

(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2005-209470
(P2005-209470A)

(43) 公開日 平成17年8月4日(2005.8.4)

(51) Int. Cl.⁷

H01M 8/02

F I

H01M 8/02

C

テーマコード (参考)

5H026

H01M 8/02

R

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2004-14402 (P2004-14402)
(22) 出願日 平成16年1月22日 (2004.1.22)

(71) 出願人 591261509
株式会社エクス・リサーチ
東京都千代田区外神田2丁目19番12号
(74) 代理人 100116207
弁理士 青木 俊明
(74) 代理人 100089635
弁理士 清水 守
(74) 代理人 100096426
弁理士 川合 誠
(72) 発明者 堀口 宗久
東京都千代田区外神田2丁目19番12号
株式会社エクス・リサーチ内
Fターム(参考) 5H026 AA06 CC05 CC10 CX05 EE02
HH00

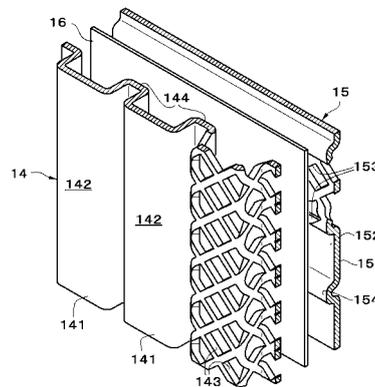
(54) 【発明の名称】 燃料電池

(57) 【要約】

【課題】 空気極側に空気と冷却水が直接供給される方式の燃料電池において、冷却と膜湿潤の維持の両立を単純な構成で実現する。

【解決手段】 燃料電池は、互いに隣接する単位セルの間にセパレータ(10B)が配置され、該セパレータを通して単位セルの空気極側に空気と水の混合流が供給される。セパレータは、単位セルの少なくとも空気極側の表面部分に、混合流を透過する網目状の導電体14を備える。導電体は網目部分に水を保持し、目詰まりにより電極と空気の接触を妨げることなく単位セルの熱により蒸発する水の潜熱により単位セルを冷却する。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電解質膜（11）と該電解質膜の両側に設けられた燃料極（13）及び空気極（12）とからなる単位セル（10A）がセパレータ（10B）を挟んで積層され、該セパレータを通して単位セルの空気極側に空気と水の混合流が供給される燃料電池において、

前記セパレータは、単位セルの両極の少なくとも空気極側の表面部分に、前記混合流を透過する網目状の導電体（14）を備えることを特徴とする燃料電池。

【請求項 2】

前記網目状の導電体は、網目の開口率が25%以上である、請求項1記載の燃料電池。

【請求項 3】

前記網目状の導電体は、前記水を付着させるべく親水性処理が施されている、請求項1又は2記載の燃料電池。

【請求項 4】

前記セパレータは、前記網目状の導電体とガス遮断用の基板（16）とを重ね合せた層構造とされる、請求項1、2又は3記載の燃料電池。

【請求項 5】

前記網目状の導電体は、断面形状が矩形波状となるように屈曲されており、前記ガス遮断用の基板は、薄平板状に形成されている、請求項4記載の燃料電池。

【請求項 6】

前記網目状の導電体は、網線の間前記混合流を透過する金網で構成される、請求項1～5のいずれか1項記載の燃料電池。

【請求項 7】

前記網目状の導電体は、金属薄板に前記混合流を透過するパンチ孔が形成されたパンチングメタルで構成される、請求項1～5のいずれか1項記載の燃料電池。

【請求項 8】

前記網目状の導電体は、金属薄板に前記混合流を透過する菱形スリットが形成されたランスカットメタルで構成される、請求項1～5のいずれか1項記載の燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池に関し、特にその単位セル間に介挿されるセパレータを利用した燃料電池の冷却技術に関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池の一形式としてのPEM型燃料電池の単位セルは、燃料極（一般に燃料として水素ガスが用いられることから、水素極ともいう）と酸化剤極（同様に酸化剤として酸素を含むガスである空気が用いられることから、以下これを空気極という）との間に高分子固体電解質膜が挟持された構成とされる。燃料極と空気極は、共に触媒物質を含む触媒層と、触媒層を支持するとともに反応ガスを透過する機能を果たし、更に集電体としても機能を有する電極基材からなる。燃料極と空気極の更に外側には、反応ガスとしての水素と空気をセル外部から電極面に均一に供給するとともに、反応ガスの余剰分をセル外部に排出するためのガス流路（一般に電極面側が開いた溝で構成される）を設けたセパレータ（コネクタ板）が積層される。このセパレータは、ガスの透過を防止するとともに、発生した電流を外部へ取り出すための集電を行う。上記のような単位セルとセパレータとで1ユニットの単電池が構成される。

【0003】

実際の燃料電池では、かかる単電池の多数個が直列に積層されてセルモジュールが構成される。このような、燃料電池では、十分な発電効率を維持するために、単位セル中の高分子固体電解質膜を十分に湿潤状態に保つ必要があり、一般に、電解反応により生成する水のみでは水分が不足することから、各単位セルに加湿水を供給する手段を必要とする。

10

20

30

40

50

また、電解反応により発生電力にほぼ相当する熱量の熱が発生するため、燃料電池本体が過度にヒートアップすることを防止する冷却手段が講じられる。

【0004】

燃料電池の冷却手段としては、種々のものが提案されており、冷却とともに電解質膜の湿潤を行なうようにしたものがある（例えば、特許文献1参照。）。この技術では、予め水を添加した空気を供給して、冷却ガス流路で水を蒸発させて冷却を行なった後、その蒸発した水分を含んだ空気を空気流路に循環させるようにした構成が採用されている。

【0005】

また、セパレータ内にガス流路とは分離した中空部を形成し、中空部に冷却水を流通させるとともに、この冷却水が多孔質の壁面を通して空気流路に水蒸気を供給させるようにしたものも提案されている（例えば、特許文献2参照。）。

10

【特許文献1】特開平10-247505号公報

【特許文献2】特開平6-338338号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、従来技術によれば、冷却と膜の湿潤の維持の両立は困難で、例えば、特許文献1に記載のものによると、一旦冷却ガス流路で液体水を蒸発させた水蒸気を含む空気を、再び空気流路に循環させるために、その循環経路において、冷却ガス流路の温度を維持することが難しく、例えば、循環経路において温度が低下した後、空気流路において温度が上昇した場合、空気流路においては、電解質膜中から水分を奪うことになり、膜湿潤の維持は困難である。

20

【0007】

また、特許文献2に記載のものでは、多孔質の壁面を通じて水蒸気を供給するものの、多孔質から染み出る水分により十分な水蒸気の供給が可能であるとは必ずしも言い難いし、冷却水路では、顕熱による冷却が行なわれるだけであるので、十分な冷却を行なうためには、冷却水の循環のための機械的設備やエネルギーが膨大になる可能性がある。

【0008】

本発明は、上記の事情に鑑みて案出されたものであり、空気極側に空気と冷却水が直接供給される方式の燃料電池において、冷却と膜湿潤の維持の両立を単純な構成で実現することを目的とする。更に、本発明は、効率的な冷却が可能な燃料電池を提供するものである。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記の目的を達成するため、本発明は、電解質膜(11)と該電解質膜の両側に設けられた燃料極(13)及び空気極(12)とからなる単位セル(10A)がセパレータ(10B)を挟んで積層され、該セパレータを通して単位セルの空気極側に空気と水の混合流が供給される燃料電池において、前記セパレータは、単位セルの両極の少なくとも空気極側の表面部分に、前記混合流を透過する網目状の導電体(14)を備えることを主たる特徴とする。

40

【0010】

前記の構成において、前記網目状の導電体は、網目の開口率が25%以上であるのが望ましい。また、前記網目状の導電体は、前記水を付着させるべく親水性処理が施されていることが望ましい。この場合の前記網目状の導電体は、断面形状が矩形波状となるように屈曲されており、前記ガス遮断用の基板は、薄平板状に形成されている。より具体的には、前記セパレータは、前記網目状の導電体とガス遮断用の基板(16)とを重ね合せた層構造とされる。また、前記網目状の導電体は、網線の間前記混合流を透過する金網又は金属薄板に前記混合流を透過するパンチ孔が形成されたパンチングメタル若しくは金属薄板に前記混合流を透過する菱形スリットが形成されたランスカットメタルで構成される。

【発明の効果】

50

【0011】

本発明によれば、網目状の導電体に空気とともに供給される冷却水が均一に付着、保持されることにより、電極全面にて均一な潜熱冷却が可能となり、冷却能が向上する。また、従来技術のようにセパレータの背面を冷却することにより間接的に電極を冷却する方式に対して、電極により近い部分で冷却することが可能となり、冷却能が向上する。更に、網目状の導電体が、送り込まれる空気に接する冷却のフィンの役目を果たし、冷却能が向上する。

【0012】

また、網目状の導電体の開口率を25%以上とすることで、酸化剤ガスとしての空気と電極の接触面積を十分に確保することができる。また、導電体を親水性にすることで、水を網目に付着、滞留させることができ、それにより冷却効率が向上する。また、網目状の導電体を金網、パンチングメタルあるいはランスカットメタルで構成した場合、細密且つ均一な開口分布と十分な開口率を得ることができ、更に電極拡散層との接触面の開口にも混合流が通り、攪拌されるため、上記の効果をより一層確実に達成することができる。更にランスカットメタルにあっては、厚さに対する剛性が他の材料よりも高いので、接触抵抗を小さくできる。また、導電体を波板状とした場合、平板状と比較して、拡散層との接触面積に対する表面積の割合を大きくできると共に、水との接触機会が大幅に増えるので、効率良く冷却できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明は、供給空気中に冷却水を直接噴射により混入させて空気極側に供給する方式の燃料電池に適用して特に有効なものであり、これにより網目状の導電体に冷却水が均一に付着し且つ保持されることにより、電極全面にて反応生成熱を利用した均一な潜熱冷却が可能となり、冷却能が向上する。

【実施例1】

【0014】

以下、図面を参照して、本発明の実施例を説明する。先ず、図1～図7は本発明の第1実施例を示す。図1は、この発明の適用に係る燃料電池スタック1を用いた車両用燃料電池システムの構成例を示す。この燃料電池システムは、燃料電池スタック1を主体とし、それに空気を供給する空気供給手段としての空気ファン21を含む空気供給系（図に実線で示す）2及び水凝縮器31を含む空気排出系3とからなる燃料電池主体部と、水素供給手段としての水素タンク41を含む燃料供給系（図に2点鎖線で示す）4と、反応部の湿潤と冷却のための水供給系（図に破線で示す）6から構成される。

【0015】

燃料電池の主体部に配置された空気ファン21は、空気供給路20を介して空気マニホールド22に接続され、空気マニホールド22は、燃料電池スタックを収容する図示しない筐体に接続されている。水凝縮器31は、筐体の空気排出路30中に介挿して燃料電池スタック1に接続されている。空気排出路30には排気温度センサ32が配置されている。

【0016】

燃料供給系4は、水素タンク41に貯蔵された水素を水素供給路40を介して燃料電池スタック1の水素通路へ送るべく設けられている。水素供給路40には、水素タンク41側から燃料電池スタック1側に向けて、一次圧センサ42、調圧弁43A、供給電磁弁44A、調圧弁43B、供給電磁弁44B、二次圧センサ45が設けられている。また、水素供給路40には付随的に水素帰還路40aと水素排出路50が設けられている。水素帰還路40aには、燃料電池スタック1側から順に、水素濃度センサ46A、46B、吸引ポンプ47、逆止弁48が配置され、逆止弁48の下流が水素供給路40に接続されている。水素帰還路40aにおける吸引ポンプ47と逆止弁48との間には、水素排出路50が接続されており、水素排出路50には、逆止弁51と、排出電磁弁52と、燃焼器53が配置されている。

10

20

30

40

50

【0017】

水供給系6は、水タンク61に貯蔵された水を水供給路60を介して燃料電池スタック1の空気マニホールド22に配置された多数のノズル63へ送るべく設けられている。水供給路60にはポンプ62が配置されている。また、水タンク61には、レベルセンサ64が配置されている。水供給系6には更に燃料電池スタック1と水タンク61をつなぐ水帰還路60aが設けられ、水帰還路60aにはポンプ65と逆止弁66が配置されている。水帰還路60aはポンプ65の上流側で水凝縮器31に接続されている。なお、図において、符号71は燃料電池の起電圧をモニターする電圧計を示す。

【0018】

前記のように構成された燃料電池システムは、運転時には、空気供給ファン21の稼動により空気マニホールド22に空気が供給されると共に、水供給系からポンプ62の稼動により水が供給され、続いて燃料供給系4から供給電磁弁44A, 44Bの稼動により水素が供給される。この際、燃料供給系4では、水素一次圧センサ42によって水素タンク41側の水素圧がモニターされ、水素調圧弁43A, 43Bによって、燃料電池スタック1へ供給するに適した圧力に調整される。そして、供給電磁弁44A, 44Bの開閉によって、水素の燃料電池スタック1への供給が電氣的に制御される。水素ガスの供給の遮断は、供給電磁弁44A, 44Bの閉鎖によりなされる。また、水素二次圧センサ45によって、燃料電池スタック1に供給される直前の水素ガス圧がモニターされる。また、水供給系6では、水タンク61の水はポンプ62により空気マニホールド22内に配設されたノズル63へ圧送され、ここから空気マニホールド22内で連続的若しくは間欠的に噴出され、空気流に霧状に混入されて燃料電池スタック1に送り込まれる。

【0019】

前記の構成からなる燃料電池システムにおいて燃料電池スタック1を構成するユニットとしてのセルモジュール10の構成を図2～図7に示す。図2に上面(以下、セルモジュールの配置姿勢に即して上下及び縦横の関係を説明する)を示すように、セルモジュール10は、単位セル(MEA)10Aと、単位セル同士を電氣的に接続すると共に単位セルに導入される水素ガスの流路と空気の流路とを分離するセパレータ10Bと、単位セル10Aとセパレータ10Bを支持する2種類のフレーム17, 18とを1セットとして、板厚方向に複数セット(図示の例では10セット)重ねて構成されている。なお、単位セル10Aは、フレーム18の内側に位置するため、図2には明確に表されていない。セルモジュール10は、単位セル10A同士が所定の間隙を隔てて配置されるように、単位セル10Aとセパレータ10Bが、2種類のフレーム17, 18を交互にスペーサとして多段に重ねられて積層されており、積層方向の一端(図2における上端面側)は、図3に示すように、セパレータ10Bの縦方向凸条形成面と一方のフレーム17の端面とで終端し、他端(図2における下端面側)は、図4に示すように、セパレータ10Bの横方向凸条形成面と他方のフレーム18の端面とで終端している。

【0020】

図5及び図6に拡大して断面構造を示すように、単位セル10Aは、固体高分子電解質膜11と、この固体高分子電解質膜11の一側に設けられた酸化剤極である空気極12及び他側に設けられた燃料極13とで構成されている。これら空気極12と燃料極13は、上述した反応ガスを拡散しながら透過する導電性材料からなる拡散層と、この拡散層上に形成され、固体高分子電解質膜11と接触させて支持される触媒物質を含む触媒層とからなる。これらの部材のうち、空気極12と燃料極13は、それらの支持部材としてのフレーム18の開口部の幅より若干長い横方向寸法と、開口部の高さより若干短い縦方向寸法を有するものとされている。また、固体高分子電解質膜11は、開口部の縦横方向寸法より一回り大きな縦横寸法とされている。

【0021】

セパレータ10Bは、単位セル10A間のガス遮断部材としてのセパレータ基板16と、セパレータ基板16の一側に設けられ、単位セル10Aの空気極側の電極拡散層に接触して集電すると共に空気と水の混合流を透過する多数の開口が形成された網状の集電体(

以下「空気極側コレクタ」と称する) 14と、セパレータ基板16の他側に設けられ、単位セル10Aの燃料極側の電極拡散層に接触して同じく電流を外部に導出するための網状の導電体(以下「燃料極側コレクタ」と称する)15とで構成されている。そして、これらを単位セル10Aも含めて所定の位置関係に保持すべく、空気極側コレクタ14の左右両側に配置されたフレーム17(最外側のもののみ上下端を相互にバックアッププレート17a, 17bで連結されて枠状(図3参照)をなす)と、燃料極側コレクタ15及び単位セル10Aの周縁部にフレーム18が設けられている。コレクタ14, 15は、この例では金属薄板、例えば板厚が0.2mm程度のもので構成されている。また、セパレータ基板16は、板厚が更に薄い金属薄板で構成される。この構成金属としては、導電性と耐食性を備えた金属、例えば、ステンレス鋼、ニッケル合金、チタン合金等に金メッキ等の耐蝕導電処理を施したものが挙げられる。また、フレーム17, 18は、適宜の絶縁材料で構成される。

10

【0022】

空気極側コレクタ14は、図3に示すように、全体形状を横長の矩形(ただし、底辺だけが水切り効果の向上のために傾斜辺とされている)とされ、図7に一部を拡大して詳細を示すように、開口率59%の網目状の開口143を有する(板面形状の参照を容易にすべく、一部のみ網目形状を表記)ランスカット金属材料からなり、プレス加工により形成された細かい凸条141を有する波板とされている。これら凸条141は、板材の縦辺(図示の形態における短辺)に平行に等間隔で、板面を完全に縦断する配置とされている。これら凸条141の断面形状は、大まかには矩形波状断面とされ、プレス加工の型抜き 20の関係から、根元側が若干裾広がり 20の形状とされている。これら凸条141の高さは、フレーム17の厚さに実質上等しい高さ 20とされ、それにより積層状態で両側のフレーム17間を縦方向に貫通する所定の開口面積の空気流路を確保している。各凸条141の頂部142の平面は、空気極12側拡散層が接触する当接部となっており、凸条141間の谷部144は、基板16との当接部とされている。

20

【0023】

なお、空気極側コレクタ14には、親水性処理が施されている。処理方法としては、親水処理剤を、表面に塗布する方法が採られる。塗布される処理剤としては、ポリアクリルアミド、ポリウレタン系樹脂、酸化チタン(TiO₂)等が挙げられる。この他の親水性処理としては、金属表面の粗さを粗化する処理が挙げられる。例えば、プラズマ処理などがその例である。親水性処理は、最も温度が高くなる部位に施すことが好ましく、例えば、単位セル10Aに接触している凸部141の頂部142、特に空気流路側に施される。このように親水性処理を施すことにより、コレクタ14と空気極側拡散層との当接面の濡れが促進され、水の潜熱冷却による効果が向上する。また、これにより網目の開口部に水が詰まり難くなるため、水が空気の供給を阻害する可能性も一層低くなる。

30

【0024】

燃料極側コレクタ15は、空気極側コレクタ14と同様の寸法で網目状の開口153を有する(板面形状の参照を容易にすべく、一部のみ網目形状を表記)ランスカット金属の矩形の板材からなり、プレス加工によって、複数の凸条151が押し出し形成されている。凸条151は、頂部152が平坦で、断面形状も、先の凸条141の場合と同様に実質上矩形波状とされているが、このコレクタ15の場合の凸条151は、横方向に板面を完全に横断して延びるものとして縦方向に一定のピッチで設けられている。これら凸条151の頂部152の平面は、燃料極13が接触する当接部となっており、凸条151間の谷部154がセパレータ基板16との当接部とされている。これら凸条151の断面形状も、大まかには矩形波状断面とされ、プレス加工の型抜き 40の関係から、根元側が若干裾広がり 40の形状とされている。これら凸条151の高さは、単位セル10Aの厚さと合わせてフレーム18の厚さに実質上相当する高さ 40とされ、それにより積層状態でフレーム18の内側を横方向に貫通する所定の開口面積の燃料流路を確保している。

40

【0025】

上記の構成からなる両コレクタ14, 15は、各凸条141, 151が共に外側となる

50

ようにセパレータ基板 16 を間に挟んで配置される。このとき、両コレクタ 14 , 15 の谷部 144 , 154 がセパレータ基板 16 と当接した状態となり、相互に通電可能な状態となる。また、コレクタ 14 , 15 がセパレータ基板 16 と重ね合わせることによって、セパレータ基板 16 の一方側に空気流路が構成され、他方側に燃料流路が構成されることになる。そしてこの縦方向の空気流路から、単位セル 10 A の空気極 12 に空気と水が供給され、同様に、横方向の燃料流路から単位セル 10 A の燃料極 13 に水素が供給される。

【0026】

前記の構成からなるセパレータ 10 B の外側には、フレーム 17 , 18 がそれぞれ配置される。図 5 及び図 6 に示すように、コレクタ 14 を囲むフレーム 17 は、外端（図 5 において最上部、図 6 において左端）のものを除き、コレクタ 14 の短辺に沿う両側を囲う縦枠部 171 のみを備えるものとされ、これら縦枠部 171 を板厚方向に貫通する長孔 172 が燃料流路形成のために設けられている。フレーム 17 の板厚は、前記のように波板状とされたコレクタ 14 の厚みに匹敵する厚さとされている。したがって、フレーム 17 がコレクタ 14 に組み合わされた状態では、コレクタ 14 の凸条 141 は、単位セル 10 A の空気極 12 に接触し、谷部 144 はセパレータ基板 16 を介してコレクタ 15 に接触する位置関係となる。なお、セパレータ基板 16 は、フレーム 17 の高さと同幅に相当する外形寸法とされ、フレーム 17 の前記長孔 172 と重なる位置に同様の長孔 162 を備える構成とされている。かくして、フレーム 17 の両縦枠部 171 の間には、単位セル 10 A の空気極 12 面とセパレータ基板 16 とで囲われた縦方向に全通する空気流路が画

10

20

【0027】

コレクタ 15 と単位セル 10 A を囲むフレーム 18 は、フレーム 17 と同じ大きさに構成されているが、フレーム 17 とは異なり、左右縦枠部（図 5 では記載範囲より更に右外側に位置するため現れていないが、フレーム 17 の両縦枠部 171 の左右両側端と同じ位置に両側端を有する横方向幅が上下横枠部の略同じ枠部）と上下横枠部 182 を備える完全な枠状とされている。そして、フレーム 18 は、外端（図 2 において最下部、図 4 に示す面）のものを除き、左右縦枠部と平行に延び、コレクタ 15 の左右端に重なる薄板状のバックアッププレート 18a と厚板状のバックアッププレート 18b を備えるものとされ、これらバックアッププレート 18a と縦枠部で囲われる空間が前記フレーム 17 を板厚

30

【0028】

以上のように構成されたフレーム 17 , 18 によりコレクタ 14 , 15 及びセパレータ基板 16 を保持してセパレータ 10 B が構成され、セパレータ 10 B と単位セル 10 A を交互に積層して、セルモジュールが構成される。こうして積層されたセルモジュールには、図 2 に示すように、フレーム 18 で挟まれる間の部分に、セルモジュールの上面から縦方向にセルモジュールの下面まで全通するスリット状の空気流路が形成される。

40

【0029】

こうした構成からなるセルモジュールを筐体内に複数個並べて配置することで構成される燃料電池スタック（図 1 参照）1 は、その上部から空気マニホールド 22 で混合された空気と水を供給し、側方から水素を供給することで、発電作動する。空気流路に供給される空気と水は、空気流中に水滴が霧状に混入した状態（以下この状態を混合流という）で

50

空気流路の上部に入る。燃料電池の定常運転状態では、単位セル10Aが反応により発熱しているため、空気流路内の混合流が加熱される。混合流中の水滴は、親水性処理により一部がセパレータ14の網状部分と単位セル10Aの空気極12側に付着し、セパレータ14の網状部分に付着しなかった水滴は、セパレータ14と電極拡散層との間の気相中で加熱されることにより、蒸発してセパレータ14から熱を奪う潜熱冷却作用が生じる。こうして蒸気となった水は、空気極12側からの固体高分子電解質膜11中の水分の蒸発を抑えて保湿させる。そして、空気流路に入った余剰の空気と蒸気は、セルスタックの下方の空気流路開口から排出される。

【0030】

一方、燃料流路への水素の供給は、図4に示す最外側のフレーム18の縦枠部の長孔から、順次積層されたセパレータ基板16の長孔162、フレーム17の縦枠部171の長孔172を経て各フレーム18の縦横枠部及びバックアッププレート18aにより囲まれる空間に流入し、セパレータ基板16とバックアッププレート18aにより挟まれる空間を経て単位セル10Aの燃料極13側に供給される。これにより単位セル10Aの燃料極13への水素の供給が行なわれる。そして燃料極13に沿って横方向に流れる水素のうち、反応に関与しなかった余剰分が、反対側の水素流路に排出され、この水素流路につながる図1に示す配管により循環され最終的に燃焼器に排出される。

【0031】

かくして燃料電池スタックに空気と共に送り込まれた水は、先に説明したように、一部はセパレータ14の網目に付着して蒸発し、それ以外は気相中で網目に付着せずに蒸発して潜熱を奪うので、空気極12側の電解質膜11からの水分の蒸発が防止される。したがって、電解質膜11はその空気極12側で乾燥することなく、生成水により常に均一な湿潤状態を維持する。また、空気極12の表面に供給された水は、空気極12自体からも熱を奪いこれを冷却する。これにより燃料電池スタック1の温度を制御できる。

【0032】

燃料電池スタック1内での水素の流れは、先に説明したとおりである。燃料供給系4において、燃料電池スタック1の水素通路からポンプ47の吸引により排出される水素ガスは、濃度センサ45A, 45Bにより濃度を計測され、所定の濃度以上のときは、電磁弁52の閉鎖により還流逆止弁48を経て水素供給路40に還流される。また、所定の濃度に満たないときは、排出電磁弁52の間歇的開放により逆止弁51及び電磁弁52を経て燃焼器53に水素が排出され、燃焼器53で完全燃焼させた排気が大気へ放出される。

【0033】

こうしてこのシステムでは、燃料電池スタック1へ特に冷却水系を付設しなくても、空気流に乗せて水を供給することで、燃料電池スタック1を十分に湿潤し、且つ冷却することができる。この際、燃料電池スタック1の温度は、排気温度センサ32で検出された排出空気の温度に対応してポンプ62の出力や運転間隔を適宜制御することで、ノズル22から空気マニホールド22内に噴出させる水の噴射量が制御され、所望の温度に維持される。具体的には、燃料電池スタック1内に供給する水量を増やせば蒸発量が増え、水量を減らせば蒸発量が減ると共に、風量を増やせば温度が下がり、風量を減らせば温度が上がるので、供給水量と風量を制御することで、運転温度を制御できる。なお、燃料電池スタック1から空気と共に排出される水は、大部分が液体の状態を維持したまま排出されるため、水帰還路60aに流れポンプ65に吸引されて逆止弁66経由で水タンク61に戻され、蒸発して水蒸気状になったものや水帰還路60aに回収されなかったものについては、水凝縮器31で凝縮されて液状とされ、あるいはそのまま水凝縮器31を通過して同様にポンプ65による吸引で水タンク61に戻される。なお、排気空気に含まれる水蒸気には燃料電池スタック1の発電反応に伴う反応水に起因するものも考えられる。この水タンク61の水位は、水位センサ64でモニターされる。

【0034】

このシステムの特徴は、コレクタ14, 15が細かい網目状となっており、電極拡散層との接触面にも開口が形成されていることで、空気と水の混合流がこの開口を通過する際

に攪拌されると共に、電極拡散層のコレクタ14, 15との接触面にも混合ガスが供給されるので、燃料電池スタック1における電極全面に均一に空気を供給することができ、それにより濃度分極を少なくすることができる点にある。また、電極とコレクタとの網目状の接触により、電極全体から均一に集電できるため、集電抵抗が減少する。更に、電極全体の触媒を有効に使用できるため、活性化分極が少なくなる点にある。また、電極の有効面積を大きくすることができる利点も得られる。

【0035】

以上説明した実施例1では、セパレータの電極拡散層との接触側、すなわちコレクタ14, 15をランスカットメタルで構成したものを例示したが、このコレクタ14, 15の素材として、金属繊維や、金属多孔体、二次元金属織布、金属不織布、波状金属体、溝状金属体、金網、パンチングメタルなど、他のものを用いることもできる。次にコレクタ素材を変更した他の実施例について説明する。

10

【実施例2】

【0036】

次の図8に示す実施例2は、両コレクタ14, 15をパンチングメタルで構成した例である。更にこの例では、両コレクタ素材を共通化すべく波状寸法、すなわち波の高さ及びピッチを実施例1における燃料極側のコレクタと同一のものとしている。そしてこの構成の採用に伴い、波高が低くなった空気極側の流路断面積を確保すべく、セパレータ基板16にもコレクタ14の谷部144の配置ピッチに合わせたピッチでコレクタ14側に突出する凸条161を形成して、セパレータ基板16も波板状としている。以下、この実施例における実施例1との共通部分については同様の参照符号を付して説明に代え、以下相違点のみ説明する。

20

【0037】

この例では、実施例1のコレクタ14, 15と同様の板厚の素材にパンチによる多数の孔を一面に形成している。ちなみに図示の例では、板厚0.2mmの板に縦横幅0.1mmの孔を0.1mmの間隔をおいて形成している。なお、図面では孔143, 153の開口形状の向きを縦横平行としているが、この向きは、特に規制されるものではなく、実施例1と同様に斜め向きとすることも含めていかなる向きの配置も可能である。この実施例におけるセパレータ基板16の凸条161の高さは、この高さでコレクタ14の凸条141の高さとの和が実施例1におけるコレクタ14の凸条の高さと等しくなる設定とすることで、空気極側の流路断面積を実施例1と同様とすることができる。

30

【0038】

この実施例2によっても、実施例1と同様に拡散層に接するコレクタ14, 15が細かい網目状となっていることで、燃料電池スタック1における電極全面に均一に空気を供給することができ、それにより濃度分極を少なくすることができる。また、電極とコレクタとの網目状の接触により、電極全体から均一に集電できるため、集電抵抗が減少する。更に、電極全体の触媒を有効に使用できるため、活性化分極が少なくなる。また、電極の有効面積を大きくすることができる利点も得られる。

【実施例3】

【0039】

次の図9に示す例は、両コレクタ14, 15を実施例2と同様のパンチングメタルで構成しているが、燃料極側のコレクタ15を波状を有しない平板で構成した例である。この例の場合は、空気極側と燃料極側の流路断面積を共に確保すべく、セパレータ基板16は、該基板の基準面に対して空気極側と燃料極側にもともに突出する凸条161, 162を形成した波板で構成されている。その他の構成については全て実施例2と同様であるので、相当する部材に同様の参照符号を付して説明に代える。

40

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】燃料電池システムの構成図である。

【図2】本発明の実施例1に係る燃料電池スタックを構成するセルモジュールの上面図で

50

ある。

【図3】セルモジュールを空気極側から見た正面図である。

【図4】セルモジュールを燃料極側から見た正面図である。

【図5】図3のA-A部分横断面である。

【図6】図3のB-B部分縦断面である。

【図7】セルモジュールのセパレータの分解部分斜視図である。

【図8】本発明の実施例2に係るセパレータの分解部分斜視図である。

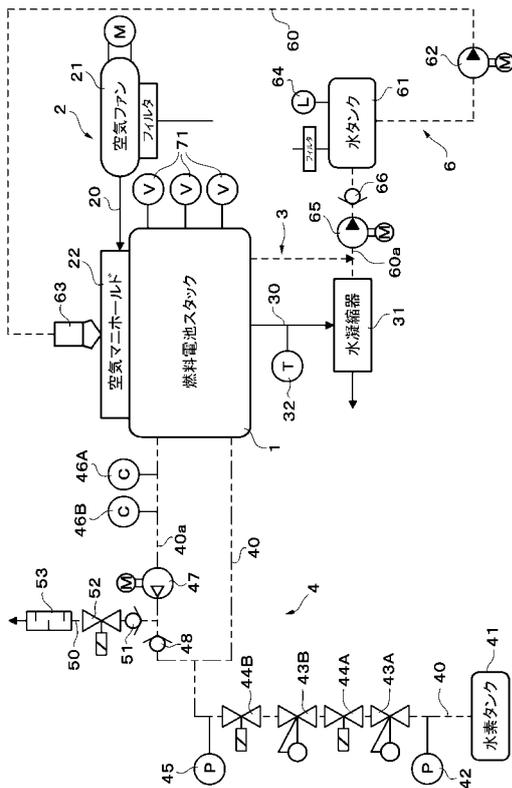
【図9】本発明の実施例3に係るセパレータの分解部分斜視図である。

【符号の説明】

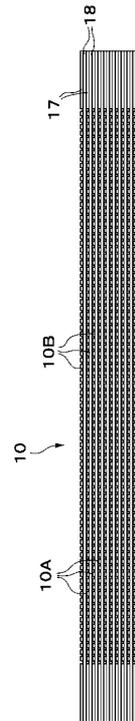
【0041】

- 10 セルモジュール
- 10A 単位セル
- 10B セパレータ
- 11 電解質膜
- 12 空気極
- 13 燃料極
- 14 コレクタ(網目状の導電体)
- 16 基板

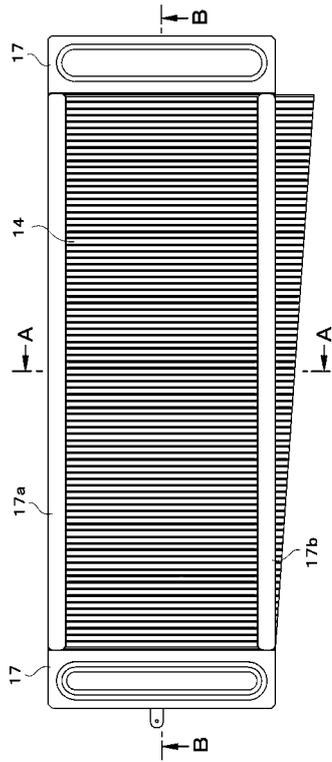
【図1】



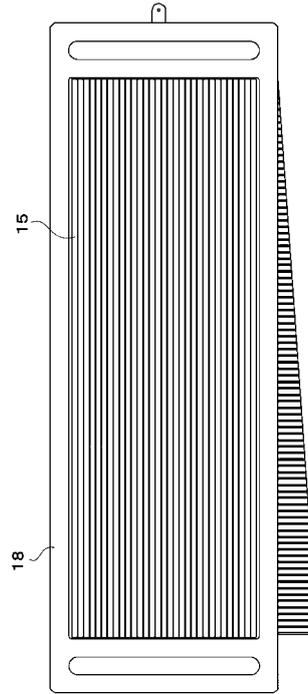
【図2】



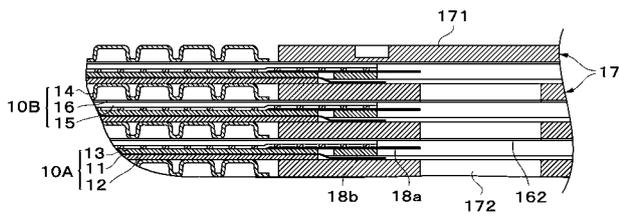
【 図 3 】



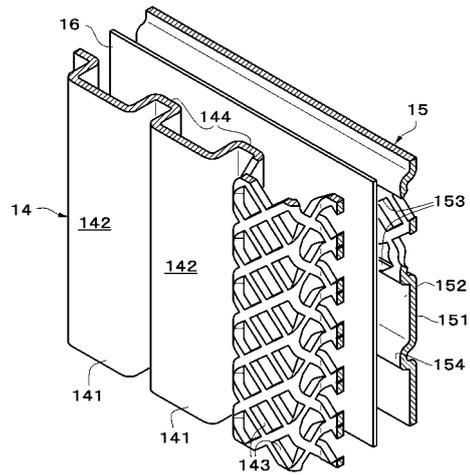
【 図 4 】



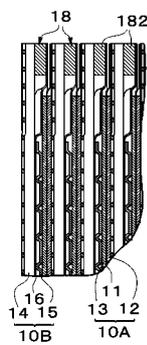
【 図 5 】



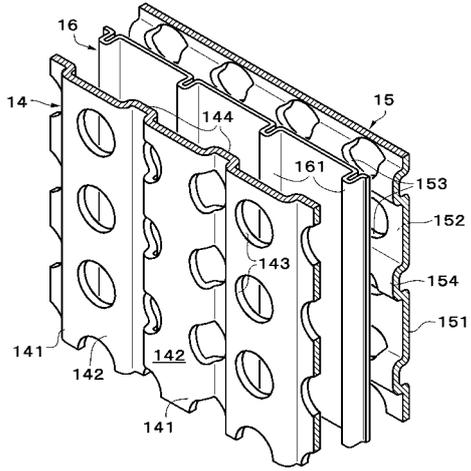
【 図 7 】



【 図 6 】



【 図 8 】



【 図 9 】

