

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4713071号  
(P4713071)

(45) 発行日 平成23年6月29日(2011.6.29)

(24) 登録日 平成23年4月1日(2011.4.1)

(51) Int. Cl.	F 1				
HO 1 M 8/02 (2006.01)	HO 1 M	8/02			R
HO 1 M 8/24 (2006.01)	HO 1 M	8/24			E
HO 1 M 8/10 (2006.01)	HO 1 M	8/24			R
	HO 1 M	8/10			

請求項の数 14 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2003-320817 (P2003-320817)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成15年9月12日(2003.9.12)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2005-93095 (P2005-93095A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成17年4月7日(2005.4.7)	(73) 特許権者	000004695
審査請求日	平成18年2月13日(2006.2.13)		株式会社日本自動車部品総合研究所
			愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地
		(74) 代理人	100083091
			弁理士 田淵 経雄
		(72) 発明者	水野 透
			愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式
			会社日本自動車部品総合研究所内
		(72) 発明者	野村 健
			愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式
			会社日本自動車部品総合研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池とその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

(イ) M E A を、前記 M E A 側に第 1 のガス流路を有する第 1 のセパレータと、前記 M E A 側に第 2 のガス流路を有する第 2 のセパレータとで挟んだ単位燃料電池を複数積層して構成された燃料電池であって、

(ロ) 前記第 1 のセパレータの第 1 のガス流路と前記第 2 のセパレータの第 2 のガス流路は互いに並行して延びる並行流路部分を有し、

(ハ) 前記第 1 のセパレータと前記第 2 のセパレータの、隣りの単位燃料電池の第 2 あるいは第 1 のセパレータと接触する側の面が、単位燃料電池の積層方向に波状に凹凸しており、

(ニ) 前記第 1 のセパレータの第 1 のガス流路の前記並行流路部分と、前記第 1 のセパレータに対向する隣りの単位燃料電池の第 2 のセパレータの第 2 のガス流路の前記並行流路部分とは、互いに斜めに複数回交差するように、セル面内方向でかつ流路伸長方向と直交する方向に凹凸する形状に形成されており、

(ホ) 前記第 1、第 2 のセパレータの、隣りの単位燃料電池の第 2、第 1 のセパレータと接触する側の面が該隣りの単位燃料電池の第 2、第 1 のセパレータに向かって凸となる部分の裏面は、前記 M E A に向かって凹となっており、それぞれ、前記第 1、第 2 のセパレータの前記第 1、第 2 のガス流路を構成する、

燃料電池。

【請求項2】

(イ) M E A を、前記 M E A 側に複数の第 1 のガス流路を有する第 1 のセパレータと、前記 M E A 側に複数の第 2 のガス流路を有する第 2 のセパレータとで挟んだ単位燃料電池を複数積層して構成された燃料電池であって、

(ハ) 前記第 1 のセパレータと前記第 2 のセパレータの、該第 1 のセパレータおよび第 2 のセパレータに対向する隣りの単位燃料電池の第 2 あるいは第 1 のセパレータと接触する側の面が、単位燃料電池の積層方向に波状に凹凸しており、

(ニ) 前記第 1 のガス流路と前記第 2 のガス流路はセル面内方向でかつ流路伸長方向と直交する方向に凹凸する形状に形成されており、積層されたときに複数の前記第 1 のガス流路の各々は隣りの単位燃料電池の第 2 のセパレータの前記第 2 のガス流路の少なくとも 1 つと複数回斜めに交差し、該斜めに交差する部位において、前記第 1 のセパレータと前記隣りの単位燃料電池の第 2 のセパレータとが当接しており、

(ホ) 前記第 1、第 2 のセパレータの、隣りの単位燃料電池の第 2、第 1 のセパレータと接触する側の面が該隣りの単位燃料電池の第 2、第 1 のセパレータに向かって凸となる部分の裏面は、前記 M E A に向かって凹となっており、それぞれ、前記第 1、第 2 のセパレータの前記第 1、第 2 のガス流路を構成する、  
燃料電池。

【請求項 3】

(イ) M E A を、前記 M E A 側に複数の第 1 のガス流路を有する第 1 のセパレータと、前記 M E A 側に複数の第 2 のガス流路を有する第 2 のセパレータとで挟んだ単位燃料電池を複数積層して構成された燃料電池であって、

(ハ) 前記第 1 のセパレータと前記第 2 のセパレータの、該第 1 のセパレータおよび第 2 のセパレータに対向する隣りの単位燃料電池の第 2 あるいは第 1 のセパレータと接触する側の面が、単位燃料電池の積層方向に波状に凹凸しており、

(ニ) 前記第 1 のガス流路と前記第 2 のガス流路はセル面内方向でかつ流路伸長方向と直交する方向に凹凸する形状に形成されており、前記複数の第 1 のガス流路はそれぞれ M E A を介して第 2 のセパレータの前記第 2 のガス流路の少なくとも 1 つと複数回斜めに交差し、該斜めに交差する点において、前記第 1 のセパレータと前記第 2 のセパレータが M E A を挟持しており、

(ホ) 前記第 1、第 2 のセパレータの、隣りの単位燃料電池の第 2、第 1 のセパレータと接触する側の面が該隣りの単位燃料電池の第 2、第 1 のセパレータに向かって凸となる部分の裏面は、前記 M E A に向かって凹となっており、それぞれ、前記第 1、第 2 のセパレータの前記第 1、第 2 のガス流路を構成する、  
燃料電池。

【請求項 4】

(イ) セル面内方向でかつ流路伸長方向と直交する方向にうねる波形の複数の第 1 のガス流路を M E A 側に備える第 1 のセパレータと、

(ニ) セル面内方向でかつ流路伸長方向と直交する方向にうねる波形の複数の第 2 のガス流路を前記 M E A 側に備える第 2 のセパレータと、

(イ) 前記第 1 のセパレータと前記第 2 のセパレータとに挟まれた前記 M E A と、  
を含む単位燃料電池を複数積層した、燃料電池であって、

(ニ) 前記波形は、第 1 のガス流路のそれぞれが、第 2 のガス流路の少なくとも 1 つと複数回斜めに交差する形状とされており、

(ハ) 前記第 1 のセパレータと前記第 2 のセパレータの、該第 1 のセパレータおよび第 2 のセパレータに対向する隣りの単位燃料電池の第 2 あるいは第 1 のセパレータと接触する側の面が、単位燃料電池の積層方向に波状に凹凸しており、

(ホ) 前記第 1、第 2 のセパレータの、隣りの単位燃料電池の第 2、第 1 のセパレータと接触する側の面が該隣りの単位燃料電池の第 2、第 1 のセパレータに向かって凸となる部分の裏面は、前記 M E A に向かって凹となっており、それぞれ、前記第 1、第 2 のセパレータの前記第 1、第 2 のガス流路を構成する、  
燃料電池。

10

20

30

40

50

## 【請求項 5】

(イ) 複数の第 1 のガス流路を M E A 側に備える第 1 のセパレータと、  
 複数の第 2 のガス流路を前記 M E A 側に備える第 2 のセパレータと、  
 前記第 1 のセパレータと前記第 2 のセパレータとに挟まれた M E A と、  
 を含む単位燃料電池を複数積層した、燃料電池であって、

(二) 前記第 1 のガス流路と前記第 2 のガス流路は、セル面内方向でかつ流路の伸長方向  
 と垂直な方向に凹凸する波形の形状を有し、該波形の形状は、複数の前記第 1 のガス流路  
 の各々が、前記第 2 のガス流路の少なくとも 1 つと複数回斜めに交差する形状とされてお  
 り、

(ハ) 前記第 1 のセパレータと前記第 2 のセパレータの、該第 1 のセパレータおよび第 2  
 のセパレータに対向する隣りの単位燃料電池の第 2 あるいは第 1 のセパレータと接触する  
 側の面が、単位燃料電池の積層方向に波状に凹凸しており、

(ホ) 前記第 1、第 2 のセパレータの、隣りの単位燃料電池の第 2、第 1 のセパレータと  
 接触する側の面が該隣りの単位燃料電池の第 2、第 1 のセパレータに向かって凸となる部  
 分の裏面は、前記 M E A に向かって凹となっており、それぞれ、前記第 1、第 2 のセパ  
 レータの前記第 1、第 2 のガス流路を構成する、  
 燃料電池。

10

## 【請求項 6】

(イ) 単位燃料電池を複数積層して構成された燃料電池であって、1 つの単位燃料電池が  
 セル面内方向に連続して延び隣りの単位燃料電池に向かって凸となる第 1 の凸部を有する  
 第 1 のセパレータを有し、該第 1 のセパレータは、該第 1 のセパレータに対向する隣りの  
 単位燃料電池の第 2 のセパレータとの間に冷却水流路を形成しており、

(ホ) 前記隣りの単位燃料電池の第 2 のセパレータは前記 1 つの単位燃料電池の前記第 1  
 のセパレータの第 1 の凸部と並行しセル面内方向に連続して延び前記 1 つの単位燃料電池  
 に向かって凸となる第 2 の凸部を有しており、前記 1 つの単位燃料電池の前記第 1 の凸部  
 の裏面は前記 1 つの単位燃料電池の M E A 側に向かって凹となっていて第 1 のガス流路を  
構成し、前記隣りの単位燃料電池の第 2 の凸部の裏面は前記隣りの単位燃料電池の M E A  
側に向かって凹となっていて第 2 のガス流路を構成し、

(二) 前記第 1 のガス流路と前記第 2 のガス流路は、セル面内方向でかつ流路の伸長方向  
 と垂直な方向に凹凸する波形の形状を有し、前記第 1 の凸部の軸芯と前記第 2 の凸部の軸  
 芯とは、複数回斜めに交差しており、

(ハ) 前記第 1 のセパレータと前記第 2 のセパレータの、該第 1 のセパレータおよび第 2  
 のセパレータに対向する隣りの単位燃料電池の第 2 あるいは第 1 のセパレータと接触する  
 側の面が、単位燃料電池の積層方向に波状に凹凸している、  
 燃料電池。

## 【請求項 7】

(イ) M E A を、前記 M E A 側に第 1 のガス流路を有する第 1 のセパレータと、前記 M E  
 A 側に第 2 のガス流路を有する第 2 のセパレータとで挟んだ単位燃料電池を複数積層して  
 構成された燃料電池であって、

(ロ) 前記第 1 のセパレータの第 1 のガス流路と前記第 2 のセパレータの第 2 のガス流路  
 は互いに並行して延びる並行流路部分を有し、

(ハ) 前記第 1 のセパレータと前記第 2 のセパレータの、該第 1 のセパレータおよび第 2  
 のセパレータに対向する隣りの単位燃料電池の第 2 あるいは第 1 のセパレータと接触する  
 側の面が、単位燃料電池の積層方向に波状に凹凸しており、

(二) 前記第 1 のセパレータの第 1 のガス流路の前記並行流路部分と、前記第 1 のセパ  
 レータに対向する隣りの単位燃料電池の第 2 のセパレータの第 2 のガス流路の前記並行流路  
 部分とは、互いに斜めに複数回交差するように、セル面内方向でかつ流路伸長方向と直交  
 する方向に凹凸する形状に形成されており、

(ホ) 前記第 1、第 2 のセパレータの、隣りの単位燃料電池の第 2、第 1 のセパレータと  
 接触する側の面が該隣りの単位燃料電池の第 2、第 1 のセパレータに向かって凸となる部

20

30

40

50

分の裏面は、前記 M E A に向かって凹となっており、それぞれ、前記第 1、第 2 のセパレータの前記第 1、第 2 のガス流路を構成し、

(ヘ) 前記第 1 のセパレータの第 1 のガス流路と、前記第 1 のセパレータに対向する前記隣りの単位燃料電池の第 2 のセパレータの第 2 のガス流路との前記斜めに交差する部位で、前記第 1 のセパレータと、前記第 1 のセパレータに対向する前記隣りの単位燃料電池の第 2 のセパレータとを互いに固着した、  
燃料電池。

【請求項 8】

(イ) M E A を、前記 M E A 側に第 1 のガス流路を有する第 1 のセパレータと、前記 M E A 側に第 2 のガス流路を有する第 2 のセパレータとで挟んだ単位燃料電池を複数積層して  
構成された燃料電池であって、

(ロ) 前記第 1 のセパレータの第 1 のガス流路と前記第 2 のセパレータの第 2 のガス流路は互いに並行して延びる並行流路部分を有し、

(ハ) 前記第 1 のセパレータと前記第 2 のセパレータの、該第 1 のセパレータおよび第 2 のセパレータに対向する隣りの単位燃料電池の第 2 あるいは第 1 のセパレータと接触する側の面が、単位燃料電池の積層方向に波状に凹凸しており、

(ニ) 前記第 1 のセパレータの第 1 のガス流路の前記並行流路部分と、前記第 1 のセパレータに対向する隣りの単位燃料電池の第 2 のセパレータの第 2 のガス流路の前記並行流路部分とは、互いに斜めに複数回交差するように、セル面内方向でかつ流路伸長方向と直交する方向に凹凸する形状に形成されており、

(ホ) 前記第 1、第 2 のセパレータの、隣りの単位燃料電池の第 2、第 1 のセパレータと接触する側の面が該隣りの単位燃料電池の第 2、第 1 のセパレータに向かって凸となる部分の裏面は、前記 M E A に向かって凹となっており、それぞれ、前記第 1、第 2 のセパレータの前記第 1、第 2 のガス流路を構成し、

(ト) 前記第 1 のセパレータの第 1 のガス流路と前記第 1 のセパレータに対向する隣りの単位燃料電池の前記第 2 のセパレータの第 2 のガス流路との交差角度は 45 度より小さい、  
燃料電池。

【請求項 9】

前記第 1 のセパレータの第 1 のガス流路と、前記第 1 のセパレータに対向する前記隣りの単位燃料電池の第 2 のセパレータの第 2 のガス流路との前記斜めに交差する部位で、前記第 1 のセパレータと、前記第 1 のセパレータに対向する前記隣りの単位燃料電池の第 2 のセパレータとを互いに固着した請求項 1 ~ 請求項 6 および請求項 8 の何れか 1 項記載の燃料電池。

【請求項 10】

前記第 1 のセパレータは前記単位燃料電池の積層方向に波状に凹凸する部分を有する金属板であり、前記第 2 のセパレータは前記単位燃料電池の積層方向に波状に凹凸する部分を有する金属板である請求項 1 ~ 請求項 8 の何れか 1 項記載の燃料電池。

【請求項 11】

前記セル面内方向でかつ流路伸長方向と直交する方向に凹凸する形状は波形である請求項 1 ~ 請求項 3 の何れか 1 項記載の燃料電池。

【請求項 12】

前記第 1 のセパレータの第 1 のガス流路と、前記第 2 のセパレータの第 2 のガス流路におけるガスの流れは対向流である請求項 1 ~ 請求項 8 の何れか 1 項記載の燃料電池。

【請求項 13】

前記第 1 のガス流路と前記第 2 のガス流路の、各ガス流路の、前記セル面内方向でかつ流路伸長方向と直交する方向に凹凸する形状の凹凸量  $d$  は、前記第 1 のガス流路の流路中心線と前記隣りの単位燃料電池の第 2 のガス流路の流路中心線との、流路伸長方向と直交する方向における位置ずれ許容誤差  $a$  より大とされている請求項 1 ~ 請求項 8 の何れか 1 項記載の燃料電池。

10

20

30

40

50

## 【請求項 1 4】

請求項 1 ~ 1 3 の何れか 1 項に記載の燃料電池を製造する燃料電池の製造方法であって、流路形成用の凸条、凹条を、セル面内方向で流路伸長方向と直交する方向にうねらせたプレス型を用いて、金属板をプレスして、前記第 1、第 2 のセパレータを形成する工程を含む、燃料電池の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は燃料電池に関し、とくに金属製セパレータを備え容易にセパレータのガス流路の高さ管理ができる固体高分子電解質型燃料電池とその製造方法に関する。

10

## 【背景技術】

## 【0002】

固体高分子電解質型燃料電池は、膜 - 電極アッセンブリ (MEA: Membrane-Electrode Assembly) とセパレータとの積層体 (ただし、積層方向は任意でよい) からなる。膜 - 電極アッセンブリは、イオン交換膜からなる電解質膜とこの電解質膜の一面に配置された触媒層からなる電極 (アノード、燃料極) および電解質膜の他面に配置された触媒層からなる電極 (カソード、空気極) とからなる。膜 - 電極アッセンブリとセパレータの間には、アノード側、カソード側にそれぞれ拡散層が設けられる。セパレータには、アノードに燃料ガス (水素) を供給するための燃料ガス流路が形成され、カソードに酸化ガス (酸素、通常は空気) を供給するための酸化ガス流路が形成されている。また、セパレータには冷媒 (通常、冷却水) を流すための冷媒流路も形成されている。膜 - 電極アッセンブリとセパレータを重ねてセル (単位燃料電池、単セルともいう) を構成し、少なくとも 1 つのセルからモジュールを構成し、モジュールを積層してセル積層体とし、セル積層体のセル積層方向両端に、ターミナル、インシュレータ、エンドプレートを設置し、セル積層体をセル積層方向に締め付け、セル積層方向に延びる締結部材 (たとえば、テンションプレート)、ボルト・ナットにて固定して、スタックを構成する。

20

各セルの、アノード側では、水素を水素イオン (プロトン) と電子にする反応が行われ、水素イオンは電解質膜中をカソード側に移動し、カソード側では酸素と水素イオンおよび電子 (隣りの MEA のアノードで生成した電子がセパレータを通してくる、またはセル積層方向一端のセルのアノードで生成した電子が外部回路を通して他端のセルのカソードに

30

くる) から水を生成するつぎの反応が行われる。

アノード側:  $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$

カソード側:  $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- + (1/2)\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

## 【0003】

燃料ガスが供給される部分と酸化ガスが供給される部分を電解質を介して対向させ、効率よく発電させるには、電解質を介して燃料ガス流路と酸化ガス流路が並行して延びることが望ましい。また、セパレータを低コストで、生産性よく作製するには、セパレータを金属板とし、この金属板を板厚方向に波状に凹凸するようにプレス成形して、ガス流路をプレス成形の凹部から形成することが望ましい。

これらの要求を満足するために、特開 2000 - 173631 号公報は、隣り合う単位燃料電池のセパレータを金属セパレータとし、凹部から流路を構成し、セパレータ間の導電性を高めるために、一方のセパレータの凸部の頂部と他方のセパレータの凸部の頂部とを突き合わせ、その接触部を導電性接着剤で接合したものを提案している。

40

## 【0004】

しかし、波板金属セパレータの直線状ガス流路は、波板の特性から寸法を高精度に出すことが難しく、波板と波板の流路軸芯をそろえてセパレータを重ねると、図 4 に示すように、波板 1, 2 の凸部 3, 4 同士は位置ずれ  $w$  を起こし、場所による高さずれ  $h$  が発生して、セパレータ間およびセパレータと拡散層間の押し付け力が管理困難となり、接触不良による接触抵抗増加を引き起こす。

【特許文献 1】特開 2000 - 173631 号公報

50

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

本発明が解決しようとする問題点は、従来の燃料電池の、単位燃料電池積層方向に隣合う金属セパレータの凸部同士的位置ずれによる、接触不良および接触抵抗増加の問題である。

本発明の目的は、単位燃料電池積層方向に隣合うセパレータの凸部同士が位置ずれによる接触不良および接触抵抗増加を起こさないかまたは起こしにくい燃料電池とその製造方法を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

上記課題を解決する、そして上記目的を達成する、本発明はつぎの通りである。

(1) (イ) M E A を、前記 M E A 側に第 1 のガス流路を有する第 1 のセパレータと、前記 M E A 側に第 2 のガス流路を有する第 2 のセパレータとで挟んだ単位燃料電池を複数積層して構成された燃料電池であって、

(ロ) 前記第 1 のセパレータの第 1 のガス流路と前記第 2 のセパレータの第 2 のガス流路は互いに並行して延びる並行流路部分を有し、

(ハ) 前記第 1 のセパレータと前記第 2 のセパレータの、隣りの単位燃料電池の第 2 あるいは第 1 のセパレータと接触する側の面が、単位燃料電池の積層方向に波状に凹凸しており、

(ニ) 前記第 1 のセパレータの第 1 のガス流路の前記並行流路部分と、前記第 1 のセパレータに対向する隣りの単位燃料電池の第 2 のセパレータの第 2 のガス流路の前記並行流路部分とは、互いに斜めに複数回交差するように、セル面内方向でかつ流路伸長方向と直交する方向に凹凸する形状に形成されており、

(ホ) 前記第 1、第 2 のセパレータの、隣りの単位燃料電池の第 2、第 1 のセパレータと接触する側の面が該隣りの単位燃料電池の第 2、第 1 のセパレータに向かって凸となる部分の裏面は、前記 M E A に向かって凹となっており、それぞれ、前記第 1、第 2 のセパレータの前記第 1、第 2 のガス流路を構成する、

燃料電池。

(2) (イ) M E A を、前記 M E A 側に複数の第 1 のガス流路を有する第 1 のセパレータと、前記 M E A 側に複数の第 2 のガス流路を有する第 2 のセパレータとで挟んだ単位燃料電池を複数積層して構成された燃料電池であって、

(ハ) 前記第 1 のセパレータと前記第 2 のセパレータの、該第 1 のセパレータおよび第 2 のセパレータに対向する隣りの単位燃料電池の第 2 あるいは第 1 のセパレータと接触する側の面が、単位燃料電池の積層方向に波状に凹凸しており、

(ニ) 前記第 1 のガス流路と前記第 2 のガス流路はセル面内方向でかつ流路伸長方向と直交する方向に凹凸する形状に形成されており、積層されたときに複数の前記第 1 のガス流路の各々は隣りの単位燃料電池の第 2 のセパレータの前記第 2 のガス流路の少なくとも 1 つと複数回斜めに交差し、該斜めに交差する部位において、前記第 1 のセパレータと前記隣りの単位燃料電池の第 2 のセパレータとが当接しており、

(ホ) 前記第 1、第 2 のセパレータの、隣りの単位燃料電池の第 2、第 1 のセパレータと接触する側の面が該隣りの単位燃料電池の第 2、第 1 のセパレータに向かって凸となる部分の裏面は、前記 M E A に向かって凹となっており、それぞれ、前記第 1、第 2 のセパレータの前記第 1、第 2 のガス流路を構成する、

燃料電池。

(3) (イ) M E A を、前記 M E A 側に複数の第 1 のガス流路を有する第 1 のセパレータと、前記 M E A 側に複数の第 2 のガス流路を有する第 2 のセパレータとで挟んだ単位燃料電池を複数積層して構成された燃料電池であって、

(ハ) 前記第 1 のセパレータと前記第 2 のセパレータの、該第 1 のセパレータおよび第 2 のセパレータに対向する隣りの単位燃料電池の第 2 あるいは第 1 のセパレータと接触する

10

20

30

40

50

側の面が、単位燃料電池の積層方向に波状に凹凸しており、

(二) 前記第 1 のガス流路と前記第 2 のガス流路はセル面内方向でかつ流路伸長方向と直交する方向に凹凸する形状に形成されており、前記複数の第 1 のガス流路はそれぞれ M E A を介して第 2 のセパレータの前記第 2 のガス流路の少なくとも 1 つと複数回斜めに交差し、該斜めに交差する点において、前記第 1 のセパレータと前記第 2 のセパレータが M E A を挟持しており、

(ホ) 前記第 1、第 2 のセパレータの、隣りの単位燃料電池の第 2、第 1 のセパレータと接触する側の面が該隣りの単位燃料電池の第 2、第 1 のセパレータに向かって凸となる部分の裏面は、前記 M E A に向かって凹となっており、それぞれ、前記第 1、第 2 のセパレータの前記第 1、第 2 のガス流路を構成する、

燃料電池。

(4) (イ) セル面内方向でかつ流路伸長方向と直交する方向にうねる波形の複数の第 1 のガス流路を M E A 側に備える第 1 のセパレータと、

(二) セル面内方向でかつ流路伸長方向と直交する方向にうねる波形の複数の第 2 のガス流路を前記 M E A 側に備える第 2 のセパレータと、

(イ) 前記第 1 のセパレータと前記第 2 のセパレータとに挟まれた前記 M E A と、  
を含む単位燃料電池を複数積層した、燃料電池であって、

(二) 前記波形は、第 1 のガス流路のそれぞれが、第 2 のガス流路の少なくとも 1 つと複数回斜めに交差する形状とされており、

(ハ) 前記第 1 のセパレータと前記第 2 のセパレータの、該第 1 のセパレータおよび第 2 のセパレータに対向する隣りの単位燃料電池の第 2 あるいは第 1 のセパレータと接触する側の面が、単位燃料電池の積層方向に波状に凹凸しており、

(ホ) 前記第 1、第 2 のセパレータの、隣りの単位燃料電池の第 2、第 1 のセパレータと接触する側の面が該隣りの単位燃料電池の第 2、第 1 のセパレータに向かって凸となる部分の裏面は、前記 M E A に向かって凹となっており、それぞれ、前記第 1、第 2 のセパレータの前記第 1、第 2 のガス流路を構成する、

燃料電池。

(5) (イ) 複数の第 1 のガス流路を M E A 側に備える第 1 のセパレータと、

複数の第 2 のガス流路を前記 M E A 側に備える第 2 のセパレータと、

前記第 1 のセパレータと前記第 2 のセパレータとに挟まれた M E A と、

を含む単位燃料電池を複数積層した、燃料電池であって、

(二) 前記第 1 のガス流路と前記第 2 のガス流路は、セル面内方向でかつ流路の伸長方向と垂直な方向に凹凸する波形の形状を有し、該波形の形状は、複数の前記第 1 のガス流路の各々が、前記第 2 のガス流路の少なくとも 1 つと複数回斜めに交差する形状とされており、

(ハ) 前記第 1 のセパレータと前記第 2 のセパレータの、該第 1 のセパレータおよび第 2 のセパレータに対向する隣りの単位燃料電池の第 2 あるいは第 1 のセパレータと接触する側の面が、単位燃料電池の積層方向に波状に凹凸しており、

(ホ) 前記第 1、第 2 のセパレータの、隣りの単位燃料電池の第 2、第 1 のセパレータと接触する側の面が該隣りの単位燃料電池の第 2、第 1 のセパレータに向かって凸となる部分の裏面は、前記 M E A に向かって凹となっており、それぞれ、前記第 1、第 2 のセパレータの前記第 1、第 2 のガス流路を構成する、

燃料電池。

(6) (イ) 単位燃料電池を複数積層して構成された燃料電池であって、1 つの単位燃料電池がセル面内方向に連続して延び隣りの単位燃料電池に向かって凸となる第 1 の凸部を有する第 1 のセパレータを有し、該第 1 のセパレータは、該第 1 のセパレータに対向する隣りの単位燃料電池の第 2 のセパレータとの間に冷却水流路を形成しており、

(ホ) 前記隣りの単位燃料電池の第 2 のセパレータは前記 1 つの単位燃料電池の前記第 1 のセパレータの第 1 の凸部と並行しセル面内方向に連続して延び前記 1 つの単位燃料電池に向かって凸となる第 2 の凸部を有しており、前記 1 つの単位燃料電池の前記第 1 の凸部

10

20

30

40

50

の裏面は前記1つの単位燃料電池のM E A側に向かって凹となっていて第1のガス流路を構成し、前記隣りの単位燃料電池の第2の凸部の裏面は前記隣りの単位燃料電池のM E A側に向かって凹となっていて第2のガス流路を構成し、

(二) 前記第1のガス流路と前記第2のガス流路は、セル面内方向でかつ流路の伸長方向と垂直な方向に凹凸する波形の形状を有し、前記第1の凸部の軸芯と前記第2の凸部の軸芯とは、複数回斜めに交差しており、

(八) 前記第1のセパレータと前記第2のセパレータの、該第1のセパレータおよび第2のセパレータに対向する隣りの単位燃料電池の第2あるいは第1のセパレータと接触する側の面が、単位燃料電池の積層方向に波状に凹凸している、  
燃料電池。

10

(7) (イ) M E Aを、前記M E A側に第1のガス流路を有する第1のセパレータと、前記M E A側に第2のガス流路を有する第2のセパレータとで挟んだ単位燃料電池を複数積層して構成された燃料電池であって、

(ロ) 前記第1のセパレータの第1のガス流路と前記第2のセパレータの第2のガス流路は互いに並行して延びる並行流路部分を有し、

(八) 前記第1のセパレータと前記第2のセパレータの、該第1のセパレータおよび第2のセパレータに対向する隣りの単位燃料電池の第2あるいは第1のセパレータと接触する側の面が、単位燃料電池の積層方向に波状に凹凸しており、

(二) 前記第1のセパレータの第1のガス流路の前記並行流路部分と、前記第1のセパレータに対向する隣りの単位燃料電池の第2のセパレータの第2のガス流路の前記並行流路部分とは、互いに斜めに複数回交差するように、セル面内方向でかつ流路伸長方向と直交する方向に凹凸する形状に形成されており、

20

(ホ) 前記第1、第2のセパレータの、隣りの単位燃料電池の第2、第1のセパレータと接触する側の面が該隣りの単位燃料電池の第2、第1のセパレータに向かって凸となる部分の裏面は、前記M E Aに向かって凹となっており、それぞれ、前記第1、第2のセパレータの前記第1、第2のガス流路を構成し、

(ヘ) 前記第1のセパレータの第1のガス流路と、前記第1のセパレータに対向する前記隣りの単位燃料電池の第2のセパレータの第2のガス流路との前記斜めに交差する部位で、前記第1のセパレータと、前記第1のセパレータに対向する前記隣りの単位燃料電池の第2のセパレータとを互いに固着した、  
燃料電池。

30

(8) (イ) M E Aを、前記M E A側に第1のガス流路を有する第1のセパレータと、前記M E A側に第2のガス流路を有する第2のセパレータとで挟んだ単位燃料電池を複数積層して構成された燃料電池であって、

(ロ) 前記第1のセパレータの第1のガス流路と前記第2のセパレータの第2のガス流路は互いに並行して延びる並行流路部分を有し、

(八) 前記第1のセパレータと前記第2のセパレータの、該第1のセパレータおよび第2のセパレータに対向する隣りの単位燃料電池の第2あるいは第1のセパレータと接触する側の面が、単位燃料電池の積層方向に波状に凹凸しており、

(二) 前記第1のセパレータの第1のガス流路の前記並行流路部分と、前記第1のセパレータに対向する隣りの単位燃料電池の第2のセパレータの第2のガス流路の前記並行流路部分とは、互いに斜めに複数回交差するように、セル面内方向でかつ流路伸長方向と直交する方向に凹凸する形状に形成されており、

40

(ホ) 前記第1、第2のセパレータの、隣りの単位燃料電池の第2、第1のセパレータと接触する側の面が該隣りの単位燃料電池の第2、第1のセパレータに向かって凸となる部分の裏面は、前記M E Aに向かって凹となっており、それぞれ、前記第1、第2のセパレータの前記第1、第2のガス流路を構成し、

(ト) 前記第1のセパレータの第1のガス流路と前記第1のセパレータに対向する隣りの単位燃料電池の前記第2のセパレータの第2のガス流路との交差角度は45度より小さい、

50



燃料電池。

( 9 ) 前記第 1 のセパレータの第 1 のガス流路と、前記第 1 のセパレータに対向する前記隣りの単位燃料電池の第 2 のセパレータの第 2 のガス流路との前記斜めに交差する部位で、前記第 1 のセパレータと、前記第 1 のセパレータに対向する前記隣りの単位燃料電池の第 2 のセパレータとを互いに固着した ( 1 ) ~ ( 6 ) および ( 8 ) の何れか 1 つに記載の燃料電池。

( 10 ) 前記第 1 のセパレータは前記単位燃料電池の積層方向に波状に凹凸する部分を有する金属板であり、前記第 2 のセパレータは前記単位燃料電池の積層方向に波状に凹凸する部分を有する金属板である ( 1 ) ~ ( 8 ) の何れか 1 つに記載の燃料電池。

( 11 ) 前記セル面内方向でかつ流路伸長方向と直交する方向に凹凸する形状は波形である ( 1 ) ~ ( 3 ) の何れか 1 つに記載の燃料電池。

( 12 ) 前記第 1 のセパレータの第 1 のガス流路と、前記第 2 のセパレータの第 2 のガス流路におけるガスの流れは対向流である ( 1 ) ~ ( 8 ) の何れか 1 つに記載の燃料電池。

( 13 ) 前記第 1 のガス流路と前記第 2 のガス流路の、各ガス流路の、前記セル面内方向でかつ流路伸長方向と直交する方向に凹凸する形状の凹凸量  $d$  は、前記第 1 のガス流路の流路中心線と前記隣りの単位燃料電池の第 2 のガス流路の流路中心線との、流路伸長方向と直交する方向における位置ずれ許容誤差  $a$  より大とされている ( 1 ) ~ ( 8 ) の何れか 1 つに記載の燃料電池。

( 14 ) 上記 ( 1 ) ~ ( 13 ) の何れか 1 つに記載の燃料電池を製造する燃料電池の製造方法であって、流路形成用の凸条、凹条を、セル面内方向で流路伸長方向と直交する方向にうねらせたプレス型を用いて、金属板をプレスして、前記第 1、第 2 のセパレータを形成する工程を含む、燃料電池の製造方法。

【発明の効果】

【 0 0 0 7 】

上記 ( 1 ) ~ ( 8 )、( 13 ) の燃料電池によれば、第 1 のセパレータの第 1 のガス流路の並行流路部分と隣りの第 2 のセパレータの第 2 のガス流路の並行流路部分が、互いに複数回斜めに交差するように、セル面内方向でかつ流路伸長方向と直交する方向に凹凸する形状に形成されているので、流路同士がガス流路伸長方向と直交する方向に位置がずれても、凸部同士の接触面積が減少することが抑制される。また、一方のセパレータの凸部が他方のセパレータの凹部に入り込むことがなくなり、凸部同士の重ね高さは予め定めた重ね高さに維持される。その結果、接触不良および接触抵抗増加が起こらないか、または起こりにくい。

上記 ( 9 )、( 7 ) の燃料電池によれば、第 1 のセパレータの第 1 のガス流路と、隣りの単位燃料電池の第 2 のセパレータの第 2 のガス流路との、斜めに交差する部位で、第 1 のセパレータと、隣りの単位燃料電池の第 2 のセパレータとを互いに固着したので、セパレータ間の交差部での、導電性を向上することができる。

上記 ( 10 ) の燃料電池によれば、第 1、第 2 のセパレータが単位燃料電池の積層方向に波状に凹凸する部分を有する金属板からなるため、第 1 のガス流路と第 2 のガス流路との並行流路構成と、プレスによるセパレータと流路の容易な形成を維持したまま、従来の直線状ガス流路をもつセパレータにおける接触不良および接触抵抗増加の問題を解決することができる。

【 0 0 0 8 】

上記 ( 11 ) の燃料電池によれば、セル面内方向でかつ流路伸長方向と直交する方向に凹凸する形状は波形であるため、ガスの流れやその背面の冷却水の流れにほとんど影響を及ぼさず、たとえば、ほとんど圧損を増加させずに、位置ずれによる接触不良を防止することができる。

上記 ( 12 ) の燃料電池によれば、第 1 のセパレータの第 1 のガス流路と第 2 のセパレータの第 2 のガス流路におけるガスの流れは対向流であるため、生成水の自己循環を効果的に実現できる。

上記(14)の燃料電池の製造方法によれば、並行流路部分22の、流路伸長方向と直交する方向の凹凸は、プレス型の流路形成用の凸条、凹条を、流路伸長方向と直交する方向にうねらせておくことにより、容易に得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

以下に、本発明の燃料電池とその製造方法を図1～図3を参照して説明する。

本発明の燃料電池10は、たとえば、固体高分子型燃料電池であり、MEA11を第1のガス流路12を有する第1のセパレータ13と第2のガス流路14を有する第2のセパレータ15とで挟んだ単位燃料電池16を複数積層して構成された燃料電池である(ただし、積層方向は任意でよい)。

ここで、MEA11は、電解質17をアノード18とカソード19で挟んだ膜電極アセンブリである。MEA11とセパレータ13、15の間には、拡散層20、21が設けられてもよい。第1のガス流路12を有する第1のセパレータ13は、燃料ガス流路をもつアノード側セパレータと酸化ガス流路をもつカソード側セパレータのいずれか一方であり、第2のガス流路14を有する第2のセパレータ15は、燃料ガス流路をもつアノード側セパレータと酸化ガス流路をもつカソード側セパレータのいずれか他方である。第1のガス流路12を有する第1のセパレータ13が、燃料ガス流路をもつアノード側セパレータである場合は、第2のガス流路14を有する第2のセパレータ15は、酸化ガス流路をもつカソード側セパレータであり、第1のガス流路12を有する第1のセパレータ13が、酸化ガス流路をもつカソード側セパレータである場合は、第2のガス流路14を有する第2のセパレータ15は、燃料ガス流路をもつアノード側セパレータである。

【0010】

第1のセパレータ13の第1のガス流路12と第2のセパレータ15(同じ単位燃料電池の第2のセパレータ15でもよいし、あるいは隣りの単位燃料電池の第2のセパレータ15でもよい)の第2のガス流路14は、それらの流路の少なくとも一部分に、互いに並行して延びる並行流路部分22を有している。第1のセパレータ13の第1のガス流路12の並行流路部分22と、第1のセパレータ13の隣りの第2のセパレータ15の第2のガス流路14の並行流路部分22は、互いに斜めに交差するように、セル(単位燃料電池)面内方向でかつ流路伸長方向と直交する方向に凹凸する形状に形成されている。符号23は、交差部を示す。「斜め交差」には、「直交」は含まない。好ましくは45度より小さい角度で交差するとよい。並行流路部分22の、流路伸長方向と直交する方向に凹凸する量dは、第1のガス流路12の凸条の頂部と第2のガス流路14の凸条の頂部との、流路伸長方向と直交する方向における最大ずれ量(製作誤差や組み付け誤差による最大ずれ量、すなわち、位置ずれ許容誤差a)より大であればよい。

【0011】

第1のセパレータ13は、単位燃料電池の積層方向に波状に凹凸する部分を有する金属板からなるメタルセパレータである。同様に、第2のセパレータ15は、単位燃料電池の積層方向に波状に凹凸する部分を有する金属板からなるメタルセパレータである。凹凸の凹条と凸条は、流路伸長方向に連続して延びている。流路12、14は、ほぼストレート流路であってもよいし、サーペンタイン流路であってもよい。

本発明の燃料電池の製造方法では、流路12、14はメタルセパレータをプレス成形する際にプレスにより成形される。並行流路部分22の、流路伸長方向と直交する方向の凹凸は、プレス型の流路形成用の凸条、凹条を、流路伸長方向と直交する方向にうねらせておくことにより、容易に得られる。

【0012】

第1のガス流路12、第2のガス流路14の、セル面内方向でかつ流路伸長方向と直交する方向に凹凸する形状は、望ましくは、波形である。また、1つの並行流路部分22に、複数の交差部23が表れるように、1波の長さを決めることが望ましい。

【0013】

一つの単位燃料電池16の第1のセパレータ13の第1のガス流路12と、隣りの単位

10

20

30

40

50

燃料電池 16 の第 2 のセパレータ 16 の第 2 のガス流路 14 との、斜めに交差する部位（交差部 23）で、第 1 のセパレータ 13 と、隣りの単位燃料電池 16 の第 2 のセパレータ 15 とを互いに固着してもよい。符号 24 は交差部 23 での固着部を示す。ただし、同じ単位燃料電池 16 内では、第 1 のセパレータ 13 と第 2 のセパレータ 15 との間には、膜 17 があるので、交差部 23 で、第 1 のセパレータ 13 と第 2 のセパレータ 15 とを固着することはできない。交差部 23 でのセパレータ間の導電性を上げるために、固着は、ロー付け、溶接、導電性接着剤などの、いずれかによって実施されることが望ましい。

【0014】

並行流路部分 22 において、第 1 のセパレータ 13 の第 1 のガス流路 12 と、隣りの単位燃料電池 16 の、または同じ単位燃料電池 16 で膜 17 を介して対向する、第 2 のセパレータ 15 の第 2 のガス流路 14 におけるガスの流れとは、対向流であることが望ましい。対向流は、カソード 19 側で発電により発生した水を MEA 11 を通過させてアノード 18 側に移動させ、アノード側流路の流れにのって水が下流へ移動しながら、カソード 19 側上流の乾きやすい位置の MEA 11 にしみ込むことにより MEA 11 の適正湿り状態を作り出す水分自己循環を実現できる。MEA は乾きすぎると内部抵抗が増大し、損失が過大になり、過度に湿潤状態になると水によりガス拡散障害や触媒反応サイトを覆って性能低下を引き起こすので、それを水分自己循環で防止する。

【0015】

つぎに、本発明の燃料電池の作用、効果を説明する。

第 1 のセパレータ 13 の第 1 のガス流路 12 の並行流路部分 22 と第 2 のセパレータ 15 の第 2 のガス流路 14 の並行流路部分 22 が、交差部 23 で、互いに斜めに交差するように、セル面内方向でかつ流路伸長方向と直交する方向に凹凸する形状に形成されているので、流路 12、14 同士 がガス流路伸長方向と直交する方向に位置がずれても、凸部 同士 の接触面積が減少することが抑制される。また、一方のセパレータの凸部が他方のセパレータの凹部に入り込むことがなくなる。これによって、凸部 同士 の重ね高さは予め定めた重ね高さに維持される。その結果、セパレータ 同士 またはセパレータと拡散層の、接触不良および接触抵抗増加は起こらないか、または起こりにくい。

【0016】

また、第 1 のセパレータ 13 の第 1 のガス流路 12 と、隣りの単位燃料電池 16 の第 2 のセパレータ 15 の第 2 のガス流路 14 とが斜めに交差する部位（交差部）23 で、第 1 のセパレータ 13 と、隣りの単位燃料電池の第 2 のセパレータ 15 とを互いに固着した場合は、セパレータ 13、15 間の交差部 23 での、導電性を向上することができる。その結果、セパレータ 同士 の、接触不良および接触抵抗増加は起こらないか、または起こりにくい。

【0017】

第 1、第 2 のセパレータ 13、15 を波板メタルセパレータから作製できるため、第 1 のガス流路 12 と第 2 のガス流路 14 との並行流路構成による燃料電池の性能維持と、プレスによる流路 12、14 の形成による良好な生産性を維持することができる。また、従来の直線状ガス流路では、接触不良および接触抵抗増加の問題が生じていたが、本発明では、流路 12、14 の斜め交差により、従来の直線状ガス流路での、接触不良および接触抵抗増加の問題を解決することができる。

【0018】

また、セル面内方向でかつ流路伸長方向と直交する方向に凹凸する形状を波形とすることにより、ガスの流れやその背面の冷却水の流れの圧損をほとんど増加させない。また、第 1 のセパレータ 13 の第 1 のガス流路 12 と、第 2 のセパレータ 15 の第 2 のガス流路 14 におけるガスの流れを対向流とすることにより、生成水の自己循環を効果的に実現できる。これによって、加湿タンクを車両に搭載しなくてもよくなるか、または搭載しても小型のタンクですむようになる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

10

20

30

40

50

【図1】本発明の燃料電池、または本発明の燃料電池の製造方法によって製造された燃料電池の第1、第2のセパレータの第1、第2のガス流路の位置関係を示すセパレータの一部分の正面図である。

【図2】本発明の燃料電池の側面図である。

【図3】図2の燃料電池の一部分の断面図である。

【図4】高さずれを示す、従来の波板金属セパレータをもつ燃料電池の断面図である。

【符号の説明】

【0020】

10 燃料電池

11 MEA

12 第1のガス流路

13 第1のセパレータ

14 第2のガス流路

15 第2のセパレータ

16 単位燃料電池

17 電解質（電解質膜）

18 アノード

19 カソード

20、21 拡散層

22 並行流路部分

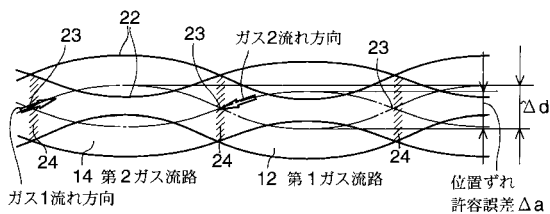
23 交差部

24 固着部

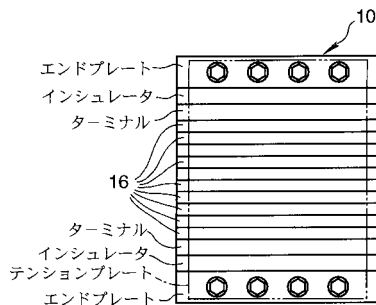
10

20

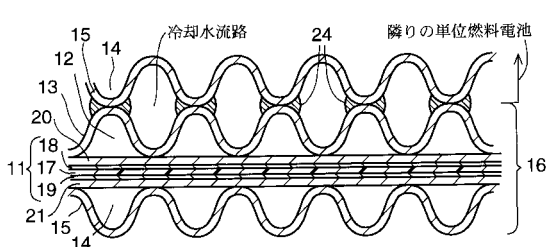
【図1】



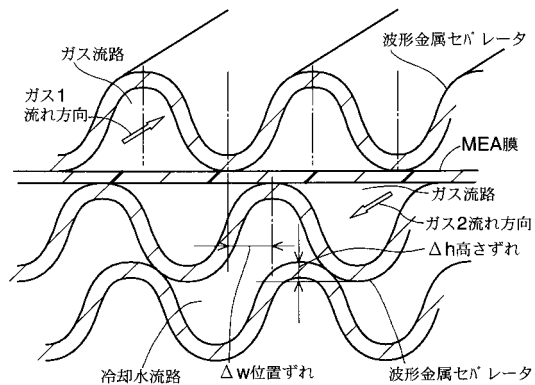
【図2】



【図3】



【図4】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 八神 裕一  
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 荒木 康  
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 山内 達人

- (56)参考文献 特開平10-308227(JP,A)  
特開平04-056075(JP,A)  
特開2002-367434(JP,A)  
特開2003-338300(JP,A)  
特開平02-129858(JP,A)  
特開平08-130023(JP,A)  
特開平07-135001(JP,A)  
特開平11-354142(JP,A)  
特開平04-162364(JP,A)  
特開昭60-151972(JP,A)  
特開2003-249248(JP,A)  
特開2000-173631(JP,A)  
特開2002-184428(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 8/00 - 8/24