

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4845430号
(P4845430)

(45) 発行日 平成23年12月28日 (2011.12.28)

(24) 登録日 平成23年10月21日 (2011.10.21)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 M 8/06 (2006.01)	HO 1 M 8/06 G
CO 1 B 3/38 (2006.01)	CO 1 B 3/38
CO 1 B 3/48 (2006.01)	CO 1 B 3/48
HO 1 M 8/10 (2006.01)	HO 1 M 8/10

請求項の数 30 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2005-190163 (P2005-190163)	(73) 特許権者	590002817
(22) 出願日	平成17年6月29日 (2005. 6. 29)		三星エスディアイ株式会社
(65) 公開番号	特開2006-19288 (P2006-19288A)		大韓民国京畿道龍仁市器興区貢税洞 4 2 8
(43) 公開日	平成18年1月19日 (2006. 1. 19)		ー 5
審査請求日	平成17年7月1日 (2005. 7. 1)	(74) 代理人	110000981
(31) 優先権主張番号	10-2004-0049288		アイ・ピー・ディー国際特許業務法人
(32) 優先日	平成16年6月29日 (2004. 6. 29)	(74) 代理人	100095957
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		弁理士 亀谷 美明
		(74) 代理人	100096389
			弁理士 金本 哲男
		(72) 発明者	金 周龍
			大韓民国京畿道水原市靈通区シン洞 5 7 5
		(72) 発明者	權 鎬眞
			大韓民国京畿道水原市靈通区シン洞 5 7 5

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システムの改質器及びこれを採用した燃料電池システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも二重の多重管路により相互に独立した内部空間が形成されて、前記それぞれの内部空間を、水素を含有した燃料が通過する構造を有し、

前記水素を含有した燃料と空気との酸化反応により熱エネルギーを発生させる第 1 反応部と、

前記熱エネルギーによる改質反応により、前記水素を含有した燃料から水素ガスを発生させる第 2 反応部と、

前記第 2 反応部に供給される前記水素を含有した燃料に前記熱エネルギーを伝達する熱伝達ユニットと、

を含み、

前記多重管路は、第 1 管路と、前記第 1 管路の断面積より小さい断面積を有して前記第 1 管路の内部に同心状に配置される第 2 管路と、を含み、

前記熱伝達ユニットは、

前記第 1 管路の外周面にコイル状に巻き付けられて、その一端が前記第 2 管路の内部に連通する管状の第 1 パス部材と、

前記第 1 パス部材と接触するように前記第 1 管路の外周面にコイル状に巻き付けられて、その一端が前記第 2 反応部に連通する管状の第 2 パス部材と、で構成され、

前記第 1 反応部は、前記第 1 管路の内側面と前記第 2 管路の外側面との間であり、

10

20

前記第 2 反応部は、前記第 2 管路の内部であり、
前記第 1 パス部材の他端は、外部に引き出され、
前記第 2 パス部材の他端は、外部に引き出されている
ことを特徴とする、燃料電池システムの改質器。

【請求項 2】

前記第 1 反応部は、前記第 2 管路の内部空間に、前記酸化反応を促進させる酸化触媒層が設けられた構造を有する
ことを特徴とする、請求項 1 に記載の燃料電池システムの改質器。

【請求項 3】

前記第 2 反応部は、前記第 1 管路と前記第 2 管路との間の空間に、前記改質反応を促進させる改質触媒層が設けられた構造を有する
ことを特徴とする、請求項 1 に記載の燃料電池システムの改質器。

【請求項 4】

前記第 2 反応部は、前記第 1 管路と前記第 2 管路との間の空間に、前記改質反応を促進させて前記燃料から水素ガスを発生させる改質触媒層と、前記水素ガスに含有された一酸化炭素の濃度を低減させる水性ガス転換触媒層とが設けられた構造を有する
ことを特徴とする、請求項 1 に記載の燃料電池システムの改質器。

【請求項 5】

第 1 管路と、前記第 1 管路の断面積より小さい断面積を有して前記第 1 管路の内部に同心状に配置される第 2 管路とを含む、二重の管路を有し、

水素を含有した燃料と空気との酸化反応により所定の熱エネルギーを発生させる酸化触媒層が、前記第 2 管路の内部空間に設けられた第 1 反応部と、

前記熱エネルギーによる改質反応により前記水素を含有した燃料から水素ガスを発生させる改質触媒層が、前記第 1 管路と前記第 2 管路との間の空間に設けられた第 2 反応部と、

前記第 2 反応部に供給される前記水素を含有した燃料に前記熱エネルギーを伝達する熱伝達ユニットと、
を含み、

前記第 1 反応部は、前記第 2 管路の一端部に結合される、注入口が形成された第 1 キャップと、前記第 2 管路の他端部に結合される、排出口が形成された第 2 キャップとを有し、

前記第 2 反応部は、前記第 1 管路と前記第 2 管路との間の空間の一端部に結合される、注入口が形成された第 3 キャップと、前記第 1 管路と前記第 2 管路との間の空間の他端部に結合される、排出口が形成された第 4 キャップとを有し、

前記熱伝達ユニットは、

その一端が前記第 2 キャップの排出口に連結され、前記第 1 管路の外周面にコイル状に巻き付けられた管状の第 1 パス部材と、

その一端が前記第 3 キャップの注入口に連結され、前記第 1 管路の外周面に前記第 1 パス部材と接触するようにコイル状に巻き付けられた管状の第 2 パス部材と、
で構成され、

前記第 1 反応部は、前記第 1 管路の内側面と前記第 2 管路の外側面との間であり、
前記第 2 反応部は、前記第 2 管路の内部であり、
前記第 1 パス部材の他端は、外部に引き出され、
前記第 2 パス部材の他端は、外部に引き出されている
ことを特徴とする、燃料電池システムの改質器。

【請求項 6】

前記第 3 キャップは、前記第 2 管路が貫通する第 2 管路貫通孔を有し、前記第 3 キャップの注入口は複数個形成され、前記複数個の注入口は前記第 2 管路貫通孔を中心としてその周囲に管状に配置される

ことを特徴とする、請求項 5 に記載の燃料電池システムの改質器。

10

20

30

40

50

【請求項 7】

前記第 2 反応部には、

前記水素ガスに含有された一酸化炭素の濃度を低減させる水性ガス転換触媒層が前記第 1 管路と前記第 2 管路との間の空間に設けられ、

前記水性ガス転換触媒層は、前記第 1 管路と第 2 管路との間の空間における混合燃料の流れに沿った前記改質触媒層の下流側に前記改質触媒層に連続して配置され、前記第 4 キャップの排出口側に位置する

ことを特徴とする、請求項 5 に記載の燃料電池システムの改質器。

【請求項 8】

前記第 1 管路及び前記第 2 管路は円形管状に形成され、熱伝導性を有するステンレス鋼、アルミニウム、銅、または鉄からなる群より選択された材質からなる

ことを特徴とする、請求項 5 に記載の燃料電池システムの改質器。

【請求項 9】

前記第 1 反応部及び前記第 2 反応部の全体を取り囲むように設けられる断熱部をさらに含む

ことを特徴とする、請求項 5 に記載の燃料電池システムの改質器。

【請求項 10】

前記断熱部は、

内壁と、前記内壁から所定の距離だけ離隔されて前記内壁を取り囲むように設けられる外壁とを含み、

前記内壁と前記外壁との間の空間は真空である

ことを特徴とする、請求項 9 に記載の燃料電池システムの改質器。

【請求項 11】

前記内壁及び前記外壁は、セラミックまたはステンレスからなる群より選択される少なくとも 1 種の材質からなる

ことを特徴とする、請求項 10 に記載の燃料電池システムの改質器。

【請求項 12】

前記断熱部は、

一端部が閉鎖され他端部が開放された円筒状の本体と、

前記本体の他端部に結合されて前記本体の内部空間を密封する密封キャップと、を含む

ことを特徴とする、請求項 9 に記載の燃料電池システムの改質器。

【請求項 13】

第 1 管路と、前記第 1 管路の内部に前記第 1 管路と同軸状に配置されて、その断面積が前記第 1 管路よりも小さい第 2 管路と、を含む二重管路の構造からなり、

水素を含有した燃料と空気との酸化反応により所定の熱エネルギーを発生させる酸化触媒層が、前記第 2 管路の内部空間に設けられた第 1 反応部と、

前記熱エネルギーによる改質反応により前記水素を含有した燃料から水素ガスを発生させる改質触媒層が、前記第 1 管路と前記第 2 管路との間の空間に設けられた第 2 反応部と

、

前記熱エネルギーを前記第 2 反応部及び前記第 2 反応部に供給される前記水素を含有した燃料に伝達する熱伝達ユニットと、

を含む、

前記熱伝達ユニットは、

その一端が前記第 2 管路の内部と連通し、前記第 1 管路の外周面に接触状態に設けられる管状の第 1 パス部材と、その一端が前記第 1 管路と前記第 2 管路との間の空間と連通し、前記第 1 管路の外周面に接触状態に設けられる管状の第 2 パス部材とを含み、

前記第 1 パス部材及び前記第 2 パス部材は、前記第 1 管路の外周面に相互に接触するように交互に配置されてコイル状に巻き付けられ、

前記第 1 パス部材の他端は、外部に引き出され、

10

20

30

40

50

前記第 2 パス部材の他端は、外部に引き出されている
ことを特徴とする、燃料電池システムの改質器。

【請求項 1 4】

前記第 2 管路には、前記水素を含有した燃料の酸化反応により生じた高温の燃焼ガスの排出口となる貫通孔が形成され、前記第 1 パス部材の一端は前記第 2 管路の貫通孔に連結される

ことを特徴とする、請求項 1 3 に記載の燃料電池システムの改質器。

【請求項 1 5】

前記第 1 管路には、前記水素を含有した燃料の注入口となる貫通孔が形成され、前記第 2 パス部材の一端は前記第 1 管路の貫通孔に連結される

ことを特徴とする、請求項 1 3 に記載の燃料電池システムの改質器。

【請求項 1 6】

熱エネルギーによる化学触媒反応により、水素を含有した燃料から水素ガスを発生させる改質器と、

前記水素ガスと酸素の電気化学的反応により電気エネルギーを発生させる少なくとも一つの電気生成部とを含み、

前記改質器は、少なくとも二重の多重管路の構造からなり、前記水素を含有した燃料と空気との酸化反応により熱エネルギーを発生させる第 1 反応部と、前記熱エネルギーにより改質反応により前記水素を含有した燃料から水素ガスを発生させる第 2 反応部と、前記第 2 反応部に供給される燃料に前記第 1 反応部で発生した熱エネルギーを伝達する熱伝達ユニットとを含み、

前記改質器は、第 1 管路と、前記第 1 管路の内部に前記第 1 管路と同軸状に配置されて、その断面積が前記第 1 管路よりも小さい第 2 管路とを含み、

前記第 1 反応部は、前記酸化反応を促進させる酸化触媒層が前記第 2 管路の内部空間に設けられた構造を有し、

前記熱伝達ユニットは、

前記第 1 管路の外周面にコイル状に巻き付けられて、その一端が前記第 2 管路の内部と連通する管状の第 1 パス部材と、

前記第 1 パス部材と接触するように前記第 1 管路の外周面にコイル状に巻き付けられて、その一端が前記第 1 管路と前記第 2 管路との間の空間と連通する管状の第 2 パス部材と

で構成され、

前記第 1 反応部は、前記第 1 管路の内側面と前記第 2 管路の外側面との間であり、

前記第 2 反応部は、前記第 2 管路の内部であり、

前記第 1 パス部材の他端は、外部に引き出され、

前記第 2 パス部材の他端は、外部に引き出されている

ことを特徴とする、燃料電池システム。

【請求項 1 7】

前記第 2 反応部は、前記改質反応を促進させる改質触媒層が前記第 1 管路と前記第 2 管路間の空間に設けられた構造を有する

ことを特徴とする、請求項 1 6 に記載の燃料電池システム。

【請求項 1 8】

前記第 2 反応部は、前記第 1 管路と前記第 2 管路との間の空間に、前記改質反応を促進させて前記燃料から水素ガスを発生させる改質触媒層と、前記水素ガスに含有された一酸化炭素の濃度を低減させる水性ガス転換触媒層とが設けられた構造を有する

ことを特徴とする、請求項 1 6 に記載の燃料電池システム。

【請求項 1 9】

前記第 1 反応部は、前記第 2 管路の一端部に結合される、注入口が形成された第 1 キャップと、前記第 2 管路の他端部に結合される、排出口が形成された第 2 キャップとを有し

,

前記第 2 反応部は、前記第 1 管路と前記第 2 管路との間の空間の一端部に結合される、注入口が形成された第 3 キャップと、前記第 1 管路と前記第 2 管路との間の空間の他端部に結合される、排出口が形成された第 4 キャップとを有することを特徴とする、請求項 16 に記載の燃料電池システム。

【請求項 20】

前記熱伝達ユニットは、
その一端が前記第 2 キャップの排出口に連結され、前記第 1 管路の外周面にコイル状に巻き付けられた管状の第 1 パス部材と、
その一端が前記第 3 キャップの注入口に連結され、前記第 1 管路の外周面に前記第 1 パス部材と接触するようにコイル状に巻き付けられた管状の第 2 パス部材とを含むことを特徴とする、請求項 19 に記載の燃料電池システム。

10

【請求項 21】

前記改質器は、前記第 1 反応部及び前記第 2 反応部の全体を取り囲むように設けられる断熱部をさらに含むことを特徴とする、請求項 16 に記載の燃料電池システム。

【請求項 22】

前記断熱部は、
内壁と、前記内壁から所定の距離だけ離隔されて前記内壁を取り囲むように設けられる外壁とを含み、
前記内壁と前記外壁との間の空間が真空であることを特徴とする、請求項 21 に記載の燃料電池システム。

20

【請求項 23】

前記断熱部は、
一端部が閉鎖され他端部が開放された円筒状の本体と、
前記本体の他端部に結合され、前記本体の内部空間を密封する密封キャップと、を含むことを特徴とする、請求項 22 に記載の燃料電池システム。

【請求項 24】

前記改質器に燃料を供給する燃料供給源を含み、
前記燃料供給源は、
水素を含有した燃料を貯蔵する第 1 タンクと、
水を貯蔵する第 2 タンクと、
前記第 1 タンク及び前記第 2 タンクに連結される燃料ポンプと、を含むことを特徴とする、請求項 16 に記載の燃料電池システム。

30

【請求項 25】

前記第 1 タンクと前記第 2 管路とが第 1 供給ラインにより連結されることを特徴とする、請求項 24 に記載の燃料電池システム。

【請求項 26】

前記第 1 管路と第 2 管路との間の空間の一端部と、前記第 1 タンク及び第 2 タンクとが
第 2 供給ラインにより連結されることを特徴とする、請求項 25 に記載の燃料電池システム。

40

【請求項 27】

前記改質器と前記電気生成部に酸素を供給する酸素供給源を含み、
前記酸素供給源は、空気を供給する空気ポンプを含むことを特徴とする、請求項 16 に記載の燃料電池システム。

【請求項 28】

前記空気ポンプと前記第 2 管路とが第 3 供給ラインにより連結されることを特徴とする、請求項 27 に記載の燃料電池システム。

【請求項 29】

50

前記第1管路と第2管路との間の空間の一端部と、前記電気生成部とが第4供給ラインにより連結される

ことを特徴とする、請求項28に記載の燃料電池システム。

【請求項30】

前記電気生成部と前記空気ポンプとが第5供給ラインにより連結されることを特徴とする、請求項29に記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池システムの改質器及びこれを採用した燃料電池システムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

周知のように、燃料電池(Fuel Cell)は、例えばメタノール、エタノール、または天然ガスなどの炭化水素系列の物質内に含有されている水素と酸素とを化学的に反応させることにより生じる化学反応エネルギーを、電気エネルギーに変換させる発電システムである。

【0003】

この燃料電池は、使用される電解質の種類によって、磷酸型燃料電池、熔融炭酸塩型燃料電池、固体酸化物型燃料電池、高分子電解質型燃料電池、アルカリ型燃料電池などに分類される。これらそれぞれの燃料電池は根本的に同じ原理により作動するが、使用される燃料の種類、運転温度、触媒、及び電解質などが異なる。

20

【0004】

このような燃料電池のうち、最近盛んに開発が進められているのが、高分子電解質型燃料電池(PEFC: Polymer Electrolyte Fuel Cell, またはPEMFC: Proton Exchange Membrane Fuel Cell, 以下PEFCとする)である。高分子電解質型燃料電池は、ほかの燃料電池と比較すると、出力特性が卓越しており、作動温度が低く、早い始動特性及び応答特性を有する。作動温度が低いと、発電可能な温度に達するまでの時間が短いため短時間でのスタートが可能であり、また、耐熱性が高くない安価な材料を使用できるのでコストパフォーマンスも優れる。更に、高分子電解質型燃料電池は、例えば自動車などの移動用電源として用いられるだけでなく、例えば住宅、公共建物などの分散用電源として利用したり、例えば電子機器などに用いられる小型電源としても適用可能であり、その応用範囲が広いという利点を有する。

30

【0005】

このようなPEFCは、スタック(stack)、改質器(reformer)、燃料タンク、及び燃料ポンプなどの複数の装置を備え、装置全体としてシステムを構成する。燃料ポンプは燃料タンク内の燃料を改質器に供給する。改質器は燃料を改質して水素ガスを発生させ、その水素ガスをスタックに供給する。そして、スタックは燃料電池の本体を形成する。すなわち、PEFCは、燃料ポンプを作動させることにより燃料タンク内の燃料を改質器に供給し、上記燃料を改質器にて改質して得られた水素ガスをスタックに供給し、スタックにて上記水素ガスと酸素とを電気化学的に反応させることにより、電気エネルギーを発生させる。

40

【0006】

上述したような燃料電池システムにおいて、電気を実質的に発生させるスタックは、電極-電解質合成体(Membrane Electrode Assembly: MEA)とその両面に密着するセパレータからなる単位セルが、数個から数十個積層された構造を有する。電極-電解質合成体は、間に電解質膜を介在して、電解質膜の一方の面にアノード電極が、他方の面にカソード電極が付着された構造を有する。セパレータは、電極-電解質合成体を相互に分離するものであり、バイポーラプレートとも呼ばれる。セパレータは、燃料電池の反応に必要な水素ガスと酸素を電極-電解質合成体のアノード電極とカ

50

ソード電極に供給する通路の役割と、各電極－電解質合成体のアノード電極とカソード電極を直列に連結させる伝導体の役割とを同時に担う。すなわち、セパレータを介して、アノード電極には水素ガスが供給され、一方でカソード電極には酸素が供給される。これにより、アノード電極では水素ガスの酸化反応が起こり、カソード電極では酸素の還元反応が起こる。この際に生成される電子の移動により電気が発生し、同時に熱と水分も併せて発生する。

【0007】

前述した改質器は、熱エネルギーによる化学触媒反応により、水素を含有した燃料から水素ガスを発生させる装置である。通常、改質器は、熱エネルギーを発生させ、燃料から水素ガスを発生させる改質反応部と、上記水素ガスに含有された一酸化炭素の濃度を低減させる一酸化炭素低減部とを含んで構成される。

10

【0008】

従来の燃料電池システムの改質器において、改質反応部は、触媒による発熱及び吸熱反応特性を用いて水素ガスを発生させている。具体的に説明すると、改質反応部は、燃料と空気との酸化触媒反応により反応熱を発生させる発熱部と、上記反応熱を受けて燃料の改質触媒反応により水素ガスを発生させる吸熱部とからなる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

ところが、従来の改質器は、上述したような発熱部と吸熱部とをそれぞれ別個に設けて、発熱部にて発生させた熱を吸熱部に伝達する構造となっている。このような構造においては、発熱部と吸熱部との間の熱交換が直接的に行われなため、熱を伝達する際の熱損失が大きく、水素ガスを発生させるための反応効率及び熱効率が低下するといった問題があった。また、発熱部と吸熱部とを別個に設ける構造のため、システム全体の大きさをコンパクトにすることができず、小型化が難しいといった問題もあった。さらに、従来の燃料電池システムには、初期駆動の際に改質器に供給される燃料を予熱するものがあるが、この予熱のために伴うエネルギーの消耗により、全体システムの性能及び効率が低下するといった問題もあった。

20

【0010】

したがって、本発明は前述したような問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、簡単な構造により、水素ガスを発生させるための反応効率及び熱効率を向上させ得る構造を有する燃料電池システムの改質器及びこれを採用した燃料電池システムを提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するために、本発明のある観点によれば、少なくとも二重の多重管路により相互に独立した内部空間が形成されて、上記それぞれの内部空間を水素を含有した燃料が通過する構造を有し、上記水素を含有した燃料の酸化反応により熱エネルギーを発生させる第1反応部と、上記熱エネルギーによる改質反応により、上記水素を含有した燃料から水素ガスを発生させる第2反応部と、を含むことを特徴とする燃料電池システムの改質器が提供される。

40

【0012】

このような本発明にかかる燃料電池システムの改質器によれば、燃料と空気との酸化触媒反応により反応熱を発生させる発熱部と、上記反応熱を受けて燃料の改質触媒反応により水素ガスを発生させる吸熱部とを、少なくとも二重の多重管路により形成される空間内に相互に隣接して設けているため、発熱部と吸熱部との間の熱交換が直接的に行われ、改質器の熱効率及び反応効率を向上させることができる。すなわち、上記改質器においては、少なくとも2本の中空の円筒を、口径の大きい外管の内部に口径の小さい内管が位置するように配設することにより、内管の内側の空間と、内管と外管との間の空間の、少なくとも2つの相互に独立した内部空間が形成される。そして、上記内部空間の一方を、水素を

50

含有した燃料を通過させることにより酸化反応が生じて熱エネルギーを発生させる第1反応部とし、もう一方を、水素を含有した燃料の通過と上記第1反応部からの熱エネルギーとにより改質反応が生じて水素ガスを発生させる第2反応部としている。このとき、第2反応部は、上記多重管路内において第1反応部と隣り合っているため第1反応部で発生した熱エネルギーを直接受けることができるので、かかる改質器は熱効率に優れ、その結果反応効率も向上される。また、改質器の構造を、発熱部である第1反応部と吸熱部である第2反応部とが一体となった多重管路構造としたため、システム全体の大きさをコンパクトにすることができるといったメリットもある。

【0013】

ここで、上記多重管路は、第1管路と、上記第1管路の断面積より小さい断面積を有して上記第1管路の内部に同心状に配置される第2管路とを含み、上記第1反応部は、上記酸化反応を促進させる酸化触媒層が上記第2管路の内部空間に設けられた構造を有するように構成される。すなわち、上に述べた少なくとも二重の多重管路は、口径の異なる管路を同軸上に配置することにより形成され、内管の内側の空間である第1反応部において熱エネルギーを発生させる構造となっている。

【0014】

そして、上記第2反応部は、上記改質反応を促進させる改質触媒層が上記第1管路と上記第2管路との間の空間に設けられた構造を有するように構成されるので、上記第2反応部内で改質反応が行われる際には、内側に配置された第2管路すなわち第1反応部で発生した熱エネルギーを伝達して反応が行われるので、反応効率が良くなる。

【0015】

ここで、上記第2反応部は、上記第1管路と上記第2管路との間の空間に、上記改質反応を促進させて上記燃料から水素ガスを発生させる改質触媒層と、上記水素ガスに含有された一酸化炭素の濃度を低減させる水性ガス転換触媒層とが設けられた構造を有する。かかる構成とすることにより、上記燃料が改質触媒層を通過した際に副生成物として生成された一酸化炭素が、水性ガス転換触媒層を通過することにより二酸化炭素及び水素に変換されるので、第2反応部より最終的に放出されるガスの一酸化炭素の濃度を低減させることが可能となる。

【0016】

上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、少なくとも二重の多重管路により相互に独立した内部空間が形成されて、上記それぞれの内部空間を水素を含有した燃料が通過する構造を有し、上記水素を含有した燃料の酸化反応により熱エネルギーを発生させる第1反応部と、上記熱エネルギーによる改質反応により、上記水素を含有した燃料から水素ガスを発生させる第2反応部と、上記第2反応部に供給される上記水素を含有した燃料に上記熱エネルギーを伝達する熱伝達ユニットと、を含むことを特徴とする燃料電池システムの改質器が提供される。

【0017】

このような本発明にかかる燃料電池システムの改質器によれば、燃料と空気との酸化触媒反応により反応熱を発生させる発熱部と、上記反応熱を受けて燃料の改質触媒反応により水素ガスを発生させる吸熱部とを、少なくとも二重の多重管路により形成される空間内に相互に隣接して設けているため、発熱部と吸熱部との間の熱交換が直接的に行われ、改質器の熱効率及び反応効率を向上させることができる。すなわち、上記改質器においては、少なくとも2本の中空の円筒を、口径の大きい外管の内部に口径の小さい内管が位置するように配設することにより、内管の内側の空間と、内管と外管との間の空間の、少なくとも2つの相互に独立した内部空間が形成される。そして、上記内部空間の一方を、水素を含有した燃料を通過させることにより酸化反応が生じて熱エネルギーを発生させる第1反応部とし、もう一方を、水素を含有した燃料の通過と上記第1反応部からの熱エネルギーとにより改質反応が生じて水素ガスを発生させる第2反応部としている。このとき、第2反応部は、上記多重管路内において第1反応部と隣り合っているため第1反応部で発生した熱エネルギーを直接受けることができるので、かかる改質器は熱効率に優れ、その結果

反応効率も向上される。そして更に、第2反応部に供給される燃料に第1反応部で発生した熱エネルギーを伝達する熱伝達ユニットを備えるので、予め予熱された燃料が第2反応部に供給されることになり、改質器の反応効率はより一層向上される。また、改質器の構造を、発熱部である第1反応部と吸熱部である第2反応部とが一体となった多重管路構造としたため、システム全体の大きさをコンパクトにすることができるといったメリットもある。

【0018】

ここで、上記多重管路は、第1管路と、上記第1管路の断面積より小さい断面積を有して上記第1管路の内部に同心状に配置される第2管路とを含むように構成される。すなわち、上に述べた少なくとも二重の多重管路は、口径の異なる管路を同軸上に配置することにより形成される。

10

【0019】

そして、上記第1反応部は、上記第2管路の内部空間に、上記酸化反応を促進させる酸化触媒層が設けられた構造を有する。すなわち、上に述べた少なくとも二重の多重管路により形成される空間のうち、内管の内側の空間が熱エネルギーを発生させる発熱部である第1反応部となる。

【0020】

そして、上記第2反応部は、上記第1管路と上記第2管路との間の空間に、上記改質反応を促進させる改質触媒層が設けられた構造を有する。すなわち、上に述べた少なくとも二重の多重管路により形成される空間のうち、内管とその外側の管との間の空間が熱エネルギーを吸収して改質反応が行われる吸熱部である第2反応部となる。

20

【0021】

このとき、上記第2反応部は、上記第1管路と上記第2管路との間の空間に、上記改質反応を促進させて上記燃料から水素ガスを発生させる改質触媒層と、上記水素ガスに含有された一酸化炭素の濃度を低減させる水性ガス転換触媒層とが設けられた構造を有するようにすることもできる。かかる構成とすることにより、上記燃料が改質触媒層を通過した際に副生成物として生成された一酸化炭素が、水性ガス転換触媒層を通過することにより二酸化炭素及び水素に変換されるので、第2反応部より最終的に放出されるガスの一酸化炭素の濃度を低減させることが可能となる。

【0022】

30

そして、上記熱伝達ユニットは、上記第1管路の外周面にコイル状に巻き付けられて、その一端が上記第2管路の内部に連通する管状の第1パス部材と、上記第1パス部材と接触するように上記第1管路の外周面にコイル状に巻き付けられて、その一端が上記第1管路と上記第2管路との間の空間に連通する管状の第2パス部材とを含む如く構成される。すなわち、上記第1パス部材は第1反応部にて発生した熱エネルギーの放出経路となり、一端が第2管路に連通し、上記一端から延長される部分が第1管路の外周面にコイル状に巻き付けられる構成を有する。一方、上記第2パス部材は第2反応部に供給される燃料の供給経路となり、一端が第1管路に連通し、上記一端から延長される部分が第1管路の外周面に上記第1パス部材と接触しつつコイル状に巻き付けられる構成を有する。従って、上記第2パス部材を経由して第2反応部に供給される燃料は、第2パス部材と接触する第1パス部材内を流れる高温のガスから熱エネルギーを伝達されるので、予め熱された状態で第2反応部に供給される。このように燃料を予め熱しておくことにより改質反応の効率は向上される。また、燃料の予熱に第1反応部で発生した熱エネルギーを利用することにより、予熱に要するエネルギーを節約することができ、改質器システム全体の性能及び効率を向上させることもできる。

40

【0023】

上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、第1管路と、上記第1管路の断面積より小さい断面積を有して上記第1管路の内部に同心状に配置される第2管路とを含む、二重の管路を有し、水素を含有した燃料の酸化反応により所定の熱エネルギーを発生させる酸化触媒層が、上記第2管路の内部空間に設けられた第1反応部と、上記熱エネ

50

ルギーによる改質反応により上記水素を含有した燃料から水素ガスを発生させる改質触媒層が、上記第1管路と上記第2管路との間の空間に設けられた第2反応部と、上記第2反応部に供給される上記水素を含有した燃料に上記熱エネルギーを伝達する熱伝達ユニットと、を含むことを特徴とする燃料電池システムの改質器が提供される。

【0024】

このような本発明にかかる燃料電池システムの改質器によれば、燃料と空気との酸化触媒反応により反応熱を発生させる発熱部と、上記反応熱を受けて燃料の改質触媒反応により水素ガスを発生させる吸熱部とを、二重管路により形成される空間内に相互に隣接して設けているため、発熱部と吸熱部との間の熱交換が直接的に行われ、改質器の熱効率及び反応効率を向上させることができる。すなわち、上記改質器においては、口径の異なる2本の管路を同軸上に配置することにより、内管の内側の空間と、内管と外管との間の空間の、2つの相互に独立した内部空間が形成される。そして、内管の内側の空間を、燃料を通過させて酸化反応により熱エネルギーを発生させる第1反応部とし、内管と外管との間の空間を、燃料を通過させて上記第1反応部からの熱エネルギーを受けて改質反応により水素ガスを発生させる第2反応部としている。このとき、第2反応部は第1反応部と隣り合っているため、第1反応部で発生した熱エネルギーを直接受けることができるので、かかる改質器は熱効率に優れ、その結果反応効率も向上される。そして更に、第2反応部に供給される燃料に第1反応部で発生した熱エネルギーを伝達する熱伝達ユニットを備えるので、予め予熱された燃料が第2反応部に供給されることになり、改質器の反応効率はより一層向上される。また、改質器の構造を、発熱部である第1反応部と吸熱部である第2反応部とが一体となった多重管路構造としたため、システム全体の大きさを小型化することが可能になるといったメリットもある。

【0025】

このとき、上記第1反応部は、上記第2管路の一端部に結合される、注入口が形成された第1キャップと、上記第2管路の他端部に結合される、排出口が形成された第2キャップとを有し、上記第2反応部は、上記第1管路の一端部に結合される、注入口が形成された第3キャップと、上記第1管路の他端部に結合される、排出口が形成された第4キャップとを有するように構成されるのがよい。すなわち、上記二重管路により形成される第1反応部と第2反応部とは、それぞれその両端がキャップにより封鎖されて密閉された空間となり、該キャップに形成された注入口または排出口を通じて燃料の供給または生成物の排出が行われる。

【0026】

ここで、上記第3キャップは、上記第2管路が貫通する第2管路貫通孔を有し、上記第3キャップの注入口は複数個形成され、上記複数個の注入口は上記第2管路貫通孔を中心としてその周囲に管状に配置されるように構成される。すなわち、第1管路に結合される第3キャップはリング型である。そして、第1管路の内側に設けられる第2管路は、その端部が上記第3キャップのリングの穴である第2管路貫通孔から第1管路の外部に突出するように配設される。そして、第3キャップのリングの面には、上記第2管路貫通孔を囲んで複数の注入口が形成される。

【0027】

そして、上記熱伝達ユニットは、その一端が上記第2キャップの排出口に連結され、上記第1管路の外周面にコイル状に巻き付けられた管状の第1パス部材と、その一端が上記第3キャップの注入口に連結され、上記第1管路の外周面に上記第1パス部材と接触するようにコイル状に巻き付けられた管状の第2パス部材とを含むように構成されるのがよい。すなわち、第1反応部にて発生した熱エネルギーは、第2キャップの排出口から排出されて第1管路の外周面にコイル状に巻き付けられた第1パス部材を通じて放出される。一方、第2反応部に供給される燃料は第1管路の外周面に上記第1パス部材と接触しつつコイル状に巻き付けられた第2パス部材を経由して、第3キャップの注入口から第2反応部に供給される。従って、上記第2パス部材を通過する燃料は、第2パス部材と接触する第1パス部材内を流れる高温のガスから熱エネルギーを伝達されるので、予め熱された状態

で第2反応部に供給される。このように燃料を予め熱しておくことにより改質反応の効率は向上される。また、燃料の予熱に第1反応部で発生した熱エネルギーを利用することにより、予熱に要するエネルギーを節約することができ、改質器システム全体の性能及び効率を向上させることもできる。

【0028】

また、上記第2反応部には、上記水素ガスに含有された一酸化炭素の濃度を低減させる水性ガス転換触媒層が上記第1管路と上記第2管路との間の空間に設けられ、上記水性ガス転換触媒層は、上記第1管路と第2管路との間の空間における混合燃料の流れに沿った上記改質触媒層の下流側に上記改質触媒層に連続して配置され、上記第4キャップの排出口側に位置するように構成することもできる。かかる構成とすることにより、上記燃料が改質触媒層を通過した際に副生成物として生成された一酸化炭素が、水性ガス転換触媒層を通過することにより二酸化炭素及び水素に変換されるので、第2反応部より最終的に放出されるガスの一酸化炭素の濃度を低減させることが可能となる。

10

【0029】

また、上記第1管路及び上記第2管路は円形管状に形成され、熱伝導性を有するステンレス鋼、アルミニウム、銅、または鉄からなる群より選択された材質からなることが望ましい。

【0030】

そして、燃料電池システムの改質器は、上記第1反応部及び上記第2反応部の全体を取り囲むように設けられる断熱部をさらに含むように構成することができる。かかる断熱部を備えることにより、第1反応部で発生した熱エネルギーが改質反応に利用される過程において、熱エネルギーが改質器の外部に放出されるのを防止することができる。

20

【0031】

このとき、上記断熱部は、内壁と、上記内壁から所定の距離だけ離隔されて上記内壁を取り囲むように設けられる外壁とを含み、上記内壁と上記外壁との間の空間は真空となるように構成すれば、より高い断熱性を得ることができる。

【0032】

そして、上記内壁及び上記外壁は、セラミックまたはステンレスからなる群より選択される少なくとも1種の材質からなることが望ましい。また、上記断熱部は、一端部が閉鎖され他端部が開放された円筒状の本体と、上記本体の他端部に結合されて上記本体の内部空間を密封する密封キャップとを含むように構成することができる。

30

【0033】

上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、第1管路と、上記第1管路の内部に上記第1管路と同軸状に配置されて、その断面積が上記第1管路よりも小さい第2管路と、を含む二重管路の構造からなり、水素を含有した燃料の酸化反応により所定の熱エネルギーを発生させる酸化触媒層が、上記第2管路の内部空間に設けられた第1反応部と、上記熱エネルギーによる改質反応により上記水素を含有した燃料から水素ガスを発生させる改質触媒層が、上記第1管路と上記第2管路との間の空間に設けられた第2反応部と、上記熱エネルギーを上記第2反応部及び上記第2反応部に供給される上記水素を含有した燃料に伝達する熱伝達ユニットとを含み、上記熱伝達ユニットは、その一端が上記第2管路の内部と連通し、上記第1管路の外周面に接触状態に設けられる管状の第1パス部材と、その一端が上記第1管路と上記第2管路との間の空間と連通し、上記第1管路の外周面に接触状態に設けられる管状の第2パス部材とを含み、上記第1パス部材及び上記第2パス部材は、上記第1管路の外周面に相互に接触するように交互に配置されてコイル状に巻き付けられること、を特徴とする燃料電池システムの改質器が提供される。

40

【0034】

このような本発明にかかる燃料電池システムの改質器によれば、酸化触媒反応により反応熱を発生させる発熱部と、上記反応熱を受けて改質触媒反応により水素ガスを発生させる吸熱部とを、二重管路により形成される空間内に相互に隣接して設けているため、発熱部と吸熱部との間の熱交換が直接的に行われ、改質器の熱効率及び反応効率を向上させる

50

ことができる。すなわち、上記改質器においては、口径の異なる2本の管路を同軸上に配置し、内管の内側の空間を酸化反応により熱エネルギーを発生させる第1反応部とし、内管と外管との間の空間を改質反応により水素ガスを発生させる第2反応部としている。このとき、第2反応部は第1反応部と隣り合っているため改質器の熱効率及び反応効率は優れる。また、改質器は第1反応部と第2反応部とが一体となった二重管路構造のため、システム全体の大きさをコンパクトにすることができる。そして更に、第2反応部に供給される燃料に第1反応部で発生した熱エネルギーを伝達する熱伝達ユニットを備えるので、予め予熱された燃料が第2反応部に供給されることになり、改質器の反応効率はより一層向上される。

【0035】

10

このとき、上記第2管路には、上記水素を含有した燃料の酸化反応により生じた高温の燃焼ガスの排出口となる貫通孔が形成され、上記第1パス部材の一端は上記第2管路の貫通孔に連結されるようにするのがよい。また、上記第1管路には、上記水素を含有した燃料の注入口となる貫通孔が形成され、上記第2パス部材の一端は上記第1管路の貫通孔に連結されるようにするのがよい。

【0036】

上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、熱エネルギーによる化学触媒反応により、水素を含有した燃料から水素ガスを発生させる改質器と、上記水素ガスと酸素の電気化学的反応により電気エネルギーを発生させる少なくとも一つの電気生成部とを含み、上記改質器は、少なくとも二重の多重管路の構造からなり、上記水素を含有した燃料の酸化反応により熱エネルギーを発生させる第1反応部と、上記熱エネルギーによる改質反応により上記水素を含有した燃料から水素ガスを発生させる第2反応部とを含むこと、を特徴とする燃料電池システムが提供される。

20

【0037】

このような本発明にかかる燃料電池システムによれば、改質器の発熱部及び吸熱部が少なくとも二重の多重管路により形成されるため、発熱部と吸熱部との間の熱交換が直接的に行われ、改質器の熱効率及び反応効率、更には燃料電池システム全体の電気の生成効率を向上させることができる。すなわち、上記改質器は、少なくとも2本の中空の円筒を、口径の大きい外管の内部に口径の小さい内管が位置するように配設した多重管路構造を有する。そして、多重管路により形成される隣り合う内部空間の一方を酸化反応により熱エネルギーを発生させる第1反応部とし、もう一方を改質反応により水素ガスを発生させる第2反応部としている。このように、第1反応部と第2反応部とが隣り合った一体化された構造を有する改質器は熱効率に優れる。そして、かかる改質器を備える燃料電池システムは、反応効率及び電気生成効率に優れ、システムの小型化も可能である。

30

【0038】

このとき、上記改質器は、第1管路と、上記第1管路の内部に上記第1管路と同軸状に配置されて、その断面積が上記第1管路よりも小さい第2管路とを含むように構成されることが望ましい。

【0039】

そして、上記第1反応部は、上記酸化反応を促進させる酸化触媒層が上記第2管路の内部空間に設けられた構造を有するようにするのがよい。また、上記第2反応部は、上記改質反応を促進させる改質触媒層が上記第1管路と上記第2管路との間の空間に設けられた構造を有するようにするのがよい。あるいは、上記第2反応部は、上記第1管路と上記第2管路との間の空間に、上記改質反応を促進させる改質触媒層、及び上記改質反応により生成された水素ガスに含有された一酸化炭素の濃度を低減させる水性ガス転換触媒層が設けられた構造を有するようにするのがよい。

40

【0040】

上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、熱エネルギーによる化学触媒反応により、水素を含有した燃料から水素ガスを発生させる改質器と、上記水素ガスと酸素の電気化学的反応により電気エネルギーを発生させる少なくとも一つの電気生成部とを

50

含み、上記改質器は、少なくとも二重の多重管路の構造からなり、上記水素を含有した燃料の酸化反応により熱エネルギーを発生させる第1反応部と、上記熱エネルギーにより改質反応により上記水素を含有した燃料から水素ガスを発生させる第2反応部と、上記第2反応部に供給される燃料に上記第1反応部で発生した熱エネルギーを伝達する熱伝達ユニットとを含むこと、を特徴とする燃料電池システムが提供される。

【0041】

このような本発明にかかる燃料電池システムによれば、改質器の発熱部及び吸熱部が二重管路により形成されるため、発熱部と吸熱部との間の熱交換が直接的に行われ、改質器の熱効率及び反応効率、更には燃料電池システム全体の電気の生成効率を向上させることができる。すなわち、上記改質器は、少なくとも2本の中空の円筒を、口径の大きい外管の内部に口径の小さい内管が位置するように配設した二重管路構造を有する。そして、二重管路により形成される隣り合う内部空間の一方を酸化反応により熱エネルギーを発生させる第1反応部とし、もう一方を改質反応により水素ガスを発生させる第2反応部として

10

いる。このように、第1反応部と第2反応部とが隣り合った一体化された構造を有する改質器は熱効率に優れる。そして、かかる改質器を備える燃料電池システムは、反応効率及び電気生成効率に優れ、システムの小型化も可能である。

【0042】

このとき、上記改質器は、第1管路と、上記第1管路の内部に上記第1管路と同軸状に配置されて、その断面積が上記第1管路よりも小さい第2管路とを含み、上記第1反応部は、上記酸化反応を促進させる酸化触媒層が上記第2管路の内部空間に設けられた構造を有するように構成するのがよい。すなわち、上記二重管路構造を有する改質器は、内管の内側の空間が熱エネルギーを発生させる発熱部としての第1反応部になる。

20

【0043】

そして、上記第2反応部は、上記改質反応を促進させる改質触媒層が上記第1管路と上記第2管路間の空間に設けられた構造を有するように構成するのがよい。あるいは、上記第2反応部は、上記第1管路と上記第2管路との間の空間に、上記改質反応を促進させて上記燃料から水素ガスを発生させる改質触媒層と、上記水素ガスに含有された一酸化炭素の濃度を低減させる水性ガス転換触媒層とが設けられた構造を有するように構成するのがよい。すなわち、上記二重管路構造を有する改質器は、内管と外管との間の空間が熱エネルギーを吸収して改質反応が行われる吸熱部としての第2反応部になる。

30

【0044】

また、上記熱伝達ユニットは、上記第1管路の外周面にコイル状に巻き付けられて、その一端が上記第2管路の内部と連通する管状の第1パス部材と、上記第1パス部材と接触するように上記第1管路の外周面にコイル状に巻き付けられて、その一端が上記第1管路と上記第2管路との間の空間と連通する管状の第2パス部材とを含むように構成されるのがよい。かかる構成とすることにより、第1反応部で発生した熱エネルギーがその内部を通過する第1パス部材から、第2パス部材を通過して第2反応部に供給される燃料が熱伝達を受けるので、第2反応部には予め熱された燃料が供給されるようになる。従って、改質器の反応効率はより一層向上され、燃料電池システム全体の発電効率も向上させることができる。

40

【0045】

ここで、上記第1反応部は、上記第2管路の一端部に結合される、注入口が形成された第1キャップと、上記第2管路の他端部に結合される、排出口が形成された第2キャップとを有し、上記第2反応部は、上記第1管路の一端部に結合される、注入口が形成された第3キャップと、上記第1管路の他端部に結合される、排出口が形成された第4キャップとを有するように構成されるのがよい。このようにして、上記二重管路により形成される第1反応部と第2反応部とは、それぞれその両端がキャップにより封鎖されて密閉された空間となり、該キャップに形成された注入口または排出口を通じて燃料の供給または生成物の排出が行われる。

【0046】

50

そして、上記熱伝達ユニットは、その一端が上記第2キャップの排出口に連結され、上記第1管路の外周面にコイル状に巻き付けられた管状の第1パス部材と、その一端が上記第3キャップの注入口に連結され、上記第1管路の外周面に上記第1パス部材と接触するようにコイル状に巻き付けられた管状の第2パス部材とを含むように構成されるのがよい。

これにより、第1反応部にて発生した熱エネルギーは、第2キャップの排出口から第1パス部材を通じて放出される一方で、第2反応部に供給される燃料は上記第1パス部材と接触する第2パス部材を経由して、第3キャップの注入口から第2反応部に供給される。従って、上記第2パス部材を通過する燃料は第1パス部材内を流れる高温のガスにより暖められてから第2反応部に供給される。このように燃料を予め熱しておくことにより改質反応の効率及び燃料電池システムの発電効率は向上される。また、燃料の予熱に第1反応部で発生した熱エネルギーを利用することにより、予熱に要するエネルギーを節約することができる、改質器システム全体の性能及び効率を向上させることもできる。

【0047】

そして、上記改質器は、上記第1反応部及び上記第2反応部の全体を取り囲むように設けられる断熱部をさらに含むように構成することができる。かかる断熱部を備えることにより、第1反応部で発生した熱エネルギーが改質反応に利用される過程において、熱エネルギーが改質器の外部に放出されるのを防止することができる。

【0048】

このとき、上記断熱部は、内壁と、上記内壁から所定の距離だけ離隔されて上記内壁を取り囲むように設けられる外壁とを含み、上記内壁と上記外壁との間の空間が真空となるように構成されるのがよい。また、上記断熱部は、一端部が閉鎖され他端部が開放された円筒状の本体と、上記本体の他端部に結合され、上記本体の内部空間を密封する密封キャップとを含むように構成することができる。

【0049】

また、上記燃料電池システムは、上記改質器に燃料を供給する燃料供給源を含み、上記燃料供給源は、水素を含有した燃料を貯蔵する第1タンクと、水を貯蔵する第2タンクと、上記第1タンク及び上記第2タンクに連結される燃料ポンプとを含むように構成されることが望ましい。

【0050】

そして、上記第1タンクと上記第2管路とは第1供給ラインにより連結することができる。また、上記第1タンク及び第2タンクと上記第1管路とは第2供給ラインにより連結することができる。

【0051】

また、上記燃料電池システムは、上記改質器と上記電気生成部に酸素を供給する酸素供給源を含み、上記酸素供給源は、空気を供給する空気ポンプを含むように構成されることが望ましい。

【0052】

そして、上記空気ポンプと上記第2管路とは第3供給ラインにより連結することができる。また、上記第1管路と上記電気生成部とは第4供給ラインにより連結することができる。更に、上記電気生成部と上記空気ポンプとは第5供給ラインにより連結することができる。

【発明の効果】

【0053】

本発明によれば、改質器を二重管路構造としたことにより、水素ガスを発生させるための反応効率及び熱効率を向上させることのできる燃料電池システムの改質器及びこれを採用した燃料電池システムを提供できるものである。すなわち、改質器を二重管路構造とし、内側の管路の内部では水素を含有した燃料の酸化反応により熱エネルギーを発生させ、外側と内側の管路の間では上記熱エネルギーによる改質反応により水素を含有した燃料から水素ガスを発生させるようにしたことにより、改質反応に必要な熱エネルギーが迅速に

10

20

30

40

50

伝達されるようになる。更に、改質反応に利用する熱エネルギーが外部に放出されないように断熱する構造としたので、改質器の熱効率が向上し、その結果反応効率も向上し、システム全体の性能も向上する。

【0054】

また、二重管路構造としたことにより、改質器及び燃料電池システム全体の大きさを小型化することができる。

【0055】

更に、上記内側の管路の内部で発生した熱エネルギーにより、改質器に供給される燃料を予熱する構造としたので、燃料電池システム全体の熱効率及び運転性能をさらに向上させることができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0056】

以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【0057】

先ず、本発明の実施の形態にかかる燃料電池システムにおける、燃料及び酸素について以下に説明する。

【0058】

燃料電池システムにおける、電気を生成するための燃料としては、メタノール、エタノール、または天然ガスのような水素を含有した狭義の燃料の他にも、広義の燃料として水及び酸素をさらに含むことができる。しかし、以下に説明する実施の形態においては、燃料として上記狭義の燃料を使用することとする。ここで更に、上記燃料は、取り扱いの面などで液状であることが、便宜上好ましい。また、上記液状の燃料と水とが混合された燃料を混合燃料と定義する。

20

【0059】

そして、燃料電池システムにおける、水素と反応する酸素としては、別途の貯蔵手段に貯蔵された純粋酸素ガス、または酸素を含有した空気を使用することができる。しかし、以下に説明する実施の形態においては、酸素として後者の空気を使用することとする。

【0060】

先ず、本発明の実施の形態にかかる燃料電池システムの全体的な構成について説明する。図1は、本発明の実施の形態にかかる燃料電池システムの全体の構成を概略的に示した図である。

30

【0061】

本実施形態にかかる燃料電池システム100は、電解質に高分子膜を用いた高分子電解質型燃料電池（PEFC：Polymer Electrolyte Fuel Cell、またはPEMFC：Proton Exchange Membrane Fuel Cell）である。このような高分子電解質型の燃料電池システムは、改質器により上述した混合燃料から水素ガスを発生させ、この燃料から発生させた水素ガスをスタックに供給して、水素と酸素の電気化学的反応により電気エネルギーを発生させる。

40

【0062】

本実施形態にかかる燃料電池システム100は、上記液状の燃料から水素ガスを発生させる改質器20と、発生された水素ガスと酸素の化学反応エネルギーを電気エネルギーに変換させて電気を生産するスタック10と、改質器20に燃料を供給する燃料供給源50と、スタック10及び改質器20に酸素を供給する酸素供給源70と、を含んで構成される。

【0063】

燃料供給源50は、液状の燃料を貯蔵する第1タンク51と、水を貯蔵する第2タンク53と、第1タンク51及び第2タンク53に共に連結された燃料ポンプ55と、を含んで構成される。また、酸素供給源70は、所定のポンプ力または圧力で空気を供給する空

50

気ポンプ 71 を含んで構成される。

【0064】

次に、本発明の実施の形態にかかる燃料電池システムの改質器の構成について説明する。本実施形態にかかる燃料電池システムの改質器 20 は、燃料供給源 50 から燃料を受け、この燃料から水素ガスをスタック 10 に供給する。図 2 は、本実施形態による改質器の構造を示す分解斜視図である。図 3 は、図 2 の構成要素が部分的に結合された斜視図である。図 4 は、図 2 または図 3 の構成要素が結合された際の断面図である。

【0065】

本実施形態にかかる改質器 20 は、互いに独立した内部空間を有する少なくとも二重管路の形態に形成されるもので、第 1 反応部 23 と、第 2 反応部 27 とを備える。第 1 反応部 23 は、液状の燃料と空気の酸化反応により熱エネルギーを発生させる。第 2 反応部 27 は、上記熱エネルギーによる改質反応により混合燃料から水素ガスを発生させ、更に上記水素ガスに含有された一酸化炭素の濃度を低減させる。

【0066】

上述した第 1 反応部 23 と第 2 反応部 27 とを備える改質器 20 の具体的な構造として、改質器 20 は、第 1 管路 21 と、第 1 管路 21 の内部に位置する第 2 管路 22 とを含んで構成される。第 1 管路 21 は、所定の断面積を有し、その形状は実質的に、両端が開放された円形管状に形成される。第 2 管路 22 は、第 1 管路 21 の断面積より小さい断面積を有し、その形状は実質的に、両端が開放された円形管状に形成される。ここで、第 2 管路 22 は、その外周面と第 1 管路 21 の内周面が均一な間隔を有するように、第 1 管路 21 と同心状に配設される。すなわち、改質器 20 は、口径の異なる管路を同軸上に配置した二重またはそれ以上の多重の管路構造を有する。

【0067】

第 1 管路 21 及び第 2 管路 22 の材質としては、熱伝導性を有するステンレス鋼、アルミニウム、銅、または鉄などを使用することができる。上記ステンレス鋼（ステンレスチール）としては、例えば日本工業規格（JIS）で定められた材料表記記号が SUS（Steel Use Stainless）であるものを用いることができる。

【0068】

第 1 反応部 23 は、上記構造を有する改質器 20 において、第 2 管路 22 と、第 2 管路 22 の内部空間に充填される酸化触媒層 24 と、第 2 管路 22 の一端部に形成される注入口 25a と、第 2 管路 22 の他端部に形成される排出口 26a とを含んで構成される。

【0069】

ここで、注入口 25a は、液状燃料と空気を第 2 管路 22 の内部空間に注入可能にする孔として形成される。また、排出口 26a は、液状燃料と空気の酸化反応によって発生した燃焼ガスを第 2 管路 22 の内部空間から外部へ排出可能にする孔として形成される。すなわち、第 1 反応部 23 は、一端部に注入口 25a を有する第 1 キャップ 25 が結合され、他端部に排出口 26a を有する第 2 キャップ 26 が結合されて形成された第 2 管路 22 内の空間に、酸化触媒層 24 を設けることにより形成される。

【0070】

このとき、第 1 反応部 23 には、注入口 25a を通じて、燃料供給源 50 の第 1 タンク 51 に貯蔵された液状の燃料が管状の第 1 供給ライン 81 を通じて供給され、酸素供給源 70 の空気ポンプ 71 からの空気が管状の第 3 供給ライン 83 を通じて供給される。すなわち、第 1 キャップ 25 の注入口 25a と第 1 タンク 51 は管状の第 1 供給ライン 81 により連結され、注入口 25a と空気ポンプ 71 は管状の第 3 供給ライン 83 により連結される。このとき、第 1 供給ライン 81 及び第 3 供給ライン 83 は、合流されて単一合流ライン 91 となってから第 1 キャップ 25 の注入口 25a に連結されることが望ましいが、それぞれ別々に第 2 管路 22 の内部と連結される構成とすることも可能である。合流ライン 91 を注入口 25a に連結させるためには、合流ライン 91 を後述する断熱部 36 及び第 1 管路 21 を貫通させてから注入口 25a に連結させるようにする。このため、第 1 管

路 2 1 には、合流ライン 9 1 を連通させる第 1 貫通孔 2 1 a が形成される。このように、第 1 反応部 2 3 に燃料または空気を供給するには、断熱部 3 6、第 1 管路 2 1、及び第 1 キャップ 2 5 を貫通させて供給ラインを設けなければならないため、第 1 供給ライン 8 1 と第 3 供給ライン 8 3 を予め合流させて一本のラインとしておけば、構成を単純化することができる。

【0071】

そして、酸化触媒層 2 4 は、第 2 管路 2 2 の内部空間に充填されて、液状燃料と空気の酸化反応を促進させて、所定温度の熱源を発生させる。このような酸化触媒層 2 4 は、例えばアルミナ (Al_2O_3)、シリカ (SiO_2) またはチタニア (TiO_2) などからなるペレット形態の担体に、白金 (Pt)、ルテニウム (Ru) などの触媒物質を担持させた構造を有する。

10

【0072】

第 2 反応部 2 7 は、上記構造を有する改質器 2 0 において、第 1 管路 2 1 と、第 1 管路 2 1 と第 2 管路 2 2 との間の空間に充填される改質触媒層 2 8 と、第 1 管路 2 1 の一端部に形成される注入口 3 1 a と、第 1 管路 2 1 の他端部に形成される排出口 3 2 a とを含んで構成される。

【0073】

ここで、注入口 3 1 a は、液状燃料と水の混合燃料を第 1 管路 2 1 と第 2 管路 2 2 との間の内部空間に注入可能にする孔として形成される。また、排出口 3 2 a は、混合燃料の改質反応により発生する水素ガスを上記内部空間から外部へ排出させる孔として形成される。すなわち、第 2 反応部 2 7 は、第 1 管路 2 1 と第 2 管路 2 2 との間の空間の各端部に第 3 キャップ 3 1 と第 4 キャップ 3 2 とを設けて形成された密閉空間に改質触媒層 2 8 を設けて構成されるものである。そして、混合燃料は第 3 キャップ 3 1 に形成された注入口 3 1 a から注入され、生成された水素ガス及び副生成物は第 4 キャップ 3 2 に形成された排出口 3 2 a から排出される。

20

【0074】

この際、第 3 キャップ 3 1 は、第 2 管路 2 2 が貫通する第 2 管路貫通孔 3 1 b が形成された環状のフランジからなる。そして、上記環状のフランジには、第 2 管路貫通孔 3 1 b の周囲に、注入口 3 1 a が放射状に形成される。すなわち、上記環状のフランジには、複数の注入口 3 1 a が、第 2 管路貫通孔 3 1 b を中心とした円周上に配設される。このように注入口 3 1 a が複数個形成されるのは、第 1 管路 2 1 と第 2 管路 2 2 との間に形成される長いリング状の空間に混合燃料を均一に注入するためである。そして、均一な燃料の注入のためには、注入口 3 1 a は第 2 管路貫通孔 3 1 b を中心とした円周上に等間隔で配設されることがより望ましい。また、注入口 3 1 a を一個だけ配設して第 2 パス部材 3 5 も一本だけ設ける構成とすることも可能であるが、改質反応の効率を上げるためには、注入口 3 1 a を複数個配設した構成の方が好ましい。

30

【0075】

このとき、第 2 反応部 2 7 の注入口 3 1 a には、燃料供給源 5 0 の第 1 タンク 5 1 に貯蔵された液状の燃料及び第 3 タンク 5 3 に貯蔵された水が、管状の第 2 供給ライン 8 2 を通じて供給される。すなわち、第 3 キャップ 3 1 の注入口 3 1 a と第 1 タンク 5 1 及び第 2 タンク 5 3 は、管状の第 2 供給ライン 8 2 を介して互いに連結される。具体的には、第 2 供給ライン 8 2 は、後述する熱伝達ユニット 3 3 の第 2 パス部材 3 5 を通じて注入口 3 1 a と連結される。ここで、注入口 3 1 a が複数存在する場合は、第 2 供給ライン 8 2 は複数のラインに分割されてそれぞれの注入口 3 1 a に連結される。すなわち、第 2 供給ライン 8 2 から第 2 パス部材 3 5 を経て注入口 3 1 a に到達するまでの経路において、第 2 供給ライン 8 2 は注入口 3 1 a の数に対応するように分岐されるが、上記分岐の方法や、第 2 パス部材 3 5 の本数は特に限定されるものではない。

40

【0076】

そして、第 2 反応部 2 7 の排出口 3 2 a からは、混合燃料の改質反応により生成された水素ガスが、管状の第 4 供給ライン 8 4 を通じてスタック 1 0 の電気生成部 1 1 に送られ

50

る。すなわち、第4キャップ32の排出口32aと後述するスタック10の電気生成部11は、管状の第4供給ライン84を介して互いに連結される。この場合、第4供給ライン84は、後述する断熱部36を貫通して電気生成部11と排出口32aとを互いに連結するようにすることができる。

【0077】

そして、改質触媒層28は、第1管路21と第2管路22との間の空間に充填されて、混合燃料の改質反応、すなわち混合燃料の分解反応及び一酸化炭素の変性反応を促進させて、上記混合燃料から水素ガスを発生させる。このような改質触媒層28は、アルミナ(Al_2O_3)、シリカ(SiO_2)またはチタニア(TiO_2)からなるペレット形態の担体に、銅(Cu)、ニッケル(Ni)、白金(Pt)などの触媒物質を担持させた構造を有する。

10

【0078】

また、第2反応部27は、図1及び図4に図示されたように、第1管路21と第2管路22との間の空間に、改質触媒層28に続いて位置する水性ガス転換触媒層29をさらに含むこともできる。水性ガス転換触媒層29は、改質触媒層28により生成された水素ガスに含有された一酸化炭素の濃度を、水性ガス転換反応(Water-Gas Shift Reaction: WGS、またはシフト反応)により、低減させる機能を有する。すなわち、水性ガス転換触媒層29においては、混合燃料の改質反応により副生された一酸化炭素と水蒸気とが反応して二酸化炭素と水素とになるので、水素ガスに含有された一酸化炭素の濃度を低減させることができる。

20

【0079】

ここで、混合燃料は、第3キャップ31の注入口31aを介して第1管路21と第2管路22との間の空間に注入され、改質触媒層28を通過しながら水素ガスに転換された状態で第4キャップ32の排出口32aを介して排出される。このような混合燃料が水素ガスに転換される際の経路において、水性ガス転換触媒層29は、第1管路21と第2管路22との間の空間における第4キャップ32の排出口32a側に位置することが望ましい。すなわち、水性ガス転換触媒層29は、第1管路21と第2管路22との間の空間における混合燃料の流れに沿った改質触媒層28の下流側に配置される。かかる水性ガス転換触媒層29は、アルミナ(Al_2O_3)、シリカ(SiO_2)またはチタニア(TiO_2)からなるペレット形態の担体に、銅(Cu)、亜鉛(Zn)、鉄(Fe)、クロム(Cr)などの触媒物質を担持させた構造を有する。

30

【0080】

ここで、本実施形態にかかる改質器20は、第1反応部23にて発生した熱エネルギーの利用効率を高めるために、上記熱エネルギーを第2反応部27及び第2反応部27に供給される燃料に伝達する熱伝達ユニット33を備える。

【0081】

熱伝達ユニット33は、管状の第1パス部材34と管状の第2パス部材35とにより構成される。第1パス部材34は、第2管路22の排出口26aを介して排出される比較的高温の燃焼ガスを第1管路21の外周方向、すなわち第1管路21の外周面に伝達する役割りを果たす。そして、第2パス部材35は、第1パス部材34と接触するように配設されて、その内部を第2反応部27に供給される混合燃料が流れるようにすることにより、第1パス部材34の管内の熱エネルギーを第1管路21の注入口31aに供給される混合燃料に伝達する役割りを果たす。

40

【0082】

熱伝達ユニット33の第1パス部材34は管状であり、その一端部は第2管路22の排出口26a、つまり第2キャップ26の排出口26aに連結され、上記一端部から延長された管は第1管路21の外周面にコイル状に巻き付けられる構造を有する。ここで、第1パス部材34の他端部は、後述する断熱部36の内部からこの断熱部36を貫通して外部へ引き出される。

【0083】

50

熱伝達ユニット 33 の第 2 パス部材 35 は管状であり、その一端部は第 1 管路 21 の注入口 31 a、つまり第 3 キャップ 31 に放射状に形成された複数の注入口 31 a にそれぞれ連結される。そして、上記一端部から延長された管は、第 1 パス部材 34 と接触しつつ第 1 管路 21 の外周面にコイル状に巻き付けられる構造を有する。ここで、第 2 パス部材 35 の他端部は、後述する断熱部 36 の内部からこの断熱部 36 を貫通して外部へ引き出され、上述した第 2 供給ライン 82 を介して第 1 タンク 51 及び第 2 タンク 53 に連結される。

【0084】

上述したように、熱伝達ユニット 33 は、第 1 管路 21 の外周面に相互に接触しつつコイル状に巻き付けられる管状の第 1 パス部材 34 及び第 2 パス部材 35 からなる。このとき、第 1 パス部材 34 内には第 1 反応部 23 から排出される高温の燃焼ガスが流れるので、その熱は第 1 パス部材 34 に接して設けられた第 2 パス部材 35 に伝達される。そして、第 2 パス部材 35 内には第 2 反応部 27 に供給される液状の燃料及び水が流れるので、第 2 反応部 27 には第 2 パス部材 35 の管路内で予熱された液状の燃料及び水が供給されることになる。

10

【0085】

しかしながら、このような、構造では、第 1 パス部材 34 の熱エネルギーが改質器 20 の外部にも放出されてしまい、第 1 反応部 23 から発生する熱エネルギーの全てを第 2 反応部 27 に伝達することができない。このような場合、改質器 20 の第 2 反応部 27 には、温度むらの発生及び熱効率の低下が生じ、改質反応の効率を低下させる原因となる。したがって、本実施形態にかかる改質器 20 は、第 1 反応部 23 から発生する熱エネルギーが外部へ放出されないように断熱する断熱部 36 を備える。

20

【0086】

断熱部 36 は、図 4 に示すように、熱伝達ユニット 33 を含む第 1 管路 21 の全体を取り囲むように一端部が閉鎖され他端部が開放された円柱状の本体 37 と、本体 37 の他端部に結合されて本体 37 の内部空間を実質的に密封する密封キャップ 38 とを含んで構成される。

【0087】

本体 37 は、第 1 管路 21 の全体を取り囲む内壁 37 a と、内壁 37 a から所定の間隔だけ離隔されて内壁 37 a を支持しながら内壁 37 a の全体を取り囲む外壁 37 b とを含む。この際、内壁 37 a と外壁 37 b との間の空間は真空状態であることが望ましい。そして、内壁 37 a 及び外壁 37 b は相対的に熱伝導度の小さい断熱素材、例えばステンレス鋼、ジルコニウムなどの金属断熱素材、又はセラミックなどの非金属断熱素材から成ることができる。上記ステンレス鋼（ステンレススチール）としては、例えば日本工業規格（JIS）で定められた材料表記記号が SUS（Steel Use Stainless）であるものを用いることができる。

30

【0088】

密封キャップ 38 は、本体 37 の他端部にネジ締結方式または圧力嵌め方式によって結合されることができる。このとき、密封キャップ 38 には、合流ライン 91 が貫通して注入口 25 a に連結できるようにする第 2 貫通孔 38 a と、複数の第 2 パス部材 35 が貫通して本体 37 の内部空間の外部へ引き出されるようにする複数の第 3 貫通孔 38 b と、第 4 供給ライン 84 が貫通して排出口 32 a に連結できるようにする第 4 貫通孔 38 c と、第 1 パス部材 34 が貫通して本体 37 の内部空間の外部へ引き出されるようにする第 5 貫通孔 38 d とが形成される。

40

【0089】

詳細に説明すると、液状の燃料と空気を第 2 管路 22 の内部空間、すなわち第 1 反応部 23 に供給するための合流ライン 91 は、密封キャップ 38 と第 1 管路 21 を貫通して、第 2 管路 22 の注入口 25 a に連結される。

【0090】

そして、混合燃料を第 1 管路 21 と第 2 管路 22 との間の空間に供給するための第 2 パ

50

ス部材 35 は、本体 37 の内部空間から密封キャップ 38 を貫通して本体 37 の内部空間の外部へ引き出すことができる。すなわち、第 1 タンク 51 及び第 2 タンク 53 からの混合燃料は、第 2 供給ライン 82 を経て複数の第 2 パス部材 35 に供給される。そして、複数の第 2 パス部材 35 は密封キャップ 38 を貫通して第 1 管路 21 の外周面に巻き付けられてから複数の注入口 31a に連結されて、これにより加熱された混合燃料が第 2 反応部 27 に供給される。

【0091】

また、後述するスタック 10 の電気生成部 11 に連結される第 4 供給ライン 84 は、密封キャップ 38 を貫通して第 1 管路 21 の排出口 32a に連結することができる。すなわち、第 2 反応部 27 で生成された水素ガスは、密封キャップ 38 を貫通する第 4 供給ライン 84 を通じて本体 37 の外部に設けられるスタック 10 の電気生成部 11 に供給される。

10

【0092】

そして、第 2 管路 22 の内部空間で発生した液状の燃料と空気の燃焼ガスを排出させるための第 1 パス部材 34 は、本体 37 の内部空間から密封キャップ 38 を貫通して本体 37 の内部空間の外部へ引き出すことができる。すなわち、第 1 反応部 23 から排出される高温の燃焼ガスは、排出口 26a から第 1 パス部材 34 へと排出される。そして、第 1 パス部材 34 は第 1 管路 21 の外周面に巻き付けられてから密封キャップ 38 を貫通して本体 37 の外部に引き出される。

【0093】

20

次に、本発明の実施の形態にかかる燃料電池システムに設けられるスタックについて説明する。図 5 は、図 1 に示したスタックの構造を詳細に示す分解斜視図である。

【0094】

図 1 及び図 5 に示すように、本実施形態にかかる燃料電池システム 100 に適用されるスタック 10 は、改質器 20 により生成された水素ガスと空気中の酸素との酸化還元反応により電気エネルギーを発生させる少なくとも一つの電気生成部 11 を含んで構成される。

【0095】

電気生成部 11 は、電気を発生させる最小単位のセルであり、電極－電解質合成体 12 を中間に置いて、その両側にセパレータ 16 が配置された構造を有する。そして、この単位セルが複数個直列に接続されて本実施形態に示す積層構造のスタック 10 を形成する。スタック 10 の最外側面、すなわち積層された複数のセルの両端部となる層の外側には、複数の電気生成部 11 を密着させる別途の加圧プレート 13 を配設することができる。また、スタック 10 は、加圧プレート 13 を省略した構成とすることもできる。この場合、電気生成部 11 の最外側面に位置するそれぞれのセパレータ 16 が、加圧プレート 13 に代わって複数の電気生成部 11 を密着させる役割を果たすように構成される。また、加圧プレート 13 は、複数の電気生成部 11 を密着させる機能の他に、後述するセパレータ 16 の固有機能を有するように構成することもできる。

30

【0096】

電気生成部 11 の電極－電解質合成体 12 は、一方の面にアノード電極を備え、他方の面にカソード電極を備え、両電極の間に電解質膜を備える構造を有する。アノード電極側には水素ガスが供給され、カソード電極側には酸素を含んだ空気が供給される。アノード電極は、水素ガスを酸化反応させ、水素イオンと電子とに分解する。ここで、電解質膜は、アノード電極から生成された水素イオンをカソード電極に移動させるイオン交換を可能にするので、水素イオンはアノード電極から電荷質膜を介してカソード電極に移動する。一方、変換された電子は外部の回路に引き出され、この電子の流れにより電流が発生する。カソード電極は、上記水素イオン、電子及び酸素を還元反応させて水に変換させる。すなわち、電解質膜はイオンしか通さないため、アノード電極で生成された水素イオン及び電子のうち、水素イオンのみが電解質膜を通過してカソード電極へ移動し、電子は外部回路を通じてカソード電極へ移動する。このように電子が外部回路を流れることにより、電

40

50

気を発生させることができる。

【0097】

電気生成部11のセパレータ16は、電極－電解質合成体12の酸化／還元反応に必要な水素ガスと空気をアノード電極とカソード電極に供給する通路の機能を有し、アノード電極とカソード電極を直列に連結させる伝導体の機能も有する。より具体的に説明すると、セパレータ16は、電極－電解質合成体12のアノード電極に密着される面に、アノード電極に水素ガスを供給するための水素通路を有する。同時に、電極－電解質合成体12のカソード電極に密着する面に、カソード電極に空気を供給するための空気通路を形成する流露チャンネル17が設けられる。

【0098】

加圧プレート13には、水素ガスをセパレータ16の水素通路に供給するための第1注入部13aと、空気をセパレータ16の空気通路に供給するための第2注入部13bと、電極－電解質合成体12のアノード電極で反応して残った水素ガスを排出させるための第1排出部13cと、電極－電解質合成体12のカソード電極で水素と酸素の結合反応により生成された水分と水素と反応して残った空気を排出させるための第2排出部13dとが設けられる。ここで、第1注入部13aは、前述した第4供給ライン84により、改質器20の第1管路21の排出口32aと連結される。また、第2注入部13bは、管状の第5供給ライン85により、空気ポンプ71と連結することができる。更に、第1排出部13cを、別途の管路（図示せず）を介して、改質器20の第2管路22の注入口25aに連結するようにして、アノード電極で反応して残った水素ガスを改質器20に戻して再利用することもできる。

【0099】

次に、上述したような構成を有する本発明の実施の形態による燃料電池システムの改質器の組立手順を詳細に説明する。

【0100】

本実施形態による改質器20の組立手順は、先ず、第2管路22の一端部に第1キャップ25を結合させる。次に、第2管路22を第1管路21の内部空間に位置させる。この際、第2管路22は第1管路21と同心方向に配置されることが望ましい。また、第2管路22の第1キャップ25が設けられる一端が、第1管路21の第4キャップ32が設けられる一端と同じ側になるように配置する。

【0101】

次いで、第1タンク51及び空気ポンプ71に連結される合流ライン91を、密封キャップ38の第2貫通孔38aを通過させ、更に第1管路21の第1貫通孔21aを通過させてから、第1キャップ25の注入口25aに連結する。

【0102】

その後、第1管路21の一端部に第4キャップ32を結合させる。そして、スタック10の第1注入部13aに連結される第4供給ライン84を、密封キャップ38の第4貫通孔38cに通過させてから、第4キャップ32の排出口32aに連結する。

【0103】

次に、第1管路21と第2管路22間の空間に水性ガス転換触媒層29及び改質触媒層28を順次充填する。そして、第3キャップ31の第2管路貫通孔31bに第2管路の他端部を通過させた状態で、第3キャップ31を第1管路21の他端部に結合される位置まで移動させて第3キャップ31を第1管路21に装着する。

【0104】

次に、第2管路22の内部空間に酸化触媒層24を充填する。そして、第2管路22の他端部に第2キャップ26を結合させる。

【0105】

次いで、第2キャップ26の排出口26aに第1パス部材34の一端部を連結させる。そこから、第1パス部材34を第1管路21の外周面に沿って螺旋状に巻き付けて、他端部は密封キャップ38の第5貫通孔38dに通過させる。

【0106】

その後、第3キャップ31の複数の注入口31aに複数の第2パス部材35の一端部をそれぞれ連結し、各第2パス部材35を第1管路21の外周面に沿って螺旋状に巻き付ける。このように構成することにより、各第2パス部材35は、既に第1管路21の外周面に巻き付けられている第1パス部材34と接触することになる。そして、第2パス部材35の他端部を、密封キャップ38の複数の第3貫通孔38bに通過させる。

【0107】

このような状態で、断熱部36を構成する本体37の内部空間に、第2管路22が内部に配設された第1管路21全体を挿入する。そして、断熱部36の本体37の端部に各孔にそれぞれの管が挿通された密封キャップ38を結合させて、本体37の内部空間を密封する。

10

【0108】

上に述べたように、本実施形態にかかる燃料電池システムの改質器は、第1管路21及び第2管路22の両端、及び断熱部の一端が、それぞれキャップで密閉される構造となっている。このような構造とすることにより、改質器の組み立てが容易になる。特に、組み立て作業における酸化触媒層24、改質触媒層28、及び水性ガス転換触媒層29の充填が容易になる。また、メンテナンスの際にも、改質器20は分解可能なため、部品の交換や内部の清浄などを容易に行うことができる。

【0109】

次に、上述したような構成を有する本発明の実施の形態による燃料電池システムのシステム全体の動作を詳細に説明する。

20

【0110】

先ず、燃料ポンプ55を稼動させると、第1タンク51に貯蔵された液状燃料が第1供給ライン81を介して第2管路22の内部空間に供給される。同時に、空気ポンプ71を稼動させると、空気が第3供給ライン83を介して第2管路22の内部空間に供給される。このとき、第1供給ライン81を通過する液状燃料と第3供給ライン83を通過する空気は、合流ライン91により合流された状態で、第2管路22の内部空間に注入される。

【0111】

上記液状燃料と空気は、第2管路22内部の酸化触媒層24を通過するが、その際に酸化触媒反応が生じる。このような過程において、第2管路22の内部、すなわち第1反応部23では、液状燃料と空気が酸化触媒反応により燃焼しながら所定温度の反応熱が発生する。そして、この反応熱は第2管路22を介して第1管路21と第2管路22との間の空間、すなわち第2反応部27に伝達される。

30

【0112】

次に、第2管路22の内部で発生する比較的高温の燃焼ガスは第1パス部材34を介して排出される。すると、第1パス部材34はその内部を通過する上記燃焼ガスの熱により所定温度に加熱される。

【0113】

このような状態で、燃料ポンプ55を稼動させると、第1タンク51に貯蔵された液状燃料と第2タンク53に貯蔵された水が第2供給ライン82を介して第2パス部材35に供給される。この際、第2パス部材35を通過する液状燃料及び水の混合燃料は、第2パス部材35が所定温度に加熱された第1パス部材34と接触しているため、第1パス部材34から発生する熱を受けて所定温度に予熱される。

40

【0114】

したがって、このように予熱された混合燃料は第2パス部材35を介して第1管路21と第2管路22との間の空間、すなわち第2反応部27に注入され、この空間に位置する改質触媒層28を通過する。この際、改質触媒層28を通過する混合燃料は、第2管路22から更に熱エネルギーを吸収する。この過程において、第1管路21と第2管路22との間の内部空間では、改質触媒層28による混合燃料の分解反応が起こり、水素及び二酸化炭素を含有する水素ガスが発生する。またこの際、第1管路21と第2管路22との間

50

の空間では、改質触媒反応による副生成物としての一酸化炭素が含有された水素ガスが生成される。

【0115】

次いで、上記水素ガス及び副生成物は水性ガス転換触媒層29を通過する。すると、第1管路21の排出口32a側では、水性ガス転換触媒反応により、混合燃料の改質反応により副生された一酸化炭素と水蒸気とが反応して二酸化炭素と水素とになる。このようにして追加の水素ガスが発生するので、第2反応部27で生成される水素ガスに含有される一酸化炭素の濃度を低減させることができる。

【0116】

上述したような、第1反応部23での酸化触媒反応による反応熱、すなわち第2管路22の内部空間で発生する反応熱は、本実施形態においては、断熱部36により遮断されるので外部へ放出されない。すなわち、第1反応部23から発生する熱エネルギーを第2反応部27及び熱伝達ユニット33に伝達する過程において、上記熱エネルギーは、断熱部36の本体37の内壁37aによって一次的に断熱され、内壁37aと外壁37bとの間の真空空間及び外壁37bによって2次的に断熱される。したがって、断熱部36により、第1反応部23から発生する熱エネルギーの損失を防止することができるので、改質器20の反応効率及び熱効率を向上させることができる。

【0117】

次に、このように一酸化炭素の濃度が低減した水素ガスを第4供給ライン84を介してスタック10の第1注入部13aに供給する。同時に、空気ポンプ71を稼働させることで、空気を第5供給ライン85を介してスタック10の第2注入部13bに供給する。すると、上記水素ガスはセパレータ16の水素通路に沿って電極-電解質合成体12のアノード電極に供給される。そして、空気はセパレータ16の空気通路に沿って電極-電解質合成体12のカソード電極に供給される。

【0118】

したがって、アノード電極では、酸化反応により水素ガスが電子とプロトン（水素イオン）とに分解される。そして、プロトンは電解質膜を介してカソード電極に移動する。一方、電子は電解質膜を介して移動することができないため、セパレータ16を介して隣り合う電極-電解質合成体12のカソード電極に移動することになる。この際、電子の流れにより電流が発生する。また更に、熱及び水も発生する。

【0119】

次に、上述した本発明の実施の形態の変更例について説明する。本実施形態の変更例による燃料電池システムの改質器120は、上述した実施の形態と同様の燃料を使用し、また、燃料電池システム全体の構成も上述した実施の形態と同様である。したがって、本実施形態の変更例による燃料電池システムの改質器120は、燃料供給源50から燃料を受け、この燃料から発生させた水素ガスをスタック10に供給する。

【0120】

図6は、本発明の実施の形態の変更例による改質器の構造を示す斜視図である。図7は、図6の断面図である。

【0121】

本発明の実施の形態の変更例による改質器120は、上述した実施の形態と同様に、互いに独立した内部空間を有する少なくとも二重管路の形態に形成されるもので、第1反応部123と、第2反応部127とを備える。第1反応部123は、液状の燃料と空気の酸化触媒反応により熱エネルギーを発生させる。第2反応部127は、上記熱エネルギーによる改質反応により混合燃料から水素ガスを発生させ、更に上記水素ガスに含有された一酸化炭素の濃度を低減させる。

【0122】

上述した第1反応部123と第2反応部127とを備える改質器120の具体的な構造として、改質器120は、第1管路121と、第1管路121の内部に位置する第2管路122とを含んで構成される。すなわち、改質器120は、口径の異なる管路を同軸上に

配置した二重またはそれ以上の多重の管路構造を有する。

【0123】

第1反応部123は、第2管路122と、第2管路122の内部空間に充填される酸化触媒層124と、第2管路122の一端部に形成される注入部125と、第2管路122の他端部に形成される排出部126とを含んで構成される。ここで、注入部125は、液状燃料と空気を第2管路122の内部空間に注入する部分である。また、排出部126は、液状燃料と空気の酸化触媒反応により燃焼される燃焼ガスを上記内部空間から外部へ排出させる部分である。

【0124】

第2管路122の注入部125側には、上記燃料と空気を供給するための管状の供給ライン191が連結される。ここで、供給ライン191は第1管路121を貫通して注入部125に連結される。このため、第1管路121には、供給ライン191が貫通する第1貫通孔121aが形成される。

【0125】

第2反応部127は、第1管路121と、第1管路121と第2管路122との間の空間に充填される改質触媒層128と、第1管路121の一端部に形成される注入部131と、第1管路121の他端部に形成される排出部132とを含んで構成される。注入部131は、液状燃料及び水の混合燃料を第1管路121と第2管路122との間の空間に注入する部分である。また、排出部132は、混合燃料の改質触媒反応により発生する水素ガスを上記内部空間から外部へ排出させる部分である。そして、第1管路121の排出部132には、上記水素ガスを排出するための管状の排出ライン184が連結される。

【0126】

また、第2反応部127は、図7に示されたように、第1管路121と第2管路122との間の空間に、改質触媒層128に続いて位置する水性ガス転換触媒層129をさらに含むこともできる。水性ガス転換触媒層129は、改質触媒層128により生成された水素ガスに含有された一酸化炭素の濃度を、水性ガス転換反応（Water-Gas Shift Reaction：WGS、またはシフト反応）により、低減させる機能を有する。

【0127】

ここで、改質器120は、上述した本発明の実施の形態と同様に、第1反応部123にて発生した熱エネルギーを、第2反応部127及び第2反応部127に供給される混合燃料に伝達するための熱伝達ユニット133を備える。

【0128】

熱伝達ユニット133は、第1管路121の外周面にそれぞれコイル状に巻き付けられた管状の第1パス部材134と第2パス部材135とにより構成される。第1パス部材134は、酸化触媒層124による燃料及び空気の酸化反応によって生成されて第2管路122の排出部126を介して排出される比較的高温の燃焼ガスを第1管路121の外周方向、すなわち第1管路121の外周面に伝達する役割りを果たす。そして、第2パス部材135は、混合燃料を、第1管路121の注入部131を介して、第1管路121と第2管路122との間の内部空間に供給することにより、上記燃焼ガスの熱エネルギーを上記混合燃料に伝達する。すなわち、第2パス部材135は、第1パス部材134と接触するように配設されて、その内部を第2反応部127に供給される混合燃料が流れるようにすることにより、第1パス部材134の管内を通じて移動する熱エネルギーを、第1管路121の注入部131に供給される混合燃料に伝達する役割りを果たす。

【0129】

具体的には、第1パス部材134は、第2管路122の内部と連通し、第1管路121の外周面に接触するように設けられる。そして、第1パス部材134の一端は、第2管路122の排出部126側に穿設された第2貫通孔122aに連結される。すなわち、第1パス部材134は、一方の端部が第2貫通孔122aに連結され、上記一方の端部から延長される管路が第1管路121の外周面にコイル状に巻き付けられる構造を有する。

【0130】

また、第2パス部材135は、第1管路121と第2管路122との間の空間と連通し、第1管路121の外周面に接触するように設けられる。そして、第2パス部材135の一端は、第1管路121の注入部131側に穿設された第3貫通孔121bに連結される。すなわち、第1パス部材135は、一方の端部が第3貫通孔121bに連結され、上記一方の端部から延長される管路が第1管路121の外周面に、第1パス部材134と交互にコイル状に巻き付けられる構造を有する。

【0131】

ここで、第2パス部材135を、上述した実施の形態と同様に、複数本設けることも可能である。その場合、第1管路121の注入部131側には、各第2パス部材135がそれぞれ連結される複数の第3貫通孔121bが穿設される。また、このように構成される上記変更例による改質器120には、実施の形態と同様に、熱伝達ユニット133を含む第1管路121の全体を取り囲むように、一端部が閉鎖され他端部が開放された断熱部を設けることもできる。

10

【0132】

このように構成される上記変更例による改質器の動作は先の実施の形態と同様であるため、以下にその概略について説明し、詳細な説明は省略することとする。

【0133】

先ず、第1タンク51に貯蔵された液状燃料と、空気ポンプ71により送り出される空気とが、第1供給ライン81と第3供給ライン83とが合流された合流ライン191を介して供給される。上記液状燃料と空気は、第1管路121に形成された第1貫通孔121aを通じて第2管路122の内部空間に注入される。

20

【0134】

第2管路122内部に注入された液状燃料と空気が酸化触媒層124を通過すると、酸化触媒反応が生じ、液状燃料と空気が燃焼して所定温度の反応熱が発生する。この際、上記反応熱は、第2管路122を囲む第2反応部127に伝達される。また、第2管路122の内部で発生した比較的高温の燃焼ガスは、第2管路122の排出部126側に穿設された第2貫通孔122aに連結された第1パス部材134を介して排出される。この際、第2反応部127の外周に巻きつけられている第1パス部材134は、その内部を通過する上記燃焼ガスの熱により所定温度に加熱される。

30

【0135】

このような状態で、燃料ポンプ55を稼動させると、第1タンク51に貯蔵された液状燃料と第2タンク53に貯蔵された水が第2供給ライン82を介して第2パス部材135に供給される。このとき、第2パス部材135は第1パス部材134と接触しつつ第2反応部127の外周に巻きつけられているため、第1パス部材134の熱は第2パス部材135に伝達される。従って、第2パス部材135の内部を通過する液状燃料及び水の混合燃料は、所定温度に予熱された状態で、第1管路121の注入部131側に穿設された第3貫通孔121bを通じて第2反応部123に注入される。

【0136】

第2反応部27に注入された混合燃料は、第2管路122からの熱エネルギーを吸収しつつ改質触媒層128を通過することにより分解反応し、水素ガス及び副生成物としての二酸化炭素及び一酸化炭素が生成される。そして、上記水素ガス及び副生成物が水性ガス転換触媒層129を通過すると、水性ガス転換触媒反応により、一酸化炭素と水蒸気とが反応して二酸化炭素と水素とになり、その結果、第2反応部27で生成される水素ガスに含有される一酸化炭素の濃度を低減させることができる。このようにして生成された水素ガスは、第1管路21の排出口32aを通じて排出ライン184へと送られ、その先のスタック10に供給される。

40

【0137】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は係る例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載さ

50

れた範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【産業上の利用可能性】

【0138】

本発明は、燃料電池システムの改質器及びこれを採用した燃料電池システムに適用可能であり、特に高分子電解質型燃料電池（PEFC：Polymer Electrolyte Fuel Cell、またはPEMFC：Proton Exchange Membrane Fuel Cell）システムの改質器及びこれを採用した燃料電池システムに適用可能である。

【図面の簡単な説明】

10

【0139】

【図1】本発明の実施の形態にかかる燃料電池システムの全体構成の概略を示す図である。

【図2】本発明の実施の形態にかかる改質器の構造を示す分解斜視図である。

【図3】図2の部分結合斜視図である。

【図4】図3の結合断面図である。

【図5】図1に示したスタックの構造を詳細に示す分解斜視図である。

【図6】本発明の実施の形態の変更例による改質器の構造を示す斜視図である。

【図7】図6の断面図である。

【符号の説明】

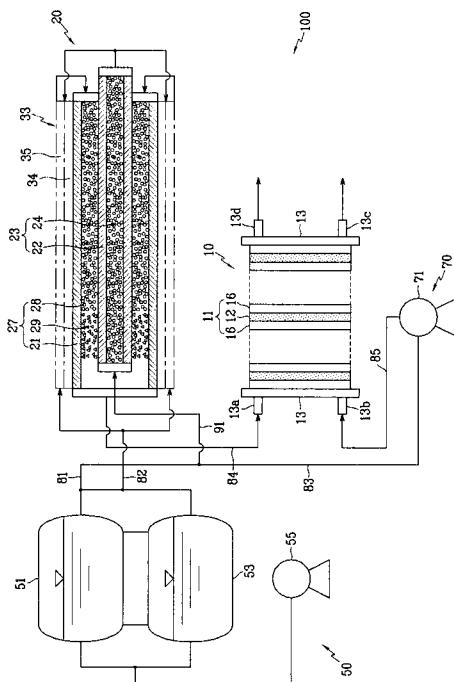
20

【0140】

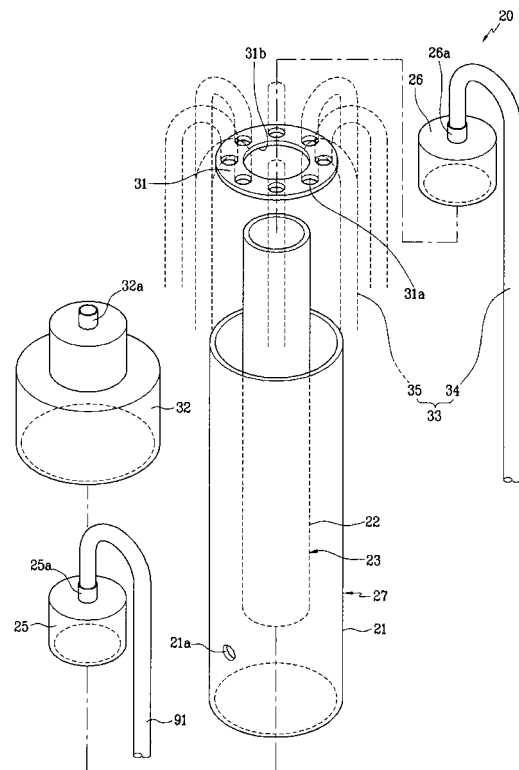
- | | | |
|---------|-----------|----|
| 10 | スタック | |
| 11 | 電気生成部 | |
| 12 | 電極－電解質合成体 | |
| 13 | 加圧プレート | |
| 16 | セパレータ | |
| 20, 120 | 改質器 | |
| 21, 121 | 第1管路 | |
| 22, 122 | 第2管路 | |
| 23, 123 | 第1反応部 | 30 |
| 24, 124 | 酸化触媒層 | |
| 25 | 第1キャップ | |
| 25a | 注入口 | |
| 26 | 第2キャップ | |
| 26a | 排出口 | |
| 27, 127 | 第2反応部 | |
| 28, 128 | 改質触媒層 | |
| 29, 129 | 水性ガス転換触媒層 | |
| 31 | 第3キャップ | |
| 31a | 注入口 | 40 |
| 31b | 第2管路貫通孔 | |
| 32 | 第4キャップ | |
| 32a | 排出口 | |
| 33, 133 | 熱伝達ユニット | |
| 34, 134 | 第1パス部材 | |
| 35, 135 | 第2パス部材 | |
| 36 | 断熱部 | |
| 37 | 本体 | |
| 38 | 密封キャップ | |
| 50 | 燃料供給源 | 50 |

5 1	第 1 タンク
5 3	第 2 タンク
5 5	燃 料 ポンプ
7 0	酸素供給源
7 1	空気ポンプ
8 1	第 1 供給ライン
8 2	第 2 供給ライン
8 3	第 3 供給ライン
8 4	第 4 供給ライン
8 5	第 5 供給ライン
9 1	合流ライン
1 0 0	燃料電池システム
1 2 5	注入部
1 2 6	排出部
1 3 1	注入部
1 3 2	排出部
1 8 4	排出ライン
1 9 1	供給ライン

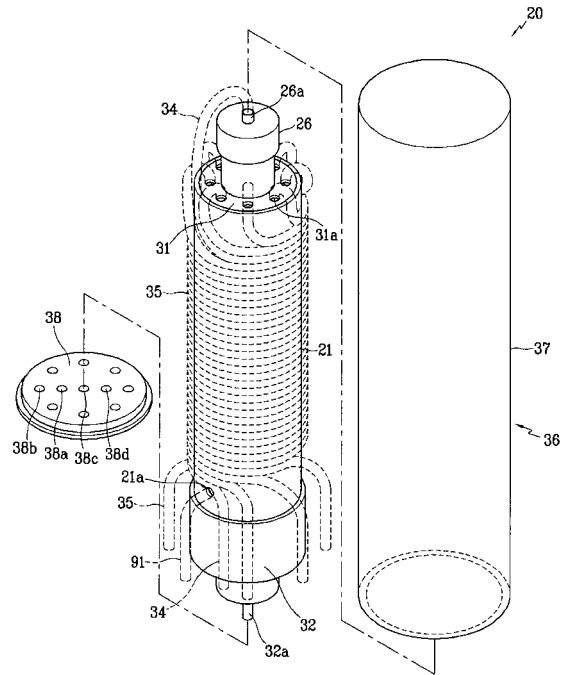
【図 1】



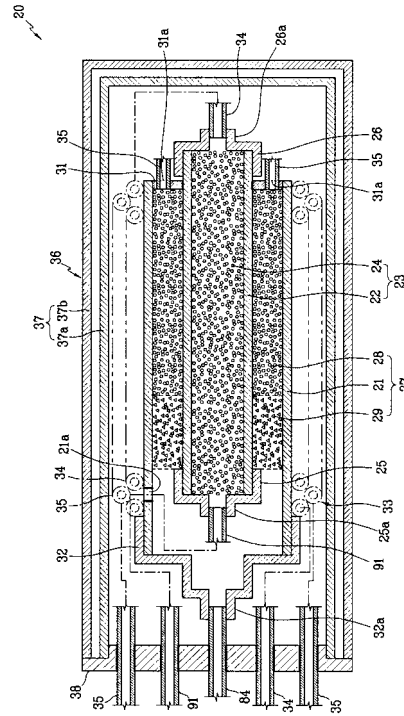
【図 2】



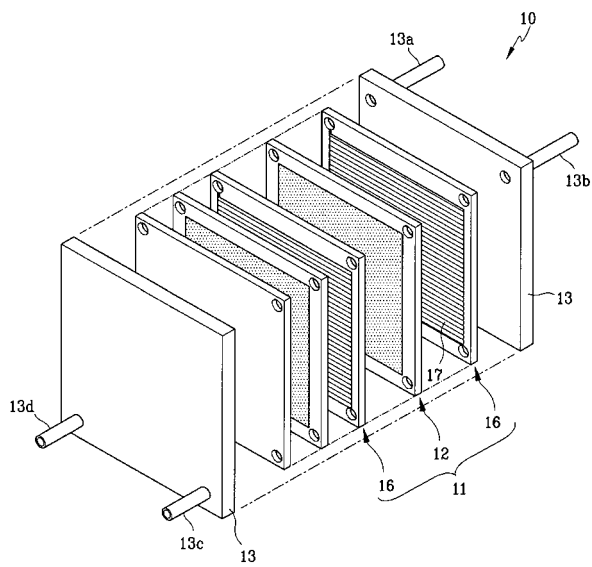
【図 3】



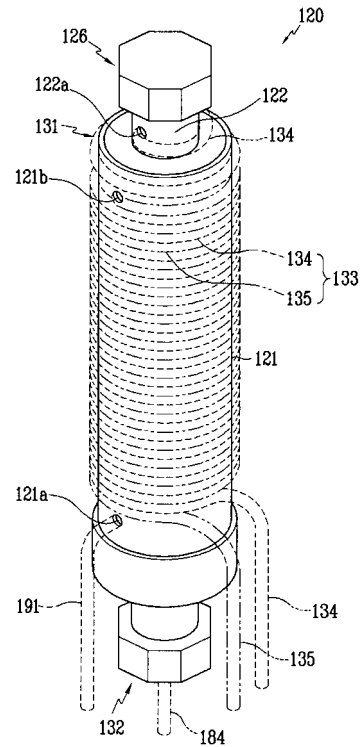
【図 4】



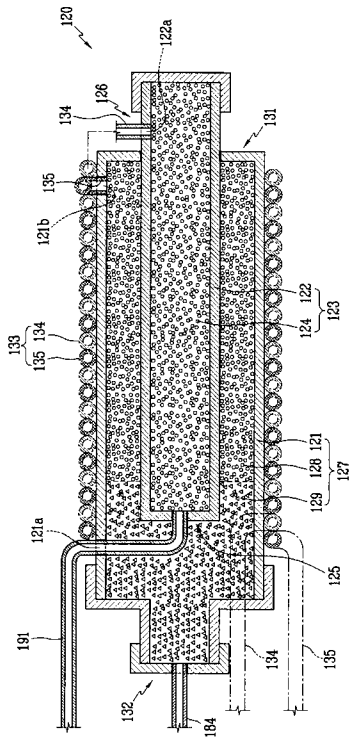
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 殷 瑩讚
大韓民国京畿道水原市靈通区シン洞 575
- (72)発明者 チョ ソンヨン
大韓民国京畿道水原市靈通区シン洞 575
- (72)発明者 安 聖鎭
大韓民国京畿道水原市靈通区シン洞 575

審査官 國島 明弘

- (56)参考文献 特開 2001-135336 (JP, A)
特開平 11-021103 (JP, A)
特開昭 61-247601 (JP, A)
特表 2006-019268 (JP, A)
特開 2003-089505 (JP, A)
特開 2005-243649 (JP, A)
特開 2006-093091 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|------|
| H01M | 8/06 |
| C01B | 3/38 |
| C01B | 3/48 |
| H01M | 8/10 |