

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6257724号
(P6257724)

(45) 発行日 平成30年1月10日(2018.1.10)

(24) 登録日 平成29年12月15日(2017.12.15)

(51) Int.Cl.	F I
HO 1 M 8/04225 (2016.01)	HO 1 M 8/04 X
HO 1 M 8/04302 (2016.01)	HO 1 M 8/06 G
HO 1 M 8/0612 (2016.01)	CO 1 B 3/36
CO 1 B 3/36 (2006.01)	HO 1 M 8/12
HO 1 M 8/12 (2016.01)	

請求項の数 20 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2016-190961 (P2016-190961)	(73) 特許権者	513136610
(22) 出願日	平成28年9月29日(2016.9.29)		エルジー フューエル セル システムズ
(62) 分割の表示	特願2014-148703 (P2014-148703)		インク
原出願日	平成20年1月18日(2008.1.18)		LG FUEL CELL SYSTEM
(65) 公開番号	特開2017-4979 (P2017-4979A)		S INC.
(43) 公開日	平成29年1月5日(2017.1.5)		アメリカ合衆国 44720 オハイオ州
審査請求日	平成28年10月28日(2016.10.28)		, ノース カントン, ストリップ ア
(31) 優先権主張番号	60/881,789		ベニュー ノースウェスト 6065
(32) 優先日	平成19年1月22日(2007.1.22)		6065 Strip Avenue N
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100140109
			弁理士 小野 新次郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多段燃焼器及び燃料電池システムを始動するための方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1構成要素及び第2構成要素を含む燃料電池システムを始動するように形成された多段燃焼器において、

燃料/酸化体混合物の流れを受け入れるための入口を持つ、前記燃料/酸化体混合物中の燃料を部分酸化して部分酸化ガスを発生するように形成された部分酸化(POX)バーナーと、

前記燃料電池システムに連結された、前記第1構成要素では無い前記POXバーナーからの第1量の前記部分酸化ガスを、第1出力ガスとして、前記多段燃焼器から前記第1構成要素に提供するように形成された第1出力と、

前記POXバーナーに直接に連結された、第2量の前記部分酸化ガスを前記POXバーナーから受け取って前記第2量の前記部分酸化ガス中の残留燃料の少なくとも幾分かを酸化し、前記多段燃焼器から前記第1出力ガスと異なる第2出力ガスを発生する第2バーナーと、

前記燃料電池システムの前記第2構成要素に連結された、前記第2出力ガスを前記燃料電池システムの前記第2構成要素に提供するように形成された第2出力とを含み、

運転中において、前記第1量の前記部分酸化ガスは前記POXバーナーから前記第1構成要素に供給され、前記第2量の前記部分酸化ガスは前記POXバーナーから前記第2バーナーに供給され、

前記第2量の部分酸化ガスは、前記第1量の部分酸化ガスの一部を含まず、

前記第 1 構成要素と前記第 2 構成要素とに前記酸化された流体を同時に供給する、多段燃焼器。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の多段燃焼器において、

前記 P O X バーナーは予備混合バーナーであり、前記 P O X バーナーでの前記燃料の前記部分酸化中に放出された熱を使用して前記燃料 / 酸化体混合物を予熱するように形成された予熱ヒーターを更に含む、多段燃焼器。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の多段燃焼器において、

前記 P O X バーナーは、前記燃料 / 酸化体混合物の火炎燃焼を行うように形成されており、前記第 2 バーナーは、触媒燃焼プロセスを使用して前記残留燃料の前記少なくとも幾分かを酸化するように形成された触媒バーナーである、多段燃焼器。

10

【請求項 4】

請求項 1 に記載の多段燃焼器において、更に、

前記第 2 バーナーに連結された第 2 入口を含み、この第 2 入口は、前記第 2 バーナーへ二次酸化体の流れを供給するように形成されている、多段燃焼器。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の多段燃焼器において、

前記第 2 バーナーは、前記第 2 量の前記部分酸化ガスを、前記二次酸化体の流れを使用して完全に酸化し、前記第 2 出力ガスを発生するように形成されている、多段燃焼器。

20

【請求項 6】

請求項 5 に記載の多段燃焼器において、

前記燃料電池システムの前記第 2 構成要素は、前記燃料電池システムで使用するため、前記第 2 出力ガスから熱を取り出すように形成された復熱装置である、多段燃焼器。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の多段燃焼器において、

前記第 1 構成要素はアノードであり、

前記燃料電池システムは、更に、気化器 / 混合器及び改質器のうちの少なくとも一方を含み、

前記第 1 出力は、前記気化器 / 混合器及び前記改質器のうちの少なくとも一方を介して前記第 1 出力ガスを前記アノードに提供する、多段燃焼器。

30

【請求項 8】

請求項 1 に記載の多段燃焼器において、

前記燃料は、液体及びガスのうちの少なくとも一方である、多段燃焼器。

【請求項 9】

燃料電池システムにおいて、

請求項 1 に記載の多段燃焼器と、

アノードと、

通常のカソード酸化体源に流動学的に連結された、前記通常のカソード酸化体から受け取った酸素イオンに対して透過性のカソードと、

40

前記アノード及び前記カソードと連通した、前記酸素イオンを前記カソードから前記アノードに供給するように形成された電解質と、

改質器が、前記アノードに流動学的に連結されており、前記アノードで使用するため、通常の作動燃料及び通常の改質器酸化体を受け取って、前記通常の作動燃料及び前記通常の改質器酸化体から合成ガスを発生するように形成され、

前記第 2 構成要素は、前記燃料電池システムで使用するため、廃熱を再捕捉するように形成された復熱装置である、燃料電池システム。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の燃料電池システムにおいて、

前記燃料 / 酸化体混合物は、始動燃料 / 酸化体混合物であり、前記燃料は始動燃料を含

50

み、前記通常の作動燃料及び前記始動燃料は同じ燃料である、燃料電池システム。

【請求項 1 1】

請求項 9 に記載の燃料電池システムにおいて、

前記燃料 / 酸化体混合物は、始動燃料 / 酸化体混合物であり、前記燃料は始動燃料を含み、前記始動燃料 / 酸化体混合物は、前記始動燃料に始動酸化体を加えたものであり、前記始動酸化体及び前記カソード酸化体はそれぞれ空気中の酸素を使用する、燃料電池システム。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 に記載の燃料電池システムにおいて、

前記通常の改質器酸化体は空気中の酸素を含む、燃料電池システム。

10

【請求項 1 3】

燃料電池システムを始動するための燃焼器において、

ハウジングと、このハウジング内に形成された反応ゾーンと、点火装置と、前記反応ゾーン内への燃料 / 酸化体混合物の流れを受け入れるように形成された入口とを含み、前記反応ゾーンの前記燃料 / 酸化体混合物中の燃料に点火して部分酸化し、部分酸化ガスを発生するように形成された予備混合部分酸化 (P O X) パーナーと、

第 1 量の前記部分酸化ガスを、前記燃焼器の第 1 出力ガスとして、前記予備混合 P O X パーナーから前記燃料電池システムの改質器に排出するように形成された第 1 出力と、

第 2 量の前記部分酸化ガスを前記予備混合 P O X パーナーから排出するように形成された第 2 出力と、

20

前記第 2 出力に直接に連結された、前記第 2 量の前記部分酸化ガスを前記予備混合 P O X パーナーから受け取って前記第 2 量の前記部分酸化ガス中の残留燃料の少なくとも幾分かを酸化し、前記第 1 出力ガスと異なる前記燃焼器の第 2 出力ガスを発生するように形成されている、第 2 パーナーと、

前記第 2 出力ガスを前記燃料電池システムに排出するように形成された第 3 出力とを含む、燃焼器。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 に記載の燃焼器において、更に、

前記燃料の部分酸化中に前記反応ゾーンで発生した熱を使用して前記燃料 / 酸化体混合物を予熱する予熱ヒーターを含む、燃焼器。

30

【請求項 1 5】

請求項 1 4 に記載の燃焼器において、

前記予熱ヒーターは、前記ハウジングに沿って所定の長さが配置された導管であり、前記長さは、前記入口の周囲での炭素付着物の形成を制限するように形成されている、燃焼器。

【請求項 1 6】

請求項 1 4 に記載の燃焼器において、更に、

前記ハウジング内に配置された、前記反応ゾーンを形成するライナを更に含む、燃焼器。

。

【請求項 1 7】

請求項 1 6 に記載の燃焼器において、更に、

前記ライナと前記ハウジングとの間に配置された断熱体を含む、燃焼器。

40

【請求項 1 8】

請求項 1 に記載の燃焼器において、

前記第 2 量の前記部分酸化ガスは、前記部分酸化 (P O X) パーナーの出口と前記第 2 パーナーの入口との間で該ガスの化学組成を変化させるいかなる他の装置をも通過しない、燃焼器。

【請求項 1 9】

請求項 1 に記載の燃焼器において、

前記第 2 パーナーの入口に入る前記部分酸化ガスは、前記部分酸化 (P O X) パーナー

50

に送られる燃料 / 酸化体混合物からの未燃焼の残留燃料の幾分かを含む、燃焼器。

【請求項 20】

請求項 1 に記載の燃焼器において、
前記第 1 構成要素は改質器である、燃焼器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、2007年2月22日に依頼された「部分酸化予備混合バーナー」という表題の米国仮特許出願第60/881,789号に基づく非仮特許出願である。出典を明示することにより、この出願に開示された全ての内容は本明細書の開示の一部とされる。

10

【0002】

本明細書中に説明した発明は、米国政府契約第 DE - FC 36 - 04 GO 14318 からの支援によりなされたものである。米国政府は、本特許に特定の権利を有する。

【0003】

本発明は燃料電池システムに関し、更に詳細には、燃料電池システムを始動するための装置及び方法に関する。

【背景技術】

【0004】

燃料電池を用いた電力プラント及び可搬式燃料電池を用いた発電機器等の燃料電池システムは、電気化学的反応により電力を発生するシステムであり、排気副生物が、代表的には、従来の電力プラントよりも清浄であるため、及び燃料電池が従来の電力プラントよりも効率よく発電するため、益々使用されてきている。燃料電池システムは、多くの場合、個々の燃料電池からなるスタックを使用する。各燃料電池は、代表的には、アノードと、カソードと、アノードとカソードとの間に位置決めされた電解質とを含む。アノードとカソードとの間に電気的負荷が接続される。アノード及びカソードは導電性であり、酸素等の必須のガスに対して透過性である。固体酸化物形燃料電池(SOFC)では、電解質は酸素イオンを通すように形成されており、自由電子をカソードからアノードに通さないように導電性がほとんど又は全くない。電気化学的反応を効率的に発生するため、幾つかの燃料電池は高温で作動され、例えば、SOFCについては、アノード、カソード、及び電解質の温度が700乃至1000近辺又はそれ以上で作動される。

20

30

【0005】

通常作動中、アノードに合成ガスを供給し、カソードに空気等の酸化体を供給する。幾つかの燃料電池システムは、触媒の作用により、燃料を、酸化体を使用することによって合成ガスに改質する内部改質器を備えている。燃料は、ガソリン、ディーゼル燃料、天然ガス、等の従来の燃料であってもよい。合成ガスは、代表的には、水素(H₂)を含む。これは、多くの種類の燃料電池で多く使用されるガスである。合成ガスは、燃料として適当な一酸化炭素等の他のガスを含んでいてもよい。これは、例えばSOFC燃料電池等の幾つかの種類の燃料電池で反応体として役立つが、一酸化炭素は、PEM(プロトン交換膜)燃料電池等の他の種類の燃料電池にとっては有害である。更に、合成ガスは、代表的には、水蒸気や、例えば窒素又は二酸化炭素(CO₂)等の他のガス、並びに微量の炭化水素スリップ、例えばメタン等の他の改質器副生物を含む。

40

【0006】

いずれにせよ、合成ガスをアノードでの電気化学的反応で、電解質を通した拡散によりカソードから受け取った酸素イオンによって、酸化する。この反応は、水蒸気及び自由電子の形態の電気をアノードで発生し、電気的負荷に電力を提供する。酸素イオンは、電気的負荷からカソードに戻る電子を使用したカソード酸化体の酸素還元により発生する。

【0007】

ひとたび燃料電池が始動すると、内部プロセスが作動に必要な温度を維持する。しかしながら、燃料電池を始動するためには、燃料電池の主要構成要素を加熱しなければならず、燃料電池システムの幾つかの構成要素を始動中に損傷から保護しなければならない。例

50

えば、アノードには、合成ガスがない状態で通常作動温度よりも低い温度の酸素の存在による酸化による損傷が加わる場合がある。更に、改質器は、合成ガスを発生するその触媒反応を開始するため、熱の他に特定の科学反応を必要とする。更に、燃料電池システムの始動は安全に、例えば始動プロセス中に爆発性混合物が形成されないように行われなければならない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】米国仮特許出願第60/881,789号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

当該技術において、燃料電池システムを始動するための装置及び方法が必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、燃料電池システムを始動するための装置及び方法を提供する。

【0011】

例えば第1出力や第2出力等のエレメントの名称の前に置いた「第1」や「第2」といった表記は、同様の又は関連したエレメント、結果、又は概念の間を区別する目的で使用され、必ずしも順序を示そうとするものではなく、「第1」や「第2」といったこれらの表記は、特段の表記がない限り、追加の同様の又は関連したエレメント、結果、又は概念を含もうとするのを妨げるものではない。

【0012】

本発明は、その一つの形態において、第1構成要素及び第2構成要素を含む燃料電池システムを始動するように形成された多段燃焼器に関する。本多段燃焼器は、燃料/酸化体混合物の流れを受け入れるための入口を持つ、燃料/酸化体混合物中の燃料を部分酸化して部分酸化ガスを発生するように形成された部分酸化(POX)バーナーと、燃料電池システムに連結された、第1量の部分酸化ガスを、第1出力ガスとして、多段燃焼器から第1構成要素に提供するように形成された第1出力と、POXバーナーに連結された、第2量の部分酸化ガスをPOXバーナーから受け取って第2量の部分酸化ガス中の残留燃料の少なくとも幾分かを酸化し、多段燃焼器から第1出力ガスと異なる第2出力ガスを発生する第2バーナーと、燃料電池システムの第2構成要素に連結された、第2出力ガスを燃料電池システムの第2構成要素に提供するように形成された第2出力とを含む。

【0013】

本発明は、その別の形態において、燃料電池システムに関する。この燃料電池システムは、アノードと、通常のカソード酸化体源に流動学的に連結された、通常のカソード酸化体から受け取った酸素イオンに対して透過性のカソードと、アノード及びカソードと連通した、酸素イオンをカソードからアノードに供給するように形成された電解質と、アノードに流動学的に連結されており、アノードで使用するため、通常の間作燃料及び通常の間改質器酸化体を受け取って、通常の間作燃料及び通常の間改質器酸化体から合成ガスを発生するように形成された改質器と、燃料電池システムで使用するため、廃熱を再捕捉するように形成された復熱装置と、燃料電池システムを始動するように形成された多段燃焼器とを含む。多段燃焼器は、始動燃料/酸化体混合物の流れを受け入れるための第1入口を持つ、始動燃料/酸化体混合物中の始動燃料を部分酸化して部分酸化ガスを発生するように形成された部分酸化(POX)バーナーと、燃料電池システムに連結された、第1量の部分酸化ガスを、改質器での反応を開始するように形成された第1出力ガスとして、多段燃焼器から改質器に提供するように形成された第1出力と、POXバーナーに連結された、第2量の部分酸化ガスをPOXバーナーから受け取って第2量の部分酸化ガス中の残留始動燃料の少なくとも幾分かを酸化し、多段燃焼器から第1出力ガスと異なる第2出力ガスを

10

20

30

40

50

発生する第2バーナーと、復熱装置に連結された、第2出力ガスを復熱装置に提供するように形成された第2出力とを含む。

【0014】

本発明は、その別の形態では、燃料電池システムを始動するための燃焼器に関する。燃焼器は、ハウジングと、このハウジング内に形成された反応ゾーンと、点火装置と、反応ゾーン内への燃料/酸化体混合物の流れを受け入れるように形成された入口とを含み、燃料/酸化体混合物中の燃料に点火して部分酸化し、部分酸化ガスを発生する、予備混合部分酸化(POX)バーナーと、第1量の部分酸化ガスを燃焼器の第1出力ガスとして予備混合POXバーナーから燃料電池システムに排出するように形成された第1出力と、第2量の部分酸化ガスを予備混合POXバーナーから排出するように形成された第2出力とを含む。

10

【0015】

本発明は、その更に別の形態では、燃料電池システムの始動方法に関する。この方法は、始動燃料/酸化体混合物中の始動燃料を第1燃焼プロセスで部分酸化し、部分酸化ガスを発生する工程と、第1量の部分酸化ガスを第1始動ガス生成物として取り出す工程と、第1始動ガス生成物を使用して少なくとも一つの燃料電池システム始動タスクを実行する工程と、第2量の部分酸化ガス中の残留始動燃料の少なくとも幾分かを酸化し、第2始動ガス生成物を発生する工程と、第2始動ガス生成物を使用して燃料電池システムの少なくとも一部を加熱する工程とを含む。

【0016】

本発明の上述の及び他の特徴及び利点、及びこうした特徴及び利点を得るための方法は、本発明の実施例の以下の説明を添付図面と関連して読むことにより、更に明らかになるであろう。

20

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】図1は、燃料電池システム及び本発明の一実施例に従って燃料電池システムを始動するように形成された多段燃焼器の概略図である。

【図2】図2は、本発明の一実施例による多段燃焼器の部分断面斜視図である。

【図3】図3は、本発明の一実施例による燃料電池システム始動方法を示すフローチャートである。

30

【発明を実施するための形態】

【0018】

幾つかの図に亘り、対応する部分に対応する参照番号が付してある。本明細書中に記載の例示は、本発明の好ましい実施例の一つの形態を例示するものであり、こうした例示は、本発明の範囲を任意の態様に限定するものと解釈されるべきではない。

【0019】

次に、添付図面のうち、特に図1を参照すると、この図には、燃料電池システム10及び燃料電池システム10を本発明の一実施例に従って始動するように形成された多段燃焼器12が概略に示してある。燃料電池システム10は、固定された又は移動可能な電力の最終使用者等の電気的負荷ELに対して電力を発生するように形成されている。本実施例では、燃料電池システム10は固体酸化物型燃料電池(SOFC)を使用するが、本発明の範囲から逸脱することなく、この他の種類の燃料電池を使用してもよいことは理解されよう。この他の種類の燃料電池には、例えば、アルカリ燃料電池、熔融炭酸塩型燃料電池(MCFC)、リン酸型燃料電池(PAFC)、及びプロトン交換膜(PEM)燃料電池が含まれる。

40

【0020】

燃料電池システム10は、アノード14と、カソード16と、電解質18と、改質器20と、気化器/混合器22と、復熱装置24とを含む。この実施例では、アノード14及びカソード16は電気的負荷ELに電気的に接続されており、電解質18はアノード14及びカソード16の両方と連通している。以下に説明するように、改質器20がアノード

50

14に連結されており、気化器ノ混合器22が改質器20に連結されており、復熱装置24がカソード16に連結されている。

【0021】

例示を目的として、燃料電池システム10をアノード14、カソード16、及び電解質18に関して説明する。それにも関わらず、実際には、燃料電池システム10は、相互連結された個々の燃料電池ユニットからなる一つ又はそれ以上のスタックを使用してもよいということは理解されよう。これらのユニットの各々は、アノード、カソード、及び電解質を含む。

【0022】

アノード14は、電気を発生する電気化学的反応を支持する。この電気化学的反応では、電解質18を通じた拡散によりカソード16から受け取った酸素イオンによって、合成ガスをアノードで酸化する。この反応は、水蒸気及び自由電子の形態の電気をアノード14で発生し、これを使用して電氣的負荷ELに電力を提供する。酸素イオンは、電氣的負荷ELからカソードに戻る電子を使用したカソード16酸化体の酸素還元により発生される。

10

【0023】

カソード16は、大気中の酸素等の通常のカソード酸化体26の供給源に流動学的に連結されている。本明細書中で使用するように、「流動学的に連結された」というのは、参照番号を付した構成要素間の連結を示す。この連結は、流体、例えば液体及び/又はガス等を一方の構成要素から他方の構成要素まで図示のプロセスフロー方向に、例えば図1に矢印で示す方向に通す連結である。通常のカソード酸化体26は、負荷ELを作動するために電力を発生する上で燃料電池システム10が使用する通常のプロセスの部分としてカソード16に供給される酸化体と定義される。カソード16は、カソード酸化体26から受け取った酸素イオンに対して透過性である。

20

【0024】

電解質18は、アノード14及びカソード16と連通している。電解質18は酸素イオンをカソード16からアノード14まで通すように形成されており、自由電子がカソード16からアノード14まで通過することがないように、導電性がほとんど又は全くない。

【0025】

改質器20はアノード14に流動学的に連結されており、通常の間作燃料28及び通常の間改質器酸化体30を受け入れるように形成されており、例えば、電気を発生する電気化学的反応をアノード14のところで実行するため、間作燃料28及び改質器酸化体30から合成ガスを発生してアノード14に提供する。通常の間作燃料28及び通常の間酸化体30は、夫々、負荷ELを作動するために電力を発生する上で燃料電池システム10が使用する通常の間プロセスの部分として合成ガス32を発生するため、改質器20に供給される燃料及び酸化体と定義される。本実施例では、通常の間酸化体30は大気中の酸素であってもよい。

30

【0026】

シingas(syngas)としても周知の間合成ガスは、水素(H₂)を発生するため、ディーゼル燃料等の炭化水素燃料又は他の液状又はガス状の間炭化水素燃料から合成したガスであってもよい。合成ガスには、一酸化炭素(CO)、水蒸気等の副生物、窒素ガスや二酸化炭素(CO₂)ガス、及びメタン等の微量の間炭化水素スリップが含まれていてもよい。合成ガスは、SOFC燃料電池及び他の燃料電池等の燃料電池で電気を発生する電気化学的間反応で使用される。

40

【0027】

好ましい実施例では、改質器20は、燃料28及び酸化体30から合成ガス32を発生するのに発熱触媒反応を使用する触媒部分酸化(CPOX)改質器であってもよい。改質器20は、燃料28を化学量論的間燃烧O₂(酸化体30によって提供された)の間約35%と組み合わせ、改質器20の間部分として使用できる触媒(図示せず)に適した間作温度を発生する。

50

【0028】

気化器／混合器22は改質器20に流動学的に連結されており、燃料28と酸化体30とを混合し、混合物中で燃料28を気化し、混合燃料蒸気／酸化体34として改質器20に送出するように形成されている。かくして、本発明では、改質器20は、作動燃料28及び改質器酸化体30を混合燃料蒸気／酸化体34の形態で受け取る。燃料28は、ポンプ36によって加圧され、気化器／混合器22及び燃焼器12の両方への燃料28の流れを発生する。バルブ38をポンプ36の速度と関連して使用し、気化器／混合器22に供給される燃料28の圧力を調節してもよい。

【0029】

復熱装置24がカソード16に流動学的に連結されていてもよい。復熱装置24は、燃料電池システム10の排気40からの廃熱を再捕捉するように形成されていてもよい。排気40には、圧力14、カソード16、及び／又は参照番号が付していない又は示していない燃料電池システム10の他の構成要素から排出されたガス、蒸気、及び／又は液体が含まれる。復熱装置24は、燃料電池システム10の他の構成要素（図示せず）から無駄に排出されてしまう熱を再捕捉するため、更に、他の燃料電池システム10の構成要素（図示せず）への連結部を使用してもよく、本明細書中に説明する例示の実施例では、燃焼器12から熱を再捕捉してもよい。本実施例では、復熱装置24は、復熱装置24から組み合わせ排気流41として排出される排気40及び第2出力ガス80から再捕捉された熱をカソード酸化体26に間接的に提供する熱交換器の形態であってもよい。しかしながら、他の実施例では、復熱装置24は、熱交換器と同様に熱を間接的に再捕捉するように形成された他のデバイスの形態をとってもよいし、ジェットポンプと同様に熱を直接的に再捕捉するように形成された他のデバイスの形態をとってもよい。

【0030】

燃焼器12は、予熱ヒーター42、部分酸化（POX）バーナー44、第2バーナー46、燃料電池システム10への第1出力48、及び燃料電池システム10への第2出力50を含んでいてもよい。燃焼器12を多段燃焼器と呼んでもよい。これは一つ以上の燃焼段を備えているためである。即ち、以下に説明するように直列に配置されたPOXバーナー44及びバーナー46を備えているためである。本発明の範囲から逸脱することなく、燃焼器12に追加の燃焼段を追加してもよいということは理解されよう。例えば、追加の燃焼段を、POXバーナー44の上流、POXバーナー44とバーナー46との間、及び／又はバーナー46の下流に配置してもよい。

【0031】

POXバーナー44は、始動燃料／酸化体混合物54の流れを受け取るための入口52を備えていてもよい。始動燃料／酸化体混合物54は、始動燃料28及び始動酸化体を含む。POXバーナー44は、始動燃料／酸化体混合物54中の始動燃料28を部分酸化し、部分酸化ガス56を発生するように形成されていてもよい。

【0032】

「始動燃料」という用語は、燃料電池システム10を始動するために燃焼器12が使用する燃料に関する。本実施例では、始動燃料は、有利には、燃料電池システム10の通常の作動中、即ち、負荷ELに電力を供給するためのその通常の電力発生作動中に燃料電池システム10が使用するのと同じ燃料であってもよい。従って、本実施例では、POXバーナー44に供給される燃料は、燃料電池システムの通常の作動中に改質器20が使用する通常の燃料28と同じであってもよく、かくして本実施例では燃料28と呼ぶ。しかしながら、本発明の範囲から逸脱することなく、始動燃料として他の燃料を使用してもよいということは理解されよう。

【0033】

始動燃料／酸化体混合物54で使用される酸化体が始動酸化体58である。これには、カソード16で使用される酸化体と同じ、大気中の酸素が含まれる。しかしながら、本発明の範囲から逸脱することなく、この他の酸化体を始動酸化体58として使用してもよいということは理解されよう。例えば、始動酸化体58には、本発明の範囲から逸脱するこ

10

20

30

40

50

となく、空気に加えて又は空気の代りにリサイクルガスが含まれる。始動酸化体 5 8 は、更に、通常の改質器酸化体 3 0 と同じであってもよく、即ち負荷 E L を作動するために電力を発生する燃料電池システム 1 0 の通常の作動中に改質器 2 0 が使用する酸化体と同じであってもよい。更に、酸化体 5 8 は、別の態様では、通常の大気を使用した場合よりも可燃性が低い部分酸化ガス 5 6 を製造できるように、酸素を消耗した空気、即ち酸素を部分的に消耗した空気であってもよい。

【 0 0 3 4 】

本実施例では、始動酸化体 5 8 は、ブロワー 6 0 を介して燃焼器 1 2 に供給される。酸化体の流れは、ブロワー 6 0 の速度を使用して調節され、始動燃料 / 酸化体混合物 5 4 の酸化体 / 燃料比もまた、バルブ 6 4 によって制御される。このバルブは、燃焼器 1 2 に送出される始動酸化体 5 8 の量を調節できる。バルブ 6 2 は、燃焼器 1 2 に送出される燃料 2 8 の流れを制御する。

10

【 0 0 3 5 】

燃焼器 1 2 に流入する燃料 / 酸化体混合物 5 4 の流れ中の酸化体 / 燃料比は、部分酸化ガス 5 6 の温度に基づいて制御される。例えば、作動温度が所望の設定点よりも高い場合には、ブロワー 6 0 の速度を低下し、温度を所望の設定点に又はこれよりも低い温度に下げる。

【 0 0 3 6 】

本実施例では始動燃料 / 酸化体混合物 5 4 は、化学量論の約 5 5 % 乃至 7 5 % であるが、部分酸化ガス 5 6 を使用する特定の始動タスクに応じて、及び燃料電池システム 1 0 の構成要素及び燃焼器 1 2 の構成要素の作動温度限界に応じて、この他の化学量論の混合物を使用してもよい。

20

【 0 0 3 7 】

予熱ヒーター 4 2 は、P O X バーナー 4 4 での燃料 2 8 の部分酸化中に放出された熱を使用して燃料 / 酸化体混合物 5 4 を予熱し、燃料 / 酸化体混合物 5 4 中の燃料 2 8 を気化するように形成されている。本実施例では、P O X バーナー 4 4 は予備混合バーナーであってもよく、燃料 / 酸化体混合物 5 4 を火炎燃焼する (flame burning) ように形成されていてもよい。

【 0 0 3 8 】

燃焼器 1 2 の第 1 出力 4 8 は燃料電池システム 1 0 に連結されていてもよく、第 1 量 6 6 の部分酸化ガス 5 6 を燃焼器 1 2 から改質器 2 0 まで第 1 出力ガス 6 8 として提供するように形成されていてもよい。第 1 出力ガス 6 8 である第 1 量 6 6 の部分酸化ガス 5 6 は、改質器 2 0 で反応を開始するように、即ち燃料電池システム 1 0 の通常の作動中に改質器 2 0 で行われる通常の触媒反応を開始し、並びに始動中にアノード 1 4 を酸化しないように保護する tameno プランケットガスとして還元ガスを提供するように、化学的性質及び量の両方が定められている。出力ガス 6 8 は、更に、安全ガスとして形成されていてもよい。安全ガスは、不燃性又は難燃性のガスであり、燃料電池システム 1 0 の始動中に燃料電池システム 1 0 で又はその近くで出火や爆発が起る可能性を最小にする。一実施例では、改質器 2 0 を使用して制御下で追加に酸化することにより、可燃性が比較的高い出力ガス 6 8 を比較的安全な難燃性のガスに変換してもよい。

30

40

【 0 0 3 9 】

出力 4 8 は、出力ガス 6 8 を気化器 / 混合器 2 2 及び改質器 2 0 を介してアノード 1 4 に提供する。気化器 / 混合器 2 2、改質器 2 0、及びアノード 1 4 に提供される出力ガス 6 8 の量を調節するため、燃料電池システム 1 0 は、燃料電池システム 1 0 に流入する第 1 量を決定するのに使用できるバルブ 7 0 を備えていてもよい。更に、燃料電池システム 1 0 は、空気等のクーラント 7 4 を熱交換器 7 6 に吹き付けて、出力ガス 6 8 を、燃料電池システム 1 0 のバルブ 7 0 及び他の構成要素が損傷しないようにするのに十分に冷却する。別の態様では、気化器 / 混合器 2 2、改質器 2 0、及びアノード 1 4 に逸らされる出力ガス 6 8 の量を、燃料電池システム 1 0 の部分である他のバルブ及び / 又はブロワー (図示せず) を作動することにより制御してもよい。

50

【0040】

バーナー46は、POXバーナー44に連結されていてもよく、POXバーナー44から第2量78の部分酸化ガス56を受け取り、第2量78の部分酸化ガス56中の残留始動燃料の少なくとも幾分か、即ちPOXバーナー44で酸化されなかった残留始動燃料の量を酸化し、多段燃焼器12から第2出力ガス80を発生するように形成されている。第2出力ガス80は、バーナー46で更に酸化されているため、第1出力ガス68と異なる。本実施例ではバーナー46は、触媒燃焼プロセスを使用して酸化を行う触媒バーナーであってもよいが、本発明の範囲から逸脱することなく、火炎バーナー等の非触媒バーナーを使用してもよいということは理解されよう。例えば、POXバーナー44のスケールドバージョン(scaled version)を、他の実施例でバーナー46として使用してもよい。

10

【0041】

第2出力50を燃料電池システム10の復熱装置24に連結してもよい。第2出力50は、始動作動に第2出力ガス80を使用する燃料電池システム10の構成要素に第2出力ガス80を提供するように形成されていてもよい。本実施例では、出力ガス80を復熱装置24に供給する。復熱装置24は、出力ガス80から熱を取り出すように形成されていてもよい。これは、例えば燃料電池システム10の始動中にカソード16を予熱するため、これに続いて燃料電池システム10で使用するためである。別の態様では、出力ガス80を、復熱装置24に加えて又は復熱装置24の代りに燃料電池システム10の他の構成要素に供給することも考えられる。第2バーナー46は、出力ガス80を発生するため、第2量78の部分酸化ガス56を完全に酸化させるように形成されていてもよい。バーナー46は、汚染物エミッションを最少にするため、及び最大量の熱を提供するため、残る燃料を完全に酸化するが、他の実施例では、本発明の範囲から逸脱することなく、復熱装置24及び/又は部分酸化ガスが望ましい燃料電池システム10の他の構成要素に提供されるように、バーナー46の出力は完全に酸化されていなくてもよいということは理解されよう。

20

【0042】

第2量78の部分酸化ガス56中の残留燃料28を完全に酸化するため、燃焼器12は、バーナー46に連結された第2入口82を備えていてもよい。この入口は、残留燃料28を完全に酸化するのに十分な二次酸化体58の流れをバーナー46に供給するように形成されている。バーナー46への二次酸化体58の流れは、バルブ84及びブロー60の回転速度によって調節される。本実施例では、バーナー46への二次酸化体58の流れは、800乃至900の完全触媒燃焼温度を達成するように制御されるが、これ以外の完全燃焼温度を使用してもよいということは理解されよう。

30

【0043】

第2出力ガス80の流れは、燃料電池システム10の昇温速度を制御する。第2出力ガス80の流れは、燃料28の送出速度によって制御される。第2出力50での第2出力ガス80のプロセス温度は、バーナー46での燃料に対する酸化体の比をPOXバーナー44と同様の方法で制御する。

【0044】

試験について使用される本発明の実施例の実験態様では、予備混合バーナーが、内部に断熱体を備えた円筒形容器に設けられている。コイルチューブが容器に巻き付けてあり、容器及び断熱体に貫入している。高温表面点火装置が容器の内側の一端に取り付けられており、容器の反対側の端部に向かって所定距離延びている。高温表面点火装置とは反対側の容器の端部には出口ポートが設けられている。

40

【0045】

コイルチューブは、始動混合気を容器内に送出する。コイルチューブは、好ましくは、容器内の混合気に渦を発生する所定の角度で容器内に延びている。コイルチューブの長さは、混合気が円筒形容器に進入する点で、混合気を250乃至350の温度まで予熱するように設計されている。混合気の噴射点は、好ましくは、高温表面点火装置が取り付けられた容器の端部に向かう。

50

【0046】

高温表面点火装置は、好ましくは、容器の中央に取り付けられており、容器と同軸である。高温表面点火装置は、容器の反対側の端部に向かって、容器の大きさで決まる所定距離延びている。高温表面点火装置は、予備混合P O Xバーナーの寒冷時の始動中に点火エネルギーを提供する。ひとたび混合気に点火された後、高温表面点火装置を消勢し、高い反応温度から放出された熱により、ほぼ均衡した部分燃焼生成物が発生し、これが容器の出口ポートを通過して反応ゾーンを出る。本発明の実施例によれば、出力ガスは、予備混合P O Xバーナーの出口ポートで、アノードブランケットガス、安全ガス、燃料電池システムの内部改質器を始動するための始動ガスとして機能する様々な強さの還元ガスとして引き出され、更に、引き出されて、始動燃焼器12と関連した、又は燃料電池システム10自体と関連した触媒バーナー等の第2バーナーで酸化される。

10

【0047】

次に図2を参照し、上文中に言及した実験試験態様とほぼ対応する本発明の一実施例を説明する。本発明は、以下に説明する特定の構造又はこれらの構造間の関連に限定されないということは当業者には理解されよう。というよりはむしろ、以下に説明する物理的明示は、本発明の一つの実施方法と関連しているに過ぎず、本発明の範囲から逸脱することなく、この他の構造及びこれらの構造間の関連を使用してもよいということは当業者には理解されよう。例えば、燃料電池システム10等の燃料電池システムの始動で使用してもよい二つの異なる対応する出力ガスを直列の二つの燃焼段が提供する本発明の一つの特徴を達成するため、この他の構造を使用してもよい。

20

【0048】

燃焼器12の本実施例は、予備混合P O Xバーナー44、第1出力48、触媒バーナー46、及び第2出力50を含む。

【0049】

予備混合P O Xバーナー44は、円筒形又は他の適当な形状を持つハウジング86と、このハウジング86内に形成された反応ゾーン88と、この反応ゾーン88の内側に配置された、高温表面点火装置等の点火装置と、反応ゾーン88内への始動燃料/酸化体混合物54の流れを受け入れるように形成された入口52とを含む。好ましい実施例では、始動燃料/酸化体混合物54の流れは加圧してある。別の態様では、燃料/酸化体混合物54の圧力は、周囲圧力であってもよいし周囲圧力以下であってもよく、下流圧力により燃焼器12に引き込まれてもよい。入口52は、更に、例えば加圧流れをハウジング86に対してほぼ接線方向に導入することによって、加圧流れ内に渦92を発生するように形成されていてもよい。予備混合P O Xバーナー44は、燃料/酸化体混合物54中の燃料28を反応ゾーン88で部分酸化し、部分酸化ガス56を発生するように形成されていてもよい。

30

【0050】

燃焼器12は、更に、コイルチューブ等の導管の形態の予熱ヒーター42を備えていてもよい。予熱ヒーター42は、燃料28（燃料28は図1に示してある）の部分酸化中に反応ゾーン88で発生し、ここから伝導し、対流し、放射された熱を使用して燃料/酸化体混合物54を予熱し気化するように形成されている。予熱ヒーター42は、所定の長さがハウジング86に沿って配置されており、例えば、燃料を気化するには十分に高温であるが、入口52のところに炭素が形成する程高くないように温度を制限するため、燃料/酸化体混合物54の最大温度を制御することによって入口52の周囲での炭素付着物の形成を制限するように形成されている。実際の制限温度は、使用される燃料28の種類によって変化する。

40

【0051】

ライナ94がハウジング86内に配置されていてもよい。このライナは、反応ゾーン88を形成する。断熱体96がライナ94とハウジング86との間に配置されていてもよい。反応ゾーン88で発生する温度に抵抗できる断熱体96の例には、ジルカー（ジルカー（Zircar）は登録商標である）即ちAL30型アルミナセラミックスが含まれる。

50

流れによる腐蝕及び燃焼反応に対して抵抗性がある断熱性ライナ材料の例には、クーアズテック（クーアズテック（C o o r s T e k）は登録商標である）S I C R B（S C 2）等のシリコンカーバイド材料が含まれる。反応ゾーン 8 8 での反応による熱は、ライナ 9 4、断熱体 9 6、及びハウジング 8 6 を通して伝達され、燃料 / 酸化体混合物 5 4 を予熱し気化する。かくして、所与の反応温度について、導管の長さが、反応ゾーン 8 8 内への噴射点での燃料 / 酸化体混合物 5 4 の最終予熱温度を制御する。

【 0 0 5 2 】

第 1 出力 4 8 は、第 1 量 6 6 の部分酸化ガス 5 6 を、予備混合 P O X バナー 4 4 から燃焼器 1 2 の第 1 出力ガス 6 8 として排出するように形成されていてもよい。出力 4 8 を含む予備混合 P O X バナー 4 4 の排出部分は、部分酸化ガス 5 6 と関連した高温からこれらの排出部分を保護するため、断熱体 9 8 を備えていてもよい。中間出力 1 0 0 は、第 2 量 7 8 の部分酸化ガスを予備混合 P O X バナー 4 4 から排出するように形成されていてもよい。

10

【 0 0 5 3 】

バーナー 4 6 は、中間出力 1 0 0 に連結されていてもよい。バーナー 4 6 は、第 2 量 7 8 の部分酸化ガス 5 6 を予備混合 P O X バナー 4 4 から受け取り、第 2 量 7 8 の部分酸化ガス 5 6 中の残留燃料 2 8 の少なくとも幾分かを酸化し、燃焼器 1 2 の第 2 出力ガス 8 0 を発生するように形成されていてもよい。第 2 出力ガス 8 0 は、上文中に説明したように、第 1 出力ガス 6 8 とは異なる。出力 5 0 は、第 2 出力ガス 8 0 を燃料電池システム 1 0 に排出するように形成されていてもよい。バーナー 4 6 は、上文中に説明したように第 2 入口 8 2 に進入する二次酸化体 5 8 の流れを使用して残留燃料 2 8 の追加の酸化を行う。

20

【 0 0 5 4 】

燃焼器 1 2 の作動は、点火装置 9 0 に電力を提供することによって行われる。点火装置 9 0 は、ひとたび作動温度に達すると、燃料 / 酸化体混合物 5 4 の火炎燃焼を開始するのに十分な熱及び点火エネルギーを発生する。その後、点火装置 9 0 を消勢する。ひとたび燃料 / 酸化体混合物 5 4 に点火されると、高い反応温度から放出された熱が、連続的に噴射される燃料 / 酸化体混合物 5 4 の燃焼を維持し、ほぼ均衡した部分燃焼生成物を発生する。幾つかの実施例では、燃料の種類に応じて、追加の予熱ヒーターを使用し、燃料 / 酸化体混合物 5 4 が反応ゾーン 8 8 から予熱ヒーター 4 2 のところで十分な熱を受け取るまで、燃料 / 酸化体混合物 5 4 を予熱し、比較的容易に更に確実にライトオフ (light-off) してもよいと考えられる。

30

【 0 0 5 5 】

従って、燃焼器 1 2 は、高い効率を提供するか或いは未燃焼炭素種の発生を抑える。これにより、燃料電池システム 1 0 が環境に及ぼす影響を低減する。燃焼器 1 2 は、更に、燃料電池システム 1 0 を作動温度にし、改質器 2 0 をそのライトオフ温度にするのを補助する始動熱を提供する。その結果、通常作動発熱反応が生じる。燃焼器 1 2 は、更に、液体形態の燃料 2 8 を気化し、これを燃料電池システム 1 0 の始動端部のところで又はその近くで気化器 / 混合器 2 2 に供給するため、気化器 / 混合器 2 2 を加熱するのを補助する始動熱を提供する。

40

【 0 0 5 6 】

更に、燃焼器 1 2 は、アノード 1 4 を例えば 3 0 0 よりも高い温度等の酸化条件から保護する還元ブランケットガスを提供する。燃焼器 1 2 は、更に、改質器 2 0 の始動及び燃料 2 8 による作動への改質器 2 0 の移行が有害作用なしに行われるのを補助するため、還元ガスを提供する。

【 0 0 5 7 】

更に、燃焼器 1 2 は、燃料電池システム 1 0 の始動中に燃料電池システム 1 0 からの予期せぬ漏れが生じた場合に爆発性の混合物が形成される可能性を低減するため、安全ガスを提供する。これにより、アノード 1 4 を保護するとともに安全ガスを提供する目的で現場に貯蔵されるボトル詰めした圧縮不活性ガスに対する必要をなくす。

50

【 0 0 5 8 】

更に、燃焼器 1 2 は、通常作動への移行時を含む始動中に部分酸化ガスを改質器 2 0 に提供することによって、改質器 2 0 に損傷が生じないようにし、触媒の寿命を延ばし、改質器 2 0 の良好な触媒性能を保持する。

【 0 0 5 9 】

次に図 3 を参照し、本発明の一実施例による燃料電池システムを始動するための方法を工程 S 1 0 0 乃至 S 1 1 4 と関連して説明する。本発明は、工程 S 1 0 0 乃至 S 1 1 4 に関して以下に説明する特定の順序に限定されないということは当業者には理解されよう。というよりはむしろ、工程 S 1 0 0 乃至 S 1 1 4 は単に例示を目的とした例示のプロセスを提供する。

10

【 0 0 6 0 】

工程 S 1 0 0 では、燃料電池システム 1 0 の始動プロセスを、例えば点火装置 9 0 に電力を供給することによって開始してもよい。その後、電力をブロー 6 0 及びポンプ 3 6 に供給し、燃焼器 1 2 へ燃料 / 酸化体混合物 5 4 を流し始める。

【 0 0 6 1 】

工程 S 1 0 2 で、P O X パーナー 4 4 が燃料 / 酸化体混合物 5 4 に点火し、燃料 / 酸化体混合物 5 4 中の始動燃料 2 8 を第 1 燃焼プロセスで部分酸化し、部分酸化ガス 5 6 を発生する。この実施例では、燃料 / 酸化体混合物 5 4 は化学量論的であり、即ち燃料 / 酸化体混合物は、混合物中の燃料 2 8 を完全に酸化するには酸化体 5 8 が不十分であり、及び従って、反応温度は化学量論的温度に達しない。例えば、反応生成物を冷却することによって、又はその他の方法で反応を完全参加前に終了することによって、本発明の範囲から逸脱することなく、化学量論的であるか或いはそれ以上の燃料 / 酸化体混合物を使用してもよいということは理解されよう。

20

【 0 0 6 2 】

工程 S 1 0 4 では、第 1 量 6 6 の部分酸化ガス 5 6 を、第 1 出力ガス 6 8 の形態の第 1 始動ガス生成物として燃焼器 1 2 から取り出す。

【 0 0 6 3 】

工程 S 1 0 6 では、第 1 始動ガス生成物を使用して少なくとも一つの燃料電池システム始動タスクを実行する。例えば、以下に説明する工程 S 1 0 6 A 乃至 S 1 0 6 E の始動タスクのうちの任意のタスク又は全てのタスクを本発明の実施例に従って実行する。これらの始動タスクの各々は、燃料電池システム 1 0 を通常作動状態、即ち電力を負荷 E L に供給する上で燃料電池システム 1 0 を使用した発電中に存在する状態にすることを目的として実行するのが望ましいタスクである。本実施例では、工程 S 1 0 6 A 乃至 S 1 0 6 E の各々は、燃料電池システム 1 0 の始動プロセスの部分として実行されるということは理解されよう。

30

【 0 0 6 4 】

一般的には、特定の始動タスクを行う上で適当な出力ガス 6 8 の品質は、必要な強さ及び量の還元ガスを発生する上での始動燃料 / 酸化体混合物 5 4 の化学量論的比を調節することによって行われる。かくして、始動タスクに応じて出力ガス 6 8 の様々な性質が所望である場合、燃料 / 酸化体混合物 5 4 を調節することによってこれらの様々な性質を得ることができる。出力ガス 6 8 の所望の性質が、以上に言及した始動タスクの各々を行う上で十分である場合には、工程 S 1 0 6 A 乃至 S 1 0 6 E を同時に実行してもよい。一つの始動タスクについての出力ガス 6 8 の所望の性質が、別の始動タスクについての所望の性質と異なる場合には、これらの始動タスクを順次実行してもよい。例えば、幾つかの実施例では、第 1 のこのような始動タスクに合わせて燃料 / 酸化体混合物 5 4 の燃料 / 酸化体比を調節し、第 1 のこのような始動タスクの完了時に、他のこのような始動タスクに合わせて比を調節してもよい。

40

【 0 0 6 5 】

工程 S 1 0 6 A では、始動タスクには、燃料電池システム 1 0 の始動中に安全ガスを燃料電池システム 1 0 に供給する工程が含まれる。安全ガスは、空気等の酸化体が存在する

50

状態で不燃性又は難燃性のガスである。燃料電池システム10の始動中、燃料電池システム10での又は燃料電池システム10の近くでの火災や爆発の可能性を低減するため、安全ガスを使用するのが望ましい。しかしながら、燃料電池システム10がひとたび通常温度で作動すると、安全ガスは必要でなくなる。これは、燃料電池システム10の作動が自己発火温度よりも高い温度で行われ、及び従って、燃料電池システム10での漏れが、何ら害を及ぼすことなく少量で自動的に点火し、大量の可燃性ガスが発生して爆発をもたらすことがないため、潜在的危険が自動的になくなるためである。

【0066】

従って、工程S106Aを実行するため、始動燃料/酸化体混合物54及び第1燃焼プロセスは、火災燃焼できないか或いはほんの弱い火災燃焼しかできず、及びかくして空気と混合したときに爆発性混合物を形成しない生成物を発生するように燃料/酸化体混合物54を十分に酸化することによって、部分酸化ガス56を安全ガスにするように形成される。第1始動ガス生成物即ち第1出力ガス68は、かくして、燃料電池システム10に供給される安全ガスとして形成できる。

10

【0067】

工程S106Bでは、始動タスクは、アノード14を燃料電池システム10の始動中の酸化から保護するブランケットガスとして還元ガスを供給する工程を含む。還元ガスは、反応性の酸素即ちO₂をその環境から吸収するガスであり、及び従ってこのガスがない場合に、酸素、例えば燃料電池システム10の始動中にカソード16から電解質18を横切って拡散する又は漏出する酸素、並びに燃料電池システム10の始動開始前にアノード14、改質器20、及び気化器/混合器22内の酸素の存在により生じる酸化からアノード14を保護するブランケットガスとして役立つ。

20

【0068】

従って、工程S106Bを実行するため、始動燃料/酸化体混合物54及び第1燃焼プロセスは、反応性の酸化体(O₂)を実質的に含まない、即ちO₂をあったとしてもほんの微量しか含まない部分酸化ガス56を発生するようになっている。これによって、アノード14を保護するのに十分な還元強度を持つ還元ガスとして第1始動ガス生成物を形成する。次いで、第1始動ガス生成物を、例えば気化器/混合器22及び改質器20を介してアノード14に供給する。還元強度は、酸素と反応する還元ガスの傾向に関し、還元強度が比較的高いガスは、還元強度が比較的低いガスよりも酸素と反応する傾向が高い。かくして、還元強度は、酸化から保護するガスの性能の計測値である。これは、本実施例においてアノード14である保護されるべき物品の代わりに酸素と反応するためである。工程S106(B)の目的のため、第1始動ガス生成物の還元強度は、例えばアノード14の酸化を阻止するための予想された必要に基づいて選択される。

30

【0069】

工程S106Cでは、始動タスクは、改質器20を加熱する工程を含む。この工程は、改質器20をアノード14用の合成ガスを発生する通常の発熱触媒反応を実行する熱的狀態にするために行われる。改質器20によって合成ガス32を発生し、これがアノード14に送出されると、もはや、工程S106Bで燃焼器12から外部から提供された還元ガスをアノード14にブランケットガスとして供給する必要がない。これは、合成ガスが還元ガスであり、かくして燃料電池システム10の通常の作動中にアノード14を保護するブランケットとして役立つためである。従って、工程S106Cを実行するため、第1始動ガス生成物を改質器20に提供し、例えば第1出力ガス68からの対流、伝導、及び放射によって改質器20を加熱する。

40

【0070】

工程S106Dでは、始動タスクは、改質器の通常の作動へ移行するため、始動還元ガスを供給し、改質器20で発熱触媒反応を開始する工程を含む。従って、工程S106Dを実行するため、始動燃料/酸化体混合物54及び第1燃焼プロセスは、反応性の酸化体(O₂)を実質的に含まない、即ちO₂をあったとしてもほんの微量しか含まない部分酸化ガス56を発生し、還元ガスを発生するようになっている。

50

【 0 0 7 1 】

工程 S 1 0 6 D での部分酸化ガスの還元強度は、工程 S 1 0 6 B で提供された部分酸化ガスの還元強度よりも高く、改質器 2 0 で発熱触媒反応（点火）を開始する発電中に改質器 2 0 に供給される、水蒸気を含む通常の改質器燃料 / 酸化体をシミュレートするように形成されている。第 1 始動ガス生成物は、かくして、工程 S 1 0 6 D について、改質器 2 0 の通常作動へ移行するため、改質器 2 0 で触媒反応を開始するのに十分な化学的性質を発生する上で適当な還元強度を持つ還元ガスとして形成される。

【 0 0 7 2 】

工程 S 1 0 6 E では、始動タスクは、燃料電池システム 1 0 で使用される通常燃料を気化するために熱を提供する工程を含む。従って、工程 S 1 0 6 E を実行するため、第 1 始動ガス生成物を気化器 / 混合器 2 2 に供給し、第 1 出力ガス 6 8 から気化器 / 混合器 2 2 に例えば対流、伝導、及び放射によって熱を提供する。その結果、通常燃料 2 8 は、気化器 / 混合器 2 2 に導入されるとき、例えば始動プロセスの終了時又はその近くで通常燃料を気化できる。

10

【 0 0 7 3 】

工程 S 1 0 8 では、部分酸化ガス 5 6 の第 2 量 7 8 中の残留燃料 2 8 の少なくとも幾分かを第 2 燃焼プロセスで酸化し、第 2 始動ガス生成物即ち第 2 出力ガス 8 0 を発生する。本実施例では、残留燃料は完全に酸化されてもよい。更に、本実施例では、残留燃料 2 8 の酸化は、バーナー 4 6 で行われる。しかしながら、別の態様では、残留燃料 2 8 の酸化を、燃料電池システム 1 0 の部分であって燃焼器 1 2 の部分でない燃料電池システム 1 0 のバーナー、例えば触媒バーナー又は非触媒バーナーで行ってもよい。

20

【 0 0 7 4 】

工程 S 1 1 0 では、第 2 始動ガス生成物即ち第 2 出力ガス 8 0 を使用し、少なくとも一つの燃料電池システム構成要素例えばカソード 1 6 を復熱装置 2 4 で加熱する。

【 0 0 7 5 】

工程 S 1 1 2 では、通常改質器燃料 2 8 の流れ、即ちカソード酸化体 2 6 の流れ、及び通常改質器酸化体 3 0 流れへの移行を、例えば燃料電池システム 1 0 構成要素の温度が通常作動状態に近づくに従ってこれらの流れを増大すると同時に、燃焼器 1 2 への燃料 2 8 及び酸化体 5 8 の流れを減少することによって開始する。

【 0 0 7 6 】

工程 S 1 1 4 では、燃料電池システム 1 0 の構成要素が、通常作動状態、例えばアノード 1 4、カソード 1 6、電解質 1 8、及び改質器 2 0 での通常作動状態に達したことが確認されたとき、燃焼器 1 2 への燃料 2 8 及び酸化体 5 8 の流れを含む始動プロセスを終了する。

30

【 0 0 7 7 】

以上に鑑みると、本発明は、多数の燃料電池システム始動タスクを実施するのに使用される酸化のレベルが異なる多数の燃焼生成物を提供する多段燃焼器及び / 又は多段燃焼プロセスに関することが明らかである。以上説明した実施例では、二つの燃焼段階しか設けられていないけれども、本発明の範囲から逸脱することなく、追加の燃焼段を提供してもよいということは理解されよう。本発明により、燃料電池システム 1 0 に一般的な方法で即ち第 2 出力ガス 8 0 を介して熱を提供することに加え、少なくとも五つの他の始動タスクを行ってもよい。これらの始動タスクには、燃料電池システム 1 0 の始動中に燃料電池システム 1 0 に安全ガスを提供する工程、燃料電池システム 1 0 の始動中にアノード 1 4 を酸化から保護するブランケットガスとして還元ガスを供給する工程、改質器 2 0 を加熱する工程、改質器 2 0 で発熱触媒反応を開始し、改質器 2 0 の通常の作動へ移行するため、始動還元ガスを提供する工程、及び燃料電池システム 1 0 で通常使用される液体燃料を気化するために熱を提供する工程が含まれる。更に、本発明の実施例は、これらの始動タスクに加え、燃焼器 1 2 を使用して、燃料電池システム 1 0 の停止中にアノード 1 4 を酸化から保護する還元ブランケットガスの形態の第 1 出力ガス 6 8 を供給する、例えば、アノード 1 4 の温度が、酸化が問題でないのに十分に低くなるまでブランケットガスを提供

40

50

する工程を含む。本発明の二段燃焼プロセスは、ディーゼル燃料や天然ガス等の液体又はガスの形態の炭化水素燃料をほぼ完全にCO₂及びH₂Oに変換し、燃焼器12から比較的清浄な排気ガスを発生するのに適している。

【0078】

本発明を、本発明の実施例に関して説明したが、本発明は、以上の開示の精神及び範囲から逸脱することなく、更に変更してもよい。従って、本願は、本発明の原理を使用する本発明の任意の変更、使用、又は適合を含もうとするものである。更に、本願は、本発明が関連した技術で周知の又は一般的に実施されている、添付の特許請求の範囲の範疇に含まれる本開示からの逸脱を含もうとするものである。したがって、本発明は、以下の態様

10

(態様1) 第1構成要素及び第2構成要素を含む燃料電池システムを始動するように形成された多段燃焼器において、燃料/酸化体混合物の流れを受け入れるための入口を持つ、前記燃料/酸化体混合物中の燃料を部分酸化して部分酸化ガスを発生するように形成された部分酸化(POX)バーナーと、前記燃料電池システムに連結された、第1量の前記部分酸化ガスを、第1出力ガスとして、前記多段燃焼器から前記第1構成要素に提供するように形成された第1出力と、前記POXバーナーに連結された、第2量の前記部分酸化ガスを前記POXバーナーから受け取って前記第2量の前記部分酸化ガス中の残留燃料の少なくとも幾分かを酸化し、前記多段燃焼器から前記第1出力ガスと異なる第2出力ガスを発生する第2バーナーと、前記燃料電池システムの前記第2構成要素に連結された、前記第2出力ガスを前記燃料電池システムの前記第2構成要素に提供するように形成された第2出力とを含む、多段燃焼器。

20

(態様2) 態様1の多段燃焼器において、前記POXバーナーは予備混合バーナーであり、前記POXバーナーでの前記燃料の前記部分酸化中に放出された熱を使用して前記燃料/酸化体混合物を予熱するように形成された予熱ヒーターを更に含む、多段燃焼器。

(態様3) 態様1の多段燃焼器において、前記POXバーナーは、前記燃料/酸化体混合物の火炎燃焼を行うように形成されており、前記第2バーナーは、触媒燃焼プロセスを使用して前記残留燃料の前記少なくとも幾分かを酸化するように形成された触媒バーナーである、多段燃焼器。

(態様4) 態様1の多段燃焼器において、更に、前記第2バーナーに連結された第2入口を含み、この第2入口は、前記第2バーナーへ二次酸化体の流れを供給するように形成されている、多段燃焼器。

30

(態様5) 態様4の多段燃焼器において、前記第2バーナーは、前記第2量の前記部分酸化ガスを、前記二次酸化体の流れを使用して完全に酸化し、前記第2出力ガスを発生するように形成されている、多段燃焼器。

(態様6) 態様5の多段燃焼器において、前記燃料電池システムの前記第2構成要素は、前記燃料電池システムで使用するため、前記第2出力ガスから熱を取り出すように形成された復熱装置である、多段燃焼器。

(態様7) 態様1の多段燃焼器において、前記第1構成要素はアノードであり、前記燃料電池システムは、更に、気化器/混合器及び改質器のうちの少なくとも一方を含み、前記第1出力は、前記気化器/混合器及び前記改質器のうちの少なくとも一方を介して前記第1出力ガスを前記アノードに提供する、多段燃焼器。

40

(態様8) 態様1の多段燃焼器において、前記燃料は、液体及びガスのうちの少なくとも一方である、多段燃焼器。

(態様9) 燃料電池システムにおいて、アノードと、通常のカソード酸化体源に流動学的に連結された、前記通常のカソード酸化体から受け取った酸素イオンに対して透過性のカソードと、前記アノード及び前記カソードと連通した、前記酸素イオンを前記カソードから前記アノードに供給するように形成された電解質と、前記アノードに流動学的に連結されており、前記アノードで使用するため、通常の前記作動燃料及び通常の前記改質器酸化体を受け取って、前記通常の前記作動燃料及び前記通常の前記改質器酸化体から合成ガスを発生するように形成された改質器と、前記燃料電池システムで使用するため、廃熱を再捕捉するように形

50

成された復熱装置と、前記燃料電池システムを始動するように形成された多段燃焼器とを含み、前記多段燃焼器は、始動燃料/酸化体混合物の流れを受け入れるための第1入口を持つ、前記始動燃料/酸化体混合物中の始動燃料を部分酸化して部分酸化ガスを発生するように形成された部分酸化(POX)バーナーと、前記燃料電池システムに連結された、第1量の前記部分酸化ガスを、前記改質器での反応を開始するように形成された第1出力ガスとして、前記多段燃焼器から前記改質器に提供するように形成された第1出力と、前記POXバーナーに連結された、第2量の前記部分酸化ガスを前記POXバーナーから受け取って前記第2量の前記部分酸化ガス中の残留始動燃料の少なくとも幾分かを酸化し、前記多段燃焼器から前記第1出力ガスと異なる第2出力ガスを発生する第2バーナーと、前記復熱装置に連結された、前記第2出力ガスを前記復熱装置に提供するように形成された第2出力とを含む、燃料電池システム。

10

(態様10) 態様9の燃料電池システムにおいて、前記通常の作動燃料及び前記始動燃料は同じ燃料である、燃料電池システム。

(態様11) 態様9の燃料電池システムにおいて、前記始動燃料/酸化体は、前記始動燃料及び始動酸化体を含み、前記始動酸化体及び前記カソード酸化体は空気中の酸素を使用する、燃料電池システム。

(態様12) 態様11の燃料電池システムにおいて、前記通常の改質器酸化体は空気中の酸素を含む、燃料電池システム。

(態様13) 燃料電池システムを始動するための燃焼器において、ハウジングと、このハウジング内に形成された反応ゾーンと、点火装置と、前記反応ゾーン内への燃料/酸化体混合物の流れを受け入れるように形成された入口とを含み、前記反応ゾーンの前記燃料/酸化体混合物中の燃料に点火して部分酸化し、部分酸化ガスを発生するように形成された予備混合部分酸化(POX)バーナーと、第1量の前記部分酸化ガスを、前記燃焼器の第1出力ガスとして、前記予備混合POXバーナーから前記燃料電池システムに排出するように形成された第1出力と、第2量の前記部分酸化ガスを前記予備混合POXバーナーから排出するように形成された第2出力とを含む、燃焼器。

20

(態様14) 態様13の燃焼器において、更に、前記第2出力に連結された、前記第2量の前記部分酸化ガスを前記予備混合POXバーナーから受け取って前記第2量の前記部分酸化ガス中の残留燃料の少なくとも幾分かを酸化し、前記第1出力ガスと異なる前記燃焼器の第2出力ガスを発生するように形成されている、第2バーナーと、前記第2出力ガスを前記燃料電池システムに排出するように形成された第3出力とを含む、燃焼器。

30

(態様15) 態様13の燃焼器において、更に、前記燃料の部分酸化中に前記反応ゾーンで発生した熱を使用して前記燃料/酸化体混合物を予熱する予熱ヒーターを含む、燃焼器。

(態様16) 態様15の燃焼器において、前記予熱ヒーターは、前記ハウジングに沿って所定の長さが配置された導管であり、前記長さは、前記入口の周囲での炭素付着物の形成を制限するように形成されている、燃焼器。

(態様17) 態様15の燃焼器において、更に、前記ハウジング内に配置された、前記反応ゾーンを形成するライナを更に含む、燃焼器。

(態様18) 態様17の燃焼器において、更に、前記ライナと前記ハウジングとの間に配置された断熱体を含む、燃焼器。

40

(態様19) 燃料電池システムの始動方法において、始動燃料/酸化体混合物中の始動燃料を第1燃焼プロセスで部分酸化し、部分酸化ガスを発生する工程と、第1量の前記部分酸化ガスを第1始動ガス生成物として取り出す工程と、前記第1始動ガス生成物を使用して少なくとも一つの燃料電池システム始動タスクを実行する工程と、第2量の前記部分酸化ガス中の残留始動燃料の少なくとも幾分かを酸化し、第2始動ガス生成物を発生する工程と、前記第2始動ガス生成物を使用して前記燃料電池システムの少なくとも一部を加熱する工程とを含む、方法。

(態様20) 態様19の方法において、前記燃料/酸化体混合物は化学量論以下である、方法。

50

(態様 2 1) 態様 1 9 の方法において、前記少なくとも一つの燃料電池システム始動タスクは、前記燃料電池システムの前記始動中に安全ガスを前記燃料電池システムに供給する工程、前記燃料電池システムのアノードを前記燃料電池システムの前記始動中の酸化から保護するためのプランケットガスとして還元ガスを供給する工程、前記燃料電池システムの構成要素を加熱する工程、前記燃料電池システムの通常の作動に移行するため、前記燃料電池システムの前記構成要素の触媒反応を開始するガスを提供する工程、及び熱を提供し、前記燃料電池システムが使用する通常の燃料を気化する工程のうちの少なくとも一つである、方法。

(態様 2 2) 態様 2 1 の方法において、前記少なくとも一つの燃料電池システム始動タスクは、前記燃料電池システムの前記始動中に前記安全ガスを前記燃料電池システムに供給する工程であり、前記第 1 始動ガス生成物は安全ガスとして形成される、方法。

10

(態様 2 3) 態様 2 1 の方法において、前記少なくとも一つの燃料電池システム始動タスクは、前記燃料電池システムの前記始動中に前記アノードを前記酸化から保護するため、前記還元ガスを前記プランケットガスとして供給する工程であり、前記第 1 始動ガス生成物は、第 1 還元強度の還元ガスとして形成される、方法。

(態様 2 4) 態様 2 1 の方法において、前記少なくとも一つの燃料電池システム始動タスクは、前記燃料電池システムの前記構成要素を加熱する工程であり、前記第 1 始動ガス生成物を使用して前記第 1 構成要素を加熱する、方法。

(態様 2 5) 態様 2 1 の方法において、前記少なくとも一つの燃料電池システム始動タスクは、前記燃料電池システムを前記通常の作動に移行するため、前記燃料電池システムの前記構成要素の前記触媒反応を開始するガスを提供する工程であり、前記第 1 始動ガス生成物は、第 2 還元強度の還元ガスとして形成される、方法。

20

(態様 2 6) 態様 2 1 の方法において、前記少なくとも一つの燃料電池システム始動タスクは、前記熱を提供し、前記燃料電池システムが使用する前記通常の燃料を気化する工程であり、前記第 1 始動ガス生成物を前記燃料電池システムに供給し、前記熱を提供する、方法。

(態様 2 7) 燃料電池システムの始動方法において、始動燃料 / 酸化体混合物中の始動燃料を第 1 燃焼プロセスで部分酸化し、部分酸化ガスを発生する工程と、第 1 量の前記部分酸化ガスを第 1 始動ガス生成物として取り出す工程と、前記第 1 始動ガス生成物を使用して少なくとも二つの燃料電池システム始動タスクを実行する工程と、第 2 量の前記部分酸化ガス中の残留始動燃料の少なくとも幾分かを酸化し、第 2 始動ガス生成物を発生する工程と、前記第 2 始動ガス生成物を使用して前記燃料電池システムの少なくとも一部を加熱する工程とを含み、前記燃料電池システム始動タスクは、前記燃料電池システムの前記始動中に安全ガスを前記燃料電池システムに供給する工程と、前記燃料電池システムの前記始動中に前記燃料電池システムのアノードを酸化から保護するため、還元ガスをプランケットガスとして供給する工程と、前記燃料電池システムの構成要素を加熱する工程と、前記燃料電池システムを通常の作動に移行するため、前記燃料電池システムの前記構成要素の触媒反応を開始するガスを提供する工程と、熱を提供し、前記燃料電池システムが使用する通常の燃料を気化する工程とを含む、方法。

30

【符号の説明】

40

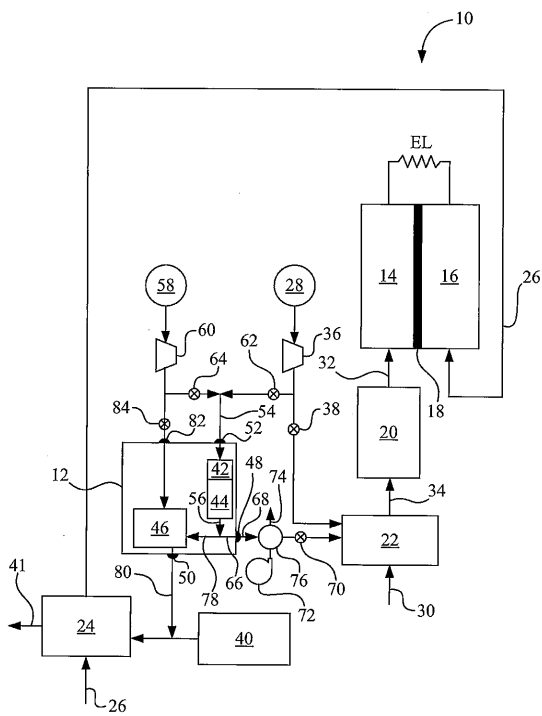
【 0 0 7 9 】

- 1 0 燃料電池システム
- 1 2 多段燃焼器
- 1 4 アノード
- 1 6 カソード
- 1 8 電解質
- 2 0 改質器
- 2 2 気化器 / 混合器
- 2 4 復熱装置
- 2 6 カソード酸化体

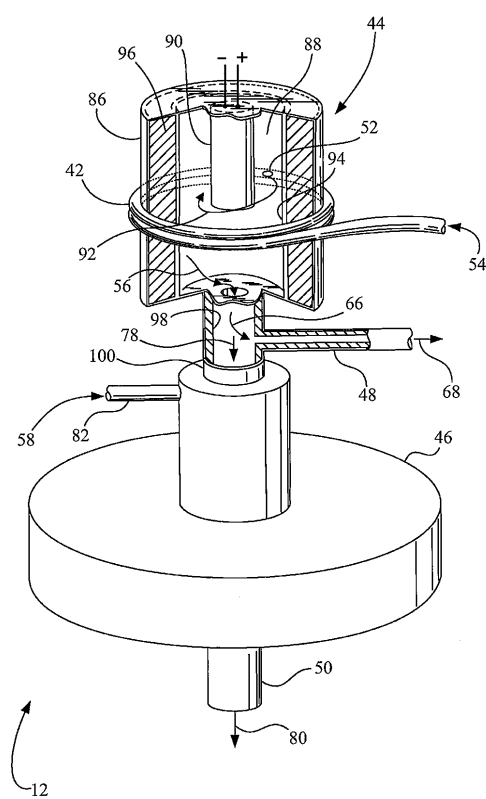
50

- 28 通常の作動燃料
- 30 通常の改質器酸化体
- 32 合成ガス
- 34 混合燃料蒸気 / 酸化体
- 36 ポンプ
- 38 バルブ

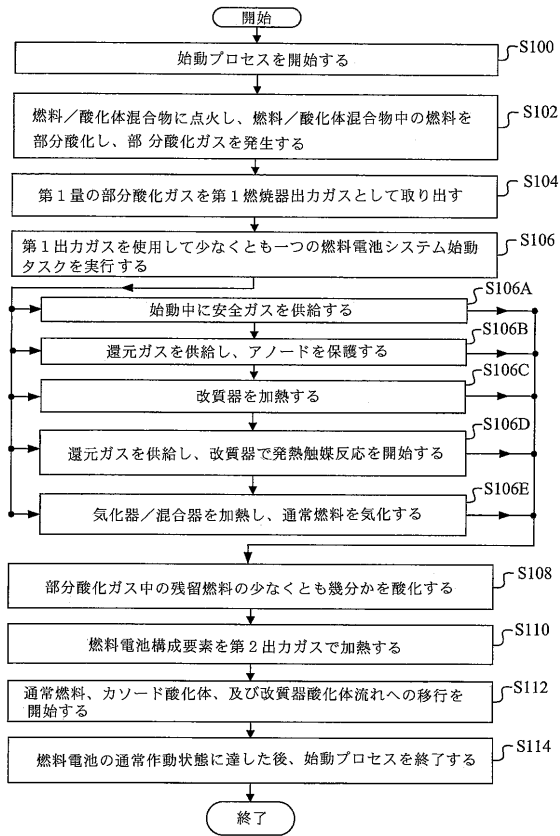
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(74)代理人 100075270

弁理士 小林 泰

(74)代理人 100101373

弁理士 竹内 茂雄

(74)代理人 100118902

弁理士 山本 修

(72)発明者 スコット, マーク・ヴィンセント

アメリカ合衆国オハイオ州44685, ユニオンタウン, カーディントン・グリーン 2688

審査官 橋本 敏行

(56)参考文献 特開2002-293504(JP, A)

特開2005-228525(JP, A)

特開2003-197243(JP, A)

特表2002-543033(JP, A)

特開2004-087377(JP, A)

特開2002-087802(JP, A)

特開2006-248811(JP, A)

米国特許出願公開第2006/0292410(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C01B3/00-6/34

H01M8/00-8/2495