

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4423183号
(P4423183)

(45) 発行日 平成22年3月3日 (2010.3.3)

(24) 登録日 平成21年12月11日 (2009.12.11)

(51) Int. Cl. F I
HO 1 M 8/04 (2006.01) HO 1 M 8/04 A
 HO 1 M 8/10 (2006.01) HO 1 M 8/10

請求項の数 4 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2004-500355 (P2004-500355)	(73) 特許権者	500477447
(86) (22) 出願日	平成15年3月13日 (2003.3.13)		ユーティーシー パワー コーポレイショ ン
(65) 公表番号	特表2005-524205 (P2005-524205A)		アメリカ合衆国, コネチカット, サウス ウィンザー, ガーヴァナーズ ハイウェイ 1 9 5
(43) 公表日	平成17年8月11日 (2005.8.11)		
(86) 国際出願番号	PCT/US2003/011068	(74) 代理人	100096459
(87) 国際公開番号	W02003/092103		弁理士 橋本 剛
(87) 国際公開日	平成15年11月6日 (2003.11.6)	(74) 代理人	100092613
審査請求日	平成18年2月10日 (2006.2.10)		弁理士 富岡 潔
(31) 優先権主張番号	10/132, 789	(72) 発明者	セシャドリ, パルタサラティ
(32) 優先日	平成14年4月24日 (2002.4.24)		アメリカ合衆国, コネチカット, マンチェ スター, ジョン オールズ ドライブ # 5 5 2
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 最適システム圧力における P E M 型燃料電池発電装置のシステム効率の最大化

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

各燃料電池が、第一の表面にカソード触媒（16）と、この第一の表面とは反対側の第二の表面にアノード触媒（14）とを有するプロトン交換膜（18）を含む、複数の燃料電池（12）と、

前記カソード触媒に隣接し、酸化剤反応物気体流れ区域を有するカソード流れ区域板と、

前記アノード触媒に隣接し、燃料反応物気体流れ区域を有するアノード流れ区域板と、

前記燃料反応物気体流れ区域に水素含有気体を供給するための供給源（32）と、
大気から前記酸化剤反応物気体流れ区域に空気を送り込むための空気ポンプ（26）
 と、

を備える燃料電池発電装置であって、

前記ポンプが、0.3と0.7の間の断熱効率Eを有し、

この燃料電池発電装置は、前記酸化剤反応物気体流れ区域の入口における空気圧力を

$P = \{0.45 + 2.6E - 1.8E^2\} \text{ atm} \pm 0.2 \text{ atm}$ 、

に等しい圧力Pに調整する圧力調整手段を備えることを特徴とする、燃料電池発電装置

。

【請求項 2】

10

20

前記ポンプが、0.40と0.70の間の断熱効率Eを有し、
前記圧力Pが、1.07気圧から1.85気圧の範囲にあることを特徴とする請求項1
記載の燃料電池発電装置。

【請求項3】

前記ポンプは、0.40と0.50の間の断熱効率Eを有し、
前記圧力Pが、1.10気圧から1.50気圧の範囲にあることを特徴とする請求項1
記載の燃料電池発電装置。

【請求項4】

前記ポンプは、0.50と0.70の間の断熱効率Eを有し、
前記圧力Pが、1.20気圧から1.70気圧の範囲にあることを特徴とする請求項1
記載の燃料電池発電装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、反応物空気ポンプの断熱効率に調和するように選択された圧力におけるプロトン交換膜（PEM）型燃料電池発電装置の運転に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、PEM型燃料電池発電装置の一種は、圧縮機を用いて反応物空気をカソード反応物気体流れ区域に送り込み、一般に2または3気圧の空気入口圧力で運転されていた。これは、より高い運転圧力の結果として、より高い平均電池温度、排気露点温度および冷却剤温度において運転される燃料電池の能力を利用する。公知の燃料電池発電装置の他の一種は、ファンまたは送風機を用いて反応物空気を供給し、その結果周囲圧力付近で運転される。この種の燃料電池発電装置は、より高い圧力、従ってより高い温度の結果である効率を利用することはできないが、その全システム効率は、圧縮機を用いて2または3気圧において運転される燃料電池発電装置の全システム効率よりも高く、これは、圧縮機が必要とする寄生電力に比べて、送風機またはファンが必要とする寄生電力が極めて小さいことによる。

20

【0003】

燃料電池発電装置からの水分除去は、燃料電池発電装置を去るプロセス排気流れの温度、圧力および体積によって制御されることが知られている。プロセス排気流れの体積は、燃料電池発電装置の運転に用いられる反応物の利用率および燃料の組成に関連する。プロセス排気は、燃料電池発電装置の燃料側または酸化剤側からのあらゆる排気流れを合計したものとして定義される。知られているように、燃料流れは、発電装置から排気される前に燃焼されてもよい。水素を燃料として用いる燃料電池からのプロセス排気は、主として未反応の空気であるが、これは、発電装置の効率を最大化するために燃料利用率が100%へと近づくからである。ガソリンを燃料として用いる燃料電池からのプロセス排気は、二酸化炭素と窒素とを相当量含み、これらは、燃料改質プロセスの副生成物である。部分酸化改質器においては、システムの燃料側からの排気体積は、システムの空気側からの排気体積にほぼ等しい。プロセス排気流れの体積が増加するにあたって水素を燃料として用いる燃料電池発電装置に対してガソリンを燃料として用いる燃料電池発電装置は、ガソリンを燃料として用いる燃料電池発電装置のために水平衡を維持するのにより低いシステム排気露点温度を必要とする。

30

40

【0004】

PEM型燃料電池発電装置の熱力学的効率は、燃料および酸化剤の入口圧力が上昇するに連れて増大することが知られている。より高い圧力下での運転の利点の内の一つは、図1に示されるようにそれによって水平衡が維持されうる範囲で排気露点が増加することにある。図1においては、最も左の5つのトレース13は、圧力1気圧と2気圧の間のガソリンを燃料として用いる燃料電池発電装置のプロセス排気圧力の関数としての排気露点温度を示す。最も右の5つのトレース14は、圧力1気圧と2気圧の間の水素を燃料として

50

用いる燃料電池発電装置のプロセス排気圧力の増加量に対するシステム排気露点の増加を示す。水平衡においては、プロセス排気流れ中に取り除かれた水分は、燃料電池プロセスによってカソードで生成される水分と平衡を保つのにちょうど十分であり、膜の十分な加湿を保つのに十分な水を残す。適切な露点においてプロセス排気を生成して水平衡を得ると、全システムの重量、体積および複雑性を付加する凝縮器およびエンタルピー回収装置などの付加的構成部品の必要性がなくなる。システムが実質的に水平衡排気露点において運転されると、それでもなお水分は、冷却されて水入口流路に戻されて十分な水分の存在が確保され、その結果平衡を得るための水分除去が可能となる。より高いプロセス排気温度の提供により、より高い電池温度および冷却剤温度においての運転、および冷却剤から熱を取り除くためのより小さなラジエーターの使用が可能となり、プロセス排気よりも低い温度（またはより高い周囲温度における運転）において水分が水流れ区域に戻ることが保証され、通例全システムの費用および重量は、削減される。

10

【0005】

全システム効率は、燃料電池発電装置の外部の電気的および機械的な構成部品の効率を考慮に入れなければならないことが知られている。とりわけ、プロセス空気を燃料電池発電装置に供給するポンプ（ファン、送風機または圧縮機）を運転するために燃料電池発電装置によって生成された電力を用いることは、寄生電力の消費の相当な負荷となる。これまでに比較的低電力のポンプを用いた周囲圧力においてあるいはその付近で運転される燃料電池発電装置は、より高い熱力学的効率を有するものの必須の空気ポンプがより大きな寄生電力を必要とするために、より低い全システム効率を有する2または3気圧で運転される燃料電池発電装置よりも高い全システム効率を有することが知られている。

20

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の目的は、最大システム効率において、またはその付近で運転し、プロセス空気ポンプの熱力学的効率と同様に断熱効率を考慮に入れ、最大全システム効率を提供するシステム圧力において運転し、全システム効率と調和して可能な限り高い水平衡を得たシステム排気露点を得ることが可能なPEM型燃料電池発電装置を提供すること、および改善されたPEM型燃料電池発電装置を提供することを含む。

【0007】

30

本発明は、プロセス空気ポンプの寄生電力の必要性を含む燃料電池発電装置の全効率は、ポンプにおいて得られるどんな断熱効率のためのシステム圧力の増大に伴っても上昇せず、むしろプロセス空気ポンプの断熱効率に関連し、全システムの効率が最大となるシステム臨界圧力が存在するという発見に基づいている。

【0008】

本発明に従うと、プロトン交換膜型燃料電池発電装置は、40%と70%の間の断熱効率Eを有するプロセス空気ポンプを用い、実質的にシステム圧力Pが、プロセス空気ポンプの断熱効率の関数として全システム効率が最大となる圧力となるように選択される。本発明にさらに従うと、システム圧力は、

$$P = \{0.45 + 2.6E - 1.8E^2\} \text{ atm} \pm 0.2 \text{ atm},$$

40

に実質的に等しい。ここで用いられるように、「ポンプ」という用語は、あらゆる種類のファン、送風機および圧縮機をも含む。システム圧力をプロセス空気ポンプの断熱効率の関数として選択すると、いかなる性能をも犠牲にすることなく燃料電池スタックは、より少ない数の電池で構成でき、あるいは、通常の数電池を有する燃料電池スタックは、より高い効率及びより低い燃料消費で通常性能における運転が可能となる。

【0009】

本発明に従うと、プロトン交換膜型燃料電池発電装置は、40%と70%の間の断熱効率Eと、1.07気圧と1.85気圧の間のシステム圧力Pとを有するプロセス空気ポンプを用い、システム圧力Pは、0.40と0.50の間のポンプ効率では、1.10と1.50気圧の間、また0.50と0.70の間のポンプ効率では、1.20と1.70気

50

圧の間が好ましい。

【0010】

本発明の他の目的、特徴および利点は、添付の図面に示されるように、以下の例示的な実施例の詳細な説明に照らしてより一層明らかになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

図2を参照すると、燃料電池発電装置10は、複数の個々の燃料電池を連続的な関係に積み重ねた電池スタックアセンブリ12を含むが、図1では、一つの電池しか図示されていない。燃料電池は、アノード電極14と、カソード電極16と、これらの電極の間に配置された高分子電解質膜18とを含む。よく知られているように各々の電極は、触媒と、多孔質支持板と、反応物流れ区域とから構成される。カソード16に隣接する水輸送板19（または冷却剤板）は、冷却剤ポンプ20と、冷却剤圧力制御弁21と、熱交換器22とを含む冷却剤制御ループに接続される。図示されていないが、米国特許第5,503,944号に開示されているように、熱交換バイパスおよび他の水管理装置が存在してもよい。ポンプ20および弁21は、水輸送板19を通り、熱交換器22を通る（またはその周りの）流れの圧力と体積を共に制御する。空気が送風機26によってカソード酸化剤流れ区域入口マニホールド27に供給され、使い果たされた空気は、出口マニホールド28および酸化剤圧力制御弁28aを通り排気口29へと流れ区域を出る。加圧された水素または水素に富む気体の供給源32からの燃料は、燃料圧力調整器34、燃料入口マニホールド35、アノード14の燃料流れ区域、および燃料出口マニホールド36を通して流量制御弁37へと流れる。弁37は、開の時、燃料流れ区域を周囲39（または使用可能な任意の排気処理装置）へと放出する。燃料流れ区域排出物は、一般に送風機41を含む再循環ループを通過できる。燃料再循環送風機は、通例燃料入口の流量よりも大きな流量を有し、アノード流れ区域に亘って相対的に均一な水素の組成を保つ。

【0012】

電力線42内の電流は、燃料電池発電装置の負荷43へと供給される。所望の場合は、制御装置46が、水素圧力調整弁34および酸化剤圧力調整弁28aの設定を調節し、反応物質の流れ区域への適切な流れを確保することができる。制御装置46はまた、水素排気流れ弁37をも制御し、微量の汚染物質を起動時または停止時などにおいて定期的に、さもなければ従来通りに取り除くことができる。

【0013】

一般に図2に示される種類の燃料電池発電装置システムであるが、スタック内のいくつかの電池毎の間に分散されたカソード空気再循環板および／または中実冷却剤板を含むことができる燃料電池発電装置システムについて、正味出力が75kWで、冷却剤出口温度85℃において運転され、水素および大気空気を反応物として用いて、全システム効率の計算がなされた。そのような燃料電池発電装置においてシステム空気入口圧力が1気圧から数気圧に変動され、0.3と0.7の間のいくつかの異なった断熱効率を持つ空気ポンプ（この場合では圧縮機）を有するものについて計算がなされた。一組の計算においては、燃料電池発電装置のシステム圧力が変動されるにつれ、電流密度を一定のままにするために燃料電池スタック内の電池の数は、変動した。この組の計算の結果は、図3に示されている。別の組の計算においては、燃料電池スタック内の電池の数は、固定され、ピーク電流密度は、システム圧力とともに変動した。この組の計算の結果は、図4に示されている。第一の組の計算から、システム圧力（カソード流れ区域への入口における空気の圧力）が変動するにあたって一定の電流密度を保つために必要な燃料電池の数が図5に示されている。図5にプロットされた断熱ポンプ効率において燃料電池の数が最小であるときの圧力は、図3において示されるシステム効率の最大値の圧力と同じである。図3および図5に示される場合（一定の負荷電流）において最大システム効率のための最適システム圧力は、図6に示されている。最適システム圧力は、断熱圧縮機効率が0.5においては、ちょうど1.30気圧上にあり、断熱圧縮機効率が0.7においては、約1.38気圧上にあることが見られる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】ガソリンを燃料に用いたPEM型燃料電池発電装置および水素を燃料に用いたPEM型燃料電池発電装置においてシステムの水平衡を得た様々な排気露点におけるシステムの空気利用率のプロットであり、水平衡を得た露点がどんな空気利用率においてもシステム圧力でどのように上昇するかを示した図。

【図2】本発明を活用しうる、従来技術として公知の典型的なPEM型燃料電池発電装置の簡略化された概略図。

【図3】電流密度を固定し、燃料電池スタックは、異なった数の燃料電池で構成され、圧縮機（または他のポンプ）がそれぞれ0.4と0.7の間の断熱効率を有する場合の、圧力

10

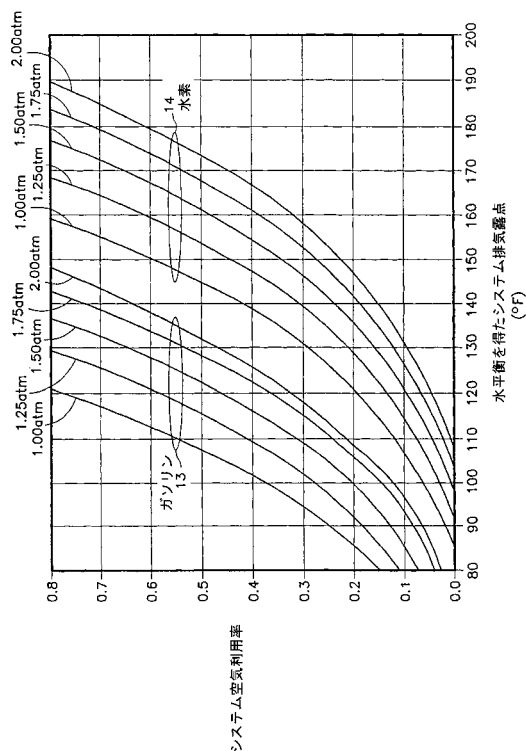
の関数としてシステム効率をグラフにした図。

【図4】電流密度が可変であり、圧縮機（または他のポンプ）がそれぞれ0.4と0.7の間の断熱効率を有し、燃料電池の数が固定された燃料電池スタックにおいてシステム圧力の関数としてシステム効率をプロットした図。

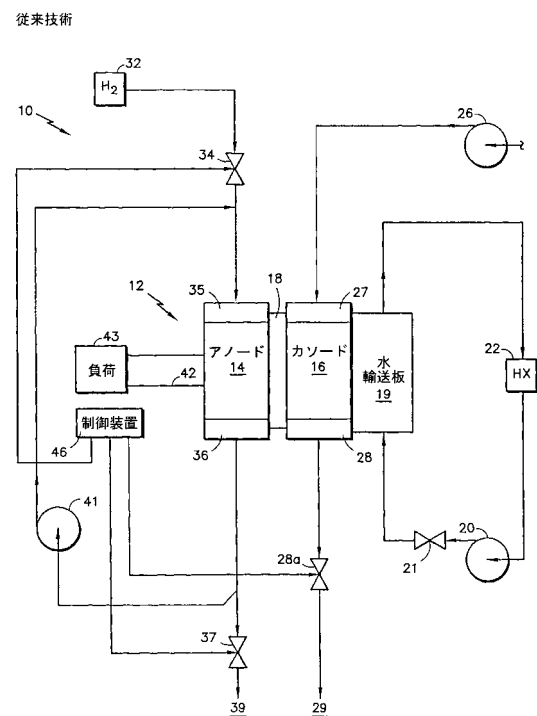
【図5】圧縮機（または他のポンプ）がそれぞれ0.4と0.7の間の断熱効率を有する場合において、システム圧力が変動するにつれて与えられた電流密度を維持するための燃料電池スタック内の電池の数をプロットした図。

【図6】断熱圧縮機効率の関数として最適なシステム圧力をプロットした図。

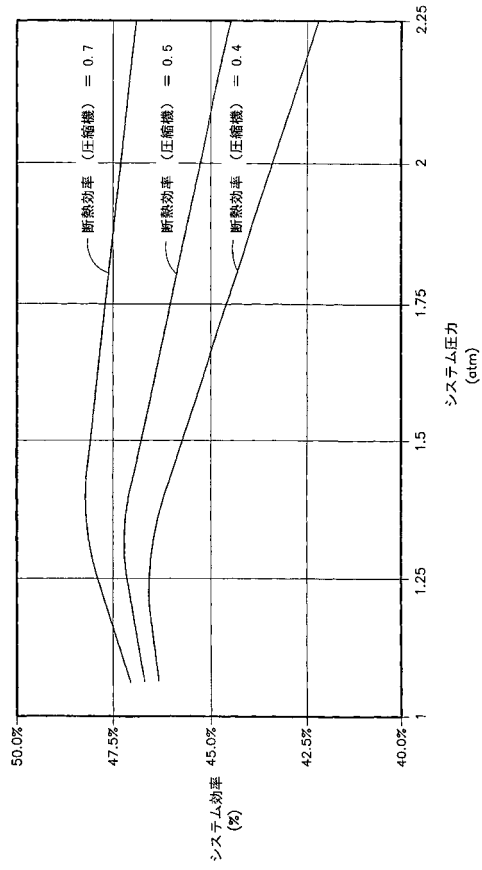
【図1】



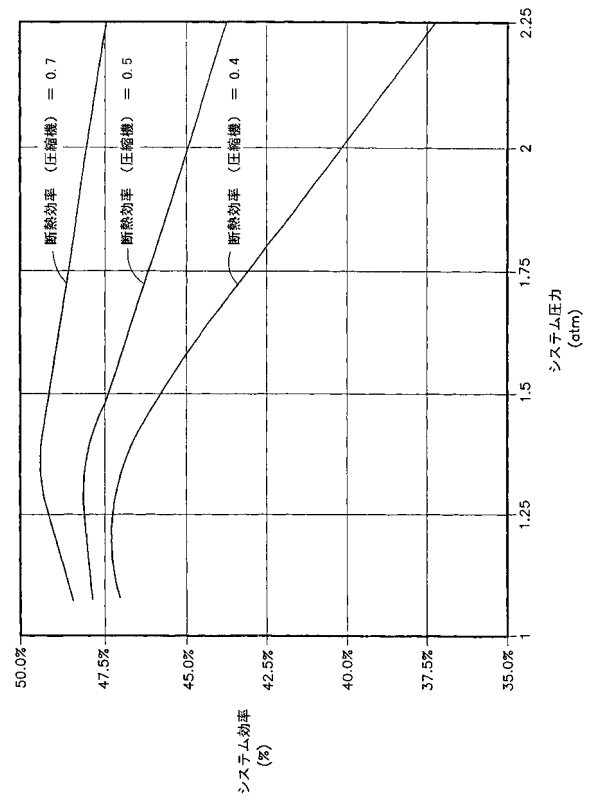
【図2】



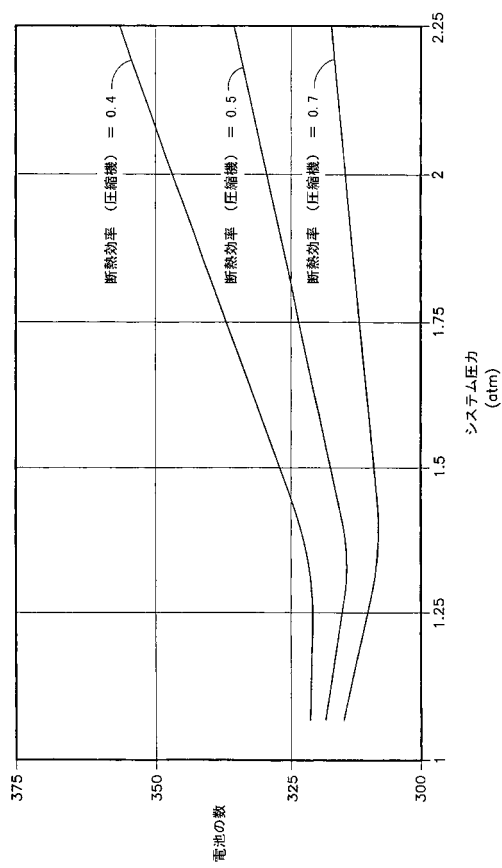
【図 3】



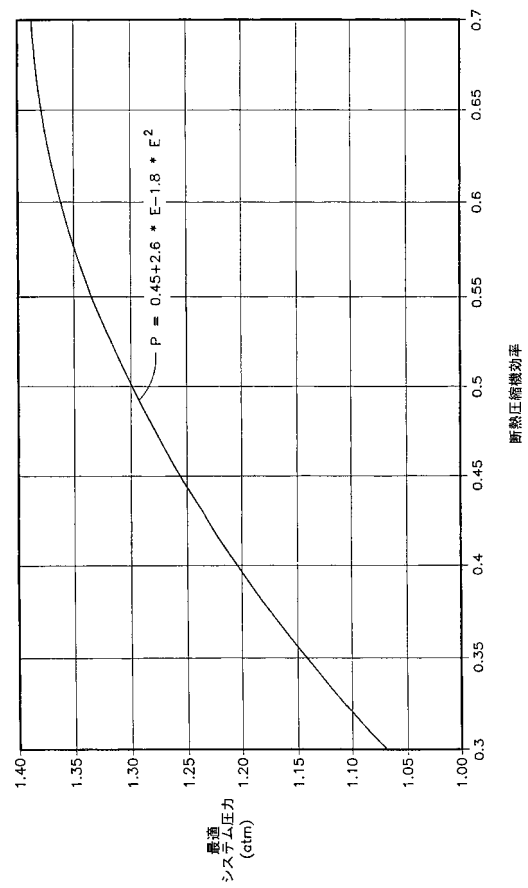
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 マイヤー, アルフレッド, ピー.
アメリカ合衆国, コネチカット, ウェスト シムズベリー, ノッチ ロード 34
- (72)発明者 ヴァンダイン, レスリー, エル.
アメリカ合衆国, コネチカット, マンチェスター, プリマス レーン 117
- (72)発明者 クラーク, トマス, エム.
アメリカ合衆国, コネチカット, サフィールド, フェザント レーン 19

審査官 國島 明弘

- (56)参考文献 特開2000-294265 (JP, A)
特開平10-189010 (JP, A)
米国特許第6268074 (US, B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 8/04

H01M 8/10