

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5334559号
(P5334559)

(45) 発行日 平成25年11月6日 (2013. 11. 6)

(24) 登録日 平成25年8月9日 (2013. 8. 9)

(51) Int. Cl.	F 1
HO 1 M 8/02 (2006. 01)	HO 1 M 8/02 R
HO 1 M 8/12 (2006. 01)	HO 1 M 8/02 B
	HO 1 M 8/02 E
	HO 1 M 8/12

請求項の数 16 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2008-323970 (P2008-323970)	(73) 特許権者	000005326
(22) 出願日	平成20年12月19日 (2008. 12. 19)		本田技研工業株式会社
(65) 公開番号	特開2010-146891 (P2010-146891A)		東京都港区南青山二丁目1番1号
(43) 公開日	平成22年7月1日 (2010. 7. 1)	(74) 代理人	100077665
審査請求日	平成22年11月26日 (2010. 11. 26)		弁理士 千葉 剛宏
		(74) 代理人	100116676
			弁理士 宮寺 利幸
		(74) 代理人	100142066
			弁理士 鹿島 直樹
		(74) 代理人	100149261
			弁理士 大内 秀治
		(72) 発明者	市川 浩
			埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
			社本田技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電解質をアノード電極とカソード電極とで挟んで構成される電解質・電極接合体が、セパレータ間に積層される燃料電池であって、

前記セパレータは、前記電解質・電極接合体が積層される部分を平坦面に構成するとともに、

前記電解質・電極接合体は、少なくとも前記アノード電極又は前記カソード電極のいずれかに、前記セパレータに接触し且つ前記アノード電極又は前記カソード電極と前記セパレータとの間に反応ガス通路を形成するための複数の突起部を設け、

複数の前記突起部は、互いに隣接する3つの前記突起部が仮想正三角形の各頂点に配置されることを特徴とする燃料電池。

【請求項 2】

請求項 1 記載の燃料電池において、複数の前記突起部は、前記アノード電極に設けられ、前記セパレータに接触し且つ前記アノード電極と前記セパレータとの間に前記反応ガス通路である燃料ガス通路を形成するための複数の第 1 突起部と、

前記カソード電極に設けられ、前記セパレータに接触し且つ前記カソード電極と前記セパレータとの間に前記反応ガス通路である酸化剤ガス通路を形成するための複数の第 2 突起部と、

を備えることを特徴とする燃料電池。

【請求項 3】

10

20

請求項 2 記載の燃料電池において、前記第 1 突起部と前記第 2 突起部とは、前記セパレータの積層方向に沿って同一の位相に配列される数が、同一の位相以外に配列される数よりも多数に設定されることを特徴とする燃料電池。

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 記載の燃料電池において、前記電解質・電極接合体は、少なくとも前記アノード電極又は前記カソード電極のいずれかに、前記セパレータに接触し且つ前記アノード電極又は前記カソード電極の外周縁部に沿って外縁周回用凸部を設けることを特徴とする燃料電池。

【請求項 5】

請求項 4 記載の燃料電池において、前記外縁周回用凸部は、前記アノード電極に設けられ、前記セパレータに接触し且つ前記アノード電極の外周縁部に沿う第 1 外縁周回用凸部と、

10

前記カソード電極に設けられ、前記セパレータに接触し且つ前記カソード電極の外周縁部に沿う第 2 外縁周回用凸部と、

を備えることを特徴とする燃料電池。

【請求項 6】

請求項 4 又は 5 記載の燃料電池において、前記外縁周回用凸部は、前記突起部と同一の材質で構成されることを特徴とする燃料電池。

【請求項 7】

請求項 5 記載の燃料電池において、前記第 1 外縁周回用凸部は、前記第 1 突起部と同一の材質で構成されることを特徴とする燃料電池。

20

【請求項 8】

請求項 5 又は 7 記載の燃料電池において、前記第 2 外縁周回用凸部は、前記第 2 突起部と同一の材質で構成されることを特徴とする燃料電池。

【請求項 9】

請求項 4 又は 5 記載の燃料電池において、前記外縁周回用凸部は、前記突起部と異なる材質で構成されることを特徴とする燃料電池。

【請求項 10】

請求項 5 記載の燃料電池において、前記第 1 外縁周回用凸部は、前記第 1 突起部と異なる材質で構成されることを特徴とする燃料電池。

30

【請求項 11】

請求項 5 又は 10 記載の燃料電池において、前記第 2 外縁周回用凸部は、前記第 2 突起部と異なる材質で構成されることを特徴とする燃料電池。

【請求項 12】

請求項 4 又は 5 記載の燃料電池において、前記外縁周回用凸部は、前記電解質と同一の材質で構成されるとともに、

前記外縁周回用凸部は、前記電解質と一体であることを特徴とする燃料電池。

【請求項 13】

請求項 5 記載の燃料電池において、前記第 1 外縁周回用凸部は、前記電解質と同一の材質で構成されるとともに、

40

前記第 1 外縁周回用凸部は、前記電解質と一体であることを特徴とする燃料電池。

【請求項 14】

請求項 5 記載の燃料電池において、前記第 2 外縁周回用凸部は、前記電解質と同一の材質で構成されるとともに、

前記第 2 外縁周回用凸部は、前記電解質と一体であることを特徴とする燃料電池。

【請求項 15】

請求項 1 ～ 14 のいずれか 1 項に記載の燃料電池において、前記電解質・電極接合体は、少なくとも前記アノード電極又は前記カソード電極のいずれかに、前記突起部と同一の材質又は前記電解質と同一の材質で構成される補強リブを設けることを特徴とする燃料電池。

50

【請求項 16】

請求項 1 ～ 15 のいずれか 1 項に記載の燃料電池において、前記燃料電池は、平板型固体酸化物形燃料電池であることを特徴とする燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電解質をアノード電極とカソード電極とで挟んで構成される電解質・電極接合体が、セパレータ間に積層される燃料電池に関する。

【背景技術】

【0002】

10

通常、固体酸化物形燃料電池（SOFC）は、電解質に酸化物イオン伝導体、例えば、安定化ジルコニアを用いており、この電解質の両側にアノード電極及びカソード電極を配設した電解質・電極接合体（MEA）を、セパレータ（バイポーラ板）によって挟持している。この燃料電池は、通常、MEAとセパレータとが所定数だけ積層された燃料電池スタックとして使用されている。

【0003】

上記の燃料電池では、電解質・電極接合体を構成するアノード電極及びカソード電極に、それぞれ燃料ガス（例えば、水素ガス）及び酸化剤ガス（例えば、空気）を供給するとともに、集電効率の向上を図る必要がある。

【0004】

20

例えば、特許文献 1 に開示されている燃料電池は、図 23 に示すように、燃料電池プレート 1a とガスセパレータプレート 2a とが積層されている。燃料電池プレート 1a 及びガスセパレータプレート 2a は、円形状を有しており、前記燃料電池プレート 1a は、電解質層 3a の両面にカソード層 4a 及びアノード層 5a が形成されている。ガスセパレータプレート 2a は、電極接触領域 6a の厚さを貫通して導電経路 7a が設けられている。導電経路 7a は、導電性材料として、銀又は銀系材料からなっている。

【0005】

また、特許文献 2 に開示されている固体電解質型燃料電池は、図 24 に示すように、発電セル 1b と、燃料極層に燃料ガスを、空気極層に酸素を含む酸化剤ガスを、それぞれ供給する一対の金属セパレータ 2b とを備えている。発電セル 1b の燃料極層と一方の金属セパレータ 2b との間には、燃料極集電体 3b が介装されるとともに、前記発電セル 1b の空気極層と他方の金属セパレータ 2b との間には、空気極集電体 4b が介装されている。金属セパレータ 2b は、銀又は銀合金のいずれか一方によりメッキされている。また、空気極集電体 4b は、銀又は銀合金からなる多孔体、あるいは、銀又は銀以外の金属の多孔体を銀又は銀合金により被覆した多孔体で構成されている。

30

【0006】

さらに、特許文献 3 に開示されている燃料電池では、図 25 に示すように、多孔質体からなる燃料極 1c と前記燃料極 1c の表面あるいは裏面のいずれか一方の面に成膜された電解質膜 2c と、前記電解質膜 2c に成膜された空気極膜 3c と、隣接する他の燃料電池の空気極膜 3c に空気を供給するために燃料極 1c の他方の面に形成された格子状の溝からなる空気流路 4c と、前記空気流路 4c が形成された面に成膜されたインターコネクタ膜 5c とを備えるとともに、前記燃料極 1c には、複数の燃料ガス流路 6c が形成されている。

40

【0007】

【特許文献 1】特表 2004-522285 号公報

【特許文献 2】特開 2002-237312 号公報

【特許文献 3】特開 2006-253071 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

50

しかしながら、上記の特許文献1では、電極接触領域6aに銀又は銀材料からなる導電経路7aが設けられるため、コストが高騰するという問題がある。しかも、導電経路7aは、電極接触領域6aの厚さを貫通して設けられるとともに、前記導電経路7aが導電性コーティング層により覆われている。このため、ガスセパレータプレート2aの製造コストは、相当に高騰するという問題がある。

【0009】

また、上記の特許文献2では、金属セパレータ2bが銀又は銀合金でメッキされるため、前記金属セパレータ2bの製造コストが高騰するという問題がある。しかも、空気極集電体4bは、銀又は銀合金を含む多孔体で構成されており、部品数が多くなるとともに、コストが高騰するという問題がある。

10

【0010】

さらに、上記の特許文献3では、燃料極1cに空気流路4c、インターコネクタ膜5c及び燃料ガス流路6cを設けるため、構造及び製造工程が複雑化するという問題がある。しかも、燃料極1cは、内部に燃料ガス流路6cが設けられるため、相当に肉厚となり、燃料電池全体の薄肉化を図ることができないという問題がある。

【0011】

本発明はこの種の問題を解決するものであり、簡単且つコンパクトな構成で、発電効率及び耐久性の向上を図るとともに、製造コストの削減が容易に可能な燃料電池を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

20

【0012】

本発明は、電解質をアノード電極とカソード電極とで挟んで構成される電解質・電極接合体が、セパレータ間に積層される燃料電池に関するものである。

【0013】

セパレータは、電解質・電極接合体が積層される部分を平坦面に構成するとともに、前記電解質・電極接合体は、少なくともアノード電極又はカソード電極のいずれかに、前記セパレータに接触し且つ前記アノード電極又は前記カソード電極と前記セパレータとの間に反応ガス通路を形成するための複数の突起部を設け、複数の前記突起部は、互いに隣接する3つの前記突起部が仮想正三角形の各頂点に配置されている。従って、複数の突起部が、例えば、格子状に配置される構成に比べ、互いに隣接する3つの突起部は、トラス構造に設定されるため、多数の突起部を効率的に配置することが可能になる。これにより、簡単な構成で、電解質・電極接合体の変形に対する強度を向上させることができ、品質の向上が図られる。

30

【0014】

また、複数の突起部は、アノード電極に設けられ、セパレータに接触し且つ前記アノード電極と前記セパレータとの間に反応ガス通路である燃料ガス通路を形成するための複数の第1突起部と、カソード電極に設けられ、前記セパレータに接触し且つ前記カソード電極と前記セパレータとの間に反応ガス通路である酸化剤ガス通路を形成するための複数の第2突起部とを備えることが好ましい。

【0015】

40

従って、電解質・電極接合体の両面に複数の第1及び第2突起部が設けられるため、それぞれ複数の第1突起部と第2突起部とを介して良好な集電効果を得ることができる。しかも、セパレータの両面は、平坦面で構成されるため、前記セパレータの両面にプレスやエッチング等で突起部を形成する必要がない。これにより、金型や専用の加工装置が不要になり、燃料電池の製造コストを良好に抑制することが可能になる。

【0016】

さらに、第1突起部と第2突起部とは、セパレータの積層方向に沿って同一の位相に配列される数が、同一の位相以外に配列される数よりも多数に設定されることが好ましい。このため、第1突起部と第2突起部との間で、積層方向の荷重を確実に伝達することができ、セパレータと突起部との密着性が向上し、集電性が有効に向上する。しかも、電解質

50

・電極接合体に作用する偏った荷重を緩和するとともに、ガス拡散性の向上が容易に図られ、燃料電池の発電効率及び耐久性が向上する。

【0018】

しかも、電解質・電極接合体とセパレータとの接触面積が増加するため、発電効率が良好に向上する。その上、突起部同士が近接して設けられるため、反応ガスの吹き抜けを抑制することが可能になり、発電効率を向上させることができる。

【0019】

また、電解質・電極接合体は、少なくともアノード電極又はカソード電極のいずれかに、セパレータに接触し且つ前記アノード電極又は前記カソード電極の外周縁部に沿って外縁周回用凸部を設けることが好ましい。このため、簡単な構成で、セパレータと外縁周回用凸部とが密着して集電性の向上が図られるとともに、電解質・電極接合体に作用する偏った荷重を緩和することが可能になり、燃料電池の発電効率及び耐久性の向上が容易に図られる。

10

【0020】

その上、反応ガス通路を流れる反応ガスは、外部に吹き抜けることを確実に阻止される。これにより、反応ガスを発電反応に有効に利用することができ、燃料利用率の向上が可能になる。

【0021】

しかも、電解質・電極接合体の外方からアノード電極又はカソード電極に、未使用の他の反応ガスや排ガスが回り込むことを阻止することができる。従って、アノード電極の酸化やカソード電極の還元による燃料電池の発電効率の低下を抑制するとともに、前記燃料電池の耐久性の向上が容易に図られる。

20

【0022】

さらに、外縁周回用凸部は、アノード電極に設けられ、セパレータに接触し且つ前記アノード電極の外周縁部に沿う第1外縁周回用凸部と、カソード電極に設けられ、前記セパレータに接触し且つ前記カソード電極の外周縁部に沿う第2外縁周回用凸部とを備えることが好ましい。

【0023】

これにより、第1外縁周回用凸部と第2外縁周回用凸部との間で、積層方向の荷重を確実に伝達することができ、セパレータと外縁周回用凸部との密着性が向上し、集電性が有効に向上する。しかも、電解質・電極接合体に作用する偏った荷重を緩和することが可能になり、燃料電池の発電効率及び耐久性の向上が容易に図られる。

30

【0024】

しかも、燃料ガス通路を流れる燃料ガス及び酸化剤ガス通路を流れる酸化剤ガスは、外部に吹き抜けることを確実に阻止される。このため、燃料ガス及び酸化剤ガスは、発電反応に有効に利用されることができ、燃料利用率が良好に向上する。

【0025】

その上、電解質・電極接合体の外方から、未使用の酸化剤ガスや排ガスが、アノード電極に回り込むことを阻止すること、及び未使用の燃料ガスや排ガスが、カソード電極に回り込むことを阻止することが可能になる。従って、アノード電極の酸化やカソード電極の還元による燃料電池の発電効率の低下を抑制するとともに、前記燃料電池の耐久性の向上が容易に図られる。

40

【0026】

さらにまた、外縁周回用凸部は、突起部と同一の材質で構成されることが好ましい。これにより、外縁周回用凸部と突起部とを同時に形成することができ、製造工程が簡素化されて製造コストの低減が可能になる。

【0027】

また、第1外縁周回用凸部は、第1突起部と同一の材質で構成されることが好ましい。このため、第1外縁周回用凸部と第1突起部とを同時に形成することができ、製造工程が簡素化されて製造コストの低減が可能になる。

50

【0028】

さらに、第2外縁周回用凸部は、第2突起部と同一の材質で構成されることが好ましい。従って、第2外縁周回用凸部と第2突起部とを同時に形成することができ、製造工程が簡素化されて製造コストの低減が可能になる。

【0029】

さらにまた、外縁周回用凸部は、突起部と異なる材質で構成されることが好ましい。これにより、外縁周回用凸部には、シール性に特化した材料を選択する一方、突起部には、集電性に特化した材料を選択することができ、燃料電池の発電効率の向上を図ることが可能になる。

【0030】

また、第1外縁周回用凸部は、第1突起部と異なる材質で構成されることが好ましい。このため、第1外縁周回用凸部には、シール性に特化した材料を選択する一方、第1突起部には、集電性に特化した材料を選択することができ、燃料電池の発電効率の向上を図ることが可能になる。

【0031】

さらに、第2外縁周回用凸部は、第2突起部と異なる材質で構成されることが好ましい。従って、第2外縁周回用凸部には、シール性に特化した材料を選択する一方、第2突起部には、集電性に特化した材料を選択することができ、燃料電池の発電効率の向上を図ることが可能になる。

【0032】

さらにまた、外縁周回用凸部は、電解質と同一の材質で構成されるとともに、前記外縁周回用凸部は、前記電解質と一体であることが好ましい。これにより、外縁周回用凸部に、緻密体であって比較的シール機能を有する電解質を利用することができ、製造工程が簡素化されて製造コストが低減されるとともに、燃料電池の発電効率の向上を図ることが可能になる。

【0033】

また、第1外縁周回用凸部は、電解質と同一の材質で構成されるとともに、前記第1外縁周回用凸部は、前記電解質と一体であることが好ましい。このため、第1外縁周回用凸部に、緻密体であって比較的シール機能を有する電解質を利用することができ、製造工程が簡素化されて製造コストが低減されるとともに、燃料電池の発電効率の向上を図ることが可能になる。

【0034】

さらに、第2外縁周回用凸部は、電解質と同一の材質で構成されるとともに、前記第2外縁周回用凸部は、前記電解質と一体であることが好ましい。従って、第2外縁周回用凸部に、緻密体であって比較的シール機能を有する電解質を利用することができ、製造工程が簡素化されて製造コストが低減されるとともに、燃料電池の発電効率の向上を図ることが可能になる。

【0035】

さらにまた、電解質・電極接合体は、少なくともアノード電極又はカソード電極のいずれかに、突起部材と同一の材質又は電解質と同一の材質で構成される補強リブを設けることが好ましい。これにより、電解質・電極接合体の強度を確実に保持することができる。

【0036】

また、燃料電池は、平板型固体酸化物形燃料電池であることが好ましい。このため、平板型且つ高温型の燃料電池である平板型固体酸化物形燃料電池に好適に採用することが可能になる。

【発明の効果】

【0037】

本発明によれば、セパレータは、電解質・電極接合体が積層される部分が平坦面で構成されるため、前記セパレータの両面にプレスやエッチング等で突起部を形成する必要がない。これにより、金型や専用の加工装置が不要になり、燃料電池の製造コストを良好に抑

10

20

30

40

50

制することが可能になる。

【0038】

さらに、電解質・電極接合体に突起部を設けることにより、セパレータと前記突起部との密着性が向上して集電性が有効に向上する。しかも、電解質・電極接合体に作用する偏った荷重を緩和するとともに、ガス拡散性の向上が容易に図られる。従って、燃料電池の発電効率及び耐久性が良好に向上する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0039】

図1は、本発明の第1の実施形態に係る燃料電池10が、矢印A方向に積層された燃料電池スタック12の概略斜視説明図である。燃料電池スタック12は、定置用の他、車載用等の種々の用途に用いられている。

10

【0040】

燃料電池10は、平板型固体酸化物形燃料電池である。この燃料電池10は、図2～図4に示すように、電解質・電極接合体14を備える。電解質・電極接合体14は、電解質（電解質板）16を有し、この電解質16の一方の面には、中間層（封孔層）18aを介装してアノード電極20が設けられ、前記アノード電極20には、複数のアノード側突起部（集電緩衝層）22が設けられる。

【0041】

電解質16の他方の面には、中間層（反応防止層）18bを介装してカソード電極24が設けられ、前記カソード電極24には、複数のカソード側突起部（集電緩衝層）26が形成される。

20

【0042】

電解質16は、例えば、安定化ジルコニア、特に、イットリア安定化ジルコニア系（YSZ）の他、サマリウム・ドーブ・セリア系（SDC）、スカンジウム安定化ジルコニア系（ScSZ）、ランタンガレート系（LSGM、LSGMC）、ガドリニウム・ドーブ・セリア系（GDC）又はイットリア・ドーブ・セリア系（YDC）等の酸化物イオン伝導体で構成される。

【0043】

アノード電極20は、例えば、ニッケル-イットリア安定化ジルコニア系サーメット（Ni-YSZ）、ニッケル-サマリウム・ドーブ・セリア系サーメット（Ni-SDC）又はニッケル-スカンジウム安定化ジルコニア系サーメット（Ni-ScSZ）等で構成される。

30

【0044】

カソード電極24は、例えば、ランタン・ストロンチウム・コバルト・鉄系（LSCF）、ランタン・ストロンチウム・マンガナイト系（LSM）、ランタン・ストロンチウム・コバルタイト系（LSC）、バリウム・ストロンチウム・コバルタイト系（BSC）、バリウム・ストロンチウム・コバルト・鉄系（BSCF）又はサマリウム・ストロンチウム・コバルタイト系（SSC）等で構成される。

【0045】

中間層18aは、アノード電極20と同一の材料で構成されるとともに、気孔率及び気孔径が前記アノード電極20より小さく設定されている。中間層18bは、例えば、ガドリニウム・ドーブ・セリア系（GDC）、サマリウム・ドーブ・セリア系（SDC）又はイットリア・ドーブ・セリア系（YDC）等で構成される。

40

【0046】

アノード側突起部22は、例えば、酸化ニッケル（NiO）、ニッケル-イットリア安定化ジルコニア系サーメット（Ni-YSZ）、ニッケル-サマリウム・ドーブ・セリア系サーメット（Ni-SDC）又はニッケル-スカンジウム安定化ジルコニア系サーメット（Ni-ScSZ）等で構成される。

【0047】

カソード側突起部26は、例えば、ランタン・ストロンチウム・コバルト・鉄系（LS

50

C F)、ランタン・ストロンチウム・マンガンナイト系 (L S M)、ランタン・ストロンチウム・コバルタイト系 (L S C)、ランタン・コバルタイト系 (L C)、バリウム・ストロンチウム・コバルタイト系 (B S C)、バリウム・ストロンチウム・コバルト・鉄系 (B S C F) 又はサマリウム・ストロンチウム・コバルタイト系 (S S C) 等で構成される。

【0048】

図5に示すように、複数のアノード側突起部22は、互いに隣接する3つの前記アノード側突起部22が仮想三角形Tの各頂点に配置される。同様に、カソード側突起部26は、互いに隣接する3つの前記カソード側突起部26が仮想正三角形Tの各頂点に配置される。

10

【0049】

複数のアノード側突起部22と複数のカソード側突起部26とは、第1及び第2セパレータ28a、28bの積層方向に沿って同一の位相に配列される数が、同一の位相以外に配列される数よりも多数に設定される。

【0050】

電解質・電極接合体14は、円板状に形成されるとともに、少なくとも外周端面には、酸化剤ガス及び燃料ガスの進入や排出を阻止するためにバリアー層(図示せず)が設けられている。

【0051】

図2及び図3に示すように、燃料電池10は、第1セパレータ28a及び第2セパレータ28b間に複数、例えば、2個の電解質・電極接合体14が挟持される。第1セパレータ28a及び第2セパレータ28bは、同一形状のセパレータ構造体を互いに180°反転させることにより構成される。

20

【0052】

第1セパレータ28aは、例えば、ステンレス等の板金で構成される第1プレート30a及び第2プレート32aを有する。第1プレート30a及び第2プレート32aは、互いに拡散接合、レーザー溶接又はろう付け等により接合される。

【0053】

第1プレート30aは、略平板状に形成されるとともに、積層方向(矢印A方向)に沿って燃料ガスを供給するための燃料ガス供給連通孔34が形成される燃料ガス供給部36を有する。この燃料ガス供給部36から外方に延在する2つの第1橋架部38a、38bを介して第1挟持部40a、40bが一体に設けられる。

30

【0054】

第1挟持部40a、40bは、電解質・電極接合体14と略同一寸法に設定されるとともに、前記電解質・電極接合体14を構成するアノード側突起部22に接する面(積層される部分)が、それぞれ平坦面に構成される。アノード側突起部22と第1挟持部40a、40bとの間には、アノード電極20の電極面に沿って燃料ガスを供給するための燃料ガス通路44a、44bが形成されるとともに、前記アノード側突起部22は、集電機能を有する。第1挟持部40a、40bの略中央部には、アノード電極20の略中央部に向かって燃料ガスを供給するための燃料ガス供給孔46a、46bが形成される。

40

【0055】

第2プレート32aは、燃料ガス供給連通孔34が形成される燃料ガス供給部48を有する。この燃料ガス供給部48から外方に延在する2つの第1橋架部50a、50bを介して第1挟持部52a、52bが一体に設けられる。第2プレート32aの外周を周回して第1プレート30a側に突出する周回凸部54が設けられ、この周回凸部54に前記第1プレート30aが接合される。

【0056】

燃料ガス供給部48、第1橋架部50a、50b及び第1挟持部52a、52bの第1プレート30aに向かう面には、前記第1プレート30aに接して積層方向の荷重に対する潰れ防止機能を有する複数の突起部56が形成される。

50

【0057】

第1橋架部38a、50a間及び第1橋架部38b、50b間には、燃料ガス供給連通孔34に連通する燃料ガス供給通路58a、58bが形成される。燃料ガス供給通路58a、58bは、第1挟持部40a、52a間及び第1挟持部40b、52b間に形成される燃料ガス充填室60a、60bを介して、燃料ガス供給孔46a、46bに連通する。

【0058】

第2セパレータ28bは、第1セパレータ28aと同一形状に構成されており、第1プレート30a及び第2プレート32aに対応する第1プレート30b及び第2プレート32bを有する。第1プレート30b及び第2プレート32bは、積層方向に沿って酸化剤ガスを供給するための酸化剤ガス供給連通孔62が形成される酸化剤ガス供給部64、66を有する。

10

【0059】

第1プレート30b及び第2プレート32bは、酸化剤ガス供給部64、66から外方に突出する2つの第2橋架部68a、68b及び70a、70bを介して第2挟持部72a、72b及び74a、74bが一体に設けられる。

【0060】

第2挟持部72a、72bは、電解質・電極接合体14と略同一寸法に設定されるとともに、前記電解質・電極接合体14を構成するカソード電極24に接する面（積層される部分）が、それぞれ平坦面に構成される。カソード側突起部26と第2挟持部72a、72bとの間には、カソード電極24の電極面に沿って酸化剤ガスを供給するための酸化剤ガス通路76a、76bが形成されるとともに、前記カソード側突起部26は、集電機能を有する。第2挟持部72a、72bの略中央部には、カソード電極24の略中央部に向かって酸化剤ガスを供給するための酸化剤ガス供給孔78a、78bが形成される。

20

【0061】

第2プレート32b内には、第1プレート30bが接合されることにより酸化剤ガス供給連通孔62に連通する酸化剤ガス供給通路80a、80bが、第2橋架部68a、70a間及び第2橋架部68b、70b間に対応して形成される。第2挟持部74a、74b内には、酸化剤ガス供給連通孔62と酸化剤ガス供給通路80a、80bを介して連通する酸化剤ガス充填室82a、82bが形成される。

【0062】

30

図4に示すように、各燃料電池10間には、燃料ガス供給連通孔34をシールするための第1絶縁シール84と、酸化剤ガス供給連通孔62をシールするための第2絶縁シール86とが設けられる。第1絶縁シール84及び第2絶縁シール86は、シール性が高く、硬質で潰れ難い、例えば、マイカ材のような地殻成分系素材、硝子系素材やセラミック系素材、粘土とプラスチックの複合素材等が使用される。電解質・電極接合体14の外周部外方には、排ガス通路88が設けられる。

【0063】

図1に示すように、燃料電池スタック12は、複数の燃料電池10の積層方向一端に第1エンドプレート90aが配置されるとともに、積層方向他端に第2エンドプレート90bが配置される。第1エンドプレート90a及び第2エンドプレート90b間は、複数のボルト92及びナット94によって互いに積層方向に締め付け荷重が付与される。

40

【0064】

このように構成される燃料電池スタック12において、電解質・電極接合体14を作成する工程を、図6に示すフローチャートに沿って以下に説明する。

【0065】

まず、電解質16の一方の面に中間層18a及びアノード電極20を設けるとともに、前記電解質16の他方の面に中間層18bを設け、シート成形、圧着成形又はスクリーン印刷等によって積層体が成形される（ステップS1）。

【0066】

次に、積層体に焼結処理（約1200℃～1400℃）が施され、アノード電極20、

50

中間層 18 a、電解質 16 及び中間層 18 b が一体化される（ステップ S 2）。そして、ステップ S 3 に進んで、焼結された積層体の中間層 18 b 側には、カソード電極 24 が、例えば、スクリーン印刷により形成される。さらに、約 800℃～1100℃で焼き付け処理が施されることにより、カソード電極 24 が一体化される（ステップ S 4）。

【0067】

ステップ S 5 に進んで、アノード電極 20 には、複数のアノード側突起部 22 が、例えば、スクリーン印刷により形成される。このアノード側突起部 22 には、乾燥処理（約 60℃～120℃）が施される（ステップ S 6）。

【0068】

一方、カソード電極 24 に、複数のカソード側突起部 26 が、例えば、スクリーン印刷により形成された後（ステップ S 7）、前記カソード側突起部 26 には、乾燥処理（約 60℃～120℃）が施される（ステップ S 8）。なお、ステップ S 7 及びステップ S 8 は、ステップ S 5 及びステップ S 6 の前に行うこともできる。

【0069】

アノード側突起部 22 及びカソード側突起部 26 は、乾燥処理が施された状態で、燃料電池 10 に組み付けられるとともに、複数の燃料電池 10 が積層されて燃料電池スタック 12 が得られる。この燃料電池スタック 12 は、後述するように運転されることにより、各燃料電池 10 が高温状態となる。従って、運転温度によりアノード側突起部 22 及びカソード側突起部 26 が焼き付けられる。

【0070】

次いで、燃料電池スタック 12 の動作について、以下に説明する。

【0071】

先ず、図 1 に示すように、燃料電池スタック 12 の燃料ガス供給連通孔 34 に燃料ガスが供給されるとともに、前記燃料電池スタック 12 の酸化剤ガス供給連通孔 62 に酸化剤ガスである酸素含有ガス（以下、空気ともいう）が供給される。

【0072】

燃料ガスは、図 3 及び図 4 に示すように、積層方向（矢印 A 方向）に移動しながら各燃料電池 10 を構成する第 1 セパレータ 28 a に形成された燃料ガス供給通路 58 a、58 b に導入される。この燃料ガスは、第 1 橋架部 38 a、50 a 間及び第 1 橋架部 38 b、50 b 間を燃料ガス供給通路 58 a、58 b に沿って移動し、一旦、燃料ガス充填室 60 a、60 b に充填される。

【0073】

さらに、燃料ガスは、燃料ガス供給孔 46 a、46 b から燃料ガス通路 44 a、44 b に導入される。その際、燃料ガス供給孔 46 a、46 b は、各電解質・電極接合体 14 のアノード電極 20 の略中央位置に設定されている。このため、燃料ガスは、アノード電極 20 の略中心から燃料ガス通路 44 a、44 b に沿って前記アノード電極 20 の外周部に向かって移動する。

【0074】

一方、酸化剤ガス供給連通孔 62 に供給された空気は、第 2 橋架部 68 a、70 a 間及び第 2 橋架部 68 b、70 b 間に形成された酸化剤ガス供給通路 80 a、80 b に沿って移動し、一旦、酸化剤ガス充填室 82 a、82 b に充填される。さらに、酸化剤ガスは、酸化剤ガス供給孔 78 a、78 b から酸化剤ガス通路 76 a、76 b に導入される。

【0075】

酸化剤ガス供給孔 78 a、78 b は、各電解質・電極接合体 14 のカソード電極 24 の略中央位置に設定されている。このため、酸化剤ガスは、酸化剤ガス通路 76 a、76 b に沿ってカソード電極 24 の略中央位置から外周部に向かって移動する。

【0076】

これにより、電解質・電極接合体 14 では、アノード電極 20 の電極面の中心側から周端部側に向かって燃料ガスが供給されるとともに、カソード電極 24 の電極面の中心側から周端部側に向かって空気が供給される。その際、酸化物イオンが電解質 16 を通ってア

10

20

30

40

50

ノード電極 20 に移動し、化学反応により発電が行われる。

【0077】

燃料ガス通路 44a、44b を移動した使用済みの燃料ガス、及び酸化剤ガス通路 76a、76b を移動した使用済みの空気は、各電解質・電極接合体 14 の外周部から排ガス通路 88 に導出され、この排ガス通路 88 で混合されて比較的高温の排ガスとして排出される。

【0078】

この場合、第 1 の実施形態では、第 1 セパレータ 28a は、電解質・電極接合体 14 が積層される部分、すなわち、第 1 挟持部 40a、40b の外面が平坦面で構成されている。同様に、第 2 セパレータ 28b は、電解質・電極接合体 14 が積層される部分、すなわち、第 2 挟持部 72a、72b の外面が平坦面で構成されている。

10

【0079】

このため、第 1 セパレータ 28a 及び／又は第 2 セパレータ 28b の外面にプレスやエッチング等で突起部を形成する必要がなく、金型や専用の加工装置が不要になって燃料電池 10 の製造コストを良好に抑制することが可能になるという効果が得られる。

【0080】

さらに、電解質・電極接合体 14 の一方の面に、必要に応じてアノード側突起部 22 が設けられるとともに、前記電解質・電極接合体 14 の他方の面に、必要に応じてカソード側突起部 26 が設けられている。従って、第 1 セパレータ 28a とアノード側突起部 22 との密着性、及び／又は第 2 セパレータ 28b とカソード側突起部 26 との密着性が、それぞれ向上し、集電性が有効に向上するという利点がある。

20

【0081】

しかも、電解質・電極接合体 14 に作用する偏った荷重を緩和するとともに、ガス拡散性の向上が容易に図られる。これにより、燃料電池 10 の発電効率及び耐久性が良好に向上するという効果がある。

【0082】

さらにまた、アノード電極 20 には、第 1 セパレータ 28a に接触し且つ前記アノード電極 20 と前記第 1 セパレータ 28a との間に燃料ガス通路 44a、44b を形成するための複数のアノード側突起部 22 が設けられている。一方、カソード電極 24 には、第 2 セパレータ 28b に接触し且つ前記カソード電極 24 と前記第 2 セパレータ 28b との間に酸化剤ガス通路 76a、76b を形成するための複数のカソード側突起部 26 が設けられている。

30

【0083】

従って、電解質・電極接合体 14 の両面に複数のアノード側突起部 22 及びカソード側突起部 26 が設けられるため、それぞれ複数の前記アノード側突起部 22 と前記カソード側突起部 26 とを介して良好な集電効果を得ることができる。

【0084】

しかも、第 1 挟持部 40a、40b の外面及び第 2 挟持部 72a、72b の外面は、平坦面に構成されている。このため、第 1 セパレータ 28a 及び第 2 セパレータ 28b の両面には、プレスやエッチング等で突起部を形成する必要がなく、金型や専用の加工装置が不要になって燃料電池 10 の製造コストを良好に抑制することが可能になる。

40

【0085】

また、複数のアノード側突起部 22 と複数のカソード側突起部 26 とは、第 1 及び第 2 セパレータ 28a、28b の積層方向に沿って同一の位相に配列される数が、同一の位相以外に配列される数よりも多数に設定されている。これにより、第 1 セパレータ 28a とアノード側突起部 22 との密着性、及び第 2 セパレータ 28b とカソード側突起部 26 との密着性が、それぞれ向上し、集電性が有効に向上する。しかも、電解質・電極接合体 14 に作用する偏った荷重を緩和するとともに、ガス拡散性の向上が容易に図られる。

【0086】

さらに、複数のアノード側突起部 22 は、互いに隣接する 3 つの前記アノード側突起部

50

２２が仮想正三角形Ｔの各頂点に配置されている。一方、複数のカソード側突起部２６は、互いに隣接する３つの前記カソード側突起部２６が仮想正三角形Ｔの各頂点に配置されている。

【００８７】

従って、複数の突起部が、例えば、格子状に配置される構成に比べ、互いに隣接する３つのアノード側突起部２２及び３つのカソード側突起部２６は、それぞれトラス構造に設定される。このため、多数の突起部を効率的に配置することが可能になる。これにより、簡単な構成で、電解質・電極接合体１４の変形に対する強度を向上させることができ、品質の向上が図られる。

【００８８】

しかも、電解質・電極接合体１４と第１及び第２セパレータ２８ａ、２８ｂとの接触面積が増加するため、発電効率が良好に向上する。その上、アノード側突起部２２同士及びカソード側突起部２６同士が、近接して設けられるため、燃料ガス及び空気の吹き抜けを抑制することが可能になり、発電効率を向上させることができる。

【００８９】

さらにまた、燃料電池１０は、平板型固体酸化物形燃料電池である。従って、平板型且つ高温型の燃料電池１０である平板型固体酸化物形燃料電池に好適に採用することが可能になる。

【００９０】

図７は、本発明の第２の実施形態に係る燃料電池１００が矢印Ａ方向に積層された燃料電池スタック１０２の概略分解斜視説明図である。なお、第１の実施形態に係る燃料電池１０と同一の構成要素には同一の参照符号を付して、その詳細な説明は省略する。また、以下に説明する第３の実施形態以降においても同様に、その詳細な説明は省略する。

【００９１】

図７～図９に示すように、燃料電池１００は、電解質・電極接合体１０４を備える。電解質・電極接合体１０４は、アノード電極２０に第１セパレータ２８ａに接触し、且つ前記アノード電極２０の外周縁部に沿ってアノード側外縁周回用凸部１０６を設ける。

【００９２】

電解質・電極接合体１０４は、カソード電極２４に第２セパレータ２８ｂに接触し、且つ前記カソード電極２４の外周縁部に沿ってカソード側外縁周回用凸部１０８を設ける。なお、アノード側外縁周回用凸部１０６とカソード側外縁周回用凸部１０８とは、少なくともいずれか一方のみを有していてもよい。

【００９３】

このように構成される電解質・電極接合体１０４は、図１０に示すフローチャートに沿って作成される。

【００９４】

第２の実施形態では、第１の実施形態のステップＳ１～ステップＳ４と同様に、ステップＳ１１～ステップＳ１４が行われた後、ステップＳ１５において、アノード電極２０に複数のアノード側突起部２２及びアノード側外縁周回用凸部１０６が、例えば、スクリーン印刷により同時に形成される。そして、ステップＳ１６に進んで、アノード側突起部２２及びアノード側外縁周回用凸部１０６に乾燥処理が施される。

【００９５】

一方、カソード電極２４では、複数のカソード側突起部２６及びカソード側外縁周回用凸部１０８が、例えば、スクリーン印刷により同時に形成された後（ステップＳ１７）、ステップＳ１８に進んで、前記カソード側突起部２６及び前記カソード側外縁周回用凸部１０８に乾燥処理が施される。

【００９６】

このように構成される電解質・電極接合体１０４は、アノード電極２０に、第１セパレータ２８ａに接触し且つ前記アノード電極２０の外周縁部に沿ってアノード側外縁周回用凸部１０６が設けられている。このため、簡単な構成で、第１セパレータ２８ａとアノード

10

20

30

40

50

ド側外縁周回用凸部１０６とが密着し、集電性の向上が図られるとともに、電解質・電極接合体１０４に作用する偏った荷重を緩和することが可能になり、燃料電池１００の発電効率及び耐久性の向上が容易に図られる。

【００９７】

しかも、電解質・電極接合体１０４の外方から、未使用の酸化剤ガスや排ガスが、アノード電極２０に回り込むことを阻止することが可能になる。従って、アノード電極２０の酸化による燃料電池１００の発電効率の低下を抑制するとともに、前記燃料電池１００の耐久性の向上が容易に図られる。

【００９８】

その上、燃料ガス通路４４ａ、４４ｂを流れる燃料ガスは、外部に吹き抜けることを確実に阻止される。これにより、燃料ガスは、発電反応に有効に利用されることができ、燃料利用率が良好に向上する。

【００９９】

一方、電解質・電極接合体１０４は、カソード電極２４に、第２セパレータ２８ｂに接触し且つ前記カソード電極２４の外周縁部に沿ってカソード側外縁周回用凸部１０８を設けている。このため、簡単な構成で、第２セパレータ２８ｂとカソード側外縁周回用凸部１０８とが密着し、集電性の向上が図られるとともに、電解質・電極接合体１０４に作用する偏った荷重を緩和することが可能になり、燃料電池１００の発電効率及び耐久性の向上が容易に図られる。

【０１００】

しかも、電解質・電極接合体１０４の外方から、未使用の燃料ガスや排ガスが、カソード電極２４に回り込むことを阻止することが可能になる。従って、カソード電極２４の還元による燃料電池１００の発電効率の低下を抑制するとともに、前記燃料電池１００の耐久性の向上が容易に図られる。その上、酸化剤ガス通路７６ａ、７６ｂを流れる酸化剤ガスは、外部に吹き抜けることを確実に阻止される。このため、酸化剤ガスは発電反応に有効に利用されることができる。

【０１０１】

さらに、電解質・電極接合体１０４の両面には、アノード側外縁周回用凸部１０６とカソード側外縁周回用凸部１０８とが設けられるため、前記アノード側外縁周回用凸部１０６と前記カソード側外縁周回用凸部１０８との間で、積層方向の荷重を確実に伝達することができる。これにより、集電性が有効に向上するとともに、電解質・電極接合体１０４に作用する偏った荷重を緩和することが可能になる。

【０１０２】

また、アノード側外縁周回用凸部１０６は、アノード側突起部２２と同一の材料で構成されている。従って、アノード側外縁周回用凸部１０６とアノード側突起部２２とを同時に形成することができ、製造工程が簡素化されて製造コストの低減が可能になる。同様に、カソード側外縁周回用凸部１０８は、カソード側突起部２６と同一の材料で構成されている。このため、カソード側外縁周回用凸部１０８とカソード側突起部２６とを同時に形成することができ、製造工程が簡素化されて製造コストの低減が可能になる。

【０１０３】

図１１は、本発明の第３の実施形態に係る燃料電池１２０が、矢印Ａ方向に積層された燃料電池スタック１２２の概略分解斜視説明図である。

【０１０４】

燃料電池１２０は、電解質・電極接合体１２４を備える。この電解質・電極接合体１２４には、アノード電極２０にアノード側突起部２２とは異なる材質、例えば、電解質１６と同一の材質で且つ一体に構成されるとともに、前記アノード電極２０の外周縁部を覆うアノード側外縁周回用凸部１２６が設けられる。このアノード側外縁周回用凸部１２６は、電解質・電極接合体１２４が断面コ字状に形成されることにより、一体に設けられる（図１２参照）。この電解質・電極接合体１２４は、実質的に、図６に示すフローチャートに沿って作成される。

【0105】

この第3の実施形態では、アノード側外縁周回用凸部126は、アノード側突起部22と異なる材料で構成されている。従って、アノード側外縁周回用凸部126には、シール性に特化した材料を選択する一方、アノード側突起部22には、集電性に特化した材料を選択することができ、燃料電池120の発電効率の向上を図ることが可能になる。

【0106】

特に、第3の実施形態では、アノード側外縁周回用凸部126は、電解質16と同一材料で且つ前記電解質16と一体に構成されている。これにより、アノード側外縁周回用凸部126は、緻密体であって比較的シール機能を有する電解質16を利用することができ、製造工程が簡素化されて製造コストが低減されるとともに、燃料電池120の発電効率の向上を図ることが可能になる。

10

【0107】

なお、アノード側外縁周回用凸部126は、例えば、地殻成分系素材、硝子系素材、粘土とプラスチックの複合素材で構成してもよい。また、第3の実施形態では、アノード側外縁周回用凸部126について説明したが、例えば、カソード電極24に複数のカソード側突起部26と異なる材質で形成されるカソード側外縁周回用凸部（図示せず）を設けてもよい。このため、カソード側外縁周回用凸部には、シール性に特化した材料を選択する一方、カソード側突起部26には集電性に特化した材料を選択することができ、燃料電池120の発電効率の向上を図ることが可能になる。

【0108】

20

さらに、カソード側外縁周回用凸部は、電解質16と同一の材質で且つ一体に構成してもよい。これにより、カソード側外縁周回用凸部に緻密体であって比較的シール機能を有する電解質16を利用することができ、製造工程が簡素化されて製造コストが低減されるとともに、燃料電池120の発電効率の向上を図ることが可能になる。

【0109】

図13は、本発明の第4の実施形態に係る燃料電池130が、矢印A方向に積層された燃料電池スタック132の概略分解斜視説明図である。

【0110】

燃料電池130は、電解質・電極接合体134を備える。この電解質・電極接合体134は、図13及び図14に示すように、アノード側突起部22を周回するアノード側外縁周回用凸部136と、カソード側突起部26を周回するカソード側外縁周回用凸部138とを有する。

30

【0111】

アノード側外縁周回用凸部136は、アノード側突起部22とは、異なる材質で形成されるとともに、カソード側外縁周回用凸部138は、カソード側突起部26とは異なる材質で形成される。第4の実施形態では、アノード側外縁周回用凸部136及びカソード側外縁周回用凸部138は、電解質16と同一材料で、且つ一体に設けられている。

【0112】

このように構成される第4の実施形態では、アノード側外縁周回用凸部136及びカソード側外縁周回用凸部138には、シール性に特化した材料、例えば、緻密体であって比較的シール機能を有する電解質16を利用することができる。従って、製造工程が簡素化されて、製造コストが低減されるとともに、燃料電池130の発電効率の向上を図ることが可能になる。

40

【0113】

図15は、本発明の第5の実施形態に係る燃料電池140が、矢印A方向に積層された燃料電池スタック142の概略分解斜視説明図である。

【0114】

燃料電池140は、電解質・電極接合体144を備える。この電解質・電極接合体144は、図15～図17に示すように、アノード電極20に、アノード側外縁周回用凸部146と、前記アノード側外縁周回用凸部146の内側に且つリング状を有する補強リブ1

50

４８とを設ける。アノード側外縁周回用凸部１４６及び補強リブ１４８は、アノード側突起部２２とは異なる材質で、例えば、電解質１６と同一の材質で、且つ該電解質１６と一体に設けられる。

【０１１５】

このように構成される第５の実施形態では、電解質１６と一体にアノード側外縁周回用凸部１４６と補強リブ１４８とが同心状に一体に形成されている。このため、特に、電解質・電極接合体１４４の強度を確実に保持することができる他、上記の第３の実施形態と同様の効果が得られる。

【０１１６】

なお、第５の実施形態では、単一のリング状補強リブ１４８が、アノード側外縁周回用凸部１４６と同心状に形成されているが、これに限定されるものではない。例えば、図１８に示す電解質・電極接合体１５０には、アノード側外縁周回用凸部１４６から中心に向かって複数の補強リブ１５２が直線的に設けられている。

【０１１７】

また、図１９に示す電解質・電極接合体１６０には、アノード側外縁周回用凸部１４６の内方に且つ該アノード側外縁周回用凸部１４６と同心状に二重の補強リブ１６２ａ、１６２ｂが設けられている。これらの電解質・電極接合体１５０、１６０は、上記の電解質・電極接合体１４４と同様の効果が得られる。

【０１１８】

また、上記の第５の実施形態では、アノード電極２０に電解質１６と一体のアノード側外縁周回用凸部１４６及び補強リブ１４８が設けられているが、これに限定されるものではない。例えば、アノード電極２０側には、複数のアノード側突起部２２のみを設け、カソード電極２４には、複数のカソード側突起部２６と、電解質１６と一体のカソード側外縁周回用凸部及び補強リブとを設けてもよい。

【０１１９】

さらに、アノード電極２０側に複数のアノード側突起部２２、アノード側外縁周回用凸部１４６及び補強リブ１４８を設ける一方、カソード電極２４に複数のカソード側突起部２６、カソード側外縁周回用凸部及び補強リブを設けてもよい。

【０１２０】

図２０は、本発明の第６の実施形態に係る燃料電池１７０が、矢印Ａ方向に積層された燃料電池スタック１７１の概略分解斜視説明図である。

【０１２１】

図２０及び図２１に示すように、燃料電池１７０は、各セパレータ１７２間に４個の電解質・電極接合体１７４が、このセパレータ１７２の中心部である燃料ガス供給連通孔３４を中心に同心円上に配列される。

【０１２２】

電解質・電極接合体１７４は、図２２に示すように、アノード電極２０に複数のアノード側突起部２２と、前記アノード電極２０の外周縁部に沿って周回するアノード側外縁周回用凸部１７６とを備える。アノード側突起部２２及びアノード側外縁周回用凸部１７６は、同一の材質で構成され、例えば、アノード電極２０と同一の材質に設定される。

【０１２３】

セパレータ１７２は、例えば、ステンレス合金等の板金で構成される１枚の金属プレートやカーボンプレート等で構成される。セパレータ１７２は、中央部に燃料ガス供給連通孔３４を形成する燃料ガス供給部３６を有する。この燃料ガス供給部３６から外方に等角度間隔（９０°間隔）ずつ離間して放射状に延在する４本の第１橋架部３８を介して比較的大径な挟持部４０が一体的に設けられる。燃料ガス供給部３６と各挟持部４０との中心間距離は、同一距離に設定される。

【０１２４】

各挟持部４０は、電解質・電極接合体１７４と略同一寸法の円板形状に設定されており、互いに分離して構成される。挟持部４０には、燃料ガスを供給するための燃料ガス供給

10

20

30

40

50

孔４６が、例えば、前記挟持部４０の中心又は中心に対して酸化剤ガスの流れ方向上流側に偏心した位置に設定される。

【０１２５】

各挟持部４０のアノード側突起部２２に接触する面は、平坦面に構成されるとともに、前記アノード側突起部２２と前記平坦面との間には、アノード電極２０の電極面に沿って燃料ガスを供給するための燃料ガス通路４４が形成される。

【０１２６】

各挟持部４０のカソード側突起部２６に接触する面は、平坦面に構成されるとともに、前記カソード側突起部２６と前記平坦面との間には、カソード電極２４の電極面に沿って酸化剤ガスを供給するための酸化剤ガス通路７６が形成される。

10

【０１２７】

セパレータ１７２のカソード電極２４に対向する面には、通路部材１７８が、例えば、ろう付け、拡散接合やレーザ溶接等により固着される。通路部材１７８は、平板状に構成されるとともに、中央部に燃料ガス供給連通孔３４を形成する燃料ガス供給部４８を備える。燃料ガス供給部４８には、補強用のボス部１８０が所定数だけ設けられる。

【０１２８】

燃料ガス供給部４８から放射状に４本の第２橋架部１８２が延在するとともに、各第２橋架部１８２は、セパレータ１７２の第１橋架部３８から挟持部４０の面に燃料ガス供給孔４６を覆って固着される（図２２参照）。

【０１２９】

20

燃料ガス供給部４８から第２橋架部１８２には、燃料ガス供給連通孔３４から燃料ガス供給孔４６に連通する燃料ガス供給通路８０が形成される。燃料ガス供給通路８０は、例えば、エッチング又は、プレスにより形成される。

【０１３０】

酸化剤ガス通路７６は、電解質・電極接合体１７４の内側周端部と挟持部４０の内側周端部との間から矢印Ｂ方向に酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス供給連通孔１８４に連通する。この酸化剤ガス供給連通孔１８４は、各挟持部４０の内方と第１橋架部３８との間に位置して積層方向（矢印Ａ方向）に延在している。

【０１３１】

各セパレータ１７２間には、燃料ガス供給連通孔３４をシールするための絶縁シール１８６が設けられる。絶縁シール１８６は、例えば、マイカ材やセラミック材等、地殻成分系素材、硝子系素材、粘土とプラスチックの複合素材で形成されている。絶縁シール１８６は、燃料ガス供給連通孔３４を電解質・電極接合体１７４に対してシールする機能を有する。燃料電池１７０には、挟持部４０の外方に位置して排ガス通路１８８が形成される。

30

【０１３２】

このように構成される燃料電池１７０では、燃料ガス供給連通孔３４に燃料ガスが供給されるとともに、各酸化剤ガス供給連通孔１８４に酸素含有ガスである空気が供給される。

【０１３３】

40

図２２に示すように、燃料ガスは、燃料電池スタック１７１の燃料ガス供給連通孔３４に沿って積層方向（矢印Ａ方向）に移動しながら、各燃料電池１７０に設けられる燃料ガス供給通路８０に沿ってセパレータ１７２の面方向に移動する。

【０１３４】

燃料ガスは、燃料ガス供給通路８０から挟持部４０に形成された燃料ガス供給孔４６を通過して燃料ガス通路４４に導入される。このため、燃料ガスは、燃料ガス供給孔４６からアノード電極２０の略中心に供給された後、燃料ガス通路４４に沿って前記アノード電極２０の外周部に向かって移動する。

【０１３５】

一方、酸化剤ガス供給連通孔１８４に供給された空気は、電解質・電極接合体１７４の

50

内側周端部と挟持部40の内側周端部との間から矢印B方向に流入し、酸化剤ガス通路76に送られる。酸化剤ガス通路76では、電解質・電極接合体174のカソード電極24の内側周端部（セパレータ172の中央部）側から外側周端部（セパレータ172の外側周端部側）に向かって空気が流動する。

【0136】

従って、電解質・電極接合体174では、アノード電極20の電極面の中心側から周端部側に向かって燃料ガスが供給されるとともに、カソード電極24の電極面の一方向（矢印B方向）に向かって空気が供給される。その際、酸化物イオンが電解質16を通してアノード電極20に移動し、化学反応により発電が行われる。

【0137】

なお、各電解質・電極接合体174の外周部に排出される主に発電反応後の空気を含む排ガスは、オフガスとして排ガス通路188を介して燃料電池スタック171から排出される。

【0138】

この場合、第6の実施形態では、電解質・電極接合体174を構成するアノード電極20には、複数のアノード側突起部22とリング状のアノード側外縁周回用凸部176とが同一の材質で且つ一体に設けられている。これにより、簡単な構成で、セパレータ172とアノード側外縁周回用凸部176とが密着して集電性の向上が図られるとともに、電解質・電極接合体174に作用する偏った荷重を緩和することが可能になり、燃料電池170の発電効率及び耐久性の向上が容易に図られる。

【0139】

しかも、電解質・電極接合体174の外方からアノード電極20に未使用の酸化剤ガスや排ガスが回り込むことを阻止することができる。このため、アノード電極20の酸化による燃料電池170の発電効率の低下を抑制するとともに、前記燃料電池170の耐久性の向上が容易に図られる。

【0140】

しかも、燃料ガス通路44を流れる燃料ガスは、外部に吹き抜けることを確実に阻止される。従って、燃料ガスは、発電反応に有効に利用されることができ、燃料利用率が有効に向上する。

【0141】

さらにまた、アノード側外縁周回用凸部176と複数のアノード側突起部22とが同一の材質で構成されるため、これらを同時に形成することができ、製造工程が簡素化されて製造コストの低減が可能になる。

【0142】

なお、第6の実施形態では、アノード側外縁周回用凸部176をアノード側突起部22と同一の材質により構成しているが、これに限定されるものではなく、前記アノード側外縁周回用凸部176を電解質16と同一の材質で構成してもよい。

【0143】

さらに、アノード電極20には、電解質16と同一の材質で且つ一体に補強リブ（図17～図19参照）を設けてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0144】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る燃料電池が積層された燃料電池スタックの概略斜視説明図である。

【図2】前記燃料電池の概略分解斜視説明図である。

【図3】前記燃料電池のガス流れ状態を示す一部分解斜視説明図である。

【図4】前記燃料電池スタックの、図1中、I V—I V線断面説明図である。

【図5】前記燃料電池を構成する電解質・電極接合体の正面説明図である。

【図6】前記電解質・電極接合体の作成方法を説明するフローチャートである。

【図7】本発明の第2の実施形態に係る燃料電池が積層された燃料電池スタックの概略分

10

20

30

40

50

解斜視説明図である。

【図 8】前記燃料電池が積層された燃料電池スタックの断面説明図である。

【図 9】前記燃料電池を構成する電解質・電極接合体の正面説明図である。

【図 10】前記電解質・電極接合体の作成方法を説明するフローチャートである。

【図 11】本発明の第 3 の実施形態に係る燃料電池が積層された燃料電池スタックの概略分解斜視説明図である。

【図 12】前記燃料電池が積層された燃料電池スタックの断面説明図である。

【図 13】本発明の第 4 の実施形態に係る燃料電池が積層された燃料電池スタックの概略分解斜視説明図である。

【図 14】前記燃料電池が積層された燃料電池スタックの断面説明図である。

10

【図 15】本発明の第 5 の実施形態に係る燃料電池が積層された燃料電池スタックの概略分解斜視説明図である。

【図 16】前記燃料電池が積層された燃料電池スタックの断面説明図である。

【図 17】前記燃料電池を構成する電解質・電極接合体の正面説明図である。

【図 18】別の燃料電池を構成する電解質・電極接合体の正面説明図である。

【図 19】さらに別の燃料電池を構成する電解質・電極接合体の正面説明図である。

【図 20】本発明の第 6 の実施形態に係る燃料電池が積層された燃料電池スタックの概略分解斜視説明図である。

【図 21】前記燃料電池のガス流れ状態を示す一部分解斜視説明図である。

【図 22】前記燃料電池の動作を説明する概略断面説明図である。

20

【図 23】特許文献 1 の燃料電池の分解斜視説明図である。

【図 24】特許文献 2 の燃料電池の分解斜視説明図である。

【図 25】特許文献 3 の燃料電池の断面説明図である。

【符号の説明】

【0145】

10、100、120、130、140、170…燃料電池

12、102、122、132、142、172…燃料電池スタック

14、104、124、134、144、150、160、174…電解質・電極接合体

16…電解質 20…アノード電極

22…アノード側突起部 24…カソード電極

30

26…カソード側突起部 28a、28b…セパレータ

34…燃料ガス供給連通孔 36…燃料ガス供給部

38、38a、38b、50a、50b、68a、68b、70a、70b、182…橋架部

40、40a、40b、52a、52b、72a、72b、74a、74b…挟持部

44、44a、44b…燃料ガス通路 46、46a、46b…燃料ガス供給孔

48…燃料ガス供給部 58a、58b、80…燃料ガス供給通路

62、184…酸化剤ガス供給連通孔 64、66…酸化剤ガス供給部

76a、76b…酸化剤ガス通路 78a、78b…酸化剤ガス供給孔

80a、80b…酸化剤ガス供給通路

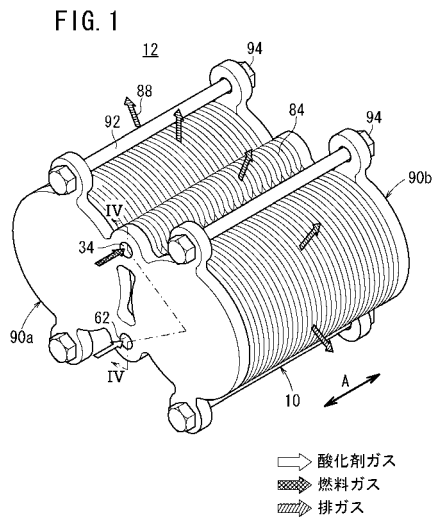
40

106、126、136、146、176…アノード側外縁周回用凸部

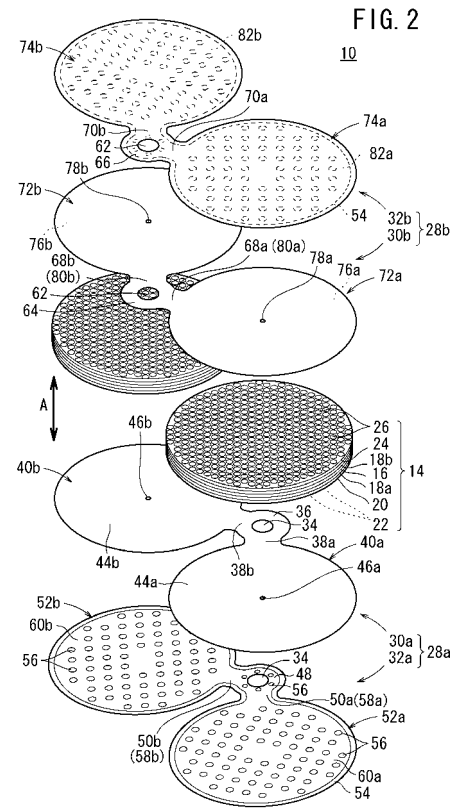
108、138…カソード側外縁周回用凸部

148、152、162a、162b…補強リブ

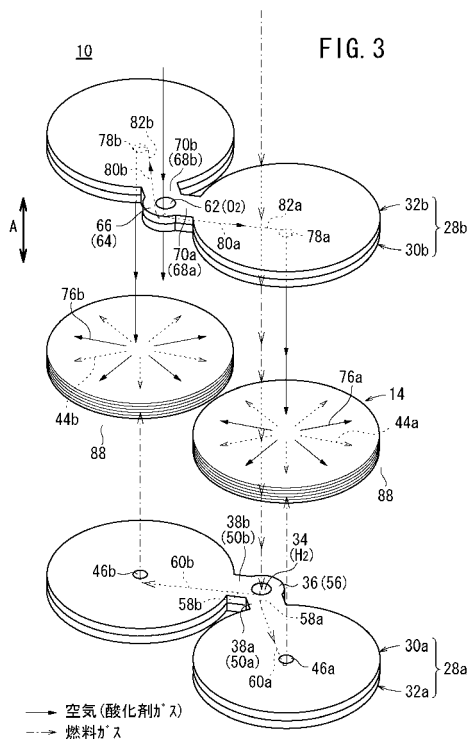
【図 1】



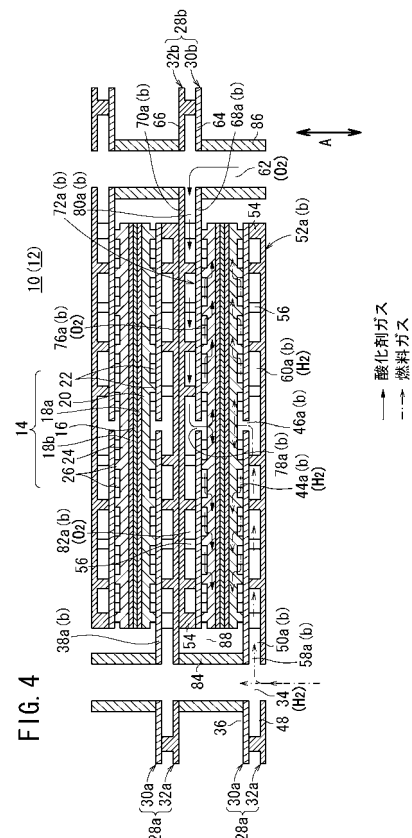
【図 2】



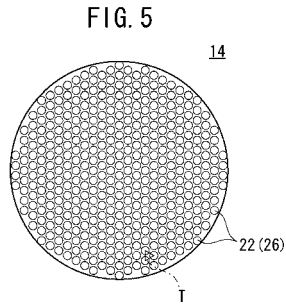
【図 3】



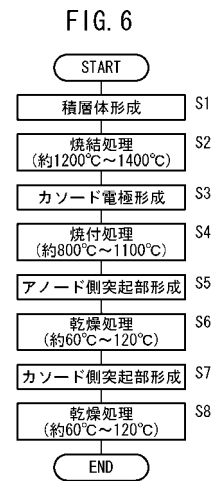
【図 4】



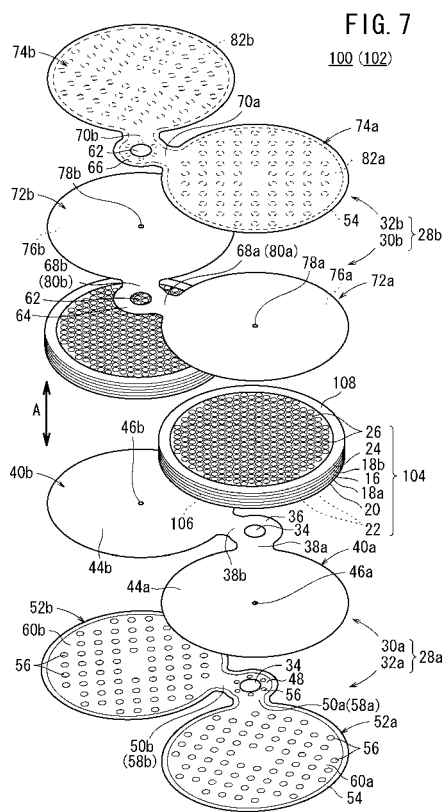
【図 5】



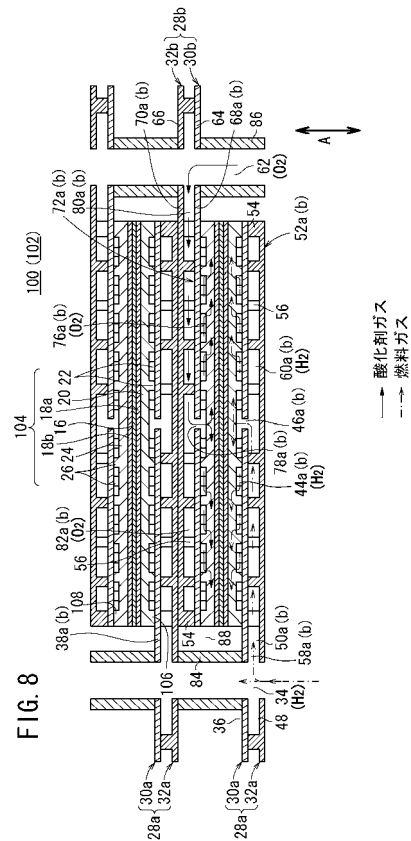
【図 6】



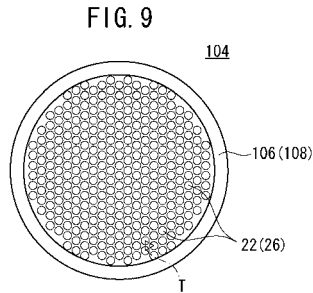
【図 7】



【図 8】



【図 9】

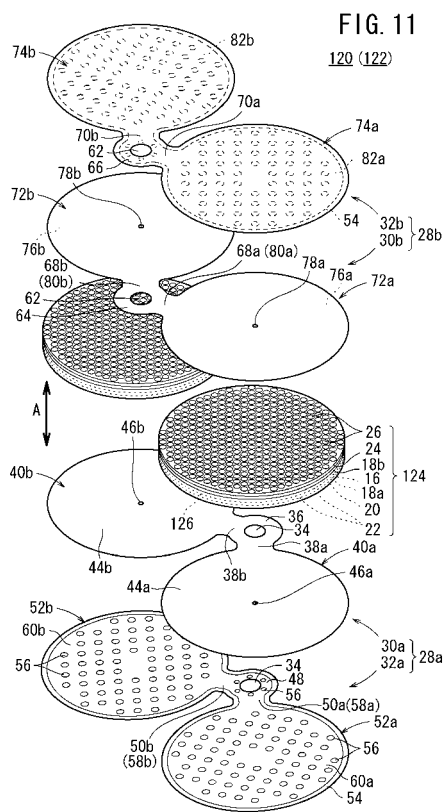


【図 10】

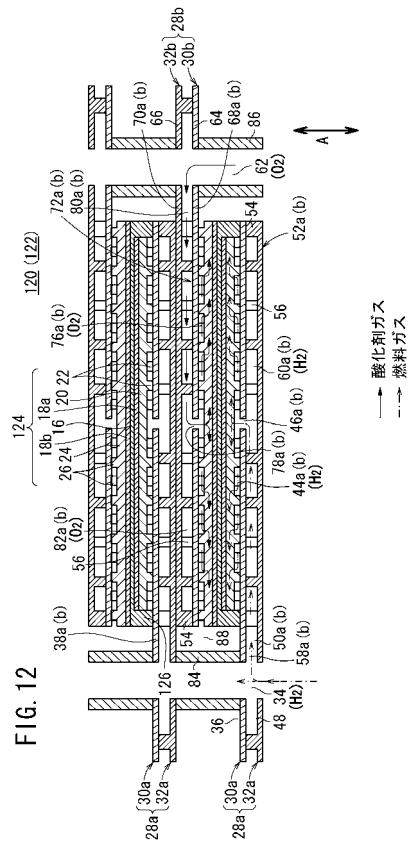
FIG. 10



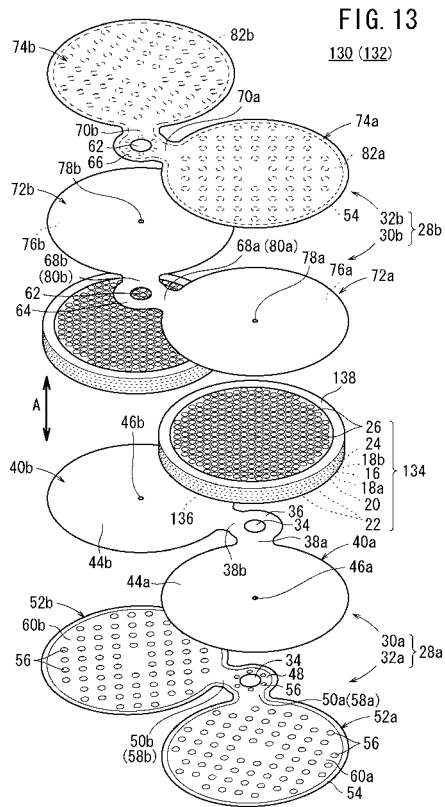
【図 11】



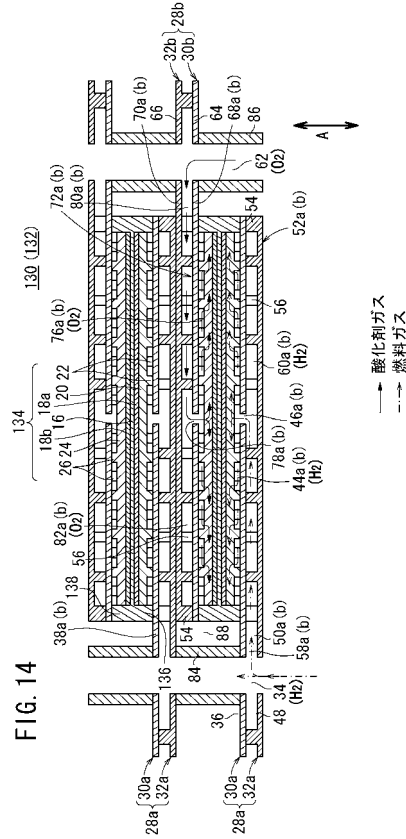
【図 12】



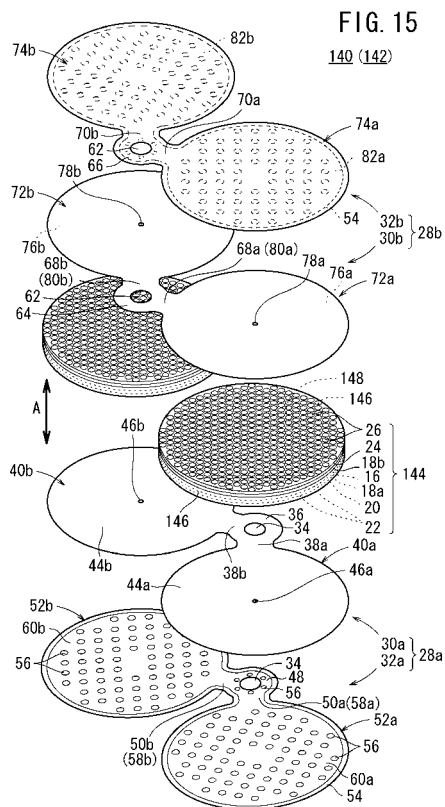
【図 13】



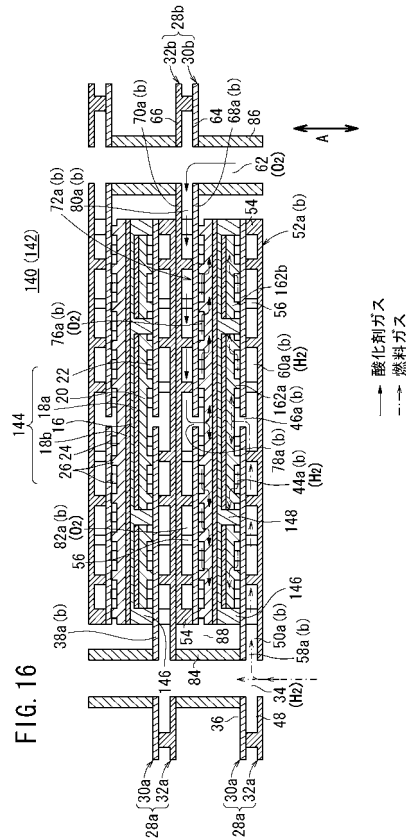
【図 14】



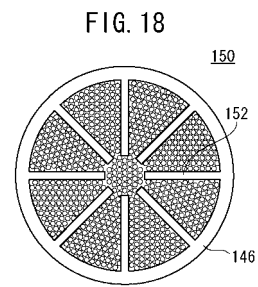
【図 15】



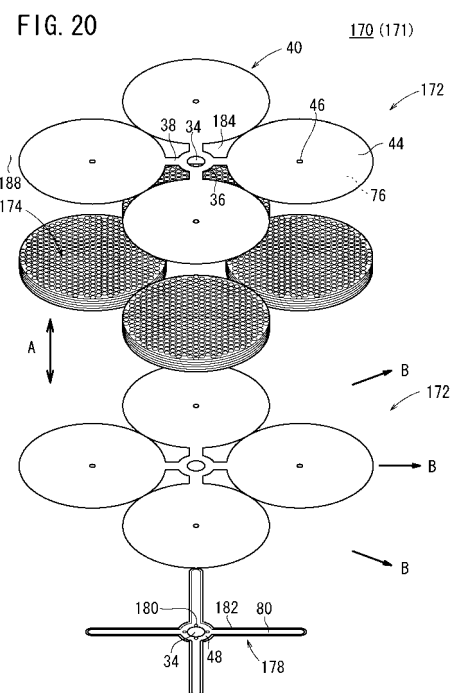
【図 16】



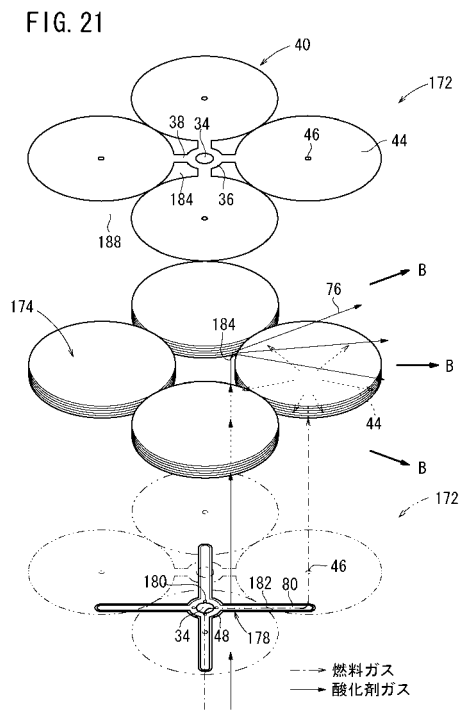
【図 18】



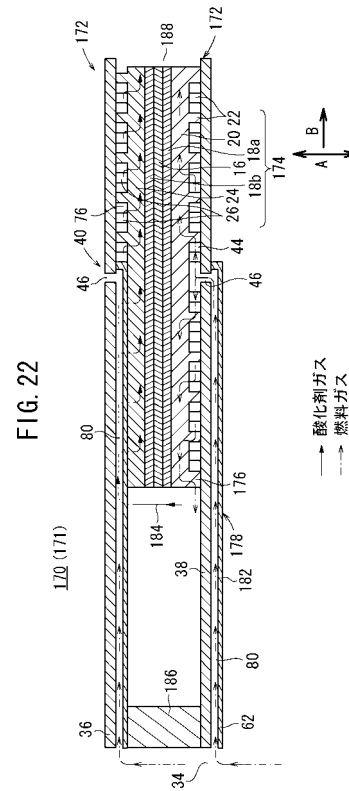
【図 20】



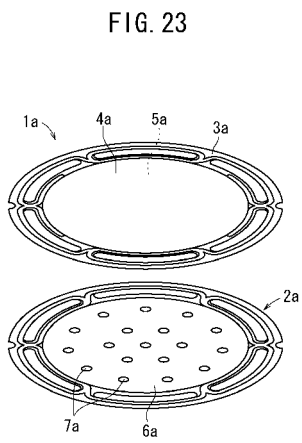
【図 2 1】



【図 2 2】

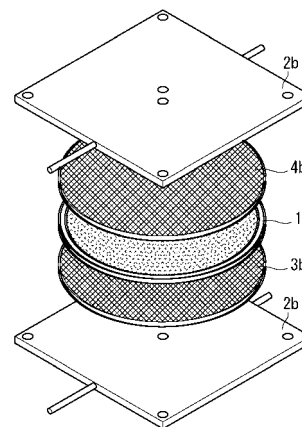


【図 2 3】



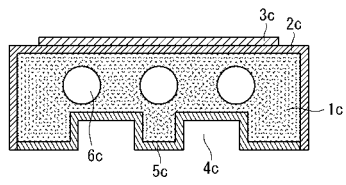
【図 2 4】

FIG. 24



【図 25】

FIG. 25



フロントページの続き

審査官 松本 陶子

- (56)参考文献 特開2002-203579 (JP, A)
特開2008-146905 (JP, A)
特開2008-218275 (JP, A)
特開2006-331860 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01M 8/02
H01M 8/12
H01M 4/86