

(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2018-125064
(P2018-125064A)

(43) 公開日 平成30年8月9日(2018.8.9)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)	
HO 1 M	8/0606	(2016.01)	HO 1 M	8/06	R	4 G 1 4 0	
HO 1 M	8/10	(2016.01)	HO 1 M	8/10		5 H 0 2 6	
HO 1 M	8/02	(2016.01)	HO 1 M	8/02	E	5 H 1 2 7	
CO 1 B	3/04	(2006.01)	CO 1 B	3/04	B		
CO 1 B	3/56	(2006.01)	CO 1 B	3/56	Z		

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2017-13842 (P2017-13842)
(22) 出願日 平成29年1月30日 (2017.1.30)

(71) 出願人 304019399
国立大学法人岐阜大学
岐阜県岐阜市柳戸1番1
(71) 出願人 000253075
澤藤電機株式会社
群馬県太田市新田早川町3番地
(74) 代理人 110000659
特許業務法人広江アソシエイツ特許事務所
(72) 発明者 神原 信志
岐阜県岐阜市柳戸1番1 国立大学法人岐阜大学内
(72) 発明者 三浦 友規
群馬県太田市新田早川町3番地 澤藤電機株式会社内

最終頁に続く

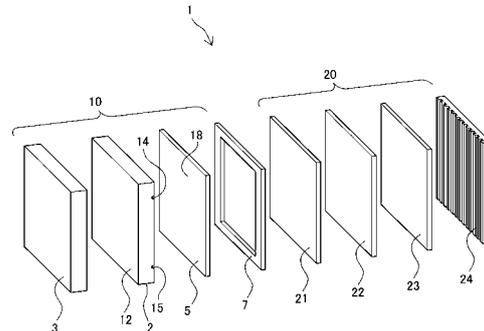
(54) 【発明の名称】 水素生成装置を備えた燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 水素生成装置一体型の小型燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 燃料電池システム1は、水素生成装置10と燃料電池セル20とを備えている。水素生成装置10は、原料ガス流路13が形成された原料ガス流路面11を有する板状の誘電体2を備えている。誘電体2の裏面12に電極3が対向している。第一の面18と第二の面19とを有している水素分離膜5が、原料ガス流路13の開口部を閉鎖している。さらに水素生成装置10は、水素分離膜5と電極3との間で放電を発生させる高電圧電源6を備えている。燃料電池システムは、水素生成装置の水素分離膜5の第二の面19と、燃料電池セル20の燃料極21とが対向するように配置されていることを特徴とする。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

水素生成装置と燃料電池セルとを備えた燃料電池システムであって、
前記水素生成装置が、
原料ガス流路が開口部を有する溝として形成された原料ガス流路面と、前記原料ガス流路面に対して略平行な裏面とを有する板状の誘電体と、
前記誘電体の前記裏面に対向する電極と、
第一の面と第二の面とを有している水素分離膜であって、前記原料ガス流路面と前記第一の面が対向して、前記原料ガス流路の開口部を閉鎖している水素分離膜と、
前記水素分離膜と前記電極との間の原料ガス流路で放電を発生させる高電圧電源と、
前記水素分離膜の前記第二の面の周縁部に配置されて、前記水素分離膜に接合されるスペーサと、
を備えており、
前記水素生成装置の前記水素分離膜の前記第二の面と、前記燃料電池セルの燃料極とが対向するように配置されており、且つ前記スペーサと前記燃料電池セルの燃料極との間が封止されていることを特徴とする燃料電池システム。

10

【請求項 2】

前記高電圧電源が、前記電極または前記水素分離膜のいずれか一方に接続されていることを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池システム。

【請求項 3】

前記原料ガス流路は、直線状又は曲線状に延びる往路部分と前記往路部分から折り返して延びる復路部分とが交互に接続してなる溝であることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の燃料電池システム。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、水素源の物質から高純度の水素を高収率で生成することが可能な水素生成装置を備えている燃料電池システムに関する。

【背景技術】**【0002】**

水素を燃料とする代表的な装置の一つに、燃料電池がある。燃料電池を稼働させるためには高純度の水素を供給する必要があり、現在、燃料電池のための水素純度の規格は、ISO 14687-2 で 99.97% と定められている。燃料電池に直接供給が可能な高純度の水素を供給する水素生成装置が提供されれば、燃料電池と水素生成装置とを一体化した小型の燃料電池システムを供給することが可能となる。このような燃料電池システムを提供することで、燃料電池の用途を拡大することができる。

30

【0003】

燃料電池用の水素を生成する従来の方法として、メタン等の炭化水素ガスを原料として水蒸気改質を行う方法が知られている。しかしながら、水蒸気改質はニッケル等の高価な触媒を用いた高温の処理が必要であり、製造装置全体が高価なものになっていた。これに加えて、原料の炭化水素に含まれる炭素に対して水蒸気のマール比が低くなった場合、炭素が析出して触媒が失活するため、水素の製造量に対応して製造条件を厳しく管理する必要があった。また、水素を製造する他の方法として、アンモニアを原料としてルテニウムなどの貴金属触媒を用い、400 以上の温度で熱分解する触媒分解法が知られている。しかしながら、触媒分解法は、アンモニアの分解率が低く、燃料電池に使用可能な高純度水素を高収率で生成できるには至っていない。さらなる水素を製造する方法として、特許文献 1 には、水蒸気を入力して、高温水蒸気電解により水素と酸素とを生成する方法が開示されているが、高温の水蒸気を利用する方法は、装置の小型化に適していない。

40

【0004】

さらに、原料ガスをプラズマとすることで水素を生成し分離する検討が進められている

50

。特許文献2には、原料ガスが導入されるプラズマ反応器と、このプラズマ反応器内で水素を分離して反応器外へ搬送する略筒状の水素分離搬送部を備える水素製造装置が開示されている。プラズマ反応器の外壁は外部電極を兼ねている。外部電極と同軸的に配置される水素分離搬送部は、多孔質の内部電極と、内部電極の内側面に沿ってコーティングされた膜厚が数十 μm ～数百 μm の水素分離膜とで構成される。外部電極と水素分離搬送部との間にはBaTiO₃を充填した強誘電体ペレットが配置されている。

【0005】

特許文献3には、プラズマ反応器と、高電圧電極と、接地電極とを備えている水素生成装置が開示されている。特許文献3の水素生成装置は、水素分離膜が高電圧電極として機能しており、常温大気圧の条件下で、水素分離膜が接地電極との間で誘電体バリア放電し、供給されたガスに含まれるアンモニアをプラズマとすることによって水素を生成する。

10

【0006】

特許文献2および特許文献3のプラズマ放電を利用した水素生成装置は、全体として円筒形であり、燃料電池セルと一体化した場合に、装置全体を小型化することには限界があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2005-232536号公報

【特許文献2】特開2004-359508号公報

20

【特許文献3】特開2014-70012号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明はかかる実情に鑑みてなされものであって、高純度の水素を生成可能な水素生成装置が一体化した、小型の燃料電池システムを提供することを解決すべき課題としてなされたものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の燃料電池システムは、水素生成装置と燃料電池セルとを備えている。本発明の水素生成装置は、原料ガス流路が開口部を有する溝として形成された原料ガス流路面と、原料ガス流路面に対して略平行な裏面とを有する板状の誘電体を備えている。さらに水素生成装置は、誘電体の裏面に対向する電極と、第一の面と第二の面とを有している水素分離膜であって、原料ガス流路面と第一の面が対向して、原料ガス流路の開口部を閉鎖している水素分離膜と、この水素分離膜と電極の間の原料ガス流路で放電を発生させる高電圧電源と、水素分離膜の第二の面の周縁部に配置されて水素分離膜と接合しているスペーサと、を備えている。本発明の燃料電池システムは、水素生成装置の水素分離膜の第二の面と、燃料電池セルの燃料極とが対向するように配置されており、且つスペーサと燃料電池セルの燃料極との間が封止されていることを特徴とする。

30

【0010】

本発明の燃料電池システムは、高電圧電源が、電極または水素分離膜のいずれか一方に接続されていることが好ましい。

40

【0011】

本発明の燃料電池システムの誘電体に設けられている原料ガス流路は、直線状又は曲線状に延びる往路部分と、この往路部分から折り返して延びる復路部分とが交互に接続してなる溝であることが好ましい。

【発明の効果】

【0012】

本発明の燃料電池システムの水素生成装置は、誘電体の原料ガス流路の開口部を閉鎖するように水素分離膜が配置されることで、水素分離膜と電極との間の放電によって原料ガ

50

ス流路内の原料ガスを均一にプラズマとすることができる。しかも、プラズマ化によって原料ガス流路で生成した水素は、水素分離膜を透過して、高純度の水素含有ガスとして直ちに燃料電池の燃料極に導入される。すなわち、本発明の燃料電池システムは、より簡易な構成によって、原料ガスから水素を高収率で生成することができる。

【0013】

本発明の燃料電池システムの水素生成装置は、板状の電極と誘電体と水素分離膜の互いの面を対向させて構成されていることで、燃料電池セルとほぼ同一の外形寸法を有することができる。このため、水素生成装置と燃料電池セルとを一体化して小型化することが容易である。

【0014】

本発明の水素生成装置は、原料ガス流路が、直線状又は曲線状に延びる往路部分と、往路から折り返して延びる復路部分とが交互に接続した形状を有する溝であり、且つ水素分離膜が、誘電体の原料ガス流路面に対向して原料ガス流路の溝の開口部を閉鎖するように配置されていることによって、水素分離膜と電極との間の放電は、原料ガスが通過する方向を横断するように発生する。この結果、水素流路内の原料ガスに対して長時間電力を供給することができ、原料ガスを効率よく均一にプラズマ化することができる。このため、水素ガスの生成効率が非常に良い。

【0015】

本発明の水素生成装置の誘電体は、要求される水素の生成量に対応して、原料ガスの流路である凹部の断面形状、原料ガス流路の全長、水素分離膜との接触面積等を容易に変更することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】図1は、本発明の実施例に従った燃料電池システムを模式的に示す斜視図である。

【図2】図2は、本発明の実施例に従った燃料電池システムの分解斜視図である。

【図3】図3は、本発明の実施例に従った燃料電池システムの分解斜視図である。

【図4】図4は、本発明の燃料電池システムの水素生成装置と従来の水素生成システムとの水素生成量の違いを示す図である。

【図5】図5は、本発明の燃料電池システムの他の実施例を示す分解斜視図である。

【図6】図6は、従来の円筒形水素生成装置の鉛直方向断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下に、本発明の好適な実施形態を列記する。

(1) 燃料電池システムの水素生成装置で好適に用いられる原料ガスは、アンモニア、尿素、またはメタン等の炭化水素系ガスである。

(2) 水素生成装置の水素分離膜は、高電圧電源に接続された場合、高電圧電極として機能する。また、アースされている場合、接地電極として機能する。

(3) 水素生成装置の水素分離膜が高電圧電極として機能しているとき、誘電体の裏面に対向するように配置された電極は接地電極として機能する。

(4) 水素生成装置の水素分離膜が接地電極として機能しているとき、誘電体の裏面に対向するように配置された電極が高電圧電極として機能する。このとき、追加の絶縁体からなるスペーサが、高電圧電極の外側に配置される。

(5) 水素生成装置の高電圧電極と接地電極とは誘電体を隔てて対向しており、誘電体バリア放電によって、原料ガス流路の中の原料ガスを大気圧非平衡プラズマとする。高電圧電源は、高電圧電極に対して、両極性パルス波形を印加する。

(6) 水素生成装置の誘電体は、石英ガラスなどのガラス、アルミナなどのセラミックス、チタン酸バリウム、ポリカーボネート、アクリルなどの絶縁性の高い樹脂で形成される。

(7) 水素生成装置の誘電体の原料ガス流路は、誘電体の原料ガス流路面において、上面

10

20

30

40

50

又は側面と平行な直線状に延びる往路部分と、往路から折り返して往路と平行に延びる復路部分とが交互に複数回接続して形成される。

(8) 水素生成装置の誘電体の原料ガス流路は、誘電体の原料ガス流路面に、側面に対して角度をなして延びる往路部分と、往路から折り返して往路に対して角度をなした状態でつづら折り状に延びる復路部分とを交互に複数回接続して形成される。

(9) 水素生成装置の誘電体の原料ガス流路は、誘電体の原料ガス流路面に、円弧状または曲線状に延びる往路部分と、往路から折り返して延びる復路部分とを交互に接続して、全体として蛇行するように形成される。

(10) 本発明の燃料電池システムに最も好適に用いられる燃料電池セルは、摂氏100度以下の温度で動作する固体高分子形燃料電池である。しかしながら、本発明の燃料電池システムには、各種の燃料電池セルが適用可能である。

(11) 水素分離膜の第二の面と、燃料電池セルの燃料極との間に配置されたスペーサによって、水素分離膜と燃料電池セルとの間の距離が規定される。スペーサは、均一な板厚を有する枠体であって、水素分離膜の第二の面の周縁部に沿って配置され、水素分離膜とスペーサと燃料極とによって閉鎖空間が形成されることが好ましい。

【実施例】

【0018】

(実施例1)

以下、本発明にかかる燃料電池システム1の実施例について、図面を参照しつつ説明する。図1は、燃料電池システム1を模式的に示す斜視図である。燃料電池システム1は、水素生成装置10と燃料電池セル20とを備えている。図2は、燃料電池システム1の各構成要素の正面と上面と右側面とを示した分解斜視図である。図3は、燃料電池システム1の各構成要素の正面と上面と左側面とを示した分解斜視図である。

【0019】

本実施例の燃料電池システム1において、水素生成装置10は、誘電体2と、電極3と、水素分離膜5と、高電圧電源6と、スペーサ7とを備えている。燃料電池セル20は、燃料極21と、電解質膜22と、空気極23と、セパレータ24とを備えている。尚、以下の記載においては、図1から図4において右側に表示している燃料電池システム1の各構成要素の面を右側面と称する。誘電体2の右側面は、誘電体2の原料ガス流路面11に対応している。同様に、図1から図4において左側に表示している水素生成装置1の各構成要素の面を左側面と称しており、誘電体2の左側面は、誘電体2の裏面12に対応している。

【0020】

誘電体2は、原料ガス流路13が形成された原料ガス流路面11と、この原料ガス流路面11に対して略平行な裏面12とを有しており、石英ガラスで形成されている。誘電体2の原料ガス流路面11に、右側面側が開口した凹部として、原料ガス流路13が形成されている。原料ガス流路13の形成されるパターンは、原料ガスの流量と原料ガスに加わる電圧とを考慮して適宜設定することができる。図2には、一例として、原料ガス入口14に連通して、誘電体2の上面と平行な直線状に延びる往路部分16と、往路部分16から折り返して往路部分16と平行に延びる復路部分17と、が交互に均一な間隔で複数回接続し、最後に原料ガス出口15に連通する原料ガス流路13を示している。

【0021】

電極3は、誘電体2の前記裏面12に対向するように配置された、平板状の電極である。図3に示したように、電極3は、接地されており、接地電極として機能する。

【0022】

水素分離膜5の第一の面18は、誘電体2の原料ガス流路面11と対向するように配置されて誘電体2の原料ガス流路13の開口部を閉鎖する。本実施形態では、誘電体2と水素分離膜5とによって原料ガス流路13の断面が閉断面として規定される。水素分離膜5の第二の面19は、燃料電池セル20の燃料極21と対向するように配置されている。

【0023】

10

20

30

40

50

水素分離膜 5 の第二の面 19 と燃料電池セル 20 の燃料極 21 との間に、棒状のスペーサ 7 が配置されている。水素分離膜 5 とスペーサ 7 とは接合されており、燃料極 21 とスペーサ 7 との間は封止されている。この結果、水素分離膜 5 とスペーサ 7 と燃料極 21 とによって、水素が導入される閉鎖空間が形成されている。水素分離膜 5 の第二の面 19 と燃料電池セル 20 の燃料極 21 との間の距離は、スペーサ 7 によって規定される。水素分離膜 5 は、原料ガス流路 13 の原料ガスから生成された水素を透過する。水素分離膜を透過した水素は、燃料極 21 側に形成されている閉鎖空間に導入され、燃料極 21 に供給される。

【0024】

水素分離膜 5 は、パラジウム合金薄膜、ジルコニウム - ニッケル (Z r - N i) 系合金薄膜、バナジウム - ニッケル (V - N i) 系合金薄膜、ニオブ - ニッケル (N b - N i) 系合金薄膜、および、ニオブ (N b) と、ニッケル (N i) 、コバルト (C o) およびモリブデン (M o) よりなる群から選ばれる 1 種以上の金属と、バナジウム (V) 、チタン (T i) 、ジルコニウム (Z r) 、タンタル (T a) およびハフニウム (H f) よりなる群から選ばれる 1 種以上の金属との合金よりなる薄膜などで形成することができる。本実施例の水素分離膜 5 は、パラジウム合金薄膜を特に好適に使用することができる。水素分離膜 5 は、これらの金属からなる単層の膜、またはこれらの金属から選択される 2 以上の金属の積層によって形成することができる。また、シリカ系分離膜や、ゼオライト系分離膜、ポリイミド分離膜、ポリスルホン分離膜などの非金属を水素分離膜として用いることも可能であるが、その場合は、より強度の高いスペーサ 7 を水素分離膜 5 の周縁部に接合し、スペーサ 7 と一体化した水素分離膜 5 を、誘電体 2 と燃料極 21 とが挟持することにより、水素分離膜 5 は確実に保持される。

【0025】

高電圧電源 6 は、水素分離膜 5 と電極 3 との間の原料ガス流路 13 で放電を発生させるための電源である。好適な実施形態では、高電圧電源 6 は水素分離膜 5 に接続されており、水素分離膜 5 に高電圧を印加して、水素分離膜 5 を高電圧電極として機能させる。高電圧電源 6 は、波形保持時間 T0 が 10 μs と極めて短い両極性パルス波形を印加することで、電子エネルギー密度を高くすることができる。

【0026】

水素生成装置 10 を構成する、誘電体 2 と、電極 3 と、水素流路板 4 と、水素分離膜 5 とについて、その高さ及び奥行き寸法を燃料電池セル 20 とほぼ同一の矩形形状で構成することができる。これにより、水素生成装置 10 と燃料電池セル 20 とを含む燃料電池システム 1 は、全体として略直方体の形状となる。このような燃料電池システム 1 は、各部材を重ね合わせた状態で、ボルトとナットを用いて、強固に結合することができる。原料ガス流路 13 を確実に封止して燃料電池セル 20 に水素ガスのみを供給するために、ガスケットの配置若しくは、シール材の塗布が追加的に行われる。

【0027】

本実施例の燃料電池システム 1 の水素生成装置 10 は、原料としてアンモニア又は最も好適に使用される。アンモニアを原料として水素を生成する場合の反応式を、以下の式 1 に示す。



【0028】

水素生成装置 10 でアンモニアを原料ガスとして水素を生成する方法を説明する。原料ガスは、図示しない原料供給手段から誘電体 2 の原料ガス流路入口 14 を経て、所定の速度で原料ガス流路 13 に供給される。高電圧電源 6 が水素分離膜 5 に電圧を印加することで、水素分離膜 5 と電極 3 との間の原料ガス流路 13 で誘電体バリア放電が発生する。放電によって、ガス流路 13 内のアンモニアが、大気圧非平衡プラズマとなる。アンモニアの大気圧非平衡プラズマから発生した水素は、水素原子の形態で水素分離膜 5 に吸着し、水素分離膜 5 の中を拡散しながら通過して燃料電池セル 20 の燃料極 21 側の空間に到達

し、再結合して水素分子となる。このようにして、水素分離膜 5 は燃料極 2 1 側に水素のみを通過させ、水素が分離される。

【0029】

原料ガス流路 1 3 を通過するアンモニアは、流速を充分制御することで放電に曝される時間を確保することができ、アンモニアに含まれる水素のほぼ 100% を水素として分離して水素流路 1 8 に導入することが可能である。得られる水素含有ガスは 99.999% 以上の高純度であるので、そのまま燃料電池セル 2 0 に使用することができる。

【0030】

しかも、本実施例の水素生成装置 1 0 は、常温で動作するので、水素分離膜 5 を通過した高純度の水素含有ガスもまた常温である。水素含有ガスは、特段の冷却処理を施さずに、燃料電池セル 2 0 にそのまま導入することができる。そのため本実施形態の水素生成装置 1 0 は、たとえば低温で動作する固体高分子形燃料電池である燃料電池セル 2 0 に直接接続して水素を生成させることができる。

【0031】

本実施例の燃料電池セル 2 0 は、燃料極 2 1 と、電解質膜 2 2 と、空気極 2 3 と、セパレータ 2 4 とを備えている。燃料極 2 1 中で水素分子は水素イオンとなり電子を放出する。水素イオンは電解質膜 2 2 を通過して、空気極 2 3 で供給された酸素と結合して水となる。

【0032】

図 4 に、水素生成装置 1 0 の、アンモニア供給量に対する水素生成量の変化をグラフで示す。水素生成量は、水素生成装置 1 0 から燃料電池セル 2 0 に供給される水素の流量である。水素生成装置 1 0 の水素の生成量の変化を、実線 A で示す。比較例として、図 6 に示す円筒形水素生成装置 3 1 に同一条件でアンモニアを供給した場合の水素生成量を破線 B で示している。いずれの水素生成装置も、生成された水素の純度は、99.999% と非常に高純度であった。一方で、図 4 から明らかであるように、アンモニアの流量に関わらず、本発明の水素生成装置 1 は、従来の円筒形水素生成装置 3 1 よりも高い収量で水素を生成することができ、アンモニアの供給量を増加させるにつれて、水素の生成量を増加させることができた。なお、従来例としてあげた円筒形水素生成装置 3 1 は、図 6 に示したとおり、プラズマ反応器 3 3 と、このプラズマ反応器 3 3 の中に収容された高電圧電極 3 5 と、プラズマ反応器 3 3 の外側に接して配置された接地電極 3 7 とを備えたプラズマ改質器である。円筒形水素生成装置 3 1 は、高電圧電極 3 5 を水素分離膜で構成することで、装置内部の空間に生成した水素を分離して導入する。

【0033】

(実施例 2)

図 6 に、本発明の燃料電池システム 1 の他の実施例を示す。水素生成装置 1 0 は、水素分離膜 5 が接地線によって接地されており、接地電極として機能する。一方、電極 3 が高電圧電源 6 に接続されて、高電圧電極として機能する。スペーサ 9 は絶縁体で形成されており、電極 3 の外側に配置される。また、スペーサ 7 が、水素分離膜 5 と燃料極 2 1 との間に配置される。本実施例においても、高電圧電源 6 が電極 3 に電圧を印加することで、水素分離膜 5 と電極 3 との間の原料ガス流路 1 3 で、誘電体バリア放電が発生する。放電によって、原料ガス流路 1 3 内のアンモニアが大気圧非平衡プラズマとなり、高収率で水素を生成し、水素分離膜 5 によって高純度の水素を分離して燃料電池セル 2 0 に供給することができる。

【0034】

本実施例で説明した燃料電池システムの構成は、適宜変更が可能である。たとえば、水素生成装置 1 の誘電体 2 上に形成する原料ガス流路 1 3 のパターンは、原料ガス流路 1 3 内で放電を発生させる範囲で、その位置および形状を変更することができる。たとえば、誘電体 2 の原料ガス流路面 1 1 に、側面に対して角度をなして延びる往路部分と、往路から折り返して往路に対して角度をなした状態をつづら折り状に延びる復路部分と、を交互に複数回接続して形成することができる。また原料ガス流路 1 3 は、誘電体の原料ガス流

10

20

30

40

50

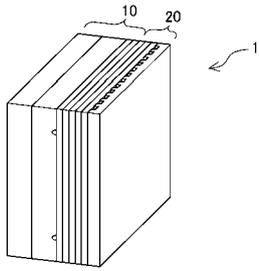
路面に、円弧状または曲線状に延びる往路部分と、往路から折り返して延びる復路部分とを交互に接続して、全体として蛇行するように形成することができる。

【符号の説明】

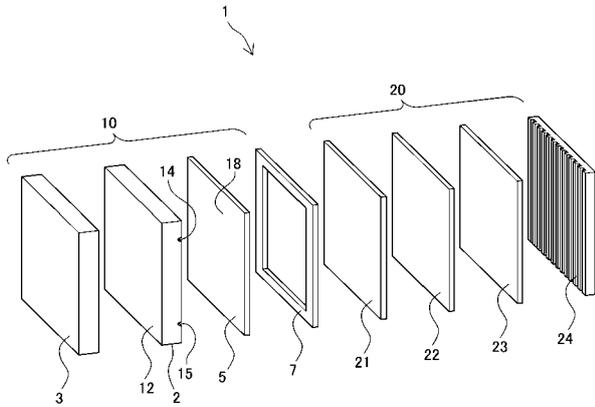
【 0 0 3 5 】

1	燃料電池システム	
2	誘電体	
3	電極	
4	水素流路板	
5	水素分離膜	
6	高電圧電源	10
7	スペーサ	
8	接地線	
9	スペーサ	
10	水素生成装置	
11	原料ガス流路面	
12	裏面	
13	原料ガス流路	
14	原料ガス流路入口	
15	原料ガス流路出口	
16	原料ガス流路の往路部分	20
17	原料ガス流路の復路部分	
18	水素分離膜の第一の面	
19	水素分離膜の第二の面	
20	燃料電池セル	
21	燃料極	
22	電解質膜	
23	空気極	
24	セパレータ	
31	円筒形水素生成装置	
33	プラズマ反応器	30
35	高電圧電極	
37	接地電極	

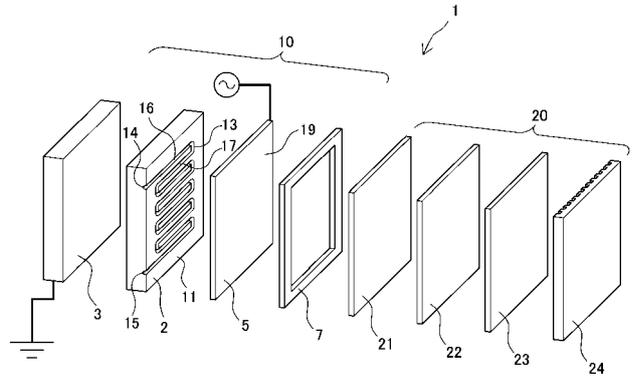
【図1】



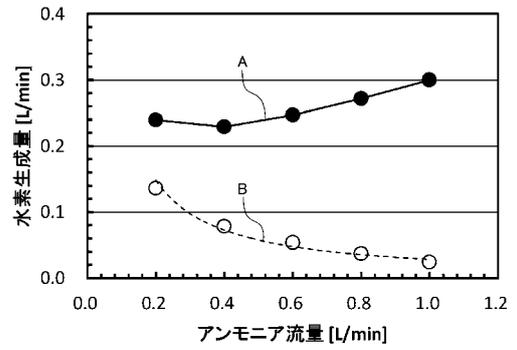
【図2】



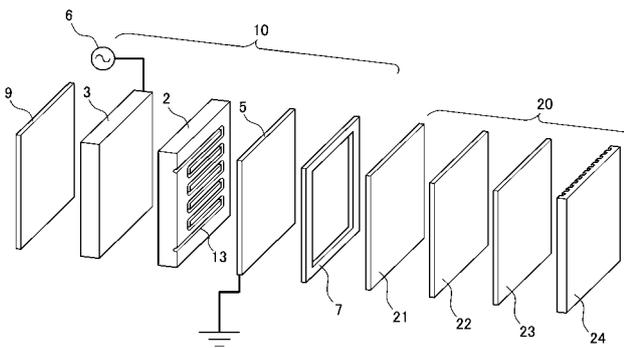
【図3】



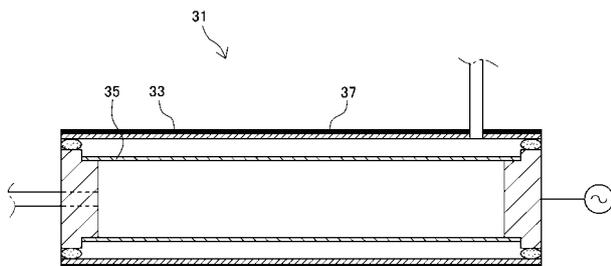
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4G140 FA02 FB05 FB06 FB07 FC01 FE01
5H026 AA06
5H127 AA06 AC07 BA01 BA11 BA17 EE12