

(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2017-147235

(P2017-147235A)

(43) 公開日 平成29年8月24日 (2017.8.24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 M 8/0271 (2016.01)	H O 1 M 8/02 S	5 H 1 2 6
H O 1 M 8/02 (2016.01)	H O 1 M 8/02 E	
H O 1 M 8/10 (2016.01)	H O 1 M 8/10	
H O 1 M 8/2485 (2016.01)	H O 1 M 8/24 S	

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2017-84124 (P2017-84124)	(71) 出願人	314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(22) 出願日	平成29年4月21日 (2017.4.21)	(74) 代理人	100106116 弁理士 鎌田 健司
(62) 分割の表示	特願2016-507916 (P2016-507916) の分割	(74) 代理人	100170494 弁理士 前田 浩夫
原出願日	平成27年8月25日 (2015.8.25)	(72) 発明者	田口 良文 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ ソニック株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2014-171736 (P2014-171736)	(72) 発明者	吉本 規寿 大阪府門真市大字門真1006番地 パナ ソニック株式会社内
(32) 優先日	平成26年8月26日 (2014.8.26)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

最終頁に続く

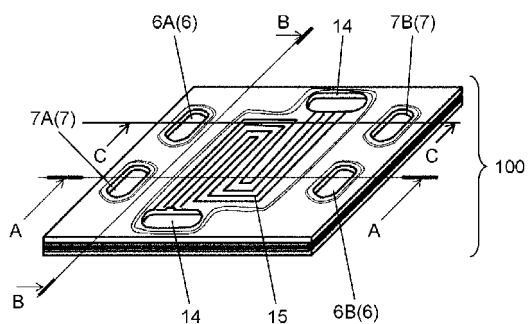
(54) 【発明の名称】 燃料電池モジュールの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 ガスのクロスリークや外部リーク、ショートカットを、複雑なシール構造を用いない簡単な構造で防ぐとともに、小型化、薄型化を実現することができる燃料電池の電池モジュールおよび電池スタックを提供する。

【解決手段】 電極 - 膜接合体と、セパレータは、少なくとも一部に繊維を含有する樹脂によって互いに接着されて一体とし、電極 - 膜接合体に当接して設けられたガス拡散層の少なくとも一部に前記樹脂を含浸するように設ける。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高分子電解質膜と、前記高分子電解質膜の第 1 面に設けられたアノード電極と、前記高分子電解質膜の第 2 面に設けられたカソード電極とを含む電極部と、前記電極部の、前記アノード電極が設けられたアノード面と前記カソード電極が設けられたカソード面それぞれに当接した一对のガス拡散層とを有する電極 - 膜接合体の両面から少なくとも一部に繊維を含有する固体状態の複数の樹脂シートを環状に加工して重ね合わせるステップと、前記複数の樹脂シートが重ね合わせられた電極 - 膜接合体を、一对のセパレータで挟み込んで加熱することで、前記電極 - 膜接合体と前記一对のセパレータとを接着し一体に接合させるステップと、を備え、

10

前記一对のセパレータのそれぞれには、燃料ガス、酸化剤ガスの一方を前記電極部に供給および排出する流路溝と、前記流路溝の供給端、排出端にそれぞれ繋がる一对の接続溝と、前記一对の接続溝のそれぞれを介して前記流路溝に繋がる一对のマニホールドとが形成されており、

前記電極 - 膜接合体と前記一对のセパレータとを接着する際に、前記一对の接続溝に露出する部分において、種類の異なる樹脂部及び前記複数の樹脂シートを予め部分的な加熱を行った後に、前記電極 - 膜接合体と重ね合わせ、その後、前記電極 - 膜接合体と、前記電極 - 膜接合体に重ね合わせられた前記複数の樹脂シートとを前記一对のセパレータで挟み込んで加熱する、

燃料電池モジュールの製造方法。

20

【請求項 2】

前記一对のガス拡散層を、前記セパレータで挟み込んで加熱させる際に、前記電極部と一体に接着し接合させる、

請求項 1 記載の燃料電池モジュールの製造方法。

【請求項 3】

前記繊維は絶縁性の熱硬化性樹脂で形成された織布を構成している、

請求項 1 又は 2 に記載の燃料電池モジュールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、固体高分子形燃料電池（PEFC）に関し、特に電極膜接合体とセパレータとで構成された燃料電池モジュールの製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池は、水素を含有する燃料ガスと、空気など酸素を含有する酸化剤ガスとを電気化学的に反応させることにより、電力と熱を同時に発生させる。PEFCは、水素イオンを選択的に輸送する高分子電解質膜と、その高分子電解質膜の両面に形成されたアノード電極、カソード電極とを有する。これらの電極は、高分子電解質膜の表面に形成される触媒層と、触媒層の外側に配置され、通気性と電子導電性を併せ持つガス拡散層（GDL）とを有する。このように高分子電解質膜と電極とが一体的に接合されて組み立てられた構造体を電解質膜—電極接合体（MEA：MEMBRANE ELECTRODE ASSEMBLY）と称す。

40

【0003】

MEAの両面には、MEAを機械的に挟み込んで固定すると共に、隣接するMEAを互いに電氣的に直列に接続する導電性的一对のセパレータが配置される。セパレータにおけるMEAとの接触部分には、それぞれの電極に反応ガスを供給し、また生成する水や余剰ガスを運び去るためのガス流路が形成されている。そして、ガス流路に供給される反応ガス等が外部へリークしたり、混合したりしないように、MEAにおける電極形成部分の外周を囲むように、一对のセパレータの間には封止部材（シール）が配置される。このような構造体を電池モジュール（セル）という。

50

【 0 0 0 4 】

ところで、燃料電池ではガスの利用効率の向上が重要な課題の一つである。利用効率を下げる要因としては、ガスのクロスリーク、ガスの外部リーク、ガスのショートカットがある。

【 0 0 0 5 】

加工上の制約などの理由から、ガasketの内縁と電極形成部分の外縁との間には間隙が生じる場合がある。このような間隙がアノード面側、またはカソード面側、またはアノード面側とカソード面側の双方に存在するような場合には、PEFCの運転時において間隙に燃料ガスおよび酸化剤ガスが漏出する虞がある。漏出した燃料ガスおよび酸化剤ガスは、MEAにほとんど暴露されないまま外部に排出される。その結果、燃料ガスおよび酸化剤ガスの利用効率が低下し、PEFCの効率（発電効率）の低下を招く。ガスのショートカットはこのような要因によって発生する。

10

【 0 0 0 6 】

このような問題を解決するために、MEAと、MEAを保持する枠体と弾力性のあるガasket材料とを一体に構成したものとを組み合わせ、MEA一体化製品を構成する構造が知られている（例えば、特許文献1参照）。

【 0 0 0 7 】

一方、燃料電池スタックには、小型化、薄型化が要求されている。しかしながら、カーボンと樹脂結合材とをベースとした、いわゆるカーボンセパレータの線膨張係数は大きく、運転時の寸法変化が大きい。そのため、その寸法変化を吸収するためのバネ等が必要で、燃料電池スタックを小型化できない。また、強度を確保するためにはセパレータを厚くする必要がある。これに対し、導電性のプリプレグにプレス加工で流路を形成したセパレータを用い、線膨張係数の低減と、薄型化を両立する構造が知られている（例えば、特許文献2参照）。

20

【 0 0 0 8 】

さらに、圧縮成形により作製された一対のセパレータにより発電要素を挟持した単セルを、複数積層して燃料電池を作製する際、隣接する単セルのセパレータ同士を接着剤により貼り合わせる。この接着剤が、セパレータを流れる冷却水をシールするシール部材として機能する構造も知られている（例えば、特許文献3参照）。

30

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 9 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 9 - 2 1 2 1 7 号 公 報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 6 - 2 8 6 5 9 2 号 公 報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 0 5 - 1 6 6 4 2 5 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 0 】

本発明は、ガスのクロスリークや外部リーク、ショートカットを、簡単な構造および製造方法で防ぐことができ、同時に耐久性を改善させて小型化、薄型化を実現することができる、燃料電池モジュールの製造方法を提供する。

40

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 1 】

本発明の燃料電池モジュールは、電極 - 膜接合体と、一対のセパレータとを有する。電極 - 膜接合体は、電極部と、一対のガス拡散層とを含む。電極部は、高分子電解質膜と、この高分子電解質膜の第1面に設けられたアノード電極と、第2面に設けられたカソード電極とを含む。一対のガス拡散層は、電極部の、アノード電極が設けられたアノード面と、カソード電極が設けられたカソード面にそれぞれ当接している。セパレータは、電極 - 膜接合体をアノード面およびカソード面からそれぞれ挟み込んでいる。電極 - 膜接合体とセパレータのそれぞれとは、少なくとも一部に繊維を含有する樹脂で構成された複数の樹

50

脂部によって互いに接着されている。ガス拡散層のそれぞれの少なくとも一部に複数の樹脂部のそれぞれが含まれている。

【0012】

この構造により、ガスのクロスリークや外部リーク、ショートカットを、簡単な構造で防ぐことを可能とする。同時に、小型化、薄型化をも実現できる。

【0013】

このとき、燃料電池モジュールを積層して燃料電池スタックとし、それぞれの燃料電池モジュールは、ガスケットを介して締結されるか、樹脂部によって接着され、一体に接合されている。

【0014】

さらに、本発明の燃料電池モジュールの製造方法では、上述の電極 - 膜接合体の両面から少なくとも一部に繊維を含有する固体状態の複数の樹脂シートを環状に加工して重ね合わせる。そして、複数の樹脂シートが重ね合わせられた電極 - 膜接合体を、一对のセパレータで挟み込んで加熱する。この操作により、電極 - 膜接合体とセパレータとを接着し一体に接合させる。

【0015】

これにより、上記燃料電池モジュールを作製することができる。

【発明の効果】

【0016】

以上のように、本発明によれば、燃料ガスと酸化剤ガスそれぞれについて、クロスリーク、外部リーク、ショートカットを防止することができ、発電効率の低下を無くすることができる。また、モジュールの線膨張係数を小さくすることによって、小型化、薄型化を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の実施の形態における燃料電池モジュールの模式図

【図2】図1に示す燃料電池モジュールの展開図

【図3A】図1に示す燃料電池モジュールの断面図

【図3B】図1に示す燃料電池モジュールの他の断面図

【図4】図3Aに示す燃料電池モジュールの展開図

【図5】図3Aに示す燃料電池モジュールを用いた燃料電池モジュール積層体の断面図

【図6】本発明の実施の形態における他の燃料電池モジュールを用いた燃料電池モジュール積層体の断面図

【図7】図3Aに示す燃料電池モジュールを用いた燃料電池モジュール積層体のさらに他の例を示す断面図

【図8】本発明の実施の形態における他の燃料電池モジュールの断面図

【図9】図8に示す燃料電池モジュールの他の断面の例を示す図

【図10】図8に示す燃料電池モジュールの他の断面の他の例を示す図

【図11】図8に示す燃料電池モジュールの他の断面のさらに他の例を示す図

【図12】本発明の実施の形態におけるさらに他の燃料電池モジュールの断面図

【図13】図12に示す燃料電池モジュールの他の断面の例を示す図

【図14】本発明の実施の形態における燃料電池スタックの断面模式図

【図15】図14に示す燃料電池スタックの展開図

【図16】本発明の実施の形態による燃料電池モジュールの製造フローチャート

【図17】本発明の実施の形態による燃料電池モジュールの樹脂部となる樹脂シートの一例を示す平面図

【図18】本発明の実施の形態による燃料電池モジュールの樹脂部となる樹脂シートの他の例を示す平面図

【図19】本発明の実施の形態による燃料電池モジュールの樹脂部となる樹脂シートのさらに他の例を示す平面図

10

20

30

40

50

【図 2 0】本発明の実施の形態による燃料電池モジュールの樹脂部のさらに他の例を示す分解斜視図

【図 2 1】本発明の実施の形態による燃料電池モジュールの樹脂部となる樹脂シートのさらに他の例を示す平面図

【図 2 2】図 2 1 に示す樹脂シートを用いた組立例を示す平面図

【図 2 3 A】本発明の実施の形態による燃料電池モジュールの断面の電子顕微鏡写真を示す図

【図 2 3 B】図 2 3 A に示す電子顕微鏡写真の模式図

【発明を実施するための形態】

【0018】

本発明の実施の形態の説明に先立ち、従来の燃料電池モジュールにおける問題点を簡単に説明する。

【0019】

特許文献 1 記載の構成では、枠体と高分子電解質膜の間隙を、弾性体であるシールで埋めることが必要となり、高い部品寸法精度および組立精度が必要となる。そのため、公差範囲で隙間が生じないような複雑な形状のシールとなると共に、公差を成立させるために、シールの厚みを薄くできない。

【0020】

特許文献 2 に記載の構成では、セパレータに対して線膨張係数および厚みを低減させているが、シールについては何ら言及されていない。同文献において、弾性体のシールを用いた場合であっても、上述の特許文献 1 と同様の課題が生じる。また、接着剤等を用いた場合には、シールの線膨張係数がセパレータに対して大きくなり、運転時のシールの信頼性が低下し、さらに粘度の高い液体を用いるため、製造工程が煩雑になる。

【0021】

特許文献 3 に記載の構成では、セパレータ同士を接着剤によって固定している。しかしながら、接着剤の線膨張係数はセパレータに比べて一般に大きい。そのため、積層方向および面内方向において、起動・停止等で生じる温度変化により応力が発生し、耐久性が低くなる。さらに、接着剤の層を電極面の絶縁層として用いる場合、硬化時に樹脂が流動し、厚みが一定に保つことが困難となる。その結果、電気絶縁性を確保できない。さらに、樹脂の流動性を部分的に変化させることが困難である。そのため、流動性を低減させたような接着剤の組成・構成であっても、電極と接着剤の間に空隙が生じ、ガスのショートカットを生じてしまう虞がある。

【0022】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0023】

図 1 は、本発明の実施の形態にかかる燃料電池モジュールの構造を、模式的に示した斜視図である。図 2 は図 1 に示す燃料電池モジュールの展開図である。図 3 A 及び図 4 は、図 1 の A - A 線における断面図およびその展開図である。図 3 B は、図 1 の C - C 線における断面図である。図 5 ~ 図 7 は、燃料電池モジュール積層体の例を示す断面図である。

【0024】

図 1、図 2 に示すように、燃料電池モジュール 100 は、電極 - 膜接合体（以下、MEA）2 と、アノードセパレータ 3 と、セパレータ 4（以下、セパレータ 3、4）とを有する。MEA 2 は、セパレータ 3、4 により挟まれている。セパレータ 3、4 は一対の導電性セパレータであり、セパレータ 3 は燃料ガス経路を形成し、セパレータ 4 は酸化剤ガス経路を形成している。

【0025】

より具体的には、図 3 A、図 4 に示すように、MEA 2 は、高分子電解質膜 12 と、高分子電解質膜 12 の第 1 面に設けられたアノード電極 2 A と、高分子電解質膜 12 の第 2 面に設けられたカソード電極 2 B と、一対のガス拡散層 13 A、13 B とを含む。高分子電解質膜 12 と、アノード電極 2 A と、カソード電極 2 B とは、電極部を構成している。

10

20

30

40

50

ガス拡散層 13 A は、電極部の、アノード電極 2 A が設けられたアノード面にそれぞれ当接し、ガス拡散層 13 B は、電極部の、カソード電極 2 B が設けられたカソード面に当接している。セパレータ 3、4 は、MEA 2 をアノード面およびカソード面からそれぞれ挟み込んでいる。

【0026】

ガス拡散層 13 A、13 B は、セパレータ 3、4 の表面とそれぞれ当接している。セパレータ 3 に設けられた燃料ガス流路溝 8 と、ガス拡散層 13 A とによって燃料ガス流路が画定されている。一方、セパレータ 4 に設けられた酸化剤ガス流路溝 9 と、ガス拡散層 13 B とによって、酸化剤ガス流路が画定されている。これにより、燃料ガスは、セパレータ 3 に対向するガス拡散層 13 A に、酸化剤ガスはセパレータ 4 に対向するガス拡散層 13 B にそれぞれ接触して電気化学的に反応する。

10

【0027】

セパレータ 3、4 および MEA 2 の周縁部は、少なくとも一部に繊維を含有する樹脂部 1 によりそれぞれ接着されて一体に接合されている。樹脂部 1 は、セパレータ 3 に当接した樹脂部 1 A と、セパレータ 4 に当接した樹脂部 1 B とを含む。ガス拡散層 13 A の少なくとも一部に樹脂部 1 A が含浸し、ガス拡散層 13 B の少なくとも一部に樹脂部 1 B が含浸している。

【0028】

なお図 1 に示すように、モジュール 100 の周縁部には、それぞれ一对の貫通孔である燃料ガスマニホール 6、酸化剤ガスマニホール 7 が設けられている。すなわち、燃料ガスマニホール 6 は、燃料ガスマニホール 6 A、6 B で構成され、酸化剤ガスマニホール 7 は、酸化剤ガスマニホール 7 A、7 B で構成されている。燃料ガスマニホール 6、酸化剤ガスマニホールには、それぞれ燃料ガスおよび酸化剤ガスが流通する。図 3 A ~ 図 4 に示すように、セパレータ 3、4 および MEA 2 の周縁部にはそれぞれ、燃料ガスマニホール 6、酸化剤ガスマニホール 7 が設けられている。

20

【0029】

また、燃料ガスマニホール 6 および酸化剤ガスマニホール 7 からそれぞれのガスを MEA 2 の電極面内に導入および排出するため、セパレータ 3、4 にはそれぞれ、接続溝 10、11 が設けられている。接続溝 10 と MEA 2、樹脂部 1 とにより燃料ガス接続経路が画定され、接続溝 11 と MEA 2、樹脂部 1 とにより酸化剤ガス接続経路が画定されている。

30

【0030】

接続溝 10 は接続溝 10 A、10 B を含み、接続溝 11 は接続溝 11 A、11 B を含んでいる。接続溝 10 A は燃料ガス流路溝 8 の供給端に、接続溝 10 B は燃料ガス流路溝 8 の排出端に、それぞれ繋がっている。接続溝 11 A は酸化剤ガス流路溝 9 の供給端に、接続溝 11 B は酸化剤ガス流路溝 9 の排出端に、それぞれ繋がっている。

【0031】

燃料ガスマニホール 6 A は接続溝 10 A を介して燃料ガス流路溝 8 に繋がり、燃料ガスマニホール 6 B は接続溝 10 B を介して燃料ガス流路溝 8 に繋がっている。酸化剤ガスマニホール 7 A は接続溝 11 A を介して酸化剤ガス流路溝 9 に繋がり、酸化剤ガスマニホール 7 B は接続溝 11 B を介して酸化剤ガス流路溝 9 に繋がっている。

40

【0032】

また、図 1 に示すように、モジュール 100 には、さらに、一对の冷却水マニホール 14 が設けられ、セパレータ 4 には、冷却水マニホール 14 に繋がった冷却水流路溝 15 が設けられている。冷却水流路溝 15 は、セパレータ 4 において、酸化剤ガス流路溝 9 が設けられた面の反対側の面に設けられている。なお、燃料ガスマニホール 6、酸化剤ガスマニホール 7、冷却水マニホール 14 は、電極面の外周の 4 辺に配置されているが、これらのマニホール、接続流路および電極面内の流路の形状、位置はこれに限るものではなく、設計に応じて自由に配置してもよい。

【0033】

50

樹脂部 1 は、ガラス繊維にエポキシ樹脂を含浸させたプリプレグが耐熱温度、線膨張係数などの点で好ましく、FR-4をはじめ様々な物性を選定できる。しかしながら、繊維および樹脂はこれに限るものではなく、繊維は強度、厚み、線膨張係数、含有物質に応じてアラミド繊維やカーボン繊維などの他の繊維を用いてもよい。樹脂はフェノール樹脂や、不飽和ポリエステル樹脂、ポリウレタン樹脂などの他の熱硬化性樹脂、或いは、熱可塑性の樹脂であってもよい。また繊維を含有する樹脂と他の樹脂を多層に積層した構成や、部分的に組成の異なる構成であってもよい。また、アノード面側、カソード面側それぞれで異なる構成の少なくとも一部に繊維を含有する樹脂部 1 を用いてもよい。

【0034】

以上のように構成されたモジュール 100 を複数用意して積層することにより、図 5 に示すように、燃料電池モジュール積層体（以下、積層体）200 が構成される。積層体 200 においては、隣接したMEA2 が互いに電氣的に直列又は並列に接続される。

10

【0035】

また、モジュールとして一体に接合されるMEA2 は、1 枚に限るものではない。図 6 に示すように、複数のMEA2 を、セパレータ 3、セパレータ 4、表裏に燃料ガス経路、酸化剤ガス経路を形成したセパレータ 5 を用いて一体に接合してモジュール 101 を構成してもよい。

【0036】

その場合、MEA2 に対する冷却水流路溝 15 の構成は特に限定するものではない。例えば、1 枚のMEA2 につき 1 つ、セパレータ 3 とセパレータ 4 との当接面で冷却水流路溝 15 を形成してもよい。あるいは図 6 に示すように、セパレータ 5 を用いて複数のMEA2 を積層し、複数のMEA2 ごとに冷却水流路溝 15 が形成されていてもよい。

20

【0037】

また、燃料電池モジュールの構成は特に限定するものではない。例えば、セパレータ 3、MEA2、セパレータ 4 の間に樹脂部 1 を設けた 5 層構成の燃料電池モジュール 100 もあり得る。その他、セパレータ 3、MEA2、セパレータ 5、MEA2、セパレータ 4 の間に樹脂部 1 を設けた 9 層構成からなる燃料電池モジュールも考え得る。さらにこれらの燃料電池モジュール積層体などが考えられる。

【0038】

燃料電池モジュールを積層して積層体を構成する場合は、モジュールとモジュールの間にさらに樹脂部 1 を設けて一体に接合してもよい。

30

【0039】

また、冷却水流路溝 15 を形成する面のシール構成は特に限定するものではなく、図 5、図 6 に示すように、別途、ガスケット等のシール材 20 およびセパレータ 4 やセパレータ 5 のシール溝 21 を用いた構成でもよい。図 6 に示す積層体 200 においては、モジュール 101 のうちの 2 つの間にシール材 20 が配置されている。シール材 20 の材料は、特に限定するものではなく、線シール形状や接着剤、セパレータに一体に形成されたものなどであってもよい。

【0040】

また、図 7 に示すように、一部もしくは全ての冷却水流路溝 15 が形成された面に、樹脂部 1 を配置してもよい。すなわち、モジュール 102 では、冷却水流路溝 15 が形成された面に樹脂部 1 が配置されている。そして、図 7 に示す積層体 200 においては、モジュール 101 とモジュール 102 は樹脂部 1 によって接着されて、一体に接合されている。

40

【0041】

樹脂部 1 の厚みは特に規定されるものではないが、MEA2 のガス拡散層 13A、13B の厚みと同程度が好ましい。このようにすれば、セパレータ 3、4、5 のガス拡散層 13 が当接する箇所と、樹脂部 1 が接する箇所との厚みの差を小さく、若しくは、無くすることができる。そのため、ガスのリークやショートカットをより簡便に抑制することができる。

50

【 0 0 4 2 】

MEA 2 のガス拡散層 1 3 の端面は、その外周の少なくとも一部に樹脂部 1 が接している。すなわち、ガス拡散層 1 3 A , 1 3 B の外周の一部において、樹脂が存在しない領域が存在していてもよく、また一方でガス拡散層 1 3 の端面の一部に含浸している箇所が存在していてもよい。

【 0 0 4 3 】

セパレータ 3、4 の材質は特に限定するものではなく、カーボン粒子と樹脂結合材とで構成された、いわゆるカーボンセパレータであってもよく、他の材質、例えばカーボン繊維を含有したプリプレグや金属板を加工したものなどであってもよい。

【 0 0 4 4 】

以上の構成により、燃料ガスおよび酸化剤ガスの経路は、樹脂部 1 によって外部に対して気密に保たれており、外部リーク、クロスリークを抑制することができる。

【 0 0 4 5 】

また、MEA 2 のガス拡散層 1 3 の端面の少なくとも一部に樹脂が存在することによって、燃料ガスおよび酸化剤ガスのショートカットも抑制することができる。また、樹脂部 1 によって、モジュール 1 0 0 ~ 1 0 2 の線膨張係数が低くなり温度変化による寸法の変化を抑えることができる。よって、薄型、簡便な構造でより安定的に燃料ガスおよび酸化剤ガスの外部リーク、クロスリーク、ショートカットを抑制できる。

【 0 0 4 6 】

さらに、樹脂部 1 には繊維が含有されているため、モジュール 1 0 0 ~ 1 0 2 の線膨張係数を低減させることにより、起動・停止等で生じるスタック内部の温度変化による積層方向および面方向の寸法変化を抑制することができる。そのため、セパレータ 3 ~ 5 と樹脂部 1 との界面に発生する応力が低減され、モジュール 1 0 0 ~ 1 0 2 の耐久性を高めることができる。特に、繊維は織布であれば、線膨張係数をより低減させることができるため好ましい。すなわち、繊維は絶縁性の熱硬化性樹脂で形成された織布を構成していることが好ましい。

【 0 0 4 7 】

図 8 及び図 9 は、本実施の形態にかかる他の燃料電池モジュール 1 0 3 の断面図であり、図 8 は図 1 の A - A 線における断面、図 9 は図 1 の B - B 線における断面に対応する。

【 0 0 4 8 】

モジュール 1 0 3 では、接続溝 1 0、1 1 の断面積が異なる。接続溝 1 0 の断面積は、燃料ガス流路溝 8 の断面積より大きく、接続溝 1 1 の断面積は、酸化剤ガス流路溝 9 の断面積より大きい。図 8 では接続溝 1 0 B、1 1 A のみを示しているが、接続溝 1 0 A、1 1 B についても同様である。これ以外の構成は図 3 A に示すモジュール 1 0 0 と同様である。

【 0 0 4 9 】

したがって、燃料ガス接続経路の導入部、酸化剤ガス接続経路の導入部、燃料ガス接続経路の排出部、酸化剤ガス接続経路の排出部それぞれにおいて、接続されたガス流路の断面積より大きくなっている。

【 0 0 5 0 】

具体的には、接続溝 1 0 A の断面積は、燃料ガス流路溝 8 の供給端における断面積より大きく、接続溝 1 0 B の断面積は燃料ガス流路溝 8 の排出端における断面積より大きい。接続溝 1 1 A の断面積は、酸化剤ガス流路溝 9 の供給端における断面積より大きく、接続溝 1 1 B の断面積は酸化剤ガス流路溝 9 の排出端における断面積より大きい。なお、特に図示していないが、電極面内で流路の形状、本数が変化してもよく、その際も同様に供給端、排出端それぞれにおいて接続溝の断面積が、接続される流路溝の断面積より大きくなっていけばよい。

【 0 0 5 1 】

また、図 9 では、例えば、接続溝 1 0 A の幅、深さが、燃料ガス流路溝 8 の供給端より大きい、接続溝 1 0 A の断面積を大きくする構成はこれに限るものではない。例えば、

10

20

30

40

50

図 10 に示すように、接続溝 10A の流路本数を変更してもよい。すなわち、図 9 では燃料ガス流路溝 8 と接続溝 10A とが 1 対 1 で対応しているが、図 10 では複数の燃料ガス流路溝 8 に対して 1 つの接続溝 10A が設けられている。

【0052】

あるいは、図 11 に示すように、接続溝 10A に対応する箇所の樹脂部 1 の厚みを減少させる、もしくは設けないことによって、接続溝 10A の断面積を大きくしてもよい。

【0053】

なお、このような接続溝 10、11 の構成を図 6、図 7 を参照して説明した積層体 200 に適用してもよい。

【0054】

このように、接続溝 10、11 の断面積を大きくすることで、図 3A に示すモジュール 100 における効果に加え、さらに以下の効果を奏する。すなわち、モジュール 103 を作製する際には、後述する樹脂シートを加熱加圧し、セパレータ 3、4 と MEA 2 とを一体に接合させる。その際の樹脂流動により接続溝の一部もしくは全部が閉塞されることを防止できる。その結果、モジュール 103 の性能を安定させることができる。

【0055】

図 12 及び図 13 は、本実施の形態に係るさらに他の燃料電池モジュール 104 の構造を模式的に示した図であり、図 12 は図 1 の A - A 線における断面に対応し、図 13 は図 1 の B - B 線における断面に対応する。

【0056】

モジュール 104 は、樹脂部 1 に加えて樹脂シート 22 を有する。樹脂シート 22 は、モジュール 103 において、樹脂部 1 (1A) における接続溝 10 に対向する面、および、樹脂部 1 (1B) における接続溝 11 に対向する面に配置されている。すなわち、接続溝 10、11 に対向する部分が 2 層以上の構造となっている。すなわち、樹脂部 1 と樹脂シート 22 とを合わせて、少なくとも一部に繊維を含有する樹脂部と見なすこともできる。言い換えると、樹脂部のそれぞれにおける、接続溝 10、11 に露出している部分では種類の異なる複数の樹脂が積層されている。これ以外の構成は図 8 に示すモジュール 103 と同様である。

【0057】

樹脂シート 22 の種類は特に限定するものではないが、耐熱性に優れたものが好ましく、PPS、もしくはポリイミドのフィルムが考えられる。樹脂シート 22 の厚みについても特に限定するものではないが、樹脂部 1 の厚みの 3 分の 1 以下が好ましい。この場合、樹脂シート 22 を樹脂部 1 に、容易に埋設することができ、厚み方向の段差が生じないために、当接するセパレータ、4 の形状を簡便にすることができる。

【0058】

なお、このような樹脂シート 22 を有する構成を図 6、図 7 を参照して説明した積層体 200 に適用してもよい。

【0059】

このような構成により、図 8 に示すモジュール 103 における効果に加え、さらに以下の効果を奏する。すなわち、モジュール 104 を作製する際には、後述する樹脂シートを加熱加圧し、セパレータ 3、4 と MEA 2 とを一体に接合させる。その際、樹脂シート 22 が、樹脂流動により接続溝の一部もしくは全部が閉塞されることを防止できる。その結果、モジュール 104 の性能を安定させることができる。

【0060】

図 14 は、本発明の実施の形態にかかる燃料電池スタック 300 の構造を模式的に示した断面図であり、図 15 はその展開図である。

【0061】

図 15 に示すように、積層体 200 の両側には、電流を取り出す集電部 201、202 が積層体 200 に当接して設けられている。燃料ガス、酸化剤ガスおよび冷却水を外部から供給排出するためのマニホールド 203 が積層体 200 のマニホールド部に気密に当接

10

20

30

40

50

して設けられている。その外側に絶縁部 204、205、荷重を保持するための締結部 207、208、および弾性体 206 が設けられている。弾性体 206 を介してこれらの構成部品が加圧された状態で締結部 207 と締結部 208 とが固定され、燃料電池スタック 300 が構成されている。

【0062】

締結部 207、208 を固定する構成は図示していないが、ボルト締結、カシメ、ピン固定、溶接などが考えられ、特にその手段を限定するものではない。積層体 200 では、少なくとも 1 枚以上の MEA 2 とセパレータとが、樹脂部 1 によって一体に接合されて形成された燃料電池モジュールが少なくとも 1 つ以上積層されている。各モジュール同士の気密はモジュール間に設けられたシール材によって保たれている。

10

【0063】

本実施の形態では各モジュールの端部には冷却水経路が構成されているが、必ずしも冷却水経路の面でなくてもよく、燃料ガス経路または酸化剤ガス経路を構成する面、或いは、経路を構成していない平面に設けてあってもよい。

【0064】

また、集電部 201、202、マニホールド 203、絶縁部 204、205、締結部 207、208、弾性体 206 の構成については、特に図 14、図 15 の形状に限定されるものではない。積層された複数の燃料電池モジュールを当接させ、電流を取り出す構造であればよい。

【0065】

このような構成により、燃料ガスおよび酸化剤ガスの外部リーク、クロスリーク、ショートカットを抑制するとともに、モジュールを簡便に積層し直列に接続することができ、燃料電池スタック 300 の性能を安定させることができる。

20

【0066】

図 16 は、本実施の形態にかかる燃料電池モジュール積層体の製造方法を示すフローチャートである。図 17 ~ 図 19、図 21 は樹脂部 1 を形成するための樹脂シートの平面図である。以下、図 16 を参照しながら、モジュール 100 で構成された積層体 200 を組み立てる手順を中心に説明する。

【0067】

まず、セパレータ 3 を金型にセットする (S1)。次に、セパレータ 3 の上に、例えば、図 17 に示す樹脂シート 1 S を重ねる (S2)。次に、樹脂シート 1 S の中央の空間部に電極部が配置されるように、樹脂シート 1 S の上に MEA 2 を重ねる (S3)。次に、MEA 2 の電極部が、樹脂シート 1 S の中央の空間部に配置されるように、樹脂シート 1 S を MEA 2 の上に重ねる (S4)。次に、セパレータ 4 を、樹脂シート 1 S の上に重ねる (S5)。以上の S1 ~ S5 の操作を、所定の回数だけ繰り返す (S6)。このようにして構成された積層体を、予め加熱されたホットプレス機にセットする (S7)。そして、積層体を所定時間に亘って加熱加圧する (S8)。所定時間経過後、積層体 200 を取り出し (S9)、冷却すればモジュール 100 で構成された積層体 200 が完成する。

30

【0068】

なお、セパレータ 3、4 と樹脂シート 1 S には、燃料ガスマニホールド 6、酸化剤ガスマニホールド 7、冷却水マニホールド 14 に相当する貫通孔が設けられている。そしてセパレータ 3、4 と樹脂シート 1 S とを重ねる際には、これらの貫通孔同士の位置を一致させる。

40

【0069】

なお、S3 において、ガス拡散層 13 は電極部が形成された高分子電解質膜 12 と予め接着、接合されている。これ以外に、S3 において、電極部が形成された高分子電解質膜 12 とガス拡散層 13 とを積層し、加熱加圧してもよい。この場合、加熱加圧によって同時に、高分子電解質膜 12 とガス拡散層 13 とが接着され、製造の工程を簡便にすることができる。このような方法により、燃料ガスおよび酸化剤ガスの外部リーク、クロスリーク、ショートカットを抑制しながら、薄型の燃料電池モジュールを製造することができる

50

。

【0070】

上述のように、図17に示す樹脂シート1Sでは、環状に形成され、マニホールドに相当する貫通孔と、MEA2の電極部を収容する中央の空間が打ち抜きにより形成されている。これ以外に、例えば図18に示すようにL字形状の樹脂シート1Tを2枚組み合わせたり、図19に示すように長方形形状の樹脂シート1Uを4枚組み合わせたりしてもよい。この場合、樹脂シート1Tや樹脂シート1Uは部分的に重ね合わせられる。あるいは、図示しない角ばったCの字形状に打ち抜いた樹脂シートと樹脂シート1Uとを組合せてもよい。このような構成により、打ち抜きによる材料ロスを減らすことができる。

【0071】

加熱加圧の条件については特に限定するものではないが、MEA2に対しての過剰な機械的・熱的なストレスが生じないように、2MPa以下、170以下の条件であることが好ましい。ガラス繊維にエポキシ樹脂を含浸させたプリプレグFR-4を樹脂シート1Sとして用いる場合、0.3~0.6MPa、120~160、120~3600秒の条件で接着する。また、加圧する際には、圧力制御もしくは寸法制御のいずれの方法を選択してもよく、含有される繊維により樹脂の流動および寸法変化を抑制することができる。さらに、繊維が存在するため、セパレータ3、4間を確実に絶縁することができるが、好ましくはスペーサ等を用いて寸法制御にて加圧することが望ましい。

【0072】

樹脂部1を形成する樹脂シート1Sは、ガラス繊維にエポキシ樹脂を含浸させたプリプレグが耐熱温度、線膨張係数などの点で好ましく、FR-4をはじめ様々な物性を選定できる。しかしながら、繊維および樹脂はこれに限るものではない。例えば、強度、厚み、線膨張係数、含有物質に応じて、アラミド繊維やカーボン繊維などの他の繊維を用いてもよい。樹脂はフェノール樹脂や、不飽和ポリエステル樹脂、ポリウレタン樹脂などの他の熱硬化性樹脂、或いは、熱可塑性の樹脂であってもよい。

【0073】

また、アノード面側、カソード面側それぞれで異なる構成の少なくとも一部に繊維を含有する樹脂シートを用いてもよい。

【0074】

また、繊維を含有する樹脂シートと他の樹脂とを多層に積層してもよい。すなわち、図12、図13に示すように、樹脂部1と樹脂シート22とを併用してもよい。この場合、図20に示すように、セパレータ3、4の接続溝10、11と当接する面に樹脂シート22を配置する。そして、セパレータ3と樹脂シート1SとMEA2と樹脂シート1Sとセパレータ4とをこの順に積層し、加熱加圧する。このようにすることが好ましい。

【0075】

このような製造方法によって、樹脂シート22により、加熱加圧の際に流動する樹脂が接続溝10、11に流れ込んで接続溝10、11が閉塞されることを防ぐことができる。

【0076】

また、樹脂部1は、部分的に組成の異なる構成であってもよく、特にセパレータ3、4の接続溝10、11に対応する箇所の樹脂流動性を低減させた構成が好ましい。図示していないが、樹脂部1の、接続溝10、11と当接する部分を、MEA2、セパレータ3、セパレータ4と積層する前に予め加熱等の手段により硬化させることが好ましい。以上のような製造方法によって、加熱硬化の際に接続溝10、11に当接する樹脂の流動性を下げ、接続溝10、11の閉塞を防ぐことができる。

【0077】

また、本実施の形態による製造方法では、接続溝10、11と、それ以外の箇所とで流路形状や樹脂の流動性を変えることができる。このような場合でも、MEA2と樹脂部1とを挟み込むセパレータ3、4が互いに平板となっている電極部の外周部分では、確実に樹脂を流動させて含浸させ、確実なシールをすることができる。また、セパレータ3、4に形成された接続溝10、11では、樹脂の流動を抑制させて、樹脂が流路に埋まらない

10

20

30

40

50

ようにすることができる。

【 0 0 7 8 】

特許文献 3 に示されたように、セパレータに接着剤を塗布するような方法では樹脂流動性を部分的に変更すること困難である。一方、本実施の形態による製造方法では、特に樹脂流動性を部分的に変更することができる。また、予め繊維が含有されている樹脂シートを用いることによって局所的に硬化を進めても樹脂シートの形状を維持することができる。

【 0 0 7 9 】

なお、図 1 7 に示す樹脂シート 1 S では、M E A 2 の電極部を収容する部分を矩形に打ち抜いているが、打ち抜き形状はこれに限るものではなく、図 2 1 に示す樹脂シート 1 X のように、電極部に向かって突出する凸部 1 P を有する形状が好ましい。

10

【 0 0 8 0 】

図 2 2 に示すように、凸部 1 P は、M E A 2 と樹脂シート 1 X とを積層する際に位置決めとなり、製造が容易になるとともに、加熱加圧後に確実に M E A 2 のガス拡散層 1 3 と樹脂部 1 とを接するようにすることができる。加えて、燃料ガスおよび酸化剤ガスのショートカットを確実に防ぐことができる。さらに、2 つの凸部 1 P の間の凹部 1 R は、樹脂シート 1 X と M E A 2 のガス拡散層 1 3 との間に空間を生じるため、加熱加圧時に流動する樹脂が電極部に対向する流路に流れ込むことを防ぐことができる。

【 0 0 8 1 】

図 2 3 A は、実際に作製された燃料電池モジュール 1 0 0 の電子顕微鏡断面写真を示し、図 2 3 B はその模式図である。樹脂部 1 によって、セパレータ 3、4 および M E A 2 が圧接した状態で気密に、一体に接合されていることがわかる。

20

【産業上の利用可能性】

【 0 0 8 2 】

本発明の燃料電池モジュールは、燃料ガスおよび酸化剤ガスの外部リーク、クロスリーク、ショートカットを抑制しながら、薄型の燃料電池モジュールを実現できることから、固体高分子型など種々の燃料電池の用途にも適用できる。

【符号の説明】

【 0 0 8 3 】

- 1 , 1 A , 1 B 樹脂部
- 1 P 凸部
- 1 R 凹部
- 1 S , 1 T , 1 U , 1 X 樹脂シート
- 2 電極 - 膜接合体 (M E A)
- 3 アノードセパレータ (セパレータ)
- 4 カソードセパレータ (セパレータ)
- 5 セパレータ
- 6 , 6 A , 6 B 燃料ガスマニホールド
- 7 , 7 A , 7 B 酸化剤ガスマニホールド
- 8 燃料ガス流路溝
- 9 酸化剤ガス流路溝
- 1 0 , 1 0 A , 1 0 B 接続溝
- 1 1 , 1 1 A , 1 1 B 接続溝
- 1 2 高分子電解質膜
- 1 3 , 1 3 A , 1 3 B ガス拡散層
- 1 4 冷却水マニホールド
- 1 5 冷却水流路溝
- 2 0 シール材
- 2 1 シール溝
- 2 2 樹脂シート

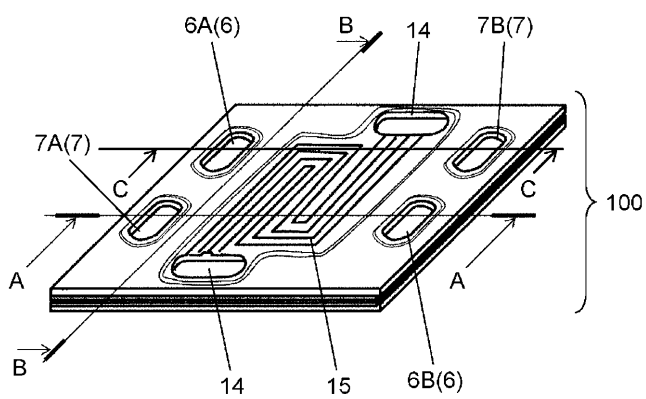
30

40

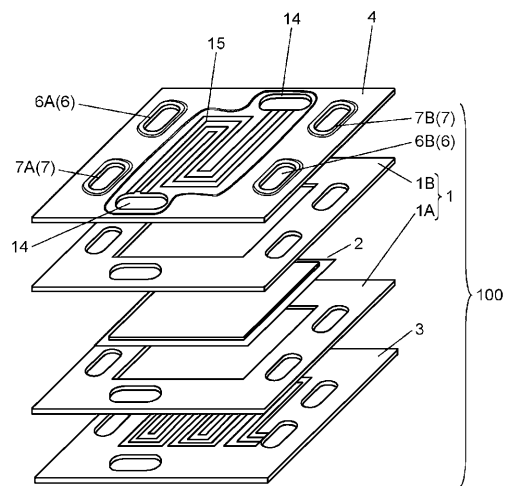
50

100, 101, 102, 103, 104 燃料電池モジュール（モジュール）
 200 燃料電池モジュール積層体（積層体）
 201, 202 集電部

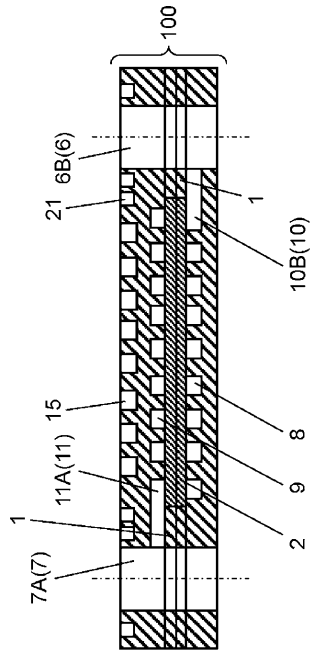
【図 1】



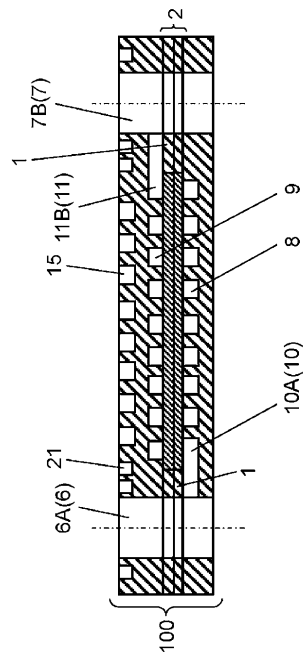
【図 2】



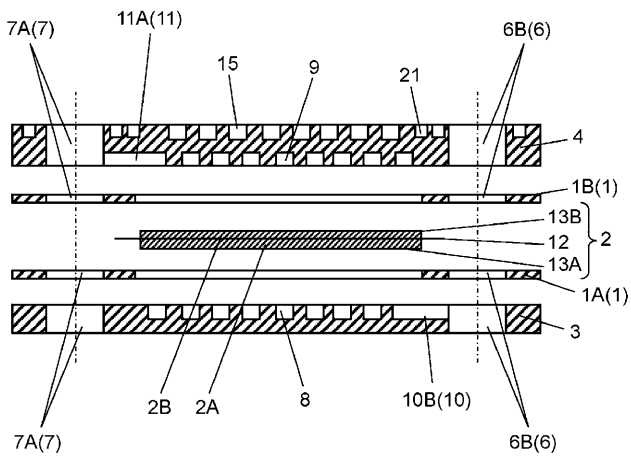
【図 3 A】



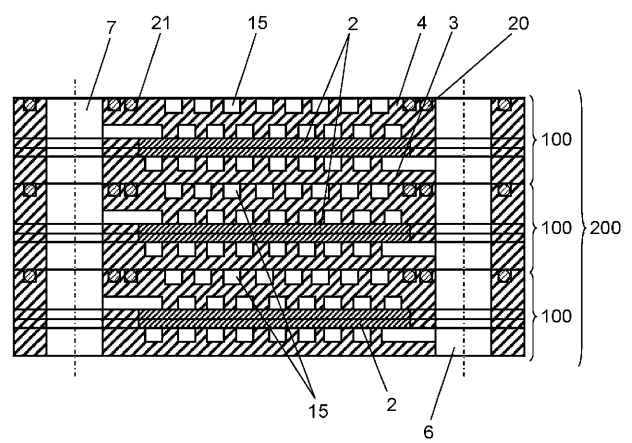
【図 3 B】



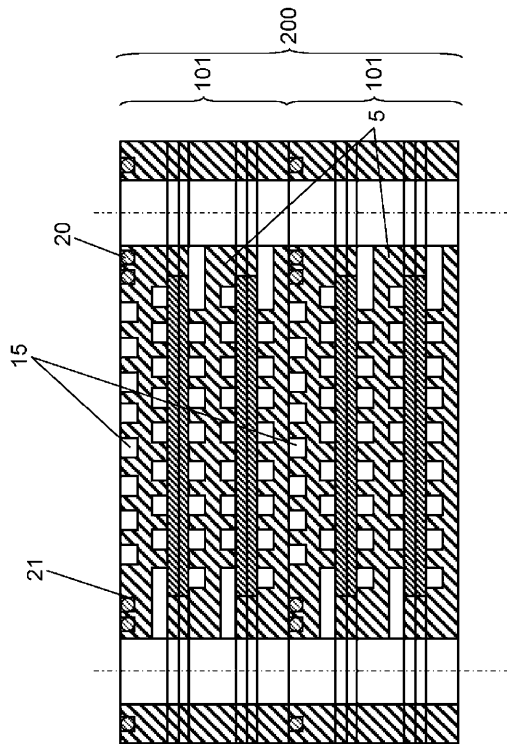
【図 4】



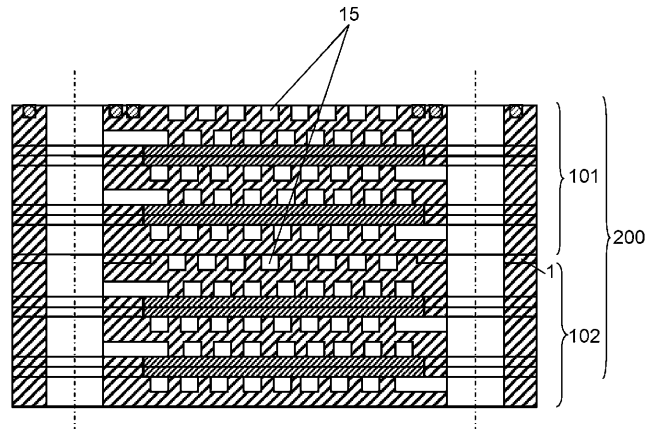
【図 5】



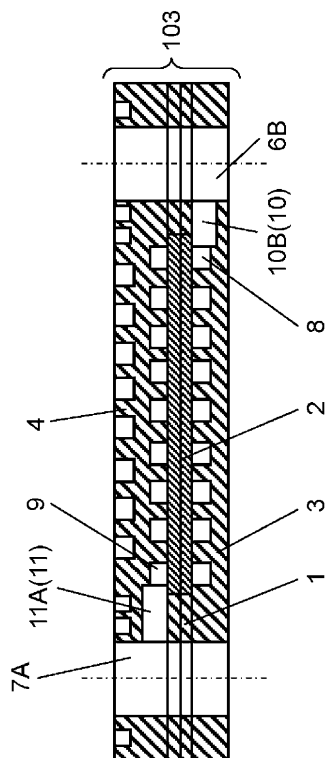
【図 6】



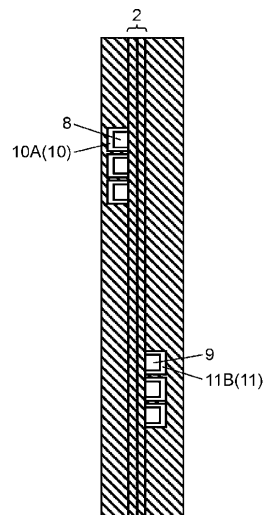
【図 7】



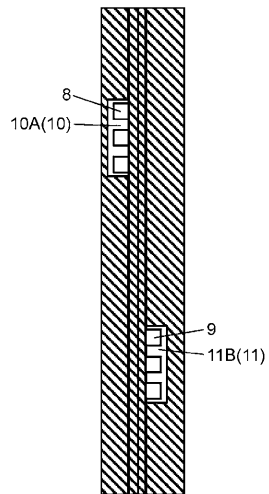
【図 8】



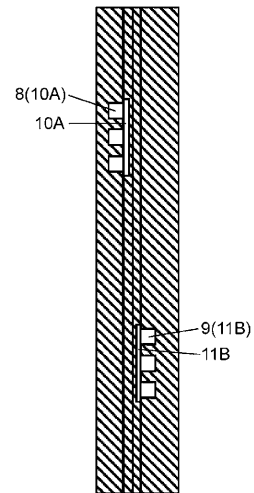
【図 9】



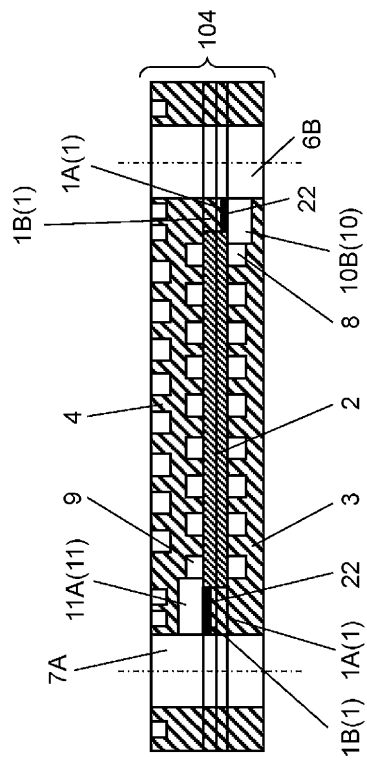
【図 1 0】



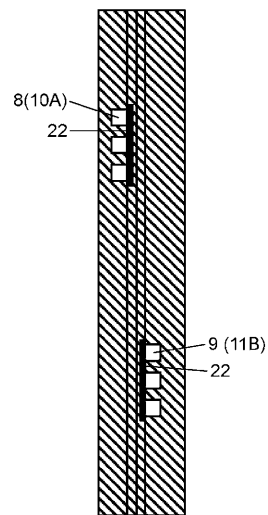
【図 1 1】



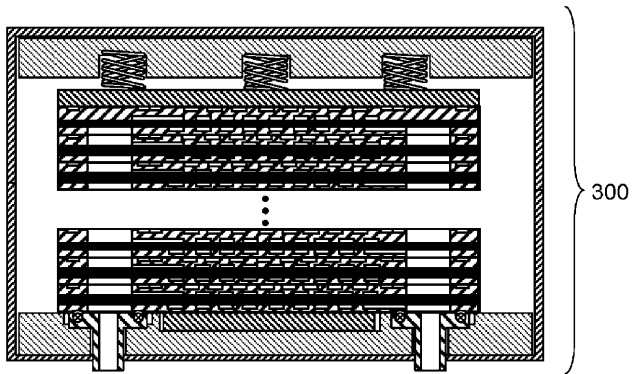
【図 1 2】



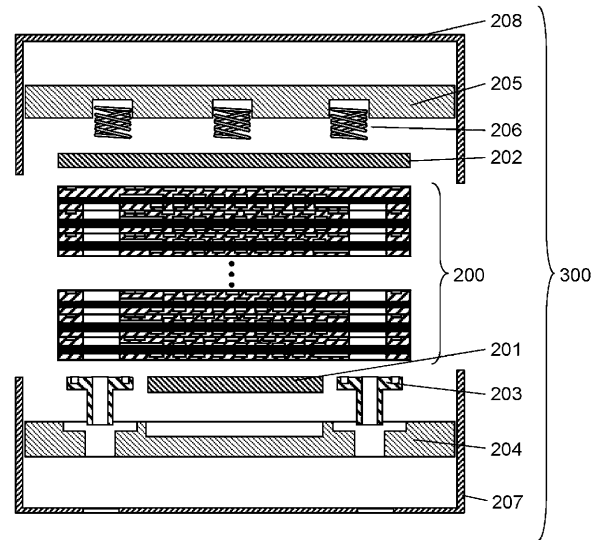
【図 1 3】



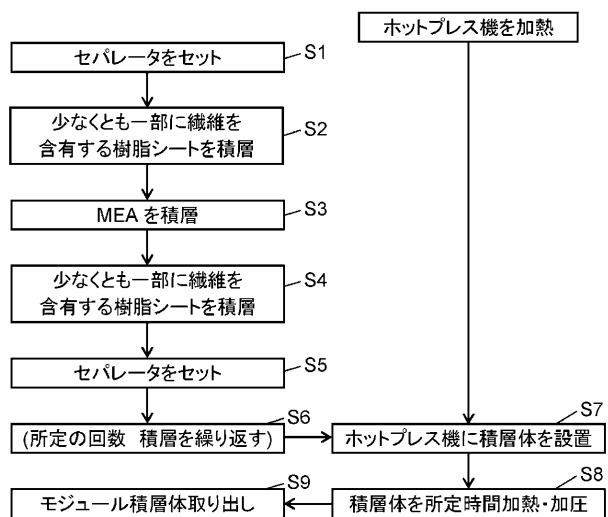
【図 14】



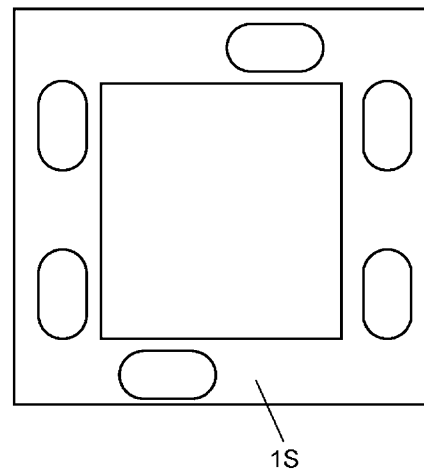
【図 15】



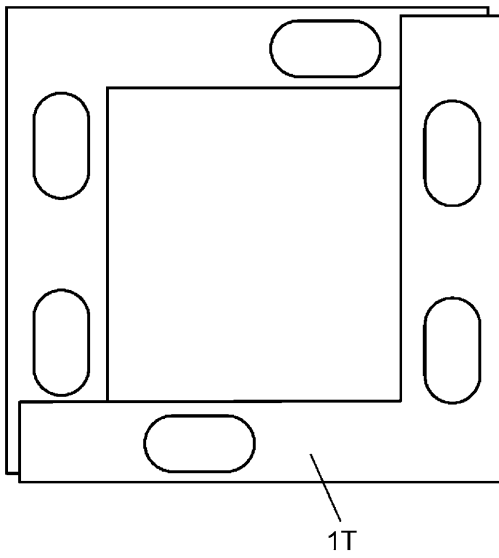
【図 16】



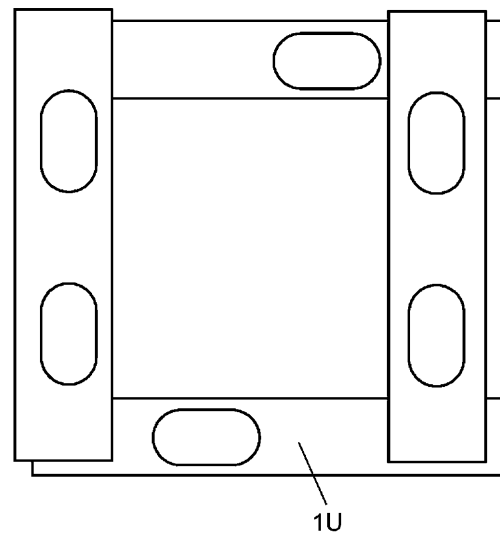
【図 17】



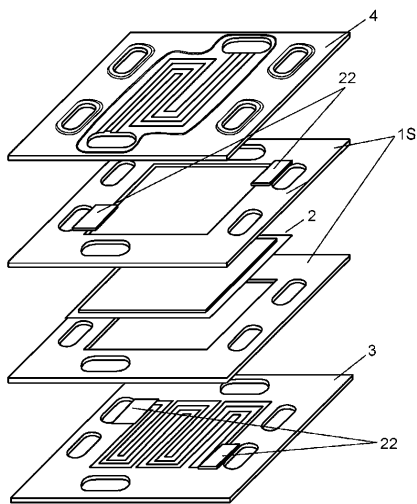
【図 18】



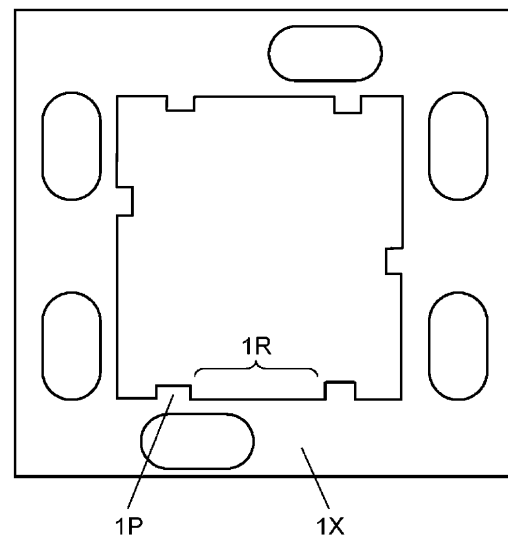
【図 19】



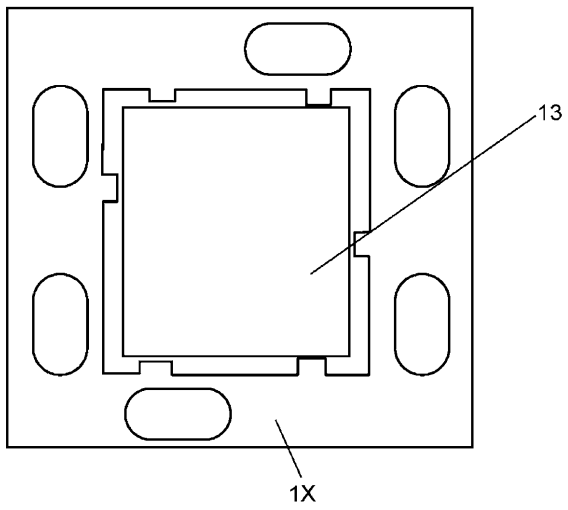
【図 20】



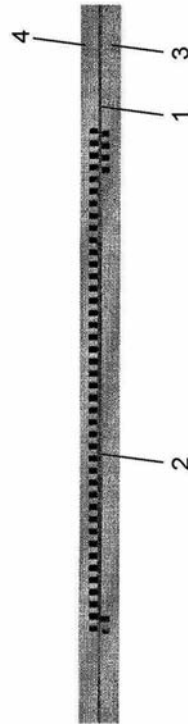
【図 21】



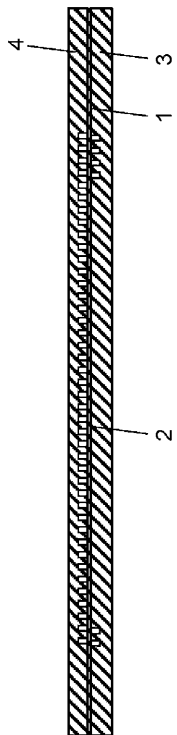
【図 2 2】



【図 2 3 A】



【図 2 3 B】



フロントページの続き

(72)発明者 川島 勉

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

(72)発明者 吉村 光生

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

F ターム(参考) 5H126 AA02 AA13 AA27 BB06 DD04 DD05 EE03 EE11 EE24 EE29
FF02 FF03 FF04 FF07 GG18 HH00 HH01