

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4615266号  
(P4615266)

(45) 発行日 平成23年1月19日 (2011. 1. 19)

(24) 登録日 平成22年10月29日 (2010. 10. 29)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 M 8/24 (2006. 01)

H O 1 M 8/24

T

H O 1 M 8/02 (2006. 01)

H O 1 M 8/02

E

H O 1 M 8/10 (2006. 01)

H O 1 M 8/02

S

F 1 6 J 15/10 (2006. 01)

H O 1 M 8/10

F 1 6 J 15/10

B

請求項の数 8 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2004-222671 (P2004-222671)  
 (22) 出願日 平成16年7月30日 (2004. 7. 30)  
 (65) 公開番号 特開2005-71989 (P2005-71989A)  
 (43) 公開日 平成17年3月17日 (2005. 3. 17)  
 審査請求日 平成19年7月19日 (2007. 7. 19)  
 (31) 優先権主張番号 特願2003-285313 (P2003-285313)  
 (32) 優先日 平成15年8月1日 (2003. 8. 1)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000005821  
 パナソニック株式会社  
 大阪府門真市大字門真1006番地  
 (74) 代理人 100072431  
 弁理士 石井 和郎  
 (74) 代理人 100117972  
 弁理士 河崎 真一  
 (72) 発明者 小原 英夫  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下  
 電器産業株式会社内  
 (72) 発明者 松本 敏宏  
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下  
 電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高分子電解質型燃料電池

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高分子電解質膜と、前記電解質膜の両面に配置した一对の電極と、前記電極を挟み前記電極に反応ガスを供給するガス流路を有する一对の導電性のセパレータ板と、前記一对のセパレータ板間において前記電解質膜を挟み、かつ前記電極と前記一对のセパレータ板との間の気密を保つ一对のシール手段と、を具備する燃料電池であって、

前記一对のシール手段が、面状に前記電解質膜と接する平面状部分を有する平面形状シール部材と、線状に前記電解質膜と接するリブを有する線形状シール部材と、の組み合わせにより構成され、

前記一对のシール手段は、前記一对の電極の周縁部に沿って配され、

前記電解質膜、前記一对の電極および前記一对のセパレータ板が積層されて締結される  
 とき、前記リブの少なくとも一部が、前記電極方向へ倒れ込むこと、を特徴とする燃料電池。

【請求項 2】

前記電解質膜、前記一对の電極および前記一对のセパレータ板が積層されて締結される  
 とき、前記リブの全体が、前記電極方向へ倒れ込むことを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池。

【請求項 3】

前記リブが、前記積層方向において中央に向かうにつれて前記電極に近づくように、前記リブの前記積層方向における断面が、曲線形状を有しており、

10

20

前記電解質膜、前記一对の電極および前記一对のセパレータ板が積層されて締結される  
とき、前記リブが、前記電極側に撓んで湾曲することを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池。

【請求項 4】

前記リブが、前記電極側に傾いており、

前記電解質膜、前記一对の電極および前記一对のセパレータ板が積層されて締結される  
とき、前記リブが、前記電極側に倒れ込むことを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池。

【請求項 5】

前記リブが、前記積層方向の断面において、前記電解質膜に接する先端に円形状部分を  
有し、

前記円形状部分の直径が、実質的に前記電極の厚さの半分以上であること、を特徴とする  
請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の燃料電池。

【請求項 6】

前記リブの、前記積層方向における断面が、線形状であること、を特徴とする請求項 1  
、2、および 4 のいずれかに記載の燃料電池。

【請求項 7】

前記一对のシール手段が粘着層を有することを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記  
載の燃料電池。

【請求項 8】

前記粘着層が耐酸性を有することを特徴とする請求項 7 記載の燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ポータブル電源、携帯機器用電源、電気自動車用電源および家庭内コージェ  
ネレーションシステムなどに使用する高分子電解質型燃料電池に関する。

【背景技術】

【0002】

高分子電解質膜を用いた燃料電池は、水素を含有する燃料ガスと、空気などの酸素を  
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、電力と熱とを同時に発生さ  
せる。この燃料電池は、水素イオンを選択的に輸送する高分子電解質膜、および高分子電  
解質膜の両面に形成された一对の電極、すなわちアノードとカソードから構成される。こ  
れを電解質膜電極接合体(MEA)と呼ぶ。前記電極は、白金系の金属触媒を担持したカー  
ボン粉末を主成分とし、高分子電解質膜の両面に形成される触媒層、および前記触媒層  
の外面に形成される、通気性と電子導電性とを併せ持つガス拡散層からなる。

【0003】

つぎに、供給する燃料ガスおよび酸化剤ガス(反応ガス)が外にリークしたり、これら  
二種類の反応ガスが互いに混合したりしないように、電極の周囲には、高分子電解質膜を  
挟んでガasket等のシール材が配置される。このシール材は、電極および高分子電解質  
膜と一体化してあらかじめ組み立てられ、これを、電解質膜電極シール材接合体(MESA)  
と呼ぶ。

【0004】

MEAの外側には、これを機械的に固定するとともに、隣接したMEAを互いに電氣的  
に直列に接続する導電性のセパレータ板が配置される。セパレータ板は、電極面に反応ガ  
スを供給し、生成ガスや余剰ガスを運び去るためのガス流路を有する。ガス流路は、セパ  
レータ板と別に設けることもできるが、セパレータ板の表面に溝を設けてガス流路とする  
方式が一般的である。

【0005】

この溝に反応ガスを供給するためは、反応ガスを供給する配管を、使用するセパレータ  
板の枚数に分歧し、その分歧先を直接セパレータ板上の溝につなぎ込むための治具が必要  
となる。この治具をマニホールドと呼び、上記のような反応ガスの供給配管から直接つな

10

20

30

40

50

ぎ込むタイプを外部マニホールドと呼ぶ。また、このマニホールドには、構造をより簡単にした内部マニホールドと呼ぶ形式のものがある。内部マニホールドとは、ガス流路を形成したセパレータ板に、貫通した孔を設け、ガス流路の出入り口をこの孔まで通し、この孔から直接反応ガスを供給するものである。

【 0 0 0 6 】

燃料電池は運転中に発熱するので、電池を良好な温度状態に維持するためには、冷却水などで冷却する必要がある。そこで通常、単電池 1 ～ 3 個毎に冷却水用の流路を設ける。一般的には、セパレータ板の背面に冷却水用の流路を設けて冷却部とする場合が多い。これらの M E A とセパレータ板とを交互に重ねていき、単電池 1 0 ～ 2 0 0 個積層してスタックを得た後、そのスタックを集電板および絶縁板を介して端板で挟み、締結ボルトで両端から固定する。このようにして一般的な構造を有する高分子電解質型燃料電池が得られる。

10

【 0 0 0 7 】

ところで、上記のような高分子電解質型燃料電池に用いられるシール材には、セパレータ板と電極とを接触させつつ、反応ガスをシールするため、高い寸法精度、十分な弾性および十分な締め代を有することが必要である。このため、従来のシール材としては、樹脂もしくはゴムなどからなるシート状のガスケット、またはゴムからなる O リング形状のガスケットなどが用いられている。

【 0 0 0 8 】

また、最近では、例えば、特許文献 1 および 2 に開示されているように、スタックの締結荷重を低減することにより構造部材の軽量化、簡素化および低コスト化を行うため、ガスケットのシールに必要な荷重を低減することが試みられている。また、ガスケットの断面形状も、O リング形状だけでなく、三角形形状または半円形状などとする試みられている。

20

【 0 0 0 9 】

O リング形状の断面を有し、かつある程度の大きさの断面積を有するガスケットを用いる場合は、当該ガスケットをセパレータ板側に構成することが試みられている。しかし、スタックにおいては、多数の単電池が積層されて締結されているため、信頼性良くシール性を確保するためには、上記ガスケットでは不十分であるという問題がある。

O リング形状のガスケットを用いる場合、当該ガスケットにより電解質膜をセパレータ板に押し付けることによりシールする。そのため、アノード（燃料極）と電解質膜との間、およびカソード（酸化剤極）と電解質膜との間の、2 カ所においてシールが必要であり、すなわち燃料ガスシール用のガスケットおよび酸化剤ガスシール用のガスケットが必要であり、シールしなければならない部位が大型化するという問題がある。

30

【 0 0 1 0 】

さらに、O リング形状のガスケットが入る溝をセパレータ板の表面に設ける必要があり、その溝の寸法を確保するためセパレータ板を薄くすることができないなどの制約がある。これにより、スタックの体積の増大、コストの増大、およびセパレータ板形状の複雑化をもたらし、セパレータ板加工時における歩留まりが悪化する原因となっていた。このような問題点を解消するため、省スペースでシールすることが試みられている。

40

【 0 0 1 1 】

また、スタックを組み付ける際、セパレータ板上に M E S A または M E A を配し、さらにその M E A の上にセパレータ板、または O リング形状ガスケットとセパレータ板とを配する。この工程を繰り返してスタックを得る。その際、M E A の上に配する O リング形状ガスケットまたはセパレータ板は、一般的に組み付け用治具であるガイドを用いて配している。しかし、各部材には寸法誤差があり、電極と、O リング形状ガスケットまたはセパレータ板との組み付け易さの観点から、O リング形状ガスケットと電極との間には、クリアランスが必要である。このクリアランスは、作業性または製造の歩留まり確保するためのものでもある。

【 0 0 1 2 】

50

このクリアランスが小さい場合、信頼性高くスタックを組み付けることが困難な傾向にある。例えば、Ｏリング形状ガスケットが電極の一部に乗り上げて噛み、シール不良が生じる。また、電極にＯリング形状ガスケットが接触することにより、電極に対して過大な面圧がかかり、電解質膜の破損や耐久性の低下などにより電池性能が低下する可能性がある。

したがって、Ｏリング形状ガスケットと電極との間のクリアランスを小さくする場合には、部品寸法の精度を向上させなければ、歩留まりの低下および部品コストの上昇を招いてしまう。特に、成形セパレータ板を用いる場合には、組み付け時に用いるガイドなどの加工精度に限界があることから、Ｏリング形状ガスケットと電極との間のクリアランスを低減させることが困難である。このため、成形によりセパレータ板を得た後、ガイド部分を後加工で追加しており、コストを要していた。

10

#### 【００１３】

一方、組み付け性を確保するために、Ｏリング形状ガスケットと電極との間のクリアランスを大きくすると、反応ガスがそのクリアランスに流れ込み、セパレータ板のガス流路に反応ガスが流れなくなる可能性がある。また、MEAおよびＯリング形状ガスケットの組み付け誤差等により各単電池毎のクリアランスにばらつきが生じると、各単電池間の圧力損失にばらつきが生じてしまう。このとき、スタックにおいて各単電池の圧力損失に見合う反応ガスがそれぞれの単電池に流れるため、反応ガスの流量にばらつきが生じる。このため、各単電池間の電池性能がばらつき、発電電圧の低下、耐久性の低下、および低出力運転時の安定性の低下などの弊害が生じてしまう。これらの症状は、反応ガスの利用率が比較的大きい燃料ガス側で顕著であった。

20

#### 【００１４】

また、平形状ガスケットを用いる場合は、ガスケットの占める体積を低減することは可能であるものの、上記のスタックの組み付けに関する問題やクリアランスに関する問題は、Ｏリング形状ガスケットの場合と同様に存在する。さらに、シールに必要な面圧を確保するためには、過大な締結力が必要となる。したがって、スタック締結部材の軽量化、コンパクト化、低コスト化が困難である。

【特許文献１】特開平１１－２３３１２８号公報

【特許文献２】特開２００２－１４１０８２号公報

【発明の開示】

30

【発明が解決しようとする課題】

#### 【００１５】

そこで、本発明は、スタック組み付け時には、信頼性高く単電池を積層することができ、かつスタック締結時には、シール材と電極との間のクリアランスを低減することができ、優れたシール性および安定した出力特性を有する高分子電解質型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】

#### 【００１６】

本発明に係る燃料電池は、高分子電解質膜と、前記電解質膜の両面に配置した一対の電極と、前記電極を挟み前記電極に反応ガスを供給するガス流路を有する一対の導電性のセパレータ板と、前記一対のセパレータ板間において前記電解質膜を挟み、かつ前記電極と前記一対のセパレータ板との間の気密を保つ一対のシール手段と、を具備し、

40

前記一対のシール手段が、面状に前記電解質膜と接する平面状部分を有する平面形状シール部材と、線状に前記電解質膜と接するリブを有する線形状シール部材と、の組み合わせにより構成され、

前記一対のシール手段は、前記一対の電極の周縁部に沿って配され、

前記電解質膜、前記一対の電極および前記一対のセパレータ板が積層されて締結される時、前記リブの少なくとも一部が、前記電極方向へ倒れ込むこと、を特徴とする。

#### 【００１７】

上記燃料電池においては、前記リブが、前記電解質膜、前記一対の電極および前記一対

50

のセパレータ板が積層されて締結されるとき、前記リブの全体が、前記電極方向へ倒れ込むことように構成されているのが好ましい。

また、前記リブの具体的な態様としては、前記リブが、前記積層方向において中央に向かうにつれて前記電極に近づくように、前記リブの前記積層方向における断面が、曲線形状を有しており、前記電解質膜、前記一对の電極および前記一对のセパレータ板が積層されて締結されるとき、前記リブが、前記電極側に撓んで湾曲することが好ましい。

#### 【0018】

また、前記リブは、前記電極側に傾いており、前記電解質膜、前記一对の電極および前記一对のセパレータ板が積層されて締結されるとき、前記リブが、前記電極側に倒れ込むことも好ましい。

前記リブが、前記積層方向の断面において、前記電解質膜に接する先端に円形状部分を有し、前記円形状部分の直径が、実質的に前記電極の厚さの半分以上であること、が好ましい。

#### 【0019】

前記リブの、前記積層方向における断面が、線形状であることが好ましい。

前記一对のシール手段が粘着層を有することが好ましい。

前記粘着層が耐酸性を有することが好ましい。

#### 【発明の効果】

#### 【0020】

本発明によれば、シール性の確保、電池性能の低下の抑制、組付け性の容易化、締結力の低減によるスタック構成部材のコンパクト化、およびシールに必要なスペースのコンパクト化によるセパレータ板の薄型化が可能となる。また、セパレータ板に設けられるガイド部の寸法ラフ化が可能であり、セパレータ板成形後にガイド部を加工する必要がなくなる。これにより、得られる燃料電池の信頼性の向上、量産時における歩留まりの向上、コンパクト化、および大幅なコスト低減が可能となる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0021】

本発明に係る燃料電池のポイントは、一对のシール手段が、平面形状シール部材と、線形状シール部材とで構成されている点にある。

平面形状シール部材は、主として、セパレータ板の面方向に略平行な平面部分で構成される。また、線形状シール部材は、主として、セパレータ板の面方向に交わる方向に延びたリブ（リップ状部分）で構成され、リブの先端部における線シール部位が、前記平面形状シール部材側に実質的に線状に接することによってシールを行う。

#### 【0022】

そして、前記リブは、前記線形状シール部材締結時に電極側へ倒れ込む形状を有している点に特徴を有する。このことから、一对のシール手段とセパレータ板と電極とを積層し、スタックを締結して燃料電池を作製する際、実質的に前記リブが、セパレータ板と電解質膜とに挟まれて締結されていく。このとき、前記リブが電極側へ倒れ込んでいきながらシール性を発現していき、締結完了時には線形状シール部材と電極との隙間（クリアランス）が、押しつけられて電極側に倒れ込んできたリブによりふさがれる。締結が開始されていない各部材の組み付け時には、セパレータ板、シール手段および電極の各部材同士が干渉しないようにクリアランスが確保され、各部材の干渉により引き起こされるシール不良などの組立不良が生じない。

#### 【0023】

すなわち、本発明における線形状シール部材は、電極とセパレータ板との間に挟まれる前には、線シール部位と電極との間に十分なクリアランスを確保する形状を有し、電極とセパレータ板との間に挟まれて締結された後には、シール締代を有する状態で、線形状シール部材のリブの少なくとも一部が電極側に向かって倒れて、当該線形状シール部材と電極との隙間に進入し、前記クリアランスを低減させるのである。

#### 【0024】

このような一対のシール手段を用いることにより、安定したシール性が得られ、シールに必要なスペースを低減させ、スタック締結荷重を低減させることができる。また、スタック組み付け時には、特に線形状シール部材と電極との間のクリアランスを十分に確保でき、スタック締結時には、線形状シール部材のリブが電極側に湾曲したり、倒れ込むことにより、組み立て時よりもクリアランスを小さくすることができる。これにより、クリアランスへ反応ガスが流出することを抑えることができ、安定した発電性能が得られる。

【0025】

すなわち、本発明によれば、信頼性の高い組み立て性の確保によるシール性の確保と、クリアランスの低減による反応ガスのクリアランスへの流出低減、およびそれに伴う電池性能の改善とが可能になる。また、組付け時におけるセパレータ板に必要なガイド部位の精度低減によるセパレータ板への後加工の廃止および製造時の歩留まりの向上、ならびにそれに伴うコストの低減、シール部材が占めるスペースの低減による電池積層体の体積の低減、スタック締結力の低減による軽量化、コンパクト化、および低コスト化が可能となる。

【0026】

また、線形状シール部材においては、線シール部位を含むリブの、前記積層方向における断面が、電極側に凸形状であり、電極と反対側に凹形状を有することが好ましい。この場合、前記リブがこのような断面形状を有することで、スタック締結時に積層方向から前記リブに締結荷重が加わった場合、前記電解質膜に線状に接するとともに、かつ電極側に撓んで湾曲する。すなわち、前記リブが凸状に湾曲しながら、線形状シール部材がスタック間に締結される。

【0027】

そのため、前記線形状シール部材の弾性に基づく、セパレータ板および電解質膜への反力によって、シール性が確保される。また、線形状シール部材と電極とのクリアランスを十分に確保しても、湾曲したリブが電極方向に飛び出していくことで、線形状シール部材と電極との間の隙間を低減することができる。隙間が低減することで、隙間を通して電極で反応せずに流れていた燃料ガスまたは酸化剤ガスを、本来流れるべきセパレータ板の流路に流すことができる。

【0028】

このことにより、上述した効果と同様の効果が得られる。すなわち、信頼性の高い組み立て性の確保によるシール性の確保と、クリアランスの低減による反応ガスのクリアランスへの流出低減、およびそれに伴う電池性能の改善とが可能になる。また、組付け時におけるセパレータ板に必要なガイド部位の精度低減によるセパレータ板への後加工の廃止および製造時の歩留まりの向上、ならびにそれに伴うコストの低減と、シール部材が占めるスペースの低減による電池積層体の体積の低減と、スタック締結力の低減による軽量化、コンパクト化、および低コスト化とが可能となる。

【0029】

さらに、線形状シール部材において締結時に電極側に倒れ込む前記リブは、前記積層方向の断面において、先端部に円形状部分を有し、前記円形状部分の直径が、実質的に前記電極の厚さの半分以上であることが好ましい。なお、前記先端部が前記電解質膜に線状に接する線シール部位に相当する。

これにより、スタックを締結した際、線形状シール部材がセパレータ板または電解質膜に対して発生する反力が大きくなり、より安定したシール性を確保することが可能である。すなわち、線形状シール部材がセパレータ板と電解質膜とに挟まれてスタックが締結されていく際、リブが電極側に湾曲して、または傾いて、または倒れ込んで、隙間を埋め、リブの先端の円形状部分は、セパレータ板と電解質膜とに挟まれて圧縮される。その際、円形状部分が電極厚さの半分以上の直径を持っているため、所定量圧縮されるとより大きな反力を発揮する。そのため、シール性が向上し、より安定したシールを得ることが可能となる。

【0030】

前記平面形状シール部材および線形状シール部材を構成する材料としては、例えばフッ素ゴム、ポリイソブレン、ブチルゴム、エチレンプロピレンゴム、シリコンゴム、ニトリルゴム、熱可塑性エラストマー、液晶ポリマー、ポリイミド樹脂、ポリエーテルエーテルケトン樹脂、ポリエーテルイミド樹脂、ポリフェニレンサルファイド樹脂、テレフタルアミド樹脂、ポリエーテルサルホン樹脂、ポリサルホン樹脂、シンジオタクチックポリスチレン樹脂、ポリメチルペンテン樹脂、変性ポリフェニレンエーテル樹脂、ポリアセタール樹脂、ポリプロピレン樹脂、フッ素樹脂、およびポリエチレンテレフタレート樹脂などが上げられる。これらを単体、または２種以上の複合体として用いてもよい。

#### 【００３１】

前記平面形状シール部材および線形状シール部材の、電解質膜に接する部分および／またはセパレータ板に接する部分には、粘着層が形成されていることが好ましい。

10

例えば、上述した線形状シール部材におけるリブの先端部（線シール部位）は、電解質膜に圧接されてシール性を確保する。その際、電解質膜と接するリブの先端部に粘着層が形成されていることで、シール部材自体の反力が弱くても、粘着層の粘着力によって安定したシール性が得られる。

#### 【００３２】

前記粘着層を構成する材料としては、例えばスチレンとエチレンブチレンの共重合体、ポリイソブチレン、エチレンプロピレンゴム、およびブチルゴムなどが挙げられる。これらは、単体または２種以上の複合体として用いてもよい。

また、長時間におけるシール部材のシール性を確保するために、前記粘着層が耐酸性であることが好ましい。例えば水素イオン伝導性を有する電解質膜を用いる場合、粘着層と接する電解質膜部分はイオン伝導性が発現した状態で酸性を呈する。そのため、電解質膜と接している粘着層部分が長期に渡り安定したシール性を得るためには、当該粘着層は耐酸性を有していることが望ましい。

20

以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら説明する。

#### 【００３３】

##### 実施の形態１

アノード側セパレータ板の正面図を図１に、その背面図を図２に示す。

導電性を有するアノード側セパレータ板１０は、一対の燃料ガス用マニホールド孔１２、一対の酸化剤ガス用マニホールド孔１３、一対の冷却水用マニホールド孔１４、および一対の予備用マニホールド孔１５、ならびに４個の締結用ボルト穴１１を有する。

30

アノード側セパレータ板１０のアノードに対向する面には、一対の燃料ガス用マニホールド孔１２に連絡されてアノードに燃料ガスを供給するガス流路１２ｂが設けられている。ガス流路１２ｂは、４本の溝により構成されている。

#### 【００３４】

セパレータ板１０の背面には、一対の冷却水用マニホールド孔１４を連絡する冷却水の流路１４ｂが設けられている。流路１４ｂは、並行する６本の溝により構成されている。各一対の燃料ガス用マニホールド孔１２、酸化剤ガス用マニホールド孔１３の周囲を囲むようにＯリングを設置するためのＯリング用溝１２ａおよび１３ａが設けられている。さらに、冷却水用マニホールド孔１４、予備用マニホールド孔１５、および冷却水の流路１４ｂの周囲を囲むＯリング用溝１４ａが設けられている。

40

#### 【００３５】

カソード側セパレータ板の正面図を図３に、その背面図を図４に示す。

導電性を有するカソード側セパレータ板２０は、一対の燃料ガス用マニホールド孔２２、一対の酸化剤ガス用マニホールド孔２３、一対の冷却水用マニホールド孔２４、および一対の予備用マニホールド孔２５、ならびに４個の締結用ボルト穴２１を有する。

#### 【００３６】

カソード側セパレータ板２０のカソードに対向する面には、一対の酸化剤ガス用マニホールド孔２３に連絡されてカソードに酸化剤ガスを供給するガス流路２３ｂが設けられている。ガス流路２３ｂは、７本の溝により構成されている。

50

セパレータ板 20 の背面には、一对の冷却水用マニホールド孔 24 を連絡する冷却水用の流路 24 b が設けられている。流路 24 b は、並行する 6 本の溝により構成されている。

#### 【0037】

ここで、図 5 に、アノード側シール部材として用いる線形状シール部材の正面図を示し、図 6 に、図 5 における  $X_1 - X_2$  線断面図を示す。また、図 7 に、カソード側シール部材として用いる平面形状シール部材の正面図を示し、図 8 に、図 7 における  $Y_1 - Y_2$  線断面図を示す。この線形状シール部材および平面形状シール部材の組合せが、本発明の最大の特徴である一对のシール手段である。なお、 $X_1 - X_2$  線断面および  $Y_1 - Y_2$  線断面は、燃料電池の積層方向における断面である。

10

#### 【0038】

図 6 に示すように、アノード側セパレータ板 10 上に接着させる線形状シール部材 30 は、ポリイミドからなるフィルム 4 a、その一方の面にリブ（リップ状部分）36 a を有する線状のベースシール部材 36、および他方の面に形成されてアノード側セパレータ板 10 と接着する粘着層 5 a より構成されている。

#### 【0039】

前記リブ 36 a は、高分子電解質膜と線状に接する先端部 36 b が実質的に円形状を有し、前記ベースシール部材 36 に沿って設けられている。リブ 36 a は、積層電池の圧接方向（積層方向）において、線形状を有し、電極側に曲がっている。そして、前記先端部 36 b が前記電解質膜を介して後述のカソード側の平面形状シール部材に線状に当接する。

20

#### 【0040】

図 5 に示すように、線形状シール部材 30 は、アノード側セパレータ板におけるガス流路 12 b および一对の燃料ガス用マニホールド孔 12 の外周を囲んで 1 つの閉ループを構成する第 1 のアノード側シール部と、酸化剤ガス用マニホールド孔 13、冷却水用マニホールド孔 14、および予備用マニホールド孔 15 をそれぞれ独立に囲むマニホールド孔シール部 33 a、34 a および 35 a と、を有する。また、ベースシール部材 36 は、上記のカソード側セパレータ板 20 における連絡用ガス流路 23 b の両側を囲むシール部 38 c および 38 d を有する。

#### 【0041】

また、線形状シール部材 30 は、アノードを囲む電極シール部 37 と、燃料ガス用マニホールド孔 32 の外側半分を囲むマニホールド孔シール部 32 a と、前記電極シール部 37 と前記マニホールド孔シール部 32 a とを連絡し、ガス流路 12 b の両側を囲むシール部 38 a および 38 b とからなる。

30

#### 【0042】

さらに、線形状シール部材 30 は、燃料ガス用マニホールド孔シール部 32 a と酸化剤ガス用マニホールド孔シール部 33 a とを結ぶシール部 39 a、燃料ガス用マニホールド孔シール部 32 a と冷却水用マニホールド孔シール部 34 a とを結ぶシール部 39 b、酸化剤ガス用マニホールド孔シール部 33 a と予備用マニホールド孔シール部 35 a とを結ぶシール部 39 c、冷却水用マニホールド孔シール部 34 a と予備用マニホールド孔シール部 35 a とを結ぶシール部 39 d を有する。

40

前記フィルム 4 a および粘着層 5 a は、前記ベースシール部材 36 と同様の形状であり、これらが重ね合わせられてアノード側の線形状シール部材 30 が形成されている。

#### 【0043】

一方、図 8 に示すように、上記カソード側セパレータ板 20 に接着されるカソード側の平面形状シール部材 40 は、ポリイミドからなるフィルム 4 b、その一方の面に形成された平板状のベースシール部材 46、および他方の面に形成されてセパレータ板と接着する粘着層 5 b より構成されている。

#### 【0044】

前記フィルム 4 b および粘着層 5 b は、カソード側セパレータ板 20 における各マニホ

50



ールド孔と対応する燃料ガス用マニホールド孔 4 2、酸化剤ガス用マニホールド孔 4 3、冷却水用マニホールド孔 4 4、および予備用マニホールド孔 4 5、ならびにボルト穴 4 1を有し、カソードと対応する部分（電極設置部）4 7は切り欠かれている。

前記カソード側のベースシール部材 4 6は平板状であり、前記フィルム 4 bおよび粘着層 5 bと同形状である。

【 0 0 4 5 】

上記のアノード側の線形状シール部材 3 0における粘着層 5 a側の面をアノード側セパレータ板 1 0のアノードと対向する側の面に接着させることにより、アノード側のベースシール部材 3 6がアノード側セパレータ板 1 0に固定される。

一方、カソード側の平面形状シール部材 4 0における粘着層 5 b側の面をカソード側セパレータ板 2 0のカソードと対向する側の面に接着させることにより、カソード側のベースシール部材 4 6がカソード側セパレータ板 2 0に固定される。

【 0 0 4 6 】

そして、電解質膜を介して前記カソード側の平面形状シール部材 4 0と前記アノード側の線形状シール部材 3 0とを両セパレータ板で挟み、圧接することによりシールがなされる。

上記のアノード側の線形状シール部材 3 0を備えたアノード側セパレータ板 1 0およびカソード側の平面形状シール部材 4 0を備えたカソード側セパレータ板 2 0とで、一対の電極および電解質膜からなる M E A を挟むことにより単電池が構成される。この場合、それぞれの電極の面積は電解質膜の面積よりも小さく、電極が電解質膜の中央に位置する。そのため、M E A の周辺には電解質膜が露出している状態である。この露出部分が、前記線形状シール部材 3 0および平面形状シール部材 4 0によって挟まれる。

【 0 0 4 7 】

一般的には、ガイドピンを立てた所定の組み立て用治具を用いて単電池を組み立てる。以下にその組み立ての手順の一例を示す。

まず、組み立て治具上に、上記のカソード側の平面形状シール部材 4 0を備えたカソード側セパレータ板 2 0を配置する。つぎに、M E A をガイドピンに沿ってカソード側セパレータ板 2 0上に配置する。さらに、アノード側の線形状シール部材 3 0を備えたアノード側セパレータ板 1 0を M E A 上に配する。

【 0 0 4 8 】

上記のような手順で単電池を組み立てる場合、アノード側セパレータ板 1 0を組み付ける際には、M E A とアノード側の線形状シール部材 3 0との位置関係を目視で確認することができない。そのため、アノード側の線形状シール部材 3 0が少しずれたりする場合がある。しかし、本実施の形態のアノード側の線形状シール部材 3 0を用いれば、単電池の組み立て時において、M E A とアノード側の線形状シール部材 3 0における電極シール部 3 7との間に、十分なクリアランスを設けることができる。このため、アノード側の線形状シール部材 3 0が M E A に乗り上げることがなく、安定してシール性を確保することができる。

【 0 0 4 9 】

また、単電池複数個を積層してスタックを構成する際、スタックを締結すると、アノード側の線形状シール部材 3 0において電極側に曲がった形状のリブ 3 6 a が、M E A におけるアノード側に湾曲し、アノードを囲む電極シール部 3 7と M E A におけるアノードとの間のクリアランスが小さくなる。このため、スタックを使用する際には、クリアランスへの反応ガスの流出を低減でき、安定した発電性能が得られる。

【 0 0 5 0 】

なお、上記構成のアノード側の線形状シール部材 3 0においては、アノードと酸化剤ガス用マニホールド孔 3 3 とが、マニホールド孔シール部 3 3 a および電極シール部 3 7 によりそれぞれ隔離されている。アノードとマニホールド孔 3 3 とは、マニホールド孔シール部 3 3 a または電極シール部 3 7 のみにより隔離されていてもよい。

また、上記構成のカソード側の平面上シール部材 4 0 は、カソード側セパレータ板 2 0

10

20

30

40

50

において、カソードおよび各マニホールド孔に対応する部分以外の主面全体を覆う形状を有するが、アノード側の線形状シール部材 30 に対応する部分のみで構成してもよい。

#### 【0051】

なお、上述の線形状シール部材および平面形状シール部材には、スタック締結時に相対応しない部分がある。例えば、図 5 に示す線形状シール部材 30 において、マニホールド孔シール部 32a は、燃料ガス用マニホールド孔 32 の半分しか囲んでおらず、燃料ガス用マニホールド孔 32 とアノードとの間にはシール部材が存在しない。この存在しない部分においては、線形状シール部材は平面形状シール部材と相対応しない。しかし、スタックを構成する際には、弾性を有するシール部材が、両セパレータ板により適当な圧力で押さえつけられるため、前記両シール部材が相対応していなくても、シール部材の片方が直接セパレータ板に当接することによりシールできる。

10

また、前記存在しない部分にカバープレートなどの部材を設け、当該部材を平面形状シール部材と対応させてシールしてもよい。例えば、図 5 のシール部 38a および 38b の間におけるカソード側平面形状シール部材 40 と相対応する位置に、ガス流路 12b の上方を覆うカバープレートを設けてもよい。

#### 【0052】

なお、実施の形態 1 のアノード側セパレータ板 10 における線形状シール部材 30 のリブの断面形状は、図 6 の形状には限定されない。図 11 および 12 に示すように、電解質膜と線状に接する先端部 66b、76b を有するリブ 66a、76a のような形状であってもよい。このリブ 66a、76a は、スタックの積層方向（圧接方向）に対して電極側に傾いており、スタックの締結時に電極側（リブ 66a および 76a の左側）に倒れ込むような構成を有する。

20

このとき、リブ 66a、76a の締結後における倒れ込み角度（図右側に示す倒れ込み前（点線）から倒れ込み後（実線）の間に傾いた分の角度）を、リブ 66a、76a の長さを  $L$  とすると、 $L \sin$  分だけ電極とシール部材との間のクリアランスを減少させることが可能となる。

#### 【0053】

また、リブの先端部 36b の断面形状が実質的に円形状をなしており、本実施の形態ではその直径が電極の厚さ以上であることで、スタックを締結した際、シール部材によって大きな反力が得られ、安定したシールが確保できる。

30

リブの先端部 36b の円断面形状の直径を変化させ、電極厚さの半分以上の直径を有した場合、安定したシール性を得やすいことがわかった。通常、電極をセパレータ板で圧接させていく場合、電極とセパレータ板との接触抵抗を低減し、得られた電池電圧を有効に出力するために  $10 \text{ kgf/cm}^2$  程度の面圧で締結する。この際、電極は初期の厚さのほぼ半分の厚さまで圧縮されていることがわかった。そのため、リブの先端部 36b の直径が電極初期厚さの半分以上あれば、締結時に反力が大きくなりシール性が向上することがわかった。

#### 【0054】

また、リブの先端部 36b の直径が、電極の初期厚さの 3 倍以上あった場合は、シール性は得られたが、セパレータ板と電極との接触抵抗が増加するため、積層電池の出力電圧が低下する傾向にあった。そのため、リブの先端部 36b の直径は、電極初期厚さの 3 倍未満であることが望ましいことがわかった。

40

#### 【0055】

#### 実施の形態 2

つぎに、別の実施の形態に係るアノード側の線形状シール部材の正面図を図 9 に示し、図 10 に、図 9 における  $Z_1 - Z_2$  線断面図を示す。

本実施の形態のアノード側の線形状シール部材 56 には、図 5 および 6 を用いて上述したアノード側の線形状シール部材 30 におけるリブ 36a に相当するリブ状（リップ状）シール部材 56a のみで構成される。

また、本実施の形態のアノード側の線形状シール部材 56 には、図 5 に示す線形状シール

50

ル部材 30 の電極シール部 37、ならびに各マニホールド孔シール部 33a、34a、および 35a に相当する位置に、リブ状シール部材 56a が設けられている。そして、リブ状シール部材 56a は、図 9 中のシール部 52a、53a、54a、55a、57、58a および 58b に設けられている。

【0056】

リブ状シール部材 56a は、スタックにおける積層方向（圧接方向）に対して電極側に曲がった形状を有し、セパレータ板および電解質膜と線状に接する先端部 57a、57b をそれぞれ有している。そして、スタック締結時に、リブ状シール部材 56a は電極方向に撓んで湾曲し、先端部 57a はセパレータ板に固定され、先端部 57b は、電池組み立て時に前記電解質膜を介して後述のカソード側の平面形状シール部材に線状に当接する。

10

【0057】

また、本実施の形態のアノード側の線形状シール部材 56 では、上記実施の形態 1 における線形状シール部材 30 におけるシール部 38c、38d、39a、39b および 39c に相当する位置に薄い板状のシール部材 56b、58c、58d、59a、59b および 59c が設けられており、上記の各リブ状シール部材を連結して一体化している。

本実施の形態のさらにコンパクトなアノード側の線形状シール部材と、上記実施の形態 1 のカソード側シール部材とを組み合わせる用いることにより、実施の形態 1 と同様の効果が得られ、優れたシール性を確保することができる。

【0058】

なお、実施の形態 2 のアノード側セパレータ板上におけるリブ状シール部材の形状は、図 13 のような両先端部に電解質膜およびアノード側セパレータ板 10 とそれぞれ接する先端部 87a、87b を有する直線状のリブ状シール部材 87 のような形状であってもよい。

20

この場合、先端部 87b は、粘着剤によりアノード側セパレータ板 10 に固定され、先端部 87a は先端部 87b よりも電極側（リブ状シール部材 87 の左側）に位置する。すなわち、リブ状シール部材 87 は、アノード側セパレータ板 10 上において、電極側に傾いている。このため、リブ状シール部材 87 は、スタック締結時には、先端部 87b を支点として電極側に倒れ込むことにより、電極とリブ状シール部材とのクリアランスを低減することができる。

【0059】

30

なお、粘着剤には、例えば、スチレンとエチレンブチレンの共重合体を用いることができる。スチレンとエチレンブチレンの共重合体を含むトルエン溶液をシール部材の所定位置に塗布後、50 の乾燥炉中で溶媒のトルエンを除去することにより、シール部材に粘着層が形成される。そして、この粘着層をセパレータ板に密着させることにより、シール部材をセパレータ板に固定することができる。

以下、本発明の実施例を詳細に説明する。

【実施例】

【0060】

《実施例 1》

(i) セパレータ板の作製

40

等方性黒鉛板を用いて機械加工により実施の形態 1 の図 1 および図 2 に示すアノード側セパレータ板 10 ならびに図 3 および図 4 に示すカソード側セパレータ板 20 を作製した。このとき、セパレータ板の厚さは 3 mm、ガス流路および冷却水流路の溝は、3 mm ピッチで溝幅 1.5 mm とした。

【0061】

(ii) シール部材の作製

図 5 ~ 図 8 に示す実施の形態 1 と同様の粘着層を備えた線形状シール部材 30 および平面形状シール部材 40 を作製した。

金型に厚さ 100  $\mu\text{m}$  のポリイミドフィルム 4a、4b を設置し、金型を締め、温度 200、射出圧力 150  $\text{kgf/cm}^2$  の条件でフッ素ゴム（デュポン社製のフッ素ゴム

50

、V i t o n)を射出成形することにより、ポリイミドフィルム4 a、4 b上に所定のベースシール部材3 6、4 6を形成した。二次架橋は2 0 0、1 0時間の条件で行った。その後、ブチルゴムからなる厚さ2 5  $\mu$ mの粘着層5 a、5 bをポリイミドフィルム4 a、4 b上に転写接合し、粘着層5 a、5 bの表面をポリプロピレン製の離型フィルムで覆った。

#### 【0 0 6 2】

このとき、フッ素ゴムからなるベースシール部材3 6の厚さは1 2 5  $\mu$ m、その幅は3 mmとした。また、ベースシール部材3 6のアノードを囲む電極シール部3 7におけるリブ3 6 aは、前記射出成形時に前記ベースシール部材3 6に一体的に形成し、電極側の先端部から0 . 7 mmの位置に設けた。また、前記リブ3 6 aは、ベースシール部材3 6に

10

対して垂直方向に半径2 . 5 mmの曲率で開き角度3 5 °で設けた。電極シール部3 7以外のリブ3 6 aについては、幅3 mmのベースシール部材3 6の中央部に設けた。

一方、カソード側の平面形状シール部材4 0のベースシール部材4 6の厚さは、1 2 5  $\mu$ mとした。また、平面形状シール部材4 0における燃料ガス、酸化剤ガス、冷却水および予備用のマニホール孔4 2 ~ 4 5、締結用ボルト穴4 1、ならびに電極と対向する部分は抜き型で抜いた。

#### 【0 0 6 3】

上記で得られた粘着層5 a、5 bを備えた線形状シール部材3 0および平面形状シール部材4 0を、それぞれセパレータ板1 0および2 0上に設置し、ホットプレスによりそれぞれ圧着させた。ホットプレスの条件は、温度が1 0 0、プレス荷重が2 0 0 0 k g f

20

#### 【0 0 6 4】

##### ( i i i ) M E A の作製

アセチレンブラック系のカーボン粉末に、平均粒径約3 0 の白金粒子を4 : 1の重量比で担持させ、電極用の触媒粉末を得た。この触媒粉末をイソプロパノール中に分散させたものと、パーフルオロカーボンスルホン酸の粉末をエチルアルコール中に分散させたものとを混合し、電極用ペーストを得た。スクリーン印刷法により、この電極用ペーストを原料として、厚さ2 5 0  $\mu$ mのカーボン不織布の一方の面に触媒層を形成し、電極を得た。このとき、触媒層形成後の触媒層中に含まれる白金量は0 . 5 m g / c m<sup>2</sup>、パーフルオロカーボンスルホン酸の量は1 . 2 m g / c m<sup>2</sup>とした。

30

#### 【0 0 6 5】

アノードおよびカソードとして、上記電極を用いた。すなわち、アノードとカソードの構成は同一とした。印刷した触媒層を内側にして、面積が1 0 0 c m<sup>2</sup>の一对の電極で水素イオン伝導性高分子電解質膜(デュボン社製のN a f i o n 1 1 7)を挟み、ホットプレスすることにより、電解質膜電極接合体(M E A)を作製した。水素イオン伝導性高分子電解質膜には、パーフルオロカーボンスルホン酸を2 5  $\mu$ mの厚さに薄膜化したものを用いた。

前記電解質膜のサイズは、後述するセパレータ板のサイズと同様とし、電解質膜には、セパレータ板における一对の燃料ガス用マニホール孔、冷却水用マニホール孔、酸化剤ガス用マニホール孔に対応する穴を打ち抜き型により形成した。

40

#### 【0 0 6 6】

##### ( i v ) 積層電池の組み立て

上記で得られたアノード側の線形状シール部材3 0を備えたアノード側のセパレータ板1 0、およびカソード側の平面形状シール部材4 0を備えたカソード側のセパレータ板2 0とで、電極面積1 0 0 c m<sup>2</sup>のM E Aを挟み、単電池を構成した。このとき、アノード側セパレータ板1 0のリング溝1 2 a ~ 1 4 aにリング3を設置した。そして、単電池を積層する際には、セパレータ板1 0の冷却水用の流路1 4 bを有する面と、隣接する単電池のセパレータ板2 0の冷却水用の流路2 4 bを有する面とが、向き合うように重ねることにより、冷却部を設けた。

#### 【0 0 6 7】

50

単電池の組み立て手順を以下に説明する。

ガイドピンを立てた所定の組み立て用治具を置き、その上にカソード側の平面形状シール部材 40 を備えたカソード側セパレータ板 20 を配置した。つぎに、MEA をガイドピンに沿って設置した。その際、MEA におけるカソードが平面形状シール部材 40 における電極設置部 47 の周縁部に乗り上げないよう、慎重に MEA をカソード側セパレータ板 20 に組み付けた。組み立て用治具に設置されたガイドピンと組み付けるこれらの部材との間にはクリアランスを要する。

【0068】

MEA におけるカソードと、カソード側の平面形状シール部材 40 との間のクリアランスは、片側 0.25 mm 確保した。このため、セパレータ板 20 とガイドピンとの間のクリアランスを 0.2 mm に設定することができた。なお、MEA は組み立て時の湿度により大きく寸法が変化するため、MEA とガイドピンとの間のクリアランスを大きく設ける必要がある。MEA を安定的に組み付けるには、ガイドピンと MEA との間のクリアランスは 1 mm 必要であった。

10

MEA を設置した後に、アノード側の線形状シール部材 30 を備えたアノード側セパレータ板 10 を組み付けた。このとき、アノードとベースシール部材 36 における電極シール部 37 とのクリアランスを、0.7 mm 確保した。セパレータ板 10 は不透明であり、MEA へのアノード側セパレータ板 10 の組み付け状態を目視できないため、ガイドピンに従ってアノード側セパレータ板 10 を組み付けた。

【0069】

20

上記の組み立て工程を繰り返して、単電池を 50 個積層し、得られたスタックの両端に集電板と絶縁板とを介してステンレス鋼製の端板を配し、締結ロッドにより 600 kgf の締結荷重でスタックを締結することにより燃料電池を作製した。この燃料電池を電池 A とした。締結後、電極シール部 37 のリブ 36a がアノード側に湾曲することにより、アノードと電極シール部 37 とのクリアランスがほとんどない状態となった。このとき、感圧紙で MEA とセパレータ板の面圧を確認した結果、MEA にかかる面圧は 10 kgf/cm<sup>2</sup> であった。この結果、シール部材における反力は 100 kgf であり、十分に低い締結力で電池 A を構成することが可能であることがわかった。

【0070】

電池 A についてガスのリークチェックを行った。出口側マニホールド孔を締め切り、入口側マニホールド孔から He ガスを 0.5 kgf/cm<sup>2</sup> の圧力で流入させ、そのときの流入ガス流量を調べた。空気側、燃料ガス側、冷却水側共にガスリークはなく、電池 A は流体シール性に問題のないことが確認された。

30

【0071】

《比較例 1》

実施例 1 におけるアノード側の線形状シール部材およびカソード側の平面形状シール部材の代わりに、従来の平形状ガasket を用いた以外は実施例 1 と同様の方法により積層電池 B を作製した。なお、平形状ガasket としては、厚さ 100 μm の PET 製シートの両面に、厚さ 75 μm のシリコンゴム製シートを貼り付けたものを用いた。部材の組み付けは実施例 1 と同様に組み立て用治具を用いて同様の手順で行なった。このとき、平形状ガasket と電極とのクリアランスはアノード側およびカソード側でそれぞれ 0.25 mm とした。

40

【0072】

電池 B について実施例 1 と同様の条件でガスのリークチェックを行った。締結荷重は 4000 kgf で、MEA にかかる面圧が 10 kgf/cm<sup>2</sup> であったため、締結は 4000 kgf とした。その結果、一部の単電池においてガスの外部リークまたは酸化剤ガス側から燃料ガス側へのクロスリーク、あるいはその両方が発生し、シール不良が生じた。

【0073】

《比較例 2》

平形状ガasket とアノードおよびカソードとのクリアランスをそれぞれ 0.5 mm と

50

した以外は、比較例 1 と同様の方法により電池 C を作製した。部材の組み付けは実施例 1 と同様に組み立て用治具を用いて同様の手順で行なった。

電池 C について実施例 1 と同様の条件でガスのリークチェックを行った。締結荷重は 4000 kgf で、MEA にかかる面圧が  $10 \text{ kgf} / \text{cm}^2$  であったため、締結は 4000 kgf とした。その結果、酸化剤側、燃料ガス側、冷却水側共にガスリークはなく、積層電池としての流体シール性に問題のないことを確認した。

#### 【0074】

リークチェックした後、実施例 1 および比較例 1、2 の電池 A ~ C を分解し、組み付け具合を確認した。いずれの電池も MEA におけるアノードが、アノード側の線形状シール部材の中心から多少ずれて組み付けられていたが、実施例 1 および比較例 2 の電池 A および C では、電極の周囲をシールする部位が電極よりも十分に余裕をもった外側にあるため、組み付け時にシール性を十分に確保することが可能であることがわかった。一方、比較例 1 の電池 B では、同様に電極がずれていたが、電極が一部でもガスケットに乗り上げるとシール性が損なわれ、シール不良を生じることがわかった。

#### 【0075】

単電池を組み立てる際には、MEA を設置した後、アノード側セパレータ板を組み付ける。この際、MEA のアノードが、アノード側線形状シール部材の中心に設置されることが望ましいが、組み立て用治具のクリアランス、MEA の寸法誤差、セパレータ板の寸法誤差の集積により位置ずれが発生する。

アノードとアノード側の線形状シール部材との組み付け具合を目視できれば安定した組み付けが可能であるが、セパレータ板は不透明であるため目視ができず、ガイドピンに従って組み付ける。

#### 【0076】

従来の平形状ガスケットであれば想定される位置ずれの上限付近では、電極がガスケットに乗り上げ、シール性を確保できない。組み付け性を向上するためにクリアランスを大きくとれば、反応ガスがそのクリアランスへ流出し、電極に供給されなくなるため、発電性能が低下した。

#### 【0077】

一方、本発明のシール部材を用いた場合は、寸法ずれにより電極がずれても、ガスケットと電極とのクリアランスが十分にあるためシール性は確保可能となる。さらに、組み立て時においてスタックを締結すると、アノード側に撓んでいた線形状シール部材のリブが、両先端部を支点としてアノード側に飛び出すように湾曲する。このとき、シール部材の剛性から生じる反力によりシール部材にはシールに必要な面圧が生じる。さらに、電極側に湾曲し飛び出すことにより、電極とシール部材との間のクリアランスが減少する。

さらに、シール部材が積層方向に並んでいるため、スタックを締結した際に電解質膜やセパレータ板へせん断力や曲げモーメントが働かない。そのため、シール部材自体や、電解質膜、セパレータ板などへのストレスがなく、部材が破損する危険性がない。

#### 【0078】

実施例 1 の電池 A および比較例 2 の電池 C を  $75^\circ\text{C}$  に保持し、アノード側に  $70^\circ\text{C}$  の露点となるよう加湿・加温した水素ガスを、カソード側に  $60^\circ\text{C}$  の露点となるよう加湿・加温した空気をそれぞれ供給した。その結果、どちらの電池も電力を外部に供給しない無負荷時には、50 V の開放電圧を得た。また、ガスのクロスリークおよびショートなどの不具合がないことを確認した。

#### 【0079】

さらに、燃料利用率 80%、電流密度  $0.3 \text{ A} / \text{cm}^2$ 、アノード側の露点  $70^\circ\text{C}$ 、酸化剤ガス側の露点  $65^\circ\text{C}$  で、酸化剤利用率を 20% から 12 時間毎に 5% 刻みで変更していく条件で発電を開始した。そして、この条件での発電の安定性を調べた。その評価結果を図 14 に示す。比較例 2 の電池 C では、酸化剤利用率が 40% 以上で出力電圧が不安定となり、酸化剤利用率が 50% では出力電圧が低下した。一方、実施例 1 の電池 A では、酸化剤利用率が 65% を超えるまで安定した出力電圧が得られた。

## 【 0 0 8 0 】

このことから、比較例 2 の電池 C における電極と平形状ガスケットとの間のクリアランスの大きさでは、クリアランスに反応ガスが流入しやすくなり、電池性能を維持するのに必要な量の反応ガスを電極へ供給できないことがわかった。これに対して、実施例 1 のシール部材を用いると組付け時には電極とシール部材との間のクリアランスは大きい、電池積層体の締結時には電極とシール部材との間のクリアランスが低減するため、反応ガスのクリアランスへの流入を低減し、電池性能の低下を防止できることがわかった。

## 【 0 0 8 1 】

さらに、実施例 1 の電池 A は比較例 1 および 2 の電池 B および C よりも締結力が大幅に小さいため、燃料電池に用いる締結部材自体の簡素化、樹脂化等が可能であり、燃料電池のコンパクト化、低コスト化が可能である。

なお、Oリング型ガスケットを用いた場合と比較しても、実施例 1 ではセパレータ板にOリング用溝を設ける必要性がないため、その分セパレータ板の厚さを薄くすることができ、燃料電池をコンパクトにできることは言うまでもない。

## 【 0 0 8 2 】

## 《 実施例 2 》

フッ素ゴムを用いて所定の金型に射出成形することにより、実施の形態 2 と同様の図 9 および 10 に示すアノード側の線形状シール部材 56 を作製した。このとき、線形状シール部材 56 におけるリブ状シール部材 56a は、厚さ 0.25 mm であり、アノード側セパレータ板に対して垂直方向に半径 2.5 mm の曲率で、開き角度 35° で設けた。また、アノード側の線形状シール部材 56 における板状シール部材 56b の厚さは 0.15 mm、幅は 3 mm とした。

実施例 1 の線形状シール部材 30 の代わりに、上記で得られた線形状シール部材 56 を用いた以外は、実施例 1 と同様の部材を用いて以下のように単電池を作製した。

## 【 0 0 8 3 】

単電池の組み立て手順を以下に示す。

ガイドピンを立てた所定の組み立て用治具を置き、その上にカソード側の平面形状シール部材を備えたカソード側セパレータ板を配置した。つぎに、MEA をガイドピンに沿って設置した。その際、MEA のカソードがカソード側の平面形状シール部材における電極設置部 47 の周縁部に乗り上げないよう慎重に組み付けた。

MEA を設置した後に、上記のアノード側の線形状シール部材 56 を組み付けた。このとき、アノードとアノード側の線形状シール部材 56 における電極シール部 57 とのクリアランスを 0.7 mm 確保した。その後、アノード側セパレータ板 10 を組み付けた。アノード側セパレータ板 10 は不透明であるため、セパレータ板とガスケットが接する状態を目視できないため、ガイドピンにしたがって組み付けを行った。

## 【 0 0 8 4 】

このようにして単電池を 50 個積層し、得られたスタックの両端に集電板と絶縁板とを介してステンレス鋼製の端板を配し、締結ロッドにより 600 kgf の締結荷重でスタックを締結することにより燃料電池を作製した。この燃料電池を電池 D とした。締結後では、リブ状シール部材 56a がアノード側に湾曲することにより、アノードと電極シール部 57 とのクリアランスがほとんどない状態となった。このとき、感圧紙で MEA とセパレータ板の面圧を確認した結果、MEA にかかる面圧は 10 kgf/cm<sup>2</sup> であった。この結果、シール部材における反力は 100 kgf であり、十分に低い締結力で積層電池を構成することが可能であることがわかった。

## 【 0 0 8 5 】

電池 D について実施例 1 と同様の方法によりガスのリークチェックを行った。その結果、空気側、燃料ガス側、冷却水側共にガスリークはなく、電池 D は流体シール性に問題のないことが確認された。

リークチェック後、実施例 2 の電池 D を分解し、構成部材の組み付け具合を調べた。MEA におけるアノードがアノード側の線形状シール部材の中心から多少ずれて組み付けら

10

20

30

40

50

れていたが、本実施例の電池ではシールする部位が電極よりも十分な余裕をもった外側にあるため、組み付け時の電極のずれ範囲ではシール性を確保することができることがわかった。

#### 【0086】

単電池を組み立てる際には、組み立て用治具にMEAを設置した後、アノード側セパレータ板を組み付ける。この際、MEAにおけるアノードがアノード側の線形状シール部材の中心に設置されることが好ましい。

本実施例のアノード側の線形状シール部材を用いた場合は、寸法ずれにより電極がずれても、シール部材と電極との間のクリアランスが充分であるため、シール性を確保できる。また、目視による組付けが可能になるため、電極の噛み込み等によるシール不良も低減できる。

10

#### 【0087】

また、実施例1の場合と同様に、組み立て時には大きなクリアランスも、スタックを締結する時には、実施例2のシール部材の形状の効果により、電解質膜とセパレータ板とのシール部を支点としてリブ状シール部材が電極側に湾曲する。これは、リブ状シール部材の重心位置がシール部位よりも電極側にあるためである。このとき、シール部材の剛性により生じる反力により、シール部位にはシールに必要な面圧が生じる。また、リブ状シール部材が電極側に湾曲し飛び出すことによりMEAとシール部材との間のクリアランスを減少させることができる。

20

#### 【0088】

さらに、シール部材が垂直方向（積層方向）に並んでいるため、スタックを締結する際に、電解質膜やセパレータ板へせん断力や曲げモーメントが働かない。そのため、電解質膜、シール部材、およびセパレータ板などへストレスがなく、部材が破損する危険性がない。

#### 【0089】

実施例2の電池Dを75℃に保持し、アノード側に70℃の露点となるよう加湿・加温した水素ガスを、カソード側に60℃の露点となるよう加湿・加温した空気をそれぞれ供給した。その結果、電力を外部に供給しない無負荷時には、50Vの開放電圧を得た。また、ガスのクロスリークおよびショートなどの不具合がないことを確認した。

30

#### 【0090】

この電池Dについて実施例1と同様の条件で発電を開始し、発電の安定性を調べた。その評価結果を図15に示す。実施例2の電池Dでは、酸化剤利用率が65%を超えるまで安定した出力電圧が得られた。このことから、実施例2の燃料電池では実施例1の場合と同様に、組付け時には電極とシール部材との間のクリアランスは大きいですが、スタックの締結時にはシール部材の形状による効果により、電極とシール部材との間のクリアランスが低減し、反応ガスのクリアランスへの流入を低減し、電池性能の低下を防止できることがわかった。

#### 【0091】

さらに、燃料電池の締結に必要な締結力が大幅に小さくて済むため、スタックの締結部材の簡素化、樹脂化等が可能となる。すなわち、燃料電池のコンパクト化、低コスト化が可能となる。

40

#### 【0092】

#### 《実施例3》

実施例2のアノード側の線形状シール部材56におけるリブ状シール部材56aの厚みを0.15mmと薄くした以外は、実施例2と同様の方法により線形状シール部材56を作製した。

さらに、線形状シール部材56を粘着剤でコーティングした。粘着剤には、スチレンとエチレンブチレンの共重合体を用いた。スチレンとエチレンブチレンの共重合体のトルエン溶液を線形状シール部材に塗布した後、50℃の乾燥炉中で溶媒のトルエンを除去した。

50



## 【 0 0 9 3 】

上記線形状シール部材 5 6 をアノード側セパレータ板 1 0 上に設置し、さらにその上にテフロンシートを配した状態でホットプレスすることにより、線形状シール部材 5 6 をセパレータ板 1 0 に圧着した。このとき、温度は 1 0 0 、プレス荷重は 2 0 0 0 k g f、加圧時間は 1 分間とした。

## 【 0 0 9 4 】

上記で得られたアノード側の線形状シール部材 5 6 を備えたアノード側セパレータ板 1 0 を用いた以外は、実施例 2 と同様の方法により、単電池を作製した。この単電池を 5 0 個積層し、得られたスタックの両端に集電板と絶縁板とを介してステンレス鋼製の端板を配し、締結ロッドにより 5 5 0 k g f の締結荷重でスタックを締結することにより燃料電池を作製した。この燃料電池を電池 E とした。このとき、感圧紙で M E A とセパレータ板の面圧を確認した結果、M E A にかかる面圧は 1 0 k g f / c m<sup>2</sup>であった。この結果、シール部材における反力は 5 0 k g f であり、非常に低い締結力で燃料電池を構成することが可能であることがわかった。また、組み付け状態は実施例 1 および 2 と同様に良好であった。

10

## 【 0 0 9 5 】

電池 E について、実施例 1 と同様の方法によりリークチェックを行った。その結果、空気側、燃料ガス側、冷却水側共にガスリークはなく、燃料電池としての流体シール性に問題のないことを確認した。

積層電池の組み立ては、M E A を組み立て用治具に設置した後、アノード側セパレータ板を組み付けた。この際、M E A のアノードがアノード側の線形状シール部材の中心に設置されることが好ましい。

20

## 【 0 0 9 6 】

リブ状シール部材 5 6 a を用いた場合は、寸法ずれにより電極がずれた場合でも、アノード側の線形状シール部材と電極との間のクリアランスが十分であるため、シール性を確保できる。また、目視による燃料電池の組付けが可能になるため、電極の噛み込み等によるシール不良も低減できる。

## 【 0 0 9 7 】

## 《実施例 4》

実施例 3 の粘着層を用いない以外は、実施例 3 と同様の方法により燃料電池を作製した。この燃料電池を電池 F とした。

30

比較例 3 の電池 F について実施例 1 と同様の方法によりリークチェックを行った。その結果、一部の単電池においてガスの外部リークもしくは酸化剤ガス側から燃料ガス側へのクロスリーク、またはその両方が若干発生し、シール不良が生じ得る傾向にあった。

## 【 0 0 9 8 】

実施例 3 より、粘着層を用いることにより、本実施例のようなシール反力が比較的小さい線形状シール部材を用いた場合でもシール性を確保できることが確認された。このようにシールに必要な反力を小さくすることができるため、スタックの締結力を非常に低減することができる。したがって、スタックの締結部材の大幅な簡素化、樹脂化などが可能となる。すなわち、燃料電池のコンパクト化、低コスト化が可能となる。

40

## 【 0 0 9 9 】

また、シール反力が非常に小さいため、電解質膜やシール部材にかかるストレスを低減でき、電解質膜やシール部材の損傷を防ぐことができ、長時間のシール性の確保が可能となる。さらに、反応ガスのクロスリークを防止ことができ、シール不良にともなうガスのクロスリークによる電解質膜の損傷を防止できるため、耐久性も向上する。

## 【 0 1 0 0 】

実施例 3 の電池 E を 7 5 に保持し、アノード側に 7 0 の露点となるよう加湿・加温した水素ガスを、カソード側に 6 0 の露点となるよう加湿・加温した空気をそれぞれ供給した。その結果、電力を外部に供給しない無負荷時には、5 0 V の開放電圧を得た。また、ガスのクロスリークおよびショートなどの不具合がないことを確認した。

50

## 【0101】

この電池Eについて実施例1と同様の条件で発電を開始し、発電の安定性を調べた。その評価結果を図16に示す。実施例3の電池Eでは、酸化剤利用率が65%を超えるまで安定した出力電圧が得られた。このことから、実施例3の燃料電池では実施例2の場合と同様に、組み付け時には電極と線形状シール部材との間のクリアランスは大きい、スタックの締結時には線形状シール部材の形状による効果により、電極と線形状シール部材との間のクリアランスが低減し、反応ガスのクリアランスへの流入を低減し、電池性能の低下を防止することができることがわかった。

なお、粘着層が耐酸性を有しない場合は、電解質膜とシール部材の間にPFAなどの保護シートを挿入することにより、本実施例と同様の効果が得られる。

10

## 【0102】

## 《実施例5》

所定の金型を用い、実施例1と同様の方法により、実施の形態1における図11および12と同様のアノード側の線形状シール部材を作製した。

実施例1で用いたアノード側線形状シール部材30の代わりに、この線形状シール部材を用いた以外は、実施例1と同様の方法によりそれぞれ燃料電池GおよびHを作製した。

また、所定の金型を用い、実施例2と同様の方法により、実施の形態2における図13と同様のアノード側の線形状シール部材を作製した。実施例2のアノード側線形状シール部材の代わりに、図13に示す線形状シール部材を用いた以外は、実施例2と同様の方法により燃料電池Iを作製した。

20

## 【0103】

そして、電池G～Iについて実施例1と同様の条件で発電を開始し、発電の安定性を調べた。その評価結果を図17に示す。いずれの場合も実施例1または2と同様に安定した出力特性が得られることが確認された。

## 【産業上の利用可能性】

## 【0104】

以上のように本発明の高分子電解質型燃料電池は、燃料電池組み立て時には、信頼性の高い組み立て性を有し、かつ燃料電池締結時には、シール部材と電極との間のクリアランスを低減することにより、優れたシール性および安定した出力特性を有し、ポータブル電源、携帯機器用電源、電気自動車用電源、および家庭内コージェネレーションシステムなどの用途に適用できる。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【0105】

【図1】本発明のアノード側セパレータ板の正面図である。

【図2】本発明のアノード側セパレータ板の背面図である。

【図3】本発明のカソード側セパレータ板の正面図である。

【図4】本発明のカソード側セパレータ板の背面図である。

【図5】本発明の実施の形態1のアノード側シール部材の正面図である。

【図6】図5のX<sub>1</sub>-X<sub>2</sub>線断面図である。

【図7】本発明の実施の形態1のカソード側シール部材の正面図である。

40

【図8】図7のY<sub>1</sub>-Y<sub>2</sub>線断面図である。

【図9】本発明の実施の形態2のアノード側シール部材の正面図である。

【図10】図9のZ<sub>1</sub>-Z<sub>2</sub>線断面図である。

【図11】実施の形態1の他のアノード側シール部材の断面図である。

【図12】実施の形態1のさらに他のアノード側シール部材の断面図である。

【図13】実施の形態2の他のアノード側シール部材の断面図である。

【図14】実施例1の電池Aおよび比較例2の電池Cの出力特性を示す図である。

【図15】実施例2の電池Dの出力特性を示す図である。

【図16】実施例3の電池Eの出力特性を示す図である。

【図17】実施例4の電池G～Iの出力特性を示す図である。

50

## 【符号の説明】

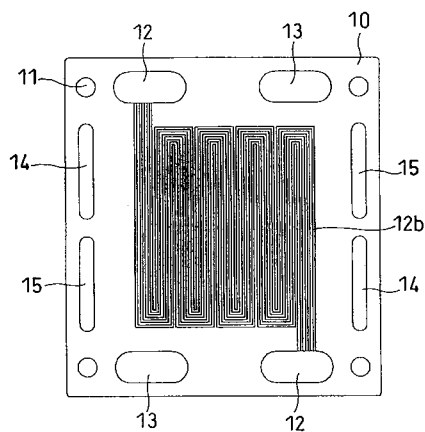
## 【 0 1 0 6 】

- 4 a、4 b フィルム  
 5 a、5 b 粘着層  
 1 0 アノード側セパレータ板  
 1 1、2 1、4 1 締結用ボルト穴  
 1 2、2 2、3 2、4 2、5 2 燃料ガス用マニホールド孔  
 1 3、2 3、3 3、4 3、5 3 酸化剤ガス用マニホールド孔  
 1 4、2 4、3 4、4 4、5 4 冷却水用マニホールド孔  
 1 5、2 5、3 5、4 5、5 5 予備用マニホールド孔  
 1 2 a、1 3 a、1 4 a Oリング用溝  
 1 2 b、2 3 b ガス流路  
 1 4 b 2 4 b 冷却水用の流路  
 2 0 カソード側セパレータ板  
 3 0、5 6 アノード側の線形状シール部材  
 3 6、6 6、7 6 アノード側のベースシール部材  
 3 6 a、6 6 a、7 6 a リブ  
 3 6 b、5 7 a、5 7 b、6 6 b、7 6 b 先端部  
 3 7、5 7、電極シール部  
 4 0 カソード側の平面形状シール部材  
 4 6 カソード側のベースシール部材  
 5 6 a リブ状シール部材  
 5 6 b 板状シール部材

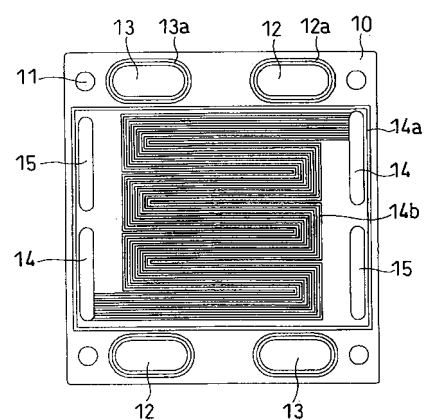
10

20

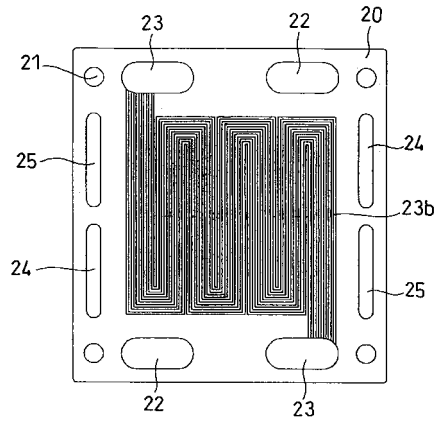
【図 1】



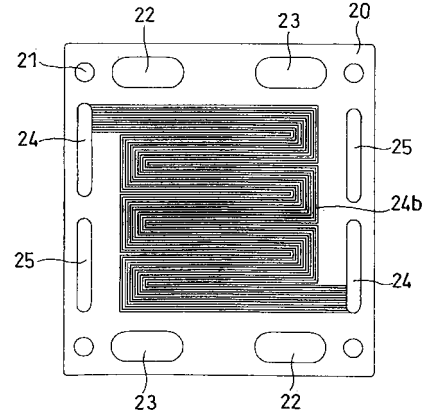
【図 2】



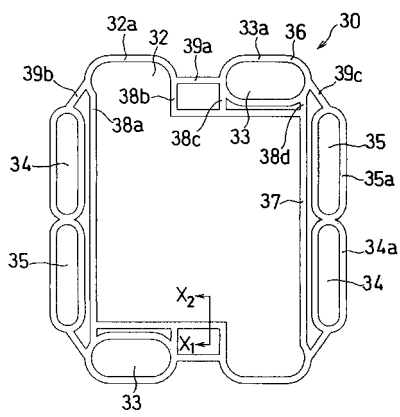
【図 3】



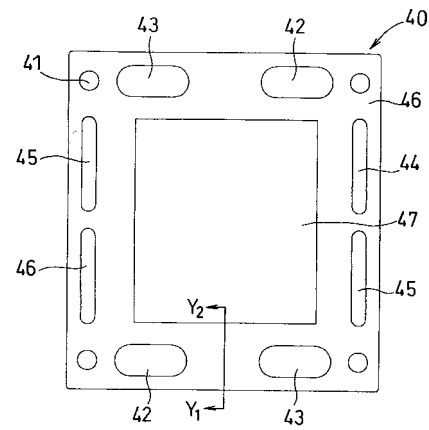
【図 4】



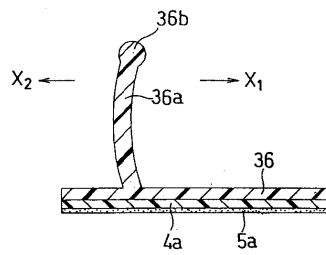
【図 5】



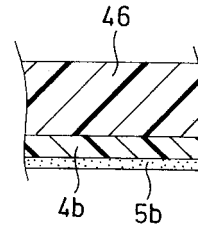
【図 7】



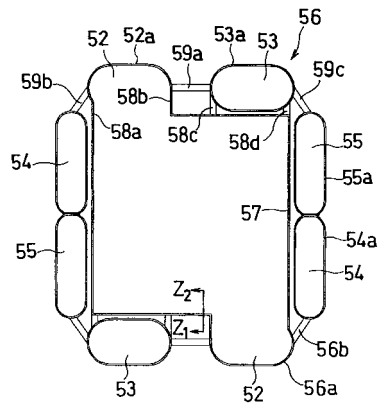
【図 6】



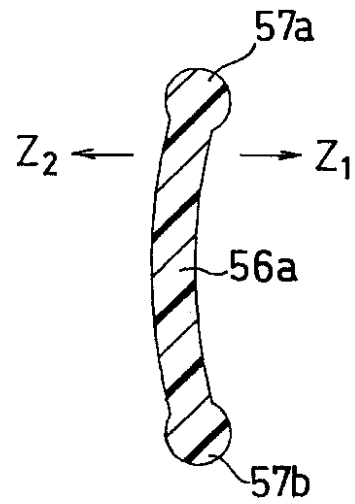
【図 8】



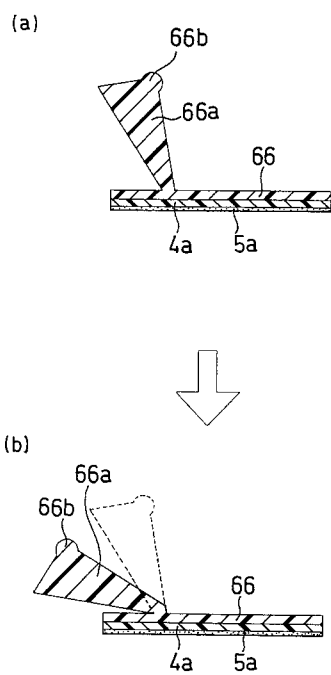
【図 9】



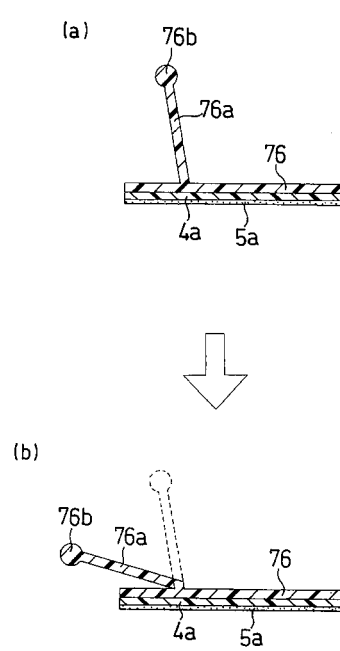
【図 10】



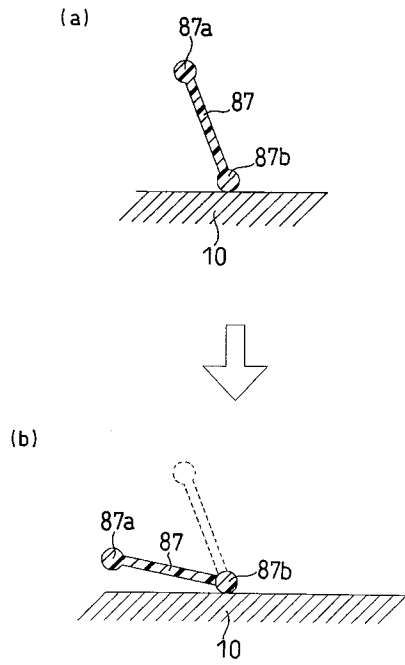
【図 11】



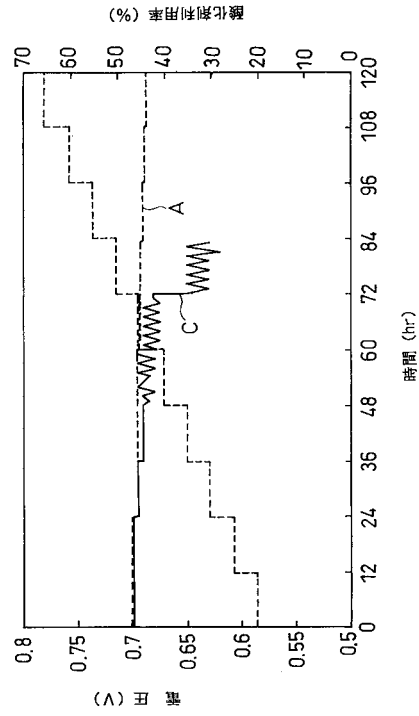
【図 12】



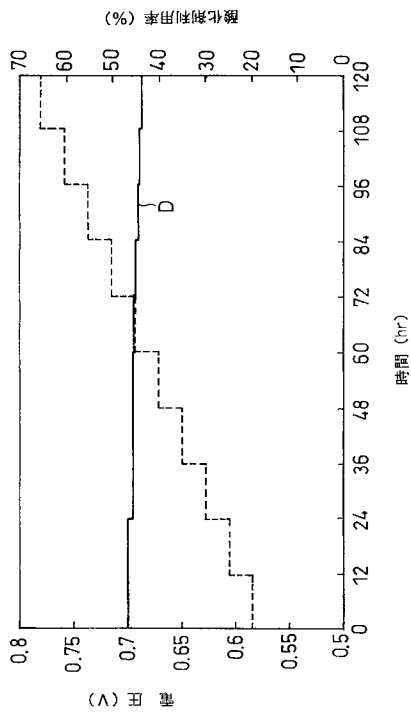
【図 13】



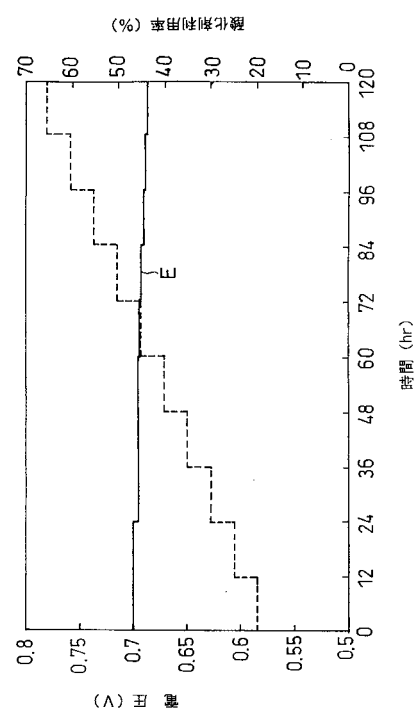
【図 14】



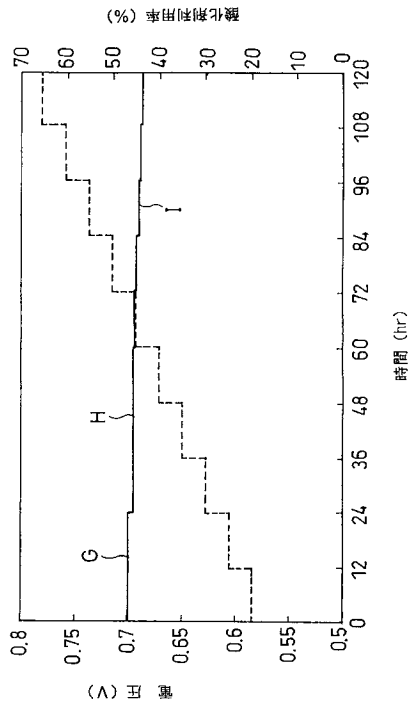
【図 15】



【図 16】



【図 17】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 柴田 礎一  
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
- (72)発明者 菅原 靖  
大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

審査官 長谷山 健

- (56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 0 4 2 8 3 7 ( J P , A )  
特開 2 0 0 3 - 0 1 7 0 9 2 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 1 3 3 2 8 8 ( J P , A )  
特開 2 0 0 3 - 2 1 7 6 1 6 ( J P , A )  
特開 2 0 0 2 - 1 5 1 1 0 8 ( J P , A )  
特開 2 0 0 2 - 0 4 2 8 3 8 ( J P , A )  
特開 2 0 0 3 - 0 5 6 7 0 4 ( J P , A )  
特開平 0 9 - 1 6 7 6 2 3 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 1 9 9 5 5 1 ( J P , A )  
特開平 0 7 - 0 6 5 8 4 7 ( J P , A )  
特開 2 0 0 4 - 0 3 9 3 4 1 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 M	8 / 2 4
H 0 1 M	8 / 0 2
H 0 1 M	8 / 1 0
F 1 6 J	1 5 / 1 0