

(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2004-207241
(P2004-207241A)

(43) 公開日 平成16年7月22日(2004.7.22)

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 8/06	HO 1 M 8/06	B 5 HO 2 6
HO 1 M 8/00	HO 1 M 8/00	Z 5 HO 2 7
HO 1 M 8/04	HO 1 M 8/04	J
HO 1 M 8/12	HO 1 M 8/12	

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2003-424270 (P2003-424270)	(71) 出願人 390041542
(22) 出願日 平成15年12月22日 (2003.12.22)	ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(31) 優先権主張番号 10/248,166	GENERAL ELECTRIC CO
(32) 優先日 平成14年12月23日 (2002.12.23)	MPANY
(33) 優先権主張国 米国 (US)	アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタデイ、リバーロード、1 番
	(74) 代理人 100093908
	弁理士 松本 研一
	(74) 代理人 100105588
	弁理士 小倉 博
	(74) 代理人 100106541
	弁理士 伊藤 信和
	(72) 発明者 シェラパ・バラン
	アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカユナ、ノースウッド・コート、1012 番
	最終頁に続く

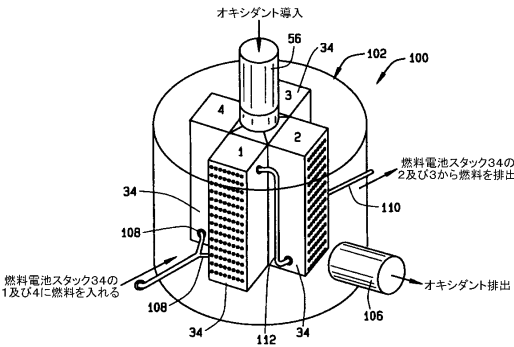
(54) 【発明の名称】 空気及び燃料の流れを再循環させる燃料電池一体型ハイブリッド発電装置

(57) 【要約】

【課題】 放出を減少させ且つ熱力学的効率を向上させた、より低コストの発電装置を提供する。

【解決手段】 ハイブリッド発電装置 (10) は、陰極入口 (56) と、再循環流路 (122) に沿って陰極入口と流体連通する陰極出口 (106) とを有する少なくとも 1 つの燃料電池 (72) を含む。改質装置 (36) は空気及び燃料を改質するように構成され、燃料電池は改質装置と流体連通する陽極入口 (110) と、再循環流路 (136) に沿って改質装置と流体連通する陽極出口とを含む。圧縮空気はタービン排気 (52) により加熱される復熱装置 (20) に供給され、加熱された圧縮空気は燃料電池に入る前に燃料電池からの再循環排気 (120) と混合される。テールガスバーナ (38) は陰極排気と改質残留燃料との混合物を燃焼し、燃焼ガスはタービン (12) へ導かれる。

【選択図】 図 3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

陰極入口（５６）及び陰極出口（１０６）を具備する少なくとも１つの燃料電池（７２）を具備し、前記陰極出口は再循環流路（１２２）に沿って前記陰極入口と流体連通しているハイブリッド発電装置（１０）。

【請求項 2】

前記少なくとも１つの燃料電池（７２）は陽極入口（１０８）及び陽極出口（１１０）を更に具備し、前記陽極出口は再循環流路（１３６）に沿って前記陽極入口と流体連通している請求項 1 記載のハイブリッド発電装置（１０）。

【請求項 3】

燃料を改質するように構成された改質装置（３６）を更に具備し、前記改質装置は前記燃料電池（７２）で発生される排気流れ（１３４）により加熱される請求項 2 記載のハイブリッド発電装置（１０）。

【請求項 4】

前記少なくとも１つの燃料電池（７２）は固体酸化物燃料電池である請求項 3 記載のハイブリッド発電装置（１０）。

【請求項 5】

前記陽極出口（１１０）と流体連通するテールガスバーナ（３８）を更に具備し、前記テールガスバーナは陽極排気（１３４）と、陰極排気流れ（１２０）の一部との混合物を受け入れる請求項 2 記載のハイブリッド発電装置（１０）。

【請求項 6】

ガスタービン（１４）を更に具備し、前記テールガスバーナ（３８）は前記タービンへ燃焼ガスを排出する請求項 5 記載のハイブリッド発電装置（１０）。

【請求項 7】

圧縮機（１２）を更に具備し、前記圧縮機は前記陰極入口（５６）に空気を供給する請求項 6 記載のハイブリッド発電装置（１０）。

【請求項 8】

前記圧縮機（１２）と流体連通する復熱装置（２０）を更に具備し、前記復熱装置は前記タービンからの排気（５２）により加熱される請求項 7 記載のハイブリッド発電装置（１０）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は一般に発電装置に関し、特に、一体型燃料電池を含むハイブリッド発電装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

いくつかのハイブリッド発電システムにおいては、発電装置における発電容量を増加させるために燃料電池が従来のガスタービンと一体化されている。例えば、固体酸化物燃料電池などの周知の燃料電池は、改質天然ガスなどの気体燃料を空気と反応させて、電力と高温ガスを発生させる複数の固体燃料電池を含む。ガスタービン圧縮機は高い圧力で動作する燃料電池に対して空気を供給し、燃料電池はタービン内で膨張すべき高温ガスを発生する。燃料電池スタックの排出空気は燃料電池スタックの排出燃料と組み合わせられ、その結果放出される熱は発電装置のタービン部分で仕事に変換される。従って、固体酸化物燃料電池発電装置とタービンの双方により電力は発生される。例えば、特許文献 1 を参照。しかし、そのような周知のシステムはいくつかの面で欠陥を有する。

【０００３】

例えば、燃料電池スタックは、電気を発生するためにその内部で生じる物理的プロセス及び熱力学的プロセスにより課される狭い温度限界の中で動作することを要求される。通常、燃料電池の入口空気流れを許容しうる温度まで上昇させるために、再生式熱交換器が

10

20

30

40

50

使用される。再生式熱交換器は発電装置を、かなり高コストで複雑なものとし、用途によってはこれは限度を超えたものにもなりかねない。

【0004】

加えて、燃料電池の許容しうる入口温度が達成された後も、均一な燃料電池スタック温度及び出口温度を維持するために、燃料電池において化学的に電気を発生するのに必要とされる量をかなり超える量の空気を供給しなければならない場合が多い。燃料電池において一様な温度を維持するためにそのような過剰な空気を供給することで、大きな圧縮損失を招く傾向が見られる。過剰な空気を供給することにより、発電装置のタービン部分の入口温度は低下し、システムの総合的熱力学効率が損なわれがちである。

【0005】

10

更に、固体酸化物燃料電池は、通常、燃料電池の入口に供給される燃料の全てを変換するわけではない。燃料電池からの出口流れの組成は、主に、平衡種と共にCO、CO₂、H₂及びH₂Oを含む。一部が消費された燃料を燃焼させる手段が設けられていないと、それらの成分の熱含量が浪費されてしまい、発電装置の熱力学効率は低下する。更に、燃料電池の燃料が完全に変換されなかった場合、燃焼しなかった炭化水素が大気中に放出されるという望ましくない事態も起こりうる。

【特許文献1】米国特許第5,413,879号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

20

放出を減少させ且つ熱力学効率を向上させた、より低コストの発電装置を提供することが望ましいであろう。

【課題を解決するための手段】

【0007】

1つの面においては、ハイブリッド発電装置が提供される。装置は、陰極入口及び陰極出口を具備する少なくとも1つの燃料電池を具備し、陰極出口は再循環流路に沿って陰極入口と流体連通している。

【0008】

別の面においては、ハイブリッド発電装置が提供される。装置は、燃料を改質するように構成された改質装置を具備し、少なくとも1つの燃料電池は、改質装置と流体連通する陽極入口を具備し、陽極出口は再循環流路に沿って改質装置と流体連通している。

30

【0009】

更に別の面においては、ハイブリッド発電装置が提供される。装置は圧縮機と、圧縮機と流体連通する復熱装置と、少なくとも1つの燃料電池とを具備し、燃料電池は、燃料電池に空気を供給するために復熱装置と流体連通している。燃料電池は陰極入口及び陰極出口を具備し、陰極入口は圧縮空気を受け入れるために復熱装置と流体連通している。

【0010】

更に別の面においては、ハイブリッド発電装置が提供される。装置は圧縮機と、圧縮機と流体連通する復熱装置と、燃料電池スタックとを具備し、燃料電池スタックは、燃料電池スタックに空気を供給するために復熱装置と流体連通している。燃料電池は陰極入口及び陰極出口を具備し、陰極入口は圧縮空気を受け入れるために陰極出口と流体連通している。復熱装置は、陰極入口に入る前に圧縮空気にタービンの排出物からの熱を伝達するように構成されている。

40

【0011】

更に別の面においては、ハイブリッド発電装置が提供される。装置は改質装置と、改質装置と流体連通する陽極入口を具備する燃料電池とを具備する。陽極出口は再循環流路に沿って改質装置と流体連通しており、テールガスバーナは陽極出口と流体連通している。テールガスバーナは空気と陽極排出流れとの混合物を燃焼させる。

【0012】

更に別の面においては、ハイブリッド発電装置が提供される。装置はガスタービン部分

50

と、燃料電池部分とを具備する。ガスタービン部分はタービンと、タービンにより駆動される圧縮機と、タービンからの排気により加熱された、圧縮機からの空気を受け入れる復熱装置とを具備する。燃料電池部分は、陰極入口及び陰極出口を具備する燃料電池スタックを具備する。復熱装置は陰極入口に空気を供給し、陰極出口は陰極再循環流路に沿って陰極入口と流体連通している。送風機は、陰極出口から陰極入口へ空気を再循環させるように構成されている。燃料電池部分は、改質装置と流体連通する陽極入口を更に具備し、陽極出口は再循環流路に沿って改質装置と流体連通している。改質装置は陽極再循環流路に沿って陽極出口と流体連通しており、テールガスバーナは陽極出口及び改質装置と流体連通している。テールガスバーナは陽極出口からの排出燃料と、改質装置からの空気の一部との混合物を受け入れ、テールガスバーナはタービンへ燃焼ガスを排出する。

10

【0013】

更に別の面においては、陽極と、陰極と、それらの間に挿入された電解質とを具備する燃料電池を具備する発電装置が提供される。陰極は陰極入口及び陰極出口と、陰極入口流れを加熱するために陰極出口流れの一部を再循環させるように陰極出口を陰極入口に接続する空気再循環流路とを有する。

【0014】

別の面においては、テールガスバーナシステムが提供される。システムは、陽極と、陰極と、それらの間に挿入された電解質とを具備する少なくとも1つの燃料電池を具備し、陽極は陽極入口及び陽極出口を具備し、陰極は陰極入口及び陰極出口を具備する。テールガスバーナは、陽極出口流れの少なくとも一部を陰極出口流れの少なくとも一部によって酸化して、テールガスバーナ出口流れを生成するために陽極出口及び陰極出口に結合されたテールガス入口及びテールガス出口を具備し、陰極出口流れの一部にテールガスバーナを迂回させるために、テールガスバイパス流れが陰極出口及びテールガスバーナ出口に接続されている。

20

【0015】

更に別の面においては、ガスタービン及び燃料電池を一体化する方法が提供される。燃料電池は陰極入口、陰極出口、陽極入口及び陽極出口を含み、方法は圧縮空気流れを陰極入口に導入することと、圧縮燃料流れを陽極入口に導入することと、燃料電池内部で空気流れを燃料流れと電気化学的に反応させて、陽極出口流れ、陰極出口流れ及び電力を発生することとを含む。陽極出口流れ及び陰極出口流れは陽極入口流れ及び陰極入口流れよりそれぞれ高い温度であり、方法は、陰極入口に導入される圧縮空気流れを加熱するために、陰極出口流れの一部を陰極入口流れへ再循環させることを更に含む。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

図1は、互いにタンデム配列で電気を発生する燃料電池部分及びタービン部分を含むガスタービン／燃料電池一体型ハイブリッド発電装置10の一例を概略的に示す。タービン部分は圧縮機12と、タービン14と、タービン14が圧縮機12を駆動するためのロータ16と、発電機18と、復熱装置20とを含む。燃料電池部分は燃料ポンプ30と、脱硫装置32と、燃料電池スタック34と、燃料電池スタック34に対する燃料改質装置36と、テールガスバーナ38と、触媒チャンバ40と、排気送風機42とを含む。以下に更に詳細に説明するように、装置10の基本的な構成要素は良く知られているが、システムの性能及び効率を向上させるために装置構成要素を再循環流路によって効果的に接続することにより、周知の装置に対する効率の改善が得られる。以下の説明からわかるであろうが、システムの燃料電池部分及びタービン部分において空気流れ及び燃料流れからできる限り多くの仕事を取り出すために、燃料電池部分から排出される空気流れ及び燃料流れを再循環させ、且つ燃料電池部分のためにタービン部分で発生された熱を利用することにより、装置の効率は改善される。

40

【0017】

動作中、圧縮機12は、固定ペーン及び回転ブレードの複数の列を含む多段圧縮機であり、圧縮機12は周囲空気を導入し、圧縮機12の出口で圧縮空気流れ50を発生する。

50

圧縮空気流れ５０は、隔離された複数の流路を含む周知の種類の熱交換器である復熱装置２０に向かう流路に沿って導かれる。圧縮空気流れは１つの復熱装置流路により復熱装置２０に入り、別の復熱装置流路によってタービン排気流れ５２が復熱装置２０に供給され、それにより、タービン排気からの熱が圧縮機出口からの圧縮空気流れ５０及びタービン排気流れ５２と混合されることなく圧縮空気流れ５０へ伝達される。従って、圧縮空気流れ５０は復熱装置２０内においてタービン排気流れ５２により加熱され、加熱された圧縮空気流れ５４は復熱装置２０から出て、燃料電池スタック３４の陰極入口５６へ流れ、燃料電池スタック３４内へオキシダントを供給する。圧縮空気流れ５０をタービン排気５２によって加熱することにより、燃料電池オキシダントの温度を上げるための従来の加熱装置及び／又は再生式熱交換器に必要であった費用は回避され、タービン排気流れ５２は大気中へ排出される前に冷却される。

10

【００１８】

一実施例では、図２に示すような周知の燃料電池に従って、燃料電池スタック３４は複数の配線部７０を含み、各配線部７０は１つの燃料マニホールドを規定している。各配線部７０は、配線部７０を介してオキシダント又は燃料などの試薬を流すための少なくとも１つの流れフィールドを更に含む。この例の配線部７０の流れフィールドは、十分な導電率を有し、酸化に対する耐性を示し、機械的強度を維持し且つ燃料電池の動作条件の下で化学的に安定している金属から形成されている。

【００１９】

燃料電池スタック３４は、陽極７４と、陰極７６と、陽極７４と陰極７６との間に配置された電解質７８とを具備する少なくとも１つの燃料電池ユニット７２を更に含む。電解質７８は燃料とオキシダントの双方を透過しない。一実施例では、燃料電池ユニット７２は、イットリア安定化ジルコニア（ＹＳＺ）、セリア添加ジルコニア、又はマンガン酸ランタニストロンチウムガリウムなどの酸素イオンを伝導する固体電解質を有する固体酸化物燃料電池（ＳＯＦＣ）ユニットであるが、他の実施例においては、燃料電池ユニット７２は、例えば、陽子交換膜（ＰＥＭ）電解質、溶融炭酸塩電解質又は燃料電池スタック３４で使用するのに適する他の周知の電解質材料を含んでいても良いと考えられる。

20

【００２０】

陽極７４はそれぞれ対応する配線部７０に隣接して配置され、配線部７０と電氣的に接続すると共に、流体連通するように構成されている。配線部７０の流れフィールドは電氣的接続と流体連通の双方を提供し、燃料取り入れマニホールドから陽極７４の表面に沿って燃料排出マニホールドまで燃料の流れを誘導するように構成されている。同様に、陰極７６も配線部７０に隣接して配置され、配線部７０と電氣的に接続すると共に、流体連通するように構成されている。配線部７０の流れフィールドは陰極７６に対する電氣的接続を成立させ、陰極７６の表面に沿って空気などのオキシダントの流れを誘導するように構成されている。配線部７０は、陰極７６に沿った燃料の流れ及び陽極７４に沿ったオキシダントの流れを阻止するために、いくつかの密封機能を含む。

30

【００２１】

スタック３４でより大きな電圧を発生するために、燃料電池スタック３４は縦スタックとして配列された複数の平面燃料電池ユニット７２を含む。当業者には認識されるであろうが、図２には単なる例示を目的として３つの平面燃料電池ユニット７２から成る特定の構成が示されており、スタック３４に含まれる平面燃料電池ユニット７２の特定の数はスタック３４に要求されるパワーによって異なる。図示されている実施例では、２対の隣接する燃料電池ユニット７２の各々の対が１つの配線部７０を共有しており、配線部７０は隣接する平面燃料電池ユニット７２のうちの一方のユニットの陽極７４に電氣的に接続され且つその陽極７４と流体連通していると共に、隣接する他方の平面燃料電池ユニット７２の陰極７６に電氣的に接続され且つその陰極７６と流体連通している。この特定の実施例の場合、隣接する平面燃料電池ユニット７２により共有されている各々の配線部７０は、その両側に、隣接する平面燃料電池ユニット７２の隣接する陽極７４及び陰極７６に対して電氣的接続及び流体連通を成立させるための流れフィールドを含む。

40

50

【0022】

スタック34を閉鎖し、平面燃料電池ユニット72から電流を収集するために、燃料電池スタック34は、上部の平面燃料電池ユニット72の上に配置された上エンドプレート80と、下部の平面燃料電池ユニット72の下に配置された下エンドプレート82とを含む。エンドプレート80、82は電流を収集するためのプレートであり、この例の上エンドプレート80及び下エンドプレート82はフェライトステンレス鋼から形成されている。更に、エンドプレート80、82は燃料電池スタック34を被覆して、燃料及びオキシダントが燃料電池スタック34を迂回するのを防止している。2つのエンドプレート80、82の間の電位が燃料電池スタック34の総電圧であり、これは個々の燃料電池ユニット72の電圧の和に等しい。

10

【0023】

図3に示すように、複数の燃料電池スタック34を容器102を含む1つのモジュール100として一体化しても良い。容器102は、オキシダント、例えば、空気を受け入れるように構成された入口56と、オキシダントを排出するように構成された出口106とを有する。容器102の内部には複数の燃料電池スタック34が環状に配置されている。少なくとも1つの燃料電池スタック34は燃料流れを受け入れるための燃料入口108を有し、少なくとも1つの燃料電池スタック34は燃料流れを排出するための燃料出口110を有する。配管112は燃料流れを1つのスタックから別のスタックに供給するためにスタック34を接続する。各燃料電池スタック34は、燃料電池スタック34の配線部70（図2に示す）から燃料流れを受け入れる燃料取り入れマニホールド、燃料流れを排出する燃料排出マニホールド、オキシダント流れを受け入れるオキシダント取り入れマニホールド及びオキシダント流れを排出するオキシダント排出マニホールドを含む。

20

【0024】

燃料電池スタック34の陰極に対してオキシダントである空気の流れをそれぞれ供給するという意味で、空気入口56をここでは陰極入口と呼び、空気出口106を陰極出口と呼ぶ。同様に、燃料電池スタック34の陽極に対して燃料流れをそれぞれ供給するという意味で、燃料入口108をここでは陽極入口と呼び、燃料出口110を陽極出口と呼ぶ。

【0025】

図1に戻って説明すると、復熱装置20からの加熱された圧縮空気の流れ54は陰極入口56を介して燃料電池スタック34に入り、スタック34の燃料電池ユニットを通して流れ、同様に燃料電池ユニットを通して流れる燃料（後述する）との化学反応を起こして、電気を発生する。使用済みの空気120は陰極出口106を介して燃料電池スタック34から排出され、その一部は送風機42などの圧力上昇装置と流体連通している低圧再循環流路122へ分岐される。送風機42は空気の圧力を上昇させ、空気を高圧再循環流路124へ送り出して、復熱装置20からの圧縮加熱空気の流れ54に戻される再循環空気流れを形成する。従って、再循環流路124の再循環空気流れは流路接合部126で新鮮な空気の流れ54と混合されることになる。燃料電池スタック34から排出された再循環使用済み空気と、再循環流路124を通る新鮮な空気54との混合は、いくつかの点で好都合である。

30

【0026】

例えば、燃料電池スタック34からの高温の排出空気を再循環させ、それを圧縮機からの新鮮な空気54と混合することで、直接質量移動及び熱伝達プロセスにより、陰極入口56における空気の温度が上昇する。従って、従来のシステムのように熱交換器により拡散熱伝達を行う必要はない。圧縮空気50を加熱するために復熱装置20におけるタービン排気流れ52と組み合わせることにより、復熱装置20のような、相当に低コストで、複雑でない熱交換器を使用できるようになる。

40

【0027】

更に、流路124を介して燃料電池スタックの空気出口106から排出される再循環空気は陰極入口56における燃料電池スタック34への空気の質量流量を増加させ、相対的なシステム空気流量をほぼ一定にして、システム性能を向上させるのを助ける。陰極入口

50

56におけるスタック34への空気の質量流量が増加することにより、燃料電池スタック34内部の温度はより一様になり、スタック34の性能は更に向上する。そのため、所定の一定のスタック温度範囲に対してより大きな燃料流量を得ることが可能である。ほぼ一定の総システム空気流量でより大きな燃料流量を得ることで、過剰な空気の総量は減少し、それにより、以下に説明するように、タービン14の点火温度が上昇し、総合的システム性能は向上する。

【0028】

更に、十分な量の再循環空気が流路124を通る新鮮な供給空気54と混合されるため、流入する新鮮な空気に対して燃料電池スタックの化学量論的動作の限界に近づくことができるであろう。

10

【0029】

また、再循環空気の流路124は、高温の燃料電池において劣化を引き起こす重大なメカニズムであることがわかっている燃料電池スタック34における陰極 O_2 濃度を有効に減少させる。従って、再循環空気流路124は高温の燃料電池スタックの性能を向上させ且つ寿命を延ばすと考えられる。

【0030】

再循環のために送風機42へ分岐されなかった陰極排気120の部分は改質装置36へ流れる。改質装置36では、例えば、蒸気及びニッケル触媒が存在する中で気体炭化水素が水素と、一酸化炭素とに改質される。これにより、陰極排気120からの熱が改質装置36に伝達され、その結果、改質装置36は、改質装置36に流入するより低温の燃料（後述する）を燃料電池スタック34に入る前に加熱する。別の実施例においては、燃料の改質は外部の燃料改質装置36又は燃料電池スタック34と一体の改質装置で実行されても良い。

20

【0031】

気体燃料（別の実施例においては天然ガス又は石炭抽出燃料ガスであっても良い）は燃料ポンプ30により脱硫装置32を介して送り出される。一実施例では、脱硫装置32は、燃料が流される硫黄吸収剤の床が入った容器を含む。タービン排気52からの熱は脱硫装置32へ伝達されて、発電装置10から排出される前の脱硫装置32内の燃料を加熱する。従って、複雑で高価な脱硫装置32用の外部加熱装置は不要になり、タービン排気は発電装置から排出される前に冷却される。

30

【0032】

脱硫された燃料130は脱硫装置32から改質装置36へ流れ、そこで燃料電池スタック34の燃料電池に入る前に改質されれば良い。例えば、燃料はその組成をメタン又は天然ガスから燃料電池における反応のために受け入れられる組成（例えば、水素、 CO_2 及び水）に変化させるために改質される。処理が済んだ後、改質された燃料132は改質装置36から陽極入口108へ流れ、燃料電池スタック34の燃料電池に入る。燃料電池で使用された後の燃料134は燃料電池スタック34から陽極出口110を介して排出される。排出された燃料134の一部は再循環燃料流れ流路136へ分岐され、接合部137において新鮮な脱硫燃料130と混合される。再循環流路136を介して高温の排出燃料を再循環させることにより、外部燃料加熱装置の必要性は更になくなり、消耗されていない燃料が燃料電池スタック34に再導入されるため、システムにおける燃料効率は向上する。排出燃料の再循環は、当業者には理解されるであろうが、例えば、送風機、エゼクタポンプ、別の圧力上昇装置などによって実現されることが可能であろう。別の実施例及び／又は代替実施例においては、改質を容易にするために蒸気を燃料に導入しても良い。

40

【0033】

再循環流れ流路136へ分岐されなかった排出燃料134の部分はテールガスバーナ38へ送られ、そこで燃焼される。燃料電池スタック34からの使用済み（すなわち、酸素が消耗された）空気139もテールガスバーナ38へ送られ、テールガスバーナ38では使用済み空気139と排出燃料134の混合物が燃焼される。燃焼排気138はガスタービン14の動作流体流路へ送られ、タービン14内のガスを膨張させるための熱及び圧力

50

を加える。テールガスタービン 38 へ流れない使用済み空気 139 の部分はテールガスバーナバイパス流路により触媒チャンバ 40 へ導かれて、その内部で空気は清浄化される。触媒チャンバ 40 からの清浄化された空気 140 はタービン 14 の動作流体流路に入る前にテールガスバーナ 38 の排気 138 と混合され、清浄化排気流れ 142 を形成する。この排気流れはガスタービン 14 へ送られることにより、発電装置 10 からの放出を減少させる。

【0034】

触媒チャンバ 40 はある実施例では好都合であると考えられるが、触媒チャンバが設けられていない場合でも本発明の利点は本発明の範囲から逸脱せずに認識されるであろうということがわかる。

10

【0035】

使用済み空気 139 及び排出燃料 134 のテールガスバーナ 38 における噴射を制御することにより、混合気が希薄であり、可燃度限界内にあることを保証できる。従って、排出燃料流れ 134 の中に残っている燃料成分はほぼテールガスバーナで燃焼されるので、システムにおいては燃料が完全に利用されることになり、発電装置 10 からの排出物として燃料が排出される事態は阻止される。

【0036】

テールガスバーナ 38 及び触媒チャンバ 40 からの高温排気 142 はガスタービン 14 の動作流体流路へ送り出され、排気の熱力学的膨張によって仕事が発生され、タービンを駆動するための動力がガスタービン 14 に加わり、その結果、発電機 18 において電気が発生する。発電機 18 及び燃料電池スタック 34 からの電気は適切な形態に変換され、図 1 にグリッド 144 として示される配電供給回路網へ送られる。

20

【0037】

少なくとも先に述べた理由により、発電装置 10 は、再循環流路を介して発電装置 10 はタービンの構造的冷却を実行し、燃料電池スタックの温度制御を改善し、且つ燃料電池スタックを所望の温度に維持するための従来の熱交換器による複雑さや費用の増加を回避する一方で、周知のシステムと比較して高い総合的装置性能を示す。燃料電池スタックの陰極排気の再循環によって、燃料電池スタックに対する入口空気温度の制御も容易になり、その結果、燃料電池スタック内部における温度の上昇及び均一性を更に精密に制御できる。燃料電池スタックの陰極排気の再循環はタービン部分の入口温度を上昇させるため、タービンの仕事量が増加し、陰極側の酸化が減少することによって性能維持の能力が増し、化学量論的条件における燃料電池スタックの動作を可能にし、更に、大気中へ装置排気を排出する前の処理後の排出を簡単にする。

30

【0038】

図 4 は、発電装置 10 (図 1 に示す) の基本構成要素を共有する燃料電池一体型ハイブリッド発電装置 200 の第 2 の実施例の概略図である。図中、同じ要素は同じ図中符号により示されている。

【0039】

発電装置 200 のガスタービン部分では、圧縮機 12 は圧縮空気を復熱装置 20 に供給し、復熱装置 20 内部の圧縮空気は先に説明したようにタービン排気 52 により加熱され、陰極入口 56 に供給されるべき加熱空気流れを形成する。燃料電池スタック 34 では、先に説明したように、空気は燃料と反応して電気を発生する。

40

【0040】

燃料電池スタック 34 の陰極出口 106 から排出される使用済み空気 120 は改質装置 36 へ送り出される。これにより、陰極排気 120 からの熱は改質装置 36 に伝達され、その結果、改質装置 36 は流入して来るより低温の燃料を燃料電池スタック 34 に入る前に加熱する。従って、陰極排気 120 は冷却された使用済み空気 139 として改質装置 36 を出る。使用済み空気 139 の一部は、送風機 42 と流体連通する低压再循環流路 122 へ分岐される。送風機は流路 122 内の使用済み空気を高圧再循環流路 124 へ送り出し、この空気は燃料電池スタック 34 に入る前に加熱された圧縮空気 54 と混合される。

50

陰極排気を再循環流路 1 2 4 を介して新鮮な空気 5 4 と混合することの利点は先に述べた通りである。

【0041】

気体燃料（別の実施例においては天然ガス又は石炭抽出燃料ガスであっても良い）は燃料ポンプ 30 により脱硫装置 32 を介して送り出される。タービン排気 52 からの熱は脱硫装置 32 へ伝達されて、発電装置 10 から排出される前の燃料を加熱する。従って、脱硫装置 32 のために外部加熱装置を設けることに関連する複雑さや費用は回避され、タービン排気は発電装置から排出される前に冷却される。

【0042】

脱硫された燃料 130 は脱硫装置 32 から改質装置 36 へ流れ、そこで、燃料は燃料電池スタック 34 の燃料電池に入る前に改質されても良い。例えば、燃料はその組成をメタン又は天然ガスから燃料電池における反応のために受け入れられる組成（例えば、水素、 CO_2 及び水）に変化させるために改質される。処理が終了したならば、改質燃料 132 は改質装置 36 から陽極入口 108 を経て、スタック 34 の燃料電池に流入する。燃料電池で消費された後の使用済み燃料 134 は燃料電池スタック 34 から陽極出口 110 を介して排出される。排出された燃料 134 の一部は再循環燃料流れ流路 136 へ分岐され、接合部 137 において新鮮な脱硫燃料 130 と混合される。再循環流路 136 を介する高温排出燃料の再循環によって、燃料用の外部加熱装置の必要性が更に回避され、消耗されていない燃料が燃料電池スタック 34 に再導入されるので、システムの燃料効率は向上する。

【0043】

再循環燃料流れ流路 136 へ分岐されない排出燃料 134 の部分はテールガスバーナ 38 へ送られ、そこで燃焼される。燃料電池スタック 34 からの使用済み（すなわち、酸素を消耗された）空気 139 の一部もテールガスバーナ 38 へ送られ、テールガスバーナ 38 内で使用済み空気 139 と排出燃料 134 の混合物が燃焼される。燃焼排出物 138 はガスタービン 14 の動作流体流路へ送られて、タービン 14 内のガスを膨張させるための熱及び圧力を更に加える。テールガスバーナ 38 へ流れない使用済み空気 139 の部分はテールガスバーナバイパス流路へ導かれ、空気を清浄化するために触媒チャンバ 40 に至る。触媒チャンバ 40 からの清浄化された空気 140 は、タービン 14 の動作流体流路に入る前にテールガスバーナ 38 の排気 138 と混合されて、清浄化排気流れ 142 を形成する。この排気流れ 142 はガスタービン 14 の動作流体流路へ送られることにより、発電装置 200 からの放出を減少させる。

【0044】

触媒チャンバ 40 はある実施例では好都合であると考えられるが、触媒チャンバが設けられない場合でも本発明の範囲から逸脱せずに本発明の利点は認められるであろうということがわかる。

【0045】

テールガスバーナ 38 における使用済み空気 139 と排出燃料 134 の噴射を制御することにより、燃料／空気混合物が希薄であり、可燃度の限界内にあることを保証できる。従って、排出燃料流れ 134 に残っているほぼ全ての燃料成分がテールガスバーナで燃焼されるため、システムにおいて燃料は完全に利用されることになり、発電装置 200 からの排出物として燃料が排出される事態は阻止される。

【0046】

テールガスバーナ 38 及び触媒チャンバ 40 からの高温の排気 142 はガスタービン 14 の入口へ送られ、排気の熱力学的膨張によって仕事が発生し、タービンを駆動するための動力をガスタービンに加えるので、その結果、発電機 18 において電気が発生する。発電機 18 及び燃料電池スタック 34 からの電気は適切な形態に変換され、図 1 にグリッド 144 として示される配電供給回路網へ送られる。

【0047】

少なくとも先に述べた理由により、発電装置 200 は、再循環流路を介して発電装置 2

00はタービンの構造的冷却を実行し、燃料電池スタックの温度制御を改善し、且つ燃料電池スタックを所望の温度に維持するための従来の熱交換器による複雑さや費用の増加を回避する一方で、周知のシステムと比較して高い総合的装置性能を示す。燃料電池スタックの陰極排気の再循環によって、燃料電池スタックに対する入口空気温度の制御も容易になり、その結果、燃料電池スタック内部における温度の上昇及び均一性を更に精密に制御できる。燃料電池スタックの陰極排気の再循環はタービン部分の入口温度を上昇させるため、タービンの仕事量が増加し、陰極側の酸化が減少することによって性能維持の能力が増し、化学量論的条件における燃料電池スタックの動作を可能にし、更に、大気中へ装置排気を排出する前の処理後の排出を簡単にする。

【0048】

10

発電装置200を発電装置10（図1に示す）と比較し、解析してみると、発電装置200は発電装置10より高い総合的装置性能及び高率を示すが、発電装置10は発電装置200よりタービンの冷却に関して優れていることが実証された。

【0049】

特許請求の範囲に記載された符号は、理解容易のためであってなんら発明の技術的範囲を実施例に限縮するものではない。

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】 一体型燃料電池ハイブリッド発電装置の一例の概略図。

【図2】 図1に示す発電装置の燃料電池スタックの一例を示す概略図。

20

【図3】 図1に示す発電装置の燃料電池モジュールの一例の斜視図。

【図4】 燃料電池一体型ハイブリッド発電装置の第2の実施例の概略図。

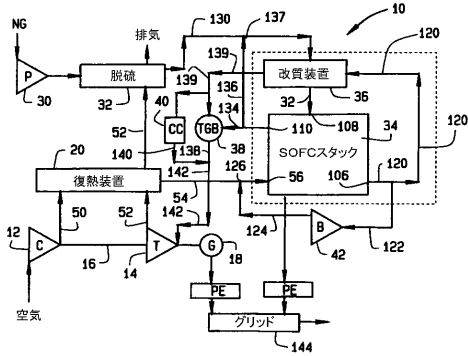
【符号の説明】

【0051】

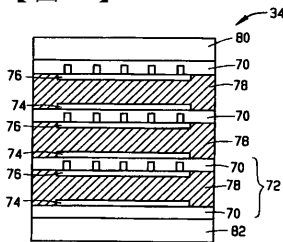
10…ガスタービン／燃料電池一体型ハイブリッド発電装置、12…圧縮機、14…ガスタービン、18…発電機、20…復熱装置、32…脱硫装置、34…燃料電池スタック、36…改質装置、38…テールガスバーナ、40…触媒チャンバ、42…送風機、52…タービン排気流れ、56…陰極（空気）入口、70…配線部、72…燃料電池ユニット、74…陽極、76…陰極、78…電解質、106…陰極（空気）出口、108…陽極（燃料）入口、110…陽極（燃料）出口、120…使用済み空気、122…低圧再循環流路、124…高圧再循環流路、134…排出された燃料、136…再循環流路、200…ガスタービン／燃料電池一体型ハイブリッド発電装置

30

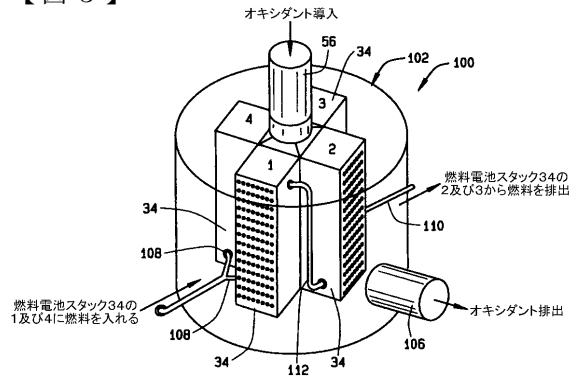
【 図 1 】



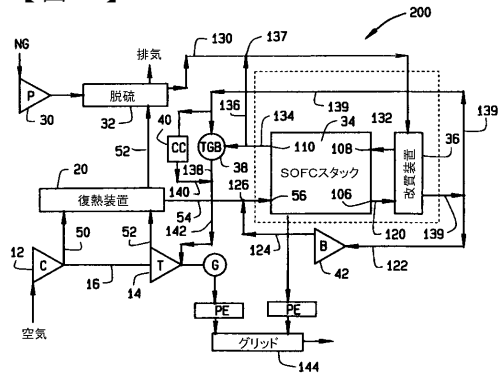
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(72)発明者 デビッド・ディーンジェリス

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、アルバニー、ステート・ストリート・エーピーティー・ビー、
259番

Fターム(参考) 5H026 AA06

5H027 AA06 BA01 BA16 BA19 BC11 BC19 DD01