

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4031740号
(P4031740)

(45) 発行日 平成20年1月9日(2008.1.9)

(24) 登録日 平成19年10月26日(2007.10.26)

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

請求項の数 17 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2003-275019 (P2003-275019)	(73) 特許権者	000003964 日東電工株式会社 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号
(22) 出願日	平成15年7月15日(2003.7.15)	(74) 代理人	100080791 弁理士 高島 一
(65) 公開番号	特開2005-38727 (P2005-38727A)	(72) 発明者	大内 一男 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内
(43) 公開日	平成17年2月10日(2005.2.10)	(72) 発明者	石坂 整 大阪府茨木市下穂積1丁目1番2号 日東電工株式会社内
審査請求日	平成17年11月14日(2005.11.14)	審査官	原 賢一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池用セパレータ及びそれを用いた燃料電池

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

絶縁体層の一方の主面に導体パターンを形成して、該主面上に該導体パターンによって区画されるガス流路用溝を設ける一方、前記絶縁体層の他方の主面に導体端子を形成し、該導体端子と前記導体パターンとを前記絶縁体層を貫通するピアホールで電気的に接続してなる燃料電池用セパレータであって、前記ガス流路用溝を区画する導体パターンのパターン形状を2つの櫛歯状パターンを対向させた形状にし、かつ、前記導体端子を閉環状の枠パターンに形成して、該閉環状枠パターンの環内側領域に、前記導体パターンを配置させたことを特徴とする、燃料電池用セパレータ。

【請求項2】

絶縁体層の一方の主面にガス流路用溝の底面となる領域が削り込まれて、ガス流路用溝の底面が絶縁体層内に配置されている、請求項1記載の燃料電池用セパレータ。

【請求項3】

導体パターンの表面が貴金属からなる、請求項1又は2記載の燃料電池用セパレータ。

【請求項4】

絶縁体層の両主面に導体パターンを形成して、該両主面の各面上に該導体パターンによって区画されるガス流路用溝を設け、前記両主面に形成した導体パターン間を絶縁体層を貫通するピアホールで電気的に接続してなる燃料電池用セパレータであって、絶縁体層の両主面に形成された各導体パターンが、略閉環状の枠パターン部と、該略閉環状の枠パターン部の環内側領域にてガス流路用溝を区画する、前記略閉環状の枠パターン部と結合す

10

20

る2つの櫛歯状パターンを対向させた形状の櫛歯状パターン部とを含むことを特徴とする、燃料電池用セパレータ。

【請求項5】

絶縁体層の両主面の少なくとも一方の主面にガス流路用溝の底面となる領域が削り込まれて、ガス流路用溝の底面が絶縁体層内に配置されている、請求項4記載の燃料電池用セパレータ。

【請求項6】

導体パターンの表面が貴金属からなる、請求項4又は5記載の燃料電池用セパレータ。

【請求項7】

請求項1～6のいずれかに記載のセパレータを有する燃料電池。

10

【請求項8】

単一の絶縁体層に下記の燃料電池用セパレータ構造部aを複数形成してなる燃料電池用セパレータ集合体。

燃料電池用セパレータ構造部a：前記単一の絶縁体層の所定領域における一方の主面に導体パターンを形成して、該主面上に該導体パターンによって区画されるガス流路用溝を設ける一方、前記所定領域における他方の主面に導体端子を形成し、該導体端子と前記導体パターンとを前記絶縁体層の一部を貫通するビアホールで電氣的に接続した構造部であって、前記ガス流路用溝を区画する導体パターンを2つの櫛歯状パターンを対向させた形状にし、かつ、前記導体端子を閉環状の枠パターンに形成して、該閉環状枠パターンの環内側領域に、前記導体パターンを配置させた構造部。

20

【請求項9】

単一の電解質膜に下記の膜電極複合構造部bを複数形成してなる発電要素集合体を、その上下両面から各一枚の請求項8記載の燃料電池用セパレータ集合体で挟持してなる、燃料電池集合構造体であって、

発電要素集合体の各膜電極複合構造部bの燃料電極に一方のセパレータ集合体の1個のセパレータ構造部aの導体パターンが接し、該各膜電極複合構造部bの酸素電極に他方のセパレータ集合体の1個のセパレータ構造部aの導体パターンが接してなる、燃料電池集合構造体。

膜電極複合構造部b：前記単一の電解質膜の一部における一方の主面に燃料電極を配設し、他方の主面に酸素電極を配設して形成された、燃料電極/電解質膜/酸素電極の順に積層された構造部。

30

【請求項10】

2つ以上の発電セルを積重してなる燃料電池スタックであって、隣接する2つの発電セル間で共用するセパレータを請求項4又は5記載のセパレータにより構成し、発電セルの積重方向の一方側及び他方の側の最外に位置するセパレータをそれぞれ請求項1又は2記載のセパレータにより構成したことを特徴とする、燃料電池スタック。

【請求項11】

単一の絶縁体層の所定領域に配線回路を形成し、該単一の絶縁体層の前記配線回路の形成領域以外の領域に下記の燃料電池用セパレータ構造部aを1つ又は複数形成し、前記配線回路とセパレータ構造部aの導体端子及び/または導体パターンとの間を繋ぐ配線層を該単一の絶縁体層の一方及び/又は他方の主面に形成してなる、燃料電池用セパレータ付き配線回路基板。

40

セパレータ構造部a：前記単一の絶縁体層の所定領域の一方の主面に導体パターンを形成して、該主面上に該導体パターンによって区画されるガス流路用溝を設ける一方、前記所定領域の他方の主面に導体端子を形成し、該導体端子と前記導体パターンとを前記絶縁体層の一部を貫通するビアホールで電氣的に接続してなる構造部であって、前記ガス流路用溝を区画する導体パターンを2つの櫛歯状パターンを対向させた形状にし、かつ、前記導体端子を閉環状の枠パターンに形成して、該閉環状枠パターンの環内側領域に、前記導体パターンを配置させた構造部。

【請求項12】

50

絶縁体層の一方の主面にガス流路用溝の底面となる領域が削り込まれて、ガス流路用溝の底面が絶縁体層内に配置されている、請求項 1 1 記載の燃料電池用セパレータ付き配線回路基板。

【請求項 1 3】

導体パターンが貴金属からなる、請求項 1 1 記載の燃料電池用セパレータ付き配線回路基板。

【請求項 1 4】

単一の絶縁体層の所定領域に配線回路を形成し、該単一の絶縁体層の前記配線回路の形成領域以外の領域に下記の燃料電池用セパレータ構造部 a' を 1 つ又は複数形成し、前記配線回路とセパレータ構造部 a' の導体パターンとの間を繋ぐ配線層を前記単一の絶縁体層の一方及び/又は他方の主面に形成してなる、燃料電池用セパレータ付き配線回路基板。

10

セパレータ構造部 a' : 前記単一の絶縁体層の所定領域の両主面にそれぞれ導体パターンを形成して、該両主面の各面上に形成した導体パターン間を前記絶縁体層の一部を貫通するビアホールで電氣的に接続してなる構造部であって、絶縁体層の両主面に形成された各導体パターンが、略閉環状の枠パターン部と、該略閉環状の枠パターン部の環内側領域にてガス流路用溝を区画する、前記略閉環状の枠パターン部と結合する 2 つの櫛歯状パターンを対向させた形状の櫛歯状パターン部とを含む構造部。

【請求項 1 5】

絶縁体層の両主面の少なくとも一方の主面にガス流路用溝の底面となる領域が削り込まれて、ガス流路用溝の底面が絶縁体層内に配置されている、請求項 1 4 記載の燃料電池用セパレータ付き配線回路基板。

20

【請求項 1 6】

導体パターンが貴金属からなる、請求項 1 4 記載の燃料電池用セパレータ付き配線回路基板。

【請求項 1 7】

請求項 1 1 ~ 1 6 のいずれか 1 項記載の燃料電池用セパレータ付き配線回路基板のセパレータを用いて燃料電池を構成してなる、燃料電池付配線回路基板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は薄型化が容易で軽量の燃料電池用セパレータおよびこれを用いた燃料電池、燃料電池用セパレータ付き配線回路基板、並びに、燃料電池内蔵型配線回路基板に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、環境汚染を起こさないエネルギー源として、燃料電池が注目され、その研究が盛んに行われている。燃料電池は、水素と酸素とを電気化学的に反応させ、直接電気を発生させるものであり、基本的に、電解質膜と、電解質膜の一方の面に配置される燃料電極と、電解質膜の他方の面に配置される酸素電極とからなる膜電極複合体を、燃料ガス（水素ガス）の流路となる溝を備えたセパレータと、酸素（空気）ガスの流路となる溝を備えたセパレータとで挟持した発電セルを単位として構成される。ここで、燃料ガス（水素ガス）の流路となる溝を備えたセパレータは、外部から発電セル内に送り込まれる燃料ガス（水素ガス）が燃料電極の表面に接触してその上を通過した後、発電セルの外部へ排出されるように、該燃料ガス（水素ガス）を流す役割を担い、酸素（空気）ガスの流路となる溝を備えたセパレータは、外部から発電セル内に送り込まれた酸素ガスが酸素電極の表面に接触してその上を通過した後、発電セルの外部へ排出されるように、該酸素（空気）ガスを流す役割を担う。基本的に発電セル 1 個で燃料電池は構成されるが、高出力の発電を行う場合、複数の発電セルを積重して 1 個の燃料電池を構成する。このような複数の発電セルを積重して構成される燃料電池は一般に燃料電池スタックと呼ばれる。

40

【0003】

50

燃料電池におけるセパレータは、上記の通り、燃料ガスや酸素ガスのガス流路を区画する部材であることから、それ自体はガス不透過性で、しかも、ガスに晒されても劣化しにくい耐食性が要求される。また、ガス流路の役割以外に、発電層で発電した電流を集電して外部に取り出すための集電電極としての役割も担うため、導電性が要求される。従って、燃料電池用のセパレータとしては、例えば、下記特許文献 1、2 に示すような、金属、カーボン等の導電材料からなるプレート（板材）にプレス加工を施すか、或いは、当該プレート（板材）にエンドミル、フライス等の切削加工を施して、ガス流路となる溝を形成したものが一般に使用されている。

【0004】

しかし、かかる従来の金属、カーボン等のプレートを使用したセパレータの場合、プレス加工や切削加工時における加工性維持（加工安定性）のためにプレートの厚みのある程度大きくすることが必要で、これがセパレータを薄型化できない原因になっており、それ故、従来の燃料電池は電池の厚みが自ずと大きくなってしまい、特に燃料電池スタックの薄型化を困難にしている。金属板を用いたセパレータとしては、純銅やステンレス鋼等の板を使用したものが一般的であるが、金属板を使用したセパレータは重量的に重くなる他、燃料ガスとして用いる水素ガスと長時間に亘って接触するために、水素脆化による劣化が起こる問題や、溝形成における切削加工やエッチング加工を必要とするので工程数増加とそれに伴うコスト増の問題を生じる。また、薄型化すると塑性変形が生じ、形状保持が困難になる欠点を有する。これに対し、緻密質カーボン（グラファイト）板はガス不透過性に優れ、軽量ではあるが、高価であり、また、板自体の製造に長時間を要し、生産性が悪いという問題がある。さらに、板材とするためにダイヤモンドカッタによるスライス切削も必要なので、工程数増加とそれに伴うコスト増は避けられない。また、薄型化に関しては、素材の硬度が高いために、割れやすいという欠点がある。

【特許文献 1】特開平 10 - 125337 号公報

【特許文献 2】特開 2000 - 36309 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、上記のような事情に鑑みなされたものであり、その目的は、軽量で薄型化が容易であり、しかも、優れた耐食性と形状安定性を備えた燃料電池用セパレータ及び該セパレータを用いた燃料電池を提供することにある。

【0006】

また、本発明の他の目的は、電気機器を構成する配線回路基板と燃料電池用セパレータとが一体化された燃料電池用セパレータ付き配線回路基板及びこれを用いた燃料電池内蔵型配線回路基板を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明は以下の構成を採る。

【0008】

すなわち、本発明は、

(1) 絶縁体層の一方の主面に導体パターンを形成して、該主面上に該導体パターンによって区画されるガス流路用溝を設ける一方、前記絶縁体層の他方の主面に導体端子を形成し、該導体端子と前記導体パターンとを前記絶縁体層を貫通するビアホールで電氣的に接続してなる燃料電池用セパレータであって、前記ガス流路用溝を区画する導体パターンのパターン形状を 2 つの櫛歯状パターンを対向させた形状にし、かつ、前記導体端子を閉環状の枠パターンに形成して、該閉環状枠パターンの環内側領域に、前記導体パターンを配置させたことを特徴とする、燃料電池用セパレータ、

(2) 絶縁体層の一方の主面にガス流路用溝の底面となる領域が削り込まれて、ガス流路用溝の底面が絶縁体層内に配置されている、上記(1)記載の燃料電池用セパレータ、

(3) 導体パターンの表面が貴金属からなる、上記(1)又は(2)記載の燃料電池用セ

10

20

30

40

50

パレータ、

(4) 絶縁体層の両主面に導体パターンを形成して、該両主面の各面上に該導電パターンによって区画されるガス流路用溝を設け、前記両主面に形成した導体パターン間を絶縁体層を貫通するビアホールで電氣的に接続してなる燃料電池用セパレータであって、絶縁体層の両主面に形成された各導体パターンが、略閉環状の枠パターン部と、該略閉環状の枠パターン部の環内側領域にてガス流路用溝を区画する、前記略閉環状の枠パターン部と結合する2つの櫛歯状パターンを対向させた形状の櫛歯状パターン部とを含むことを特徴とする、燃料電池用セパレータ、

(5) 絶縁体層の両主面の少なくとも一方の主面にガス流路用溝の底面となる領域が削り込まれて、ガス流路用溝の底面が絶縁体層内に配置されている、上記(4)記載の燃料電池用セパレータ、

(6) 導体パターンの表面が貴金属からなる、上記(4)又は(5)記載の燃料電池用セパレータ、

(7) 上記(1)～(6)のいずれかに記載のセパレータを有する燃料電池、

(8) 単一の絶縁体層に下記の燃料電池用セパレータ構造部 a を複数形成してなる燃料電池用セパレータ集合体、

燃料電池用セパレータ構造部 a : 前記単一の絶縁体層の所定領域における一方の主面に導体パターンを形成して、該主面上に該導体パターンによって区画されるガス流路用溝を設ける一方、前記所定領域における他方の主面に導体端子を形成し、該導体端子と前記導体パターンとを前記絶縁体層の一部を貫通するビアホールで電氣的に接続した構造部であって、前記ガス流路用溝を区画する導体パターンを2つの櫛歯状パターンを対向させた形状にし、かつ、前記導体端子を閉環状の枠パターンに形成して、該閉環状枠パターンの環内側領域に、前記導体パターンを配置させた構造部。

(9) 単一の電解質膜に下記の膜電極複合構造部 b を複数形成してなる発電要素集合体を、その上下両面から各一枚の上記(8)記載の燃料電池用セパレータ集合体で挟持してなる、燃料電池集合構造体であって、

発電要素集合体の各膜電極複合構造部 b の燃料電極に一方のセパレータ集合体の1個のセパレータ構造部 a の導体パターンが接し、該各膜電極複合構造部 b の酸素電極に他方のセパレータ集合体の1個のセパレータ構造部 a の導体パターンが接してなる、燃料電池集合構造体、

膜電極複合構造部 b : 前記単一の電解質膜の一部における一方の主面に燃料電極を配設し、他方の主面に酸素電極を配設して形成された、燃料電極 / 電解質膜 / 酸素電極の順に積層された構造部。

(10) 2つ以上の発電セルを積重してなる燃料電池スタックであって、隣接する2つの発電セル間で共用するセパレータを上記(4)又は(5)記載のセパレータにより構成し、発電セルの積重方向の一方側及び他方の側の最外に位置するセパレータをそれぞれ上記(1)又は(2)記載のセパレータにより構成したことを特徴とする、燃料電池スタック、

(11) 単一の絶縁体層の所定領域に配線回路を形成し、該単一の絶縁体層の前記配線回路の形成領域以外の領域に下記の燃料電池用セパレータ構造部 a を1つ又は複数形成し、前記配線回路とセパレータ構造部 a の導体端子及び / または導体パターンとの間を繋ぐ配線層を該単一の絶縁体層の一方及び / 又は他方の主面に形成してなる、燃料電池用セパレータ付き配線回路基板、

セパレータ構造部 a : 前記単一の絶縁体層の所定領域の一方の主面に導体パターンを形成して、該主面上に該導体パターンによって区画されるガス流路用溝を設ける一方、前記所定領域の他方の主面に導体端子を形成し、該導体端子と前記導体パターンとを前記絶縁体層の一部を貫通するビアホールで電氣的に接続してなる構造部であって、前記ガス流路用溝を区画する導体パターンを2つの櫛歯状パターンを対向させた形状にし、かつ、前記導体端子を閉環状の枠パターンに形成して、該閉環状枠パターンの環内側領域に、前記導体パターンを配置させた構造部。

10

20

30

40

50

(12) 絶縁体層の一方の主面にガス流路用溝の底面となる領域が削り込まれて、ガス流路用溝の底面が絶縁体層内に配置されている、上記(11)記載の燃料電池用セパレータ付き配線回路基板、

(13) 導体パターンの表面が貴金属からなる、上記(11)記載の燃料電池用セパレータ付き配線回路基板、

(14) 単一の絶縁体層の所定領域に配線回路を形成し、該単一の絶縁体層の前記配線回路の形成領域以外の領域に下記の燃料電池用セパレータ構造部 a' を1つ又は複数形成し、前記配線回路とセパレータ構造部 a' の導体パターンとの間を繋ぐ配線層を前記単一の絶縁体層の一方及び/又は他方の主面に形成してなる、燃料電池用セパレータ付き配線回路基板、

セパレータ構造部 a' : 前記単一の絶縁体層の所定領域の両主面にそれぞれ導体パターンを形成して、該両主面の各面上に形成した導体パターン間を前記絶縁体層の一部を貫通するピアホールで電氣的に接続してなる構造部であって、絶縁体層の両主面に形成された各導体パターンが、略閉環状の枠パターン部と、該略閉環状の枠パターン部の環内側領域にてガス流路用溝を区画する、前記略閉環状の枠パターン部と結合する2つの櫛歯状パターンを対向させた形状の櫛歯状パターン部とを含む構造部。

(15) 絶縁体層の両主面の少なくとも一方の主面にガス流路用溝の底面となる領域が削り込まれて、ガス流路用溝の底面が絶縁体層内に配置されている、上記(14)記載の燃料電池用セパレータ付き配線回路基板、

(16) 導体パターンの表面が貴金属からなる、上記(14)記載の燃料電池用セパレータ付き配線回路基板、及び

(17) 上記(11)~(16)のいずれかに記載の燃料電池用セパレータ付き配線回路基板のセパレータを用いて燃料電池を構成してなる、燃料電池付配線回路基板、に関する。

【発明の効果】

【0009】

本発明の燃料電池用セパレータは、基材(絶縁層)の両主面に導電材料(金属材料)による導体層を部分的に形成してなる構造であることから、薄型化が容易で軽量であり、しかも、可撓性を有するとともに、比較的薄い厚みにしても強度的にも安定で優れた形状保持性を有するといった、従来のセパレータでは達成できなかった優れた特性を有する。従って、該セパレータを用いることで、従来よりも薄型かつ軽量の燃料電池(燃料電池スタック)を実現でき、さらには電池の耐振動性、耐久性等も向上するといった効果が得られる。

【0010】

また、単一の電解質膜に対して複数の発電用膜電極複合構造部を形成した発電要素集合体をその上下両面から本発明の燃料電池用セパレータ集合体で挟持して得られる燃料電池(本発明の燃料電池集合構造体)は、薄型の高出力電池を実現する。

【0011】

また、本発明の配線回路基板と燃料電池用セパレータとが一体化した燃料電池用セパレータ付き配線回路基板のセパレータ部を用いて燃料電池を構成することで、燃料電池と配線回路(回路素子)とが同一基板上で一体化した燃料電池内蔵型配線回路基板を得ることができる。このような、燃料電池内蔵型配線回路基板においては、燃料電池と回路素子間の電氣的接続のための配線やコネクタを不要にできるので、小型電子機器における省スペース化や小型化の要求に好適に対応し得る。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、図面を参照して本発明をより具体的に説明する。

図1~図3は本発明の第1の態様による燃料電池用セパレータの一例(第1例)を簡略化して示した図であり、図1は端子側平面図、図2は導体パターン側平面図、図3は図1中のIII-III線における断面図である。

10

20

30

40

50

【0013】

本発明の第1の態様による燃料電池用セパレータ（以下、単に「セパレータ」ともいう。）は、当該一例のセパレータ10に示されるように、絶縁体層1の一方の主面1Aに導体パターン2を形成して、該主面1A上に導体パターン2によって区画されたガス流路用溝3を形成する一方、絶縁体層1の他方の主面1Bには導体端子4を形成して、導体端子4と導体パターン2とを絶縁体層1を貫通するビアホール5で電氣的に接続した構成を基本構成としている。

【0014】

ここで、ガス流路用溝3とは、絶縁体層1の主面上で導電パターン2によって仕切られた溝状空間であって、燃料ガス、若しくは、酸素ガスが流れる流路となるものである。ガス流路用溝3の両端部3A、3Bはいずれか一方が外部からのガスの流入口となり、いずれか他方が該流入されたガスの排出口となる。

【0015】

図4は上記のセパレータ10を使用して作製した燃料電池の一例を簡略化した断面図である。該一例の燃料電池100は、高分子電解質型燃料電池（PEFC）であり、高分子電解質膜11の一方の主面に燃料電極12を積層し、他方の主面に酸素電極13を積層してなる膜電極複合体14を発電部とし、該膜電極複合体14の両主面にそれぞれセパレータ10をその導体パターン2側の面を膜電極複合体14に対向させて配置することで構成されている。図中の符号15は、セパレータ10と膜電極複合体14とを連結するための接着層であり、セパレータ10の絶縁体層1と膜電極複合体14の高分子電解質膜11とに接着させている。かかる接着層15は膜電極複合体14の電極（燃料電極12、酸素電極13）を構成する電極材料にダメージが加わらないような低接触圧で導体パターン2を電極（燃料電極12、酸素電極13）に接触させるためのスペーサとしての役割も担っている。

【0016】

該一例の燃料電池100に示されるように、本発明の第1の態様によるセパレータ10は、主に単一の発電セルで構成される燃料電池のセパレータとして使用されるものであり、膜電極複合体14で発電した電流は当該セパレータ10の導体パターン2によって集電され、ビアホール5を通して導体端子4に導かれ、該導体端子4に接続される外部配線（図示せず）よりセルの外部に取り出される。

【0017】

本発明のセパレータにおいて、絶縁体層1には、例えば、ポリエチレンフィルム、ポリプロピレンフィルム、ポリスチレンフィルム、ポリ塩化ビニルフィルム、ポリエチレンテレフタレートフィルム、ポリカーボネートフィルム、TPX（メチルペンテン樹脂フィルム）、アルキド系樹脂フィルム、ポリイミドフィルム、ポリサルフォンフィルム、ポリエーテルサルフォンフィルム、ポリアミドフィルム、ポリアミドイミドフィルム、ポリエーテルケトンフィルム、ポリフェレンスルフィドフィルム等の各種プラスチックフィルムが使用される。また、配線回路基板（プリント配線板）のベース基板として知られている、紙、ガラス布及び不織紙から選ばれる1種又は2種以上のマトリクス材料に熱硬化性樹脂（例えば、エポキシ樹脂、BTレジン、アラミド樹脂、フェノール樹脂等）を含浸させたコンジット材料（コンジット基板）は加工性に優れているため、絶縁体層1として好ましいものである。

【0018】

絶縁体層1の厚みは特に制限されないが、0.1～10.0mmが好ましく、0.5～2.0mmが特に好ましい。これは、セパレータを薄型にするには、絶縁体層は薄いほうが好ましいが、厚みが0.1mm未満であると、電池内部の集電層（各電極）と導体パターンとの接触圧力の低下、高分子電解質膜と各電極表面にある触媒成分との接触圧力の低下、機械的強度の低下等の不具合を生じるおそれがあるためである。また、絶縁体層の厚みが10.0mmを超える場合、セパレータの強度の面では好ましいが、本発明の目的であるセパレータの薄型化が十分に達成されない。

【0019】

前記一例のセパレータ10及び燃料電池100に示されるように、本発明のセパレータにおける「導体パターン2」とは、絶縁体層1の主面上にガス流路3となる溝（溝のパターン）を区画形成するために、絶縁体層1の主面上に形成された導電材料からなる導体層であり、また、「導体端子4」とは、絶縁体層1の導体パターンが形成された主面とは反対側の主面に形成された導電材料からなる導体層であって、電池の発電部（膜電極複合体14）で発電した電気（電流）を電池（セル）の外部に取り出すための端子（外部からの電気配線が接続される被接続部）となる導電層を意味する。従って、導体端子4は、セパレータの軽量化、コスト等の点から、絶縁体層1の全面に対して形成せず、図4に示すように、電池の膜電極複合体14の積層部（燃料電極12/膜11/酸素電極13）の外周に沿って形成するのが好ましい。

10

【0020】

本発明のセパレータにおいて、導体パターン2及び導体端子4の材料には、導電性を有するものであれば特に限定されず、公知の金属材料や導電性ペースト等が使用される。金属材料としては、例えば、金、銀、銅、白金、鉛、錫、ニッケル、コバルト、インジウム、ロジウム、クロム、タンゲステン、ルテニウムなどの単独金属やこれらから選ばれる少なくとも2種を構成成分とする各種合金（例えば、半田、ニッケル-錫、金-コバルト等）；ステンレス等の耐食性合金等が挙げられる。また、導電性ペーストは、金、銀、銅、白金、錫、ニッケル、鉛、等の金属粉末やカーボン粉末等を、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、シリコン樹脂及びフッ素樹脂等から選ばれるいずれか1種または2種以上の混合物からなるバインダー樹脂に分散したものが挙げられる。これら導電材料のうちでも、電気伝導性の点から、金属材料が好ましく、一般的な配線回路基板の回路形成材料（配線材料）として使用されている銅、ニッケル等の電気良導体を少なくとも使用するのが好ましい。また、導体パターン2及び導体端子4は、それぞれ、単層構造でも、多層構造でもよいが、少なくとも導体パターン2においてはその少なくとも表面（露出面）を金、白金、銀等の貴金属で構成したものとするのが好ましく、導体パターン2及び導体端子4の両方の少なくとも表面（露出面）を金、白金、銀、パラジウム等の貴金属から構成したものとするのがより好ましい。導体パターン2、導体端子4等の表面を貴金属で構成することで、耐食性が向上し、セパレータの信頼性向上につながるとともに、高分子電解質膜の劣化に起因する金属イオンの発生を抑制する効果がある。従って、導体パターン及び/又は端子の最も好ましい態様は、銅、ニッケル等の電気良導体からなるベース層に貴金属層を積層した多層構造である。

20

30

【0021】

導体パターン2及び導体端子4は同じ材料で形成するのが、セパレータの製造工程数を少なくできる点で好ましいが、必ずしも同じ材料でなくてもよい。セパレータにおける導体パターン2と導体端子4のそれぞれの役割（機能）、コストの観点から、それぞれに適した材料を選択してもよい。

【0022】

本発明のセパレータにおいて、導体パターン2の厚み（図3中のD1）は、セパレータにおけるガス流路3の厚み（高さ）となるので、導体パターン2の厚みは燃料電池の発電部となる膜電極複合体14を構成する電解質膜の特性等に応じて、好ましくは1～1000 μm 、より好ましくは10～200 μm の範囲内から選択する。一方、導体端子4は特にその厚み（図3中のD2）は限定されないが、材料コストやその形成工程をセパレータの形成工程と共通化できる観点から、導体パターンと同じ厚みにするのが好ましく、1～1000 μm が好ましく、10～200 μm がより好ましい。

40

【0023】

また、本発明において、導体パターン2のパターン形状は、図1～図3に示すような形状、すなわち、矩形リング状の枠パターンの内側で2つの櫛歯状パターンを対向させた形状である。これにより、セパレータの全体の形状を安定化させ、かつ、ガスを発電部（膜電極複合体14）の電極に十分に接触させ得る。

50

【0024】

本発明のセパレータにおいて、ビアホール5は絶縁体層1を貫通して導体パターン2と導体端子4間を電氣的に接続するように形成されていればよく、その形態は特に限定されない。本発明における「ビアホール」とは、電気機器分野における配線回路基板の絶縁体層で隔てられた導体層（絶縁体層の一方の主面と他方の主面に形成された導体層）を電氣的に接続するための絶縁体層を貫通する導通路を意味する「ビアホール」と同義であり、配線回路基板における公知のビアホール（導通路）の形態をそのまま適用することができる。なお、電池セルの内部に導入したガスの不要な洩れがあってはならないから、セパレータのビアホールにおいては貫孔が残存する形態は好ましくない。従って、(i)絶縁体層に形成した貫孔の内面を被覆する導体層と該導体層の内側に形成される貫孔を充填する孔埋め材とからなる形態、(ii)絶縁体層に形成した貫孔を導電材料で完全に孔埋めした形態等が好適であり、これによって、外部より電池セルの内部に導入したガス（燃料ガス、酸素ガス）の不要な洩れを防止できる。なお、回路基板の作製において、当初から貫孔を残さないビアホール製法として知られているブラインドビア製法も適用可能である。

10

【0025】

前記図1～3に示す一例のセパレータ10におけるビアホール5は、上記(i)の形態のビアホールであり、絶縁体層1の貫孔1aの内面を被覆する導体層8の内側貫孔51を孔埋め材52で充填している。一方、図5は本発明の第1の態様によるセパレータの他の例（第2例）を示し、当該セパレータ10Aでは、ビアホール5を上記(ii)の形態にしている。すなわち、ビアホール5を、導体端子4/絶縁体層1/導体パターン2の積層部に穿設した貫孔5aと該貫孔5a内に充填した導電材5bとで構成している。

20

【0026】

本発明のセパレータにおけるビアホールは、電気機器分野の配線回路基板における公知のビアホールの形成方法と同様の方法、すなわち、メッキ処理、印刷、金属片の埋め込み（インプラント法）等で行う。従って、ビアホールを構成する導電材料としては、例えば、金、銅、ニッケル、ハンダ等の金属材料や前記導体パターンや端子用の材料として挙げた導電性ペースト等が使用される。

【0027】

また、ビアホール形成に伴う貫孔を孔埋めする場合の孔埋め材としては、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、フッ素樹脂、ポリイミド樹脂、セラミック、金属等が挙げられるが、これらの中でも、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、フッ素樹脂等が、ガスの漏れ防止や耐水性の点から好ましい。

30

【0028】

本発明において、ビアホール5の大きさ（すなわち、ビアホールの軸線と直交する断面における最大幅部の幅（図3中のD3））は特に限定されないが、加工性、電流容量の確保、穴埋めの容易性の点から、0.01～5mmが好ましく、特に好ましくは0.05～1mmである。

【0029】

図6は本発明の第1の態様によるセパレータの他の例（第3例）を示す断面図である。当該セパレータ10Bは、絶縁体層1の主面上の導体パターン2によって区画される溝2aと絶縁体層1の主面に削成した溝11とによってガス流路用溝3を形成したものである。かかる構成であれば、導体パターン2の厚みを前記第1例のセパレータ10のそれよりも小さくして、同じ溝高さ（深さ）のガス流路用溝3を実現できるので、導体パターン形成のための導電材料を節約することができる。また、その分、セパレータ全体の厚みも小さくでき、セパレータの薄型化により有利に作用する。

40

【0030】

なお、溝11の深さが大きすぎると、絶縁体層の強度が低下してセパレータの耐久性が低下するので、溝の深さは絶縁体層の厚みの75%程度迄とするのが好ましい。

【0031】

図7(a)～(d)は前記図1～3に示すセパレータ10の製造工程の一例であり、以

50

下、この図を参照して本発明のセパレータの製造方法を説明する。

【0032】

先ず、絶縁体層1の両面に導体層7a、7bを積層した積層板(フィルム)50を用意する(図7(a))。導体層7a、7bは、それぞれ、端子又は導体パターンとなる導体層であり、当該積層板における導体層7a、7bの形成方法としては、箔(例えば、金属箔)の貼り合わせ、蒸着、スパッタリング、印刷、電気化学的メタライジング及びイオンプレーティングから選ばれるいずれか一つまたは二つ以上の組み合わせ、または、これらとメッキとの組み合わせ等が挙げられる。

【0033】

次に、上記積層板(フィルム)50のビアホール形成を予定する所定の箇所に積層板を厚み方向に貫通する貫孔50Aを形成する(図7(b))。この貫孔50Aの形成方法としては、ドリルによる機械加工、レーザー加工、プラズマエッチング加工、パンチ加工等の方法が用いられる。なお、ブラインドビアホールを形成する場合にはレーザー加工が適している。

10

【0034】

次に、例えば、メッキによって貫孔50Aの内面を被覆する導体層(金属層)8を形成することでビアホール5を形成する(図7(c))。このメッキによる導体層(金属層)8の形成は貫孔50Aとその周辺領域に対して選択的に行ってもよいが、その場合には、積層板(フィルム)50のメッキによる金属層を成長させたくない部分にマスクを設ける必要があり、かかるマスク形成のための工程数の増大及びそれによる製造コストの増大を招くのであまり好ましくない。従って、積層板(フィルム)50の全面に対してメッキを施すのが好ましい。なお、この場合、貫孔50Aの内面だけでなく、絶縁体層1の両面の導体層7a、7bの上にメッキによる導体層(金属層)8が形成されるので(図7(c))、導体層7a、7bの各厚みは、ビアホールの電気伝導性を十分にする導体層(金属層)8の成長厚みを基準にして、当該導体層(金属層)8の厚みと導体層7a(7b)の厚みとの合計厚みが、所望とする導体パターン2の厚み(図3中のD1参照)又は端子3の厚み(図3中のD2参照)となるように、予め設定しておく。

20

【0035】

次に、ビアホール5中の貫孔51内に孔埋め材52を充填する(図7(d))。

【0036】

なお、ビアホール5を、前記図5の形態とする場合は、貫孔50A内に、例えば、印刷により導電性ペーストを充填するか、貫孔50A内のみに電気メッキにより金属層を選択成長させることで、ビアホールを形成する。

30

【0037】

次に、積層板50における絶縁体層1の両主面にある導体層(導体層7a+導体層8、導体層7b+導体層8)を所定の形状にパターンニングして、絶縁体層1の一方の主面に対して導体パターン3を形成し、絶縁体層1の他方の主面に対して導体端子4を形成する(図7(d))。ここでのパターンニングには、配線回路基板における回路形成(配線パターン形成)と同様に、感光性レジストによるパターンをマスクにした導体層のエッチングによって行うのが好ましい。

40

【0038】

感光性レジストとしては、回路基板の作製で使用されている、公知のドライフィルムレジスト、液状レジスト等が挙げられるが、製造コスト等の点からドライフィルムレジストが好適である。また、ドライフィルムレジストの中でも、アクリル系のドライフィルムレジストが耐酸性の点で好ましい。液状レジストにおいては、スクリーン印刷、スピンコーター等の方法でレジスト膜を形成する。ドライフィルムレジストの場合は、適当なローラーで加圧して導体層上に定着させる。

【0039】

レジストパターンの形成方法(レジスト膜に開口を形成する方法)としては、レーザー加工、フォトリソグラフィ加工等が挙げられるが、寸法精度、加工コストの点から、フ

50

ォトリソグラフィ加工（すなわち、フォトマスクを介して露光した後、現像して開口を形成する。）が好ましい。

【0040】

このように、本発明のセパレータは、各種電気機器等で使用される配線回路基板と同様に作製することができ、金属やカーボン等のプレートにスライス加工や切削加工等で溝形成を行っていた従来のセパレータに比べて少ない工程数で短時間で製造することができる。また、大面積のベース基板に対して複数の配線回路基板を一括して作製するのと同様に、大面積の絶縁体層（プラスチックフィルム、配線回路基板用のベース基板等）に対して複数のセパレータを一括して作製し、これを個々のセパレータに分断して複数のセパレータを得ることができるので、製造コストをさらに削減できる。

10

【0041】

図8は本発明の第2の態様によるセパレータの一例を簡略化して示した断面図である。このセパレータ20に示されるように、本発明の第2の態様によるセパレータは、絶縁体層1の両主面1A、1Bに導体パターン2を形成して、絶縁体層1の両主面1A、1Bの各面上にガス流路用溝3を設けたものである。セパレータにおける一方の側と他方の側の平面図は、それぞれが前記図1と同様の状態である。

【0042】

本発明において、第2の態様によるセパレータは、絶縁体層1の両主面に形成した導体層をいずれもガス流路用溝3を区画するための導体パターン2となるようにパターンニングすることで作製でき、前記第1の態様によるセパレータと基本的に同じ工程を経て製造される。

20

【0043】

当該第2の態様によるセパレータは、主に膜電極複合体を含む発電セルを複数積重した燃料電池スタックの隣接する発電セル間で共用するセパレータとして使用される。

【0044】

なお、当該第2の態様のセパレータにおいても、前記図6のセパレータ10Bと同様に、絶縁体層1の主面に形成する導体パターンと絶縁体層1の主面に削成した溝とによってガス流路用溝3を形成することもでき、その場合、両主面に削成する溝は相対する位置とならないようにするのが絶縁体層の強度、形状安定性の点から好ましく、また、溝の深さは絶縁体層の厚みの75%程度迄とするのが好ましい。

30

【0045】

本発明のセパレータは絶縁体層（プラスチックフィルム、配線回路基板用のベース基板等）を基材とし、該基材の両主面に導電材料（金属材料）による導体層を部分的に形成してなる構造であることから、薄型化が容易で軽量であり、しかも、可撓性を有するとともに、比較的薄い厚みにしても強度的にも安定で優れた形状保持性を有するといった、従来のセパレータでは達成できなかった優れた特性を有する。

【0046】

なお、本発明のセパレータを用いて燃料電池を作製する場合、前記図4の例に示すように、セパレータの絶縁体層（プラスチックフィルム、配線回路基板用のベース基板等）と膜電極複合体14の電解質膜11とを接着層15を介して接着して、セルを封止する。かかる接着層15はセパレータの絶縁体層1と膜電極複合体14の電解質膜に対して接着性を有する材料であれば特に制限なく使用できるが、本発明のセパレータで使用する絶縁体層の材料は燃料電池における公知の電解質膜に対して接着性を示す材料であり、通常、接着層15には当該絶縁体層と同種のプラスチック材料や複合材料（コンポジット材料）が使用される。なかでも、ガス洩れ防止、形状維持（特に、内部に押圧力のかかった状態での変形防止）、耐熱性、耐腐食性、接着力等の点から、紙、ガラス及び不織紙から選ばれる1種または2種以上のマトリクス材料に熱硬化性樹脂（例えば、エポキシ樹脂、BTレジン、アラミド樹脂、フェノール樹脂等）を含浸させたコンポジット材料が好適である。

40

【0047】

図9は前記図8のセパレータ20と、前記図1～3に示した第1の態様のセパレータ1

50

0を使用して作製した高分子電解質型燃料電池(PEFC)スタックの一例を簡略化して示した断面図である。当該燃料電池スタック200は、絶縁体層1の両主面に導体パターン2(ガス流路用溝3)を形成したセパレータ20を介してその一方の面側と他方の面側にそれぞれ膜電極複合体14を配置し、かかる2つの膜電極複合体14のそれぞれのセパレータ20と対向する側とは反対側の面にさらにセパレータ10を配置することで、2個の発電セル51Aと51Bが積重した燃料電池スタックを構成している。

【0048】

ここで、セパレータ20の絶縁体層1はその両面の外周端部で膜電極複合体14の高分子電解質膜11に接着層15を介して接着させ、セパレータ10の絶縁体層1はその片面の外周端部で膜電極複合体14の高分子電解質膜11に接着層15を介して接着させること

10

【0049】

また、一方の発電セル51Aにおける膜電極複合体14の高分子電解質膜11とセパレータ10、20の絶縁体層1とを接着する接着層15の一部に、外部からガス(燃料ガス、酸素ガス(または空気))をセル内に導入するための配管(パイプ)21を挿設し、他方の発電セル51Bにおける膜電極複合体14の高分子電解質膜11とセパレータ10、20の絶縁体層1とを接着する接着層15の一部に、セル内からガス(燃料ガス、酸素ガス(または空気))を外部に排出するための配管(パイプ)22を挿設する一方、発電セル51A内から発電セル51B内へガス(燃料ガス、酸素ガス(または空気))を送るための配管(パイプ)23を、発電セル51A及び発電セル51Bの接着層15における

20

【0050】

上記図9の例の燃料電池スタック200は、2つの発電セルを積重した燃料電池スタックであるが、より高出力の電池を得るために、本発明の燃料電池スタックは、3つ以上の発電セルを積重して構成してもよい。ただし、2つの発電セルを積重したスタックでは、隣接する発電セルは一組であるので、両面溝型のセパレータは1枚でよいが、3つ以上の

30

【0051】

図11図(a)は前記図1~3に示したセパレータ10を単一の絶縁体層1の複数領域にそれぞれ形成して、各セパレータ間を電氣的に接続したセパレータ集合体を簡略化した斜視図であり、図11(b)は図11(a)におけるX-X線における断面図である。

40

【0052】

当該一例のセパレータ集合体300に示されるように、本発明のセパレータ集合体は、単一の絶縁体層1に複数の本発明のセパレータ(セパレータ10)を形成したものであり、複数の本発明のセパレータ(セパレータ10)は、配線回路基板の製造方法をそのまま用いて、同一工程で一括して形成することができる。なお、複数のセパレータ10のうちの電氣的に接続するセパレータの選択は、このセパレータ集合体を用いて作製することを

50

選択することができる。また、その際の複数のセパレータ間を電氣的接続する方法は特に制限されないが、複数のセパレータ10の製造における導体端子4の形成工程において、異なるセパレータ10間の導体端子4間を接続するための配線層（図示せず。）を同時に形成するのが好ましい（すなわち、絶縁体層の主面に形成した導体層からセパレータの端子とともに該端子に繋がった配線層（配線パターン）が形成されるように該導体層のパターニングを行うのが好ましい）。このような配線層を形成することで別途接続手段（ワイヤ配線等）を用意する必要がなく、異なるセパレータ間の電氣的接続を行うことができるので、製造工程数を少なくでき、また、製造コストも削減できる。また、同一平面上で配線が完結し、厚み方向に別途配線が飛び出すことがないで、電池の薄型化により有利に作用する。

10

【0053】

図11に示すセパレータ集合体300は前記図1～3の絶縁体層の一方の主面に導体パターン（ガス流路用溝）を形成した片面溝型のセパレータ10を集合させたものであるが、前記図8に示す絶縁体層の両主面に導体パターン（ガス流路用溝）を形成した、両面溝型のセパレータ20を集合させたセパレータ集合体も同様にして構成できることは言うまでもない。

【0054】

図12(a)は本発明のセパレータ集合体を用いた燃料電池集合構造体の一例を簡略化して示した斜視図、図12(b)は図12(a)のY-Y線における断面図であり、これらの図において、図1～3、4、11と同一符号は同一又は相当する部分を示している。該一例の燃料電池集合構造体400は、単一の大面積の電解質膜11の複数の領域にそれぞれ膜電極複合構造部（燃料電極12/電解質膜11/酸素電極13）14'を形成した発電要素集合体350を、その両主面側から前記図11に示すセパレータ集合体300で挟持して、複数の電池ユニット（発電セル）401を同一平面に並列させて一体化したものである。

20

【0055】

複数の電池ユニット（発電セル）401における各隣接する電池ユニット（発電セル）の内部は、膜電極複合構造部14'の燃料電極12側と、酸素電極13側で、それぞれ接着層15に挿設した配管24を介して連通させ、当該構造体へ外部から導入されるガス（燃料ガス及び酸素ガス（空気））が複数の電池ユニット（発電セル）を通過して、当該構造体400の外部へ排出されるようにしている。

30

【0056】

このように本発明の燃料電池集合構造体によれば、燃料電池スタックのように複数の発電セルを積重せず、同一平面に並列させているので、薄型の高出力電池を実現できる。なお、上記一例の燃料電池集合構造体400では、複数の電池ユニット（発電セル）401における各隣接する電池ユニットの内部を配管24で連通させたが、全ての電池ユニット（発電セル）に対して個別にガスの導入と排出を行ってもよいし、一部の隣接する電池ユニット（発電セル）の内部を配管で連通させ、その他の電池ユニット（発電セル）に対しては個別にガスの導入と排出を行うようにしてもよい。これらは、燃料電池集合構造体を組み込む機器等の種類や所望とする発電量（電流、電圧）等に応じて適宜変更できる。

40

【0057】

図13は本発明の燃料電池用セパレータ付き配線回路基板の一例を簡略化して示す斜視図であり、図において、図1～3と同一符号は同一又は相当する部分を示す。当該一例の燃料電池用セパレータ付き配線回路基板500に示されるように、本発明の燃料電池用セパレータ付き配線回路基板は、単一の絶縁体層1に配線回路501と本発明の燃料電池用セパレータ10を形成し、配線回路501とセパレータ10間を電氣的に接続したものである。ここで、配線回路501は絶縁体層1の一方の主面に形成した単面回路であっても、絶縁体層1の両主面に形成した両面回路であってもよい。配線回路501とセパレータ10とは、これらの作製工程において、配線回路501と、セパレータ10の導体端子4及び/または導体パターン2との間を繋ぐ配線層（図示せず）を絶縁体層1の主面に形成

50

することによって電氣的に接続される。すなわち、絶縁体層 1 の主面に形成した導体層から、配線回路 501 とセパレータ 10 の導体端子 4 または導体パターン 2 とともに、これらを繋ぐ配線層（配線パターン）が形成されるように当該導体層のパターニングを行って、配線回路 501 とセパレータ 10 とを電氣的に接続している。

【0058】

当該一例の燃料電池用セパレータ付き配線回路基板 500 では、セパレータに前記図 1 ~ 3 に示すセパレータ 10 を形成したものであるが、本発明の燃料電池用セパレータ付き配線回路基板において、前述したその他の例のセパレータ 10A（図 5）、10B（図 6）、20（図 8）等を形成したものとできることは言うまでもない。

【0059】

本発明の燃料電池用セパレータ付き配線回路基板において、セパレータは単数でも複数でもよく、また、セパレータが複数の場合、異なるセパレータ間は電氣的に接続しても、電氣的に接続しなくてもよい。また、複数のセパレータの内の一部のセパレータ間を電氣的に接続し、その他のセパレータ間は電氣的に接続しないような態様であってもよい。

【0060】

図 14 は本発明の燃料電池内蔵型配線回路基板の一例を簡略化して示す斜視図であり、図において、図 1 ~ 3、4、図 13 と同一符号は同一又は相当する部分を示す。当該一例の燃料電池内蔵型配線回路基板 600 に示されるように、本発明の燃料電池内蔵型配線回路基板は、前記図 13 で示した本発明の燃料電池用セパレータ付き配線回路基板 500 のセパレータ 10 を用いて燃料電池（電池セル）100 を構成し（セパレータ 10 に燃料電池 100 を組み付け）、電気機器用配線回路基板と燃料電池とを一体化したものである。ここで、配線回路基板 500 においては、前記したように、配線回路 501 とセパレータ 10 とが、絶縁体層 1 の主面に形成された配線層（図示せず）によって電氣的に接続されている。

【0061】

本発明の燃料電池内蔵型配線回路基板において、内蔵する燃料電池の個数は単数でも複数でもよいが、当該図 14 の例に示すように、燃料電池用セパレータ付き配線回路基板 500 として、セパレータ 10 を複数形成したものを使用し、そのセパレータ 10 の各々に燃料電池を組み付ける（すなわち、複数のセパレータ 10 のそれぞれに膜電極構造体 14 を重ね合わせ、さらに別途作製しておいたセパレータ 10 を重ね合わせて、接着層 15 で封止して電池セル 100 を作製する）ことで、内蔵する燃料電池を高出力化できる。

【0062】

本発明の燃料電池内蔵型配線回路基板では、燃料電池で発電した電流を基板（絶縁体層 1）の主面に形成した配線層を通してそのまま回路（電気・電子回路）へ導くことができるので、燃料電池と回路の接続のための複雑な配線（ワイヤ等の外部配線）やコネクタを不要にでき、省スペース化、薄型化等の小型電子機器に求められている要求を実現できる。

【0063】

以上説明した具体例において、燃料電池は発電部の電解質膜に高分子電解質膜を使用したものであるが、本発明のセパレータは、熔融炭酸塩、固体酸化物（セラミックス）またはリン酸からなる電解質膜を用いた膜電極複合体を使用するタイプの燃料電池のセパレータとして使用できるし、そのような燃料電池を構成できることは言うまでもない。

【0064】

また、本発明のセパレータはプラスチックフィルムや回路基板用のコンポジット材料からなる絶縁体層と、該絶縁体層の両主面に部分的に形成した導体層とを基本構成要素とするものであり、従来のセパレータに比べて薄型化が容易であるとともに、特に軽量で柔軟性に富むという特徴を有する。従って、上記の具体例で示したように、燃料電池の中でもフレキシブル性を有し、高出力化、小型・軽量化が可能という点から近年特に注目されている高分子電解質型燃料電池（PEFC）のセパレータに適用することで、燃料電池の耐振動性が更に向上し、また、より一層の高出力化、小型（薄型化）・軽量化を図ることが

10

20

30

40

50

できる。

【 0 0 6 5 】

本発明のセパレータを使用した高分子電解質型燃料電池（PEFC）に使用する高分子電解質膜としては、高分子電解質型燃料電池（PEFC）の高分子電解質膜として知られる公知のものを制限なく使用できるが、なかでも、高発電能力、耐劣化性の点で、パーフルオロ型スルホン酸膜が特に好適である。また、部分フッ素化スルホン酸膜、ポリベンズイミダゾール膜、ポリ水酸化フラーレン膜等も好ましいものとして挙げる事ができる。

【 0 0 6 6 】

また、高分子電解質膜に積層する電極（燃料電極、酸素電極）も高分子電解質型燃料電池（PEFC）の燃料電極として知られている公知のものをそのまま使用できるが、中
10
でも、白金系の金属触媒を担持したカーボン粉末を主成分とする触媒反応層と、この触媒反応層の外面に重なるカーボンペーパーよりなる拡散層とからなる態様のものが特に好ましい。また、拡散層にポリイミドやポリエチレン等の有機高分子材料を焼成してなる焼成膜を用いたものも好適である。また、電極は拡散層を無くして高分子電解質膜に直接接触反応層を転写する態様にしてもよく、このような電極とすることで、電池のさらなる薄型化が可能になる。

【 0 0 6 7 】

以下、実施例及び比較例を示して本発明をより具体的に説明する。

【 実施例 1 】

【 0 0 6 8 】

（セパレータの作製）

厚み 1.6 mm のガラスエポキシ基板の両主面に厚み 0.018 mm の銅層を積層してなる積層板を用意し、該積層板の主面内の所定位置に直径 1 mm の孔をドリル加工で形成した。次に、積層板の全面に対して銅メッキを施し、厚み 0.2 mm になるまで銅層を成長させた。これにより、積層板の前記銅層の主面から直径 1 mm の孔の内面に亘る銅層によりビアホールが形成された。次に、ビアホールの銅層の内側に残存する貫孔に液状エポキシ樹脂（三井化学社製、EPOX-AH333）を充填、硬化して孔を封止した。次に、該ビアホールを形成した積層板の両面にドライフィルムジスト（旭化成社製、SPG-252）をラミネートとし、所定のパターン露光（紫外線によるパターン露光）、ドライフィルムの専用現像液による未露光部分の除去を順次行って、レジストパターンを形成
30
した後、該レジストパターンをマスクにした塩化第 2 鉄液による銅層のエッチングを行って、導体パターンと端子をガラスエポキシ基板の一方の主面と他方の主面にそれぞれ形成した。次に、このようにして形成した導体パターンと端子の表面に、電気メッキによって、ニッケル薄層（厚み 1 μm）と金薄層（0.1 μm）をこの順に形成して、図 1 ~ 3 に示す、絶縁体層（ガラスエポキシ基板）1 の一方の主面に矩形の枠パターン部と櫛歯状パターン部とからなる導体パターン 2 が形成され、絶縁体層 1 の他方の主面に矩形の枠パターンからなる端子 4 が形成され、導体パターン 2 と端子 4 間がビアホール 5 によって電氣的に接続された、セパレータ 10 を完成させた。

【 0 0 6 9 】

完成したセパレータの寸法は以下の通りである。

【 0 0 7 0 】

絶縁体層（ガラスエポキシ基板）：縦 30 mm、横 30 mm

絶縁体層（ガラスエポキシ基板）の主面上の導体パターンの面積率（導体パターンの面積 / 主面全体の面積）：76%

ガス流路の全長（一方の流路開口から他方の流路開口までの長さ）：250 mm、

ガス流路の幅（流路の軸線と直交する方向の溝）の幅：0.8 ~ 2.4 mm

セパレータの最大厚み部の厚み：2.0 mm

（電池の作製）

厚み 0.05 mm の高分子電解質膜（デュポン社製、ナフィオン N112（商品名））をその両主面側から白金触媒を形成したカーボンペーパー（厚み 0.25 mm）で挟み込
50

み、かかる積層物（発電層）の両面に上記作製したセパレータを配置し、厚み0.35 mmのガラスエポキシプリプレグ（日立化成社製、MCL-E-67）で固定した後、真空プレスによって積層固定した。得られた電池の全体の重量は80 g、積層方向の最大厚み部の厚みは1.9 mmであった。

【0071】

このようにして作製した燃料電池に水素ガス、酸素ガスを供給することで、100 mW/cm²の発電をすることができた。

【実施例2】

【0072】

（セパレータの作製）

厚み1.6 mmのガラスエポキシ基板の両主面に厚み0.018 mmの銅層を積層してなる積層板を用意し、該積層板の主面内の所定位置に直径1 mmの孔をドリル加工で形成した。次に、積層板の全面に対して銅メッキを施し、厚み0.03 mmになるまで銅層を成長させた。これにより、積層板に両主面から前記直径1 mmの孔の内面に亘って銅層によるビアホールが形成された。次に、ビアホール内の銅層の内側に形成された孔に液状エポキシ樹脂（三井化学社製、EPOX-AH333）を充填、硬化して孔を封止した。次に、銅層及びガラスエポキシ基板の両主面にルーター加工機による機械加工を行って、銅層による導体パターンと銅層による端子をガラスエポキシ基板の一方の主面と他方の主面にそれぞれ形成した。この時の、ガラスエポキシ基板の溝の深さは0.2 mmであった。次に、このようにして形成した導体パターンと端子の表面に、電気メッキによって、ニッケル薄層（厚み1 μm）と金薄層（0.1 μm）をこの順に形成して、図1～3に示す、絶縁体層（ガラスエポキシ基板）1の一方の主面に外形が略正方形の環状パターン部と櫛歯状パターン部とからなる導体パターン2が形成され、絶縁体層1の他方の主面に略正方形の環状パターンからなる端子4が形成され、導体パターン2と端子4間がビアホール5によって電氣的に接続された、セパレータ10を完成させた。

【0073】

完成したセパレータの寸法は以下の通りである。

【0074】

絶縁体層（ガラスエポキシ基板）：縦30 mm、横30 mm

絶縁体層（ガラスエポキシ基板）の主面上の導体パターンの面積率（導体パターンの面積/主面全体の面積）：76%

ガス流路の全長（一方の流路開口から他方の流路開口までの長さ）：250 mm、

ガス流路の幅（流路の軸線と直交する方向の溝）の幅：0.8～2.4 mm

セパレータの最大厚み部の厚み：1.9 mm

【実施例3】

【0075】

（燃料電極及び酸素電極の作製）

高分子電解質膜（「ナフィオン」、デュポン社製）の溶液とカーボン粉末と白金触媒とを混合したペースト（ナフィオン：カーボン粉末：白金触媒 = 7：5：3（重量比））を調製し、該ペーストをカーボンペーパー（厚み175 μm）にバーコーターで塗布し、80

で5分乾燥後、さらに、加熱プレス（130、2分、20 kgf/cm²）を行って、表面が平滑なペースト膜（乾燥厚み50 μm）を形成して、電極を完成させた。この電極は燃料電極用と酸素電極用に2つ作製した。

（燃料電池スタックの作製）

上記作製した2つの電極（燃料電極及び酸素電極）の間に、これらの触媒面（ペースト面）が高分子電解質膜（「ナフィオンN-112」デュポン社製）に接するように、該高分子電解質膜（厚み50 μm）を挟み込み、加熱プレス（130、2分、20 kgf/cm²）して、膜電極複合体を作製した。この膜電極複合体は2つ作製した。

【0076】

この2つの膜電極複合体と、実施例1で作製した片面溝型セパレータを2つと、実施例

10

20

30

40

50

1 に倣って作製した両面溝型セパレータ1つとを、図9に示す積層状態に重ね合わせて、エポキシ系接着剤で固定して、燃料電池スタックを完成させた。なお、燃料ガス及び酸素ガスのそれぞれについての、電池内への導入（注入）及び排出用、並びに、セル間送通用の各配管にはステンレス製パイプを使用した。

【0077】

該燃料電池スタックに燃料ガス（水素ガス）と酸素ガスをそれぞれ50cc/minで注入し、端子間の電圧を測定したところ3.18Vであった。次に、該燃料電池スタックを電子負荷装置に接続し、端子間電圧が1.5Vになるように設定したところ、電流が1.8Aとなり、2.7Wの電力を得ることができた。

【実施例4】

【0078】

（燃料電池集合構造体の実施例）

実施例3と同様の膜電極複合体を8個作製した。また、実施例1と同様の材料（ガラスエポキシ基板、銅）を用いて、1枚のガラスエポキシ基板にセパレータ要素（導体パターンと端子の組み合わせ）が2×4個の配列で並んだ片面溝型セパレータ集合体（図11参照）を2つ作製した。該2つのセパレータ集合体で、上記8個の膜電極複合体を、各膜電極複合体がセパレータ集合体の導体パターンに接するように挟みこんで、エポキシ系接着剤で固定した。次に、該積層構造物の上下両面に2×4個の配列で配置された複数のセパレータ要素の各端子に銅箔を導電性接着剤を用いて貼りあわせることにより、複数のセパレータ要素の端子間を並列つなぎとして、燃料電池集合構造体（図12参照）を得た。なお、燃料ガス及び酸素ガスのそれぞれについての、導入（注入）、排出及びセル間送通用の各配管にはシリコンチューブを使用した。

【0079】

該燃料電池集合構造体に燃料ガス（水素ガス）と酸素ガスをそれぞれ50cc/minで注入し、端子間の電圧を測定したところ1.05Vであった。次に、該燃料電池スタックを電子負荷装置に接続し、端子間電圧が0.6Vになるように設定したところ、電流が1.2Aとなり、7.2Wの電力を得ることができた。

【実施例5】

【0080】

（燃料電池内蔵型配線回路基板）

実施例3と同様の膜電極複合体を2個作製した。また、実施例1と同様の材料（ガラスエポキシ基板、銅）を用いて、1枚のガラスエポキシ基板にセパレータ要素（導体パターンと端子の組み合わせ）が2個並んだ片面溝型セパレータ集合体を1つ作製した。また、実施例1と同様の材料（ガラスエポキシ基板、銅）を用いて、1枚のガラスエポキシ基板にセパレータ要素（導体パターンと端子の組み合わせ）が2個並び、かつ、電圧昇圧回路パターン及び電源安定化回路パターンを有する片面溝型セパレータ（セパレータ付き配線回路基板）を1つ作製した。なお、該片面溝型セパレータ（セパレータ付き配線回路基板）には、セパレータ要素の端子、電圧昇圧回路パターン及び電源安定化回路パターンの間を電氣的に接続するため配線パターンを同時に形成した。

【0081】

次に、上記片面溝型セパレータ集合体及びセパレータ付き配線回路基板で、2個の膜電極複合体を、各膜電極複合体がセパレータ集合体及びセパレータ付き配線回路基板の導体パターンに接するように挟みこんで、エポキシ系接着剤で固定した。次に、該積層構造物の上下両面に配置されたセパレータの各端子に銅箔を導電性接着剤を用いて貼りあわせることにより、複数のセパレータ要素の端子間を直列つなぎとして、燃料電池内蔵型配線回路基板を得た。

【0082】

該燃料電池内蔵型配線回路基板に燃料ガス（水素ガス）と酸素ガスをそれぞれ50cc/minで注入したところ、電圧昇圧回路の入力側の電圧が2.0Vであり、出力側の電圧が5.0Vに昇圧されていた。次に、出力側端子に約1.5Wで動作するPDA（Pers

10

20

30

40

50

onal Digital Assistance：携帯情報端末）を接続したところ、入力電圧は約 1.0 V まで低下したが、電圧昇圧回路の出力側の電圧は 5.0 V に維持されており、PDA は正常に動作することができた。

【図面の簡単な説明】

【0083】

【図 1】本発明の第 1 態様による燃料電池用セパレータの一例（第 1 例）の導体パターン側の平面図である。

【図 2】本発明の第 1 態様による燃料電池用セパレータの一例（第 1 例）の端子側の平面図である。

【図 3】本発明の第 1 の態様による燃料電池用セパレータの一例（第 1 例）の断面図である。 10

【図 4】図 1 ~ 3 に示すセパレータを使用して構成した燃料電池（高分子電解質型燃料電池）の一例の断面図である。

【図 5】本発明の第 1 の態様による燃料電池用セパレータの他の例（第 2 例）の断面図である。

【図 6】本発明の第 1 の態様による燃料電池用セパレータの他の例（第 3 例）の断面図である。

【図 7】図（a）~ 図（d）は図 1 ~ 3 に示すセパレータの製造工程別断面図である。

【図 8】本発明の第 2 の態様による燃料電池用セパレータの一例の断面図である。

【図 9】本発明の燃料電池スタックの一例の断面図である。 20

【図 10】本発明の燃料電池スタックの他の例の要部断面図である。

【図 11】図（a）は本発明の燃料電池用セパレータ集合体の一例を簡略化して示した斜視図、図（b）は図（a）の X - X 線における断面図である。

【図 12】図（a）は本発明の燃料電池集合構造体の一例を簡略化して示した斜視図、図（b）は図（a）の Y - Y 線における断面図である。

【図 13】本発明の燃料電池用セパレータ付配線回路基板の一例を簡略化して示した斜視図である。

【図 14】図 13 に示す燃料電池用セパレータ付配線回路基板を用いて作製し燃料電池内蔵型配線回路基板を簡略化して示した斜視図である。

【符号の説明】 30

【0084】

1 絶縁体層

1 A、1 B 絶縁体層の主面

2 導体パターン

3 ガス流路用溝

4 導体端子

5 ピアホール

10 燃料電池用セパレータ

11 高分子電解質膜

12 燃料電極

13 酸素電極

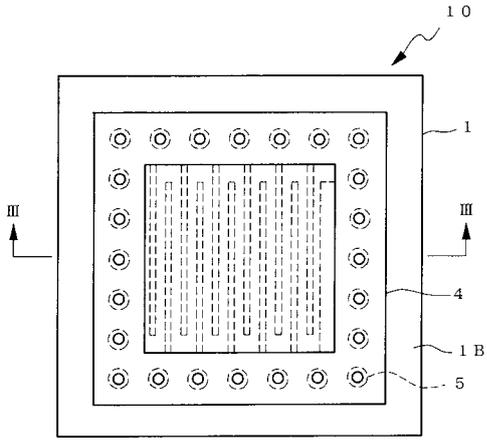
14 膜電極複合体（発電部）

15 接着層

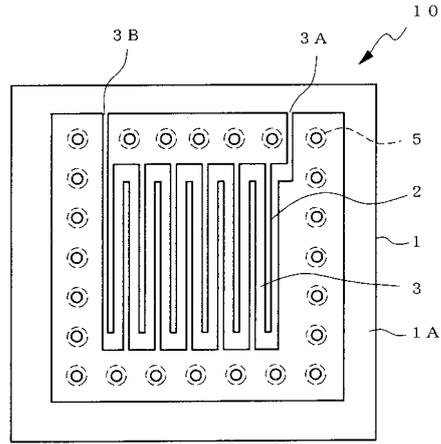
100 燃料電池

40

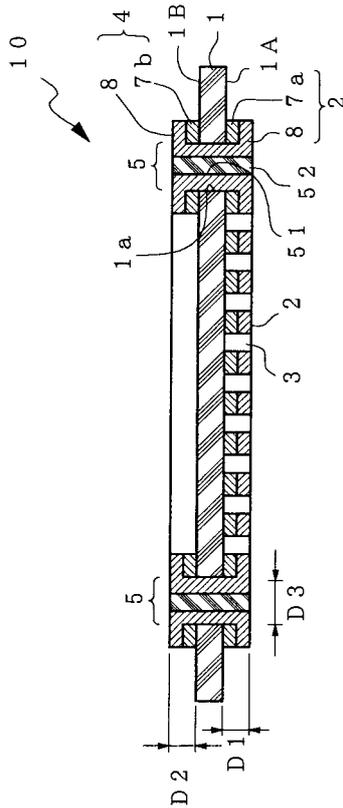
【図1】



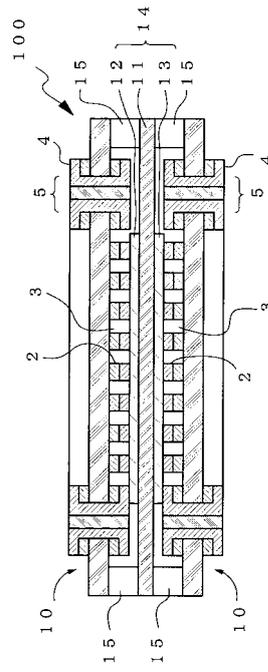
【図2】



【図3】

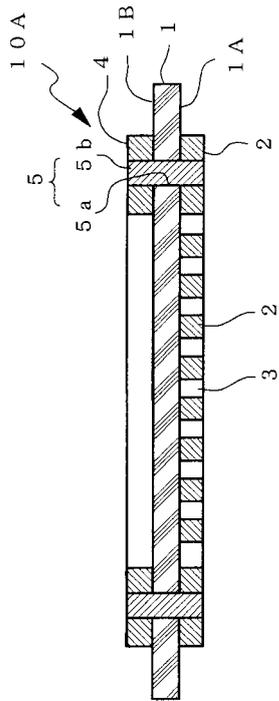


【図4】

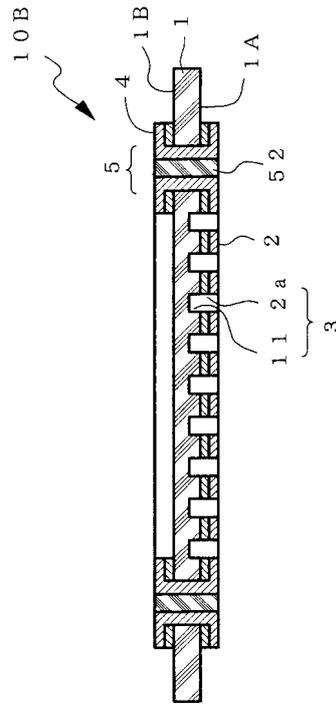


- 1 絶縁体層
- 1A, 1B 絶縁体層の主面
- 2 導体バック
- 3 ガス拡散用層
- 4 導体端子
- 5 ビアホール
- 10 燃料電池用セパレータ
- 14 潤滑剤複合体 (発電部)

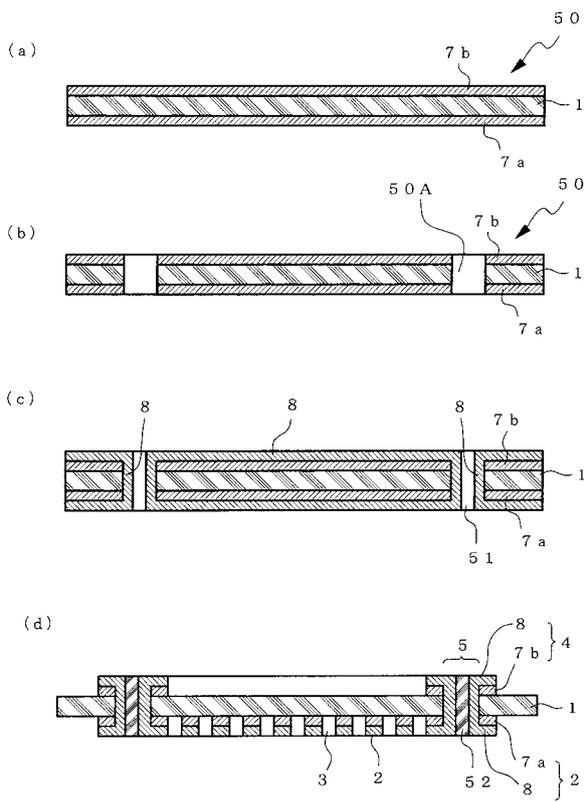
【 図 5 】



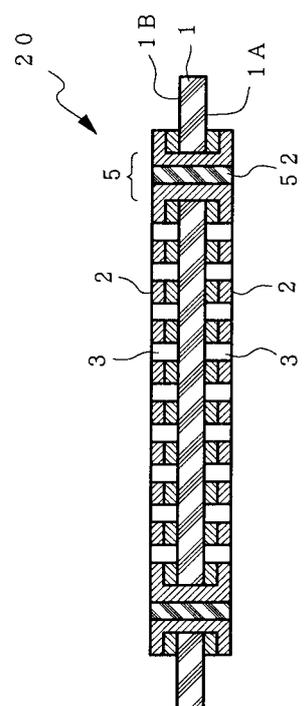
【 図 6 】



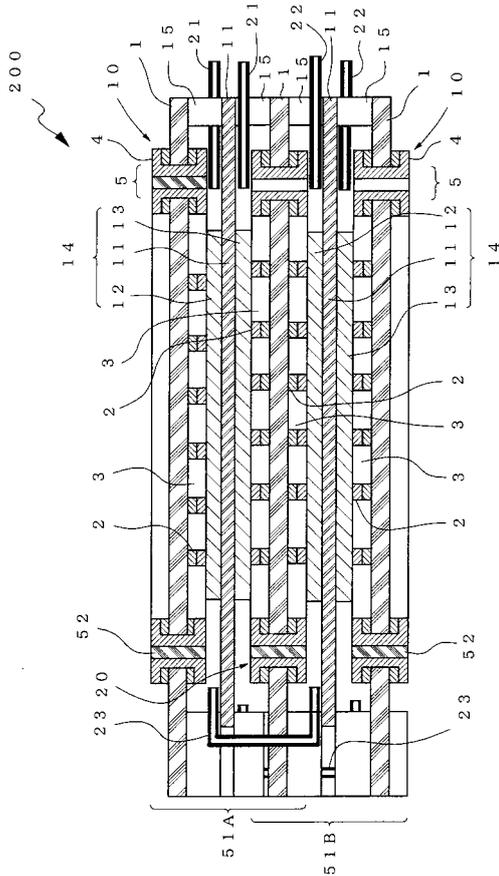
【 図 7 】



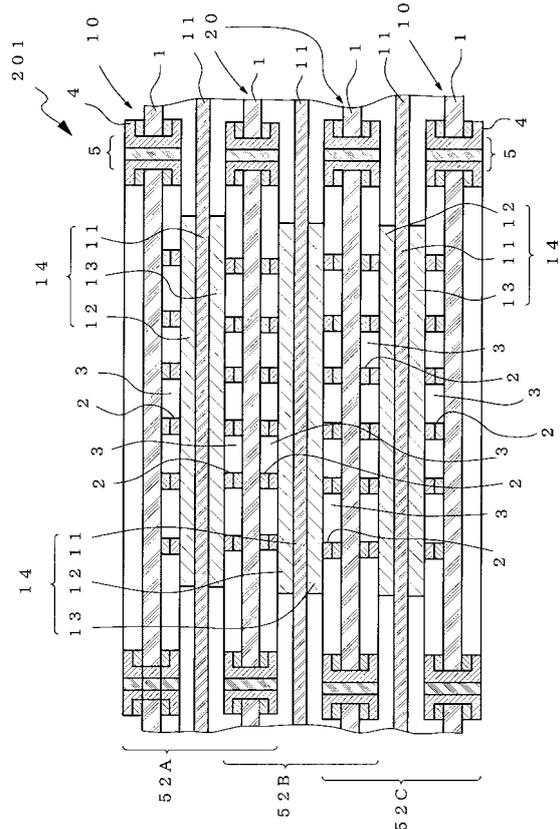
【 図 8 】



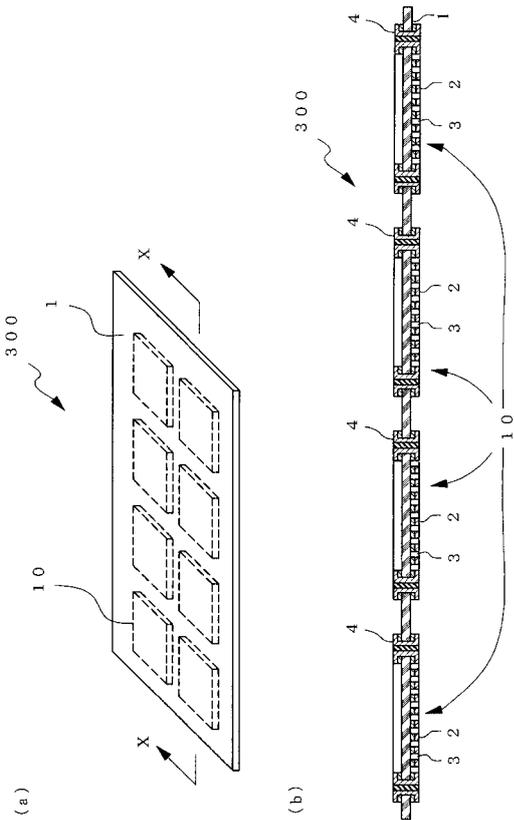
【 図 9 】



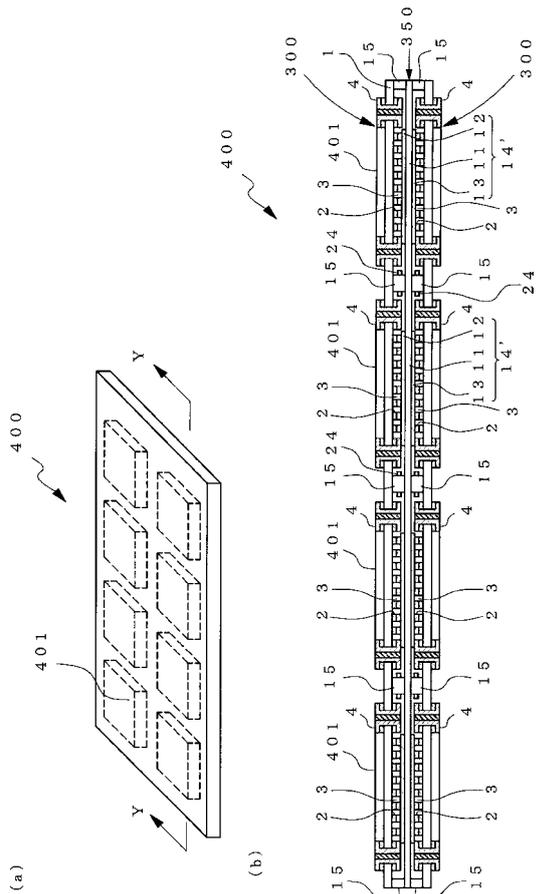
【 図 10 】



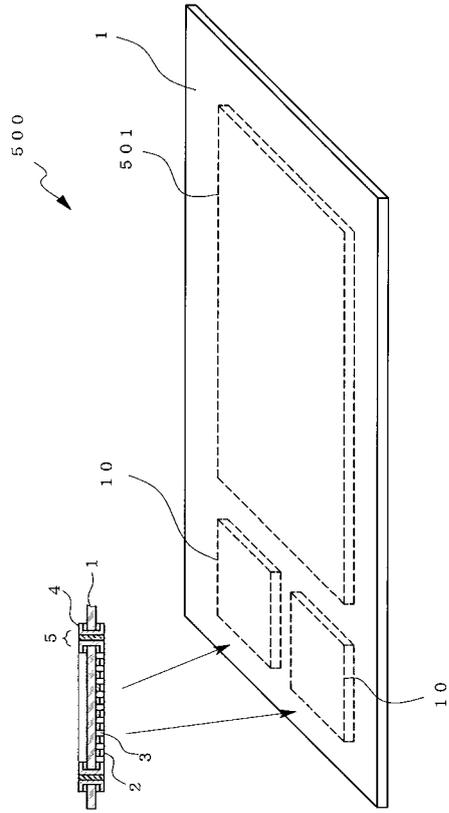
【 図 11 】



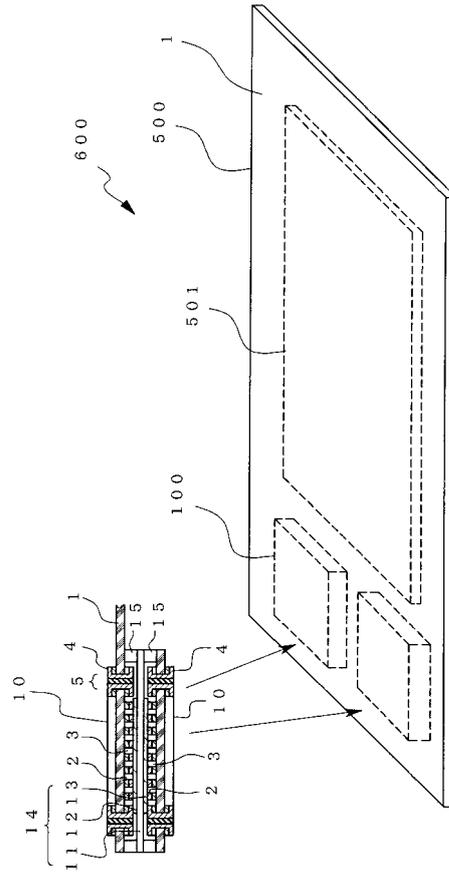
【 図 12 】



【図 13】



【図 14】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平06-349511(JP,A)
特開2001-076748(JP,A)
特開2002-358982(JP,A)
特開2003-272662(JP,A)
特開2004-022437(JP,A)
特表2005-527944(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01M 8/02, 8/10