

(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2010-21129
(P2010-21129A)

(43) 公開日 平成22年1月28日(2010.1.28)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
HO 1 M 8/02 (2006.01)	HO 1 M 8/02 Z	5 H 0 2 6
HO 1 M 8/24 (2006.01)	HO 1 M 8/24 Z	
HO 1 M 8/10 (2006.01)	HO 1 M 8/24 E	
	HO 1 M 8/10	

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2008-313153 (P2008-313153)	(71) 出願人	000002185 ソニー株式会社 東京都港区港南1丁目7番1号
(22) 出願日	平成20年12月9日 (2008. 12. 9)	(74) 代理人	100098785 弁理士 藤島 洋一郎
(31) 優先権主張番号	特願2008-155140 (P2008-155140)	(74) 代理人	100109656 弁理士 三反崎 泰司
(32) 優先日	平成20年6月13日 (2008. 6. 13)	(74) 代理人	100130915 弁理士 長谷部 政男
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100155376 弁理士 田名網 孝昭
		(72) 発明者	木下 昌洋 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー 一エムシーエス株式会社内
		Fターム (参考)	5H026 AA06 BB00 CV06 EE18

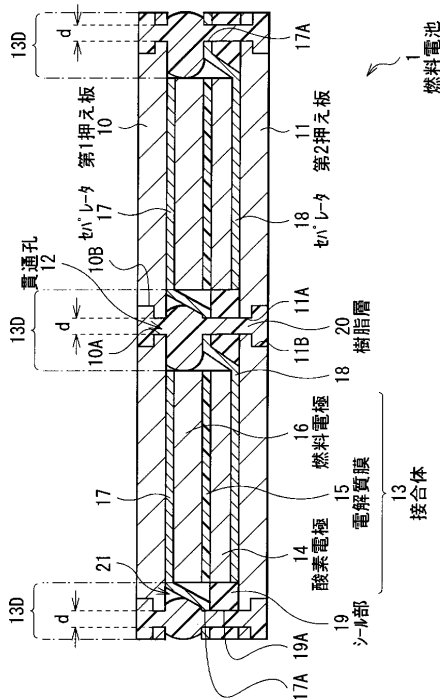
(54) 【発明の名称】 燃料電池および燃料電池の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 小型で安定した出力を実現することが可能な燃料電池およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 燃料電池1は、電解質膜15を間にして燃料電極16と酸素電極14とが対向配置された接合体13と、接合体13およびこの周辺領域13Dに対向して配置された第1押え板10および第2押え板11と、第1押え板10から周辺領域13Dを介して第2押え板11まで貫通するように設けられた貫通孔12と、貫通孔12に埋設された樹脂層20とを備える。貫通孔12に形成された樹脂層20により、接合体13が第1押え板10および第2押え板11の間に加圧保持される。金属ねじを用いる場合に比べ、締結スペースが小さくなると共に、絶縁性確保のためのスペースが不要となる。樹脂層20の弾性により加圧状態が保持され易い。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電解質膜を間にして燃料電極と酸素電極とが対向配置された接合体と、
前記接合体の前記燃料電極および前記酸素電極の側にそれぞれ設けられ、前記接合体およびその周辺領域に対向して配置された一对の押え板と、
一方の押え板から前記接合体の周辺領域を介して他方の押え板まで貫通する貫通孔と、
前記貫通孔に埋設された樹脂層と
を備えた燃料電池。

【請求項 2】

前記接合体は、面内方向に複数配置されている

10

請求項 1 に記載の燃料電池。

【請求項 3】

前記貫通孔は、各接合体の周辺領域にそれぞれ設けられている

請求項 2 に記載の燃料電池。

【請求項 4】

前記貫通孔の断面積は、前記一对の押え板の端部領域よりも内部領域において大きくなっている

請求項 3 に記載の燃料電池。

【請求項 5】

前記一对の押え板の平面形状は矩形であり、

20

前記貫通孔の断面積は、前記矩形の四隅において最も小さくなっている

請求項 4 に記載の燃料電池。

【請求項 6】

前記貫通孔は、前記一对の押え板の端部領域よりも内部領域に密に設けられている

請求項 3 に記載の燃料電池。

【請求項 7】

前記接合体同士を連結させると共に、前記貫通孔に対応する領域に開口を有する接続部材を備えた

請求項 2 に記載の燃料電池。

【請求項 8】

30

複数の接合体が電氣的に直列に接続されることにより集合体が構成され、

前記集合体の接続方向における端部に連結されると共に外部へ電力を取り出す電極端子を備えた

請求項 7 に記載の燃料電池。

【請求項 9】

前記集合体の端部において、前記貫通孔は前記電極端子をも貫通している

請求項 8 に記載の燃料電池。

【請求項 10】

前記電極端子は、

前記集合体の端部に沿って延在する電極部と、

40

前記電極部の一部から外部へ向けて引き出された端子部とを有する

請求項 9 に記載の燃料電池。

【請求項 11】

前記端子部は、前記電極部の延在方向と非平行な方向に引き出されている

請求項 10 に記載の燃料電池。

【請求項 12】

前記端子部は、前記集合体の面内において前記電極部よりも大きな幅で引き出されている

請求項 11 に記載の燃料電池。

【請求項 13】

50

前記電極部に対応する領域に前記貫通孔が複数設けられ、
前記端子部は、前記電極部に対応する領域の複数の貫通孔のうち隣接する貫通孔同士の間から引き出されている

請求項 1 1 に記載の燃料電池。

【請求項 1 4】

前記接合体の周辺領域において、一方の押え板と前記接続部材との間に、前記貫通孔に対応する領域に開口を有する接着層を備えた

請求項 7 に記載の燃料電池。

【請求項 1 5】

前記一对の押え板の前記貫通孔に対応する領域の表面側に、前記貫通孔よりも大きな面積の底面を有する凹部が設けられている

10

請求項 1 に記載の燃料電池。

【請求項 1 6】

前記一对の押え板はそれぞれ、前記貫通孔の一部を形成する開口を有し、
各開口の形状は、互いに等しくなっている

請求項 1 に記載の燃料電池。

【請求項 1 7】

電解質膜を間にして燃料電極と酸素電極とが対向配置された接合体を形成する工程と、
前記接合体およびその周辺領域を、前記周辺領域において互いに対向する開口をそれぞれ有する一对の押え板により挟み込み、一方の押え板の開口に、溶融させた熱可塑性の樹脂材料を所定の圧力下で注入する工程と

20

を含む燃料電池の製造方法。

【請求項 1 8】

前記一对の押え板のうち前記燃料電極側の押え板の開口に、前記樹脂材料を注入する
請求項 1 7 に記載の燃料電池の製造方法。

【請求項 1 9】

前記一对の押え板のそれぞれに、複数の開口を形成し、
一方の押え板の複数の開口に同時に前記樹脂材料を注入する

請求項 1 7 に記載の燃料電池の製造方法。

【請求項 2 0】

30

前記一对の押え板の前記貫通孔に対応する領域の表面側に、前記貫通孔よりも大きな面積の底面を有する凹部を形成する

請求項 1 7 に記載の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、電解質膜を間にして一对の電極が対向配置された接合体を備えた燃料電池およびその製造方法に関する。

40

【背景技術】

【0002】

近年、電子機器の電源として燃料電池が注目されている。燃料電池は、アノード（燃料電極）とカソード（酸素電極）との間に電解質膜が配置された接合体（MEA；Membrane Electrolyte Assembly）を有し、燃料電極には燃料、酸素電極には空気または酸素がそれぞれ供給される。この結果、燃料電極および酸素電極において酸化還元反応が起こり、燃料がもつ化学エネルギーの一部が電気エネルギーに変換され、電力として取り出される。

【0003】

このような燃料電池では、効率的な発電を行うために、接合体における各層の密着性を

50

高めることが望ましい。そこで、接合体を他の板材などで挟み込み、金属ねじにより締結して加圧保持する手法が提案されている（例えば、特許文献１，２）。特許文献１では、接合体を面内に垂直な方向に複数積層させてなる積層体を、一对の締め付け板により挟持してねじ締めし、このねじの軸進力を利用して積層体を加圧保持している。特許文献２では、接合体を面内方向に複数配置させてなる集合体に対し、その外周部分において、ねじによる締結が行われている。

【特許文献１】特開２００６－１２０５８９号公報

【特許文献２】特開２００４－３２７１０５号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【０００４】

しかしながら、特許文献１，２の手法では、金属性のねじを用いるため、ねじ締めのためのスペース、および接合体に対する絶縁性を確保するためのスペースが必要となる。これは、燃料電池の小型化が進むにつれて困難となってくる。また、締結後、発電による接合体の膨潤により締結力が弱まり、経時的に締結時の加圧状態を維持することが困難である。また、特許文献２のように、複数の接合体を面内方向に沿って配列させた集合体に対しては、各接合体に対するねじ締めスペースを確保しにくく、面内方向の加圧が不均一となりやすい。これらの結果、出力が不安定になるという問題があった。

【０００５】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、小型で安定した出力を実現することが可能な燃料電池およびその製造方法を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【０００６】

本発明の燃料電池は、電解質膜を間にして燃料電極と酸素電極とが対向配置された接合体と、接合体の燃料電極および酸素電極の側にそれぞれ設けられ、接合体とその周辺領域に対向して配置された一对の押え板と、一方の押え板から接合体の周辺領域を介して他方の押え板まで貫通する貫通孔と、この貫通孔に埋設された樹脂層とを備えたものである。

【０００７】

本発明の燃料電池の製造方法は、電解質膜を間にして燃料電極と酸素電極とが対向配置された接合体を形成する工程と、接合体およびその周辺領域を、この周辺領域において互いに対向する開口をそれぞれ有する一对の押え板により挟み込み、一方の押え板の開口に、溶融させた熱可塑性の樹脂材料を所定の圧力下で注入する工程とを含むものである。

30

【０００８】

本発明の燃料電池では、接合体とこの接合体の周辺領域とに対向するように一对の押え板が設けられ、各押え板と周辺領域とを貫通する貫通孔に、樹脂層が埋設されている。この樹脂層により、接合体が加圧保持される。これにより、金属ねじによる締結に比べて締結スペースが小さくなると共に、接合体に対する絶縁性を確保するためのスペースが不要となる。また、樹脂の弾性により、所定の加圧状態が維持され易くなる。

【０００９】

本発明の燃料電池の製造方法では、接合体およびその周辺領域を、この周辺領域において互いに対向する開口をそれぞれ有する一对の押え板により挟み込み、一方の押え板の開口に、溶融させた熱可塑性の樹脂材料を所定の圧力下で注入することにより、溶融した樹脂材料は、一方の押え板の開口から接合体の周辺領域を経て、他方の押え板の開口に達する。こののち、さらに樹脂材料を注入し続けると、その過程において、他方の押え板の側から一方の押え板の開口付近に至るまで樹脂材料が徐々に硬化していく。これにより、接合体の周辺領域において、一对の押え板を貫通する貫通孔に樹脂層が埋設される。

40

【発明の効果】

【００１０】

本発明の燃料電池および燃料電池の製造方法によれば、接合体とこの接合体の周辺領域とに対向するように一对の押え板を設け、各押え板とこれらの押え板によって挟まれた周

50

辺領域とを貫通する貫通孔に、樹脂層を埋設するようにしたので、小型で安定した出力を実現することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。なお、説明は以下の順序で行い、第2の実施の形態、変形例2および変形例1～4では、第1の実施の形態と同様の構成要素については同一の符号を付し、適宜説明を省略するものとする。

(1) 第1の実施の形態：6つの接合体をコの字型に接続した集合体の例

(2) 変形例1：(1)の集合体において面内の貫通孔の断面積を領域により変化させる例 10

(3) 第2の実施の形態：9つの接合体を直線状に接続した集合体において、電極部の中央付近から電極部の延在方向と非平行な方向に端子部を引き出す例

(3-1) 変形例2：(3)の集合体において電極部の一端から電極部の延在方向と平行な方向に端子部を引き出す例

(4) 変形例3：(3)の集合体において隣接する貫通孔同士の間から電極部の延在方向と非平行な方向に端子部を引き出す例

(5) 変形例4：(3)の集合体において電極部の両端から電極部の延在方向と平行な方向に端子部を引き出す例

【0012】

<第1の実施の形態>

[1. 燃料電池1の構成]

図1は本発明の第1の実施の形態に係る燃料電池1の断面構造を表すものである。図2は、図1の燃料電池を第1押え板の側からみたものである。燃料電池1は、例えば、携帯電話やPDA(Personal Digital Assistant; 個人用携帯情報機器)などのモバイル機器、またはノート型PC(Personal Computer)に用いられる直接メタノール型燃料電池(DMFC; Direct Methanol Fuel Cell)である。この燃料電池1には、複数の接合体13が面内方向に連結した集合体が形成されている。

【0013】

接合体13は、電解質膜15を間にして燃料電極16と酸素電極14とが対向配置されたものである。この接合体13は、セパレータ(接続部材)17, 18により、燃料電極16および酸素電極14のそれぞれの側から挟持されると共に、電氣的に直列となるように接続方向D1に沿って複数接続されている。本実施の形態では、6つの接合体(集合体)が面内方向においてコの字型となるように連結している。 30

【0014】

電解質膜15は、例えば、スルホン酸基($-SO_3H$)を有するプロトン伝導材料により構成されている。プロトン伝導材料としては、ポリパーフルオロアルキルスルホン酸系プロトン伝導材料(例えば、デュボン社製「Nafion(登録商標)」)、ポリイミドスルホン酸などの炭化水素系プロトン伝導材料、またはフラーレン系プロトン伝導材料などが挙げられる。 40

【0015】

燃料電極16および酸素電極14は、例えば、カーボンペーパーなどよりなる集電体に、白金(Pt)あるいはルテニウム(Ru)などの触媒を含む触媒層が形成された構成を有している。触媒層は、例えば、触媒を担持させたカーボンブラックなどの担持体をポリパーフルオロアルキルスルホン酸系プロトン伝導材料などに分散させたものにより構成されている。

【0016】

このような接合体13の燃料電極16および酸素電極14の側にはそれぞれ、セパレータ17, 18を介して、第1押え板10および第2押え板11が配置されている。接合体13の周辺領域13Dの選択的な位置に、第1押え板10の側から第2押え板11の側ま 50

で貫通した貫通孔 1 2 が設けられている。

【0017】

第 1 押え板 1 0 および第 2 押え板 1 1 は、接合体 1 3 が形成されている領域と、その周辺領域 1 3 D とに対向するように配置されている。これらの第 1 押え板 1 0 および第 2 押え板 1 1 により、連結された接合体 1 3 の物理的強度が保たれると共に、接合体 1 3 の各層および接合体 1 3 とセパレータ 1 7, 1 8 との密着性が確保される。また、周辺領域 1 3 D において、第 2 押え板 1 1 とセパレータ 1 7, 1 8 との間には、接合体 1 3 の外周に沿って、シール部 1 9 が形成されている。

【0018】

これらの第 1 押え板 1 0 および第 2 押え板 1 1 は、例えばアルマイト処理されたアルミニウム (A 1), ポリフェニレンスルフィドもしくはポリエーテルエーテルケトンなどのスーパーエンジニアリングプラスチックもしくはエンジニアリングプラスチック, セラミクス, または絶縁処理されたステンレス鋼などの金属材料により構成されている。また、図 2 に示したように、第 1 押え板 1 0 は、燃料電極 1 6 側に燃料を供給するための開口 1 0 C を有しており、図示しない燃料タンクなどから燃料が供給されるようになっている。また、第 2 押え板 1 1 にも同様に、酸素電極 1 4 側に酸素 (空気) を供給するための開口が設けられており、例えば外部と連通させて空気を取り込むことができるようになっている。なお、図 2 は、第 1 押え板 1 0 の平面構成を表すものであるが、第 2 押え板 1 1 の平面構成についても同様となっている。

【0019】

貫通孔 1 2 は、燃料電池 1 の面内方向において例えば等間隔で設けられ、その断面形状が例えば直径 d の円形となっている。すなわち、周辺領域 1 3 D では、第 1 押え板 1 0、セパレータ 1 7 (セパレータ 1 8)、シール部 1 9 および第 2 押え板 1 1 にはそれぞれ、貫通孔 1 2 に対応して直径 d の円形状の開口 (開口 1 0 A, 1 7 A, 1 9 A, 1 1 A) が形成されている。これらの開口 1 0 A, 1 7 A, 1 9 A, 1 1 A は、互いに正対して配置され、かつ同一の形状となっていることが望ましい。後述の樹脂層 2 0 を形成し易くするためである。一方、周辺領域 1 3 D において、第 1 押え板 1 0 とセパレータ 1 7 (セパレータ 1 8) との間は、上記開口 1 0 A, 1 7 A, 1 9 A, 1 1 A と共に貫通孔 1 2 を形成する領域 2 1 (空隙) となっている。このような貫通孔 1 2 には、樹脂層 2 0 が埋設されている。

【0020】

また、第 1 押え板 1 0 および第 2 押え板 1 1 の貫通孔 1 2 に対応する領域の表面側 (接合体 1 3 と反対側) には、開口 1 0 A, 1 1 A よりも大きな面積の底面を有する凹部 1 0 B, 1 1 B がそれぞれ設けられている。

【0021】

樹脂層 2 0 は、熱可塑性を有する樹脂材料、例えばポリプロピレン (P P)、ポリエチレン (P E)、ポリ塩化ビニル (P V C)、A B S 樹脂 (アクリロニトリル-ブタジエンスチレン共重合体)、ナイロン、ポリアセタール (P O M)、フッ素樹脂、ポリメチルペンテン (P M P)、ポリアクリロニトリル (P A N)、アクリレート系樹脂、シリコンゴム、クロロプレンゴム、フッ素ゴムなどにより構成されている。樹脂層 2 0 の構成材料としては、融点が例えば 2 1 0 ° ~ 2 3 0 ° であることが望ましい。これは、樹脂層 2 0 を形成する際に、金型に溶融させた樹脂材料を流し込んだのちに冷却して固化させる射出成形法と異なり、冷却工程を経ないためである。また、メチルアルコールなどに対して耐性を有していることが望ましい。上記のような観点から、樹脂層 2 0 の構成材料としてはポリプロピレンが好適である。

【0022】

セパレータ 1 7, 1 8 は、隣接する接合体 1 3 を電氣的に直列に接続する機能を有すると共に、接合体 1 3 の燃料電極 1 6 および酸素電極 1 4 にそれぞれ密着して配置され、燃料もしくは空気を供給する流路を形成している。このようなセパレータ 1 7, 1 8 は、例えば、銅 (C u), ニッケル (N i), チタン (T i) またはステンレス鋼 (S U S) な

10

20

30

40

50

どにより構成されている。また、燃料もしくは空気を供給するための開口（図示せず）を有しており、例えば、エキスパンドメタルなどのメッシュ類や、パンチングメタルなどにより構成されている。また、セパレータ 17, 18 は、接合体 13 の周辺領域 13D において、屈曲しており、この屈曲した部分と第 2 押え板 11 との間に、シール部 19 が設けられている。

【0023】

シール部 19 は、例えばポリプロピレン、酸変性ポリプロピレン、ポリビニルアルコールおよびポリエチレンテレフタレート（PET）などにより構成されており、各接合体 13 の周辺領域 13D を封止して、側面から空気が進入することを抑制するものである。

【0024】

この燃料電池 1 は、例えば、次のようにして製造することができる。

【0025】

[2. 燃料電池 1 の製造方法]

図 3～図 9 は、燃料電池 1 の製造方法を工程順に表したものである。まず、図 3 に示したように、複数の接合体 13 を連結した集合体を形成する。例えば、上述した材料よりなる電解質膜 15 を、上述した材料よりなる燃料電極 16 および酸素電極 14 の間に挟んで、熱圧着することにより接合体 13 を形成する。続いて、上述した材料よりなるセパレータ 17, 18 を用意し、その一方の端部を屈曲させ、この屈曲した端部に上述した材料よりなるシール部 19 を形成する。続いて、セパレータ 17 を燃料電極 16 の側、セパレータ 18 を酸素電極 14 の側にそれぞれ対向させて配置し、熱圧着させる。このようにして、セパレータ 17, 18 によって挟持された接合体 13 を複数形成し、これらを面内方向に連結する。この際、例えば隣接する接合体 13 において、一方の接合体 13 のセパレータ 17 の端部と他方の接合体 13 のセパレータ 18 の端部同士を、連結部 170 において連結するようにする。

【0026】

続いて、図 4 に示したように、各接合体 13 の周辺領域 13D の選択的な位置において、セパレータ 17, 18 およびこれらの連結部 170 と、シール部 19 とに開口 17A, 19A を、例えばシートプレスやポンチ等により、それぞれ形成する。

【0027】

一方、第 1 押え板 10 および第 2 押え板 11 には、凹部 11A, 11B を、例えばプレス、ハーフエッチング、拡散接合などにより形成したのち、この凹部 10A, 11A の底面に、開口 10A, 10B を、例えばプレスやフライス加工等により形成する。

【0028】

次いで、図 5 に示したように、連結された接合体 13 のセパレータ 17（燃料電極 16）側に第 1 押え板 10 を、セパレータ 18（酸素電極 14）側に第 2 押え板 11 を、開口 10A, 11A, 17A, 19A 同士が対向するようにそれぞれ重ね合わせ、熱圧着させる。これにより、第 1 押え板 10 および第 2 押え板 11 によって、連結された接合体 13 が挟持されると共に、貫通孔 12 が形成される。こののち、第 1 押え板 10 の側に上型 110、第 2 押え板 11 の側に下型 111 をそれぞれ密着するように配置する。上型 110 には、貫通孔 12 に対向する位置に、注入孔 110A が設けられており、下型 111 には、通気孔 22 が設けられている。

【0029】

続いて、上述した材料の樹脂材料を溶融させた状態（樹脂 20A）で、貫通孔 12 に流し込む、いわゆるメルトフロー注入法により、樹脂層 20 を形成する。すなわち、図 6 に示したように、例えば 0.25～0.35 MPa の圧力下で、上型 110 の注入孔 110A から、樹脂 20A を流し込む。このとき、例えば図 7 に示したような治具 120 を用いて、複数の注入孔 110A に対して、同時に樹脂 20A を注入する。治具 120 には、樹脂 20A の注入口としてのスプルー 112 と、このスプルー 112 から注入された樹脂 20A の流路となる複数のランナー 113 と、各ランナー 113 の先端に設けられたゲート 114 とが設けられている。これら複数のランナー 113 では、スプルー 112 から各ラ

10

20

30

40

50

ンナー 1 1 3 の先端部分に設けられたゲート 1 1 4 までの経路の長さは、互いに等しくなっている。使用時には、この治具 1 2 0 のゲート 1 1 4 と、上型 1 1 0 の注入孔 1 1 0 A とを対向させて設置し、スプルー 1 1 2 から樹脂 2 0 A を注入する。これにより、注入された樹脂 2 0 A は、各ランナー 1 1 3 に分散されて、各ゲート 1 1 4 から注入孔 1 1 0 A へ到達するが、各注入孔 1 1 0 A に対して均等かつ同時に注入される。

【0030】

このように、上型 1 1 0 の各注入孔 1 1 0 A に、樹脂 2 0 A を同時に注入すると、樹脂 2 0 A は、まず、第 1 押え板 1 0 の表面に形成された凹部 1 0 B の形状に沿って流れ込む。また、燃料電極 1 6 の側から樹脂 2 0 A を注入することにより、燃料電極 1 6 側の密閉性を高めることができる。

10

【0031】

続いて、図 8 に示したように、樹脂 2 0 A の注入を進めていくと、凹部 1 0 B に拡がった樹脂 2 0 A は、第 1 押え板 1 0 の開口 1 0 A、領域 2 1、セパレータ 1 7、1 8 の開口 1 7 A、シール部 1 9 の開口 1 9 A および第 2 押え板 1 1 の開口 1 1 A をこの順に通過して、第 2 押え板 1 1 の凹部 1 1 B にまで達する。このとき、貫通孔 1 2 を流動する樹脂 2 0 A は、上型 1 1 0 および下型 1 1 1 により密閉されているので、外部へ流出することはない。また、樹脂 2 0 A の注入圧により内圧が高められるため、内部の気密性は保たれる。さらに、下型 1 1 1 に設けられた通気孔 2 2 により、内圧を調整して接合体 1 3 の内部破壊が回避されると共に、発生ガスの排出による各電極との反応が抑制される。なお、この際、樹脂 2 0 A は、注入孔 1 1 0 A に近い程、温度が高く、遠くなるに従って徐々に温度が低くなるため、注入孔 1 1 0 A の表面付近では粘性が大きく、第 2 押え板 1 1 付近では粘性が小さくなっている。

20

【0032】

次いで、図 9 に示したように、さらに樹脂 2 0 A の注入を進めていくと、樹脂 2 0 A は第 2 押え板 1 1 の凹部 1 1 B 全体に流れ込んで拡がり、この凹部 1 1 B から第 1 押え板 1 0 の凹部 1 0 B にかけて順に硬化していく。この過程において、領域 2 1 の空隙部分にも樹脂 2 0 A が充填されて硬化し、貫通孔 1 2 に樹脂層 2 0 が埋設される。このように、凹部 1 0 B、1 1 B に樹脂 2 0 A が拡がって硬化することで、第 1 押え板 1 0 および第 2 押え板 1 1 により接合体 1 3 が加圧保持（締結）される。このとき、第 1 押え板 1 0 および第 2 押え板 1 1 にそれぞれ、凹部 1 0 B、1 1 B が設けられていることにより、各貫通孔 1 2 に対する樹脂 2 0 A の注入量にばらつきがあった場合であっても、このばらつきが吸収され、均等に加圧され易くなる。最後に、所定量の樹脂 2 0 A を注入したのち、加圧状態を保持したまま、樹脂注入経路を密閉する。以上により、図 1 に示した燃料電池 1 を完成する。

30

【0033】

次に、本実施の形態の作用、効果について説明する。

【0034】

[3. 燃料電池 1 の作用]

上記燃料電池 1 では、第 1 押え板 1 0 およびセパレータ 1 7 を経て燃料電極 1 6 に燃料が供給される一方、第 2 押え板 1 1 およびセパレータ 1 8 を経て酸素電極 1 4 に酸素が供給されると、酸化還元反応を生じ、燃料がもっていた化学エネルギーが電気エネルギーに変換されて電力として取り出される。

40

【0035】

ここで、連結された接合体 1 3 を挟持する第 1 押え板 1 0 および第 2 押え板 1 1 の周辺領域 1 3 D に、貫通孔 1 2 が設けられ、この貫通孔 1 2 に樹脂層 2 0 が埋設されていることにより、接合体 1 3 が締結され、加圧保持される。このように樹脂層 2 0 を用いることで、金属ねじによる締結に比べて締結スペースが小さくなると共に、接合体 1 3 に対する絶縁性を確保するためのスペースも不要となる。このため、特に面内方向に複数の接合体 1 3 を連結する場合において、複数の接合体 1 3 のそれぞれの周囲に締結スペースを確保することができ、燃料電池 1 の面内全体を均等に加圧することができる。

50

【0036】

また、金属ねじを用いた場合には、発電による接合体の膨潤により締結力が弱まり、経時的に締結時の加圧状態を維持することが困難であるが、本実施の形態では、樹脂20の弾性により、締結後も所定の加圧状態が維持され易くなる。さらに、樹脂層20により燃料のリークが抑制される。

【0037】

また、上記燃料電池1の製造方法では、接合体13と周辺領域13Dとを、開口10A、11Aをそれぞれ有する第1押え板10および第2押え板11により挟み込み、第1押え板10の開口10Aに、溶融させた樹脂20Aを所定の圧力下で注入することにより、溶融した樹脂層20Aは、貫通孔12において第2押え板11の側から徐々に硬化していく。これにより、貫通孔12に樹脂層20が埋設される。このように、所定の圧力下において、溶融した樹脂20Aを貫通孔12に流し込み、自然冷却により固化させることで、接合体13の周辺領域13Dの選択的な位置にのみ樹脂層20が形成される。

【0038】

以上のように、本実施の形態では、接合体13と周辺領域13Dとに対向するように第1押え板10および第2押え板11を設け、周辺領域13Dに形成した貫通孔12に、樹脂層20を埋設するようにしたので、小型で安定した出力が可能な燃料電池1を実現することができる。

【0039】

<変形例1>

図10は、上記実施の形態の変形例に係る燃料電池を第1押え板の側からみた平面図である。本変形例では、貫通孔の構成と、第1押え板および第2押え板の凹部の形状以外の構成は、上記実施の形態の燃料電池1と同様となっている。なお、本変形例では、図示しない第2押え板についても第1押え板30と同様の構成となっている。

【0040】

本変形例の燃料電池は、接合体13の周辺領域13Dに、貫通孔31、32、33を有している。貫通孔31、32、33はそれぞれ、面内の領域ごとに断面積が異なり、面内の内部領域では、端部領域（燃料電池の外周部分）よりも断面積が大きくなっている。すなわち、第1押え板30の平面形状が矩形状となっており、この四隅に設けられた貫通孔31、辺に対向する領域に設けられた貫通孔32、中央の領域に設けられた貫通孔33の順に断面積が大きくなっている。第1押え板30には、上記のような貫通孔31、32、33と等しい断面積の開口31A、32A、33Aが形成されており、貫通孔31、32、33の断面積よりも大きな底面積を有する凹部31A、32B、33Bが設けられている。

【0041】

このように、貫通孔31、32、33の断面積を面内の領域に応じて異なるように形成することにより、燃料電池面内の反力に応じた締結が可能となる。一般に、面内方向に接合体を連結した集合体においては、全体の中央付近において反力が最も強く、端部領域ほど反力が弱まるため、厳密には中央と端部との間で均等な加圧保持が困難となる。本変形例では、貫通孔31、32、33の断面積を領域ごとに異なるようにすることで、上記のような反力に応じた保持力を与えることができる。よって、より均等な加圧保持が可能となる。

【0042】

また、各貫通孔の断面積の大きさによって、引張り強度を任意に設定でき、締結後のトルク管理等が不要となる。さらに、均等加圧により、第1押え板30および第2押え板の厚みによらず、物理的な強度が確保され易くなるため、薄型化が可能となる。

【0043】

なお、上記貫通孔の断面積の形状は特に限定されない。保持力は断面積の大きさによって決まるため、貫通孔の形状設計については自由度がある。また、変形例1では、反力に応じて締結するために、貫通孔の断面積の大きさを領域ごとに変化させる場合について説

明したが、これに限定されず、例えば貫通孔の数を領域ごとに変化させ、貫通孔が端部領域よりも内部領域に密に配置されるようにしてもよい。このような構成であっても、反力に応じた樹脂締結が可能となり、上記変形例 1 と同等の効果を得ることができる。

【0044】

< 第 2 の実施の形態 >

[1. 燃料電池 2 の構成]

図 11 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る燃料電池 2 を第 1 押え板 10 の側から見たものである。図 12 は、図 11 に示した燃料電池 2 の I-I 線における矢視断面構造を表すものである。燃料電池 2 は、上記第 1 の実施の形態の燃料電池 1 と同様、直接メタノール型燃料電池であり、複数の接合体 13 が電氣的に直列（以下、単に直列という）となるように接続された集合体（集合体 130）を有するものである。但し、本実施の形態において、集合体 130 は矩形状の接合体 13 が直線状に 9 つ連結したものである。この集合体 130 を、第 1 押え板 10 と第 2 押え板 11 との間に挟み込んで締結するために、上記第 1 の実施の形態とは異なるパターンで複数の貫通孔 12A, 12B が設けられている。本実施の形態では、このような構成において、特に外部接続用の電極端子 41A, 41B について詳細に説明する。

【0045】

（電極端子の構成）

集合体 130 は、平面形状が例えば矩形状となっている。この集合体 130 の接続方向 D2 における一端には、+（プラス）側の電極端子 41A、他端には-（マイナス）側の電極端子 41B がそれぞれ取り付けられている。電極端子 41A はセルプレート 18、電極端子 41B はセルプレート 17 をそれぞれ介して集合体 130 に接続されている。以下、集合体 130 の端部あるいは端辺といった場合には、集合体 130 の接続方向 D2 における端部あるいは端辺を示すものとする。

【0046】

このような集合体 130 には、複数の貫通孔 12A, 12B が設けられ、これらの貫通孔 12A, 12B に樹脂層 40 が埋設されることにより樹脂締結がなされている。貫通孔 12A は、集合体 130 の両端、具体的には集合体 130 の四隅と端辺の中央付近とに、計 6 つ設けられている。このように、集合体 130 の両端において樹脂締結がなされることが望ましい。集合体 130 を均等に加圧保持すると共に、物理的強度を確保し易くなるためである。集合体 130 の両端以外の領域のうち隣り合う接合体 13 同士の間の領域には、複数（ここでは 18 個）の貫通孔 12B が同程度の間隔で設けられている。なお、樹脂層 40 は、上記第 1 の実施の形態の樹脂層 20 と同様の材料により構成されている。

【0047】

電極端子 41A は、集合体 130 の端辺に沿って延在する電極部 410 と、この電極部 410 の一部領域から外部へ向けて、電極部 410 の延在方向と非平行な方向に引き出された端子部 411 とから構成されている。本実施の形態では、端子部 411 は、電極部 410 の中央付近から、電極部 410 の延在方向に直交するように引き出されている。この電極端子 41A と同様、電極端子 41B も、集合体 130 の端辺に沿って延在する電極部 412 と、電極部 412 の一部から外部へ向けて引き出された端子部 413 とから構成されている。

【0048】

電極端子 41A, 41B を構成する材料としては、例えばチタン（Ti）、モリブデン（Mo）、タングステン（W）、金（Au）、銅（Cu）、黄銅、および金めっきを施した銅などが挙げられる。電極部 410, 412 の幅 B1 は、例えば 1mm ~ 3mm 程度である。端子部 411, 413 の幅 B2 は、電極部 410, 412 の幅 B1 よりも広く、好ましくは 3mm ~ 10mm 程度である。

【0049】

このように、集合体 130 の両端には、締結のための貫通孔 12A と電極端子 41A,

10

20

30

40

50

4 1 Bの電極部 4 1 0, 4 1 2との双方が設けられている。すなわち、集合体 1 3 0の両端では、電極部 4 1 0, 4 1 2を貫通するように貫通孔 1 2 Aが設けられた構成となっている。

【0050】

具体的には、図 1 2 に示したように、集合体 1 3 0の一端（+側）では、第 1 押え板 1 0と第 2 押え板 1 1との間に、シール部 1 9、セパレータ 1 8、電極端子 4 1 A、チタンシート 4 2およびシール部 4 3が積層した構成となっている。これらの第 1 押え板 1 0から第 2 押え板 1 1までの全ての層を貫通するように貫通孔 1 2 Aが設けられている。集合体 1 3 0の他端（-側）では、第 1 押え板 1 0と第 2 押え板 1 1との間に、シール部 1 9、チタンシート 4 2、シール部 4 3、電極端子 4 1 Bおよびセパレータ 1 7が積層され、これらの全ての層を貫通するように貫通孔 1 2 Aが設けられている。集合体 1 3 0の両端以外の領域では、第 1 押え板 1 0と第 2 押え板 1 1との間に、セパレータ 1 8、チタンシート 4 2、シール部 4 3およびセパレータ 1 7が積層され、これら全ての層を貫通するように貫通孔 1 2 Bが設けられている。

【0051】

[2. 燃料電池 2 の製造方法]

このような電極端子 4 1 A, 4 1 Bが取り付けられた燃料電池 2 は、例えば次のようにして製造することができる。まず、電解質膜 1 5およびシール部 4 3を所定の形状となるように裁断して貼り合わせたのち、加熱することにより、図 1 3 (A) に示したように、電解質膜 1 5とシール部 4 3とが連結した電解質シートを形成する。続いて、図 1 3 (B) に示したように、形成した電解質シートを裁断することにより、周辺にシール部 4 3が設けられた電解質膜 1 5を複数形成する。

【0052】

次いで、図 1 4 (A) に示したように、周辺にシール部 4 3が形成された電解質膜 1 5を、電解質膜 1 5に対応する領域に開口を有するチタンシート 4 2上に位置合わせしてヒートシールすることにより、9つの電解質膜 1 5をチタンシート 4 2上で直線状に連結させる。

【0053】

続いて、図 1 4 (B) に示したように、連結した9つの電解質膜 1 5のそれぞれに、燃料電極 1 6およびセパレータ 1 7を位置合わせしたのち、抵抗溶接により各セパレータ 1 7の端部をチタンシート 4 2に接合する。このとき、図 1 5中の左端（-側端部）では、シール部 4 3とセパレータ 1 7との間に電極端子 4 1 Bを挟み込むようにする。

【0054】

次いで、図 1 5 (A) に示したように、9つの電解質膜 1 5のそれぞれに、酸素電極 1 4およびセパレータ 1 8を位置合わせしたのち、抵抗溶接により各セパレータ 1 8の端部をチタンシート 4 2に接合する。このとき、図 1 5中の右端（+側端部）では、シール部 4 3とセパレータ 1 7との間に電極端子 4 1 Aを挟み込むようにする。

【0055】

続いて、図 1 5 (B) に示したように、酸素電極 1 4、電解質膜 1 5および燃料電極 1 6をヒートプレスにより、接着させる。これにより、9つの接合体 1 3が直列に接続された集合体 1 3 0を形成する。

【0056】

次いで、図 1 6 (A) に示したように、集合体 1 3 0の右端において、セパレータ 1 8、電極端子 4 1 A、チタンシート 4 2およびシール部 4 3を貫通するように、貫通孔 1 2 A 1を例えばシートプレスやポンチ等により形成する。同様にして、集合体 1 3 0の左端において、チタンシート 4 2、シール部 4 3、電極端子 4 1 Bおよびセパレータ 1 7を貫通するように、貫通孔 1 2 A 1を形成する。また、集合体 1 3 0の両端以外の領域では、セパレータ 1 8、チタンシート 4 2、シール部 4 3およびセパレータ 1 7を貫通するように、貫通孔 1 2 B 1を形成する。

【0057】

10

20

30

40

50

続いて、図 16 (B) に示したように、貫通孔 12 A 1, 12 B 1 に対応して開口および凹部 11 B が設けられた第 2 押え板 11 上の周縁部に、シール部 19 を貼り合わせたのち、集合体 130 を重ね合わせ、ヒートプレスする。こののち、上記第 1 の実施の形態と同様にして、所定の開口および凹部が設けられた第 1 押え板 10 をセルプレート 17 の側に重ね合わせ、所定の条件下において樹脂を注入することにより、貫通孔 12 A, 12 B に樹脂層 40 を埋設する。以上により、図 11 および図 12 に示した燃料電池 2 を完成する。

【0058】

[3. 燃料電池 2 の作用]

燃料電池 2 では、上記第 1 の実施の形態の燃料電池 1 と同様、燃料電極 16 に燃料が供給される一方、酸素電極 14 に酸素が供給されると、酸化還元反応を生じ、燃料がもっていた化学エネルギーが電気エネルギーに変換されて電力を発生する。ここで、本実施の形態では、集合体 130 の両端に貫通孔 12 A、集合体 130 の両端以外の領域には貫通孔 12 B がそれぞれ設けられ、これらの貫通孔 12 A, 12 B に樹脂層 40 が埋設されている。このような樹脂による締結により、集合体 130 が第 1 押え板 10 と第 2 押え板 11 との間に挟持され、加圧保持される。

【0059】

このような樹脂締結による集合体 130 において発生した電力は、集合体 130 の両端に取り付けられた電極端子 41 A, 41 B を通じて外部へ取り出される。ここで、物理的強度等の観点から電極部 410, 412 を貫通するように貫通孔 12 A が形成され、この貫通孔 12 A に樹脂層 40 が埋設されている。ところが、このように電極部 410, 412 に貫通孔 12 A を設けて樹脂層 40 を埋設した場合、電極部 410, 412 の幅 B1 は 1 mm ~ 3 mm 程度と狭いため、加圧時などに電極部 410, 412 が破断してしまうことがある。

【0060】

ここで、図 17 に、本実施の形態の変形例（変形例 2）として、第 1 押え板 10 の側からみた燃料電池 3 の平面構成について示す。燃料電池 3 では、集合体 130 の両端に、外部へ電力を取り出すための電極端子 44 A, 44 B が取り付けられている。この電極端子 44 A, 44 B では、集合体 130 の端部に沿って電極部 440, 442 が設けられ、この電極部 440, 442 の一端を延長させるように端子部 441, 443 が設けられている。すなわち、電極端子 44 A, 44 B は、電極部 440, 442 の一端から電極部 440, 442 の延在方向と平行な方向に沿って端子部 441, 443 が引き出された構成となっている。このように、電極端子 44 A, 44 B において端子部 441, 443 の引き出し方向は、電極部 440, 442 の延在方向と平行であってもよい。

【0061】

ところが、このような燃料電池 3 では、上述したような貫通孔 12 A に起因する電極部 440, 442 の破断が生じた場合に、集合体 130 から電力を安定して取り出しにくくなってしまう。また、電極部 440, 442 における導電抵抗によって発熱が生じる虞もある。

【0062】

これに対し、本実施の形態では、電極部 410, 412 の延在方向と非平行な方向に端子部 411, 413 が引き出されていることにより、仮に貫通孔 12 A によって電極部 410, 412 の破断が生じた場合にも、安定して電力が取り出される。また、端子部 411, 413 は、例えば電極部 410, 412 の中央付近において、幅 B1 よりも大きな幅 B2 となるように設けられている。これにより、電極部 410, 412 の幅 B1 によらず、端子部 411, 413 の断面積を確保することができるため、端子部 411, 413 の物理的強度が保持されると共に、端子部 411, 413 における導電抵抗が小さくなる。

【0063】

以上のように、本実施の形態では、集合体 130 の両端に貫通孔 12 A を設けると共に、外部へ電力を取り出すための電極端子 41 A, 41 B を設けたので、集合体 130 を樹

10

20

30

40

50

脂締結する際に、物理的強度を確保しつつ外部への電力を取り出すことができる。特に、電極端子 4 1 A, 4 1 B において、電極部 4 1 0, 4 1 2 の延在方向と非平行な方向に端子部 4 1 1, 4 1 3 を引き出すようにすれば、上記第 1 の実施の形態と同等の効果をj得るだけでなく、より安定して電力を取り出すことができる。また、導電抵抗による熱の発生を抑制することも可能となる。

【0064】

なお、本実施の形態では、9つの接合体を直列に接続した集合体 1 3 0 を例に挙げて、外部へ電力を取り出すための電極端子 4 1 A, 4 1 B について説明したが、このような電極端子構造は、上記第 1 の実施の形態および変形例 1 にも適用可能である。また逆に、本実施の形態においても、上記変形例 1 のように貫通孔の断面積を集合体面内の領域ごとに10 変化させ、より均等な加圧保持を実現するようにしてもよい。

【0065】

<変形例 3>

図 1 8 は、上記第 2 の実施の形態の変形例（変形例 3）に係る燃料電池 4 を第 1 押え板 1 0 の側からみたものである。本変形例では、上記第 2 の実施の形態と同様、集合体 1 3 0 の両端に取り付けられた電極端子 4 5 A, 4 5 B において、電極部 4 5 0, 4 5 2 は、集合体 1 3 0 の端辺に沿って設けられ、この電極部 4 5 0, 4 5 2 を貫通するように貫通孔 1 2 A が形成されている。また、端子部 4 5 1, 4 5 3 についても、電極部 4 5 0, 4 5 2 の延在方向と非平行な方向（直交する方向）に引き出されている。

【0066】

但し、本変形例では、端子部 4 5 1, 4 5 3 が電極部 4 5 0, 4 5 2 の隣り合う貫通孔 1 2 A 同士の間の領域から引き出された構成となっている。電極部 4 5 0, 4 5 2 は、上記第 2 の実施の形態の電極部 4 1 0, 4 1 2 と同等の幅 B 1 を有し、端子部 4 5 1, 5 4 3 の幅 B 3 は、例えば 3 mm～10 mm である。電極端子 4 5 A, 4 5 B の構成材料については、上記第 2 の実施の形態の電極端子 4 1 A, 4 1 B と同様である。また、これらの電極端子 4 5 A, 4 5 B 以外は、上記第 2 の実施の形態と同様の構成となっている。

【0067】

このように、電極端子 4 5 A, 4 5 B において、端子部 4 5 1, 4 5 3 は、電極部 4 5 0, 4 5 2 の隣り合う貫通孔 1 2 A 同士の間の領域から、電極部 4 5 0, 4 5 2 の延在方向と非平行な方向に引き出されていてもよい。これにより、上述したような貫通孔 1 2 A 30 に起因する電極部 4 5 0, 4 5 2 の破断が生じた場合であっても、安定して電力を取り出すことができる。また、図 1 7 に示した燃料電池 3 に比べ、導電抵抗による発熱を抑制することが可能となる。よって、上記第 2 の実施の形態とほぼ同等の効果をj得ることができる。

【0068】

<変形例 4>

図 1 9 は、上記第 2 の実施の形態の変形例（変形例 4）に係る燃料電池 5 を第 1 押え板 1 0 の側からみたものである。本変形例では、集合体 1 3 0 の両端に取り付けられた電極端子 4 6 A, 4 6 B において、電極部 4 6 0, 4 6 2 は、上記第 2 の実施の形態と同様、集合体 1 3 0 の端辺に沿って設けられ、この電極部 4 6 0, 4 6 2 を貫通するように貫通孔 1 2 A が形成されている。但し、本変形例では、幅 B 1 の電極部 4 6 0, 4 6 2 の両端から、電極部 4 6 0, 4 6 2 の延在方向と平行な方向に端子部（端子部 4 6 1 A, 4 6 1 B, 4 6 3 A, 4 6 3 B）が電極部 4 6 0, 4 6 2 と同じ幅 B 1 で引き出されている。電極端子 4 6 A, 4 6 B の構成材料については、上記第 2 の実施の形態の電極端子 4 1 A, 4 1 B と同様である。なお、これらの電極端子 4 6 A, 4 6 B 以外は、上記第 2 の実施の形態と同様の構成となっている。

【0069】

このように、電極端子 4 6 A, 4 6 B において、端子部 4 6 1 A, 4 6 1 B, 4 6 3 A, 4 6 3 B は、電極部 4 6 0, 4 6 2 の両端から、電極部 4 6 0, 4 6 2 の延在方向と平行な方向に引き出されていてもよい。これにより、図 1 7 に示した燃料電池 3 のように端50

子部を電極部の一端からのみ引き出した構成に比べ、安定して電力を取り出すことができると共に、導電抵抗による発熱を抑制することが可能となる。よって、上記第2の実施の形態とほぼ同等の効果を達成することができる。

【0070】

以上、実施の形態および変形例を挙げて本発明を説明したが、本発明は、上記実施の形態等に限定されるものではなく、種々変形することができる。例えば、上記実施の形態では、電解質膜15、燃料電極16および酸素電極14の構成について具体的に説明したが、他の構造または他の材料により構成するようにしてもよい。

【0071】

また、上記実施の形態等では、複数の接合体を面内方向に平面積層する場合を例に挙げて説明したが、これに限定されず、垂直方向に積層した構成にも適用可能である。また、上記実施の形態等では、6つの接合体をコの字型に接続した構成や、9つの接合体を直線状に接続した構成を例に挙げて説明したが、接合体の個数や接続方向はこれに限定されず、複数の接合体が電氣的に直列となるように接続されていればよい。

【0072】

更に、上記実施の形態等では、シール部を第2押え板側に配置して、各接合体の酸素電極側の領域を封止するようにしたが、このシール部は第1押え板側に配置して、燃料電極側の領域を封止するようにしてもよい。さらに、各接合体の周囲にシール部を設けた構成を例に挙げて説明したが、シール部を燃料電池の外周部のみに設けるようにしてもよい。

【0073】

また、本発明は、DMFCのほか、水素を燃料とした固体高分子型燃料電池、ダイレクトエタノール型燃料電池あるいはジメチルエーテル型燃料電池など、他の形態の燃料電池にも適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0074】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る燃料電池の構成を表す断面図である。

【図2】図1に示した第1押え板の平面図である。

【図3】図1に示した燃料電池の製造方法を工程順に表す断面図である。

【図4】図3に続く工程を表す断面図である。

【図5】図4に続く工程を表す断面図である。

【図6】図5に続く工程を表す断面図である。

【図7】図6の工程で用いる治具の構成を表す模式図である。

【図8】図6に続く工程を表す断面図である。

【図9】図7に続く工程を表す断面図である。

【図10】変形例1に係る燃料電池を第1押え板の側からみた構成を表す平面図である。

【図11】本発明の第2の実施の形態に係る燃料電池を第1押え板の側からみた構成を表す平面図である。

【図12】図11に示した燃料電池の概略構成を表す断面図である。

【図13】図11に示した燃料電池の製造方法を工程順に表す断面図である。

【図14】図13に続く工程を表す断面図である。

【図15】図14に続く工程を表す断面図である。

【図16】図15に続く工程を表す断面図である。

【図17】変形例2に係る燃料電池を第1押え板の側からみた構成を表す平面図である。

【図18】変形例3に係る燃料電池を第1押え板の側からみた構成を表す平面図である。

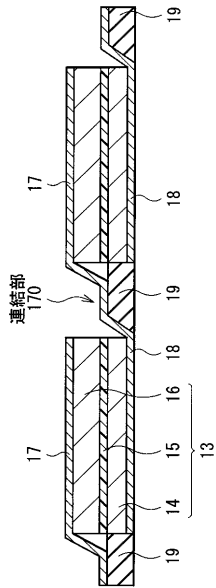
【図19】変形例4に係る燃料電池を第1押え板の側からみた構成を表す平面図である。

【符号の説明】

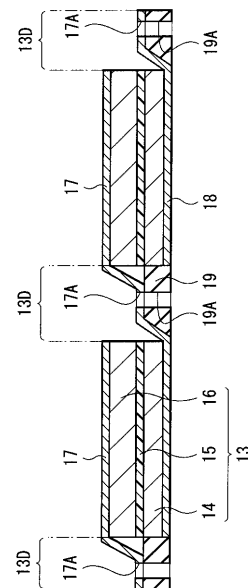
【0075】

1～5…燃料電池、10…第1押え板、10A…開口、10B…凹部、11…第2押え板、11A…開口、11B…凹部、12、12A、12B…貫通孔、13…接合体、14…酸素電極、15…電解質膜、16…燃料電極、17、18…セパレータ、19…シール

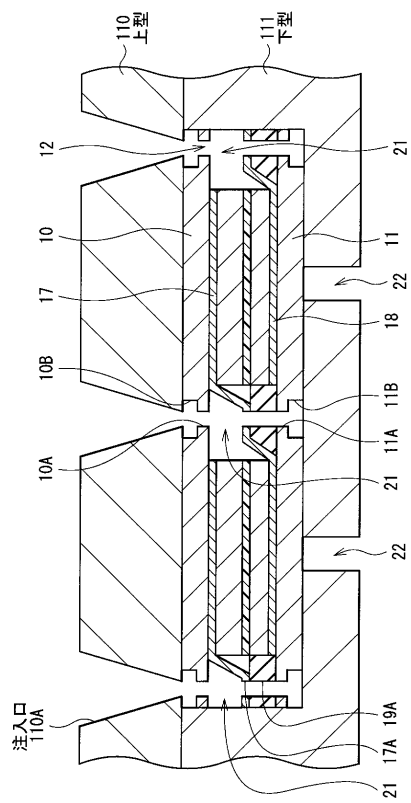
【図 3】



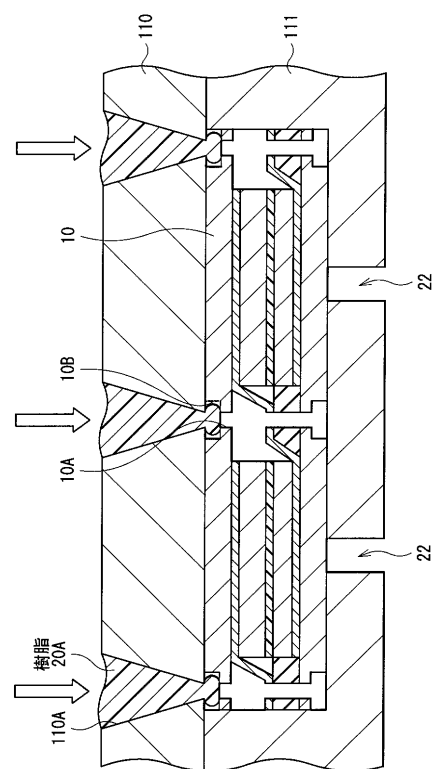
【図 4】



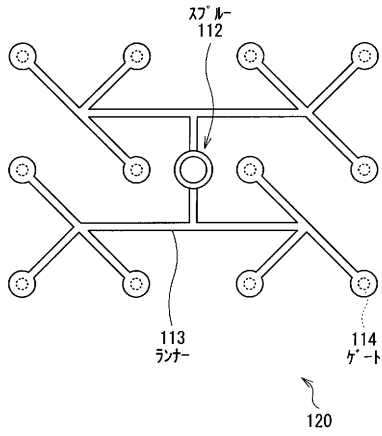
【図 5】



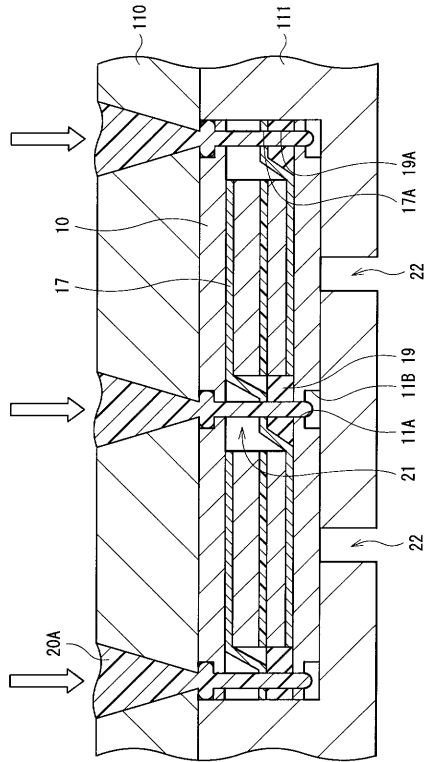
【図 6】



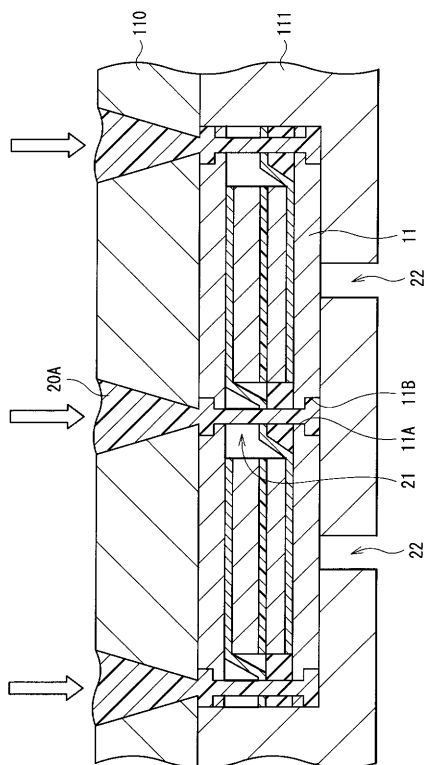
【図 7】



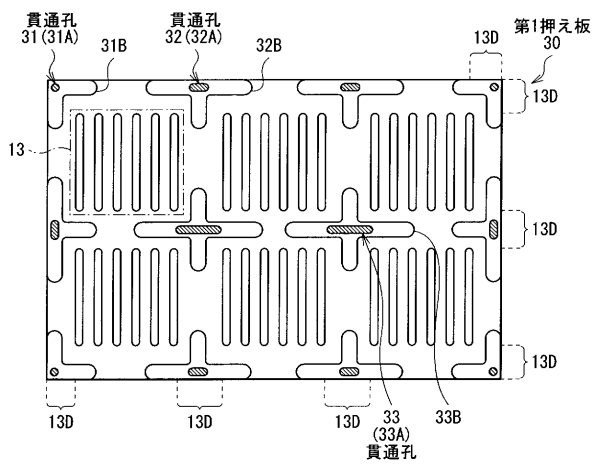
【図 8】



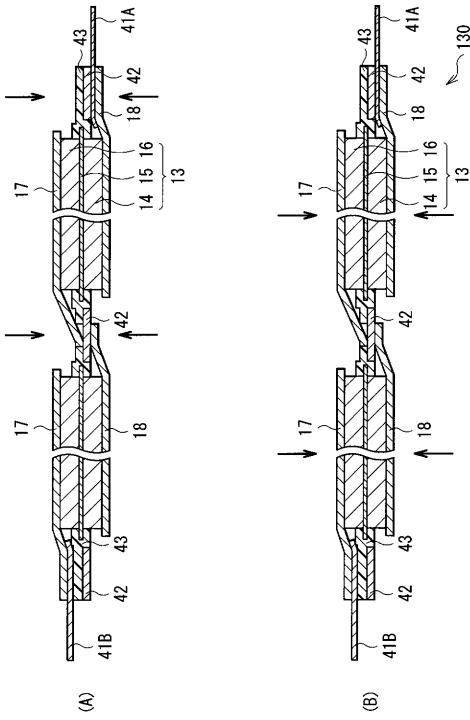
【図 9】



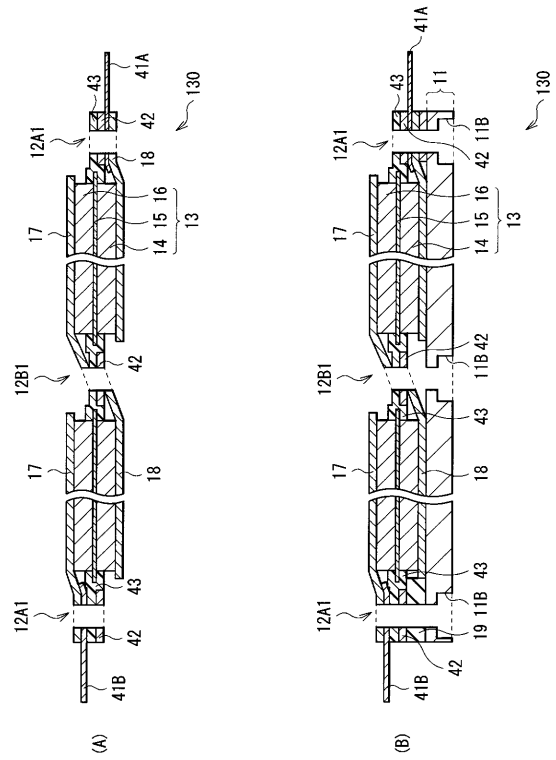
【図 10】



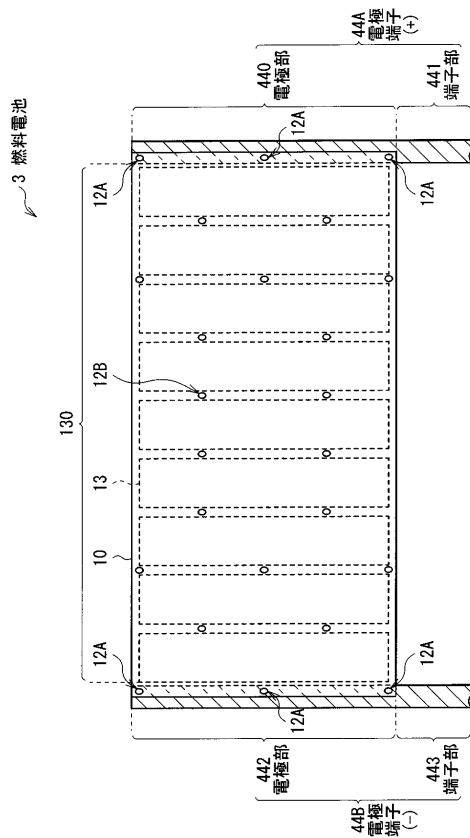
【 図 1 5 】



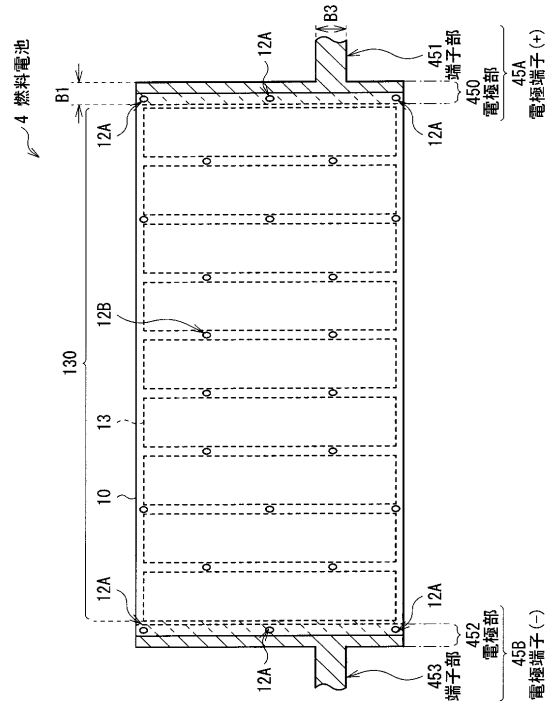
【 図 1 6 】



【図 17】



【図 18】



【図 19】

