 2 0 は、図 4 ( a ) の左下の第 2 の板状部材 6 2 0 について例示するように、プレス成形において、母材を略コの字状の切断線 N L で切断した後、略コの字状の部分を 2 本の曲げ線 V L 1 および V L 2 で曲げることによって形成される。曲げ線 V L 1 で曲げられた略コの字状の部分が、第 1 の板状部材 6 1 0 および第 2 の板状部材 6 2 0 に相当する。そして、略コの字状部分以外の未加工の部分が基板 6 5 0 に相当する。さらに具体的に説明すると、これらの板状部材 6 1 0、6 2 0 は、曲げ線 V L 1 において所定の角度 で曲げられ、基板 6 5 0 に対して所定の角度 を有して延びている。所定の角度 は、形成すべき分配部材 6 0 0 の積層方向の巾や、必要な反発力（後述）の大きさ等に応じて決定されるが、プレス加工により容易に成形できるように、負角が生じない 9 0 ° 以下であることが好ましい。

40

【 0 0 4 0 】

そして、第 1 の板状部材 6 1 0 は、端部（前記曲げ線 V L 2 より先端部分）が基板 6 5 0 と平行になるように、曲げ線 V L 2 で曲げられている。第 1 の板状部材 6 1 0 は、3 つのプレート 3 0 0、4 0 0、5 0 0 と共に組み付けられセパレータ 1 0 0 0 を構成した際（以下、組み付け時という。）に、基板 6 5 0 からみてアノードプレート 3 0 0 側（図 4 ( b ) における下側）に形成される。一方、第 2 の板状部材 6 2 0 は、組み付け時に、基

50

板 6 5 0 からみてカソードプレート 4 0 0 側 ( 図 4 ( b ) における上側 ) に形成される。

【 0 0 4 1 】

第 1 の板状部材 6 1 0 および第 2 の板状部材 6 2 0 は、図 4 に示すように一般的な板バネの形状を有しているため、組み付け時に積層方向 R に弾性変形する。すなわち、図 4 における上下方向に圧縮されると、図 4 における矢印 R 方向に、形状を回復しようとする反発力を生じる。

【 0 0 4 2 】

分配部材 6 0 0 の積層方向の巾は、中間プレート 5 0 0 の厚さ  $t$  より大きい ( $t + a$ ) である。従って、分配部材 6 0 0 は、組み付け時に、アノードプレート 3 0 0 およびカソードプレート 4 0 0 と接触し、積層方向に圧縮される。従って、組み付け時において、上述した圧縮に対する反発力によって、分配部材 6 0 0 とアノードプレート 3 0 0 との間の接触および分配部材 6 0 0 とカソードプレート 4 0 0 との間の接触が強められる。図 4 ( a ) において、第 1 の板状部材 6 1 0 のクロスハッチングされている部分 S 1 は、組み付け時に、アノードプレート 3 0 0 と接触する部分を示している。また、第 2 の板状部材 6 2 0 の破線によりハッチングされている部分 S 2 は、組み付け時に、カソードプレート 4 0 0 と接触する部分を示している。

【 0 0 4 3 】

第 1 の板状部材 6 1 0 および第 2 の板状部材 6 2 0 は、図 4 ( a ) に示すように、それぞれが複数個形成されている。複数の第 1 の板状部材 6 1 0 および第 2 の板状部材 6 2 0 は、分配部材 6 0 0 の全体に亘って、規則正しく配置されている。図 4 に示す例では、第 1 の板状部材 6 1 0 が配置されている列 ( 図 4 ( a ) における C - C 列 ) と、第 2 の板状部材 6 2 0 が配置されている列 ( 図 4 ( a ) における D - D 列 ) とが、交互に図 4 ( a ) における上下方向に配列されている。

【 0 0 4 4 】

図 5 を参照して、本実施例における反応ガス ( 酸化ガスおよび燃料ガス )、冷却媒体の流れについて説明する。図 5 は、本実施例における燃料電池スタック 1 0 0 の反応ガスおよび冷却媒体の流れを示す説明図である。図 5 ( a ) は、セパレータ 1 0 0 0 の正面図を示す。図 5 ( b ) ( c ) は、それぞれ図 5 ( a ) における線 B - B および線 C - C に対応する燃料電池スタック 1 0 0 の断面図を示す。

【 0 0 4 5 】

反応ガスの流れについて、燃料ガスの流れを例に説明する。燃料ガスは、図 5 ( b ) に破線の矢印で示すように、燃料ガス供給マニホールド 1 3 0 から燃料ガス供給流路 9 3 0 を通ってアノード 8 4 0 に供給される。燃料ガス供給流路 9 3 0 は、組み付け時に、中間プレート 5 0 0 の燃料ガス供給流路形成部 5 4 6 とアノードプレート 3 0 0 の燃料ガス供給孔 3 5 0 によって形成される。アノード 8 4 0 に供給された燃料ガスは、多孔質のアノード 8 4 0 中を流れる間に燃料電池反応で使用される。そして、使用済みの燃料ガスは、図 5 ( c ) に破線の矢印で示すように、アノード 8 4 0 から燃料ガス排出流路 9 4 0 を介して燃料ガス排出マニホールド 1 4 0 に排出される。燃料ガス排出流路 9 4 0 は、組み付け時に、中間プレート 5 0 0 の燃料ガス排出流路形成部 5 4 8 とアノードプレート 3 0 0 の燃料ガス排出孔 3 5 4 によって形成される。図 5 ( a ) における D - D 断面には、上述の燃料ガス供給流路 9 3 0 および燃料ガス排出流路 9 4 0 と同様の構造にて、酸化ガス供給流路 9 5 0 と酸化ガス排出流路 9 6 0 とが形成される。酸化ガスは、酸化ガス供給マニホールド 1 1 0 から酸化ガス供給流路 9 5 0 を通って、カソード 8 6 0 に供給され、酸化ガス排出流路 9 6 0 を通って酸化ガス排出マニホールド 1 2 0 に排出される。

【 0 0 4 6 】

冷却媒体は、図 5 ( b ) において実線の矢印で示すように、冷却媒体供給マニホールド 1 5 0 から、中間プレート 5 0 0 の冷却媒体供給流路 5 3 4 を通って、上述した冷却媒体流動部 5 5 0 に供給される。冷却媒体流動部 5 5 0 に供給された冷却媒体は、上述した分配部材 6 0 0 によって、セパレータ 1 0 0 0 の面方向 ( 積層方向 R と垂直な方向 ) に拡散され、冷却媒体流動部 5 5 0 全体に分配される。冷却媒体流動部 5 5 0 内を流動した後、

10

20

30

40

50

冷却媒体は、図5(c)において実線の矢印で示すように、中間プレート500の冷却媒体排出流路536を通して、冷却媒体排出マニホールド160に排出される。冷却媒体は、主に冷却媒体流動部550を流動中に、燃料電池スタック100の熱エネルギーを吸収して燃料電池スタック100を冷却する。

#### 【0047】

以上説明した第1実施例に係るセパレータによれば、冷却媒体流動部550に配置された分配部材600によって冷却媒体を分配するので、燃料電池スタック100を効率良く冷却することができる。

#### 【0048】

また、分配部材600の第1の板状部材610および第2の板状部材620は、上述のとおり端部においてアノードプレート300およびカソードプレート400と接触するので、セパレータ1000内の電気伝導性が確保される。分配部材600とアノードプレート300およびカソードプレート400との接触面積は、第1の板状部材610および第2の板状部材620の端部の形状によって調節できる。すなわち、従来のセパレータでは、中間プレートを打ち抜き加工して冷却媒体流路を形成していたので、接触面積を大きくすると冷却媒体流路が狭くなるという問題があったが、本実施例に係るセパレータ1000は、冷却媒体が流動する空間を確保しつつ、接触面積も比較的自由に大きくできる。従って、冷却性能と電気伝導性の両立を実現できる。

#### 【0049】

さらに、分配部材600の積層方向の巾は中間プレート500の巾より大きくされているので、組み付け時に、分配部材600は、アノードプレート300およびカソードプレート400と確実に接触することができる。

#### 【0050】

さらに、分配部材600は、組み付け時の圧縮に対する反発力によって、アノードプレート300およびカソードプレート400に押しつけられるので、分配部材600とアノードプレート300との間、および、分配部材600とカソードプレート400との間の接触抵抗を低減し、セパレータ1000内の電気伝導性を高めることができる。

#### 【0051】

また、分配部材600が配置されることによってセパレータ1000の剛性が向上する。

#### 【0052】

また、分配部材600は、一枚の母材をプレス加工することにより作製されるので、容易に作製することができる。

#### 【0053】

・第1実施例の変形例：

・変形例1：

図6を参照して第1実施例の変形例1に係るセパレータ1000について説明する。図6は、本変形例における分配部材の構造を示す説明図である。本変形例および後述する変形例2において、第1実施例と異なる点は、分配部材における第1の板状部材および第2の板状部材の形状である。その他の構成は第1実施例と同様であるので、その説明を省略する。

#### 【0054】

本変形例における分配部材600aにおいて、第1の板状部材610aおよび第2の板状部材620aの端部は、図6aに示す曲げ線VLで基板650aと垂直(積層方向Rと平行)になるように曲げられている。つまり、第1の板状部材610aおよび第2の板状部材620aが形成される際に、母材から切断された切断面が組み付け時にアノードプレート300およびカソードプレート400と接触することになる。従って、第1の板状部材610aは、組み付け時において、第1実施例における分配部材600よりも狭い面積(図6におけるS1およびS2)で、アノードプレート300およびカソードプレート400と接触する。



## 【 0 0 5 5 】

本変形例に係るセパレータ 1 0 0 0 によれば、第 1 の板状部材 6 1 0 a とアノードプレート 3 0 0 との接触面積を小さくなる。この結果、第 1 の板状部材 6 1 0 a とアノードプレート 3 0 0 との接触圧力が大きくなる。従って、第 1 の板状部材 6 1 0 a の端部によって、アノードプレート 3 0 0 の表面に形成された酸化被膜を突き破る効果が高まり、接触抵抗をより低減することができる。第 2 の板状部材 6 2 0 a とカソードプレート 4 0 0 との間の接触についても同様の効果が得られる。

## 【 0 0 5 6 】

## ・ 変形例 2

図 7 を参照して、第 1 実施例の変形例 2 に係るセパレータ 1 0 0 0 について説明する。図 7 は、本変形例における分配部材の構造を示す説明図である。

10

## 【 0 0 5 7 】

本変形例における分配部材 6 0 0 b において、第 1 の板状部材 6 1 0 b と第 2 の板状部材 6 2 0 b とは、異なる形状を有している。具体的には、第 2 の板状部材 6 2 0 b の端部から基板 6 5 0 までの距離  $h_c$  は、第 1 の板状部材 6 1 0 b の端部から基板 6 5 0 までの距離  $h_a$  よりも大きくされている。この結果、組み付け時において、分配部材 6 0 0 の基板 6 5 0 とカソードプレート 4 0 0 との間隔は、分配部材 6 0 0 の基板 6 5 0 とアノードプレート 3 0 0 との間隔よりも大きくなる。

## 【 0 0 5 8 】

本変形例に係るセパレータ 1 0 0 0 において、冷却媒体流動部 5 5 0 における冷却媒体の流量は、基板 6 5 0 のカソードプレート 4 0 0 側において基板 6 5 0 のアノードプレート 3 0 0 側より多くなる。この結果、発熱量の多いカソード 8 6 0 を効率的に冷却することができる。

20

## 【 0 0 5 9 】

## B . 第 2 実施例 :

図 8 を参照して、第 2 実施例に係るセパレータ 1 0 0 0 について説明する。図 8 は、第 2 実施例における分配部材の構造を示す説明図である。図 8 ( b ) は、分配部材 6 0 0 c の正面図を示す。図 8 ( a ) は、分配部材 6 0 0 c の左側面図 ( 図 8 ( b ) の左側からみた図 ) を示す。図 8 ( c ) は、分配部材 6 0 0 c の右側面図 ( 図 8 ( b ) の右側からみた図 ) を示す。図 8 ( d ) は、分配部材 6 0 0 c の断面図 ( 図 8 ( b ) における D - D 断面 ) を示す。第 2 実施例において、第 1 実施例と異なる点は、第 1 実施例に係る分配部材 6 0 0 に代えて、第 2 実施例では図 8 に示す分配部材 6 0 0 c を用いている点である。その他の構成は第 1 実施例と同様であるので、その説明を省略する。

30

## 【 0 0 6 0 】

分配部材 6 0 0 c は、中間プレート 5 0 0 より薄い板材をプレス加工することによって作製される。分配部材 6 0 0 c は、第 1 実施例における分配部材 6 0 0 と同様に、伝導性を有する材料、例えば、ステンレス鋼やチタンなどの金属材料が用いられる。

## 【 0 0 6 1 】

左側面図 ( 図 8 ( a ) ) に破線で示す部分 I N は、組み付け時において中間プレート 5 0 0 の冷却媒体供給流路 5 3 4 と隣接する部分 ( 以下、入口部という。 ) である。右側面図 ( 図 8 ( c ) ) に破線で示す部分 O T は、組み付け時において中間プレート 5 0 0 の冷却媒体排出流路 5 3 6 と隣接する部分 ( 以下、出口部という。 ) である。

40

## 【 0 0 6 2 】

分配部材 6 0 0 は、図 8 ( d ) に示すように断面が連続する波形状を有している。この波形状によって、分配部材 6 0 0 の両面には、組み付け時に冷却媒体流路を形成する複数の溝が形成されている。これらの複数の溝は、図 8 ( b ) に示すように、途中破線 L 1 ~ L 4 で示す部分で曲折しつつ、入口部 I N から出口部 O T に至っている。図 8 ( b ) における実線 E L は、分配部材 6 0 0 の一方の面に形成された複数の溝が隣接しあう稜線 ( 図 8 ( a ) ( c ) ( d ) における点 E L が対応する ) を示している。図 8 ( b ) における破線 B L は、分配部材 6 0 0 の一方の面に形成された複数の溝の底部 ( 図 8 ( a ) ( c

50

) (d)における点B Lが対応する)を示している。なお、分配部材600の他方の面側に形成される溝において、上述した稜線E Lの裏側が溝の底部に対応し、上述した底部B Lの裏側が稜線に対応する。

#### 【0063】

組み付け時において、分配部材600cは、冷却媒体流動部550を複数の冷却媒体流路に分割する。すなわち、図8(d)に示すように、分配部材600とアノードプレート300との間に複数のアノード側冷却媒体流路601が形成され、分配部材600とカソードプレート400との間に複数のカソード側冷却媒体流路602が形成される。なお、図8(d)では、説明の便宜のため、分配部材600と共に、組み付けられたアノードプレート300およびカソードプレート400の一部も図示している。

10

#### 【0064】

冷却媒体供給流路534から冷却媒体流動部550に流入した冷却媒体は、上述した入口部I Nから各冷却媒体流路601、602を通して、セパレータ1000の面方向に流動し、冷却媒体流動部550全体に分配される。分配された冷却媒体は、上述した出口部O Tに導かれ、冷却媒体排出流路536から冷却媒体排出マニホールド160へ排出される。

#### 【0065】

また、分配部材600の積層方向の巾は、中間プレート500の厚さtより大きい値( $t + a$ )である。したがって、組付け時において、分配部材600cと各プレート300、400は、上述した600cの稜線E Lにおいて確実に接触する。例えば、組み付け時に分配部材600cの稜線E L部分が少し潰され、これによって接触面積が確保されるようにしても良い。あるいは、分配部材600cを弾性の高い材料で作製して、第1実施例と同様に分配部材600cの反発力によって、分配部材600cと各プレート300、400の接触を強めても良い。

20

#### 【0066】

以上説明したように、第2実施例に係るセパレータ1000によれば、分配部材600cと各プレート300、400との接触を確保しつつ、冷却媒体流路を冷却媒体流動部550全体に亘って配置できる。従って、第1実施例に係るセパレータ1000と同様に、冷却性能と電気伝導性の両立を実現できる。

#### 【0067】

・第2実施例の変形例：

図9を参照して第2実施例の変形例に係るセパレータ1000について説明する。図9は、本変形例における分配部材の構造を示す説明図である。図9は、図8(a)におけるD-D断面に対応している。

30

#### 【0068】

本変形例における分配部材600dは、断面の波形形状が、上述した第2実施例における分配部材600cと異なっている。他の部分については、第2実施例と同様であるのでその説明を省略する。

#### 【0069】

本変形例における分配部材600dでは、図9に示すように、断面の波形形状が歪んでいることによって、アノード側冷却媒体流路601の断面積とカソード側冷却媒体流路602の断面積が異なっている。具体的には、分配部材600dのカソードプレート400側に形成されるカソード側冷却媒体流路602の断面積が、分配部材600dのアノードプレート300側に形成されるアノード側冷却媒体流路601の断面積より大きくなっている。

40

#### 【0070】

こうすることにより、アノード側冷却媒体流路601を流れる冷却媒体の流量より、カソード側冷却媒体流路602を流れる冷却媒体の流量が多くなる。この結果、第1実施例の変形例2と同様に、発熱量の多いカソード860を効率的に冷却することができる。

#### 【0071】

50

## C．第3実施例：

図10および図11を参照して、第3実施例に係るセパレータについて説明する。図10は、第3実施例におけるセパレータの構成を示す説明図である。図11は、第3実施例におけるアノードプレートの構造を示す説明図である。図11(a)は、アノードプレート300eの正面図を示す。図11(b)(c)は、図11(a)における線B-Bおよび線C-Cに対応するセパレータ1000eの断面図である。

## 【0072】

本実施例に係るセパレータ1000eは、第1実施例と同様に、アノードプレート300eと、カソードプレート400eと、中間プレート500eとを備えている。ただし、第1実施例と異なり、別体の分配部材を備えていない。

10

## 【0073】

カソードプレート400eおよび中間プレート500eは、第1実施例におけるカソードプレート400および中間プレート500と同一の構成であるのでその説明を省略する。

## 【0074】

アノードプレート300eは、図11(a)に示すように略中央部において、複数の凸状部390を備えている点が、第1実施例と異なっている。アノードプレート300eのその他の構成は、図3(b)を参照して説明した第1実施例におけるアノードプレート300と同一であるので、図11において図3(b)と同一の符号を付しその説明を省略する。

20

## 【0075】

複数の凸状部390は、組み付け時に、中間プレート500eの冷却媒体流動部550に収まる範囲の全体に分布するように規則正しく配置されている。従って、組み付け時に、各凸状部390は、中間プレート500の冷却媒体流動部550に位置すると共に、冷却媒体流動部550の全体に亘って凸状部390が規則正しく配置されることになる。図11(a)に示す例では、図11(a)における左右方向および上下方向に等間隔で配置されている。これらの凸状部390は、プレス加工を用いて、一枚の板材を、膜電極接合体800と当接する側から中間プレート500e側に向けて突き出させて窪ませることによって成形される。

## 【0076】

30

また、複数の凸状部390は、図10に示すように、アノードプレート300eの他の部分から中間プレート500e側に、中間プレート500eの厚さTより大きい( $T+a$ )だけ突出している。したがって、組付け時に、凸状部390とカソードプレート400eは、凸状部390の頂上部Pにおいて確実に接触する。例えば、組み付け時に凸状部390の頂上部Pが少し潰され、これによって接触面積が確保されるようにしても良い。あるいは、カソードプレート400eを弾性の高い材料で作製して、凸状部390の反発力によって、凸状部390とカソードプレート400eとの接触を強めても良い。

## 【0077】

冷却媒体供給流路534から冷却媒体流動部550に流入した冷却媒体は、凸状部390により、セパレータ1000の面方向に拡散され、冷却媒体流動部550全体に分配される。分配された冷却媒体は、冷却媒体排出流路536から冷却媒体排出マニホールド160へ排出される。図11(b)(c)において記号301で示される空間を冷却媒体が流動する。

40

## 【0078】

以上説明したように、第3実施例に係るセパレータ1000eによれば、第1実施例および第2実施例と同様に、冷却性能と電気伝導性の両立を実現できる。

## 【0079】

さらに、第3実施例に係るセパレータ1000eでは、別体の分配部材が必要ないので、部品点数が増加することもない。

## 【0080】

50

さらに、凸状部 390 はアノードプレート 300 に設けられており、カソードプレート 400 の発電領域 DA は、フラットである。従って、図 11 (b) (c) に記号 301 で示すように、冷却媒体が流れる空間はカソード 860 側に近い部分の体積がより大きくなる。この結果、第 1 実施例の変形例 2 と同様に、発熱量の多いカソード 860 を効率的に冷却することができる。

#### 【0081】

さらに、カソードプレート 400 がフラットであることにより、カソード 860 に対する接触圧力が均一になるため、カソード 860 側の電気反応のムラが生じにくい。燃料電池の電気化学反応は、酸素分子の拡散速度が遅いため、一般的に、カソード側の 3 相界面における反応 ( $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- + (1/2)\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ ) に律速される。このため、カ

10

#### 【0082】

D. その他の変形例：

上述の実施例では、カソードプレート 400、アノードプレート 300 および分配部材 600 にステンレス鋼を用いているが、他の材料を用いても良い。カソードプレート 400 およびアノードプレート 300 には、ガス不透性と導電性とを有する種々の材料、例えば、チタン、チタン合金が用いられ得る。分配部材 600 には、伝導性とある程度の弾性を有する種々の材料、例えば、チタン、チタン合金などの金属材料が用いられ得る。また、カソードプレート 400 およびアノードプレート 300 および分配部材 600 は、接触抵抗の低減や、耐食性の向上のために表面処理（例えば、耐食性のメッキ）を施しても良い。

20

#### 【0083】

また、上記実施例においては、熱変形を抑制するため接合温度を低く抑制できる耐熱性樹脂を中間プレート 500 に用いているが、これに代えて金属材料、例えば、ステンレス、チタンを用いることもできる。

#### 【0084】

また、上記実施例において、分配部材とアノードプレートおよびカソードプレートとの接触部分を必要に応じて溶接等の接合処理を施しても良い。こうすることで、セパレータ 1000 の強度や伝導性を高めることができる。

30

#### 【0085】

また、第 1 実施例における分配部材 600 における第 1 の板状部材 610 および第 2 の板状部材 620 をはじめとする各実施例、変形例における冷却媒体を分配するための構造の配置は、実施例に限られず種々の配置を採用することができる。例えば、第 3 実施例における凸状部 390 は、カソードプレート 400 上において千鳥状に配置しても良い。

#### 【0086】

また、上記実施例、変形例として示した分配部材 600 ~ 600d 以外にも種々の構造を有する分配部材が用いられ得る。具体的には、第 1 実施例における分配部材 600 のように、積層方向の巾が中間プレート 500 の厚さより厚く、積層方向に弾性を有していれば、第 1 実施例と同様の作用・効果が得られる。また、分配部材は、積層方向に負角を有しておらず、一枚板をプレス加工することにより容易に作製できる形状であることが好ましい。例えば、上述の分配部材 600 は、基板 650 の両側にそれぞれ板状部材 610、620 を配置しているが、片側だけに板状部材を配置する構造であっても良い。係る場合は、片側の板状部材と基板のみで、積層方向の巾が中間プレート 500 より大きくなるようにする。

40

#### 【0087】

以上、本発明の実施例および変形例について説明したが、本発明はこれらの実施例および変形例になんら限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲内において種々の態様での実施が可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

50

## 【 0 0 8 8 】

【図 1】第 1 実施例における燃料電池スタックの構成を示す説明図。

【図 2】燃料電池スタックの積層の単位の構成を示す説明図。

【図 3】第 1 実施例における各種プレートの正面図。

【図 4】第 1 実施例における分配部材の構造を示す説明図。

【図 5】第 1 実施例における燃料電池スタックの反応ガスおよび冷却媒体の流れを示す説明図。

【図 6】第 1 実施例の変形例 1 における分配部材の構造を示す説明図。

【図 7】第 1 実施例の変形例 2 における分配部材の構造を示す説明図である。

【図 8】第 2 実施例における分配部材の構造を示す説明図。

10

【図 9】第 2 実施例の変形例における分配部材の構造を示す説明図。

【図 10】第 3 実施例におけるセパレータの構成を示す説明図。

【図 11】第 3 実施例におけるアノードプレートの構造を示す説明図。

## 【符号の説明】

## 【 0 0 8 9 】

1 0 0 ... 燃料電池スタック

1 1 0 ... 酸化ガス供給マニホールド

1 2 0 ... 酸化ガス排出マニホールド

1 3 0 ... 燃料ガス供給マニホールド

1 4 0 ... 燃料ガス排出マニホールド

20

1 5 0 ... 冷却媒体供給マニホールド

1 6 0 ... 冷却媒体排出マニホールド

2 0 0 ... 積層の単位

3 0 0、3 0 0 e ... アノードプレート

3 2 2、3 2 4、3 2 6、3 2 8、3 3 0、3 3 2 ... マニホールド形成部

3 5 0 ... 燃料ガス供給孔

3 5 4 ... 燃料ガス排出孔

3 9 0 ... 凸状部

4 0 0、4 0 0 e ... カソードプレート

4 2 2、4 2 4、4 2 6、4 2 8、4 3 0、4 3 2 ... マニホールド形成部

30

4 4 0 ... 酸化ガス供給孔

4 4 4 ... 酸化ガス排出孔

5 0 0、5 0 0 e ... 中間プレート

5 2 2、5 2 4、5 2 6、5 2 8、5 3 0、5 3 2 ... マニホールド形成部

5 3 4 ... 冷却媒体供給流路

5 3 6 ... 冷却媒体排出流路

5 4 2、5 4 6 ... 反応ガス供給流路形成部

5 4 4、5 4 8 ... 反応ガス排出流路形成部

5 5 0 ... 冷却媒体流動部

6 0 0、6 0 0 a、6 0 0 b、6 0 0 c、6 0 0 d ... 分配部材

40

6 0 1、6 0 2 ... 冷却媒体流路

6 1 0、6 1 0 a、6 1 0 b ... 第 1 の板状部材

6 2 0、6 2 0 a、6 2 0 b ... 第 2 の板状部材

6 5 0 ... 基板

7 0 0 ... シール部材

8 0 0 ... 膜電極接合体

8 2 0 ... 電解質膜

8 4 0 ... アノード

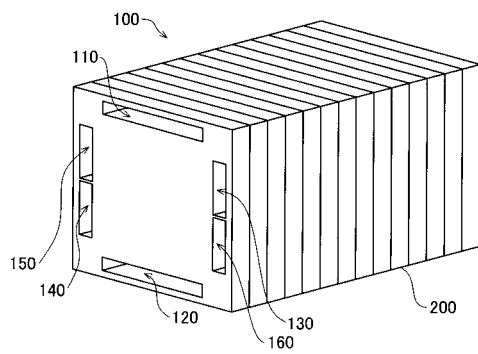
8 6 0 ... カソード

9 3 0 ... 燃料ガス供給流路

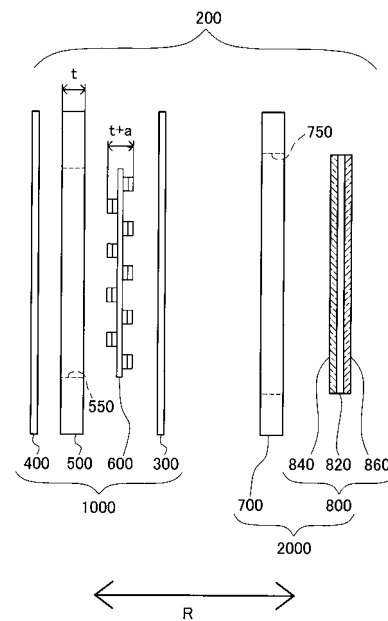
50

- 9 4 0 ... 燃料ガス排出流路  
 9 5 0 ... 酸化ガス供給流路  
 9 6 0 ... 酸化ガス排出流路  
 1 0 0 0、1 0 0 0 e ... セパレータ  
 2 0 0 0 ... シール一体型膜電極接合体

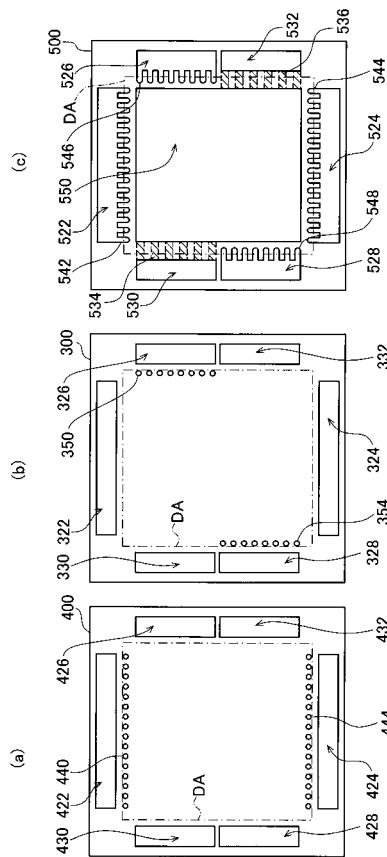
【図 1】



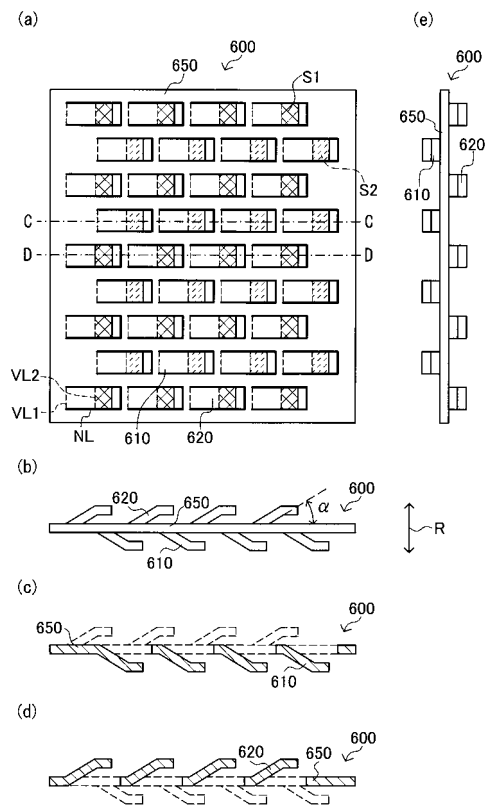
【図 2】



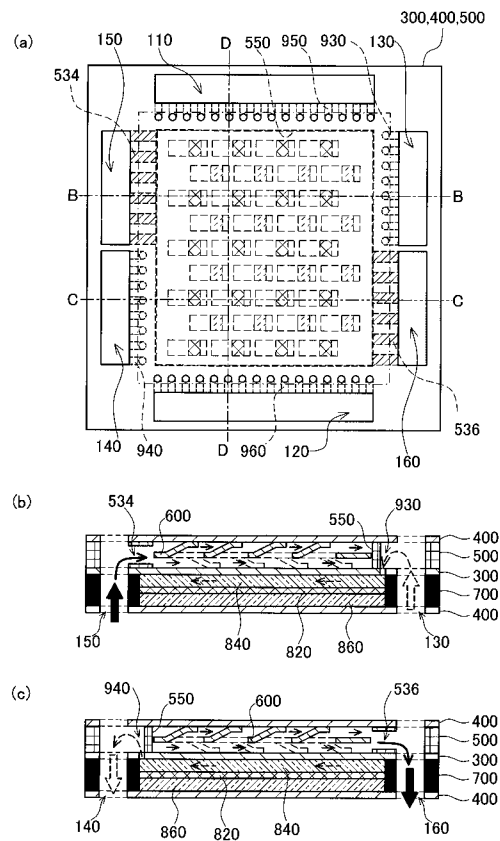
【 図 3 】



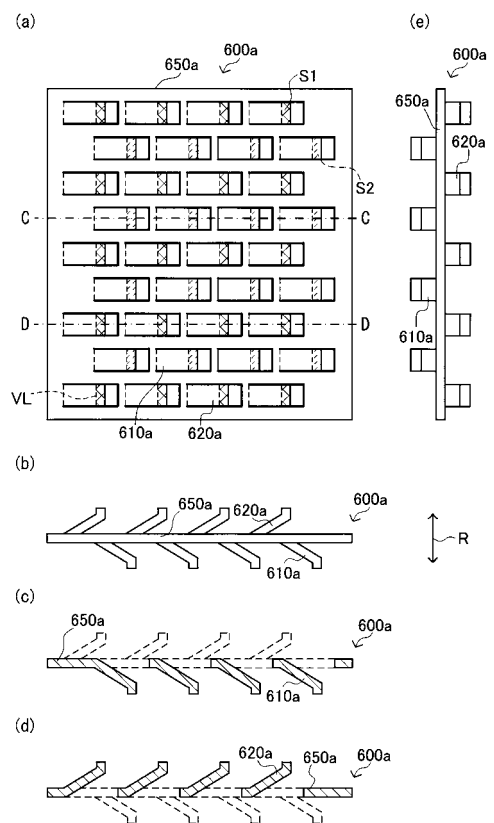
【 図 4 】



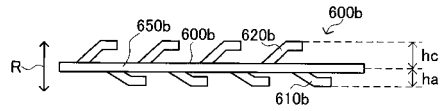
【 図 5 】



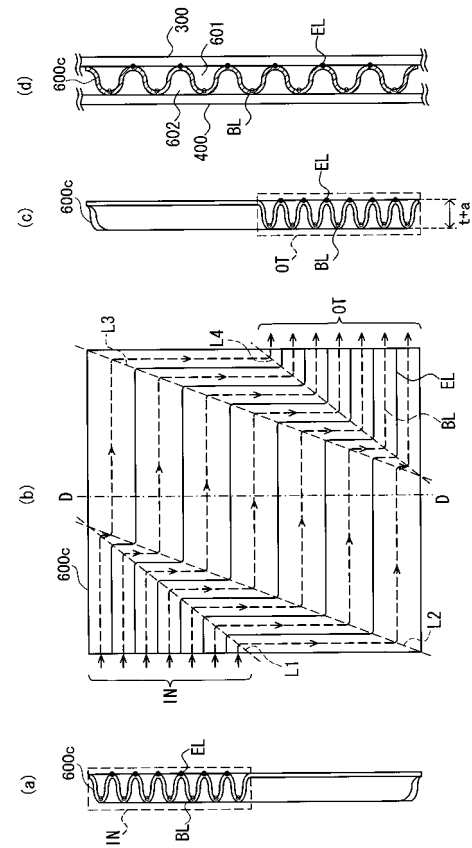
【 図 6 】



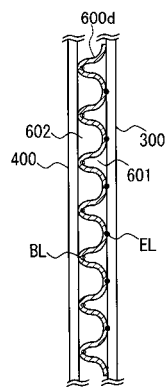
【図 7】



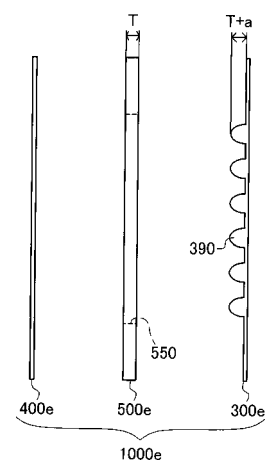
【図 8】



【図 9】

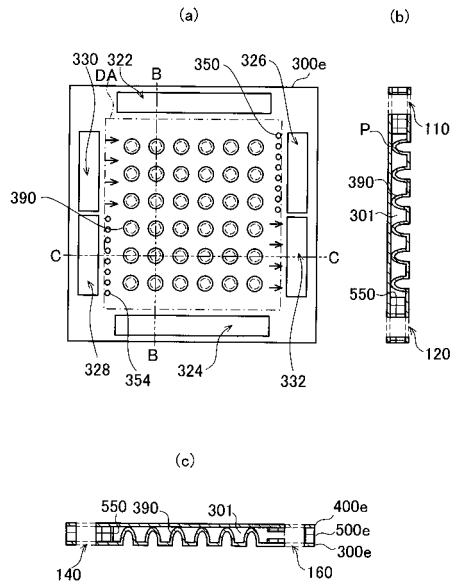


【図 10】





【図 11】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 乾 文彦  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 大田 佳史  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 宇佐美 祥  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 佐藤 克己  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 中村 徳彦  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 藤田 嗣広  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 高木 康晴

- (56)参考文献 特開平01-246766(JP,A)  
特開2002-343373(JP,A)  
特開2002-100381(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01M 8/02