

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6549134号

(P6549134)

(45) 発行日 令和1年7月24日(2019.7.24)

(24) 登録日 令和1年7月5日(2019.7.5)

(51) Int.Cl.

F I

F O 2 C 3/30 (2006.01)

F O 2 C 3/30 D

F 2 3 R 3/00 (2006.01)

F 2 3 R 3/00 B

F 2 3 R 3/28 (2006.01)

F 2 3 R 3/28 D

F O 2 C 9/50 (2006.01)

F O 2 C 9/50

F O 2 C 7/228 (2006.01)

F O 2 C 7/228

請求項の数 24 (全 44 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-547869 (P2016-547869)
 (86) (22) 出願日 平成27年1月21日 (2015.1.21)
 (65) 公表番号 特表2017-503967 (P2017-503967A)
 (43) 公表日 平成29年2月2日 (2017.2.2)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2015/012300
 (87) 国際公開番号 W02015/112633
 (87) 国際公開日 平成27年7月30日 (2015.7.30)
 審査請求日 平成29年12月22日 (2017.12.22)
 (31) 優先権主張番号 61/929,868
 (32) 優先日 平成26年1月21日 (2014.1.21)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 14/599,739
 (32) 優先日 平成27年1月19日 (2015.1.19)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123
 45、スケネクタデイ、リバーロード、1
 番
 (73) 特許権者 500450727
 エクソンモービル アップストリーム リ
 サーチ カンパニー
 アメリカ合衆国 テキサス州 77252
 -2189 ヒューストン ピーオーボッ
 クス 2189
 (74) 代理人 100086771
 弁理士 西島 孝喜
 (74) 代理人 100088694
 弁理士 弟子丸 健

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 排気ガス再循環を用いて作動するガスタービン内の燃焼工程を制御するためのシステム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

1又は2以上の燃焼器への燃料流れを制御するように構成された燃料制御システムと、
 前記1又は2以上の燃焼器の各燃焼器への酸化剤流れを制御するように構成された酸化
 剤制御システムであって、前記酸化剤流れが、前記1又は2以上の燃焼器内で前記燃料流
 れと少なくとも部分的に反応して排気ガス流れを形成するように構成される前記酸化剤制
 御システムと、

前記排気ガス流れの再循環流れを前記1又は2以上の燃焼器の各燃焼器に向けるように
 構成された排気ガスシステムであって、前記再循環流れが、前記1又は2以上の燃焼器の
 各燃焼器への前記酸化剤流れとは別に、前記1又は2以上の燃焼器の各燃焼器に向けられ
 、前記1又は2以上の燃焼器の各燃焼器への再循環流れが第1の部分と第2の部分とを有し
 、前記再循環流れの第2の部分が、前記1又は2以上の燃焼器の各燃焼器で、前記燃料流
 れと前記酸化剤流れに混ざるように構成されている排気ガスシステムと、

前記1又は2以上の燃焼器からの前記再循環流れの第2の部分を含む前記排気ガス流れ
 を受け入れるように構成されたタービンと、

前記1又は2以上の燃焼器から前記再循環流れの第1の部分を抽出するように構成され
 た排気抽出システムであって、前記第1の部分を構成するバイパス流れを調節して前記タ
 ービンをバイパスさせるタービンバイパスバルブを備え、前記バイパス流れが、前記再循
 環流れの前記第2の部分に前記タービンの下流で合流し前記第2の部分の一部として前記
 燃焼器に供給されるように構成されている、排気抽出システムと、

10

20

前記燃料制御システム、前記酸化剤制御システム、前記排気ガスシステム、および前記タービンバイパスバルブに連結されたコントローラであって、燃料対酸化剤比（F O R）及び排気ガス対酸化剤比（E G O R）を独立に制御するように構成され、前記 F O R が、燃料流量を酸化剤流量で割り算したものを含み、前記 E G O R が、前記燃焼器に供給される前記再循環流量の第 2 の部分を前記酸化剤流量で割り算したものを含み、少なくとも部分的に前記タービンバイパスバルブの制御に基づいて前記 E G O R を制御するように構成されているコントローラと、を備えている、

ことを特徴とするシステム。

【請求項 2】

前記 1 又は 2 以上の燃焼器の各燃焼器は、複数の燃料ノズルを含み、前記燃料制御システムは、前記複数の燃料ノズルのうちの第 1 のセットの燃料ノズルに連結された第 1 の燃料トリムバルブを備え、

前記燃料制御システムは、前記第 1 の燃料トリムバルブを通じて前記第 1 のセットの燃料ノズルへの第 1 の燃料流れを調節して前記 F O R を制御するように構成される、

請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記燃料制御システムは、前記複数の燃料ノズルのうちの第 2 のセットの燃料ノズルに連結された第 2 の燃料トリムバルブを備え、

前記燃料制御システムは、前記第 2 の燃料トリムバルブを通じて前記第 2 のセットの燃料ノズルへの第 2 の燃料流れを調節して前記 F O R を制御するように構成される、

請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記第 1 の燃料トリムバルブに連結された第 1 の燃料供給装置と、前記第 2 の燃料トリムバルブに連結された第 2 の燃料供給装置とを備えている、

請求項 3 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記第 1 のセットの燃料ノズルは、1 又は 2 以上の内側燃料ノズルを備え、第 2 のセットの燃料ノズルが、前記 1 又は 2 以上の内側燃料ノズルの周りに配置された複数の外側燃料ノズルを備えている、

請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記 1 又は 2 以上の燃焼器が複数の燃焼器であり、

前記コントローラは、前記複数の燃焼器の各燃焼器への前記 F O R をガスタービンエンジン内の前記複数の燃焼器の配列に少なくとも部分的に基づいて差別的に制御するように構成される、

請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記排気抽出システムは、炭化水素生成システム、パイプライン、貯蔵タンク、又は炭素隔離システム、又はその何れかの組合せへの伝送のために前記 1 又は 2 以上の燃焼器からの前記再循環流れの第 3 の部分を排気ガス供給システムに向けるように構成され、

前記 1 または 2 以上の燃焼器から抽出された再循環流れの第 1 の部分が、前記第 3 の部分とバイパス流れを有している、

請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記再循環流れは、約 100 ppm 未満の酸素を含む、

請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記コントローラは、少なくとも部分的にシステム上の負荷に基づいて前記 1 又は 2 以上の燃焼器への前記酸化剤流れを制御するように構成される、

請求項 1 に記載のシステム。

10

20

30

40

50

【請求項 10】

前記コントローラは、少なくとも部分的に前記 1 又は 2 以上の燃焼器の望ましい当量比に基づいて前記 1 又は 2 以上の燃焼器への前記燃料流れを制御するように構成される、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 11】

前記コントローラは、前記 F O R と、前記 E G O R と、前記 F O R 及び前記 E G O R に対応する燃焼器操作性限界との間の関係に少なくとも部分的に基づいて前記再循環流れを制御するように構成される、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 12】

前記 1 又は 2 以上の燃焼器と、前記タービンと、前記タービンによって駆動される排気ガス圧縮機と、を有するガスタービンエンジンを備え、

前記排気ガス圧縮機は、前記 1 又は 2 以上の燃焼器に供給される再循環流れを圧縮するように構成され、

前記ガスタービンエンジンは、量論的排気ガス再循環 (S E G R) ガスタービンエンジンである、

請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 13】

酸化剤流れを受け入れるように構成された酸化剤入口と、

複数の燃料ノズルのうちの各燃料ノズルが燃料流れを受け入れるように構成された複数の燃料ノズルと、

前記複数の燃料ノズルのうちの少なくとも 1 つの燃料ノズルへの前記燃料流れを制御するように構成され、少なくとも部分的に燃料対酸化剤比 (F O R) に基づいて制御される第 1 の燃料トリムバルブと、

再循環システムから再循環流れを受け入れるように構成された再循環入口であって、少なくとも前記酸化剤流れ及び前記燃料流れが、燃焼器内で燃焼して排気ガス流れを形成するように構成された前記再循環入口と、

前記再循環流れの第 1 の部分を抽出マニホールドに抽出するように構成された 1 又は 2 以上の抽出ポートと、を有している燃焼器と、

前記再循環流れの第 2 の部分を受け入れ、負荷を駆動し、前記再循環流れの前記第 2 の部分を前記再循環システムに向けるように構成されたタービンと、

前記再循環流れの第 1 の部分を構成するバイパス流れを前記抽出マニホールドから抽出するように構成され、前記燃焼器に供給される再循環流れ対酸化剤比 (E G O R) に少なくとも部分的に基づいて前記バイパス流れを調節し、前記バイパス流れを前記タービンの下流で前記再循環流れの第 2 の部分に合流させ前記第 2 の部分の一部として前記燃焼器に供給するように構成されたタービンバイパスバルブであって、前記第 1 の燃料トリムバルブとは独立に制御される前記タービンバイパスバルブと、を備えている、

ことを特徴とするシステム。

【請求項 14】

前記複数の燃料ノズルは、第 1 のセットの 1 又は 2 以上の内側燃料ノズルと、前記複数の燃料ノズルのうちの前記 1 又は 2 以上の内側燃料ノズルの周りに配置された第 2 のセットの 1 又は 2 以上の外側燃料ノズルとを備え、前記第 1 の燃料トリムバルブは、1 又は 2 以上の内側燃料ノズルへの前記燃料流れを制御するように構成され、前記燃焼器は、前記複数の燃料ノズルのうちの前記第 2 のセットの 1 又は 2 以上の外側燃料ノズルへの前記燃料流れを制御するように構成された第 2 の燃料トリムバルブを備えている、

請求項 13 に記載のシステム。

【請求項 15】

前記第 1 の燃料トリムバルブは、第 1 の燃料供給装置に流体的に連結され、前記第 2 の燃料トリムバルブは、前記第 1 の燃料供給装置とは異なる第 2 の燃料供給装置に流体的に連結される、

10

20

30

40

50

請求項 1 4 に記載のシステム。

【請求項 1 6】

前記燃焼器と前記タービンバイパスバルブの間に連結され、前記再循環流れの前記第 1 の部分の第 3 の部分を炭化水素生成システム、パイプライン、貯蔵タンク、又は炭素隔離システム、又はその何れかの組合せに向けるように構成された前記抽出マニホールドを備えている、

請求項 1 3 に記載のシステム。

【請求項 1 7】

少なくとも部分的に前記 E G O R に基づいて制御される複数の入口ガイドベーンを有する排気ガス圧縮機を含む前記再循環システムを備えている、

請求項 1 3 に記載のシステム。

【請求項 1 8】

排気ガス再循環 (E G R) ガスタービンエンジンを作動させる方法であって、

望ましい当量比と前記 E G R ガスタービンエンジン上の負荷とに少なくとも部分的に基づいて燃焼器への燃料対酸化剤比 (F O R) を制御する段階と、

前記燃焼器内で燃料及び酸化剤を燃焼させて排気ガスを形成する段階と、

前記排気ガスの再循環部分を前記燃焼器まで再循環させる段階と、

前記 F O R に対応する操作性限界に少なくとも部分的に基づいて、前記燃焼器に供給される再循環部分対酸化剤比 (E G O R) を制御する段階であって、前記燃焼器からの前記排気ガスの前記再循環部分の第 1 の部分を抽出し、バイパスバルブを調節して前記 E G R ガスタービンエンジンのタービンをバイパスする前記第 1 の部分を制御する段階を含む抽出する段階と、

前記燃焼器からの前記排気ガスの前記再循環部分の第 2 の部分を前記 E G R ガスタービンエンジンの前記タービンに送り、前記タービンの下流で前記タービンをバイパスした第 1 の部分と合流させ、前記燃焼器に再循環させる段階と、を含む、

ことを特徴とする方法。

【請求項 1 9】

前記 F O R を制御する段階は、複数の燃料ノズルのうちの 1 又は 2 以上の燃料ノズルへの燃料流れを調節する段階を含む、

請求項 1 8 に記載の方法。

【請求項 2 0】

前記 F O R を制御する段階は、前記複数の燃料ノズルのうちの複数の外側燃料ノズルに対する前記複数の燃料ノズルのうちの 1 又は 2 以上の内側燃料ノズルへの燃料流れを差別的に調節する段階を含み、

前記外側燃料ノズルは、前記内側燃料ノズルの周りに配置される、

請求項 1 9 に記載の方法。

【請求項 2 1】

前記排気ガスの再循環部分が前記酸化剤とは別に前記燃焼器に再循環される、

請求項 1 8 に記載の方法。

【請求項 2 2】

前記 E G R ガスタービンエンジンの排気ガス圧縮機への 1 又は 2 以上の入口ガイドベーンを調節することによって前記 E G O R を制御する段階を含み、

前記排気ガス圧縮機は、前記排気ガスの前記再循環部分を前記燃焼器に向けるように構成される、

請求項 1 8 に記載の方法。

【請求項 2 3】

前記 E G R ガスタービンエンジンのための始動シーケンス中に前記 F O R 又は前記 E G O R を操作性限界未満であるように独立に制御する段階を含む、

請求項 1 8 に記載の方法。

【請求項 2 4】

前記FORを定常状態作動中の約0.95から1.05の間の対応する当量比に制御する段階を含む、

請求項18に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

〔関連出願への相互参照〕

本出願は、これによりその全体が全ての目的に対して引用によって組み込まれる2014年1月21日出願の「SYSTEM AND METHOD FOR CONTROLLING THE COMBUSTION PROCESS IN A GAS TURBINE OPERATING WITH EXHAUST GAS RECIRCULATION」という名称の米国仮特許出願第61/929,868号及び2015年1月19日出願の「SYSTEM AND METHOD FOR CONTROLLING THE COMBUSTION PROCESS IN A GAS TURBINE OPERATING WITH EXHAUST GAS RECIRCULATION」という名称の米国非仮特許出願第14/599,739号に対する優先権及びその利益を主張するものである。

【0002】

本明細書に開示する主題は、排気ガスの再循環を有するガスタービンエンジンに関する。

【背景技術】

【0003】

ガスタービンエンジンは、発電、航空機、及び種々の機械装置など、幅広い種類の用途で使用されている。ガスタービンエンジンは、一般に、燃焼器セクションにおいて酸化剤（例えば、空気）と共に燃料を燃焼させて高温の燃焼生成物を発生させ、これによりタービンセクションの1又は2以上のタービン段を駆動する。次に、タービンセクションは、圧縮機セクションの1又は2以上の圧縮機段を駆動し、これにより燃料と共に燃焼器セクションの中に吸入するために酸化剤を圧縮する。この場合も同様に、燃料及び酸化剤が燃焼器セクションにおいて混合して次に燃焼し、高温燃焼生成物を生成する。燃焼生成物は、再循環して圧縮機セクションに戻るることができる。一般に、燃焼生成物中の特定のガス（例えば、窒素酸化物（NO_x）及び二酸化炭素（CO₂））の相対レベルのような燃焼生成物の性質は、燃焼工程において用いられる燃料対酸化剤比の影響を受ける可能性がある。残念ながら、燃料対酸化剤、又は再循環された燃焼生成物対酸化剤のある一定の比は、圧縮機セクション内の燃焼の安定性を低下させる場合がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国特許出願第61/747,194号明細書

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0005】

元来の特許請求する本発明の範囲に応じたある一定の実施形態を以下に要約する。これらの実施形態は、特許請求する本発明の技術的範囲を限定することを意図するものではなく、むしろこれらの実施形態は、本発明の実施可能な形態の簡潔な概要を示すことのみを意図している。当然のことながら、本発明は、以下に記載する実施形態と同様の実施形態、又は実施形態とは異なるものとすることができる様々な形態を含むことができる。

【0006】

第1の実施形態において、システムは、1又は2以上の燃焼器への燃料流れを制御するように構成された燃料制御システムと、1又は2以上の燃焼器の各燃焼器への酸化剤流れを制御するように構成された酸化剤制御システムとを含み、酸化剤流れは、1又は2以上

10

20

30

40

50

の燃焼器内で燃料流れと少なくとも部分的に反応して排気ガス流れを形成するように構成される。システムはまた、1又は2以上の燃焼器の各燃焼器に排気ガス流れの再循環流れを向けるように構成された排気ガスシステムと、燃料制御システム、酸化剤制御システム、及び排気ガスシステムに連結されたコントローラとを含む。コントローラは、燃料対酸化剤比（F O R）及び排気ガス対酸化剤比（E G O R）を独立に制御するように構成される。F O Rは、燃料流量を酸化剤流量で割り算したものであり、E G O Rは、再循環流量を酸化剤流量によって割り算したものである。

【0007】

第2の実施形態において、システムは、燃焼器、タービン、及びタービンバイパスバルブを含む。燃焼器は、酸化剤流れを受け入れるように構成された酸化剤入口と、複数の燃料ノズルであって、複数の燃料ノズルのうちの各燃料ノズルが燃料流れを受け入れるように構成された上記複数の燃料ノズルと、複数の燃料ノズルのうちの少なくとも1つの燃料ノズルへの燃料流れを制御するように構成された第1の燃料トリムバルブとを含む。第1の燃料トリムバルブは、少なくとも部分的に燃料対酸化剤比（F O R）に基づいて制御される。燃焼器はまた、再循環システムから再循環流れを受け入れるように構成された再循環入口であって、少なくとも酸化剤流れ及び燃料流れが燃焼器内で燃焼して排気ガス流れを形成するように構成された上記再循環入口と、抽出マニホールドに再循環流れの第1の部分を抽出するように構成された1又は2以上の注出ポートとを含む。タービンは、排気ガス流れと、燃焼器及び排気ガス流れからの再循環流れの第2の部分とを受け入れ、負荷を駆動し、かつ排気ガス流れの第2の部分を再循環システムに向けるように構成される。タービンバイパスバルブは、抽出マニホールドに再循環流れの第1の部分からバイパス流れを抽出するように構成され、タービンバイパスバルブは、少なくとも部分的に排気ガス対酸化剤比（E G O R）に基づいてバイパス流れを再循環システムに向けるように構成され、再循環流れは、排気ガス流れの第2の部分とバイパス流れとを含み、タービンバイパスバルブは、第1の燃料トリムバルブとは独立に制御される。

【0008】

第3の実施形態において、排気ガス再循環（E G R）ガスタービンエンジンを作動させる方法は、望ましい当量比とE G Rガスタービンエンジン上の負荷とに少なくとも部分的に基づいて燃焼器への燃料対酸化剤比（F O R）を制御する段階と、燃焼器内で燃料及び酸化剤を燃焼させて排気ガスを形成する段階と、排気ガスの再循環部分を燃焼器まで再循環させる段階と、F O Rに対応する操作性限界に少なくとも部分的に基づいて排気ガス対酸化剤比（E G O R）を制御する段階とを含む。

【0009】

本発明のこれら及び他の特徴、態様、及び利点は、図面全体を通して同じ文字が同じ部分を表す添付の図面を参照して以下の詳細説明を読むとより良く理解されることになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】炭化水素生成システムに連結されたタービンベースのサービスシステムを有するシステムの実施形態の図である。

【図2】制御システム及び複合サイクルシステムを更に示す図1のシステムの実施形態の図である。

【図3】ガスタービンエンジン、排気ガス供給システム、及び排気ガス処理システムの詳細を更に示す図1及び2のシステムの実施形態の図である。

【図4】図1～3のシステムを作動させる工程の実施形態のフローチャートである。

【図5】制御システムと、燃料及び酸化剤流れのための感知システムと、タービンバイパスバルブを有する排気抽出システムとを更に示す図1～3のシステムの実施形態の図である。

【図6】図5のシステムの実施形態の作動中の当量比及び燃焼器操作性のチャートである。

10

20

30

40

50

【図 7】図 5 のシステムの燃料制御システムの実施形態の図である。

【図 8 A】燃料対酸化剤比及び排気ガス対酸化剤比を独立に制御するための工程の実施形態のフローチャートである。

【図 8 B】燃料対酸化剤比及び排気ガス対酸化剤比を独立に制御するための工程の実施形態のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本発明の 1 又は 2 以上の特定の実施形態を以下に説明する。これらの実施形態の簡潔な説明を行う取り組みの一環として、本明細書では、実際の実施構成の全ての特徴については説明しない場合がある。あらゆる技術又は設計プロジェクトと同様に、このようなあらゆる実際の実施構成の開発において、実施構成毎に異なる可能性のある開発者の特定の目標を達成するために、システム関連及びビジネス関連の制約への準拠のような多数の実施特異な決定が為される必要がある点は理解されたい。その上、このような開発の取り組みは、複雑で多大な時間を必要とする場合があるが、本開示の利点を有する当業者にとっては、設計、製作、及び製造の日常的な業務である点を理解されたい。

10

【0012】

従って、例示の実施形態は、種々の修正及び代替形態が可能であるが、本発明の実施形態は、図に例示的に示され、かつ本明細書で詳細に説明されることになる。しかし、開示する特定の形態に例示の実施形態を限定することを意図するものでなく、それどころか、例示の実施形態は、本発明の範囲に含まれる全ての修正物、均等物、及び代替物を網羅する点は理解されたい。

20

【0013】

本明細書で用いる専門用語は、特定の実施形態のみを説明するためのものであり、例示の実施形態を限定することを意図するものではない。本明細書で使用される場合、単数形あるいは数を明確にしない記載は、そうでないとする明確な指示がない限り、複数形も含むことが意図される。用語「備える」、「有する」、及び／又は「含む」は、本明細書で用いられるとき、特徴、整数、段階、操作、要素、及び／又は構成要素の存在を特定するが、1 又は 2 以上の他の特徴、整数、段階、操作、要素、構成要素、及び／又はこれらのグループの存在又は追加を排除するものではない。

【0014】

30

用語第 1、第 2、1 次、2 次、その他を本明細書で使用して、種々の要素を説明することができるが、これらの要素をこれらの用語に限定すべきではない。これらの用語は、1 つの要素を別の要素と識別するために使用されるに過ぎない。例えば、限定ではないが、例示の実施形態の範囲から逸脱することなく、第 1 の要素は第 2 の要素と呼ぶことができ、同様に、第 2 の要素は第 1 の要素と呼ぶことができる。本明細書で使用される場合、用語「及び／又は」は、関連する上記に挙げた品目のうちの 1 又は 2 以上の何れか及び全ての組合せを含む。

【0015】

特定の専門用語は、読者の利便性のみのために本明細書で使うことができ、本発明の範囲を限定すると取るべきではない。例えば、「上側」、「下側」、「左側」、「右側」、「前部」、「後部」、「上部」、「底部」、「水平」、「垂直」、「上流」、「下流」、「前方」、及び「後方」などの単語は、図に示す構成を説明するに過ぎない。当然ながら、本発明の実施形態の 1 つ又は複数の要素は、いずれかの方向に向けることができ、従って、専門用語は、具体的に別段の定めをした場合を除き、このような変形形態を包含すると理解されたい。

40

【0016】

以下で詳細に検討されるように、開示する実施形態は、全体的に、排気ガス再循環 (EGR) を備えたガスタービンシステムに関し、より詳細には、EGR を用いたガスタービンシステムの量論的作動に関する。例えば、ガスタービンシステムは、排気ガス再循環経路に沿って排気ガスを再循環させ、再循環された排気ガスの少なくとも一部と共に燃料及

50

び酸化剤を量論的に燃焼させて、様々な目標システムにおいて使用するために排気ガスを取り込むよう構成することができる。量論的燃焼と共に排気ガスを再循環することによって、排気ガス中の二酸化炭素（ CO_2 ）の濃度レベルを上昇させるのに役立つ、種々の目標システムで使用するために CO_2 及び窒素（ N_2 ）を分離及び精製するよう後処理することができる。ガスタービンシステムはまた、排気ガス再循環経路に沿って種々の排気ガス処理（例えば、熱回収、触媒反応、その他）を利用し、これにより CO_2 の濃度レベルを上昇させ、他のエミッション（例えば、一酸化炭素、窒素酸化物、及び未燃炭化水素）の濃度レベルを低下させ、エネルギー回収（例えば、熱回収ユニットを用いて）を向上させることができる。更に、ガスタービンエンジンは、1又は2以上の拡散火炎（例えば、拡散燃料ノズルを用いて）、予混合火炎（例えば、予混合燃料ノズルを用いて）、又はこれらの何らかの組合せを用いて燃料及び酸化剤を燃焼させるように構成することができる。特定の実施形態において、拡散火炎は、量論的燃焼の一定の限度内に安定性及び作動を維持するのに役立つことができ、これは次に、 CO_2 の生成を増加させるのに役立つ。例えば、拡散火炎で作動するガスタービンシステムは、予混合火炎で作動するガスタービンシステムと比べてより大量のEGRを可能にすることができる。次に、EGRの増量は、 CO_2 生成を増加させるのに役立つ。可能な目標システムは、原油二次回収（EOR）システムなどのパイプライン、貯蔵タンク、炭素隔離システム、及び炭化水素生成システムを含む。

【0017】

本明細書で説明するシステム及び方法は、ガスタービンシステムの1又は2以上の燃焼器に提供される混合気の燃料対酸化剤比（FOR）及び混合気の排気ガス対酸化剤比（EGOR）を独立に制御することができる。FOR及びEGORは、ガスタービンシステムの始動シーケンス中に、定常状態作動（例えば、原油二次回収のために排気抽出システムに排気ガス流れを供給する負荷の駆動）中に、又はガスタービンシステムの停止中に、或いはこれらの何らかの組合せ中に独立に制御することができる。一部の実施形態において、FORは、少なくとも部分的にガスタービンシステム上の負荷及び／又はガスタービンシステムの作動速度に基づいて制御され、EGORは、少なくとも部分的にガスタービンシステムの燃焼器の操作性限界に基づいて制御される。燃焼器の操作性限界は、FOR及びEGORに対する1組の値に対応することができ、操作性限界を下回るFOR及びEGORの値は、望ましくない火炎噴出、フラッシュバック、自己点火、又は調和振動、或いはこれらの何らかの組合せの可能性が低減された状態を持続することができる燃焼器内の燃焼を説明することができる。

【0018】

FORは、燃焼器への酸化剤流れ及び／又は燃料流れを調節することによって制御することができる。例えば、FORは、フィードフォワード制御及び／又はフィードバック制御に基づいて制御することができる。フィードフォワード制御は、特定の実施形態において、燃料及び酸化剤の組成、ガスタービンシステムへの燃料及び／又は酸化剤の現在流量、及び望ましい量論的燃料対空気比に基づく場合がある。フィードバック制御は、一部の実施形態において、再循環された排気ガスの測定組成に基づく場合がある。制御システム（例えば、プロセッサ、メモリ、及びメモリに格納されプロセッサによって実行可能な命令を有し、制御機能を実施する工業用コントローラ）は、フィードフォワード制御、フィードバック制御、又はこれらの何らかの組合せを利用してガスタービンシステムに対して燃料及び／又は酸化剤の流れを制御することができる。FORは、排気ガス中に高レベルの二酸化炭素（ CO_2 ）を達成するなど、負荷を駆動し、ガスタービンシステムを始動し、及び／又は排気に対して望ましい組成を達成するように制御することができる。制御システムは、各燃焼器への相対燃料及び／又は酸化剤流れを調節することによってガスタービンシステムの1又は2以上の燃焼器のためのFORを差別的に制御することができる。一部の実施形態において、制御システムは、第2の（例えば、外側の）組の燃料ノズルへの燃料流れに対する燃焼器の第1の（例えば、中央の）組の燃料ノズルへの燃料流れを差別的に制御する。

【0019】

E G O Rは、酸化剤及び燃料流れと混合する排気ガス流れ（例えば、再循環された排気ガス）を調節することによって制御することができる。排気ガス流れを燃焼器に供給して燃焼ガスを冷却し、酸化剤を希釈し、又は排気ガス流れ中の残留酸化剤及び／又は燃料の量を減少させ、或いはこれらの何らかの組合せを行うことができる。制御システムは、燃料流れとの安定した反応のために十分な酸化剤流れを維持するために、E G O Rを調節するように排気ガスを制御することができる。燃焼器に供給される排気ガス流れの一部は、排気ガス供給システム（例えば、原油二次回収、貯蔵タンク、パイプライン）への伝送及び／又は排気ガス圧縮機への再循環のために抽出マニホールドに抽出することができる。制御システムは、タービンセクションをバイパスして燃焼器への再循環のために抽出マニホールドから排気ガス圧縮機に流れる排気ガスのバイパス部分を制御するためにタービンバイパスバルブを制御することができる。制御システムは、タービンバイパスバルブを制御して抽出マニホールドに抽出される排気ガスの量を調節することができる。一部の実施形態において、タービンバイパスバルブの調節は、抽出マニホールドから排気ガス供給システムに供給される排気ガスを減少させることはできない。従って、制御システムは、燃焼ガスと混合する排気ガスの量を制御することによってE G O Rを制御することができる。これに加えて又はこれに代えて、制御システムは、排気ガス圧縮機のための入口ガイドベーンを制御し、これによりタービンセクションから排気ガス圧縮機に再循環される排気ガスの量を調節することができる。制御システムは、入口ガイドベーンの制御により燃焼器に供給される排気ガスを制御することができ、制御システムは、タービンバイパスバルブの制御により燃焼器から抽出される排気ガスを制御することができる。

10

20

【0020】

図1は、タービンベースのサービスシステム14に関連する炭化水素生成システム12を有するシステム10の実施形態の図である。以下でより詳細に検討するように、タービンベースのサービスシステム14の種々の実施形態は、電力、機械出力、及び流体（例えば、排気ガス）などの種々のサービスを炭化水素生成システム12に提供し、オイル及び／又はガスの生成又は取り出しを促進するよう構成される。図示の実施形態において、炭化水素生成システム12は、オイル／ガス抽出システム16及び原油二次回収（E O R）システム18を含み、これらは、地下リザーバ20（例えば、オイル、ガス、又は炭化水素リザーバ）に連結される。オイル／ガス抽出システム16は、オイル／ガス井戸26に連結されたクリスマスツリー又は生産ツリー24のような様々な坑外設備22を含む。更に、井戸26は、地中32にある掘削ボア30を通して地下リザーバ20まで延びる1又は2以上の管体28を含むことができる。ツリー24は、地下リザーバ20との間で圧力を調節し流れを制御する、1又は2以上のバルブ、チョーク、分離スリーブ、噴出防止装置、及び種々の流れ制御装置を含む。ツリー24は、一般に、地下リザーバ20の外への生産流体（例えば、オイル又はガス）の流れを制御するのに使用されるが、E O Rシステム18は、1又は2以上の流体を地下リザーバ20内に注入することによりオイル又はガスの生産を増大させることができる。

30

【0021】

従って、E O Rシステム18は、地中32にあるボア38を通して地下リザーバ20内に延びる1又は2以上の管体36を有する流体注入システム34を含むことができる。例えば、E O Rシステム18は、1又は2以上の流体40（ガス、蒸気、水、化学物質、又はこれらの何らかの組合せ）を流体注入システム34に送ることができる。例えば、以下でより詳細に検討するように、E O Rシステム18は、タービンベースのサービスシステム14に連結され、その結果、システム14は、排気ガス42（例えば、実質的に又は完全に酸素を伴わない）をE O Rシステム18に送り、注入流体40として用いることができるようになる。流体注入システム34は、矢印44で示されるように、流体40（例えば、排気ガス42）を1又は2以上の管体36を通して地下リザーバ20に送る。注入流体40は、オイル／ガス井戸26の管体28からオフセット距離46だけ離れた管体36を通して地下リザーバ20に流入する。従って、注入流体40は、地下リザーバ20内に

40

50

配置されたオイル／ガス４８を移動させ、矢印５０で示されるように、オイル／ガス４８を炭化水素生成システム１２の１又は２以上の管体２８を通して上方に送り出す。以下でより詳細に検討するように、注入流体４０は、炭化水素生成システム１２によって必要に応じて施設内で排気ガス４２を発生させることができるタービンベースのサービスシステム１４から生じた排気ガス４２を含むことができる。換言すると、タービンベースのシステム１４は、１又は２以上のサービス（例えば、電力、機械出力、蒸気、水（例えば、脱塩水）と、炭化水素生成システム１２が使用する排気ガス（例えば、実質的に酸素を伴わない）とを同時に発生させ、これによりこのようなサービスの外部供給源への依存を低減又は排除することができる。

【００２２】

図示の実施形態において、タービンベースのサービスシステム１４は、量論的排気ガス再循環（ＳＥＧＲ）ガスタービンシステム５２及び排気ガス（ＥＧ）処理システム５４を含む。ガスタービンシステム５２は、燃料希薄制御モード又は燃料リッチ制御モードのような、量論的燃焼運転モード（例えば、量論的制御モード）及び非量論的燃焼運転モード（例えば、非量論的制御モード）で作動するよう構成することができる。量論的制御モードにおいては、燃焼は、全体的に、燃料及び酸化剤の実質的に化学量論比で生じ、これにより実質的に量論的燃焼を生じることになる。特に、量論的燃焼は、一般に、燃焼生成物が実質的に又は完全に未燃燃料及び酸化剤を含まないように、燃焼反応において燃料及び酸化剤の実質的に全てを消費することを伴う。量論的燃焼の１つの尺度は、当量比すなわちファイ（Φ）であり、量論的燃料／酸化剤比に対する実際の燃料／酸化剤比の割合である。１．０よりも大きい当量比は、燃料及び酸化剤の燃料リッチ燃焼をもたらし、他方、１．０よりも小さい当量比は、燃料及び酸化剤の燃料希薄燃焼をもたらす。対照的に、当量比１．０は、燃料リッチでもなく燃料希薄でもない燃焼をもたらし、従って、燃焼反応において燃料及び酸化剤の全てを実質的に消費する。開示する実施形態の文脈において、用語「量論的」又は「実質的に量論」とは、約０．９５～約１．０５の当量比を指すことができる。しかし、開示する実施形態はまた、当量比１．０±０．０１、０．０２、０．０３、０．０４、０．０５、又はそれ以上を含むことができる。この場合も同様に、タービンベースのサービスシステム１４における燃料及び酸化剤の量論的燃焼は、残存する未燃燃料又は酸化剤が実質的に存在しない燃焼生成物又は排気ガス（例えば、４２）をもたらすことができる。例えば、排気ガス４２は、１、２、３、４、又は５容積パーセント未満の酸化剤（例えば、酸素）、未燃燃料又は炭化水素（例えば、ＨＣ）、窒素酸化物（例えば、 NO_x ）、一酸化炭素（ＣＯ）、硫黄酸化物（例えば、 SO_x ）、水素、及び他の不完全燃焼生成物を有することができる。別の実施例によれば、排気ガス４２は、約１０、２０、３０、４０、５０、６０、７０、８０、９０、１００、２００、３００、４００、５００、１０００、２０００、３０００、４０００、又は５０００ｐｐｍｖ（百万分の１体積）未満の酸化剤（例えば、酸素）、未燃燃料又は炭化水素（例えば、ＨＣ）、窒素酸化物（例えば、 NO_x ）、一酸化炭素（ＣＯ）、硫黄酸化物（例えば、 SO_x ）、水素、及び他の不完全燃焼生成物を有することができる。しかし、開示する実施形態はまた、排気ガス４２中の他の範囲の残留燃料、酸化剤、及び他のエミッションレベルを生成する。本明細書で使用される場合、用語「エミッション」、「エミッションレベル」、及び「エミッション目標」は、特定の燃焼生成物（例えば、 NO_x 、ＣＯ、 SO_x 、 O_2 、 N_2 、 H_2 、 HCS 、その他）の濃度レベルを指すことができ、これらは、再循環されたガストリーム、放出されたガストリーム（例えば、大気中に排気された）、及び種々の目標システム（例えば、炭化水素生成システム１２）において使用されるガストリーム中に存在することができる。

【００２３】

ＳＥＧＲガスタービンシステム５２及びＥＧ処理システム５４は、異なる実施形態において様々な構成要素を含むことができるが、図示のＥＧ処理システム５４は、熱回収蒸気発生機（ＨＲＳＧ）５６及び排気ガス再循環（ＥＧＲ）システム５８を含み、これらは、ＳＥＧＲガスタービンシステム５２から生じた排気ガス６０を受け入れて処理する。ＨＲ

10

20

30

40

50

SG56は、1又は2以上の熱交換器、凝縮機、及び種々の熱回収設備を含むことができ、これらは全体として、排気ガス60からの熱を水ストリームに伝達して蒸気62を発生させるよう機能する。蒸気62は、1又は2以上の蒸気タービン、EORシステム18、又は炭化水素生成システム12の他のいずれかの部分において用いることができる。例えば、HRSG56は、低圧、中圧、及び／又は高圧の蒸気62を生成することができ、これらは、低圧、中圧、及び高圧蒸気タービン段又はEORシステム18の異なる用途に選択的に適用することができる。蒸気62に加えて、脱塩水のような処理水64は、HRSG56、EGRシステム58、及び／又はEG処理システム54又はSEGRガスタービンシステム52の別の部分によって生成することができる。処理水64（例えば、脱塩水）は、内陸又は砂漠地帯などの水不足の領域において特に有用とすることができる。処理水64は、SEGRガスタービンシステム52内で燃料の燃焼を生じる大量の空気によって少なくとも部分的に生成することができる。蒸気62及び水64の施設内での生成は、多くの用途（炭化水素生成システム12を含む）で有益であるが、排気ガス42、60の施設内での生成は、SEGRガスタービンシステム52から生成される低酸素含有、高圧及び熱に起因して、EORシステム18に特に有益とすることができる。従って、HRSG56、EGRシステム58、及び／又はEG処理システム54の別の部分は、排気ガス66をSEGRガスタービンシステム52に出力又は再循環できると同時に、排気ガス42を炭化水素生成システム12と共に使用するためにEORシステム18に送ることができる。同様に、排気ガス42は、炭化水素生成システム12のEORシステム18にて使用するためにSEGRガスタービンシステム52から直接（すなわち、EG処理システム54を通過することなく）抽出することができる。

10

20

【0024】

排気ガス再循環は、EG処理システム54のEGRシステム58により処理される。例えば、EGRシステム58は、1又は2以上の導管、バルブ、ブローア、排気ガス処理システム（例えば、フィルタ、粒子状物質除去ユニット、ガス分離ユニット、ガス精製ユニット、熱交換器、熱回収ユニット、除湿ユニット、触媒ユニット、化学物質注入ユニット、又はこれらの組合せ）、及び制御部を含み、排気ガス再循環経路に沿ってSEGRガスタービンシステム52の出力（例えば、排気された排気ガス60）から入力（例えば、吸入された排気ガス66）まで排気ガスを再循環するようにする。図示の実施形態において、SEGRガスタービンシステム52は、1又は2以上の圧縮機を有する圧縮機セクションに排気ガス66を吸入させ、これにより排気ガス66を圧縮して、酸化剤68及び1又は2以上の燃料70の吸入と共に燃焼器セクションにおいて使用する。酸化剤68は、周囲空気、純酸素、酸素富化空気、貧酸素空気、酸素一窒素混合気、又は燃料70の燃焼を促進する何らかの好適な酸化剤を含むことができる。燃料70は、1又は2以上のガス燃料、液体燃料、又は何らかのこれらの組合せを含むことができる。例えば、燃料70は、天然ガス、液化天然ガス（LNG）、シingas、メタン、エタン、プロパン、ブタン、ナフサ、ケロシン、ディーゼル燃料、エタノール、メタノール、バイオ燃料、又は何らかのこれらの組合せを含むことができる。

30

【0025】

SEGRガスタービンシステム52は、燃焼器セクションにおいて排気ガス66、酸化剤68、及び燃料70を混合して燃焼させ、これによりタービンセクションにおいて1又は2以上のタービン段を駆動する高温の燃焼ガス又は排気ガス60を発生する。特定の実施形態において、燃焼器セクションにおける各燃焼器は、1又は2以上の予混合燃料ノズル、1又は2以上の拡散燃料ノズル、又は何らかのこれらの組合せを含む。例えば、各予混合燃料ノズルは、燃料ノズルの内部で、及び／又は燃料ノズルの部分的に上流側で酸化剤68と燃料70を混合し、これにより予混合燃焼（例えば、予混合火炎）のため酸化剤－燃料混合気を燃料ノズルから燃焼ゾーンに注入するよう構成することができる。別の実施例によれば、各拡散燃料ノズルは、酸化剤68及び燃料70の流れを燃料ノズル内で分離し、これにより拡散燃焼（例えば、拡散火炎）のため酸化剤68及び燃料70を燃料ノズルから燃焼ゾーンに個別に注入するよう構成することができる。特に、拡散燃料ノズル

40

50

によって提供される拡散燃焼は、初期燃焼のポイントすなわち火炎領域まで酸化剤 68 及び燃料 70 の混合を遅延させる。拡散燃料ノズルを利用する実施形態において、拡散火炎は、一般に酸化剤 68 及び燃料 70 の別個のストリームの間（すなわち、酸化剤 68 及び燃料 70 が混合されるときに）の化学量論ポイントにて形成されるので、火炎安定性を向上させることができる。特定の実施形態において、1 又は 2 以上の希釈剤（例えば、排気ガス 60、蒸気、窒素、又は別の不活性ガス）は、拡散燃料ノズル又は予混合燃料ノズルの何れかにおいて酸化剤 68、燃料 70、又は両方と予混合することができる。これに加えて、1 又は 2 以上の希釈剤（例えば、排気ガス 60、蒸気、窒素、又は別の不活性ガス）は、各燃焼器内での燃焼ポイントにて又はその下流側にて燃焼器内に注入することができる。これらの希釈剤を使用することにより、火炎（例えば、予混合火炎又は拡散火炎）の調質を助け、これにより一酸化窒素（NO）及び二酸化窒素（NO₂）などの NO_x エミッションの低減を助けることができる。火炎のタイプに関係なく、燃焼は、高温の燃焼ガス又は排気ガス 60 を生成して、1 又は 2 以上のタービン段を駆動する。各タービン段が排気ガス 60 によって駆動されると、SEGR ガスタービンシステム 52 は、機械出力 72 及び／又は電気出力 74（例えば、発電機を通じて）を発生する。システム 52 はまた、排気ガス 60 を出力し、更に水 64 を出力することができる。この場合も同様に、水 64 は、脱塩水などの処理水とすることができ、これは、設備内又は設備外での様々な用途で有用とすることができる。

【0026】

排気ガスの抽出はまた、1 又は 2 以上の抽出ポイント 76 を用いて SEGR ガスタービンシステム 52 により提供される。例えば、図示の実施形態は、抽出ポイント 76 から排気ガス 42 を受け入れ、排気ガス 42 を処理して、次いで、種々の目標システムに排気ガス 42 を供給又は分配する排気ガス（EG）抽出システム 80 及び排気ガス（EG）処理システム 82 を有する排気ガス（EG）供給システム 78 を含む。目標システムは、EOR システム 18、及び／又はパイプライン 86、貯蔵タンク 88、又は炭素隔離システム 90 などの他のシステムを含むことができる。EG 抽出システム 80 は、1 又は 2 以上の導管、バルブ、制御部、及び流れ分離装置を含むことができ、これらは、排気ガス 42 を酸化剤 68、燃料 70、及び他の汚染物質から隔離すると同時に、抽出した排気ガス 42 の温度、圧力、及び流量を制御するのを可能にする。EG 処理システム 82 は、1 又は 2 以上の熱交換器（例えば、熱回収蒸気発生機などの熱回収ユニット、凝縮機、冷却器、又はヒーター）、触媒システム（例えば、酸化触媒システム）、粒子状物質及び／又は水除去システム（例えば、ガス脱水ユニット、慣性力選別装置、凝集フィルタ、水不透過性フィルタ、及び他のフィルタ）、化学物質注入システム、溶剤ベース処理システム（例えば、吸収器、フラッシュタンク、その他）、炭素捕捉システム、ガス分離システム、ガス精製システム、及び／又は溶剤ベース処理システム、排気ガス圧縮機、これらのいずれかの組合せを含むことができる。EG 処理システム 82 のこれらのサブシステムにより、温度、圧力、流量、水分含有量（例えば、水分除去量）、粒子状物質含有量（例えば、粒子状物質除去量）、及びガス組成（例えば、CO₂、N₂、その他の割合）の制御が可能となる。

【0027】

抽出した排気ガス 42 は、目標システムに応じて、EG 処理システム 82 の 1 又は 2 以上のサブシステムにより処理される。例えば、EG 処理システム 82 は、炭素捕捉システム、ガス分離システム、ガス精製システム、及び／又は溶剤ベース処理システムを通じて排気ガス 42 の一部又は全てを向けることができ、種々の目標システムで使用するために炭素含有ガス（例えば、二酸化炭素）92 及び／又は窒素（N₂）94 を分離及び精製するよう制御される。例えば、EG 処理システム 82 の実施形態は、ガス分離及び精製を実施し、第 1 のストリーム 96、第 2 のストリーム 97、及び第 3 のストリーム 98 のような排気ガス 42 の複数の異なるストリーム 95 を生成することができる。第 1 のストリーム 96 は、二酸化炭素リッチ及び／又は窒素希薄（例えば、CO₂ リッチ・N₂ 希薄ストリーム）である第 1 の組成を有することができる。第 2 のストリーム 97 は、二酸化炭素及

10

20

30

40

50

び／又は窒素の中間濃度レベル（例えば、中間濃度 $\text{CO}_2 \cdot \text{N}_2$ ストリーム）である第2の組成を有することができる。第3のストリーム98は、二酸化炭素希薄及び／又は窒素リッチ（例えば、 CO_2 希薄・ N_2 リッチストリーム）である第3の組成を有することができる。各ストリーム95（例えば、96、97、及び98）は、目標システムへのストリーム95の送出を促進するために、ガス脱水ユニット、フィルタ、ガス圧縮機、又はこれらの組合せを含むことができる。特定の実施形態において、 CO_2 リッチ・ N_2 希薄ストリーム96は、約70、75、80、85、90、95、96、97、98、又は99容積パーセントよりも大きい CO_2 純度又は濃度レベルと、約1、2、3、4、5、10、15、20、25、又は30容積パーセントよりも小さい N_2 純度又は濃度レベルとを有することができる。対照的に、 CO_2 希薄・ N_2 リッチストリーム98は、約1、2、3、4、5、10、15、20、25、又は30容積パーセントよりも小さい CO_2 純度又は濃度レベルと、約70、75、80、85、90、95、96、97、98、又は99容積パーセントよりも大きい N_2 純度又は濃度レベルとを有することができる。中間濃度 $\text{CO}_2 \cdot \text{N}_2$ ストリーム97は、約30～70、35～65、40～60、又は45～55容積パーセントの CO_2 純度又は濃度レベル及び／又は N_2 純度又は濃度レベルを有することができる。上述の範囲は、単に非限定的な例に過ぎず、 CO_2 リッチ・ N_2 希薄ストリーム96及び CO_2 希薄・ N_2 リッチストリーム98は、EORシステム18及び他のシステム84と共に使用するのに特に好適とすることができる。しかし、これらのリッチ、希薄、又は中間の濃度の CO_2 ストリーム95の何れかは、単独で、又は様々な組合せでEORシステム18及び他のシステム84と共に使用することができる。例えば、EORシステム18及び他のシステム84（例えば、パイプライン86、貯蔵タンク88、及び炭素隔離システム90）は各々、1又は2以上の CO_2 リッチ・ N_2 希薄ストリーム96、1又は2以上の CO_2 希薄・ N_2 リッチストリーム98、1又は2以上の中間濃度 $\text{CO}_2 \cdot \text{N}_2$ ストリーム97、及び1又は2以上の未処理排気ガス42ストリーム（すなわち、EG処理システム82をバイパスした）を受け入れることができる。

【0028】

EG抽出システム80は、圧縮機セクション、燃焼器セクション、及び／又はタービンセクションに沿った1又は2以上の抽出ポイント76にて排気ガス42を抽出し、排気ガス42が、好適な温度及び圧力でEORシステム18及び他のシステム84において使用できるようにする。EG抽出システム80及び／又はEG処理システム82はまた、EG処理システム54との間で流体流れ（例えば、排気ガス42）を循環させることができる。例えば、EG処理システム54を通過する排気ガス42の一部は、EORシステム18及び他のシステム84で使用するためにEG抽出システム80によって抽出することができる。特定の実施形態において、EG供給システム78及びEG処理システム54は、独立しているか、又は互いに一体化することができ、従って、独立したサブシステム又は共通のサブシステムを用いることができる。例えば、EG処理システム82は、EG供給システム78及びEG処理システム54両方によって用いることができる。EG処理システム54から抽出される排気ガス42は、EG処理システム54における1又は2以上のガス処理段及びその後続くEG処理システム82における1又は2以上の追加のガス処理段のような、複数のガス処理段を受けることができる。

【0029】

各抽出ポイント76において、抽出した排気ガス42は、EG処理システム54において実質的に量論的燃焼及び／又はガス処理に起因して、実質的に酸化剤68及び燃料70（例えば、未燃燃料又は炭化水素）が存在しない場合がある。更に、目標システムに応じて、抽出した排気ガス42は、EG供給システム78のEG処理システム82において更なる処理を受け、これにより何らかの残留する酸化剤68、燃料70、又は他の望ましくない燃焼生成物を更に低減することができる。例えば、EG処理システム82の処理の前又は後で、抽出した排気ガス42は、1、2、3、4、又は5容積パーセントよりも少ない酸化剤（例えば、酸素）、未燃燃料又は炭化水素（例えば、HC）、窒素酸化物（例えば、 NO_x ）、一酸化炭素（CO）、硫黄酸化物（例えば、 SO_x ）、水素、及び他の不

10

20

30

40

50

完全燃焼生成物を有することができる。別の実施例によれば、EGR処理システム82の処理の前又は後で、抽出した排気ガス42は、約10、20、30、40、50、60、70、80、90、100、200、300、400、500、1000、2000、3000、4000、又は5000ppmv（百万分の1体積）よりも少ない酸化剤（例えば、酸素）、未燃燃料又は炭化水素（例えば、HC）、窒素酸化物（例えば、NO_x）、一酸化炭素（CO）、硫黄酸化物（例えば、SO_x）、水素、及び他の不完全燃焼生成物を有することができる。従って、排気ガス42は、EORシステム18と共に使用するのに特に好適である。

【0030】

タービンシステム52のEGR作動は、具体的には、複数の位置76での排気ガス抽出を可能にする。例えば、システム52の圧縮機セクションを用いて、どのような酸化剤68もなしで排気ガス66を圧縮する（すなわち、排気ガス66の圧縮のみ）ことができ、その結果、酸化剤68及び燃料70の流入前に圧縮機セクション及び／又は燃焼器セクションから実質的に酸素を含まない排気ガス42を抽出することができるようになる。抽出ポイント76は、隣接する圧縮機段の間の段間ポートにて、圧縮機排気ケーシングに沿ったポートにて、燃焼器セクションにおける各燃焼器に沿ったポートにて、又はこれらの組合せに位置付けることができる。特定の実施形態において、排気ガス66は、燃焼器セクションにおける各燃焼器のヘッド端部部分及び／又は燃料ノズルに達するまでは、酸化剤68及び燃料70と混合しないようにすることができる。更に、1又は2以上の流れ分離器（例えば、壁、仕切り、バッフル、又は同様のもの）を用いて、酸化剤68及び燃料70を抽出ポイント76から隔離することができる。これらの流れ分離器を用いると、抽出ポイント76は、燃焼器セクションにおける各燃焼器の壁に沿って直接配置することができる。

【0031】

排気ガス66、酸化剤68、及び燃料70がヘッド端部部分を通して（例えば、燃料ノズルを通して）各燃焼器の燃焼部（例えば、燃焼室）に流入すると、SEGRガスタービンシステム52は、排気ガス66、酸化剤68、及び燃料70の実質的に量論的な燃焼をもたらすよう制御される。例えば、システム52は、約0.95～約1.05の当量比を維持することができる。結果として、各燃焼器における排気ガス66、酸化剤68、及び燃料70の混合気の燃焼生成物は、実質的に酸素及び未燃燃料を含まない。従って、燃焼生成物（又は排気ガス）は、EORシステム18に送られる排気ガス42として使用するためにSEGRガスタービンシステム52のタービンセクションから抽出することができる。タービンセクションに沿って、抽出ポイント76は、隣接するタービン段の間の段間ポートなどのいずれかのタービン段に位置付けることができる。従って、上述の抽出ポイント76の何れかを用いて、タービンベースのサービスシステム14は、排気ガス42を生成及び抽出し、炭化水素生成システム12（例えば、EORシステム18）に送出して、地下リザーバ20からのオイル／ガス48の生成に用いることができる。

【0032】

図2は、タービンベースのサービスシステム14及び炭化水素生成システム12に連結された制御システム100を示す図1のシステム10の実施形態の図である。図示の実施形態において、タービンベースのサービスシステム14は、複合サイクルシステム102を含み、これは、トッピングサイクルとしてSEGRガスタービンシステム52と、ボトムリングサイクルとして蒸気タービン104と、排気ガス60から熱を回収して蒸気タービン104を駆動するための蒸気62を発生させるHRSG56とを含む。この場合も同様に、SEGRガスタービンシステム52は、排気ガス66、酸化剤68、及び燃料70を受け入れて混合し、量論的燃焼（例えば、予混合及び／又は拡散火炎）をして、これにより排気ガス60、機械出力72、電気出力74、及び／又は水64を生成する。例えば、SEGRガスタービンシステム52は、発電機、酸化剤圧縮機（例えば、主空気圧縮機）、ギアボックス、ポンプ、炭化水素生成システム12の設備、又はこれらの何れかの組合せなどの1又は2以上の負荷又は機械装置106を駆動することができる。一部の実施形

態において、機械装置１０６は、ＳＥＧＲガスタービンシステム５２と縦一列に配列された発電機又は蒸気タービン（例えば、蒸気タービン１０４）などの他の駆動装置を含むことができる。従って、ＳＥＧＲガスタービンシステム５２（及び何らかの追加の駆動装置）によって駆動される機械装置１０６の出力は、機械出力７２及び電気出力７４を含むことができる。機械出力７２及び／又は電気出力７４は、炭化水素生成システム１２に動力を供給するために施設内で用いることができ、電気出力７４は、送電網又はこれらの何れかの組合せに配電することができる。機械装置１０６の出力はまた、ＳＥＧＲガスタービンシステム５２の燃焼セクションに吸入するために圧縮酸化剤６８（例えば、空気又は酸素）などの圧縮流体を含むことができる。これらの出力（例えば、排気ガス６０、機械出力７２、電気出力７４、及び／又は水６４）の各々は、タービンベースのサービスシステム１４の１つのサービスとみなすことができる。

10

【００３３】

ＳＥＧＲガスタービンシステム５２は、実質的に酸素を伴わない場合がある排気ガス４２、６０を生成し、排気ガス４２、６０は、ＥＧ処理システム５４及び／又はＥＧ供給システム７８に送られる。ＥＧ供給システム７８は、排気ガス４２（例えば、ストリーム９５）を処理して炭化水素生成システム１２及び／又は他のシステム８４に送出することができる。上記で検討したように、ＥＧ処理システム５４は、ＨＲＳＧ５６及びＥＧＲシステム５８を含むことができる。ＨＲＳＧ５６は、１又は２以上の熱交換器、凝縮機、及び種々の熱回収設備を含むことができ、これらを用いて排気ガス６０から熱を回収し又は水１０８に伝達し、蒸気タービン１０４を駆動するための蒸気６２を発生することができる。ＳＥＧＲガスタービンシステム５２と同様に、蒸気タービン１０４は、１又は２以上の負荷又は機械装置１０６を駆動し、これにより機械出力７２及び電気出力７４を生成することができる。図示の実施形態において、ＳＥＧＲガスタービンシステム５２及び蒸気タービン１０４は、縦一列の形態で配列されて、同じ機械装置１０６を駆動する。しかし、他の実施形態において、ＳＥＧＲガスタービンシステム５２及び蒸気タービン１０４は、異なる機械装置１０６を個別に駆動し、機械出力７２及び／又は電気出力７４を独立に生成することができる。蒸気タービン１０４がＨＲＳＧ５６からの蒸気６２により駆動されると、蒸気６２の温度及び圧力が漸次的に低下する。従って、蒸気タービン１０４は、使用した蒸気６２及び／又は水１０８をＨＲＳＧ５６に戻すよう再循環し、排気ガス６０からの熱回収を通じて追加の蒸気を発生させる。蒸気発生に加えて、ＨＲＳＧ５６、ＥＧＲシステム５８、及び／又はＥＧ処理システム５４の別の部分は、水６４、炭化水素生成システム１２と共に用いるための排気ガス４２、及びＳＥＧＲガスタービンシステム５２への入力として使用する排気ガス６６を生成することができる。例えば、水６４は、他の用途で使用するための脱塩水のような処理水６４とすることができる。脱塩水は、水の利便性が低い領域で特に有用とすることができる。排気ガス６０に関しては、ＥＧ処理システム５４の実施形態は、排気ガス６０をＨＲＳＧ５６に通過させるかどうかに関係なく、ＥＧＲシステム５８を通じて排気ガス６０を再循環させるよう構成することができる。

20

30

【００３４】

図示の実施形態において、ＳＥＧＲガスタービンシステム５２は、システム５２の排気出口から排気入口まで延びる排気ガス再循環経路１１０を有する。排気ガス６０は、経路１１０に沿って、図示の実施形態においてＨＲＳＧ５６及びＥＧＲシステム５８を含むＥＧ処理システム５４を通過する。ＥＧＲシステム５８は、経路１１０に沿って直列及び／又は並列配列で、１又は２以上の導管、バルブ、ブローア、ガス処理システム（例えば、フィルタ、粒子状物質除去ユニット、ガス分離ユニット、ガス精製ユニット、熱交換器、熱回収蒸気発生機などの熱回収ユニット、除湿ユニット、触媒ユニット、化学物質注入ユニット、又はこれらの何れかの組合せ）を含むことができる。換言すると、ＥＧＲシステム５８は、システム５２の排気ガス出口と排気ガス入口との間の排気ガス再循環経路１１０に沿って、何れかの流れ制御構成要素、圧力制御構成要素、温度制御構成要素、湿度制御構成要素、及びガス組成制御構成要素を含むことができる。従って、経路１１０に沿ってＨＲＳＧ５６を備えた実施形態において、ＨＲＳＧ５６は、ＥＧＲシステム５８の１つの

40

50

構成要素とみなすことができる。しかし、特定の実施形態において、H R S G 5 6 は、排気ガス再循環経路 1 1 0 とは独立して排気ガス経路に沿って配置することができる。H R S G 5 6 が E G R システム 5 8 と別個の経路に沿っているか又は共通の経路に沿っているかに関係なく、H R S G 5 6 及び E G R システム 5 8 は、排気ガス 6 0 を吸入して、再循環される排気ガス 6 0、E G 供給システム 7 8（例えば、炭化水素生成システム 1 2 及び／又は他のシステム 8 4 のため）と共に使用するための排気ガス 4 2、又は別の出力の排気ガスを出力する。この場合も同様に、S E G R ガスタービンシステム 5 2 は、排気ガス 6 6、酸化剤 6 8、及び燃料 7 0（例えば、予混合火炎及び／又は拡散火炎）を吸入して混合し、量論的燃焼して、E G 処理システム 5 4、炭化水素生成システム 1 2、又は他のシステム 8 4 に分配するために実質的に酸素及び燃料を含まない排気ガス 6 0 を生成する。

10

【0035】

図 1 を参照しながら上述したように、炭化水素生成システム 1 2 は、地下リザーバ 2 0 からオイル／ガス井戸 2 6 を通るオイル／ガス 4 8 の回収又は生成を促進する様々な設備を含むことができる。例えば、炭化水素生成システム 1 2 は、流体注入システム 3 4 を有する E O R システム 1 8 を含むことができる。図示の実施形態において、流体注入システム 3 4 は、排気ガス注入 E O R システム 1 1 2 及び蒸気注入 E O R システム 1 1 4 を含む。流体注入システム 3 4 は、様々な供給源から流体を受け入れることができるが、図示の実施形態は、タービンベースのサービスシステム 1 4 から排気ガス 4 2 及び蒸気 6 2 を受け入れることができる。タービンベースのサービスシステム 1 4 により生成される排気ガス 4 2 及び／又は蒸気 6 2 はまた、他のオイル／ガスシステム 1 1 6 で使用するため炭化水素生成システム 1 2 に送ることができる。

20

【0036】

排気ガス 4 2 及び蒸気 6 2 の量、品質、及び流れは、制御システム 1 0 0 により制御することができる。制御システム 1 0 0 は、タービンベースのサービスシステム 1 4 に完全に専用とすることができ、又は制御システム 1 0 0 は、任意選択的に、炭化水素生成システム 1 2 及び／又は他のシステム 8 4 の制御を行うことができる。図示の実施形態において、制御システム 1 0 0 は、プロセッサ 1 2 0、メモリ 1 2 2、蒸気タービン制御部 1 2 4、S E G R ガスタービンシステム制御部 1 2 6、及び機械制御部 1 2 8 を有するコントローラ 1 1 8 を含む。プロセッサ 1 2 0 は、タービンベースのサービスシステム 1 4 を制御するために単一のプロセッサ又はトリプル冗長プロセッサのような 2 又は 3 以上の冗長プロセッサを含むことができる。メモリ 1 2 2 は、揮発性及び／又は不揮発性メモリを含むことができる。例えば、メモリ 1 2 2 は、1 又は 2 以上のハードドライブ、フラッシュメモリ、読み取り専用メモリ、ランダムアクセスメモリ、又はこれらの何れかの組合せを含むことができる。制御部 1 2 4、1 2 6、及び 1 2 8 は、ソフトウェア及び／又はハードウェア制御部を含むことができる。例えば、制御部 1 2 4、1 2 6、及び 1 2 8 は、メモリ 1 2 2 上に格納されてプロセッサ 1 2 0 により実行可能な種々の命令又はコードを含むことができる。制御部 1 2 4 は、蒸気タービン 1 0 4 の作動を制御するよう構成され、S E G R ガスタービンシステム制御部 1 2 6 は、システム 5 2 を制御するよう構成され、機械制御部 1 2 8 は、機械装置 1 0 6 を制御するよう構成される。従って、コントローラ 1 1 8（例えば、制御部 1 2 4、1 2 6、及び 1 2 8）は、タービンベースのサービスシステム 1 4 の種々のサブシステムを協働させて炭化水素生成システム 1 2 に排気ガス 4 2 の好適なストリームを提供するよう構成することができる。

30

40

【0037】

制御システム 1 0 0 の特定の実施形態において、図面において示され又は本明細書で説明される各要素（例えば、システム、サブシステム、及び構成要素）は、（例えば、このような要素の直接内部に、上流側に、又は下流側に）センサ及び制御デバイスのような 1 又は 2 以上の工業用制御特徴要素を含み、これらは、コントローラ 1 1 8 と共に工業用制御ネットワークを通じて互いに通信可能に連結される。例えば、各要素に関連する制御デバイスは、専用のデバイスコントローラ（例えば、プロセッサ、メモリ、及び制御命令を

50

含む)、1又は2以上のアクチュエータ、バルブ、スイッチ、及び工業用制御機器を含むことができ、これらは、センサフィードバック130、コントローラ118からの制御信号、ユーザからの制御信号、又はこれらの何れかの組合せに基づいて制御を可能にする。従って、本明細書で説明する制御機能の何れも、コントローラ118、各要素に関連する専用のデバイスコントローラ、又はこれらの組合せにより格納され及び／又は実行可能な制御命令を用いて実施することができる。

【0038】

このような制御機能を可能にするために、制御システム100は、種々の制御部（例えば、制御部124、126、及び128）の実行の際に使用するセンサフィードバック130を達成するためにシステム10全体にわたって分配された1又は2以上のセンサを含む。例えば、センサフィードバック130は、SEGRガスタービンシステム52、機械装置106、EG処理システム54、蒸気タービン104、炭化水素生成システム12、或いはタービンベースのサービスシステム14又は炭化水素生成システム12にわたる他の何れかの構成要素にわたって分配されたセンサから取得することができる。例えば、センサフィードバック130は、温度フィードバック、圧力フィードバック、流量フィードバック、火炎温度フィードバック、燃焼ダイナミックスフィードバック、吸入酸化剤組成フィードバック、吸入燃料組成フィードバック、排気ガス組成フィードバック、機械出力72の出力レベル、電気出力74の出力レベル、排気ガス42、60の出力量、水64の出力量又は品質、或いはこれらの何れかの組合せを含むことができる。例えば、センサフィードバック130は、SEGRガスタービンシステム52において量論的燃焼を可能にする排気ガス42、60の組成を含むことができる。例えば、センサフィードバック130は、酸化剤68の酸化剤供給経路に沿った1又は2以上の吸入酸化剤センサ、燃料70の燃料供給経路に沿った1又は2以上の吸入燃料センサ、及び排気ガス再循環経路110に沿って配置され及び／又はSEGRガスタービンシステム52内部に配置された1又は2以上の排気エミッションセンサからのフィードバックを含むことができる。吸入酸化剤センサ、吸入燃料センサ、及び排気エミッションセンサは、温度センサ、圧力センサ、流量センサ、及び組成センサを含むことができる。エミッションセンサは、窒素酸化物（例えば、NO_xセンサ）、炭素酸化物（例えば、COセンサ及びCO₂センサ）、硫黄酸化物（例えば、SO_xセンサ）、水素（例えば、H₂センサ）、酸素（例えば、O₂センサ）、未燃炭化水素（例えば、HCセンサ）、又は他の不完全燃焼生成物、或いはこれらの何れかの組合せに対するセンサを含むことができる。

【0039】

このフィードバック130を用いて、制御システム100は、当量比を好適な範囲内、例えば、約0.95～約1.05、約0.95～約1.0、約1.0～約1.05、又は実質的に1.0に維持するように、（他の作動パラメータの中でも特に）SEGRガスタービンシステム52への排気ガス66、酸化剤68、及び／又は燃料70の吸入流を調節（例えば、増大、減少、又は維持）することができる。例えば、制御システム100は、フィードバック130を分析して、排気エミッション（例えば、窒素酸化物、CO及びCO₂などの炭素酸化物、硫黄酸化物、水素、酸素、未燃炭化水素、及び他の不完全燃焼生成物の濃度レベル）を監視し及び／又は当量比を決定し、次いで、1又は2以上の構成要素を制御して、排気エミッション（例えば、排気ガス42の濃度レベル）及び／又は当量比を調節することができる。制御される構成要素は、限定ではないが、酸化剤68、燃料70、及び排気ガス66のための供給経路に沿ったバルブ；EG処理システム54における酸化剤圧縮機、燃料ポンプ、又は何れかの構成要素；SEGRガスタービンシステム52の何れかの構成要素；又はこれらの何れかの組合せを含む図面を参照して例示かつ説明した構成要素の何れかを含むことができる。制御される構成要素は、SEGRガスタービンシステム52内で燃焼する酸化剤68、燃料70、及び排気ガス66の流量、温度、圧力、又はパーセンテージ（例えば、当量比）を調節（例えば、増大、減少、又は維持）することができる。制御される構成要素はまた、触媒ユニット（例えば、酸化触媒ユニット）、触媒ユニットのための供給源（例えば、酸化燃料、熱、電気、その他）、ガス精製及

び／又は分離ユニット（例えば、溶剤ベース分離器、吸収器、フラッシュタンク、その他）、及び濾過ユニットなど、1又は2以上のガス処理システムを含むことができる。ガス処理システムは、排気ガス再循環経路110、通気経路（例えば、大気中に排気される）、又はEG供給システム78への抽出経路に沿った種々の排気エミッションの低減を助けることができる。

【0040】

特定の実施形態において、制御システム100は、フィードバック130を分析して、約10、20、30、40、50、100、200、300、400、500、1000、2000、3000、4000、5000、又は10000ppmv（百万分の1体積）未満のような目標範囲にエミッションレベル（例えば、排気ガス42、60、95の濃度レベル）を維持又は低減するよう1又は2以上の構成要素を制御することができる。これらの目標範囲は、排気エミッション（例えば、窒素酸化物、一酸化炭素、硫黄酸化物、水素、酸素、未燃炭化水素、及び他の不完全燃焼生成物の濃度レベル）の各々に対して同じ又は異なる可能性がある。例えば、当量比に応じて、制御システム100は、酸化剤（例えば、酸素）の排気エミッション（例えば、濃度レベル）を約10、20、30、40、50、60、70、80、90、100、250、500、750、又は1000ppmv未満の目標範囲内に、一酸化炭素（CO）の排気エミッション（例えば、濃度レベル）を約20、50、100、200、500、1000、2500、又は5000ppmv未満の目標範囲内に、及び窒素酸化物（NO_x）の排気エミッション（例えば、濃度レベル）を約50、100、200、300、400、又は500ppmv未満の目標範囲内に選択的に制御することができる。実質的に量論的当量比で作動する特定の実施形態において、制御システム100は、酸化剤（例えば、酸素）の排気エミッション（例えば、濃度レベル）を約10、20、30、40、50、60、70、80、90、又は100ppmv未満の目標範囲内に、かつ一酸化炭素（CO）の排気エミッションを約500、1000、2000、3000、4000、又は5000ppmv未満の目標範囲内に選択的に制御することができる。燃料希薄当量比（例えば、約0.95～1.0）で作動する特定の実施形態において、制御システム100は、酸化剤（例えば、酸素）の排気エミッション（例えば、濃度レベル）を約500、600、700、800、900、1000、1100、1200、1300、1400、又は1500ppmv未満の目標範囲内に、一酸化炭素（CO）の排気エミッションを約10、20、30、40、50、60、70、80、90、100、150、又は200ppmv未満の目標範囲内に、かつ窒素酸化物（例えば、NO_x）の排気エミッションを約50、100、150、200、250、300、350、又は400ppmv未満の目標範囲内に選択的に制御することができる。上述の目標範囲は、単に例示に過ぎず、開示する実施形態の範囲を限定するものではない。

【0041】

制御システム100はまた、ローカルインタフェース132及びリモートインタフェース134に連結することができる。例えば、ローカルインタフェース132は、タービンベースのサービスシステム14及び／又は炭化水素生成システム12にて施設内に配置されたコンピュータワークステーションを含むことができる。対照的に、リモートインタフェース134は、インターネット接続などを通じて、タービンベースのサービスシステム14及び炭化水素生成システム12の施設外に配置されたコンピュータワークステーションを含むことができる。これらのインタフェース132及び134は、センサフィードバック130、作動パラメータ、及びその他の1又は2以上のグラフィック表示を通じてなど、タービンベースのサービスシステム14の監視及び制御を可能にする。

【0042】

この場合も同様に、上述のように、コントローラ118は、タービンベースのサービスシステム14の制御を可能にする様々な制御部124、126、及び128を含む。蒸気タービン制御部124は、センサフィードバック130を受け入れ、蒸気タービン104の作動を可能にする制御コマンドを出力することができる。例えば、蒸気タービン制御部

124は、HRS56、機械装置106、蒸気62の経路に沿った温度及び圧力センサ、水108の経路に沿った温度及び圧力センサ、及び機械出力72及び電気出力74を示す種々のセンサからセンサフィードバック130を受け入れることができる。同様に、SEGRガスタービンシステム制御部126は、SEGRガスタービンシステム52、機械装置106、EG処理システム54、又はこれらの何れかの組合せに沿って配置された1又は2以上のセンサからセンサフィードバック130を受け入れることができる。例えば、センサフィードバック130は、SEGRガスタービンシステム52の内部又は外部に配置された温度センサ、圧力センサ、クリアランスセンサ、振動センサ、火災センサ、燃料組成センサ、排気ガス組成センサ、又はこれらの何れかの組合せから得ることができる。最後に、機械制御部128は、機械出力72及び電気出力74に関連する種々のセンサ並びに機械装置106内に配置されたセンサからセンサフィードバック130を受け入れることができる。これらの制御部124、126、及び128の各々は、センサフィードバック130を用いてタービンベースのサービスシステム14の作動を改善する。

10

【0043】

図示の実施形態において、SEGRガスタービンシステム制御部126は、EG処理システム54、EG供給システム78、炭化水素生成システム12、及び／又は他のシステム84における排気ガス42、60、95の量及び品質を制御する命令を実行することができる。例えば、SEGRガスタービンシステム制御部126は、排気ガス60中の酸化剤（例えば、酸素）及び／又は未燃燃料のレベルを排気ガス注入EORシステム112と共に用いるのに好適な閾値未満に維持することができる。特定の実施形態において、この閾値レベルは、排気ガス42、60の容積で酸化剤（例えば、酸素）及び／又は未燃燃料が1、2、3、4、又は5パーセント未満とすることができ、或いは、酸化剤（例えば、酸素）及び／又は未燃燃料（及び他の排気エミッション）の閾値レベルは、排気ガス42、60中に約10、20、30、40、50、60、70、80、90、100、200、300、400、500、1000、2000、3000、4000、又は5000 ppmv（百万分の1体積）未満とすることができ、別の実施例によれば、酸化剤（例えば、酸素）及び／又は未燃燃料のこれらの低いレベルを達成するために、SEGRガスタービンシステム制御部126は、SEGRガスタービンシステム52における燃焼において約0.95〜約1.05の当量比を維持することができる。SEGRガスタービンシステム制御部126はまた、排気ガス42、60、95の温度、圧力、流量、及びガス組成を排気ガス注入EORシステム112、パイプライン86、貯蔵タンク88、及び炭素隔離システム90に好適な範囲内に維持するようにEG抽出システム80及びEG処理システム82を制御することができる。上記で検討したように、EG処理システム82は、CO₂リッチ・N₂希薄ストリーム96、中間濃度CO₂・N₂ストリーム97、及びCO₂希薄・N₂リッチストリーム98のような1又は2以上のガストリーム95内への排気ガス42を精製及び／又は分離するよう制御することができる。排気ガス42、60、及び95の制御に加えて、制御部124、126、及び128は、機械出力72を好適な出力範囲内に維持し、又は電気出力74を好適な周波数及び出力範囲内に維持するように1又は2以上の命令を実行することができる。

20

30

【0044】

図3は、炭化水素生成システム12及び／又は他のシステム84と共に使用するためのSEGRガスタービンシステム52の詳細を更に示すシステム10の実施形態の図である。図示の実施形態において、SEGRガスタービンシステム52は、EG処理システム54に連結されたガスタービンエンジン150を含む。図示のガスタービンエンジン150は、圧縮機セクション152、燃焼器セクション154、及び膨張器セクション又はタービンセクション156を含む。圧縮機セクション152は、直列配列で配置された回転圧縮機ブレードの1〜20段のような1又は2以上の排気ガス圧縮機又は圧縮機段158を含む。同様に、燃焼器セクション154は、SEGRガスタービンシステム52の回転軸線162の周りで円周方向に分配された1〜20の燃焼器160のような1又は2以上の燃焼器160を含む。更に、各燃焼器160は、排気ガス66、酸化剤68、及び／又は

40

50

燃料70を注入するように構成された1又は2以上の燃料ノズル164を含むことができる。例えば、各燃焼器160のヘッド端部部分166は、1、2、3、4、5、6、又はそれ以上の燃料ノズル164を収容することができ、燃料ノズル164は、排気ガス66、酸化剤68、及び／又は燃料70のストリーム又は混合気を燃焼器160の燃焼部168（例えば、燃焼室）に注入することができる。

【0045】

燃料ノズル164は、予混合燃料ノズル164（例えば、酸化剤／燃料予混合火炎の生成のため酸化剤68及び燃料70を予混合するよう構成される）及び／又は拡散燃料ノズル164（例えば、酸化剤／燃料拡散火炎の生成のため酸化剤68及び燃料70の別個の流れを注入するよう構成される）の何れかの組合せを含むことができる。予混合燃料ノズル164の実施形態は、燃焼室168における注入及び燃焼の前に、ノズル164内で酸化剤68及び燃料70を内部で混合するためのスワールベーン、混合チャンバ、又は他の特徴要素を含むことができる。予混合燃料ノズル164はまた、少なくとも一部が部分的に混合された酸化剤68及び燃料70を受け入れることができる。特定の実施形態において、各拡散燃料ノズル164は、注入ポイントまで酸化剤68及び燃料70の流れを隔離すると同時に、注入ポイントまで1又は2以上の希釈剤（例えば、排気ガス66、蒸気、窒素、又は別の不活性ガス）の流れも隔離することができる。他の実施形態において、各拡散燃料ノズル164は、注入ポイントまで酸化剤68及び燃料70の流れを隔離するが、注入ポイントの前に1又は2以上の希釈剤（例えば、排気ガス66、蒸気、窒素、又は別の不活性ガス）を酸化剤68及び／又は燃料70と部分的に混合することができる。加えて、1又は2以上の希釈剤（例えば、排気ガス66、蒸気、窒素、又は別の不活性ガス）は、燃焼ゾーンにて又はその下流側で燃焼器内（例えば、高温の燃焼生成物内）に注入され、これにより高温の燃焼生成物の温度を低下させ、NO_x（例えば、NO及びNO₂）のエミッションを低減するのを助けることができる。燃料ノズル164のタイプに関係なく、SEGRガスタービンシステム52は、酸化剤68及び燃料70の実質的に量論的燃焼を提供するよう制御することができる。

【0046】

拡散燃料ノズル164を用いた拡散燃焼の実施形態において、燃料70及び酸化剤68は、一般に、拡散火炎の上流側では混合せず、むしろ、燃料70及び酸化剤68は、火炎表面にて直接混合及び反応し、及び／又は火炎表面が燃料70及び酸化剤68間の混合位置に存在する。詳細には、燃料70及び酸化剤68は、火炎表面（又は拡散境界／界面）に個別に接近し、次いで、火炎表面（又は拡散境界／界面）に沿って拡散し（例えば、分子及び粘性拡散を通じて）、拡散火炎を発生する。燃料70及び酸化剤68は、この火炎表面（又は拡散境界／界面）に沿って実質的に量論比にあるものとする点に注目すべきであり、その結果、この火炎表面に沿ってより高い火炎温度（例えば、ピーク火炎温度）を生じることができる。量論的燃料／酸化剤比は、一般に、燃料希薄又は燃料リッチの燃料／酸化剤比と比べて、高い火炎温度（例えば、ピーク火炎温度）をもたらす。結果として、拡散火炎は、予混合火炎よりも実質的により安定することができ、これは、燃料70及び酸化剤68の拡散が、火炎表面に沿った量論比（及びより高温）を維持するのを助けることに起因する。火炎温度がより高いほど、NO_xエミッションのような排気エミッションをより多く生じる可能性があるが、開示の実施形態では、1又は2以上の希釈剤を用いて、燃料70及び酸化剤68の何れかの予混合を依然として回避しながら、温度及びエミッションを制御するのを助けることができる。例えば、開示する実施形態は、燃料70及び酸化剤68とは個別に（例えば、燃焼ポイントの後及び／又は拡散火炎から下流側で）1又は2以上の希釈剤を導入することができ、これにより、温度を低下させ、拡散火炎により生じたエミッションを低減するのを助けることができる。

【0047】

作動時には、図示のように、圧縮機セクション152は、EG処理システム54からの排気ガス66を受け入れて圧縮し、加圧排気ガス170を燃焼器セクション154における燃焼器160の各々に出力する。各燃焼器160内で燃料70、酸化剤68、及び排気

ガス１７０が燃焼すると、追加の排気ガス又は燃焼生成物１７２（すなわち、燃焼ガス）がタービンセクション１５６に送られる。圧縮機セクション１５２と同様に、タービンセクション１５６は、一連の回転タービンプレードを含むことができる１又は２以上のタービン又はタービン段１７４を含む。次いで、これらのタービンプレードは、燃焼器セクション１５４において発生した燃焼生成物１７２により駆動され、これにより機械装置１０６に連結されたシャフト１７６の回転を駆動する。この場合も同様に、機械装置１０６は、タービンセクション１５６に連結された機械装置１０６、１７８及び／又は圧縮機セクション１５２に連結された機械装置１０６、１８０など、ＳＥＧＲガスタービンシステム５２の何れかの端部に連結された様々な機器を含むことができる。特定の実施形態において、機械装置１０６、１７８、１８０は、１又は２以上の発電機、酸化剤６８用の酸化剤圧縮機、燃料７０用の燃料ポンプ、ギアボックス、又はＳＥＧＲガスタービンシステム５２に連結された追加の駆動装置（例えば、蒸気タービン１０４、電気モータ、その他）を含むことができる。以下では、表１を参照しながら、非限定的な例を更に詳細に検討する。図示のように、タービンセクション１５６は、排気ガス６０を出力して、排気ガス再循環経路１１０に沿ってタービンセクション１５６の排気ガス出口１８２から排気ガス入口１８４に再循環して圧縮機セクション１５２内に入る。排気ガス再循環経路１１０に沿って、排気ガス６０は、上記で詳細に検討したようにＥＧ処理システム５４（例えば、ＨＲＳＧ５６及び／又はＥＧＲシステム５８）を通過する。

【００４８】

この場合も同様に、燃焼器セクション１５４における各燃焼器１６０は、加圧排気ガス１７０、酸化剤６８、及び燃料７０を受け入れて混合して、量論的に燃焼し、追加の排気ガス又は燃焼生成物１７２を生成して、タービンセクション１５６を駆動する。特定の実施形態において、酸化剤６８は、１又は２以上の酸化剤圧縮機（ＭＯＣ）を有する主酸化剤圧縮（ＭＯＣ）システム（例えば、主空気圧縮（ＭＡＣ）システム）のような酸化剤圧縮システム１８６により圧縮される。酸化剤圧縮システム１８６は、駆動装置１９０に連結された酸化剤圧縮機１８８を含む。例えば、駆動装置１９０は、電気モータ、燃焼エンジン、又はこれらの何れかの組合せを含むことができる。特定の実施形態において、駆動装置１９０は、ガスタービンエンジン１５０のようなタービンエンジンとすることができる。従って、酸化剤圧縮システム１８６は、機械装置１０６の一体化部分とすることができる。換言すると、圧縮機１８８は、ガスタービンエンジン１５０のシャフト１７６により供給される機械出力７２によって直接的又は間接的に駆動することができる。このような実施形態においては、圧縮機１８８は、タービンエンジン１５０からの出力に依存するので、駆動装置１９０は除外してもよい。しかし、１つよりも多い酸化剤圧縮機を利用する特定の実施形態において、第１の酸化剤圧縮機（例えば、低圧（ＬＰ）酸化剤圧縮機）は、駆動装置１９０により駆動することができるが、シャフト１７６は、第２の酸化剤圧縮機（例えば、高圧（ＨＰ）酸化剤圧縮機）を駆動し、或いは、その逆もまた可能である。例えば、別の実施形態において、ＨＰ　ＭＯＣは、駆動装置１９０により駆動され、ＬＰ酸化剤圧縮機は、シャフト１７６により駆動される。図示の実施形態において、酸化剤圧縮システム１８６は、機械装置１０６から分離されている。これらの実施形態の各々において、圧縮システム１８６は、酸化剤６８を圧縮して燃料ノズル１６４及び燃焼器１６０に供給する。従って、機械装置１０６、１７８、１８０の一部又は全ては、圧縮システム１８６（例えば、圧縮機１８８及び／又は追加の圧縮機）の作動効率を向上させるように構成することができる。

【００４９】

要素番号１０６Ａ、１０６Ｂ、１０６Ｃ、１０６Ｄ、１０６Ｅ、及び１０６Ｆで示される機械装置１０６の様々な構成要素は、１又は２以上の直列配列、並列配列、又は直列配列と並列配列の何らかの組合せで、シャフト１７６の軸線に沿って及び／又はシャフト１７６の軸線に平行に配置することができる。例えば、機械装置１０６、１７８、１８０（例えば、１０６Ａから１０６Ｆ）は、あらゆる順序で、１又は２以上のギアボックス（例えば、平行シャフト、遊星ギアボックス）、１又は２以上の圧縮機（例えば、酸化剤圧縮

機、EGブースタ圧縮機のようなブースタ圧縮機)、1又は2以上の発電ユニット(例えば、発電機)、1又は2以上の駆動装置(例えば、蒸気タービンエンジン、電気モータ)、熱交換ユニット(例えば、直接式又は間接式熱交換器)、クラッチ、又はこれらの何れかの組合せの何れかの直列及び／又は並列配列を含むことができる。圧縮機は、軸方向圧縮機、半径方向又は遠心式圧縮機、又はこれらの何れかの組合せを含むことができ、各々が1又は2以上の圧縮段を有する。熱交換器に関しては、直接式熱交換器は、ガス流を直接冷却するためにガス流(例えば、酸化剤流れ)に液体噴霧を注入する噴霧冷却器(例えば、噴霧中間冷却器)を含むことができる。間接式熱交換器は、冷却剤流(例えば、水、空気、冷媒、又は他の何れかの液体又は気体冷却剤)から流体流れ(例えば、酸化剤流れ)を分離するような第1及び第2の流れを分離する少なくとも1つの壁(例えば、シェル及び管体熱交換器)を含むことができ、ここで冷却剤流は、どのような直接接触もなく流体流れから熱を伝達する。間接式熱交換器の実施例は、中間冷却器熱交換器、及び熱回収蒸気発生機のような熱回収ユニットを含む。熱交換器はまた、ヒーターを含むことができる。以下でより詳細に検討するように、これらの機械構成要素の各々は、表1に記載される非限定的な例によって示される様々な組合せで用いることができる。

10

【0050】

一般に、機械装置106、178、180は、例えば、システム186における1又は2以上の酸化剤圧縮機の作動速度を調節し、冷却を通じて酸化剤68の圧縮を促進させ、及び／又は余剰出力を抽出することにより、圧縮システム186の効率を向上させるよう構成することができる。開示する実施形態は、直列及び並列配列の機械装置106、178、180における上述の構成要素の何れか及び全ての並び換えを含むことを意図しており、構成要素の1、1よりも多く、又は全てがシャフト176から出力を引き出しており、或いは全て引き出していない。以下で示すように、表1は、圧縮機及びタービンセクション152、156に近接して配置及び／又は連結された機械装置106、178、180の配列の幾つかの非限定的な例を示している。

20

【0051】

(表1)

106A	106B	106C	106D	106E	106F
MOC	GEN				
MOC	GBX	GEN			
LP MOC	HP M OC	GEN			
HP MOC	GBX	LP MOC	GEN		
MOC MOC	GBX	GEN			
HP MOC	GBX	GEN	LP MOC		
MOC MOC	GBX GBX	GEN DRV			
DRV	GBX	LP MOC	HP MOC	GBX	GEN
DRV	GBX	HP MOC	LP MOC	GEN	
HP MOC	GBX CLR	LP MOC	GEN		
HP MOC	GBX CLR	LP MOC	GBX	GEN	
HP MOC	GBX HTR STGN	LP MOC	GEN		
MOC	GEN	DRV			
MOC	DRV	GEN			
DRV	MOC	GEN			
DRV	CLU	MOC	GEN		
DRV	CLU	MOC	GBX	GEN	

10

20

30

【0052】

表1において上に示すように、冷却ユニットはCLRで表され、クラッチはCLUで表され、駆動装置はDRVで表され、ギアボックスはGBXで表され、発生機はGENで表され、加熱ユニットはHTRで表され、主酸化剤圧縮機ユニットはMOCで表され、低圧及び高圧変形形態は、それぞれLP MOC及びHP MOCで表され、蒸気発生機ユニットは、STGNで表されている。表1は、圧縮機セクション152又はタービンセクション156に向かって機械装置106、178、180を順次的に示しているが、表1はまた、逆順の機械装置106、178、180も包含することを意図している。表1において、2又は3以上の構成要素を含む何れのセルも、構成要素の並列配列を包含することを意図している。表1は、機械装置106、178、180の図示していない何らかの並び換えを排除することを意図するものではない。機械装置106、178、180のこれらの構成要素は、ガスタービンエンジン150に送られる酸化剤68の温度、圧力、及び流量のフィードバック制御を可能にすることができる。以下でより詳細に検討するように、酸化剤68及び燃料70は、排気ガス170の品質を劣化させる何らかの酸化剤68又は燃料70なしで、加圧排気ガス170の分離及び抽出を可能にするように特別に選択された位置においてガスタービンエンジン150に供給することができる。

40

【0053】

図3に示すように、EG供給システム78は、ガスタービンエンジン150と目標システム（例えば、炭化水素生成システム12及び他のシステム84）との間に配置される。詳細には、EG供給システム78（例えば、EG抽出システム（EGES）80）は、圧

50

縮機セクション152、燃焼器セクション154、及び／又はタービンセクション156に沿った1又は2以上の抽出ポイント76にてガスタービンエンジン150に連結することができる。例えば、抽出ポイント76は、圧縮機段の間の2、3、4、5、6、7、8、9、又は10の段間抽出ポイント76のように、隣接する圧縮機段の間に配置することができる。これらの段間抽出ポイント76の各々は、異なる温度及び圧力の抽出排気ガス42を提供する。同様に、抽出ポイント76は、タービン段の間の2、3、4、5、6、7、8、9、又は10の段間抽出ポイント76のように、隣接するタービン段の間に配置することができる。これらの段間抽出ポイント76の各々は、異なる温度及び圧力の抽出排気ガス42を提供する。別の実施例によれば、抽出ポイント76は、燃焼器セクション154全体にわたって多数の位置に配置することができ、これらは、異なる温度、圧力、流量、及びガス組成を提供することができる。これらの抽出ポイント76の各々は、EG抽出導管、1又は2以上のバルブ、センサ、及び制御部を含むことができ、これらは、EG供給システム78に対して抽出排気ガス42の流れを選択的に制御するのに用いることができる。

10

【0054】

EG供給システム78によって分配される抽出した排気ガス42は、目標システム（例えば、炭化水素生成システム12及び他のシステム84）に好適な制御された組成を有する。例えば、これらの抽出ポイント76の各々において、排気ガス170は、酸化剤68及び燃料70の注入ポイント（又は流れ）から実質的に隔離することができる。換言すると、EG供給システム78は、どのような酸化剤68又は燃料70の追加もなしに排気ガス170をガスタービンエンジン150から抽出するように特別に設計することができる。更に、燃焼器160の各々における量論的燃焼の観点で、抽出した排気ガス42は、実質的に酸素及び燃料を含まないものとすることができる。EG供給システム78は、原油二次回収、炭素隔離、貯蔵、又は施設外の場所への輸送など、種々の工程で使用するために抽出した排気ガス42を炭化水素生成システム12及び／又は他のシステム84に直接的又は間接的に送ることができる。しかし、特定の実施形態において、EG供給システム78は、目標システムと共に使用する前に排気ガス42を更に処理するためのEG処理システム（EGTS）82を含む。例えば、EG処理システム82は、CO₂リッチ・N₂希薄ストリーム96、中間濃度CO₂・N₂ストリーム97、及びCO₂希薄・N₂リッチストリーム98などの1又は2以上のストリーム95への排気ガス42を精製及び／又は分離することができる。これらの処理された排気ガストリーム95は、炭化水素生成システム12及び他のシステム84（例えば、パイプライン86、貯蔵タンク88、及び炭素隔離システム90）とは個別に又は何らかの組合せで用いることができる。

20

30

【0055】

EG供給システム78において実施された排気ガスの処理と同様に、EG処理システム54は、要素番号194、196、198、200、202、204、206、208、及び210により示されるような複数の排気ガス（EG）処理構成要素192を含むことができる。これらのEG処理構成要素192（例えば、194～210）は、1又は2以上の直列配列、並列配列、又は直列配列と並列配列の何らかの組合せで排気ガス再循環経路110に沿って配置することができる。例えば、EG処理構成要素192（例えば、194～210）は、あらゆる順序で、1又は2以上の熱交換器（例えば、熱回収蒸気発生機などの熱回収ユニット、凝縮機、冷却器、又はヒーター）、触媒システム（例えば、酸化触媒システム）、粒子状物質及び／又は水除去システム（例えば、慣性力選別装置、凝集フィルタ、水不透過性フィルタ、及び他のフィルタ）、化学物質注入システム、溶剤ベース処理システム（例えば、吸収器、フラッシュタンク、その他）、炭素捕捉システム、ガス分離システム、ガス精製システム、及び／又は溶剤ベース処理システム、又はこれらの何れかの組合せの何れかの直列及び／又は並列配列を含むことができる。特定の実施形態において、触媒システムは、酸化触媒、一酸化炭素還元触媒、窒素酸化物還元触媒、アルミニウム酸化物、ジルコニウム酸化物、シリコン酸化物、チタン酸化物、プラチナ酸化物、パラジウム酸化物、コバルト酸化物、又は混合金属酸化物、或いはこれらの何れか

40

50

の組合せを含むことができる。開示する実施形態は、直列及び並列配列の上述の構成要素 192 の何れかの及び全ての並び換えを含むことを意図している。以下に示すように、表 2 は、排気ガス再循環経路 110 に沿った構成要素 192 の配列の幾つかの非限定的な例を示している。

【0056】

(表 2)

194	196	198	200	202	204	206	208	210
CU	HRU	BB	MRU	PRU				
CU	HRU	HRU	BB	MRU	PRU	DIL		
CU	HRSG	HRSG	BB	MRU	PRU			
OCU	HRU	OCU	HRU	OCU	BB	MRU	PRU	
HRU CU	HRU CU	BB	MRU	PRU				
HRSG OCU	HRSG OCU	BB	MRU	PRU	DIL			
OCU	HRSG OCU	OCU	HRSG OCU	OCU	BB	MRU	PRU	DIL
OCU	HRSG ST	HRSG ST	BB	COND	INER	WFIL	CFIL	DIL
OCU HRSG ST	OCU HRSG ST	BB	COND	INER	FIL	DIL		
OCU	HRSG ST	HRSG ST	OCU	BB	MRU HE COND	MRU WFIL	PRU INER	PRU FIL CFIL
CU	HRU COND	HRU COND	HRU COND	BB	MRU HE COND WFIL	PRU INER	PRU FIL CFIL	DIL

【0057】

表 2 において上に示すように、触媒ユニットは CU で表され、酸化触媒ユニットは OCU で表され、ブースタブローは BB で表され、熱交換器は HX で表され、熱回収ユニットは HRU で表され、熱回収蒸気発生機は HRSG で表され、凝縮機は COND で表され、蒸気タービンは ST で表され、粒子状物質除去ユニットは PRU で表され、除湿ユニットは MRU で表され、フィルタは FIL で表され、凝集フィルタは CFIL で表され、水不透過性フィルタは WFIL で表され、慣性力選別装置は INER で表され、希釈剤供給システム（例えば、蒸気、窒素、又は他の不活性ガス）は DIL で表される。表 2 は、タービンセクション 156 の排気ガス出口 182 から圧縮機セクション 152 の排気ガス入口 184 に向かって構成要素 192 を順次的に示しているが、表 2 はまた、図示の構成要素 192 の逆順も包含することを意図している。表 2 において、2 又は 3 以上の構成要素を含む何れのセルも、構成要素を備えた一体的ユニット、構成要素の並列配列、又はこれらの何れかの組合せを包含することを意図している。更に、表 2 において、HRU、HRSG、及び COND は、HE の実施例であり、HRSG は、HRU の実施例であり、COND、WFIL、及び CFIL は、WRU の実施例であり、INER、FIL、WFIL、及び CFIL は、PRU の実施例であり、WFIL 及び CFIL は、FIL の実施例である。この場合も同様に、表 2 は、構成要素 192 の図示していない何らかの並び換えを排除することを意図するものではない。特定の実施形態において、図示の構成要素 192（例えば、194～210）は、HRSG 56、EGR システム 58、又はこれらの何れかの組合せに部分的に又は完全に一体化することができる。これらの EG 処理構成要素 19

2は、温度、圧力、流量、及びガス組成のフィードバック制御を可能にすると同時に、排気ガス60から水分及び粒子状物質を除去することができる。更に、処理された排気ガス60は、EG供給システム78で使用するために1又は2以上の抽出ポイント76にて抽出され、及び／又は圧縮機セクション152の排気ガス入口184に再循環することができる。

【0058】

処理された再循環排気ガス66が圧縮機セクション152を通過すると、SEGRガスタービンシステム52は、1又は2以上の管路212（例えば、ブリード導管又はバイパス導管）に沿って加圧排気ガスの一部を抜き取ることができる。各管路212は、排気ガスを1又は2以上の熱交換器214（例えば、冷却ユニット）に送り、これによりSEGRガスタービンシステム52への再循環のために排気ガスを冷却することができる。例えば、熱交換器214を通過した後、冷却された排気ガスの一部は、タービンケーシング、タービンスラウド、軸受、及び他の構成要素の冷却及び／又はシールのため管路212に沿ってタービンセクション156に送ることができる。このような実施形態において、SEGRガスタービンシステム52は、冷却及び／又はシール目的でタービンセクション156を通して何らかの酸化剤68（又は他の可能性のある汚染物質）を送らず、従って、冷却された排気ガスの何らかの漏洩が、タービンセクション156のタービン段を流動してそれを駆動する高温の燃焼生成物（例えば、作動排気ガス）を汚染することはない。別の実施例によれば、熱交換器214を通過した後、冷却された排気ガスの一部は、管路216（例えば、戻り導管）に沿って圧縮機セクション152の上流側圧縮機段に送られ、これにより圧縮機セクション152による圧縮効率を向上させることができる。このような実施形態において、熱交換器214は、圧縮機セクション152における段間冷却ユニットとして構成することができる。このようにして、冷却された排気ガスは、SEGRガスタービンシステム52の作動効率を向上させるのを助けると同時に、排気ガスの純度（例えば、実質的に酸化剤及び燃料を含まない）を維持するのを助ける。

【0059】

図4は、図1～3に示したシステム10の作動工程220の実施形態のフローチャートである。特定の実施形態において、工程220は、コンピュータに実装された工程とすることができ、メモリ122上に格納された1又は2以上の命令にアクセスして、図2に示すコントローラ118のプロセッサ120上で命令を実行する。例えば、工程220の各段階は、図2を参照して説明した制御システム100のコントローラ118によって実行可能な命令を含むことができる。

【0060】

工程220は、ブロック222で示されるように、図1～3のSEGRガスタービンシステム52の始動モードを開始する段階で始まることができる。例えば、始動モードは、熱勾配、振動、及びクリアランス（例えば、回転部品と固定部品間の）を許容可能閾値内に維持するように、SEGRガスタービンシステム52の漸次的な立ち上がりを含むことができる。例えば、始動モード222中に、工程220は、ブロック224で示されるように、加圧酸化剤68を燃焼器セクション154の燃焼器160及び燃料ノズル164に供給するのを開始することができる。特定の実施形態において、加圧酸化剤は、圧縮空気、酸素、酸素富化空気、貧酸素空気、酸素－窒素混合気、又はこれらの何れかの組合せを含むことができる。例えば、酸化剤68は、図3に示す酸化剤圧縮システム186により圧縮することができる。工程220はまた、ブロック226で示されるように、始動モード222中に、燃焼器160及び燃料ノズル164に燃料を供給するのを開始することができる。始動モード222中に、工程220はまた、ブロック228で示されるように、燃焼器160及び燃料ノズル164に排気ガス（利用可能な時）を供給するのを開始することができる。例えば、燃料ノズル164は、1又は2以上の拡散火炎、予混合火炎、又は拡散火炎と予混合火炎の組合せを生成することができる。始動モード222中に、ガスタービンエンジン156により生成される排気ガス60は、量及び／又は品質が不十分又は不安定になる可能性がある。従って、始動モード中に、工程220は、1又は2以上の

貯蔵ユニット（例えば、貯蔵タンク 88）、パイプライン 86、他の S E G R ガスタービンシステム 52、又は他の排気ガス供給源から排気ガス 66 を供給することができる。

【0061】

次いで、工程 220 は、1 又は 2 以上の拡散火炎、予混合火炎、又は拡散火炎及び予混合火炎の組合せによって、ブロック 230 で示されるように、燃焼器 160 において加圧酸化剤、燃料、及び排気ガスの混合気を燃焼させて高温燃焼ガス 172 を生成することができる。詳細には、工程 220 は、燃焼器セクション 154 の燃焼器 160 において混合気の量論的燃焼（例えば、量論的拡散燃焼、予混合燃焼、又は両方）を可能にするように、図 2 の制御システム 100 により制御することができる。しかし、始動モード 222 中に、混合気の量論的燃焼を維持することが特に困難となる可能性がある（かつひいては低レベルの酸化剤及び未燃燃料が高温燃焼ガス 172 中に存在する可能性がある）。結果として、始動モード 222 において、高温燃焼ガス 172 は、以下で更に詳細に検討するように、定常状態モード中よりも多くの量の残留酸化剤 68 及び／又は燃料 70 を有する可能性がある。このために、工程 220 は、始動モード中に高温燃焼ガス 172 中の残留酸化剤 68 及び／又は燃料 70 を低減又は排除するよう 1 又はそれ以上の制御命令を実行することができる。

10

【0062】

次いで、工程 220 は、ブロック 232 で示されるように、高温燃焼ガス 172 を用いてタービンセクション 156 を駆動する。例えば、高温燃焼ガス 172 は、タービンセクション 156 内に配置された 1 又は 2 以上のタービン段 174 を駆動することができる。タービンセクション 156 の下流側では、工程 220 は、ブロック 234 で示されるように、最終タービン段 174 からの排気ガス 60 を処理することができる。例えば、排気ガス処理段階 234 は、濾過、何らかの残留酸化剤 68 及び／又は燃料 70 の触媒反応、化学的処理、H R S G 56 を用いた熱回収、及びその他を含むことができる。工程 220 はまた、ブロック 236 で示されるように、S E G R ガスタービンシステム 52 の圧縮機セクション 152 に排気ガス 60 の少なくとも一部を再循環させることができる。例えば、排気ガスの再循環段階 236 は、図 1～3 に示すように、E G 処理システム 54 を有する排気ガス再循環経路 110 の通過を含むことができる。

20

【0063】

次いで、ブロック 238 で示されるように、圧縮機セクション 152 において再循環された排気ガス 66 を圧縮することができる。例えば、S E G R ガスタービンシステム 52 は、圧縮機セクション 152 の 1 又は 2 以上の圧縮機段 158 において再循環された排気ガス 66 を順次的に圧縮することができる。続いて、加圧排気ガス 170 は、ブロック 228 で示されるように、燃焼器 160 及び燃料ノズル 164 に供給することができる。次いで、ブロック 240 で示されるように、工程 220 が最終的に定常状態モードに移行するまで、段階 230、232、234、236、及び 238 を繰り返すことができる。移行 240 時に、工程 220 は、引き続き段階 224～238 を実施することができるが、ブロック 242 で示されるように、E G 供給システム 78 を通じて排気ガス 42 の抽出を開始することもできる。例えば、排気ガス 42 は、図 3 に示すように、圧縮機セクション 152、燃焼器セクション 154、及びタービンセクション 156 に沿った 1 又は 2 以上の抽出ポイント 76 から抽出することができる。次いで、工程 220 は、ブロック 244 で示されるように、抽出した排気ガス 42 を E G 供給システム 78 から炭化水素生成システム 12 に供給することができる。次に、炭化水素生成システム 12 は、ブロック 246 で示されるように、原油二次回収のために排気ガス 42 を地中 32 に注入することができる。例えば、抽出した排気ガス 42 は、図 1～3 に示される E O R システム 18 の排気ガス注入 E O R システム 112 によって用いることができる。

30

40

【0064】

S E G R ガスタービンシステム 52 の一部の実施形態において、1 又は 2 以上の燃焼器 160 の燃料対酸化剤比（F O R）は、1 又は 2 以上の燃焼器 160 の排気ガス対酸化剤比（E G O R）の制御とは独立に制御される。図 5 は、明瞭化のために示した 1 つの燃焼

50

器 160 と共に S E G R ガスタービンシステム 52 の実施形態を示すが、S E G R ガスタービンシステム 52 は、複数の（例えば、2、3、4、8、12、16、又はそれ以上の）燃焼器 160 を含むことができる。燃焼器 160 は、酸化剤制御システム 262 を通じて燃焼器 160 のヘッド端部 166 にて酸化剤流れ 260 を受け入れる。以下で検討するように、燃料制御システム 264 は、燃焼器 160 の 1 又は 2 以上の燃料ノズル 164 のための燃料流れ 266 を制御する。認めることができるように、酸化剤制御システム 262 は、プロセッサ、メモリ、並びにメモリに格納されてプロセッサによって実行可能な命令を有する工業用コントローラを含み、バルブ及び／又はアクチュエータを通じて制御機能を実施し、各燃焼器 160 の 1 又は 2 以上の燃料ノズル 164 のための酸化剤流れ 260 を制御することができる。同様に、燃料制御システム 264 は、プロセッサ、メモリ、並びにメモリに格納されてプロセッサによって実行可能な命令を有する工業用コントローラを含み、以下で検討するように、バルブ及び／又はアクチュエータを通じて制御機能を実施し、各燃焼器 160 の 1 又は 2 以上の燃料ノズル 164 のための燃料流れ 266 を制御することができる。コントローラ 118 は、酸化剤流れ 260 及び／又は燃料流れ 266 を制御することによって燃焼器 160 の F O R を制御することができる。コントローラ 118 は、定常状態作動中にほぼ量論的燃料対酸化剤比（ $F O R_{ST}$ ）になるように F O R を制御し、これにより当量比を約 1.0、約 0.90～1.10、又は約 0.95～1.05 に制御することができる。

【0065】

コントローラ 118 は、制御線 268 を通じて酸化剤制御システム 262 及び燃料制御システム 264 に連結することができ、コントローラ 118 は、信号線 273 を通じて酸化剤感知システム 270 及び／又は燃料感知システム 272 に連結することができる。酸化剤感知システム 270 は、プロセッサと、メモリと、メモリに格納されてプロセッサによって実行可能な命令とを有する工業用コントローラを含み、1 又は 2 以上のセンサ又は測定デバイスを通じて感知機能を実施し、酸化剤流れ 260 を監視することができる。同様に、燃料感知システム 272 は、プロセッサと、メモリと、メモリに格納されてプロセッサによって実行可能な命令とを有する工業用コントローラを含み、1 又は 2 以上のセンサ又は測定デバイスを通じて感知機能を実施し、燃料流れ 266 を監視することができる。酸化剤感知システム 270 及び燃料感知システム 272 は、各々 1 又は 2 以上のセンサ又は測定デバイスを含み、それぞれの流れの組成、流量、温度、及び／又は圧力を測定することができる。例えば、酸化剤感知システム 270 の 1 又は 2 以上のセンサは、限定ではないが、ジルコニアベース、電気化学ベース、赤外線ベース、超音波ベース、及びレーザーベースの酸素センサを含むことができる。酸化剤感知システム 270 及び／又は燃料感知システム 272 の流量センサ又は測定デバイスは、限定ではないが、熱質量流量計、コリオリ質量流量計、マスフローコントローラ、ロータリーピストン流量計、ギアメーター、ベンチュリ計、オリフィス板メーター、ドール管メーター、ピトー管メーター、多孔圧力プローブメーター、コーンメーター、光学式流量計、電磁流量計、又は超音波流量計を含む何らかの好適なタイプの流れ分析デバイスのうちの 1 又は 2 以上を独立して含むことができる。酸化剤感知システム 270 及び／又は燃料感知システム 272 の温度センサ又は測定デバイスは、限定ではないが、熱電対、サーミスタ、抵抗温度検出器、又はこれらの何れかの組合せを含む何らかの好適なタイプの温度分析デバイスのうちの 1 又は 2 以上を独立して含むことができる。1 又は 2 以上の燃焼生成物センサ 274 は、タービンセクション 156 から排気ガス処理システム 54 に伝送された排気ガス 60 の組成、流量、温度、及び／又は圧力を感知することができる。これに加えて又はこれに代えて、1 又は 2 以上の燃焼生成物センサ 274 は、1 又は 2 以上の燃焼器 160 からタービンセクション 156 に伝送された燃焼ガス 172 の組成、流量、温度、及び／又は圧力を感知することができる。1 又は 2 以上の燃焼生成物センサ 274 は、限定ではないが、ラムダセンサを含むことができる。例えば、燃焼生成物センサ 274 は、限定ではないが、ジルコニアベース、電気化学ベース、赤外線ベース、超音波ベース、及びレーザーベースの酸素センサを含むことができる。

10

20

30

40

50

【0066】

コントローラ118は、酸化剤感知システム270、燃料感知システム272、燃焼生成物センサ274、又はこれらの何れかの組合せからのセンサフィードバックに少なくとも部分的に基づいて酸化剤流れ260及び燃料流れ266を制御することができる。一部の実施形態において、コントローラ118は、燃料70及び酸化剤68の組成、燃料及び／又は酸化剤の現在流量、及び望ましい作動負荷及び／又は作動速度の望ましいFORに基づいてフィードフォワード制御を利用する。これに加えて又はこれに代えて、コントローラ118は、燃焼生成物センサ274によって決定される燃焼ガス172の組成及び／又はセンサ278によって決定される排気ガス60の再循環流れ276の組成に基づいてフィードバック制御を利用する。例えば、本明細書で説明する開示する実施形態は、これによりその全体が引用によって組み込まれる2012年12月28日出願かつ「GAS TURBINE COMBUSTOR CONTROL SYSTEM」という名称の米国特許出願第61/747,194号明細書に記載された実施形態の何れか及び全てと組み合わせ使用することができる。

10

【0067】

酸化剤流れ260は、燃焼器160のヘッド端部166に供給され、燃料流れ266は、ヘッド端部166にて燃焼器160の1又は2以上の燃料ノズル164に供給される。1又は2以上の燃料ノズル164は、予混合燃料ノズル、拡散燃料ノズル、又はこれらの何れかの組合せとすることができる。再循環流れ276又は排気ガス60は、燃焼器160のヘッド端部166又は燃焼器部分168にて再循環入口277に供給することができる。再循環流れ276は、圧縮機セクション152からの加圧排気ガス170を含むことができる。一部の実施形態において、再循環流れ276は、ヘッド端部166において酸化剤流れ260及び燃料流れ266と混合し、これにより混合気において酸化剤濃度を希釈する。この再循環流れ276は、燃焼器160内で再循環流れ276内の残留酸素及び／又は残留燃料の組合せを増加させることができる。これに加えて又はこれに代えて、再循環流れ276は、フロースリーブ280内の燃焼器160の周りを流れて燃焼器ライナー282を冷却する。その上、再循環流れ276は、炭素隔離、冷凍システム、又は他の目標システムなどに対して抽出することができる再循環流れ276内の二酸化炭素の量又は比を増加させることができる。フロースリーブ280内の再循環流れ276は、希釈孔を通して破線矢印によって示すように燃焼器160に入って、燃焼器部分168内で燃焼生成物172と混合してこれらを冷却することができる。一部の実施形態において、再循環流れ276を用いて燃焼生成物172を冷却することで、NO_xエミッションを低減する。再循環流れ276は、上述のように、ヘッド端部166へ流れて酸化剤68及び燃料70と混合することができる。

20

30

【0068】

燃料流れ266及び酸化剤流れ260の燃焼からの燃焼生成物172、並びに再循環流れ276の一部は、SEGRガスタービンシステム52のタービンセクション156に向けられ、これは、シャフト176を通じて機械装置106及び／又は圧縮機セクション152を駆動することができる。タービンセクション156を出た排気ガス60は、排気ガス処理システム54へ流れ、これは排気ガス60を圧縮機セクション152に再循環する。上記で検討したように、排気ガス処理システム54は、HRSG56などを通じて排気ガス60から熱を抽出することができる。排気ガス処理システム54は、圧縮及び1又は2以上の燃焼器160への再循環のために冷却排気ガス60を圧縮機セクション152に向ける。一部の実施形態において、コントローラ118は、1又は2以上のセットの入口ガイドベーン284に連結され、圧縮機セクション152から1又は2以上の燃焼器160への再循環流れ276の圧力及び／又は流量を制御する。

40

【0069】

本明細書で検討するように、1又は2以上の燃焼器160に供給される再循環流れ276は、1又は2以上の抽出ポート287を通じて抽出マニホールド286に抽出される第1の部分288と、1又は2以上の燃焼器160において酸化剤68及び燃料70と混合す

50

る第2の部分とを含む。酸化剤68及び燃料70と混合する第2の部分は、燃焼ガス172としてタービンセクション156へ流れる。抽出マニホールド286から、再循環流れ276の第1の部分288は、第3の部分289とバイパス流れ292に細分することができる。抽出マニホールド286は、1又は2以上の燃焼器160に連結される。抽出マニホールド286は、再循環流れ276の第3の部分289を受け入れる1又は2以上の排気ガス供給システム78に流体的に連結することができる。図1～4で上述のように、1又は2以上の排気ガス供給システム78は、原油二次回収システム18において第3の部分289（例えば、排気ガス42）を利用することができ及び／又は第3の部分289をパイプライン86、貯蔵タンク88、又は炭素隔離システム90に供給することができる。第3の部分289として1又は2以上の排気ガス供給システム78に供給される再循環流れ276の量は、少なくとも部分的には、EORシステム18又は他のシステム84の排気ガス需要に基づいて異なる可能性がある。例えば、第3の部分289の流量は、固定又は可変流量とすることができる。一部の実施形態において、第1の部分288は、酸化剤流れ260及び／又は燃料流れ266と混合する前に燃焼器160の周りのフローズスリーブ280から抽出される。再循環流れ276は、燃焼ガス172の流れに対してフローズスリーブ280内の上流側を流れることができる。再循環流れ276の第1の部分288は、約10、20、30、40、50、60、70、80、90、100、200、300、400、500、1000、2000、3000、4000、又は5000 ppmv（百万分の1体積）未満の酸化剤（例えば、酸素）、未燃燃料又は炭化水素（例えば、HC）、窒素酸化物（例えば、NO_x）、一酸化炭素（CO）、硫黄酸化物（例えば、SO_x）、水素、及び他の不完全燃焼生成物を有することができる。例えば、第1の部分288は、約10、20、30、40、50、75、又は100 ppmv未満の酸化剤の濃度を有することができる。一部の実施形態において、第1の部分288は、燃焼ガス流172の一部を含むことができる。

【0070】

コントローラ118は、燃焼器160に供給される再循環流れ276を調節することにより、及び／又は燃焼器160から抽出される再循環流れ276の第1の部分288を調節することにより、燃焼器160のためのEORを制御することができる。コントローラ118は、入口ガイドベーン284を調節し（例えば、開き、閉じ）、及び／又は圧縮機セクション152に再循環される排気ガス処理システム54からの排気ガス60の量を調節する（例えば、増加させる、減少させる）ことにより、燃焼器160に供給される再循環流れ276を調節することができる。入口ガイドベーン284を開くことで、再循環流れ276内の酸化剤68を増加させ、これによりEORを減少させることができ、入口ガイドベーン284を閉じることで、再循環流れ276内の酸化剤68を減少させ、これによりEORを増加させることができる。排気ガス処理システム54からの排気ガス60の量を増加させることで（例えば、バルブを開くことで）、再循環流れ276内の排気ガス60を増加させ、これによりEORを増加させることができ、排気ガス処理システム54からの排気ガス60の量を減少させることで（例えば、バルブを閉じることで）、再循環流れ276内の排気ガス60を減少させ、これによりEORを減少させることができる。一部の実施形態において、コントローラ118は、燃焼器160から抽出される第1の部分288を制御し、これにより酸化剤流れ260及び／又は燃料流れ266と混合する燃焼器160内の再循環流れ276の残りの部分を制御することによってEORを制御することができる。コントローラ118は、タービンバイパスバルブ290を調節することによって燃焼器160から抽出される再循環流れ276の第1の部分288を調節する（例えば、増加させる、減少させる）ことができる。タービンバイパスバルブ290は、抽出マニホールド286とタービンセクション256の下流側の排気ガス流れ60との間で流体的に連結される。コントローラ118は、タービンバイパスバルブ290を制御して、タービンセクション156をバイパスして排気ガス流れ60に加わる第1の部分288のバイパス流れ292を調節する（例えば、増加させる、減少させる）。第3の部分289の流量が実質的に維持される場合、タービンバイパスバルブ290を閉じてバ

イパス流れ 292 を減少させることで、1 又は 2 以上の燃焼器 160 において E G O R を増加させることができ、これは、再循環流れ 276 が酸化剤 68 と混合する前にはそれほど抽出されないことに起因する。同様に、第 3 の部分 289 の流量を維持しながらタービンバイパスバルブ 290 を開いてバイパス流れ 292 を増加させることで、1 又は 2 以上の燃焼器 160 において E G O R を減少させることができ、これは、より多くの再循環流れ 276 が 1 又は 2 以上の燃焼器 160 から抽出されることに起因する。認めることができるように、第 3 の部分 289 の流量の調節は、タービンバイパスバルブ 290 に対する応答時間（例えば、5、4、3、2、又は 1 秒未満）よりも長い応答時間を有することができる。コントローラ 118 は、抽出マニホールド 286、排気ガス供給システム 78、又は抽出マニホールド 286 と排気ガス供給システム 78 の間の制御弁（例えば、ボール弁、バタフライ弁）を通じて第 3 の部分 289 の流量を制御することができる。

10

【0071】

コントローラ 118 によって制御される 1 又は 2 以上のタービンバイパスバルブ 290 は、タービンセクション 156 の周囲で 1 又は 2 以上のバイパス流れ 292 を制御する（例えば、増加させる、減少させる）ように配列することができる。一部の実施形態において、1 つの抽出マニホールド 286 は、1 又は 2 以上の燃焼器 160 の各々から再循環流れ 276 の第 1 の部分 288 を受け入れることができ、対応するタービンバイパスバルブ 290 は、1 つの抽出マニホールド 286 に流体的に連結することができる。他の実施形態に対しては、複数の抽出マニホールド 286 が、1 又は 2 以上の燃焼器 160 から再循環流れ 276 の第 1 の部分 288 を受け入れることができる。例えば、第 1 の抽出マニホールド 286 は、その第 3 の部分 289 を原油二次回収システム 18 に供給することができ、第 2 の抽出マニホールド 286 は、そのそれぞれの第 3 の部分 289 を炭素隔離システム 90 に供給することができる。複数の抽出マニホールド 286 のうちの 1 又は 2 以上は、タービンバイパスバルブ 290 に連結することができ、各タービンバイパスバルブ 290 は、タービンセクション 156 からの排気ガス流れ 60 に加わるそれぞれのバイパス流れ 292 を制御することができる。

20

【0072】

バイパス流れ 292 は、タービンセクション 156 からの排気ガス 60 の少なくとも一部と共に再循環流れ 276 として再循環することができる。一部の実施形態において、バイパス流れ 292 は、排気ガス処理システム 54 の下流側で排気ガス 60 と融合することができる。バイパス流れ 292 は、排気ガス 60 とは異なる圧力及び／又は温度で存在する場合がある。例えば、バイパス流れ 292 は、排気ガス 60 よりも高い圧力で存在する場合があり、これは、タービンセクション 256 がバイパス流れ 292 を膨張しなかったことに起因する。バイパス流れ 292 は、排気ガス 60 よりも低い温度で存在する場合があり、これは、排気ガス 60 が、バイパス流れ 292 の燃焼生成物よりもより最近に燃焼器 160 内で反応した燃焼生成物を含む場合があることに起因する。従って、バイパス流れ 292 の再循環は、再循環流れ 276 を 1 又は 2 以上の燃焼器 160 に向けるように圧縮機セクション 152 によって行われる作業を低減することができる。一部の実施形態において、タービンバイパスバルブ 290 は、その後の再循環及び／又は抽出のために S E G R ガスタービンシステム 52 内でバイパス流れ 292 を利用しながら、コントローラ 118 が E G O R を制御する（例えば、増加させる、減少させる）ことを可能にする。

30

40

【0073】

コントローラ 118 は、入口ガイドベーン 284 及び／又はタービンバイパスバルブ 290 を制御して E G O R を望ましい値に制御し（増加させ、減少させ）、燃焼器安定性を作動マージン内に維持することができる。入口ガイドベーン 284 の調節は、比較的ゆっくり（例えば、3～5 秒）である場合があり、これは、E G O R において迅速な変化にตอบสนองするには、タービンバイパスバルブ 290 の調節よりも適していない場合がある。バイパス流れ 292 は、タービンバイパスバルブ 290 を通じてコントローラ 118 によってより迅速に調節することができる。当然ながら、バイパス流れ 292 の調節は、入口ガイドベーン 284 の調節よりも E G O R においてより迅速に種々の変化に対処することがで

50

きる。一部の実施形態において、バイパス流れセンサ 293 は、タービンバイパスバルブ 290 を通してバイパス流れ 292 の温度、圧力、流量、及び／又は組成を測定することができる。

【0074】

一部の実施形態において、コントローラ 118 は、タービンバイパスバルブ 290 などを通じて 1 又は 2 以上の燃焼器 160 のバルク E G O R を一緒に調節する（例えば、増加させる、減少させる）ことができ、他方で、コントローラ 118 は、1 又は 2 以上の燃焼器 160 の F O R を個々に調節する（例えば、増加させる、減少させる）ことができる（例えば、カンからカンへの調節）。コントローラ 118 は、燃焼生成物センサ 274 によって測定される燃焼ガス 172 の組成、酸化剤流れ 260 の流量、燃料流れ 266 の流量、再循環流れ 276 の第 1 の部分 288 の流量、バイパス流れ 292 の流量、又は第 3 の部分 289 の流量、又はこれらの何れかの組合せに少なくとも部分的に基づいて上記で検討したように E G O R を制御する（例えば、増加させる、減少させる）ことができる。一部の実施形態において、抽出流れセンサ 294 は、1 又は 2 以上の燃焼器 160 から抽出される第 1 の部分 288 の温度、圧力、流量、及び／又は組成を測定することができる。

【0075】

図 6 は、S E G R ガスタービンシステム 52 の実施形態のための燃焼器操作性限界 302 のチャート 300 を示している。燃焼器操作性限界 302 は、特定の燃焼持続可能性の特性を備えた S E G R ガスタービンシステム 52 の当量比 304 及び燃焼器操作性値 306 に対応する曲線である。燃焼器操作性値 306 は、燃焼器 160 への非燃料流れ（例えば、排気ガス 66、酸化剤 68）の特性に少なくとも部分的に基づく場合がある。燃焼器操作性値 306 に影響を与える場合がある特性は、限定ではないが、温度、圧力、又は酸化剤濃度、或いはこれらの何れかの組合せを含むことができる。燃焼器操作性値は、1 又は 2 以上の燃焼器 160 の各々の E G O R に比例している。チャート 300 上にプロットされた作動点 308 は、燃焼器 160 の作動中の当量比 304 及び燃焼器操作性 306 に対応する。認めることができるように、燃焼器操作性限界 302 を下回る作動点 308 は、再循環流れ 276 との燃料流れ 266 及び酸化剤流れ 260 の持続可能な燃焼に対応する。燃焼器操作性限界 302（斜交平行区域 310 で示したような）を超えた作動点における燃焼は、火炎噴出、火炎フラッシュバック、燃料流れ 266 及び酸化剤流れ 260 の自己点火、又は調和振動の誘導、或いはこれらの何れかの組合せの確率及び／又は発生の増加を有する場合がある。一部の実施形態において、区域 310 内の作動点 308 は、望ましいレベルの持続的燃焼に対する閾値濃度未満の燃焼器 160 内の酸化剤濃度に対応する場合がある。燃焼器操作性限界 302 及び区域 310 は、ガスタービンシステムの構成要素構成及び幾何学形状、ガスタービンシステムの負荷、周囲条件、及びその他の差によりガスタービンシステムの間で異なる可能性がある。一部の実施形態において、燃焼器操作性限界 302 は、各 S E G R ガスタービンシステム 52 に対して及び／又は各燃焼器 160 に対して決定される。その上、燃焼器操作性限界 302 は、ガスタービンシステムの使用及び作動によって決定される持続可能性閾値に少なくとも部分的に基づく場合がある。すなわち、S E G R ガスタービンシステム 52 のオペレータは、ベース負荷、エミッション、燃焼安定性、及びその他などの異なる要因の重み付けに少なくとも部分的に基づいて燃焼器操作性限界 302 を決定することができる。例えば、エミッション及び火炎安定性が比較的高く評価されている（例えば、実質的に一定の負荷を駆動するために及び／又はエミッションを望ましいレベルを下回って維持するために）第 1 のガスタービンシステムは、第 1 の燃焼器操作性限界 302 を有することができる。エミッション及び火炎安定性が比較的低く評価されている（例えば、周期的負荷を駆動するために）第 2 のガスタービンシステムは、第 2 の燃焼器操作性限界 312 を有することができる。

【0076】

作動曲線 314 は、開始点から定常状態作動点までの S E G R ガスタービンシステム 52 の複数の作動点 308 の例を示している。認めることができるように、本明細書で説明する S E G R ガスタービンシステム 52 は、作動曲線 314 に限定されるものではない。

一部の実施形態において、S E G Rガスタービンシステム52の各燃焼器160は、別個の作動曲線314を有することができ、各燃焼器160は、別個の燃焼器操作性限界302を有することができる。従って、コントローラ118は、各燃焼器160に対してE G O R及び／又はF O Rを調節して、それぞれの燃焼器操作性限界302を下回るときはいつでも作動点308を維持することができる。始動シーケンスの開始点316において、当量比304は、実酸化剤流れが量論的酸化剤流れよりも大きくなるように希薄（例えば、約0.5）にすることができる。認めることができるように、ガスタービンシステム52に連結された外部駆動装置（例えば、電気モータ、往復エンジン）は、始動シーケンス中に低速（例えば、20%未満の負荷速度）でガスタービンシステム52の圧縮機セクション152及びタービンセクション156を駆動することができる。開始点316において、ガスタービンシステムの構成要素は、ピーク作動温度に対して冷却（例えば、約0℃～約45℃のほぼ周囲温度）することができる。燃焼器160に導入される燃料及び酸化剤は、燃焼器160内で互いに反応し、これによりガスタービンシステムの構成要素を加熱し、排気ガス66を発生する。第1の始動作動領域318中に、燃焼器160への酸化剤流れは、S E G Rガスタービンシステム52の作動速度が増大するにつれて増加し、これにより当量比304を減少させる。例えば、圧縮機セクション152の速度を上げることで、燃焼器160に供給される酸化剤を増加させ、これにより当量比を減少させることができる。

【0077】

第2の作動点320において、燃焼器160に再循環される排気ガスの量は、増加することができる。例えば、ガスタービンシステムの構成要素は暖められ、及び／又は燃焼器160内の燃料及び酸化剤の燃焼の完全性は増大し、これにより再循環された排気ガスの酸化剤濃度を減少させることができる。排気ガス（例えば、二酸化炭素）の増加及び／又は酸化剤濃度の減少により、燃焼器操作性306を増大させる。これに加えて又はこれに代えて、コントローラ118は、タービンバイパスバルブ290の閉鎖により燃焼器160中の排気ガスを増加させて、排気ガス中の燃焼生成物（例えば、エミッション、酸化剤、未燃燃料）を制御することができる。一部の実施形態において、ガスタービンシステムの作動速度は、第2の始動作動領域322において作動する時に、全作動速度の約40～60パーセントとすることができる。

【0078】

作動曲線314が、燃焼器操作性限界302に近いとき（例えば、第3の作動点324において）、コントローラ118は、F O Rを増加させ及び／又はE G O Rを減少させて燃焼器の安定性を維持する。例えば、コントローラ118は、タービンバイパスバルブ290を開いて燃焼器160のE G O Rを減少させ、これにより燃焼器操作性306を低下させることができる。これに加えて又はこれに代えて、コントローラ118は、ガスタービンシステムの構成要素が暖まると燃焼器160への燃料流れを増加させる。第3の作動領域326において、コントローラ118は、ガスタービンシステムの作動速度を増大させ、燃焼器160への燃料流れを増加させて、負荷又は機械装置106を駆動するようにガスタービンシステムを準備する。第4の作動領域328は、ガスタービンシステムを配電網に接続するときなど、コントローラ118がガスタービンシステム上の負荷を制御するロードシーケンスを示している。第5の作動領域330は、連結された機械装置106を駆動しながら実質的に定常状態燃焼当量比で作動する時のS E G Rガスタービンシステム52に対する燃焼器操作性306及び当量比304を示している。認めることができるように、第5の作動領域330に対して示された当量比304は、約0.90～1.10及び約0.95～1.05である約1.02のリッチ値である。コントローラ118は、第5の作動領域330において当量比304を実質的に維持しながら、排気ガス再循環及び燃焼器操作性306を調節することができる。以下で検討するように、コントローラ118は、排気ガス再循環及びそれによって燃焼器操作性306を調節し（例えば、増加させ、減少させ）、排気ガス中の残留燃料、酸化剤、及び他のエミッションレベルを制御することができる。認めることができるように、第5の作動領域330内の作動点は、第2

10

20

30

40

50

又は第3の作動領域322、326内の作動点よりも燃焼器操作性限界302からの大きなマージンを有することができる。

【0079】

本明細書で検討するように、コントローラ118は、FORの制御とは独立してEGORを制御し、燃焼器操作性限界302を下回る作動点を維持することができる。コントローラ118は、タービンバイパスバルブ290及び／又は入口ガイドベーン284を通じてEGOR値を調節することによって燃焼器操作性306を調節することができる。EGOR値は、燃焼器操作性306に比例しているので、コントローラ118は、EGORを調節することによってチャート300の垂直軸に沿って作動点308を調節することができる。コントローラ118は、燃料流れ266及び／又は酸化剤流れ260の制御によりFORを調節することによって当量比304を調節することができる。燃料流れ266を増加させ及び／又は酸化剤流れ260を減少させることで、燃焼器160内の流れ混合気を右側への作動点308の移動に対応する更にリッチにする。酸化剤流れ260を増加させ及び／又は燃料流れ266を減少させることで、燃焼器160内の流れ混合気を左側への作動点308の移動に対応する更に希薄にする。

10

【0080】

認めることができるように、酸化剤流れの調節は、FOR及びEGORに影響を与える場合がある。例えば、酸化剤流れ260を単独で増加させることで、当量比304を減少させて燃焼器操作性306を低下させることができる。従って、コントローラ118は、燃料流れ及び排気ガス再循環流れを差別的に制御することによってFOR及びEGORを独立に制御することができる。上記で検討したように、コントローラ118は、タービンバイパスバルブ290及び／又は入口ガイドベーン284の制御によりEGOR及び燃焼器操作性306を制御することができる。同様に、コントローラ118は、燃料制御システム264を通じて1又は2以上の燃焼器160への燃焼器160のうちの1又は2以上に対するFOR及び当量比304を制御することができる。

20

【0081】

図7は、複数の燃料ノズル164に連結された燃料制御システム264の実施形態を示している。一部の実施形態において、SEGRガスタービンシステム52は、1又は2以上のグループの燃料ノズル164を有することができ、ここで各グループは、1又は2以上のセットの燃料ノズル164を含む。例えば、グループは、環帯352内に配列され及び／又は環状配列の燃焼器カン350とすることができ、ここで各燃焼器カン350の燃料ノズル164は、酸化剤流れ260と混合してこれによって燃焼する燃料流れ266を供給する。一部の実施形態において、再循環流れ276は、燃焼器カン350に個別に供給することができる。各燃焼器カン350は、1又は2以上の燃料ノズル164の第1のノズルセット354と1又は2以上の燃料ノズル164の第2のノズルセット358とを有することができる。各燃焼器カン350は、2よりも多いノズルセットを含むことができる。1又は2以上の燃料ノズル164は、同心横列に配列することができ、その結果、第1のノズルセット354は、燃焼器カン350の軸線356の近くに配列された1組の1又は2以上の内側燃料ノズル164になり、第2のノズルセット358は、燃焼器カン350の周囲360の近くに配列された1組の1又は2以上の外側燃料ノズル164になる。第1のノズルセット354の代替の実施形態は、燃焼器カン350の扇形又は四分円内の燃料ノズル164など、1又は2以上の外側燃料ノズル164又は燃料ノズル164の別の配列を含むことができる。すなわち、第1のノズルセット354及び第2のノズルセット358は、限定ではないが、以下で検討する内側及び外側配列を含むことができる。

30

40

【0082】

コントローラ118は、燃料制御システム264を制御して燃料流れを1又は2以上の燃料ノズル164の各々に供給する。一部の実施形態において、コントローラ118は、燃料供給装置364に連結された燃料遮断弁362を制御する。認めることができるように、燃料遮断弁362は、ガスタービンエンジンが作動状態にあるときに開くことができ

50

、ガスタービンシステムの遮断中に閉じることができる。速度比制御弁366は、少なくとも部分的にSEGRガスタービンシステム52の速度に基づいて、ノズルマニホルド（例えば、第1のノズルセットマニホルド378、第2のノズルセットマニホルド380）及び1又は2以上の燃料ノズル164への燃料流れの比較のおおまかな制御を提供することができる。

【0083】

一部の実施形態において、第1の燃料供給装置368は、第1の燃料流れを第1のセット354の燃料ノズル（例えば、内側燃料ノズル）に供給し、第2の燃料供給装置370は、第2の燃料流れを燃料ノズル（例えば、外側燃料ノズル）に供給する。第2の燃料供給装置370は、それぞれの第2の燃料遮断弁372及びコントローラ118によって制御される速度比制御弁374に連結することができる。第1の燃料流れは、第2の燃料流れとは異なる加熱値（例えば、より高い加熱値）を有することができる。例えば、第1の燃料流れは、始動シーケンス中にパイロット燃料として供給することができ、第1の燃料流れは、定常状態作動中に減少することができるが、比較的低い加熱値を有する第2の燃料流れは、増加することができる。

10

【0084】

燃焼器カン350の各々の第1のセット354の燃料ノズル（例えば、内側燃料ノズル）は、第1のノズルセットマニホルド378に連結することができ、燃焼器カン350の各々の第2のセット358の燃料ノズル（例えば、外側燃料ノズル）は、第2のノズルセットマニホルド380に連結することができる。一部の実施形態において、第1のセット354及び第2のセット358の燃料ノズルは、共通燃料供給装置（例えば、第1の燃料供給装置368））を利用する。コントローラ118は、分配制御弁381を通じて第1のノズルセットマニホルド378と第2のノズルセットマニホルド380との間の燃料流れの分配（例えば、流量比）を制御することができる。例えば、コントローラ118は、第1のセット354（例えば、内側燃料ノズル）よりも第2のセット358において多くの燃料ノズル164（例えば、外側燃料ノズル）が存在するので、第1のノズルセットマニホルド378よりも第2のノズルセットマニホルド380に多くの燃料流れを向けることができる。

20

【0085】

第1の燃料ライン384は、各燃焼器カン350の第1のセット354の燃料ノズル164を第1のノズルセットマニホルド378に連結し、第2の燃料ライン386は、各燃焼器カン350の第2のセット358の燃料ノズル164を第2のノズルセットマニホルド380に連結する。例えば、第1の燃料ライン384は、燃料を第1の燃焼器カン388の内側（例えば、中央）燃料ノズル164に供給し、第2の燃料ライン386は、燃料を第1の燃焼器カン388の外側（例えば、周囲）燃料ノズル164に供給する。図示の明確化のために、図7は、燃焼器カン390の内側燃料ノズル354に供給する第1の燃料ライン384のみ、及び燃焼器カン392に供給する第2の燃料ライン386のみを示しているが、燃焼器カン350の各々の実施形態は、第1の燃焼器カン388について示すように、燃料ノズル164の各々に燃料を供給するように構成された第1の燃料ライン384及び第2の燃料ライン386を含むことができる。

30

40

【0086】

コントローラ118は、燃料ライン（例えば、第1の燃料ライン384及び／又は第2の燃料ライン386）に沿って、この燃料ラインに沿って配列されたトリムバルブ382の制御（例えば、区分的に開放又は閉鎖）により燃料流れを制御する（例えば、増加させる、減少させる）ことができる。すなわち、各トリムバルブ382は、それぞれのノズルセットマニホルドと燃料ノズルのセットとの間で流体的に連結することができる。一部の実施形態において、トリムバルブ382は、第1の燃料ライン384に沿って配置され、各燃焼器カン350の第1のセット354の燃料ノズルへの燃料流れを制御する（例えば、増加させる、減少させる）ことができる。これに加えて又はこれに代えて、トリムバルブ382は、第2の燃料ライン386に沿って配置され、各燃焼器カン350の第2のセ

50

ット358の燃料ノズルへの燃料流れを制御する（例えば、増加させる、減少させる）ことができる。第2の燃料ライン386は、第1の燃料ライン384よりも燃焼器カン350当たりで多くの数の燃料ノズル（例えば、外側燃料ノズル）に燃料を供給することができるので、第2の燃料ライン386に沿ったトリムバルブ382の制御は、燃焼器カン350のためのFORの粗い又はバルクレベルの制御を可能にすることができる。第1の燃料ライン384に沿ったトリムバルブ382の制御（例えば、区分的開放又は閉鎖）は、燃焼器カン350に対するFORの微細レベルの制御を可能にすることができる。

【0087】

コントローラ118は、トリムバルブ382を差別的に制御して、様々な燃料流れを様々な燃焼器カン350のセットのノズルに供給することができる。例えば、コントローラ118は、第1の燃焼器カン388の第1のセット354及び／又は第2のセット358の燃料ノズル164への燃料流れを増加させ、第2の燃焼器カン394の第1のセット354及び／又は第2のセット358の燃料ノズル164への燃料流れを減少させることができる。コントローラ118は、SEGRガスタービンシステム52内のそれぞれの燃焼器カン350の位置、燃料組成、それぞれの燃焼器カン350からの燃焼ガスの組成、燃焼器カン350及び又は燃料ライン幾何学形状、又はこれらの何れかの組合せに少なくとも部分的に基づいて燃料ノズルのセットに対してトリムバルブ382を差別的に制御することができる。第1の燃料ライン384及び／又は第2の燃料ライン386に沿ったトリムバルブ382の差動制御は、コントローラ118が各燃焼器カン350内で酸化剤流れと混合する燃料流れを制御し、これにより各燃焼器カン350のためのFORを制御できるようにする。一部の実施形態において、燃料ライン（例えば、第1の燃料ライン384、第2の燃料ライン386）に沿ったセンサ396は、それぞれの燃料ラインによる燃料流れに関連しているコントローラ118にセンサフィードバックを提供することができる。例えば、センサ396は、それぞれの燃料ラインに沿って燃料流れの圧力、温度、流量、及び／又は組成を測定することができる。

【0088】

図8Aは、FORを制御するコンピュータ実装式方法420を示し、図8Bは、EGORを制御するコンピュータ実装式方法440を示し、ここでFOR制御方法420は、EGOR制御方法440から独立している。上記で検討したように、酸化剤制御システム262及び燃料制御システム264は、プロセッサ、メモリ、及びメモリに格納されてプロセッサによって実行可能な命令を備えた工業用コントローラを各々有し、各燃焼器160の1又は2以上の燃料ノズル164のための酸化剤流れ260及び／又は燃料流れ266を制御する（例えば、増加させる、減少させる）ことができる。コントローラ118は、酸化剤制御システム262及び／又は燃料制御システム264の制御により方法420及び440を実施することができる。FOR制御方法420において、コントローラ118は、それぞれの燃焼器160の1又は2以上の燃料ノズル164に対する燃料流量、燃料組成、それぞれの燃焼器の1又は2以上の燃料ノズルに対する酸化剤流量、及びそれぞれの燃焼器160及び／又はSEGRガスタービンシステム52に対する望ましい当量比など、いくつかの入力に少なくとも部分的に基づいて目標燃料流量を決定する（ブロック422）。コントローラ118は、燃料流量を測定し（ブロック424）、かつ燃料組成を測定して（ブロック426）燃料流れの現在流量及び組成を決定する。一部の実施形態において、燃料流量は、流れ感知システム272内の1又は2以上の流量計から、燃料制御システム264のセンサ396から、トリムバルブ382の位置から、又は分配制御弁381の位置から、或いはこれらの何れかの組合せからのフィードバックに少なくとも部分的に基づく場合がある。コントローラ118は、酸化剤感知システム270を通じて酸化剤流れを測定し（ブロック428）、酸化剤流量を決定することができる。コントローラ118は、オペレータインタフェース又はSEGRガスタービンシステム52を作動するように構成された1組の命令（例えば、コード、ソフトウェア）を通じて望ましい当量比を受け入れる（ブロック430）。一部の実施形態において、望ましい当量比は、少なくとも部分的にガスタービンシステムの作動条件に基づく場合がある。例えば、始動シーケ

ンス又は非負荷条件中のガスタービンシステムの望ましい当量比は、負荷を駆動している定常状態条件で作動しながらのガスタービンシステムの望ましい当量比未満である場合がある。

【0089】

コントローラ118は、現在の測定燃料流量、燃料組成、酸化剤流量、及びそれぞれの燃焼器に対する望ましい当量比に少なくとも部分的に基づいて1又は2以上の燃焼器の各々に対する目標燃料流量を決定する（ブロック422）。コントローラ118は、燃焼器の現在の当量比が、燃焼器に対して望ましい当量比（例えば、約0.90～1.10、約0.95～1.05）にほぼ等しくなるように、燃焼器の1又は2以上の燃料ノズルへの燃料流れ対目標燃料流量を調整して（ブロック432）FORを調節する。すなわち、コントローラ118は、現在の当量比が、望ましい当量比の約1、2、3、4、5、6、7、8、9、又は10パーセントの偏差内にあるように、燃焼器の1又は2以上の燃料ノズルへのFORを調節することができる。コントローラ118は、分配制御弁381及び／又はトリムバルブ382の制御により燃料流量対目標燃料流量を制御することができる。一部の実施形態において、コントローラ118は、バルク燃料流量、バルク燃料組成、バルク酸化剤流量、及び複数の燃焼器に対するバルクの望ましい当量比に少なくとも部分的に基づいて複数の燃焼器に対する目標燃料流量を決定する（ブロック422）。コントローラ118は、複数の燃焼器に対する現在のバルクの当量比が、複数の燃焼器に対してバルクの望ましい当量比（例えば、約0.90～1.10、約0.95～1.05）にほぼ等しくなるように、複数の燃焼器の燃料ノズルへの燃料流れ対目標燃料流量を調整して（ブロック432）FORを調節する。すなわち、コントローラ118は、現在のバルクの当量比が、複数の燃焼器に対してバルクの望ましい当量比の約1、2、3、4、5、6、7、8、9、又は10パーセントの偏差内にあるように、複数の燃焼器の燃料ノズルのためのFORを調節することができる。

【0090】

図8Bは、FOR制御方法420から独立しているEGORを制御するコンピュータ実装式方法440を示している。コントローラ118は、それぞれの燃焼器160の1又は2以上の燃料ノズル164への酸化剤流量、抽出された第1の部分288の流量、及びそれぞれの燃焼器160及び／又はSEGRガスタービンシステム52に対する望ましいEGORなど、いくつかの入力に少なくとも部分的に基づいて抽出マニホールドから目標バイパス流量を決定する（ブロック442）。コントローラ118は、酸化剤感知システム270を通じて酸化剤流れを測定し（ブロック428）、酸化剤流量を決定することができる。コントローラ118は、第1の部分288の抽出流量を決定する（ブロック444）。例えば、コントローラ118は、バイパス流れセンサ293、抽出流れセンサ294、又は排気ガス供給システム78、或いはこれらの何れかの組合せに少なくとも部分的に基づいて抽出流量を決定することができる。コントローラ118は、オペレータインタフェース又はSEGRガスタービンシステム52を作動するように構成された1組の命令（例えば、コード、ソフトウェア）を通じて望ましいEGORを受け入れる（ブロック446）。一部の実施形態において、望ましいEGORは、作動点（例えば、燃焼器操作性と当量比の間の関係）が、図6と共に上記で検討したように燃焼器操作性限界を下回るように、少なくとも部分的に当量比に基づいている。目標バイパス流量を決定すると、コントローラ118は、タービンバイパスバルブ290及び／又は入口ガイドベーン284の制御によりバイパス流量を決定された目標バイパス流量に制御し、これによりコントローラ118が1又は2以上の燃焼器のためのEGORを調整（ブロック448）できるようにする。

【0091】

望ましい当量比及び望ましいEGORは、作動点が燃焼器操作性限界を下回るように決定することができる。望ましいFORは、少なくとも部分的には現在のEGORに基づく場合があり、望ましいEGORは、少なくとも部分的には現在のFORに基づく場合がある。しかし、FOR及びEGORに対する望ましい値は、少なくとも部分的に互いに基づ

10

20

30

40

50

く場合があるが、燃料流量の調節によりF O Rを調整し、かつタービンバイパス流れの調節によりE G O Rを調整する制御部は、一般的に互いに独立している。例えば、F O Rを制御するための燃焼器カンの第1及び／又は第2のノズルセットに対する燃料流れの調整は、燃焼器カンに対してE G O Rに影響を与えない。同様に、1又は2以上の燃焼器のためのE G O Rを制御するためのバイパス流れの調整は、F O Rに影響を与えない。酸化剤流れは、少なくとも部分的にガスタービンシステム上の負荷に基づいて制御することができ、コントローラは、相応にF O R及びE G O Rを調節して燃焼器操作性限界を下回る1又は2以上の燃焼器のための作動点を維持する。

【0092】

本書の説明は、最良モードを含む本発明を開示するために、かつ同じくあらゆる当業者がいずれかのデバイス又はシステムを作り、使用していずれかの組み込まれた方法を実行することを含む本発明を実施することを可能にするために実施例を使用している。本発明の特許請求可能な範囲は、特許請求の範囲によって定められ、かつ当業者に想起される他の実施例を含む場合がある。そのような他の実施例は、それらが、特許請求の範囲の文字通りの言語と異ならない構造要素を有する場合、又はそれらが、特許請求の範囲の文字通りの言語からの差異が実質的でない均等構造要素を含む場合には、特許請求の範囲内であるように意図している。

【0093】

(追加の実施形態)

本発明の実施形態は、排気ガス再循環を備えたガスタービンシステム内の燃焼及びエミッションを制御するためのシステム及び方法を提供する。上記で開示した特徴の何れか1つ又は組合せは、何らかの好適な組合せで利用することができる点は注目すべきである。当然ながら、このような実施形態の全ての並べ換えは、現在企図されている。一例として、以下の条項は、本開示の更なる説明として提供されるものである。

【0094】

実施形態1. システムは、1又は2以上の燃焼器への燃料流れを制御するように構成された燃料制御システムと、1又は2以上の燃焼器の各燃焼器への酸化剤流れを制御するように構成された酸化剤制御システムであって、酸化剤流れが、1又は2以上の燃焼器内で燃料流れと少なくとも部分的に反応して排気ガス流れを形成するように構成された上記酸化剤制御システムと、1又は2以上の燃焼器の各燃焼器に排気ガス流れの再循環流れを向けるように構成された排気ガスシステムと、燃料制御システム、酸化剤制御システム、及び排気ガスシステムに連結されたコントローラであって、コントローラが、燃料対酸化剤比(F O R)及び排気ガス対酸化剤比(E G O R)を独立に制御するように構成され、F O Rが、酸化剤流量で割り算した燃料流量を含み、E G O Rが、酸化剤流量で割り算した再循環流量を含む上記コントローラとを含む。

【0095】

実施形態2. 1又は2以上の燃焼器の各燃焼器が、複数の燃料ノズルを含み、燃料制御システムが、複数の燃料ノズルの第1のセットの燃料ノズルに連結された第1の燃料トリムバルブを含み、燃料制御システムが、第1の燃料トリムバルブを通じて第1のセットの燃料ノズルへの第1の燃料流れを調節してF O Rを制御するように構成される実施形態1のシステム。

【0096】

実施形態3. 燃料制御システムが、複数の燃料ノズルの第2のセットの燃料ノズルに連結された第2の燃料トリムバルブを含み、燃料制御システムが、第2の燃料トリムバルブを通じて第2のセットの燃料ノズルへの第2の燃料流れを調節してF O Rを制御するように構成される実施形態2のシステム。

【0097】

実施形態4. 第1の燃料トリムバルブに連結された第1の燃料供給装置と、第2の燃料トリムバルブに連結された第2の燃料供給装置とを含む実施形態3のシステム。

【0098】

実施形態 5. 第 1 のセットの燃料ノズルが、1 又は 2 以上の内側燃料ノズルを含み、第 2 のセットの燃料ノズルが、1 又は 2 以上の内側燃料ノズルの周りに配置された複数の外側燃料ノズルを含む実施形態 2、3、又は 4 のシステム。

【0099】

実施形態 6. コントローラが、ガスタービンエンジン内の 1 又は 2 以上の燃焼器の配列に少なくとも部分的に基づいて 1 又は 2 以上の燃焼器の各燃焼器のための F O R を差別的に制御するように構成される前述の何れかの実施形態のシステム。

【0100】

実施形態 7. 1 又は 2 以上の燃焼器から排気ガス流れを受け入れるように構成されたタービンと、1 又は 2 以上の燃焼器から再循環流れの第 1 の部分を抽出するように構成された排気抽出システムとを含み、排気抽出システムが、第 1 の部分のバイパス流れを調節してタービンをバイパスし、かつ再循環流れに加わるように構成されたタービンバイパスバルブを含み、タービンバイパスバルブが、コントローラに連結され、コントローラが、少なくとも部分的にタービンバイパスバルブの制御に基づいて E G O R を制御するように構成され、再循環流れが、バイパス流れ及びタービンを通る排気ガス流れの第 2 の部分を含む前述の何れかの実施形態のシステム。

10

【0101】

実施形態 8. 排気抽出システムが、炭化水素生成システム、パイプライン、貯蔵タンク、又は炭素隔離システム、或いはこれらの何れかの組合せに伝送するために再循環流れの第 3 の部分を 1 又は 2 以上の燃焼器から排気ガス供給システムに向けるように構成される実施形態 7 のシステム。

20

【0102】

実施形態 9. 再循環流れが、容積で約 100 ppm 未満の酸素を含む前述の何れかの実施形態のシステム。

【0103】

実施形態 10. コントローラが、少なくとも部分的にシステム上の負荷に基づいて 1 又は 2 以上の燃焼器への酸化剤流れを制御するように構成される前述の何れかの実施形態のシステム。

【0104】

実施形態 11. コントローラが、少なくとも部分的に 1 又は 2 以上の燃焼器の望ましい当量比に基づいて 1 又は 2 以上の燃焼器への燃料流れを制御するように構成される前述の何れかの実施形態のシステム。

30

【0105】

実施形態 12. コントローラが、F O R、E G O R、並びに F O R 及び E G O R に対応する燃焼器操作性限界の間の関係に少なくとも部分的に基づいて再循環流れを制御するように構成される前述の何れかの実施形態のシステム。

【0106】

実施形態 13. 1 又は 2 以上の燃焼器、1 又は 2 以上の燃焼器からの排気ガス流れによって駆動されるタービン、及びタービンによって駆動される排気ガス圧縮機を有するガスタービンエンジンを含み、排気ガス圧縮機が、排気ガス流れを圧縮して 1 又は 2 以上の燃焼器に送るように構成され、ガスタービンエンジンが、量論的排気ガス再循環 (S E G R) ガスタービンエンジンである前述の何れかの実施形態のシステム。

40

【0107】

実施形態 14. 酸化剤流れを受け入れるように構成された酸化剤入口を含む燃焼器と、各燃料ノズルが燃料流れを受け入れるように構成された複数の燃料ノズルと、複数の燃料ノズルのうちの少なくとも 1 つの燃料ノズルへの燃料流れを制御するように構成され、少なくとも部分的に燃料対酸化剤比 (F O R) に基づいて制御される第 1 の燃料トリムバルブと、再循環システムから再循環流れを受け入れるように構成され、少なくとも酸化剤流れ及び燃料流れが燃焼器内で燃焼して排気ガス流れを形成するように構成される再循環入口と、抽出マニホールドに再循環流れの第 1 の部分を抽出するように構成された 1 又は 2 以

50

上の注出ポートとを含むシステム。システムはまた、排気ガス流れと燃焼器及び排気ガス流れから再循環流れの第2の部分とを受け入れ、負荷を駆動し、排気ガス流れの第2の部分を再循環システムに向けるように構成されたタービンと、再循環流れの第1の部分から抽出マニホールドにバイパス流れを抽出するように構成され、少なくとも部分的に排気ガス対酸化剤比（E G O R）に基づいてバイパス流れを再循環システムに向けるように構成されたタービンバイパスバルブとを含み、再循環流れは、排気ガス流れ及びバイパス流れの第2の部分を含み、タービンバイパスバルブは、第1の燃料トリムバルブとは独立に制御される。

【0108】

実施形態15．複数の燃料ノズルが、第1のセットの1又は2以上の内側燃料ノズルと、複数の燃料ノズルの1又は2以上の内側燃料ノズルの周りに配置された第2のセットの1又は2以上の外側燃料ノズルとを含み、第1の燃料トリムバルブが、1又は2以上の内側燃料ノズルへの燃料流れを制御するように構成され、燃焼器が、複数の燃料ノズルの第2のセットの1又は2以上の外側燃料ノズルへの燃料流れを制御するように構成された第2の燃料トリムバルブを含む実施形態14のシステム。

10

【0109】

実施形態16．第1の燃料トリムバルブが、第1の燃料供給装置に流体的に連結され、第2の燃料トリムバルブが、第1の燃料供給装置とは異なる第2の燃料供給装置に流体的に連結される実施形態15のシステム。

【0110】

20

実施形態17．燃焼器とタービンバイパスバルブの間で連結され、再循環流れの第1の部分の第3の部分を炭化水素生成システム、パイプライン、貯蔵タンク、又は炭素隔離システム、或いはこれらの何れかの組合せに向けるように構成された抽出マニホールドを含む実施形態14、15、又は16のシステム。

【0111】

実施形態18．少なくとも部分的にE G O Rに基づいて制御される複数の入口ガイドベーンを有する排気ガス圧縮機を含む再循環システムを含む実施形態14、15、16、又は17のシステム。

【0112】

実施形態19．少なくとも部分的に望ましい当量比及びE G Rガスタービンエンジン上の負荷に基づいて燃焼器への燃料対酸化剤比（F O R）を制御する段階と、燃焼器内で燃料及び酸化剤を燃焼させて排気ガスを形成する段階と、排気ガスの再循環部分を燃焼器まで再循環させる段階と、F O Rに対応する操作性限界に少なくとも部分的に基づいて排気ガス対酸化剤比（E G O R）を制御する段階とを含む排気ガス再循環（E G R）ガスタービンエンジンを作動させる方法。

30

【0113】

実施形態20．F O Rを制御する段階が、複数の燃料ノズルの1又は2以上の燃料ノズルへの燃料流れを調節する段階を含む実施形態19の方法。

【0114】

実施形態21．F O Rを制御する段階が、複数の燃料ノズルの複数の外側燃料ノズルに対して複数の燃料ノズルの1又は2以上の内側燃料ノズルへの燃料流れを差別的に調節する段階を含み、外側燃料ノズルが、内側燃料ノズルの周りに配置される実施形態20の方法。

40

【0115】

実施形態22．燃焼器から排気ガスの再循環部分の第1の部分を抽出する段階であって、E G O Rを制御する段階が、E G Rガスタービンエンジンのタービンをバイパスする第1の部分のバイパス部分を制御するバイパスバルブを調節する段階を含む上記抽出する段階と、燃焼器からの排気ガスの再循環部分の第2の部分をE G Rガスタービンエンジンのタービンに送る段階であって、再循環部分が、バイパス部分及び第2の部分を含む上記送る段階とを含む実施形態19、20、又は21の方法。

50

【 0 1 1 6 】

実施形態 23. EGR ガスタービンエンジンの排気ガス圧縮機への 1 又は 2 以上の入口ガイドベーンを調節することによって EGR を制御する段階を含み、排気ガス圧縮機が、排気ガスの再循環部分を燃焼器に向けるように構成される実施形態 19、20、21、又は 22 の方法。

【 0 1 1 7 】

実施形態 24. EGR ガスタービンエンジンの始動シーケンス中に操作性限界未満であるように F O R 又は E G O R を独立に制御する段階を含む実施形態 19、20、21、22、又は 23 の方法。

【 0 1 1 8 】

実施形態 25. 定常状態作動中に約 0.95~1.05 の対応する当量比に F O R 比を制御する段階を含む実施形態 19、20、21、22、23、又は 24 の方法。

【符号の説明】

【 0 1 1 9 】

1 4 タービンベースのサービスシステム

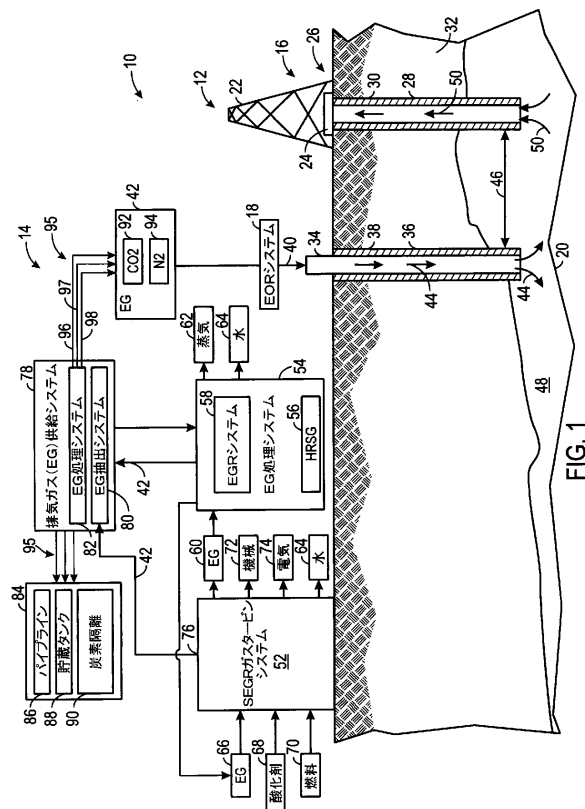
52 SEG Rガスタービンシステム

6 8 酸化剤

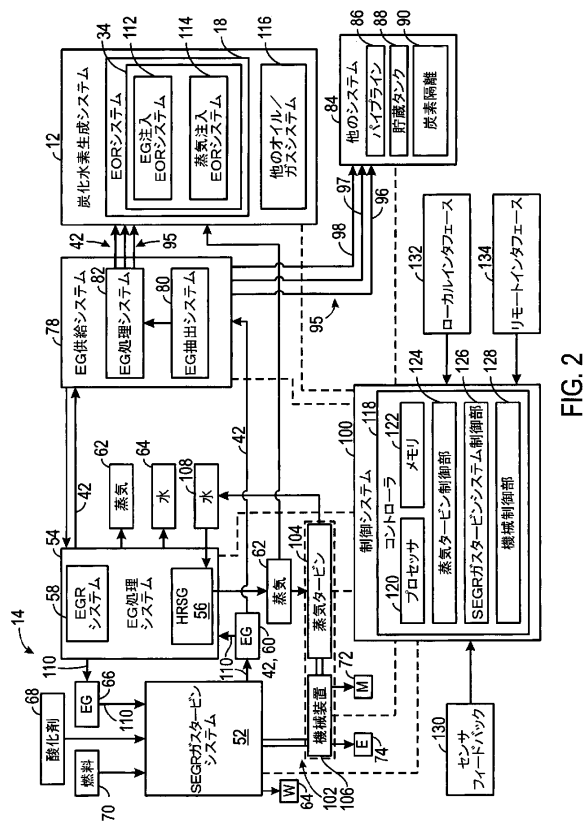
70 燃料

1 6 0 燃燒器

【図 1】



【図 2】



【図 3】

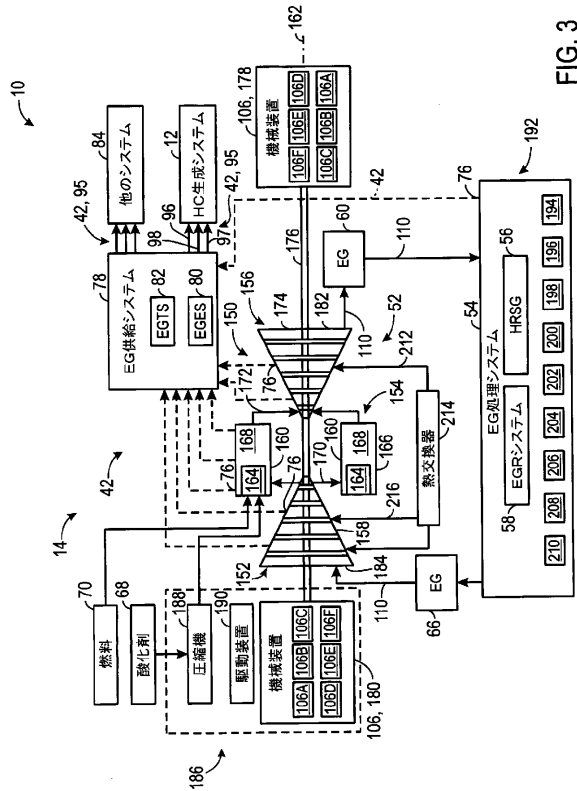


FIG. 3

【図 4】

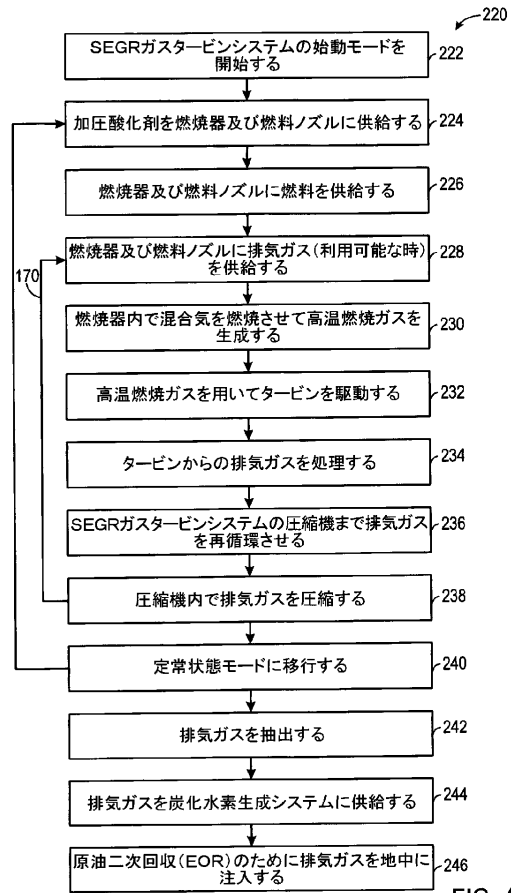


FIG. 4

【図 5】

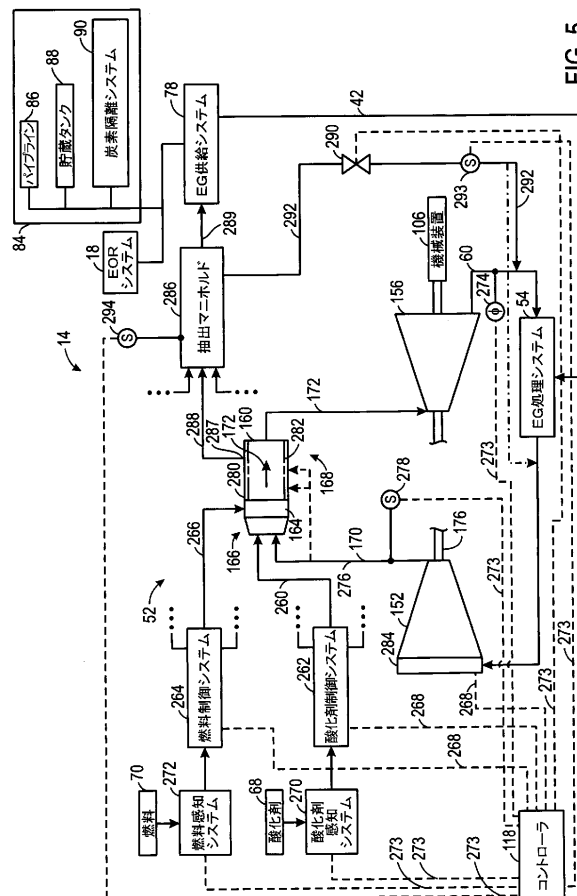


FIG. 5

【図 6】

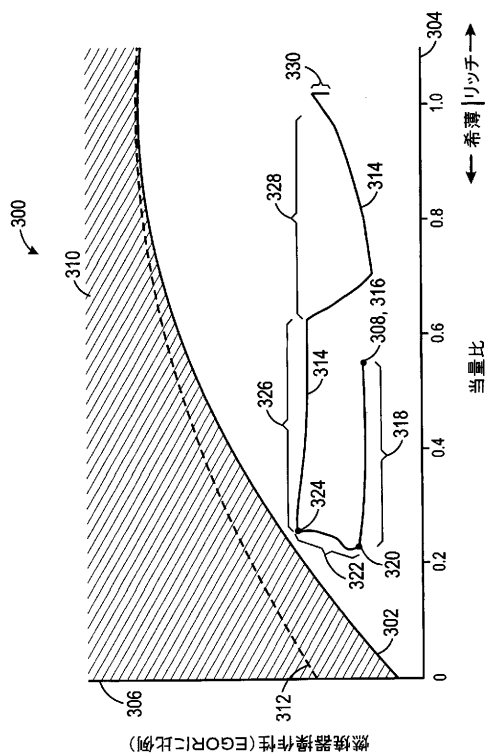


FIG. 6

【図 7】

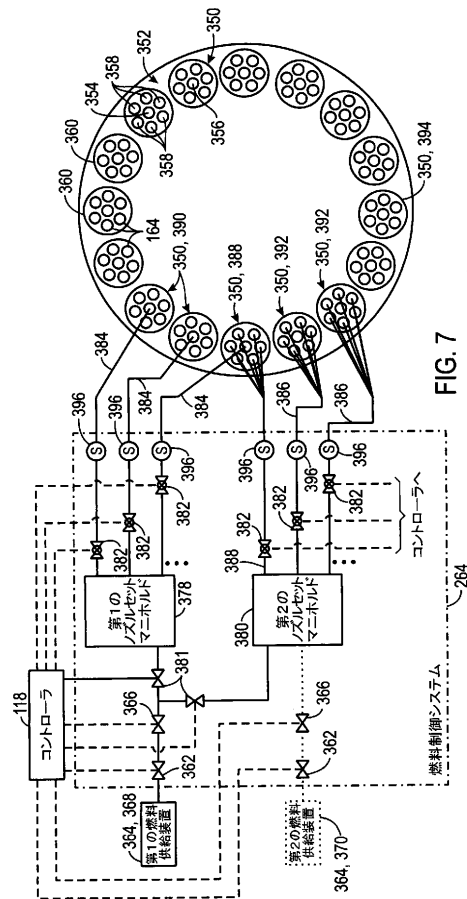


FIG. 7

【図 8 A】

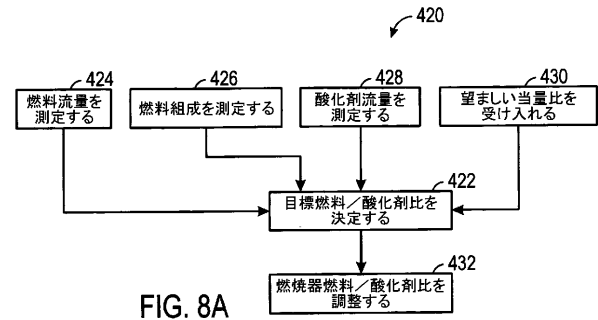


FIG. 8A

【図 8 B】

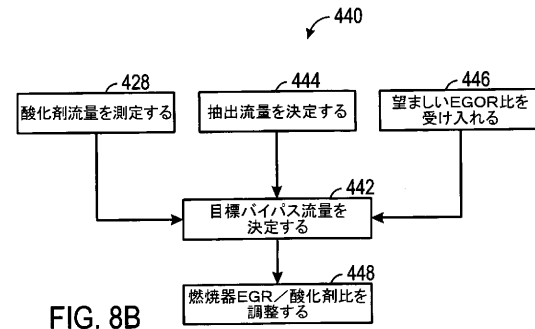


FIG. 8B

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
<i>F 0 2 C</i>	<i>3/34</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 C</i>	<i>3/34</i>
<i>F 0 2 C</i>	<i>7/26</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 C</i>	<i>7/26</i> A
<i>F 0 2 C</i>	<i>6/04</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 C</i>	<i>6/04</i>
<i>F 0 2 C</i>	<i>9/16</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 C</i>	<i>9/16</i> Z
<i>F 0 2 C</i>	<i>6/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 C</i>	<i>6/00</i> E
<i>F 0 2 C</i>	<i>9/28</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 C</i>	<i>9/28</i> Z
			<i>F 0 2 C</i>	<i>9/28</i> B

(74)代理人 100094569
弁理士 田中 伸一郎

(74)代理人 100095898
弁理士 松下 満

(74)代理人 100098475
弁理士 倉澤 伊知郎

(72)発明者 ミント カール ディーン
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 2 3 4 5 スケネクタディ リヴァー ロード 1

(72)発明者 スロボジャンスキー イルヤ アレクサンドロヴィチ
アメリカ合衆国 サウスカロライナ州 2 9 6 1 5 グリーンヴィル ガーリントン ロード 3
0 0

(72)発明者 デイヴィス ジュニア ルイス バークレー
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 1 2 3 4 5 スケネクタディ リヴァー ロード 1

(72)発明者 リピンスキー ジョン ジョーゼフ
アメリカ合衆国 サウスカロライナ州 2 9 6 1 5 グリーンヴィル ガーリントン ロード 3
0 0

審査官 齊藤 彬

(56)参考文献 特開2013-221499 (JP, A)
特開2009-138744 (JP, A)
特開2013-253771 (JP, A)
特開2013-108493 (JP, A)
国際公開第2013/163045 (WO, A1)
米国特許第08334011 (US, B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 2 C 7/00
7/18
7/28
F 0 1 D 5/18
5/20
5/28
11/08
25/00
B 2 3 P 15/02
15/04