(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2009-283245
(P2009-283245A)
(43)公開日　平成21年12月3日(2009.12.3)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
H01M	***8/06***	***(2006.01)***	H01M	8/06	R	5H026
C01B	***3/08***	***(2006.01)***	C01B	3/08	Z	5H027
H01M	***8/04***	***(2006.01)***	C01B	3/08	B	
H01M	***8/00***	***(2006.01)***	H01M	8/04	J	
H01M	*8/10*	*(2006.01)*	H01M	8/04	N	

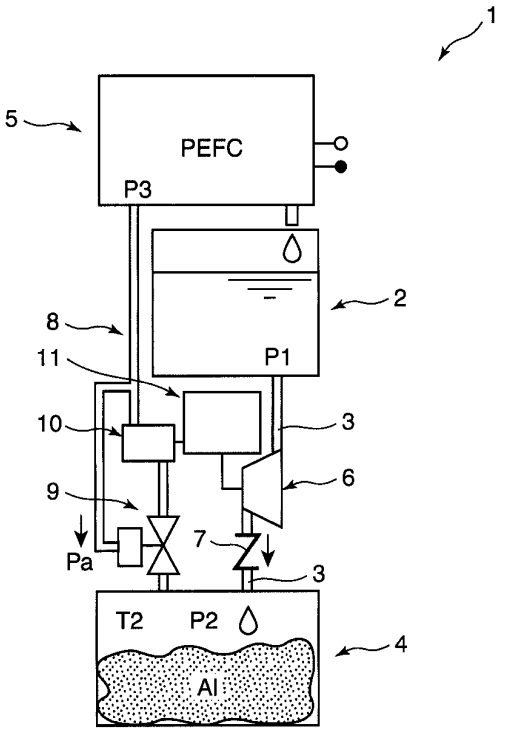
審査請求 未請求　請求項の数 11　ＯＬ　（全 14 頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2008-133147 (P2008-133147)
(22)出願日　平成20年5月21日 (2008.5.21)

(71)出願人　000001199
株式会社神戸製鋼所
兵庫県神戸市中央区脇浜町二丁目１０番２６号
(74)代理人　100075409
弁理士　植木　久一
(74)代理人　100115082
弁理士　菅河　忠志
(74)代理人　100125184
弁理士　二口　治
(74)代理人　100125243
弁理士　伊藤　浩彰
(72)発明者　織田　剛
神戸市西区高塚台１丁目５番５号　株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内
最終頁に続く

(54)【発明の名称】燃料電池システムおよび水素発生量制御方法

(57)【要約】
【課題】簡単な構成で、負荷側の水素需要に比例して水を応答性良く供給することができる水素製造装置および水素発生量制御方法を提供する。
【解決手段】水またはアルカリ性水溶液を蓄えるタンク２と、水またはアルカリ性水溶液と反応して水素を発生する水素発生物質を収納した反応器４と、タンク内の水またはアルカリ性水溶液を反応器に供給するポンプ６と、反応器内で生成される水素ガスを燃料電池５に供給する水素ガス流路８と、この水素ガス流路に介設され、反応器から送り出される水素ガス流量に対応してポンプからの水またはアルカリ性水溶液吐出量を制御する供給制御手段１０，１１とを備えてなることを特徴とする。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
水またはアルカリ性水溶液を蓄えるタンクと、
上記水またはアルカリ性水溶液と反応して水素を発生する水素発生物質を収納した反応器と、
上記タンク内の水またはアルカリ性水溶液を上記反応器に供給するポンプと、
上記反応器内で生成される水素ガスを燃料電池に供給する水素ガス流路と、
上記水素ガス流路に介設され、上記反応器から送り出される水素ガス流量に対応して上記ポンプからの水またはアルカリ性水溶液吐出量を制御する供給制御手段とを備えてなることを特徴とする燃料電池システム。
【請求項２】
上記水素発生物質が、アルミニウム、マグネシウム、ケイ素、亜鉛および鉄からなる群より選択される少なくとも１種を含む請求項１記載の燃料電池システム。
【請求項３】
上記供給制御手段として、上記水素ガス流路に設けられた流量計と、この流量計から出力される流量信号を、水素ガス流量に比例した交流電流に変換するインバーターとを有し、このインバーターによって上記ポンプをＡＣモータで駆動するように構成されている請求項１または２記載の燃料電池システム。
【請求項４】
上記供給制御手段として、上記水素ガス流路に設けられた流量計と、この流量計から出力される流量信号を、水素ガス流量に比例したパルス信号に変換するＰＷＭ制御装置とを有し、このＰＷＭ制御装置によって上記ポンプをＤＣモータで駆動するように構成されている請求項１または２記載の燃料電池システム。
【請求項５】
上記供給制御手段として、上記水素ガス流路に設けられたタービンと、このタービンの回転軸に設けられたギヤと、上記ポンプの回転軸に設けられ上記ギヤに対して所定のギヤ比で歯合するギヤとを有し、上記タービンと上記ポンプとを連動させるように構成されている請求項１または２記載の燃料電池システム。
【請求項６】
上記供給制御手段として、上記水素ガス流路に設けられたタービンと、このタービンの回転軸に設けられた発電機を有し、この発電機によって得られた電力で上記ポンプを駆動するように構成されている請求項１または２記載の燃料電池システム。
【請求項７】
水またはアルカリ性水溶液をタンクに蓄え、上記水またはアルカリ性水溶液と反応して水素を発生する水素発生物質を反応器内に収容し、上記タンク内の水またはアルカリ性水溶液を上記反応器に供給し、上記反応器内で生成される水素ガスを燃料電池に供給し、上記反応器から送り出される水素ガス流量に比例して上記反応器への水またはアルカリ性水溶液の供給を制御することを特徴とする水素発生量制御方法。
【請求項８】
上記水素ガス流量を流量計によって計測し、この流量計から出力される流量信号をインバーターによって、水素ガス流量に比例した交流電流に変換し、上記インバーターによって上記ポンプをＡＣモータで駆動する請求項７記載の水素発生量制御方法。
【請求項９】
上記水素ガス流量を流量計によって計測し、この流量計から出力される流量信号をＰＷＭ制御装置によって、水素ガス流量に比例したパルス信号に変換し、上記ポンプをＰＷＭ制御されたＤＣモータで駆動する請求項７記載の水素発生量制御方法。
【請求項１０】
上記水素ガス流路にタービンを設け、このタービンの回転軸に設けられたギヤと、上記ポンプの回転軸に設けられたギヤとを所定のギヤ比で歯合させ、上記タービンと上記ポンプとを連動させる請求項７記載の水素発生量制御方法。

【請求項１１】
上記水素ガス流路にタービンを設け、このタービンの回転軸に発電機を設け、この発電機によって得られた電力で上記ポンプを駆動する請求項７記載の水素発生量制御方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、水素発生物質に水を供給して水素ガスを発生させる燃料電池システムおよび水素発生量制御方法に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
近年、ノートパソコンや携帯電話等に使用されるポータブル電源の高容量化が要望されており、リチウムイオン二次電池に代わる電源として燃料電池が注目されている。
【０００３】
燃料電池は、燃料と酸素さえ供給すれば連続的に使用することができるという利点があり、その燃料となる水素発生物質に関しては様々な種類がある。
【０００４】
例えば、水素発生物質として代表的なアルミニウムと水との主な反応式は式(1)のように表され、水素発生物質毎に反応する当量は決まっている。

$$2Al+6H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3+3H_2 \quad \cdots\cdots(1)$$

【０００５】
ところが、多くの水素発生物質はその表面に酸化被膜が存在しているため、内部に向かって反応が進みにくく、水素発生物質を１００％反応に寄与させることが困難である。
【０００６】
一方、水については、水素発生物質に十分な反応表面があれば、水素発生物質からなる充填材の空隙に滴下させれば、ほぼ全量を反応に寄与させることが可能である。
【０００７】
例えば、特許文献１には、所定量のアルミニウム粉末と酸化カルシウム粉末を混合した水素発生剤を容器内に収容し、その容器内にポンプなどを用いて一定量の水を連続的若しくは断続的に導入することによって、長期にわたって一定量の水素を発生させることができる水素発生装置が開示されている。
【０００８】
また、特許文献２に記載の水素ガス発生装置では、水供給ポンプとアルカリ水溶液ポンプとを用い、ポンプ圧を上昇するだけで反応容器内を容易に高圧にすることができ、反応容器の内部に高圧反応場を形成することができるようになっている。
【０００９】
また、特許文献３～６には、反応容器内の水素発生材料に対し、水の供給量を制御する手段を備えた水素製造装置が開示されている。
【特許文献１】特開２００４－２３１４６６号公報
【特許文献２】特開２００５－２０６４５９号公報
【特許文献３】特開２００６－３０６７００号公報
【特許文献４】特開２００７－４５６４６号公報
【特許文献５】特開２００７－５２７５号公報
【特許文献６】特開２００６－３３５６０３号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【００１０】
しかしながら、水素発生物質への水の供給量は、ノートパソコンや携帯電話等の水素消費量、換言すれば負荷側の水素需要に応じて制御する必要があるが、そのための具体的な方法は実現されていない。
【００１１】

例えば、特許文献２において、水素ガスの圧力を圧力調整器によって所定の圧力に調整する方法、また、特許文献５において、給水紙を介して水タンクと反応器とを接続し、給水紙の毛細管現象によって一定微量流量を供給する方法が述べられているに過ぎない。

【００１２】

金属微粒子を水やアルカリ水溶液と反応させて水素を得るタイプの水素製造装置では、生成されるガスがほぼ水素のみであるため、高純度の水素ガスを得ることができるという特徴があるとともに、一酸化炭素の発生がないことから一酸化炭素の被毒に弱い固体高分子型燃料電池にとっては有利である。

【００１３】

しかしながら、この種の水素製造装置では、水を供給してから反応によって水素が発生するまでの時間は、水素発生物質の粒子径と温度に依存するものの、早くても数分を要し、逆に、水の供給を停止しても水素ガスの発生が停止するまでに数分を要する（特許文献６の図１および図２参照）。

【００１４】

従って、特許文献２に示されるように、圧力調整器による制御は停止時において数分間、水素ガスを生成し続けるために反応器内に大きな過剰圧が発生する虞がある。それを避けるためには圧力が一定になるように時定数の大きい、すなわち、応答速度の遅い制御系になることが避けられない。加えて、反応器の小型化を図ることが難しい。

【００１５】

また、特許文献５に示した制御系では、負荷側の水素需要に効率良く応答することが困難である。

【００１６】

本発明は以上のような従来の水素発生（製造）装置における課題を考慮してなされたものであり、簡単な構成で、負荷側の水素需要に比例して水を応答性良く供給することができる水素製造装置および水素発生量制御方法を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【００１７】

本発明の燃料電池システムは、

水またはアルカリ性水溶液を蓄えるタンクと、

上記水またはアルカリ性水溶液と反応して水素を発生する水素発生物質を収納した反応器と、

上記タンク内の水またはアルカリ性水溶液を上記反応器に供給するポンプと、

上記反応器内で生成される水素ガスを燃料電池に供給する水素ガス流路と、

上記水素ガス流路に介設され、上記反応器から送り出される水素ガス流量に対応して上記ポンプからの水またはアルカリ性水溶液吐出量を制御する供給制御手段とを備えてなることを要旨とする。

【００１８】

上記燃料電池システムにおいて、上記水素発生物質は、アルミニウム、マグネシウム、ケイ素、亜鉛および鉄からなる群より選択される少なくとも１種を含むことができる。

【００１９】

上記燃料電池システムにおいて、上記供給制御手段として、上記水素ガス流路に設けられた流量計と、この流量計から出力される流量信号を、水素ガス流量に比例した交流電流に変換するインバーターとを有し、このインバーターによって上記ポンプをＡＣモータで駆動するように構成することができる。

【００２０】

上記燃料電池システムにおいて、上記供給制御手段として、上記水素ガス流路に設けられた流量計と、この流量計から出力される流量信号を、水素ガス流量に比例したパルス信号に変換するＰＷＭ制御装置とを有し、このＰＷＭ制御装置によって上記ポンプをＤＣモータで駆動するように構成することができる。

【００２１】

上記燃料電池システムにおいて、上記供給制御手段として、上記水素ガス流路に設けられたタービンと、このタービンの回転軸に設けられたギヤと、上記ポンプの回転軸に設けられ上記ギヤに対して所定のギヤ比で歯合するギヤとを有し、上記タービンと上記ポンプとを連動させるように構成することができる。

【００２２】

上記燃料電池システムにおいて、上記供給制御手段として、上記水素ガス流路に設けられたタービンと、このタービンの回転軸に設けられた発電機を有し、この発電機によって得られた電力で上記ポンプを駆動するように構成することができる。

【００２３】

本発明の水素発生量制御方法は、

水またはアルカリ性水溶液をタンクに蓄え、上記水またはアルカリ性水溶液と反応して水素を発生する水素発生物質を反応器内に収容し、上記タンク内の水またはアルカリ性水溶液を上記反応器に供給し、上記反応器内で生成される水素ガスを燃料電池に供給し、上記反応器から送り出される水素ガス流量に比例して上記反応器への水またはアルカリ性水溶液の供給を制御することを要旨とする。

【００２４】

上記水素発生量制御方法において、上記水素ガス流量を流量計によって計測し、この流量計から出力される流量信号をインバーターによって、水素ガス流量に比例した交流電流に変換し、上記インバーターによって上記ポンプをＡＣモータで駆動することができる。

【００２５】

上記水素発生量制御方法において、上記水素ガス流量を流量計によって計測し、この流量計から出力される流量信号をＰＷＭ制御装置によって、水素ガス流量に比例したパルス信号に変換し、上記ポンプをＰＷＭ制御されたＤＣモータで駆動することができる。

【００２６】

上記水素発生量制御方法において、上記水素ガス流路にタービンを設け、このタービンの回転軸に設けられたギヤと、上記ポンプの回転軸に設けられたギヤとを所定のギヤ比で歯合させ、上記タービンと上記ポンプとを連動させることができる。

【００２７】

上記水素発生量制御方法において、上記水素ガス流路にタービンを設け、このタービンの回転軸に発電機を設け、この発電機によって得られた電力で上記ポンプを駆動することができる。

【発明の効果】

【００２８】

本発明によれば、簡単な構成で、負荷側の水素需要に比例して反応器に対し水を応答性良く供給し、過不足なく水素を製造することができるという長所を有する。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２９】

以下、図面に示した実施の形態に基づいて本発明を詳細に説明する。

【００３０】

本発明の燃料電池システムは、水素発生物質に十分な反応表面があれば、水またはアルカリ性水溶液をその水素発生物質の充填材の空隙に滴下すれば、ほぼ全量が反応に寄与できること、および、水素発生物質毎に、反応に寄与する当量は決まっていることを利用して、負荷側の水素需要に比例して水を応答性良く反応器に供給することができるように構成されている。

【００３１】

例えば水素発生物質としてアルミニウムを例に取り説明すると、反応に寄与する当量は、表１に示すように、アルミニウムと水の反応による水素生成の理論当量で決まってくる。

【００３２】

【表１】

アルミニウムと水の反応による水素生成における理論当量

		Al	H_2O	$Al(OH)_3$	H_2
分子量		27	18	78	2
当量	mol	2	6	2	3
質量	g	54	108	156	6
エネルギー	J /Wh				202592/56

【００３３】

実際の反応ではアルミナまで酸化される複数の反応式に支配されるため、その粒径と温度に依存する当量比となって、完全には表１と一致しないが、ほぼ近い値となる。ここでは、理論当量を用いて説明する。

【００３４】

表１によると、１０８ｇの水をアルミニウム粉末の充填された反応器に供給することにより６ｇの水素が発生する。また、この６ｇの水素を固体高分子型燃料電池に供給すれば、セルの理論起電力は１．２３Ｖとなるが、通常の固体高分子型燃料電池では電極における反応損失があるため０．７Ｖ程度の起電力しか得られない。よって得られるエネルギーは２０３ｋＪ（５６Ｗｈ）になる。

【００３５】

また、通常の固体高分子型燃料電池では水素の供給圧を得るために大気圧との差圧で０．０５ＭＰａ程度の圧力が要求される。

【００３６】

本発明では、簡易な装置により負荷側の水素需要に応じることを目的とし、具体的には、例えば水素６ｇが反応器から固体高分子形燃料電池に向けて流れた時に、それに見合う１０８ｇの水を、ポンプを介して反応器に供給できるように制御している。

【００３７】

１．本発明に係る燃料電池システムの第一実施形態

図１は本発明に係る燃料電池システム１の基本構成を、第一実施形態として示したものである。

【００３８】

同図において、水タンク（タンク）２内には水が貯められており、その圧力をＰ１とする。

【００３９】

通常は、水を供給するためにこの水タンク２は大気に開放されており、したがって圧力Ｐ１は大気圧となっている。

【００４０】

上記水タンク２は給水管３を介して反応器４に接続されており、反応器４内の圧力Ｐ２は負荷としての固体高分子型燃料電池（（ＰＥＦＣ）、以下、燃料電池と略称する）５側が要求する圧力Ｐ３よりも若干高い圧力にする必要がある。したがって、水タンク２内の水は給水管３に設けられたポンプ６によって圧力の高い反応器４へ供給するようになっている。

【００４１】

また、反応器４内の水素ガスが水タンク２側に流入しないように、ポンプ６と反応器４の間の給水管３には逆止弁７が介設されている。なお、上記逆止弁７は公知のチェック弁、スイング弁等から構成することができる。

【００４２】

また、上記ポンプ６としては、ＡＣモータで駆動するタイプであっても、また、ＤＣモータで駆動するタイプであってもよい。さらにまた、電動機を持たずに、直接、駆動軸から動力が供給されるタイプのポンプであってもよい。

【００４３】

上記反応器４にて生成される水素ガスは、水素供給管（水素ガス流路）８を介して燃料電池５へ供給され、上記水素供給管８には流量調整弁９が介設されている。

【００４４】

上記流量調整弁９は、通常、開動作しており、水素の需要が無い場合、若しくは微量な場合に、燃料電池５への水素ガス供給圧が上昇することにより、その圧力をパイロット圧Ｐａとして閉動作するようになっている。

【００４５】

また、水素供給管８における流量調整弁９の下流側には流量計１０が介設されている。

【００４６】

上記流量計１０としては、その上流側の圧力、すなわち、反応器４内の圧力Ｐ２が変動することから、正確に質量流量を計測することができるマスフローメーター（例えば、株式会社　山武製　CMS0010等）を使用することができる。

【００４７】

上記マスフローメーターからの信号出力０－５Ｖを取り込み、ＰＩＤ制御機能を備えたインバーター１１（例えば富士電気機器制御株式会社製のＦＲＥＮＩＣシリーズ）を介し、そのインバーター１１から出力される電力で、ポンプ６のインバーター対応ＡＣモータ（図示しない）を駆動することにより、水素供給管８内を流れる水素ガス流量に比例して反応器４に供給する水の供給量を応答性良く制御することができる。

【００４８】

上記流量計１０および上記インバーター１１は、上記反応器４から送り出される水素ガス流量に比例して上記ポンプ６からの水吐出量を制御する供給制御手段として機能する。

【００４９】

また、上記ポンプ６には様々なタイプのステンレスポンプを使用することができる。

【００５０】

この種のポンプ６は、ダイアフラムポンプ等の定流量ポンプにこだわる必要はなく、通常の渦巻きポンプのように、ポンプ圧Ｐが小さい場合には流量Ｑが多く（図５のａ点参照）、ポンプ圧Ｐが大きくなると流量Ｑが減少する（図５のｂ点参照）、いわゆるＰ－Ｑ特性を持つポンプの方が都合がよい。

【００５１】

なぜなら、反応器４内の圧力Ｐ２が定常圧力よりも上昇し、ポンプ圧Ｐが大きくなると水の供給量（流量Ｑ）が自動的に減少し、反応器４内の圧力Ｐ２が定常圧力よりも低下してポンプ圧Ｐが小さくなると水の供給量（流量Ｑ）が自動的に増加するように動作するからである。

【００５２】

なお、上記インバーター１１は、ＰＷＭ制御装置に置き換えることもできる。この場合、流量計１０からの出力信号０－５Ｖを取り込み、ＰＷＭ制御をかけた直流パルス電流で、ポンプ６のＡＣモータを駆動するようにする。

【００５３】

２．本発明に係る燃料電池システムの第二実施形態

図２に示す燃料電池システム２０は、流量計１０に替えて超小型タービン２１を設け、反応器４内の圧力の一部を仕事として回収するようにしている。

【００５４】

なお、図２において図１と同じ構成要素については同一符号を付してその説明を省略する。

【００５５】

図２において、水素供給管８に設けた流量調整弁９と燃料電池５との間に超小型タービン２１が介設されている。

【００５６】

この超小型タービン２１の回転軸端部にはギヤ２２が設けられ、このギヤ２２は、ポンプ６の回転軸に設けられたギヤ２３と所定比で歯合している。それにより、超小型タービ

ン２１とポンプ６はギヤ２２および２３を介して連動し、ポンプ６は超小型タービン２１の駆動に伴って水タンク２内の水を反応器４に供給するようになっている。

【００５７】

上記超小型タービン２１およびギヤ２２，２３は、上記反応器４から送り出される水素ガス流量に比例してポンプ６からの水吐出量を制御する供給制御手段として機能する。

【００５８】

このように、上記超小型タービン２１は、反応器４内の圧力の一部を仕事として回収するため、その回収した仕事をポンプ６の動力として用いることができる。また、回収できる動力は、反応器４内の圧力の影響を受けるという特性を利用した上記構成によれば、定常的に水素を安定供給するシステムを提供することができる。

【００５９】

下記表２の諸元に示す超小型タービン２１、ポンプ６、流量調整弁９を用い、例えば５．６Ｗを消費しているノートパソコンに本発明を適用した場合に、燃料電池システム２０のシステムが成立することを以下に説明する。

【００６０】

アルミニウムと水の反応において、水素生成における理論当量（表１参照）に示したように、得られるエネルギーは５６Ｗｈになるため、５．６Ｗのノートパソコンであれば１０時間駆動させることができる。

【００６１】

したがって、水素の質量流量ドットｍＨ$_2$は０．６ｇ／ｈになる。また、このときに、水の供給量ドットｍＨ$_2$Ｏは１０．８ｇ／ｈにしたい。

【００６２】

今、仮に反応器４内の圧力Ｐ２が０．０５１８ＭＰａ、温度Ｔ２が３１３Ｋである場合、逆止弁７の圧力損失ΔＰ＝０．０５ＭＰａを考慮して水タンク２から反応器４へ水を供給するのに必要な軸仕事Ｗｐは、次式(2)によって求まる。

【００６３】

【数１】

$$W_P = \frac{\dot{m}_{H_2O}}{\eta_P \rho_{H_2O}}\left(P_2 - P_1 + \Delta P\right) = 10.8/3600/0.4/1000*(0.0518+0.05-0.0)*1000000$$

$$= 0.76\ (\mathrm{mW}) \qquad \cdots\cdots (2)$$

【００６４】

ここで、ρＨ$_2$Ｏは水の密度であり１０００kg/m^{3}である。他方、圧力Ｐ２の反応器４から、圧力Ｐ３を要求する燃料電池５へ水素ガスを供給するための超小型タービン２１での回収仕事Ｗ$_T$は、次式(3)によって求まる。

【００６５】

【表２】

超小型タービン	効率η_T	―	0.3
ポンプ	効率η_P	―	0.4
逆止弁	圧力損失ΔＰ	MPa	0.05
水タンク	圧力Ｐ１	MPa	0.0
反応器	圧力Ｐ２	MPa	0.0518
反応器	温度Ｔ２	K	313
燃料電池	圧力Ｐ３	MPa	0.05

【００６６】

【数２】

$$W_T = \frac{\eta_T \dot{m}_{H_2}}{\rho_{H_2}}\left(P_3 - P_2\right)=0.3*0.6/3600/0.1177*(0.0518-0.05)*1000000=0.76(mW)$$

……（３）

ただし、ρＨ$_2$＝０．１１７７は反応器４内の状態での水素ガス密度である。

【００６７】

この計算により、Ｗ$_T$＝Ｗ$_P$が成立するため、燃料電池システム２０のシステムは定常状態で成立することが確認された。

【００６８】

さらに、この状態から燃料電池５側からの水素需要０．６ｇ／ｈが不変のまま、仮に反応器４内の圧力Ｐ２が微小量減少して０．０５１０ＭＰａになった場合について説明する。

【００６９】

燃料電池５内の水素反応速度が同一のまま、上流側の圧力が減少することで電極近傍の圧力も減少し、結果として燃料電極５内の圧力Ｐ３もほぼ同じ圧力だけ減少して０．０４９２ＭＰａになる。

【００７０】

したがって、超小型タービン２１での回収仕事Ｗ$_T$は、反応器４内の圧力Ｐ２が減少して水素ガスの密度も減少することにより体積流量が増加して次式（４）のように若干、増加する。

【００７１】

【数３】

$$W_T = \frac{\eta_T \dot{m}_{H_2}}{\rho_{H_2}}\left(P_3 - P_2\right)=0.3*0.6/3600/0.1171*(0.0510-0.0492)*1000000=0.77(mW)$$

……（４）

【００７２】

他方、ポンプ６に供給する軸仕事Ｗ$_P$は、次のように反応器４内の圧力Ｐ２が減少したことで次式(5)のように若干減少する。

【００７３】

【数４】

$$W_P = \frac{\dot{m}_{H_2O}}{\eta_P \rho_{H_2O}}\left(P_2 - P_1 + \Delta P\right)=10.8/3600/0.4/1000*(0.0510+0.05-0.0)*1000000$$

$$=0.75\ (mW) \qquad \cdots\cdots (5)$$

【００７４】

したがって、Ｗ$_T$＞Ｗ$_P$になり、ポンプ６はより多くの仕事をする、すなわち、水の供給量を増やすことになる。その結果、反応器４内の圧力Ｐ２は増加する。

【００７５】

反応器４内の圧力Ｐ２が増加した場合には、減少した場合とは逆の現象が起こってＷ$_T$＜Ｗ$_P$となり、その結果、水の供給量が減少して反応器４内の圧力Ｐ２は減少することになる。このようにして、燃料電池システム２０のシステムは本質的に安定に動作する。

【００７６】

さらに、超小型タービン２１の回転軸にフライホイールを取り付けることにより、定常運転での安定性をさらに増すことができる。ただし、あまり大きなフライホイールを取り

付けると、燃料電池５側において水素需要の変動が速い場合には、追従性が遅れることになるため、フライホイールのサイズについては適当なサイズのものを選択する必要がある。

【実施例】

【００７７】

図３は上記燃料電池システムをノートパソコンのポータブル電源に適用した場合の具体的構成を示したものであり、同図(ａ)は平面図、同図(ｂ)は正面図を示している。

【００７８】

仕様

１０．８Ｖ－０．８Ａで１４ｈ（１４．４Ｖ－０．８Ａで１０．５ｈ）稼働させる１２０Ｗｈの電気容量を有し、最大１２Ｗの出力が得られるようにする。

【００７９】

図３（ａ）および(ｂ)において、燃料電池システム２０は、長方形（縦１４０ｍｍ、横６０ｍｍ）からなる樹脂製の容器２４内に組み込まれている。

【００８０】

容器２４内の長手方向に沿ってその略半分のスペースに反応器４が収納されている。この反応器４はアルミニウム等を絞り加工して製造した小型ケースからなり、交換可能なカートリッジ式に構成されている。

【００８１】

Ａｌとしては、極力、比表面積の大きな粉末を用いることが好ましい。それにより、反応速度を速めることが可能になる。

【００８２】

また、Ａｌ粉末の表面は、予め必要最低限のＧａとともに撹拌して表面を濡らし、酸化膜を破壊しておくことによって、反応効率を高めることができる。

【００８３】

この反応器４と対向する状態で燃料電池５が収納されている。この燃料電池５は複数のセルの集合から構成されており、その全体の質量は、現状の標準型リチウム電池と同じになるように、乾燥状態で１５０ｇ（重量エネルギー密度では８００Ｗｈ／ｋｇでリチウム電池の略４倍）としている。

【００８４】

上記燃料電池５の下方には水タンク２が配置されており、この水タンク２の長手方向一方端部に水を注入するための注入口２ａが設けられている。

【００８５】

上記反応器４と上記燃料電池５の間にはポンプ６および超小型タービン２１が配置され、ポンプ６は水タンク２から水を汲み上げて反応器４に供給し、超小型タービン２１は反応器４にて生成される水素ガスを、燃料電池５の各セルに分配供給するようになっている。

【００８６】

なお、図中、符号２５は、容器２４の外部から酸素源となる空気をタービン２６を介して供給するための空気供給管である。

【００８７】

上記構成を有する燃料電池システム２０において、燃料電池５の理論電圧１．２３Ｖが０．９Ｖまで低下した場合、上記の電気容量生成に必要なＡｌは９０ｇである。

【００８８】

燃料電池５の電力密度が１００ｍＷ／ｃｍ^{2}とすると固体高分子膜面積は１２０ｃｍ^{2}必要となる。

【００８９】

反応器４内の水素を定圧制御することを目的とし、表１に示した理論当量に従った水供給装置として上記ポンプ６が設けられている。

【００９０】

このポンプ６の仕事は、超小型タービン２１の回収仕事と比例しており、その結果として水素消費量に比例した水を反応器４に供給する。

【００９１】

このように構成された燃料電池システム２０は、ノートパソコンのポータブル電源として使用することができる。

【００９２】

３．本発明に係る燃料電池システムの第三実施形態

図４は本発明の燃料電池システムの第三実施形態を示したものである。なお、同図において図２と同じ構成要素については同一符号を付してその説明を省略する。

【００９３】

図２では、超小型タービン２１とポンプ６を連動させる構成について説明したが、図４に示す燃料電池システム３０の第三実施形態では、超小型タービン２１の出力軸に発電機３１を接続し、その発電機３１によって得られた電力によって、ポンプ６を直接回転させるモータ３２を駆動している。

【００９４】

上記超小型タービン２１、発電機３１およびモータ３２は、上記反応器４から送り出される水素ガス流量に比例して上記ポンプ６からの水吐出量を制御する供給制御手段として機能する。

【００９５】

上記構成によれば、燃料電池システム３０が１Ｊのエネルギーを生成する間に、タービン２１は水素の圧力を変換して３．５４×１０$^{-4}$Ｊの仕事を得る。同時にポンプ６は、その内の４．１９×１０$^{-5}$Ｊの仕事を消費して水を水タンク２から反応器４に送る。

【００９６】

上記出力軸の抵抗、発電機３１の効率を考慮しても、システム全体の効率が、４．１９×１０$^{-5}$Ｊ／３．５４×１０$^{-4}$Ｊ＝０．１１８以上であれば、この燃料電池システム３０は十分に成立する。

【００９７】

なお、上記した実施形態では、本発明の燃料電池システムをノートパソコンのポータブル電源に適用する場合について説明したが、燃料電池システムの各パーツの規模を拡大すれば、ノートパソコンに限らず、例えば屋内設置用の燃料電池や自動車用の燃料電池としても使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【００９８】

【図１】本発明に係る燃料電池システムの第一実施形態を示す原理図である。

【図２】本発明に係る燃料電池システムの第二実施形態を示す図１相当図である。

【図３】(ａ)は本発明の燃料電池システムをノートパソコンのポータブル電源に適用した場合の平面図、(ｂ)はその正面図である。

【図４】本発明に係る燃料電池システムの第三実施形態を示す図１相当図である。

【図５】図１に示すポンプのＰ－Ｑ特性図である。

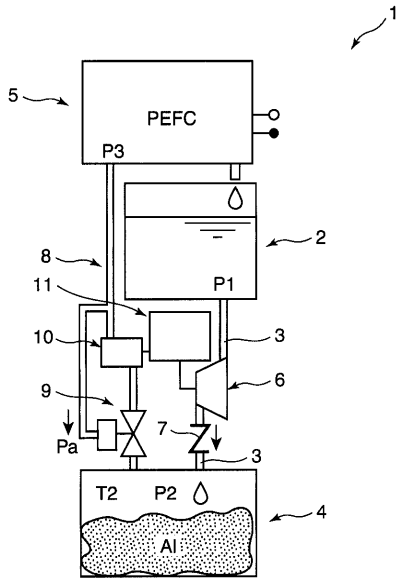
【符号の説明】

【００９９】

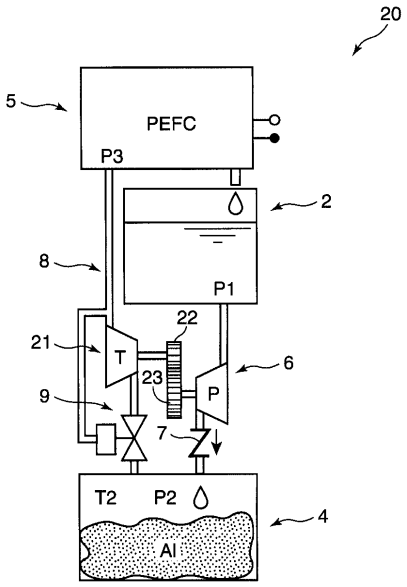
１　燃料電池システム
２　水タンク（タンク）
３　給水管
４　反応器
５　燃料電池
６　ポンプ
７　逆止弁
８　水素供給管（水素ガス流路）
９　流量調整弁

１０　　流量計（供給制御手段）
１１　　インバーター（供給制御手段）
２０　　燃料電池システム
２１　　超小型タービン
２２，２３　　ギヤ
２４　　容器
２５　　空気供給管
２６　　タービン
３０　　燃料電池システム
３１　　発電機
３２　　モータ

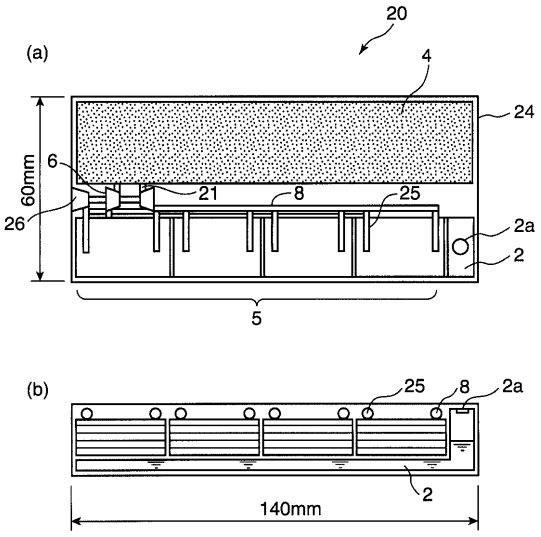
【図１】



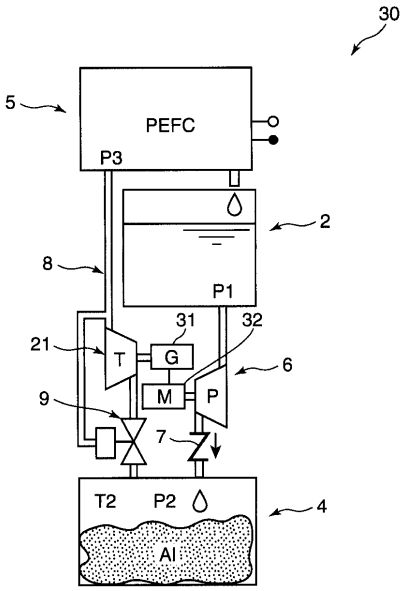
【図２】



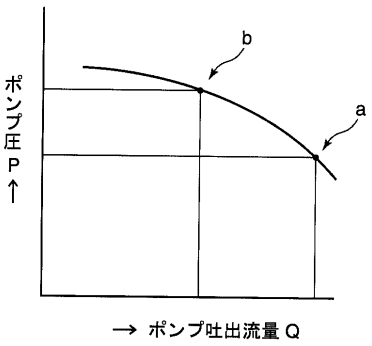
【図３】


20
(a)
4
24
60mm
6
21
8
25
26
2a
2
5
(b)
25
8
2a
2
140mm

【図４】


30
5
PEFC
P3
2
8
P1
31
32
21
T
G
6
M
P
9
7
T2
P2
4
Al

【図５】


b
a
ポンプ圧 P →
→ ポンプ吐出流量 Q

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I		テーマコード（参考）
	Ｈ０１Ｍ 8/00	Ｚ	
	Ｈ０１Ｍ 8/10		

Ｆターム(参考) 5H026 AA06
5H027 AA06 BA14 DD02 KK21 MM09 MM26 MM27