

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5437222号
(P5437222)

(45) 発行日 平成26年3月12日(2014.3.12)

(24) 登録日 平成25年12月20日(2013.12.20)

(51) Int.Cl.	F 1	
HO 1 M 8/24 (2006.01)	HO 1 M 8/24	T
HO 1 M 8/12 (2006.01)	HO 1 M 8/12	
HO 1 M 8/02 (2006.01)	HO 1 M 8/24	E
	HO 1 M 8/02	E
	HO 1 M 8/24	R

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2010-267952 (P2010-267952)
 (22) 出願日 平成22年12月1日(2010.12.1)
 (65) 公開番号 特開2012-119164 (P2012-119164A)
 (43) 公開日 平成24年6月21日(2012.6.21)
 審査請求日 平成24年11月27日(2012.11.27)

(73) 特許権者 000005326
 本田技研工業株式会社
 東京都港区南青山二丁目1番1号
 (74) 代理人 100077665
 弁理士 千葉 剛宏
 (74) 代理人 100116676
 弁理士 宮寺 利幸
 (74) 代理人 100149261
 弁理士 大内 秀治
 (72) 発明者 本間 弘樹
 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

審査官 高木 康晴

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池スタック

(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固体酸化物形燃料電池を備え、複数の前記固体酸化物形燃料電池が積層される積層体を有する燃料電池スタックであって、

前記積層体の積層方向一端に配置される基台部と、

前記積層体の積層方向他端に配置され、該積層体に積層方向に沿って荷重を付与する架台部と、

前記架台部と前記積層体との間に配置され、アルミナ繊維とパーミキュライトとの複合材を有する燃料電池保持部と、

を備えることを特徴とする燃料電池スタック。

【請求項2】

請求項1記載の燃料電池スタックにおいて、前記燃料電池保持部は、アルミナ繊維により構成されるアルミナ層と、

前記複合材により構成される複合層と、

を備えるとともに、

前記アルミナ層は、前記積層体側に配置され且つ前記複合層は、前記架台部側に配置されることを特徴とする燃料電池スタック。

【請求項3】

請求項1又は2記載の燃料電池スタックにおいて、前記架台部は、前記基台部と平行に

配置されるプレート部材であり、

前記プレート部材と前記基台部とは、複数のボルトを介して前記積層方向に締め付け保持されることを特徴とする燃料電池スタック。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 記載の燃料電池スタックにおいて、前記架台部は、前記積層体を収容するボックスの底部により構成されるとともに、

前記ボックスの開口側端部は、前記基台部に隣接して複数のボルトを介し前記積層方向に締め付け保持されることを特徴とする燃料電池スタック。

【請求項 5】

請求項 2 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の燃料電池スタックにおいて、前記セパレータは、前記電解質・電極接合体を挟持するとともに、前記アノード電極の電極面に沿って燃料ガスを供給する燃料ガス通路及び前記カソード電極の電極面に沿って酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス通路が個別に設けられる挟持部と、

前記挟持部に連結され、前記燃料ガスを前記燃料ガス通路に又は前記酸化剤ガスを前記酸化剤ガス通路に供給するための反応ガス供給通路が形成される橋架部と、

前記橋架部に連結され、前記燃料ガス又は前記酸化剤ガスを前記反応ガス供給通路に供給するための反応ガス供給連通孔が積層方向に形成される反応ガス供給部と、

を備え、

前記燃料電池保持部は、前記反応ガス供給部に前記積層方向に荷重を付与する第 1 燃料電池保持部と、

前記挟持部に前記電解質・電極接合体に対応して前記積層方向に荷重を付与する第 2 燃料電池保持部と、

を有し、

前記第 1 燃料電池保持部は、前記第 2 燃料電池保持部よりも前記積層方向に大きな荷重を付与することを特徴とする燃料電池スタック。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の燃料電池スタックにおいて、前記固体酸化物形燃料電池は、平板積層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スタック。

【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固体酸化物形燃料電池を備え、複数の前記固体酸化物形燃料電池が積層される積層体を有する燃料電池スタックに関する。

【背景技術】

【0002】

通常、固体酸化物形燃料電池 (SOFC) は、電解質に酸化物イオン導電体、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、電解質・電極接合体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】

この種の燃料電池スタックでは、効率的に出力電圧を得るために、燃料電池同士を所望の加圧状態で積層させる必要がある。さらに、反応ガス、例えば、燃料ガス及び空気の漏れを可及的に阻止するために、積層方向に加圧して反応ガスマニホールドを確実にシールする必要がある。

【0004】

このため、例えば、特許文献 1 に開示されている平板型固体酸化物形燃料電池では、図 11 に示すように、セルスタック 1 a と、前記セルスタック 1 a の周囲に配設され、各単セル 2 a に対して燃料ガス、酸化剤ガスの給排気を行う 4 つのマニホールド M 1 ~ M 4 と

10

20

30

40

50

を備えている。

【0005】

セルスタック1 aは、第1の加圧機構3 aによって加圧される一方、各マニホールドM 1 ~ M 4は、第2の加圧機構4 aによって加圧されるように構成されている。第1の加圧機構3 aは、加圧手段としての圧縮ばね5 aを備えるとともに、第2の加圧機構4 aは、加圧手段としての圧縮ばね6 aを備えている。

【0006】

また、特許文献2に開示されている燃料電池は、図12に示すように、発電セル1 bを一对のセパレータ2 bにより挟持したユニット3 bが、多数積層されるとともに、積層方向両端(上下両端)には、上締付板4 bと下締付板5 bとが配設されている。上締付板4 bの中央部には、発電セル1 bの外形よりも大きな丸孔6 bが設けられており、この丸孔6 bには、錘7 bが載置されている。

10

【0007】

上締付板4 bと下締付板5 bとは、複数のボルト8 bにより締め付けられて、ユニット3 bには、積層方向の締め付け荷重が付与されている。一方、錘7 bによる荷重により、ユニット3 bを構成する複数の発電要素は、互いに密着されている。

【0008】

さらにまた、特許文献3に開示されているセルスタックは、導電性ボルトに接続される第1のエンドプレートと、別の導電性ボルトに接続される第2のエンドプレートとの間に配置される少なくとも1つの電気化学セルを有するセルスタックである。

20

【0009】

このセルスタックは、ハウジングと、該セルスタックをこのハウジングに固定して支持する手段と、セルスタック全体に一定の機械的荷重を保持する手段とを有している。そして、一定の荷重を保持する手段は、セルスタックとハウジング壁との間にある空間に挿入される少なくとも1つの弾性パッドを備えている。弾性パッドは、例えば、シリコンパッドであり、絶縁性を有している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開2006-339035号公報

30

【特許文献2】特開2007-73359号公報

【特許文献3】特表2009-500525号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

上記の特許文献1では、燃料電池の運転温度が相当に高温である。従って、セルスタック1 aを加圧する第1の加圧機構3 aを構成する圧縮ばね5 aは、高温に耐えるセラミックス材料、例えば、窒化けい素を使用する必要がある。このため、第1の加圧機構3 aのコストが高騰するという問題がある。

【0012】

40

しかも、圧縮ばね5 aとしてセラミックスばねが用いられるため、破損等が惹起し易くなるというおそれがあるとともに、スタック上部からの放熱が大きくなり、熱自立が促進されないという問題がある。

【0013】

また、上記の特許文献2では、上締付板4 bの中央部に形成された丸孔6 bに錘7 bが配置されて、積層方向の荷重を増やすように構成される。これにより、燃料電池全体が相当に大型化且つ重量物化してしまう。

【0014】

しかも、錘7 bの熱容量が大きく、燃料電池の起動時や負荷変動時の追従性が低下し、迅速に対応することができないという不具合がある。さらに、錘7 bは、熱伝導の大きな

50

金属であり、熱引きによって燃料電池上部からの放熱が大きくなるという問題がある。

【0015】

さらにまた、上記の特許文献3では、弾性パッドは、シリコンや高分子材料等の樹脂系材料で形成されるため、材料の耐熱性が低下してしまう。これにより、特に、高温作動の固体酸化物形燃料電池には、良好に適用することができないという問題がある。

【0016】

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、固体酸化物形燃料電池に所望の締め付け荷重を確実に付与するとともに、放熱を抑制して高効率な発電が遂行可能な燃料電池スタック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】

【0017】

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固体酸化物形燃料電池を備え、複数の前記固体酸化物形燃料電池が積層される積層体を有する燃料電池スタックに関するものである。

【0018】

この燃料電池スタックは、積層体の積層方向一端に配置される基台部と、前記積層体の積層方向他端に配置され、該積層体に積層方向に沿って荷重を付与する架台部と、前記架台部と前記積層体との間に配置され、アルミナ繊維とバーミキュライトとの複合材を有する燃料電池保持部とを備えている。

【0019】

また、この燃料電池スタックでは、燃料電池保持部は、アルミナ繊維により構成されるアルミナ層と、前記複合材により構成される複合層とを備えるととともに、前記アルミナ層は、積層体側に配置され且つ前記複合層は、架台部側に配置されることが好ましい。

【0020】

アルミナ繊維は、弾性を有するとともに、高温における耐久性に優れる。しかも、アルミナ繊維は、断熱性及び絶縁性を有しており、アルミナ層は、高温で運転される積層体の端部に良好に配置可能となる。一方、バーミキュライトは、アルミナ繊維に比べて高温耐久性が低いものの、高温時の熱膨張率が大きい。

【0021】

このため、複合層は、架台部側に配置されることにより、バーミキュライトが積層体からの温度に直接曝されることがない。しかも、バーミキュライトが熱膨張することにより、複合層は、燃料電池スタックの温度変化に容易に追従して、積層体に所望の締め付け荷重を確実に付与することができる。

【0022】

さらに、この燃料電池スタックでは、架台部は、基台部と平行に配置されるプレート部材であり、前記プレート部材と前記基台部とは、複数のボルトを介して積層方向に締め付け保持されることが好ましい。

【0023】

従って、積層方向に長尺なボルト自体が、高温時に軸方向に伸びても、複合層が膨張して各固体酸化物形燃料電池に所望の締め付け荷重を確実に付与することが可能になる。これにより、燃料電池スタック全体の発電性能の向上が容易に図られる。

【0024】

さらにまた、この燃料電池スタックでは、架台部は、積層体を収容するボックスの底部により構成されるとともに、前記ボックスの開口側端部は、基台部に隣接して複数のボルトを介し積層方向に締め付け保持されることが好ましい。

【0025】

このため、ボックス自体が、高温時に積層方向に伸びても、複合層が膨張して各固体酸化物形燃料電池に所望の締め付け荷重を確実に付与することができる。従って、燃料電池スタック全体の発電性能の向上が容易に図られる。

【0026】

10

20

30

40

50

また、この燃料電池スタックでは、セパレータは、電解質・電極接合体を挟持するとともに、アノード電極の電極面に沿って燃料ガスを供給する燃料ガス通路及びカソード電極の電極面に沿って酸化剤ガスを供給する酸化剤ガス通路が個別に設けられる挟持部と、前記挟持部に連結され、前記燃料ガスを前記燃料ガス通路に又は前記酸化剤ガスを前記酸化剤ガス通路に供給するための反応ガス供給通路が形成される橋架部と、前記橋架部に連結され、前記燃料ガス又は前記酸化剤ガスを前記反応ガス供給通路に供給するための反応ガス供給連通孔が積層方向に形成される反応ガス供給部とを備えている。

【0027】

燃料電池保持部は、反応ガス供給部に積層方向に荷重を付与する第1燃料電池保持部と、挟持部に電解質・電極接合体に対応して前記積層方向に荷重を付与する第2燃料電池保持部とを有し、前記第1燃料電池保持部は、前記第2燃料電池保持部よりも前記積層方向に大きな荷重を付与することが好ましい。

10

【0028】

これにより、反応ガス供給部には、比較的大きな荷重が付与されるため、前記反応ガス供給部のシール性を良好に維持することが可能になる。一方、電解質・電極接合体には、挟持部との密着性を高める程度の比較的小さな荷重を付与することができる。従って、電解質・電極接合体の損傷を可及的に阻止するとともに、効率的な発電及び集電が遂行される。

【0029】

さらに、この燃料電池スタックでは、固体酸化物形燃料電池は、平板積層型固体酸化物形燃料電池であることが好ましい。これにより、特に、平板型SOFC（固体酸化物形燃料電池）のような高温型燃料電池に好適に適用することが可能になる。

20

【発明の効果】

【0030】

本発明によれば、アルミナ繊維は、弾性を有するとともに、高温における耐久性に優れる。しかも、断熱性及び絶縁性を有している。一方、パーミキュライトは、高温時の膨張率が大きい。このため、複合層は、耐熱性、断熱性及び熱膨張性に優れ、燃料電池スタックの温度変化に容易に追従して、積層体に所望の締め付け荷重を確実に付与することができる。従って、燃料電池スタックの積層荷重が一定化され、発電性能の向上が図られる。さらに、燃料電池スタックからの放熱を良好に抑制することが可能になるとともに、熱自立の促進が図られる。ここで、熱自立とは、外部から熱を付与することなく、自ら発生する熱により良好な運転が可能になる状態をいう。

30

【0031】

これにより、簡単且つコンパクトな構成で、固体酸化物形燃料電池に所望の締め付け荷重を確実に付与するとともに、放熱を抑制して高効率な燃料電池スタックを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

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

【図2】前記燃料電池スタックの一部分解斜視説明図である。

40

【図3】前記燃料電池スタックを構成する固体酸化物形燃料電池の分解斜視説明図である。

【図4】本発明の第2の実施形態に係る燃料電池スタックの概略断面説明図である。

【図5】前記燃料電池スタックの一部分解斜視説明図である。

【図6】本発明の第3の実施形態に係る燃料電池スタックの概略斜視説明図である。

【図7】前記燃料電池スタックの一部分解斜視説明図である。

【図8】前記燃料電池スタックを構成する固体酸化物形燃料電池の分解斜視説明図である。

【図9】前記固体酸化物形燃料電池を構成する第2プレートの説明図である。

【図10】前記燃料電池スタックの一部断面平面説明図である。

50

【図 1 1】特許文献 1 の平板型固体酸化物形燃料電池の断面説明図である。

【図 1 2】特許文献 2 の燃料電池の断面説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0033】

図 1 及び図 2 に示すように、本発明の第 1 の実施形態に係る燃料電池スタック 10 は、複数の固体酸化物形燃料電池 12 を矢印 C 方向（鉛直方向）に積層して構成される。この燃料電池スタック 10 は、定置用の他、車載用等の種々の用途に用いられている。固体酸化物形燃料電池 12 は、燃料ガス（水素含有ガス、例えば、水素ガスにメタン、一酸化炭素が混合した気体）と酸化剤ガス（空気）との電気化学反応により発電する。

【0034】

固体酸化物形燃料電池 12 は、図 3 に示すように、例えば、安定化ジルコニア等の酸化物イオン導電体で構成される電解質（電解質板）14 の両面に、カソード電極 16 及びアノード電極 18 が設けられた電解質・電極接合体（MEA）20 を備える。カソード電極 16 は、アノード電極 18 及び電解質 14 よりも小さな表面積に設定されるとともに、前記カソード電極 16 には、集電体 19 が積層される。集電体 19 は、カソード電極 16 と略同一の寸法に設定され、例えば、ニッケル等の金属からなる発泡金属や金属メッシュ等により構成される。

【0035】

電解質・電極接合体 20 は、矩形状（長方形状又は正方形状）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層（図示せず）が設けられている。

【0036】

固体酸化物形燃料電池 12 は、一对のセパレータ（インターコネクタ）22 間に、シール部材 24 a、24 b 及び金属プレート 25 を介装して単一の電解質・電極接合体 20 を挟んで構成される。セパレータ 22 は、例えば、ステンレス合金等の板金で構成される一方、シール部材 24 a、24 b は、例えば、マイカ材やセラミック材等の地殻成分系素材、ガラス系素材、粘土とプラスチックの複合素材で形成される。金属プレート 25 は、フレーム形状を有し、内部に形成される開口部 25 a は、カソード電極 16 よりも大きく且つ電解質 14 よりも小さく構成される。金属プレート 25 は、開口部 25 a の周壁部が、電解質 14 の周縁部に積層されることにより、カソード側とアノード側との間におけるガスシール機能を有する。

【0037】

セパレータ 22 は、長方形状（又は正方形状）を有しており、長辺方向（矢印 A 方向）一端側には、複数、例えば、3 つの酸化剤ガス供給連通孔 26 a が短辺方向（矢印 B 方向）に配列して形成される。セパレータ 22 の長辺方向他端側には、矢印 B 方向に配列して、例えば、3 つの酸化剤ガス排出連通孔 26 b が形成される。

【0038】

セパレータ 22 の短辺方向（矢印 B 方向）一端側には、例えば、3 つの燃料ガス供給連通孔 28 a が矢印 A 方向に配列して形成される。セパレータ 22 の短辺方向他端側には、例えば、3 つの燃料ガス排出連通孔 28 b が矢印 A 方向に配列して形成される。

【0039】

セパレータ 22 において、電解質・電極接合体 20 のカソード電極 16 に対向する面 22 a に、前記カソード電極 16 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 30 が形成される。酸化剤ガス通路 30 は、矢印 A 方向に延在する複数本の流路溝により構成されるとともに、両端が酸化剤ガス供給連通孔 26 a 及び酸化剤ガス排出連通孔 26 b の近傍で終端する。

【0040】

セパレータ 22 において、電解質・電極接合体 20 を構成するアノード電極 18 に対向する面 22 b には、前記アノード電極 18 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 32 が形成される。

10

20

30

40

50

【0041】

燃料ガス通路32は、矢印B方向に延在する複数の流路溝により構成されるとともに、両端が、燃料ガス供給連通孔28a及び燃料ガス排出連通孔28bに連通する。

【0042】

シール部材24a、24bには、酸化剤ガス供給連通孔26a、酸化剤ガス排出連通孔26b、燃料ガス供給連通孔28a及び燃料ガス排出連通孔28bが形成される。シール部材24aには、各酸化剤ガス供給連通孔26aと酸化剤ガス通路30とを連通するための入口連結路34aと、各酸化剤ガス排出連通孔26bと前記酸化剤ガス通路30とを連通する出口連結路34bとが形成される。

【0043】

図1及び図2に示すように、複数の固体酸化物形燃料電池12は、矢印C方向に積層されることにより、積層体36が構成される。積層体36は、前記積層体36の積層方向下端(一端)に配置される下部エンドプレート(基台部)38上に載置される。

【0044】

下部エンドプレート38は、矢印A方向及び矢印B方向の寸法が、積層体36の各寸法よりも大きな寸法に設定されるとともに、酸化剤ガス供給連通孔26a、酸化剤ガス排出連通孔26b、燃料ガス供給連通孔28a及び燃料ガス排出連通孔28bが形成される(図2参照)。

【0045】

下部エンドプレート38には、周辺部に沿って複数のねじ孔40が形成される。ねじ孔40は、例えば、下部エンドプレート38の四隅近傍及び各辺の略中央部に形成される。なお、下部エンドプレート38には、図示しないが、酸化剤ガス及び燃料ガスの供給及び排出を行うためのマニホールドが装着される。

【0046】

積層体36の積層方向上端(他端)には、上部エンドプレート42が配置される。上部エンドプレート42の矢印A方向及び矢印B方向の寸法は、積層体36の各寸法と同寸法に設定されるとともに、前記上部エンドプレート42は、長形状(又は正方形)の平板で構成される。

【0047】

上部エンドプレート42上には、燃料電池保持部44と荷重プレート(架台部)46とが積層される。荷重プレート46の周縁部に孔部48が形成され、前記孔部48にボルト50が挿入されるとともに、前記ボルト50は、下部エンドプレート38のねじ孔40にねじ込まれる。

【0048】

燃料電池保持部44は、アルミナ層52と複合層54とを備える。アルミナ層52は、積層体36側、すなわち、上部エンドプレート42に隣接して配置される一方、複合層54は、荷重プレート46に隣接して配置される。

【0049】

アルミナ層52は、アルミナ繊維により構成される。このアルミナ層52は、具体的には、結晶質アルミナ繊維に有機バインダーを含浸させて厚さ方向に圧縮し、前記有機バインダーの溶媒部を乾燥により除去することにより形成される。アルミナ層52は、アルミナ繊維により弾性を有するとともに、高温における耐久性に優れ、しかも断熱性及び絶縁性を有している。

【0050】

複合層54は、アルミナ繊維とパーミキュライトとの複合材を有する。この複合層54は、具体的には、パーミキュライトの粒子を、結晶質アルミナ繊維を含むスラリー中に分散させるとともに、上記のアルミナ層と同様に製造される。

【0051】

電解質・電極接合体20は、ボルト50に比べて比較的熱膨張率の小さな材料が使用される。このため、高温時にボルト50が軸方向に伸びても、アルミナ層52自体の弾性に

10

20

30

40

50

よって積層体 36 の締め付け荷重が低下することを抑制する機能を有する。

【0052】

さらに、パーミキュライトは、高温で比較的大きく膨張する性質を有している。このパーミキュライトの膨張率は、ボルト 50 の膨張率よりも大きいため、高温時における積層体 36 の締め付け荷重の低下を一層確実に抑制する機能を有する。

【0053】

燃料電池スタック 10 を組み立てる際には、下部エンドプレート 38 上に積層体 36 が載置された後、この積層体 36 上には、上部エンドプレート 42 が配置される。上部エンドプレート 42 上には、アルミナ層 52 及び複合層 54 が、それぞれ所定の厚さずつ載置された後、荷重プレート 46 が配置される。

10

【0054】

次いで、複数のボルト 50 が、荷重プレート 46 の各孔部 48 に挿入され、先端部が、下部エンドプレート 38 の各ねじ孔 40 にねじ込まれる。このため、積層体 36 に積層方向の荷重が付与されるとともに、燃料電池保持部 44 に圧縮荷重が付与される。

【0055】

燃料電池保持部 44 では、アルミナ層 52 及び複合層 54 が圧縮される。そして、燃料電池保持部 44 により、積層体 36 に必要な面圧を発生させる締め付け荷重が得られた際に、ボルト 50 の締め付けが終了され、燃料電池スタック 10 の組み立て作業が完了する。

【0056】

このように構成される燃料電池スタック 10 の動作について、以下に説明する。

20

【0057】

図 2 に示すように、燃料電池スタック 10 を構成する下部エンドプレート 38 には、図示しないマニホールドを介して燃料ガス（例えば、水素ガス）と酸化剤ガスである、例えば、空気とが供給される。空気は、酸化剤ガス供給連通孔 26a に沿って鉛直上方向に移動する。

【0058】

各固体酸化物形燃料電池 12 では、図 3 に示すように、シール部材 24a の酸化剤ガス供給連通孔 26a に連通する入口連結路 34a を通って、セパレータ 22 の酸化剤ガス通路 30 に供給される。空気は、酸化剤ガス通路 30 を矢印 A 方向に移動しながら、電解質・電極接合体 20 のカソード電極 16 に供給された後、酸化剤ガス排出連通孔 26b に排出される。

30

【0059】

一方、燃料ガスは、燃料ガス供給連通孔 28a に沿って鉛直上方向に移動し、各固体酸化物形燃料電池 12 を構成するセパレータ 22 の燃料ガス通路 32 に供給される。燃料ガスは、燃料ガス通路 32 に沿って矢印 B 方向に移動しながら、電解質・電極接合体 20 のアノード電極 18 に供給された後、燃料ガス排出連通孔 28b に排出される。

【0060】

従って、電解質・電極接合体 20 では、アノード電極 18 に燃料ガスが供給されるとともに、カソード電極 16 に空気が供給される。これにより、酸化物イオンが、電解質 14 を通ってアノード電極 18 に移動し、化学反応により発電が行われる。

40

【0061】

この場合、第 1 の実施形態では、上部エンドプレート 42 と荷重プレート 46 との間に、燃料電池保持部 44 が配置されるとともに、前記燃料電池保持部 44 は、アルミナ層 52 と複合層 54 とを備えている。

【0062】

複合層 54 は、弾性を有し、高温における耐久性、断熱性及び絶縁性に優れるアルミナ繊維と、高温時の熱膨張率が大きいパーミキュライトとを有している。このため、複合層 54 は、耐熱性、断熱性及び熱膨張性に優れ、燃料電池スタック 10 の温度変化に容易に追従して、積層体 36 に所望の締め付け荷重を確実に付与することができる。従って、燃

50

料電池スタック 10 の積層荷重が一定化され、発電性能の向上が図られる。

【0063】

具体的には、ボルト 50 は、例えば、ニッケル系耐熱合金等の線膨張係数の大きな材料で構成されており、電解質・電極接合体 20 に比べて熱膨張が相当に大きい。従って、高温時には、積層体 36 の積層方向の伸びに対してボルト 50 の伸びが大きくなり、前記積層体 36 に付与される締め付け荷重が低下し易くなる。

【0064】

その際、パーミキュライトは、高温時の熱膨張がボルト 50 の軸方向の伸びよりも大きい。これにより、積層体 36 の締め付け荷重が低下をすることを、良好に抑制することが可能になる。

10

【0065】

さらに、第 1 の実施形態では、アルミナ層 52 が、上部エンドプレート 42 に隣接して配置される一方、複合層 54 が、荷重プレート 46 に隣接して配置されている。アルミナ層 52 は、アルミナ繊維により構成されており、このアルミナ繊維は、弾性を有するとともに、高温における耐熱性に優れている。その上、アルミナ繊維は、断熱性及び絶縁性を有しており、アルミナ層 52 は、高温で運転される積層体 36 の端部に良好に配置可能になる。

【0066】

しかも、アルミナ層 52 は、断熱性を有するため、複合層 54 は、パーミキュライトが積層体 36 からの温度に直接曝されることがない。さらに、複合層 54 は、パーミキュライトが熱膨張することにより、燃料電池スタック 10 の温度変化に容易に追従し、積層体 36 に所望の締め付け荷重を確実に付与することができるという効果が得られる。

20

【0067】

一方、アルミナ層 52 は、ヤング率が相当に小さく、締め付け代を大きく取ることが可能になる。このため、積層体 36 の温度による寸法変化を十分に吸収することができる。

【0068】

アルミナ繊維は、常温から高温まで弾性を保持することが可能である。従って、燃料電池スタック 10 の組み立て時から、定常運転及び負荷変動運転時等の全ての温度域において、前記燃料電池スタック 10 の締め付け荷重を保持させることができる。

【0069】

しかも、アルミナ繊維は、断熱性が高いため、上部エンドプレート 42 に隣接して配置されることにより、燃料電池スタック 10 の断熱性が向上する。これにより、燃料電池スタック 10 からの放熱を良好に抑制するとともに、熱自立が促進され、スタック効率の向上が容易に図られるという利点を得られる。

30

【0070】

さらにまた、燃料電池スタック 10 では、固体酸化物形燃料電池 12 が、平板積層型固体酸化物形燃料電池である。このため、特に、平板型固体酸化物形燃料電池のような高温型燃料電池を有効に用いることができる。

【0071】

図 5 は、本発明の第 2 の実施形態に係る燃料電池スタック 60 の概略斜視説明図である。

40

【0072】

なお、第 1 の実施形態に係る燃料電池スタック 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 の実施形態においても同様に、その詳細な説明は省略する。

【0073】

燃料電池スタック 60 では、図 4 及び図 5 に示すように、第 1 の実施形態の荷重プレート 46 に変えてボックス 62 を備える。ボックス 62 は、例えば、フェライト系ステンレスで構成されており、開口側端部には、外方に突出するフランジ部 64 が設けられフランジ部 64 には、複数の孔部 66 が形成される。

50

【 0 0 7 4 】

下部エンドプレート 3 8 上には、シール部材 6 8 を介して載置される。シール部材 6 8 は、額縁状を有するとともに、複数の孔部 7 0 が、孔部 6 6 と同軸上に形成される。

【 0 0 7 5 】

孔部 6 6、7 0 には、ボルト 7 2 が一体に挿入され、このボルト 7 2 が、下部エンドプレート 3 8 のねじ孔 4 0 にねじ込まれることにより、ボックス 6 2 の底部（架台部）6 2 a が燃料電池保持部 4 4 を積層方向に押圧する。ボックス 6 2 内には、積層体 3 6 の外方を周回して断熱材 7 4 が配置される。断熱材 7 4 は、矩形状を有し、例えば、マイカ等により構成される。

【 0 0 7 6 】

このように構成される第 2 の実施形態では、複合層 5 4 を構成するパーミキュライトの熱膨張率は、ボックス 6 2 の熱膨張率よりも大きい。このため、特に、高温時におけるボックス 6 2 の伸びによる積層体 3 6 の締め付け荷重の低下を良好に阻止することができる。これにより、所望の締め付け荷重を確実に付与して、燃料電池スタック 6 0 全体の発電性能の向上が容易に図られる等、上記の第 1 に実施形態と同様の効果が得られる。

【 0 0 7 7 】

しかも、第 2 の実施形態では、ボックス 6 2 は、安価で且つ線膨張係数が小さいフェライト系ステンレスで構成されており、積層体 3 6 との熱膨張差を小さくすることが可能になる。従って、高温時の荷重低下を一層低減することが可能になる。その上、耐熱合金の使用量を少なくすることができ、燃料電池スタック 6 0 を経済的に構成することが可能になる。

【 0 0 7 8 】

さらにまた、ボックス 6 2 内には、積層体 3 6 の側壁に沿って断熱材 7 4 が配置されている。このため、ボックス 6 2 を気密に構成すると同時に、積層体 3 6 からの放熱を抑制して、発電効率の向上が容易に図られる。

【 0 0 7 9 】

図 6 は、本発明の第 3 の実施形態に係る燃料電池スタック 8 0 の概略斜視説明図である。

【 0 0 8 0 】

図 6 及び図 7 に示すように、燃料電池スタック 8 0 は、矢印 C 方向に積層される複数の固体酸化物形燃料電池 8 2 を備え、複数の前記固体酸化物形燃料電池 8 2 が積層されて積層体 8 4 が構成される。

【 0 0 8 1 】

固体酸化物形燃料電池 8 2 は、図 8 に示すように、同一平面状に 2 つの電解質・電極接合体 2 0 を挟持する一組のセパレータ 8 6 を備える。セパレータ 8 6 は、第 1 プレート 8 8 と第 2 プレート 9 0 とを備え、前記第 1 プレート 8 8 及び前記第 2 プレート 9 0 は、例えば、ステンレス合金等の板金で構成され、ろう付け、拡散接合やレーザ溶接等により互いに接合される。

【 0 0 8 2 】

セパレータ 8 6 は、中央部に燃料ガス供給連通孔（反応ガス供給連通孔）9 2 が形成される燃料ガス供給部（反応ガス供給部）9 4 を有する。燃料ガス供給部 9 4 には、互いに反対方向に延在して一对の橋架部 9 6 A、9 6 B が連結されるとともに、一对の前記橋架部 9 6 A、9 6 B には、前記燃料ガス供給部 9 4 を中心に対称位置にそれぞれ挟持部 9 8 A、9 8 B が一体に設けられる。

【 0 0 8 3 】

第 1 プレート 8 8 は、燃料ガス供給連通孔 9 2 が形成される第 1 円板部 1 0 0 を有し、前記第 1 円板部 1 0 0 から互いに反対方向に延在して、第 1 長板部 1 0 2 A、1 0 2 B が一体に設けられる。第 1 及び第 2 長板部 1 0 2 A、1 0 2 B には、第 1 矩形状部 1 0 4 A、1 0 4 B が一体に設けられる。第 1 矩形状部 1 0 4 A、1 0 4 B の各カソード電極 1 6 に対向する面部には、複数の突起部 1 0 6 A、1 0 6 B を介して、それぞれ酸化剤ガス通

10

20

30

40

50

路 30A、30B が形成される。

【0084】

第2プレート90は、中央に燃料ガス供給連通孔92が形成される第2円板部108を有し、前記第2円板部108には、互いに逆方向に延在して第2長板部110A、110Bが一体に設けられる。第2長板部110A、110Bには、それぞれ第2矩形状部112A、112Bが一体に設けられる。

【0085】

各第2長板部110A、110Bから各第2矩形状部112A、112Bの途上に延在して、燃料ガス供給通路114A、114Bが形成されるとともに、前記燃料ガス供給通路114A、114Bの終端縁部には、燃料ガス供給孔116A、116Bが形成される。第2矩形状部112A、112Bには、燃料ガス供給通路114A、114Bが形成される面側に、それぞれ複数の燃料ガス排出孔117A、117Bが形成される。

10

【0086】

図9に示すように、第2矩形状部112A、112Bのアノード電極18に接触する面側には、複数の突起部118A、118Bを介して燃料ガス通路32A、32Bが形成される。燃料ガス通路32A、32Bは、外縁周回用凸部120A、120Bにより周回されるとともに、それぞれ燃料ガス排出孔117A、117Bに連通する貫通孔122A、122Bが形成される。燃料ガス供給孔116A、116Bと燃料ガス排出孔117A、117Bとの間には、V字状の迂回路形成用壁部124A、124Bが形成される。

【0087】

20

図8に示すように、橋架部96A、96Bの両側には、酸化剤ガスを矢印C方向に流通させるための酸化剤ガス供給連通孔126が設けられる。酸化剤ガス供給連通孔126は、例えば、鉛直上方向に酸化剤ガスを流通させるとともに、各固体酸化物形燃料電池82を構成する酸化剤ガス通路30A、30Bに沿って、前記酸化剤ガスを矢印A方向に供給する。

【0088】

電解質・電極接合体20を挟んで配設される一対のセパレータ86において、各燃料ガス供給部94間には、燃料ガス供給連通孔92をシールするための絶縁シール128が設けられる。絶縁シール128は、例えば、マイカ材やセラミック材等の地殻成分系素材、ガラス系素材、粘土とプラスチックの複合素材で形成される。

30

【0089】

各固体酸化物形燃料電池82には、挟持部98A、98Bの矢印A方向外方に位置して、排ガス排出連通孔130が形成される。この排ガス排出連通孔130は、電解質・電極接合体20に供給されて反応に使用された燃料ガス及び酸化剤ガスを排ガスとして積層方向に排出する。

【0090】

燃料電池スタック80は、図6及び図7に示すように、積層体84の積層方向下端（一端）に配置される下部エンドプレート132と、前記積層体84の積層方向上端（他端）に各挟持部98A、98Bに対応して配置される上部エンドプレート134A、134Bと、燃料ガス供給部94に対応して配置される燃料シールプレート136とを備える。

40

【0091】

燃料シールプレート136には、第1燃料電池保持部138が配置されるとともに、上部エンドプレート134A、134B上には、第2燃料電池保持部140A、140Bが配置され、これらにより燃料電池保持部が構成される。

【0092】

第1燃料電池保持部138は、燃料シールプレート136に隣接するアルミナ層142と、このアルミナ層142上に積層される複合層144とを有する。アルミナ層142及び複合層144は、燃料シールプレート136に対応して円板状に構成される。

【0093】

第2燃料電池保持部140A、140Bは、上部エンドプレート134A、134B上

50

に載置されるアルミナ層 5 2 A、5 2 B と、前記アルミナ層 5 2 A、5 2 B 上に積層される複合層 5 4 A、5 4 B とを備える。

【0094】

アルミナ層 1 4 2、5 2 A 及び 5 2 B は、上記のアルミナ層 5 2 と同一に構成され、複合層 1 4 4、5 4 A 及び 5 4 B は、上記の複合層 5 4 と同様に構成される。

【0095】

第 1 燃料電池保持部 1 3 8 は、第 2 燃料電池保持部 1 4 0 A、1 4 0 B よりも積層方向（矢印 C 方向）に大きな荷重を付与するように、例えば、アルミナ繊維の圧縮量を大きくとり、あるいは、密度を大きく設定する等により構成される。

【0096】

燃料電池スタック 8 0 は、ボックス 1 4 6 を備える。このボックス 1 4 6 の開口部側端部にフランジ部 1 4 8 が形成されるとともに、このフランジ部 1 4 8 と下部エンドプレート 1 3 2 との間には、シール部材 1 5 0 が介装される。フランジ部 1 4 8 と下部エンドプレート 1 3 2 とは、複数本のボルト 7 2 を介して固定される。

【0097】

下部エンドプレート 1 3 2 には、図 1 0 に示すように、酸化剤ガス供給連通孔 1 2 6 に連通するそれぞれ 2 つの空気用孔部 1 5 2 a、1 5 2 b と、排ガス排出連通孔 1 3 0 に連通する 2 つの排ガス用孔部 1 5 4 a、1 5 4 b とが形成される。下部エンドプレート 1 3 2 には、燃料ガス供給連通孔 9 2 に連通するひとつの燃料ガス用孔部 1 5 5 が形成される。

【0098】

図 6、図 7 及び図 1 0 に示すように、積層体 8 4 とボックス 1 4 6 内との間には、挟持部 9 8 A、9 8 B の三面を囲ってそれぞれ 3 つの断熱部材 1 5 6 A、1 5 6 B が配置される。断熱部材 1 5 6 A、1 5 6 B は、例えば、マイカ等の断熱材で構成される。

【0099】

このように構成される燃料電池スタック 8 0 の動作について、以下に説明する。

【0100】

燃料ガスは、下部エンドプレート 1 3 2 の燃料ガス用孔部 1 5 5 から燃料電池スタック 8 0 の燃料ガス供給連通孔 9 2 に供給される。一方、空気は、下部エンドプレート 1 3 2 の空気用孔部 1 5 2 a、1 5 2 b から燃料電池スタック 8 0 の酸化剤ガス供給連通孔 1 2 6 に供給される。

【0101】

図 8 に示すように、燃料ガス供給連通孔 9 2 に供給された燃料ガスは、各固体酸化物形燃料電池 8 2 を構成するセパレータ 8 6 において、橋架部 9 6 A、9 6 B に形成されている燃料ガス供給通路 1 1 4 A、1 1 4 B に導入される。燃料ガスは、燃料ガス供給通路 1 1 4 A、1 1 4 B から燃料ガス供給孔 1 1 6 A、1 1 6 B を通って燃料ガス通路 3 2 A、3 2 B に導入される。

【0102】

図 9 に示すように、燃料ガス通路 3 2 A、3 2 B に導入された燃料ガスは、迂回路形成用壁部 1 2 4 A、1 2 4 B の案内作用下に、前記燃料ガス通路 3 2 A、3 2 B を通って電解質・電極接合体 2 0 のアノード電極 1 8 に供給された後、各燃料ガス排出孔 1 1 7 A、1 1 7 B を通って排ガス排出連通孔 1 3 0 に排出される。

【0103】

一方、酸化剤ガス供給連通孔 1 2 6 に供給された空気は、各電解質・電極接合体 2 0 のカソード電極 1 6 とセパレータ 8 6 との間に形成されている酸化剤ガス通路 3 0 A、3 0 B に導入される。酸化剤ガスは、酸化剤ガス通路 3 0 A、3 0 B を矢印 A 方向に移動しながら、電解質・電極接合体 2 0 のカソード電極 1 6 に供給された後、排ガス排出連通孔 1 3 0 に排出される。

【0104】

この場合、第 3 の実施形態では、燃料ガス供給部 9 4 に積層方向に荷重を付与する第 1

10

20

30

40

50

燃料電池保持部 138 と、挟持部 98A、98B に電解質・電極接合体 20 に対応して、前記積層方向に荷重を付与する第 2 燃料電池保持部 140A、140B とを有している。

【0105】

そして、第 1 燃料電池保持部 138 は、第 2 燃料電池保持部 140A、140B よりも積層方向に大きな荷重を付与している。これにより、燃料ガス供給部 94 には、比較的大きな荷重が付与されるため、前記燃料ガス供給部 94 のシール性を良好に維持することが可能になる。

【0106】

一方、電解質・電極接合体 20 には、挟持部 98A、98B との密着性を高める程度の比較的小さな荷重を付与することができる。従って、電解質・電極接合体 20 の損傷を可

10

【0107】

さらに、第 3 の実施形態では、上記の第 1 及び第 2 の実施形態と同様の効果が得られる。

【符号の説明】

【0108】

10、60、80 ... 燃料電池スタック

12、82 ... 固体酸化物形燃料電池

14 ... 電解質

16 ... カソード電極

18 ... アノード電極

20

20 ... 電解質・電極接合体

22、86 ... セパレータ

24a、24b ... シール部材

26a、126 ... 酸化剤ガス供給連通孔

26b ... 酸化剤ガス排出連通孔

28a、92 ... 燃料ガス供給連通孔

28b ... 燃料ガス排出連通孔

30、30A、30B ... 酸化剤ガス通路

32、32A、32B ... 燃料ガス通路

36、84 ... 積層体

38、132 ... 下部エンドプレート

42、134A、134B ... 上部エンドプレート

44、138、140A、140B ... 燃料電池保持部

46 ... 荷重プレート

50、72 ... ボルト

30

52、52A、142 ... アルミナ層

54、54A、144 ... 複合層

62、146 ... ボックス

62a ... 底部

64、148 ... フランジ部

68、150 ... シール部材

74 ... 断熱材

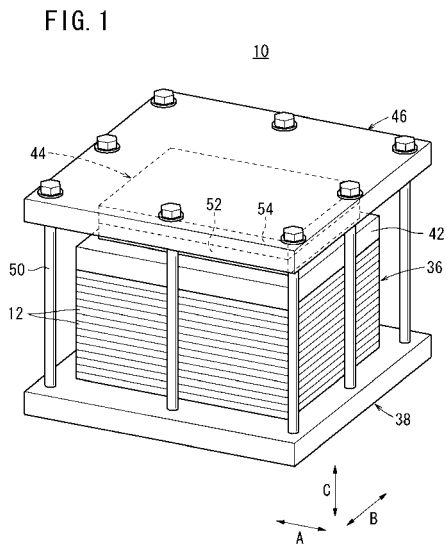
92 ... 燃料ガス供給連通孔

94 ... 燃料ガス供給部

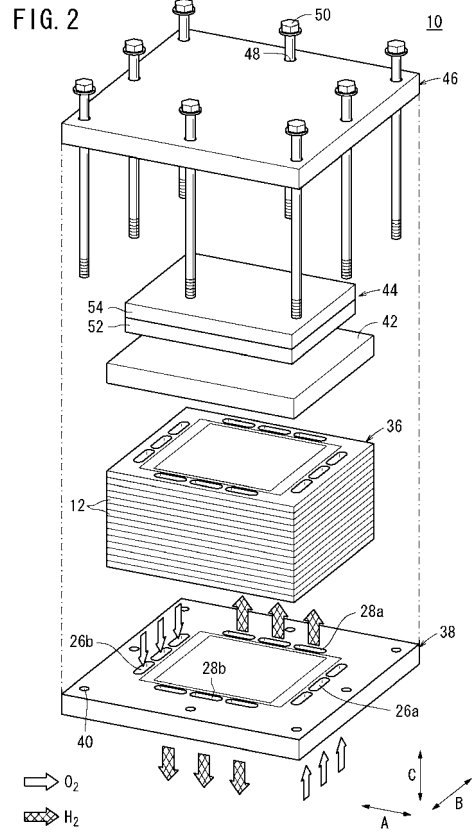
96A、96B ... 橋架部

98A、98B ... 挟持部

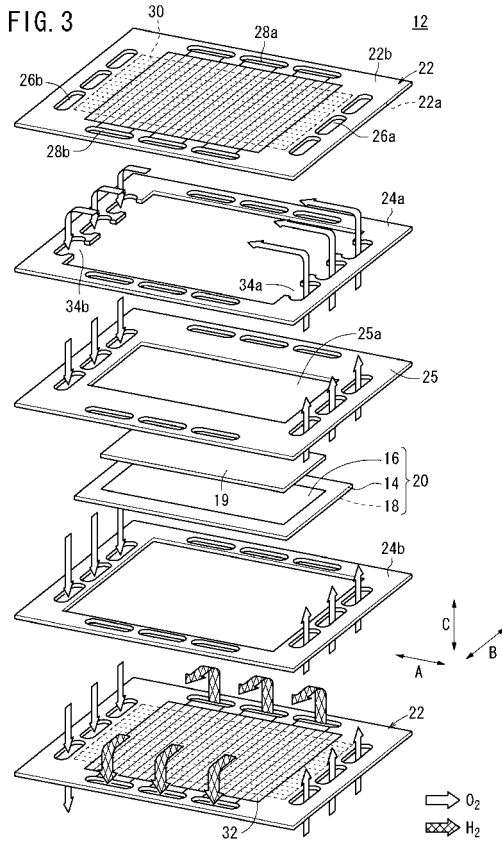
【 図 1 】



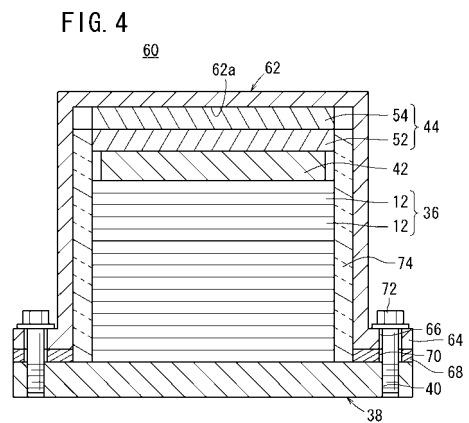
【 図 2 】



【 図 3 】

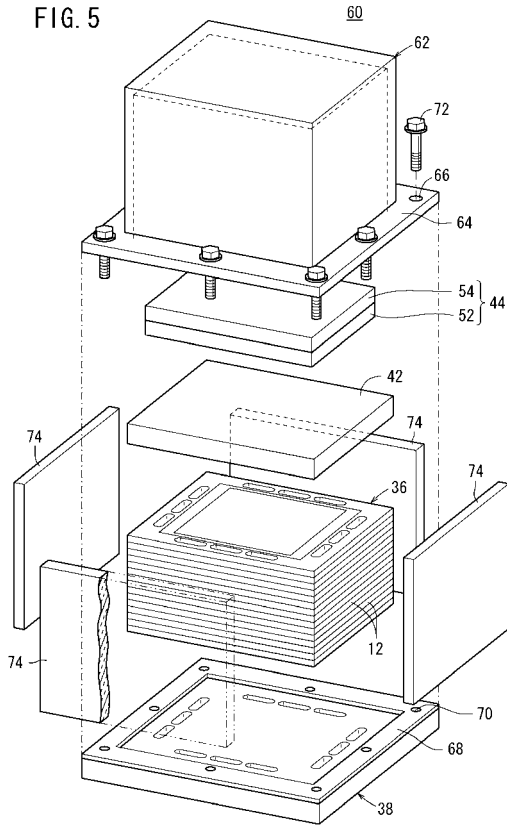


【 図 4 】

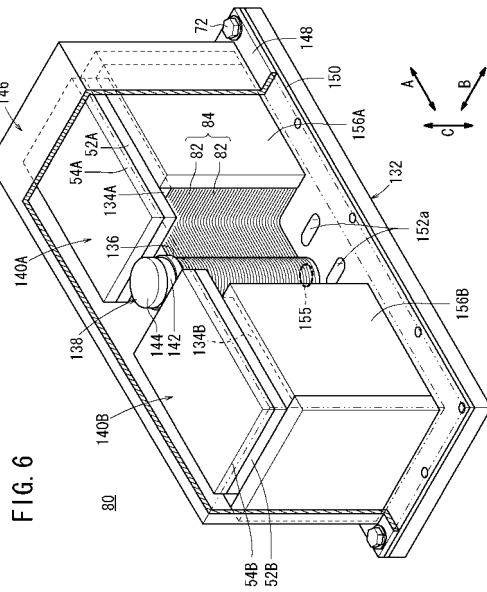


【 図 5 】

FIG. 5

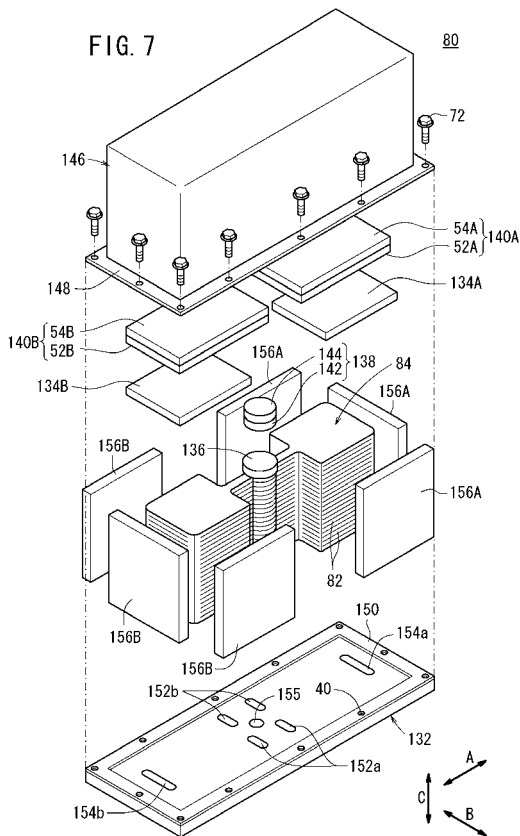


【 図 6 】



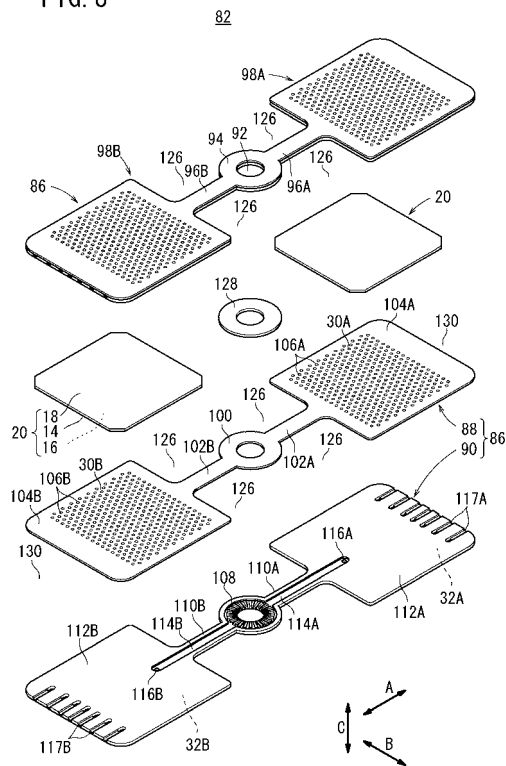
【 図 7 】

FIG. 7



【 図 8 】

FIG. 8



【 図 9 】

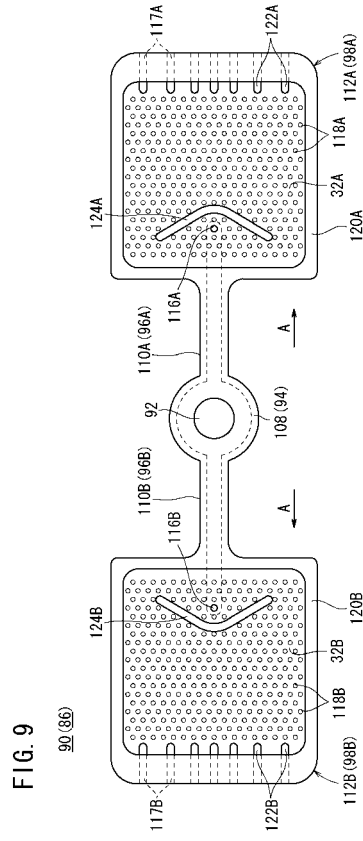


FIG. 9

90 (86)

【 図 10 】

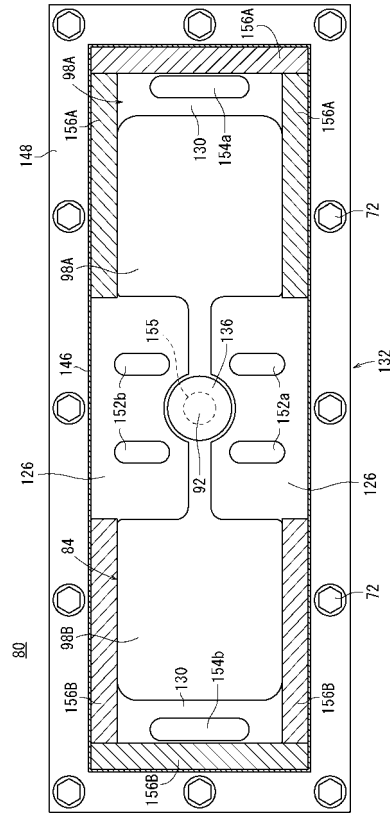


FIG. 10

【 図 11 】

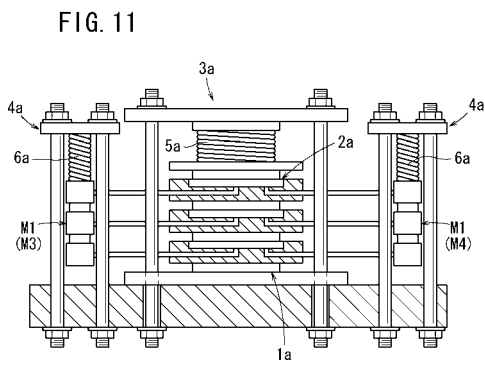


FIG. 11

【 図 12 】

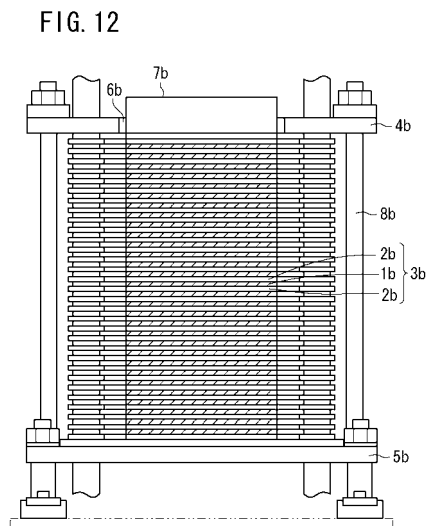


FIG. 12

フロントページの続き

- (56)参考文献 特表2012-520538(JP,A)
特表2010-517230(JP,A)
特開平6-36783(JP,A)
米国特許出願公開第2008/0182152(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01M 8/12
H01M 8/24