

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2016-523344

(P2016-523344A)

(43) 公表日 平成28年8月8日 (2016. 8. 8)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
F02C 9/16 (2006.01)	F02C 9/16 A	
F02C 3/30 (2006.01)	F02C 3/30 D	
F02C 3/34 (2006.01)	F02C 3/34	
F02C 7/042 (2006.01)	F02C 7/042	
F02C 9/00 (2006.01)	F02C 9/00 B	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 43 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2016-523866 (P2016-523866)
 (86) (22) 出願日 平成26年6月24日 (2014. 6. 24)
 (85) 翻訳文提出日 平成28年2月22日 (2016. 2. 22)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2014/043971
 (87) 国際公開番号 W02014/210079
 (87) 国際公開日 平成26年12月31日 (2014. 12. 31)
 (31) 優先権主張番号 61/841, 234
 (32) 優先日 平成25年6月28日 (2013. 6. 28)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 14/312, 659
 (32) 優先日 平成26年6月23日 (2014. 6. 23)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 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
 (74) 代理人 100094569
 弁理士 田中 伸一郎
 (74) 代理人 100103609
 弁理士 井野 砂里

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 排気ガス再循環ガスタービンシステム内の排気ガス流を制御するためのシステム及び方法

(57) 【要約】

排気ガス再循環 (EGR) ガスタービンシステムを制御する方法は、EGRガスタービンシステムの排気ガス圧縮機の複数の入口ガイドベーンを調整する段階を含み、複数の入口ガイドベーンは、最小角度及び最大角度によって定められた第1の運動範囲を有し、角度は、EGRガスタービンシステムの1又は2以上のモニタされた又はモデル化されたパラメータに基づいて調整される。本方法は、排気ガス圧縮機の上流に配置された再循環ブロアの複数のブロアベーンのピッチを調整する段階を更に含み、複数のブロアベーンは、最小ピッチ及び最大ピッチによって定められた第2の運動範囲を有し、複数のブロアベーンのピッチは、少なくとも複数の入口ガイドベーンの角度に基づいて調整される。

【選択図】 図5

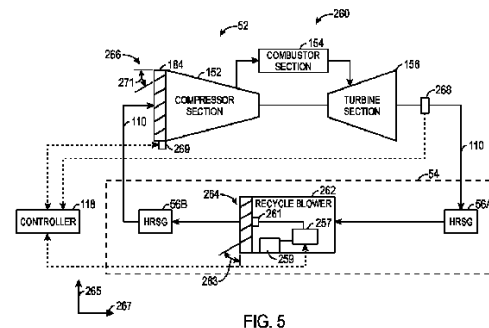


FIG. 5

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

排気ガス再循環（EGR）ガスタービンシステムであって、

EGR 経路に沿って位置決めされ再循環された排気ガスを圧縮して排気ガス希釈剤を生成するように構成された排気ガス圧縮機であって、流れ制御要素の位置に基づいて前記排気ガス圧縮機内への再循環された排気ガスの流れを調節するように構成された流れ制御要素を有する入口セクションを含み、前記流れ制御要素の位置が最大開放位置から最小開放位置まで移動可能である排気ガス圧縮機と、

前記 EGR 経路に沿って前記排気ガス圧縮機の上流に位置決めされた再循環ブロアであって、前記再循環された排気ガスの流れを前記入口セクションに提供するように構成され、該再循環された排気ガスの流れが最小ブロア出力から最大ブロア出力まで変動する再循環ブロアと、

前記流れ制御要素と前記再循環ブロアとに接続されたコントローラであって、前記 EGR ガスタービンシステムの測定された又はモデル化されたパラメータに基づいて該流れ制御要素の位置を制御するように構成され、前記再循環ブロアの 1 又は 2 以上の作動パラメータを制御して、該流れ制御要素の位置に基づいて前記入口セクションへの再循環された排気ガスの流れを制御するように構成されるコントローラと、を備えている、

ことを特徴とするシステム。

【請求項 2】

前記流れ制御要素は、複数の入口ガイドベーンを含む

請求項 1 に記載の EGR ガスタービンシステム。

【請求項 3】

前記コントローラは、前記再循環ブロアの 1 又は 2 以上の作動パラメータを制御し、前記最大開放位置に対する前記流れ制御要素の位置に基づいて前記入口セクションへの再循環された排気ガスの流れを制御するように構成されている、

請求項 1 に記載の EGR ガスタービンシステム。

【請求項 4】

前記測定された又はモデル化されたパラメータは、EGR ガスタービンシステムの排気温度、点火温度、又はこれらの組合せを含む、

請求項 1 に記載の EGR ガスタービンシステム。

【請求項 5】

前記最小開放位置は、前記排気ガス圧縮機の失速限界及び前記流れ制御要素の最小開放限界に基づいており、

前記最大開放位置は、前記流れ制御要素の最大開放限界に基づいている、

請求項 1 に記載の EGR ガスタービンシステム。

【請求項 6】

前記最小ブロア出力は、前記再循環ブロアの失速限界、該再循環ブロアの最小圧力限界、及び該再循環ブロアの最小圧力上昇限界に基づいており、

前記最大ブロア出力は、前記入口セクションでの最大圧力限界に基づいている、

請求項 1 に記載の EGR ガスタービンシステム。

【請求項 7】

前記再循環ブロアは、複数のブロアベーンを含み、

前記 1 又は 2 以上の作動パラメータは、前記複数のブロアベーンのピッチ、前記再循環ブロアの回転速度、該再循環ブロアに印加された電力の量、又はこれらの組合せを含む、

請求項 1 に記載の EGR ガスタービンシステム。

【請求項 8】

約 0.95 と約 1.05 の間の当量比で酸化剤及び前記排気ガス希釈剤の存在下で燃料を燃焼させるように構成されたタービン燃焼器を備えている、

請求項 1 に記載の EGR ガスタービンシステム。

【請求項 9】

前記コントローラは、前記再循環ブロアの前記 1 又は 2 以上の作動パラメータを制御して、前記流れ制御要素の位置が設定値位置にほぼ留まるように前記入口セクションへの前記再循環された排気ガスの流れを制御するように構成される、

請求項 1 に記載の EGR ガスタービンシステム。

【請求項 10】

前記流れ制御要素は、前記排気ガスの流れが前記コントローラによって前記最小ブロア出力又は前記最大ブロア出力に設定されるまで前記設定値位置にほぼ留まるように前記コントローラによって構成される、

請求項 9 に記載の EGR ガスタービンシステム。

【請求項 11】

前記設定値位置は、前記最小開放位置から前記最大開放位置までの範囲の約 75 % よりも大きい、

請求項 9 に記載の EGR ガスタービンシステム。

【請求項 12】

前記設定値位置は、前記最小開放位置から前記最大開放位置までの範囲の約 90 % よりも大きい、

請求項 9 に記載の EGR ガスタービンシステム。

【請求項 13】

排気ガス再循環 (EGR) ガスタービンシステムを制御する方法であって、

前記 EGR ガスタービンシステムの排気ガス圧縮機の複数の入口ガイドベーンの角度を調整する段階であって、前記複数の入口ガイドベーンが、最小角度及び最大角度によって定められる第 1 の運動範囲を有し、該角度が、前記 EGR ガスタービンシステムの 1 又は 2 以上のモニタされた又はモデル化されたパラメータに基づいて調整される前記角度を調整する段階と、

前記排気ガス圧縮機の上流に配置された再循環ブロアの複数のブロアベーンのピッチを調整する段階であって、該複数のブロアベーンが、最小ピッチ及び最大ピッチによって定められる第 2 の運動範囲を有し、前記複数のブロアベーンのピッチが、少なくとも前記複数の入口ガイドベーンの角度に基づいて調整されるピッチを調整する段階と、を含む、

ことを特徴とする方法。

【請求項 14】

前記複数のブロアベーンの前記ピッチを調整する段階は、前記複数の入口ガイドベーンの前記最小角度に対する前記複数の入口ガイドベーンの角度に基づいて該複数のブロアベーンのピッチを調整する段階を含む、

請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

前記複数のパラメータは、前記 EGR ガスタービンシステムの排気温度、点火温度、又はこれらの組合せを含む、

請求項 13 に記載の方法。

【請求項 16】

前記複数のブロアベーンの前記ピッチは、少なくとも部分的に、前記再循環ブロアの失速限界、該再循環ブロアの最小圧力限界、及び該再循環ブロアの最小圧力上昇限界に基づいて調整される、

請求項 13 に記載の方法。

【請求項 17】

前記ピッチを調整する段階は、前記複数の入口ガイドベーンの前記角度が設定値角度に実質的に留まることを可能にするようにピッチを調節する段階である、

請求項 13 に記載の方法。

【請求項 18】

前記設定値角度は、前記複数の入口ガイドベーンの前記最小角度から前記最大角度まで該複数の入口ガイドベーンの前記第 2 の運動範囲の約 20 % 未満である、

10

20

30

40

50

請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

前記設定値角度は、前記複数の入口ガイドベーンの前記最小角度から前記最大角度まで前記複数の入口ガイドベーンの運動範囲の約 5 % である、

請求項 17 に記載の方法。

【請求項 20】

前記複数のフロアベーンの前記ピッチが前記最小ピッチ又は前記最大ピッチに調整されるまで前記複数の入口ガイドベーンの前記角度を前記設定値角度にほぼ維持する段階を含む、

請求項 17 に記載の方法。

10

【請求項 21】

電子デバイスのプロセッサによって実行可能な命令を格納する非一時的コンピュータ可読媒体であって、

前記命令は、

ガスタービンシステムの圧縮機セクションの複数の入口ガイドベーンの角度を該ガスタービンシステムの 1 又は 2 以上のモデル化された又は測定されたパラメータに基づいて調整する命令であって、該角度が、最小角度から最大角度までの範囲に及び前記調整する命令と、

前記圧縮機セクションの入口に流体的に連結されたフロアの複数のフロアベーンのピッチを調整する命令であって、該ピッチが、最小ピッチから最大ピッチまでの範囲に及び、該ピッチが、前記最小角度に対する前記複数の入口ガイドベーンの前記角度に基づいて調整される前記ピッチを調整する命令と、を含む、

20

ことを特徴とする媒体。

【請求項 22】

前記燃焼器セクションは、再循環圧縮機セクションであり、前記フロアは、排気ガス再循環 (EGR) タービンシステムの再循環フロアである、

請求項 21 に記載の媒体。

【請求項 23】

前記命令は、前記複数のフロアベーンの前記ピッチを調整して前記複数の入口ガイドベーンの前記角度と前記最小角度の間にヘッドスペースを維持する、

30

請求項 21 に記載の媒体。

【請求項 24】

前記ヘッドスペースは、前記複数の入口ガイドベーンの前記角度の前記範囲の約 10 % 未満又はそれに等しいことを特徴とする請求項 23 に記載の媒体。

【請求項 25】

前記ヘッドスペースは、前記複数の入口ガイドベーンの前記角度の前記範囲の約 5 % 未満又はそれに等しい、

請求項 23 に記載の媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

〔関連出願への相互参照〕

本出願は、2013 年 6 月 28 日出願の「SYSTEMS AND METHODS FOR CONTROLLING EXHAUST GAS FLOW IN EXHAUST GAS RECIRCULATION GAS TURBINE SYSTEMS」という名称の米国仮特許出願第 61/841,234 号、及び 2014 年 6 月 23 日出願の「SYSTEMS AND METHODS FOR CONTROLLING EXHAUST GAS FLOW IN EXHAUST GAS RECIRCULATION GAS TURBINE SYSTEMS」という名称の米国非仮特許出願第 14/312,659 号に対して優先権及び利益を主張し、これら特許出願の全ては、

50

引用により全体が本明細書に組み込まれる。

【 0 0 0 2 】

本明細書で開示される主題は、ガスタービンエンジンに関し、より具体的には、排気ガス再循環（EGR）ガスタービンシステムに関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 3 】

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し、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。タービン段は、高温の燃焼生成物によって駆動する時に、回転動力をシャフトに伝達する。回転シャフトは、次に、圧縮機セクションの1又は2以上の圧縮機段を駆動し、かつ発電機を駆動して電気エネルギーを生成することもできる。ガスタービンエンジンは、様々な制御装置を含み、排気ガス中の汚染物質も減少させながら、性能及び効率を改善することができる。残念ながら、制御装置は、排気ガス再循環を備えたガスタービンシステムに対して複雑になる。従って、排気ガス再循環を備えたガスタービンエンジンのための制御装置を改善することが望ましいと考えられる。

10

【 発明の概要 】

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 4 】

最初に請求項に記載された主題の範囲内にある特定の実施形態について以下で要約する。これらの実施形態は、特許請求した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。当然ながら、本開示は、以下に記載した実施形態と同様のもの又は該実施形態と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。

20

【 0 0 0 5 】

1つの実施形態において、排気ガス再循環（EGR）ガスタービンシステムは、EGR経路に沿って位置決めされ、かつ再循環された排気ガスを圧縮して排気ガス希釈剤を生成するように構成された排気ガス圧縮機を含む。排気ガス圧縮機は、流れ制御要素の位置に基づいて排気ガス圧縮機内へ再循環された排気ガスの流れを調節するように構成された流れ制御要素を有する入口セクションを含む。更に、流れ制御要素の位置は、最大開放位置から最小開放位置まで及ぶことが可能である。システムは、EGR経路に沿ってかつ排気ガス圧縮機の上流に位置決めされた再循環プロアを含み、再循環プロアは、再循環された排気ガスの流れを入口セクションに提供するように構成され、再循環された排気ガスの流れは、最小プロア出力から最大プロア出力まで及ぶ。システムはまた、流れ制御要素と再循環プロアとに接続されたコントローラを含み、コントローラは、EGRガスタービンシステムの測定された又はモデル化されたパラメータに基づいて流れ制御要素の位置を制御するように構成される。更に、コントローラは、再循環プロアの1又は2以上の作動パラメータを制御して、流れ制御要素の位置に基づいて入口セクションへの再循環された排気ガスの流れを制御するように構成される。

30

40

【 0 0 0 6 】

別の実施形態において、排気ガス再循環（EGR）ガスタービンシステムを制御する方法は、EGRガスタービンシステムの排気ガス圧縮機の複数の入口ガイドベーンの角度を調整する段階を含み、複数の入口ガイドベーンは、最小角度及び最大角度によって定められた第1の運動範囲を有し、この角度は、EGRガスタービンシステムの1又は2以上のモニタされた又はモデル化されたパラメータに基づいて調整される。本方法は、排気ガス圧縮機の上流に配置された再循環プロアの複数のプロアベーンのピッチを調整する段階を更に含み、複数のプロアベーンは、最小ピッチ及び最大ピッチによって定められた第2の運動範囲を有し、複数のプロアベーンのピッチは、少なくとも複数の入口ガイドベーンの角度に基づいて調整される。

50

【 0 0 0 7 】

別の実施形態において、非一時的コンピュータ可読媒体は、電子デバイスのプロセッサによって実行可能な命令を格納する。命令は、ガスタービンシステムの1又は2以上のモデル化された又は測定されたパラメータに基づいてガスタービンシステムの圧縮機セクションの複数の入口ガイドベーンの角度を調整し、この角度は、最小角度から最大角度まで及び。命令はまた、圧縮機セクションの入口に流体的に連結されたフロアの複数のフロアベーンのピッチを調整する命令を含み、ピッチは、最小ピッチから最大ピッチまで及び、ピッチは、最小角度に対する複数の入口ガイドベーンの角度に基づいて調整される。

【 0 0 0 8 】

本発明のこれらの及びその他の特徴、態様並びに利点は、図面全体を通して同じ参照符号が同様の部分を表す添付図面を参照して以下の詳細な説明を読むと、より良好に理解されるであろう。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 9 】

【 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概略図である。

【 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概略図である。

【 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概略図である。

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

【 図 5 】 図 1 ~ 図 3 の量論的排気ガス再循環 (S E G R) ガスタービンシステムを制御する制御システムの実施形態の概略図であり、 S E G R ガスタービンシステムの排気ガス再循環部分の構成要素を示す図である。

【 図 6 】 入口ガイドベーン (I G V) 角度及びフロアベーン (B V) ピッチが独立して変わる時の経時的な図 5 の S E G R ガスタービンシステムの実施形態の再循環ガスタービン (R G T) 排気温度を示すグラフである。

【 図 7 】 S E G R ガスタービンシステムの負荷が増加する時の好適な I G V 角度及び好適な B V ピッチを決定するために使用するために効率に焦点を当てた制御方策の実施形態を示すグラフである。

【 図 8 】 S E G R ガスタービンシステムの負荷が増加する時の好適な I G V 角度及び好適な B V ピッチを決定するために応答性に焦点を当てた制御方策の実施形態を示すグラフである。

【 図 9 】 本手法の実施形態に従って S E G R ガスタービンシステムの作動を制御する時の好適な I G V 角度及び好適な B V ピッチを決定するのにコントローラが使用することができる限界及び入力を示す概略図である。

【 図 1 0 】 本手法の実施形態に従って作動中の S E G R ガスタービンシステムの排気又は点火温度、 I G V 角度、及び B V ピッチを示す 1 組のグラフである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 0 】

本発明の1又は2以上の特定の実施形態について、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。技術又は設計プロジェクトと同様に、このような何らかの実際の実施構成の開発において、システム及び/又はビジネスに関連した制約への準拠など、実施構成毎に異なる可能性のある特定の目標を達成するために多数の実装時固有の決定が行われる点は理解されたい。その上、このような取り組みは、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。

【 0 0 1 1 】

詳細な例示的实施形態が、本明細書で説明されている。しかし、本明細書で開示された特定の構造及び機能の詳細は、例示的实施形態を説明する目的のための代表的なものに過ぎない。しかし、本発明の実施形態は、多くの代替の形態で具現化することができ、本明細書に記載された実施形態のみに限定されると解釈すべきではない。

【0012】

従って、例示的实施形態は、種々の修正及び代替の形態のもので可能であるが、これらの実施形態は、例として図に示され、本明細書で更に詳細に説明される。しかし、例示的实施形態を開示された特定の形態に限定することを意図するものでなく、それとは反対に、例示的实施形態は、本発明の範囲内に入る全ての修正物、均等物、及び代替形態を包含する点は理解されたい。

10

【0013】

本明細書で用いる専門用語は、特定の实施形態のみを説明するためのものであり、例示的实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、単数形の記載は、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「備えている」、「備える」、「有する(有している)」、及び/又は「含む(含んでいる)」は、本明細書で用いられるとき、特徴、整数、ステップ、操作、要素、及び/又は構成要素の存在を特定するが、1つ又は2つ以上の他の特徴、整数、ステップ、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】

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、例示的实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。

20

【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、何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。

30

【0016】

以下で詳細に検討されるように、開示される実施形態は、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。燃料及び/又は酸化剤の流れの制御に加えて、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 CO_2 の濃度レベルを上昇させるのに役立ち、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プロセス(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。

40

【0017】

当然ながら、種々の構成要素の動作時間の延長、冷却能力の機能強化による種々の構成

50

要素のより広い作動範囲、及びその他を含む本開示による EGR ガスタービンシステム内で再循環排気ガスを利用することによっていくつかの利点を実感することができる。このような実施形態は、以下で更に詳細に説明され、EGR ガスタービンシステムの一般構成要素が最初に導入され、続いて、再循環された排気ガスを EGR ガスタービンシステム内で利用することができる方式の特定の例がある。

【0018】

開示する実施形態は、排気ガス再循環経路に沿って排気ガスの流れを制御することにより、EGR ガスタービンシステムのパラメータ（例えば、排気ガス温度又は点火温度）を制御することに関する。特に、本実施形態は、再循環プロアを通して排気ガス再循環経路に沿って配置された再循環圧縮機セクションに入る排気ガスの流れを制御することによって EGR ガスタービンシステムの作動パラメータを制御するためのシステム及び方法を提供する。更に以下で詳細に記載するように、本発明に開示する制御システム及び方法は、EGR ガスタービンシステムのパラメータ（例えば、排気又は点火温度）が応答性の良い効率的な方式で調整されることを可能にすることができる。例えば、EGR ガスタービンシステムの制御を改善することにより、本手法は、システムが量論的又はほぼ量論的燃焼を維持して燃焼温度を制限し（例えば、燃焼中に NO_x の生成を制限し）、及び / 又は下流側用途に対して排気ガスの品質を改善することを可能にするのを助けることができる。

【0019】

上述の事項を考慮に入れて、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 の実施形態の概略図である。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（EOR）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 に連結された様々な坑外設備（クリスマスツリー又は生成ツリー 24 など）を含む。更に、井戸 26 は、地中 32 にある掘削ボア 30 を通って地下リザーバ 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、EOR 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。

【0020】

従って、EOR システム 18 は、地中 32 にあるボア 38 を通って地下リザーバ 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、EOR 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、EOR 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 EOR 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 を通って地下リザーバ 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 を通って地下リザーバ 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 を通って上方に送り出す。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 1 4 から生じた排気ガス 4 2 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 1 4 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 1 2 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。

【0021】

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 1 4 は、量論的排気ガス再循環（SEGR）ガスタービンシステム 5 2 及び排気ガス（EG）プロセスシステム 5 4 を含む。ガスタービンシステム 5 2 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）で作動するように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 1 4 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 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。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、O₂、N₂、H₂、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。

【0022】

SEGR ガスタービンシステム 5 2 及び EG プロセスシステム 5 4 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 プロセスシステム 5 4 は、熱回収蒸気発生器（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 5 2 から生じた排気ガス 60 を受け取って処理する。HRSG 56 は、1 又は 2 以上の熱交換器、凝縮器、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 の他の何れかの部分において用いることができる

10

20

30

40

50

。例えば、H R S G 5 6 は、低圧、中圧、及び / 又は高圧の蒸気 6 2 を生成することができる、これらは、低圧、中圧、及び高圧蒸気タービン段又は E O R システム 1 8 の異なる用途に選択的に適用することができる。蒸気 6 2 に加えて、脱塩水のような処理水 6 4 は、H R S G 5 6、E G R システム 5 8、及び / 又は E G プロセスシステム 5 4 又は S E G R ガスタービンシステム 5 2 の別の部分によって生成することができる。処理水 6 4 (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 6 4 は、S E G R ガスタービンシステム 5 2 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 6 2 及び水 6 4 の施設内での生成は、多くの用途 (炭化水素生成システム 1 2 を含む) で有益であるが、排気ガス 4 2、6 0 の施設内での生成は、S E G R ガスタービンシステム 5 2 から生成される低酸素含有、高圧及び熱に起因して、E O R システム 1 8 に特に有益とすることができる。従って、H R S G 5 6、E G R システム 5 8、及び / 又は E G プロセスシステム 5 4 の別の部分は、排気ガス 6 6 を S E G R ガスタービンシステム 5 2 に出力又は再循環できると同時に、排気ガス 4 2 を炭化水素生成システム 1 2 と共に使用するために E O R システム 1 8 に送ることができる。同様に、排気ガス 4 2 は、炭化水素生成システム 1 2 の E O R システム 1 8 にて使用するために S E G R ガスタービンシステム 5 2 から直接 (すなわち、E G プロセスシステム 5 4 を通過することなく) 抽出することができる。

10

【0023】

排気ガス再循環は、E G プロセスシステム 5 4 の E G R システム 5 8 により処理される。例えば、E G R システム 5 8 は、1 又は 2 以上の導管、バルブ、フロア、排気ガスプロセスシステム (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 S E G R ガスタービンシステム 5 2 の出力 (例えば、排気された排気ガス 6 0) から入力 (例えば、吸入された排気ガス 6 6) 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、S E G R ガスタービンシステム 5 2 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 6 6 を吸入させ、これにより排気ガス 6 6 を圧縮して、酸化剤 6 8 及び 1 又は 2 以上の燃料 7 0 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 6 8 は、周囲空気、純酸素、酸素富化空気、貧酸素空気、酸素 - 窒素混合気、又は燃料 7 0 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 7 0 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 7 0 は、天然ガス、液化天然ガス (L N G)、シンガス、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。

20

30

【0024】

S E G R ガスタービンシステム 5 2 は、燃焼器セクションにおいて排気ガス 6 6、酸化剤 6 8、及び燃料 7 0 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 6 0 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 6 8 と燃料 7 0 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。別の例によれば、各拡散燃料ノズルは、酸化剤 6 8 及び燃料 7 0 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 6 8 及び燃料 7 0 を燃料ノズルから燃焼ゾーンに別個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 6 8 及び燃料 7 0 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 6 8 及び燃料 7 0 の別個のストリームの間 (すなわち、酸化剤 6 8 及び燃料 7 0 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

40

50

0

20

30

40

50

5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、CO₂リッチ・N₂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CO₂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N₂純度又は濃度レベルとを有することができる。対照的に、CO₂希薄・N₂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CO₂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N₂純度又は濃度レベルとを有することができる。中間濃度CO₂・N₂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CO₂純度又は濃度レベル及び/又はN₂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、CO₂リッチ・N₂希薄ストリーム96及びCO₂希薄・N₂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CO₂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CO₂リッチ・N₂希薄ストリーム96、1又は2以上のCO₂希薄・N₂リッチストリーム98、1又は2以上の中間濃度CO₂・N₂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)を受け取ることができる。

10

20

【0027】

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プロセスシステム54との間で流体流(例えば、排気ガス42)を循環させることができる。例えば、EGプロセスシステム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プロセスシステム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プロセスシステム54両方によって用いることができる。EGプロセスシステム54から抽出される排気ガス42は、EGプロセスシステム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。

30

【0028】

各抽出ポイント76において、抽出した排気ガス42は、EGプロセスシステム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、目標システムに於いて、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、及び他の不完全燃焼生成物を有することができる。別の例によれば、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、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

40

50

、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。

【0029】

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、パッフル、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。

【0030】

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何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。

【0031】

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に接続された制御システム100を示した、図1のシステム10の実施形態の概略図である。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、該複合サイクルシステム102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を受け取って混合し、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、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。

【0032】

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、該排気ガス 42、60 を EG プロセスシステム 54 及び / 又は EG 供給システム 78 に送る。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 に送給することができる。上記で検討したように、EG プロセスシステム 54 は、HRSG 56 及び EGR システム 58 を含むことができる。HRSG 56 は、1 又は 2 以上の熱交換器、凝縮器、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 から熱を回収して水 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 を別個に駆動し、機械出力 72 及び / 又は電気出力 74 を独立して生成することができる。蒸気タービン 104 が HRSG 56 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 HRSG 56 に戻すよう再循環し、排気ガス 60 からの熱回収を介して追加の蒸気を発生させる。蒸気発生に加えて、HRSG 56、EGR システム 58、及び / 又は EG プロセスシステム 54 の別の部分は、水 64、及び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、並びに 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、水の利用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 プロセスシステム 54 の実施形態は、排気ガス 60 を HRSG 56 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 を再循環するよう構成することができる。

【0033】

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 HRSG 56 及び EGR システム 58 を含む EG プロセスシステム 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、プロア、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、熱回収蒸気発生器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 HRSG 56 を備えた実施形態において、HRSG 56 は、EGR システム 58 の 1 つの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、HRSG 56 は、排気ガス再循環経路 110 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。HRSG 56 が EGR システム 58 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 か、又は 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 か、或い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 プロセスシステム 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。

【0034】

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取ることができるが、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 を受け取ることができる。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。

【0035】

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、或いはまた、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か、又はトリプル冗長プロセッサのような 2 又はそれ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、リードオンリーメモリ、ランダムアクセスメモリ、又はこれら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。

【0036】

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且つ本明細書で記載される各要素 (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介して互いに通信可能に接続される。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 1 3 0、コントローラ 1 1 8 からの制御信号、ユーザからの制御信号、又はこれらの組合せに基づいて制御を可能にする。従って、

本明細書で記載され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。

【0037】

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 を得るために、システム 10 全体にわたって配置された 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 プロセスシステム 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配置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 CO_2 センサ）、硫黄酸化物（例えば、 SO_x センサ）、水素（例えば、 H_2 センサ）、酸素（例えば、 O_2 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、或いはこれらの組合せに対するセンサを含むことができる。

【0038】

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、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、（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 の吸入流を調整（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 CO_2 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）をモニタし及び / 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 / 又は当量比を調整することができる。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 プロセスシステム 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；又はこれらの組合せを含む、例示され図面を参照して説明され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 内で燃焼をする酸化剤 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）を調整（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

気された)、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。

【0039】

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)未満のように、エミッションレベル(例えば、排気ガス42の濃度レベル、60、95)を目標範囲に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ことができる。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、及び一酸化炭素(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の目標範囲内に、及び窒素酸化物(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。

【0040】

制御システム100をまた、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に接続することができる。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を通じてなど、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のモニタ及び制御を可能にする。

【0041】

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を受け取り、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、HRSG56、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を受け取ることができる。同様に、SE

10

20

30

40

50

G R ガスタービンシステム制御部 1 2 6 は、S E G R ガスタービンシステム 5 2、機械装置 1 0 6、E G プロセスシステム 5 4、又はこれら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 1 3 0 を受け取ることができる。例えば、センサフィードバック 1 3 0 は、S E G R ガスタービンシステム 5 2 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、火炎センサ、燃料組成センサ、排気ガス組成センサ、又はこれらの組合せから得ることができる。最後に、機械制御部 1 2 8 は、機械出力 7 2 及び電気出力 7 4 に関連する種々のセンサ並びに機械装置 1 0 6 内に配置されたセンサからセンサフィードバック 1 3 0 を受け取ることができる。これら制御部 1 2 4、1 2 6、及び 1 2 8 の各々は、センサフィードバック 1 3 0 を用いて、タービンベースのサービスシステム 1 4 の作動を改善する。

10

【0042】

図示の実施形態において、S E G R ガスタービンシステム制御部 1 2 6 は、E G プロセスシステム 5 4、E G 供給システム 7 8、炭化水素生成システム 1 2、及び / 又は他のシステム 8 4 における排気ガス 4 2、6 0、9 5 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、S E G R ガスタービンシステム制御部 1 2 6 は、排気ガス 6 0 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 E O R システム 1 1 2 と共に使用す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 4 2、6 0 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）の閾値レベルが、排気ガス 4 2、6 0 中に約 1 0、2 0、3 0、4 0、5 0、6 0、7 0、8 0、9 0、1 0 0、2 0 0、3 0 0、4 0 0、5 0 0、1 0 0 0、2 0 0 0、3 0 0 0、4 0 0 0、又は 5 0 0 0 p p m v（百万分の 1 体積）未満とすることができる。別の例によれば、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、S E G R ガスタービンシステム制御部 1 2 6 は、S E G R ガスタービンシステム 5 2 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。S E G R ガスタービンシステム制御部 1 2 6 はまた、排気ガス 4 2、6 0、9 5 の温度、圧力、流量、及びガス組成を排気ガス注入 E O R システム 1 1 2、パイプライン 8 6、貯蔵タンク 8 8、及び炭素隔離システム 9 0 に好適な範囲内に維持するよう、E G 抽出システム 8 0 及び E G 処理システム 8 2 を制御することができる。上記で検討したように、E G 処理システム 8 2 は、C O₂ リッチ・N₂ 希薄ストリーム 9 6、中間濃度 C O₂・N₂ ストリーム 9 7、及び C O₂ 希薄・N₂ リッチストリーム 9 8 のような 1 又は 2 以上のガスストリーム 9 5 内への排気ガス 4 2 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 4 2、6 0、及び 9 5 の制御に加えて、制御部 1 2 4、1 2 6、及び 1 2 8 は、機械出力 7 2 を好適な出力範囲内に維持し、又は電気出力 7 4 を好適な周波数及び出力範囲内に維持するよう 1 又は 2 以上の命令を実行することができる。

20

30

【0043】

図 3 は、炭化水素生成システム 1 2 及び / 又は他のシステム 8 4 と共に使用するための S E G R ガスタービンシステム 5 2 の詳細を更に例示した、システム 1 0 の実施形態の概略図である。図示の実施形態において、S E G R ガスタービンシステム 5 2 は、E G プロセスシステム 5 4 に連結されたガスタービンエンジン 1 5 0 を含む。図示のガスタービンエンジン 1 5 0 は、排気ガス圧縮機セクション 1 5 2、燃焼器セクション 1 5 4、及び膨張器セクション又はタービンセクション 1 5 6 を含む。排気ガス圧縮機セクション 1 5 2 は、直列配列で配置された回転圧縮機ブレードの 1 ~ 2 0 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 1 5 8 を含む。同様に、燃焼器セクション 1 5 4 は、S E G R ガスタービンシステム 5 2 の回転軸線 1 6 2 の周りで円周方向に配置された 1 ~ 2 0 の燃焼器 1 6 0 のような 1 又は 2 以上の燃焼器 1 6 0 を含む。更に、各燃焼器 1 6 0 は、排気ガス 6 6、酸化剤 6 8、及び / 又は燃料 7 0 を注入するよう構成された 1 又は 2 以上の燃料ノズル 1 6 4 を含むことができる。例えば、各燃焼器 1 6 0 のヘッド端部部分 1 6 6 は、1、2、3、4、5、6、又はそれ以上の燃料ノズル 1 6 4 を収容することができ、該燃

40

50

料ノズルは、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 の燃焼部分 168 (例えば、燃焼室) に注入することができる。

【0044】

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た) 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た) のあらゆる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 を内部で混同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 を受け取ることができる。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。これに加えて、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 NO_2) 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。

【0045】

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。特に、燃料 70 及び酸化剤 68 は、火炎表面 (又は拡散境界 / 界面) に別個に接近し、次いで、火炎表面 (又は拡散境界 / 界面) に沿って拡散 (例えば、分子及び粘性拡散を介して) し、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 のあらゆる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 とは別個に (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。

【0046】

作動時には、図示のように、排気ガス圧縮機セクション 152 は、EG プロセスシステム 54 からの排気ガス 66 を受け取って圧縮し、次いで、圧縮した排気ガス 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。排気ガス圧縮機セクション 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ブレードを有

することができる１又は２以上のタービン又はタービン段１７４を含む。ここで、これらのタービンブレードは、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／又は排気ガス圧縮機セクション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に再循環して排気ガス圧縮機セクション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プロセスシステム５４（例えば、ＨＲＳＧ５６及び／又はＥＧＲシステム５８）を通過する。

10

【００４７】

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を受け取って混合して、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。

20

30

40

【００４８】

要素符号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、任意の順序で、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）、

50

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、又はこれらの組合せの何らかの直列及び／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）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（例えば、酸化剤流）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から熱を伝達する。間接式熱交換器の例は、中間冷却器熱交換器、及び熱回収蒸気発生器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

【００４９】

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整し、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って、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あらゆる並び換えを含むことを意図しており、構成要素の１つ、２つ以上、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

【００５０】

（表１）

106A	106B	106C	106D	106E	106F
MOC	GEN				
MOC	GBX	GEN			
LP MOC	HP MOC	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

40

50

【0051】

表1において上記で示したように、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、発電機は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、蒸気発生器ユニットはSTGNで表されている。表1は、排気ガス圧縮機セクション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又はそれ以上の構成要素を含むあらゆる欄（セル）は、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、加圧排気ガス170の品質を劣化させる何らかの酸化剤68又は燃料70無しで、排気ガス170の分離及び抽出を可能にするよう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。

【0052】

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。特に、EG 供給システム 78（例えば、EG 抽出システム（EGES）80）は、排気ガス圧縮機セクション 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 への抽出排気ガス 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

【0053】

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 の追加も無しに排気ガス 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、種々のプロセス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に 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

【0054】

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 プロセスシステム 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、任意の順序で、1 又は 2 以上の熱交換器（例えば、熱回収蒸気発生器などの熱回収ユニット、凝縮器、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

40

50

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 のあらゆる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。

【0055】

(表 2)

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

【0056】

表 2 において上記で示したように、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、ブースタブローアは 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、熱回収蒸気発生器は HRS G で表され、凝縮器は 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 から排気ガス圧縮機セクション 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、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又はそれ以上の構成要素を含むあらゆる欄(セル)は、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の例であり、HRSGは、HRUの例であり、COND、WFIL、及びCFILはWRUの例であり、INNER、FIL、WFIL、及びCFILはPRUの例であり、WFIL及びCFILは、FILの例である。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、HRSG56、EGRシステム58、又はこれらの組合せ内で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192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/又は排気ガス圧縮機セクション152の排気ガス入口184に再循環することができる。

【0057】

処理された再循環排気ガス66が排気ガス圧縮機セクション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、タービンシュラウド、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)に沿って排気ガス圧縮機セクション152の上流側圧縮機段に送られ、これにより排気ガス圧縮機セクション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、排気ガス圧縮機セクション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。

【0058】

図4は、図1~図3に示したシステム10の動作プロセス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、プロセス220は、コンピュータに実装されたプロセスとすることができ、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、プロセス220の各ステップは、図2を参照して説明された制御システム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。

【0059】

プロセス220は、ブロック222で示されるように、図1~図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ステップ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、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の間、プロセス220は、ブロック224で示されるように、加圧された酸化剤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、圧縮

された酸化剤は、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。プロセス 220 はまた、ブロック 226 で示されるように、始動モード 222 の間、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 の間、プロセス 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）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 の間、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、始動モードの間、プロセス 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 SEG 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。

10

20

30

40

50

【0060】

次いで、プロセス 220 は、ブロック 230 で示されるように、燃焼器 160 において圧縮された酸化剤、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。特に、プロセス 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、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 の間、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（及び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 及び燃料 70 を有する可能性がある。このため、プロセス 220 は、始動モードの間に高温燃焼ガス 172 中の残留酸化剤 68 及び燃料 70 を低減又は排除するよう 1 又は 2 以上の制御命令を実行することができる。

【0061】

次いで、プロセス 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、プロセス 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、排気ガス処理ステップ 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、HRSG 56 を用いた熱回収、及びその他を含むことができる。プロセス 220 はまた、ブロック 236 で示されるように、SEG ガスタービンシステム 52 の排気ガス圧縮機セクション 152 に排気ガス 60 の少なくとも一部を再循環することができる。例えば、排気ガスの再循環ステップ 236 は、図 1 ~ 図 3 に示すように、EG プロセスシステム 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。

【0062】

再循環された排気ガス 66 は、次に、ブロック 238 で示されるように、排気ガス圧縮機セクション 152 において圧縮することができる。例えば、SEG ガスタービンシステム 52 は、排気ガス圧縮機セクション 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、プロセス 220 が最終的に定常状態モードに移行するまで、ステップ 230、232、234、236、及び 238 を繰り返すことができる。移行ステップ 240 になると、プロセス 220 は、引き続きステップ 224 ~ 238 を実施することができるが、更に、ブロック 242 で示されるように、EG 供給システム 78 を介して排気ガス 42 の抽出を開始することができる。例えば、

排気ガス４２は、図３に示すように、排気ガス圧縮機セクション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、プロセス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ＥＧ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～図３に示されるＥＯＲシステム１８の排気ガス注入ＥＯＲシステム１１２によって用いることができる。

【００６３】

排気ガス４２が、図３に示したように１又は２以上の抽出ポイント７６から抽出されると、ＳＥＧＲガスタービンシステム５２は、一般に、質量平衡を維持することを求める場合がある点は理解することができる。すなわち、一般に、１又は２以上の抽出ポイント７６から抽出された排気ガスの流れは、ＳＥＧＲガスタービンシステム５２の燃焼器１６０内に追加されている燃料７０及び酸化剤６８の流れにほぼ等しくすることが望ましい場合がある。従って、この質量平衡の維持は、作動中にＳＥＧＲガスタービンシステム５２が好適な圧力を維持することを可能にすることができる。

【００６４】

図５は、ＳＥＧＲガスタービンシステム５２の作動を制御するように構成された制御システム２６０の１つの実施形態を概略的に示す。特に、制御システム２６０は、排気ガス再循環経路１１０に沿って排気ガス６０が再循環する時に排気ガス６０の１又は２以上のパラメータ（例えば、流量又は圧力）の制御を可能にする。種々の流れ調整特徴の中でも、制御システム２６０は、本明細書に説明する流れ制御技術を実施することができる一連のモジュール又はコンピュータプログラムを含むことができるコントローラ１１８を含む。１つの実施形態において、コントローラ１１８は、格納された命令を実行して本明細書に説明する排気流制御技術を実施するように構成された１又は２以上の組の命令及び１又は２以上の処理デバイスを全体として格納する１又は２以上の有形の非一時的機械可読媒体を含むことができる。１又は２以上の組の命令は、例えば、ＳＥＧＲガスタービンシステム５２を通る１又は２以上の排気流を調整するためのモジュールを全体として又は個々に含むことができる。本明細書で開示するモジュールは、集中型ワークステーション（例えば、１又は２以上のアプリケーションのような現場内又は現場外ワークステーション）、或いは１又は２以上のワークステーション、パネル、又は自動コントローラを近接した種々の制御バルブ、導管接合部、及びその他などのＳＥＧＲガスタービンシステム５２全体を通して分配することができる分配システムで実施することができることに注目すべきである。制御システム２６０及びＳＥＧＲガスタービンシステム５２の特定の特徴のみが、検討目的のために図５に示されているが、制御システム２６０の特定の実施形態は、図５には明確には示されていない他の特徴（例えば、図１～図４に記載された特徴）を含むことができることに注目すべきである。

【００６５】

図５に示すＳＥＧＲガスタービンシステム５２は、ＳＥＧＲガスタービンシステム５２内の排気ガスの移動及び準備を促進するための特定の構成要素を有するＥＧプロセスシステム５４の１つの実施形態を示している。特に、図示のＥＧプロセスシステム５４は、ＳＥＧＲガスタービンシステム５２の再循環経路１１０に沿って再循環フロア２６２（ブースタフロアとも呼ばれる）の両側（例えば、上流側及び下流側）に配置された２つのＨＲＳＧ要素５６Ａ及び５６Ｂを含む。他の実施形態において、１つよりも多い再循環フロア２６２は、直列又は並列のいずれかで排気ガス再循環経路１１０に連結することができる。更に、再循環フロア２６２は、制御ユニット２５７を含み、再循環フロアの作動を制御することができる。例えば、特定の実施形態において、制御ユニット２５７は、以下で詳細に検討するように、コントローラ１１８からの命令に基づいて再循環フロア２６２の１又は２以上のモータ２５９及びアクチュエータ２６１を制御することができる。

【００６６】

再循環ブロア 2 6 2 は、いくつかのブロアベーン (B V s) 2 6 4 を含むことができ、それらの位置は、再循環ブロア 2 6 2 の 1 又は 2 以上のアクチュエータ 2 6 1 によって制御することができる。 B V 2 6 4 のピッチ又は角度 2 6 3 に基づいて (例えば、半径方向 2 6 5 に対する)、再循環ブロア 2 6 2 を通る排気ガスの流量は、増加する場合もあり又は減少する場合もある。例えば、特定の実施形態において、 B V 2 6 4 が、最小 B V ピッチ 2 6 3 (例えば、 0、 1、 2、 3、 4、 5、 10、 15、 20、 25、 30、又は 35 度、或いは別の好適な低 B V ピッチ) を有するとき、再循環ブロア 2 6 2 は、最小出力 (再循環ブロア 2 6 2 にわたる最小排気ガス流又は最小圧力上昇) を提供することができる。反対に、このような実施形態において、 B V 2 6 4 が最大 B V ピッチ 2 6 3 (例えば、 40、 45、 50、 55、 60、 65、 70、 75、 80、 85、 90 度、又は別の好適な比較的高い角度) に設定されるとき、再循環ブロア 2 6 2 は、最大出力 (例えば、最大排気ガス流及び / 又は最大圧力上昇) を提供することができる。特定の実施形態において、 B V 2 6 4 は、 25 度 ~ 80 度を延びる運動範囲を有することができる。他の実施形態において、 B V ピッチ 2 6 3 は、別の方向 (例えば、軸線方向設計基準方向 2 6 7) に対して決定することができ、従って、最小 B V ピッチ 2 6 3 は、再循環ブロア 2 6 2 の最大出力に対応することができ、逆もまた同じである点は理解することができる。更に、特定の実施形態において、 1 又は 2 以上のアクチュエータ 2 6 1 を調整して、不感帯 (例えば、 1、 2、 3、 4、 5、 6、 7、 8、 9、又は 10 度) に基づいて又は連続的に変更可能な方式で B V ピッチ 2 6 3 に影響を与えることができる点は理解することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 7 】

図 5 に示す再循環ブロア 2 6 2 の制御ユニット 2 5 7 は、再循環ブロア 2 6 2 の排気ガス出力を制御するためにコントローラ 1 1 8 に通信可能に接続され、コントローラ 1 1 8 が B V ピッチ 2 6 3 をモニタして調節できるようにする。例えば、以下で詳細に検討するように、コントローラ 1 1 8 は、制御ユニット 2 5 7 が B V ピッチ 2 6 3 を調整して (例えば、 1 又は 2 以上のアクチュエータ 2 6 1 を用いて) 再循環ブロア 2 6 2 から下流側の排気ガス 6 0 の流量、再循環ブロア 2 6 2 にわたる排気ガス流の圧力上昇、及びその他を変えるようにすることができる。特定の実施形態において、再循環ブロア 2 6 2 の他のパラメータ (例えば、電力、電圧、又は 1 分間当たりの回転数 (R P M)) の何れか 1 つ又は組合せは、これに加えて又はこれに代えて調整され (例えば、コントローラ 1 1 8 及び制御ユニット 2 5 7 により)、本手法に従って再循環ブロア 2 6 2 の排気ガス出力を制御することができる。更に、以下で詳細に検討するように、 S E G R ガスタービンシステム 5 2 の作動中に、コントローラ 1 1 8 は、 S E G R ガスタービンシステム 5 2 の種々の構成要素のいくつかのパラメータ及び限界を考慮して、特定の組の条件下で再循環ブロア 2 6 2 に好適な出力 (例えば、好適な B V ピッチ 2 6 3) を決定することができる。

【 0 0 6 8 】

図 5 に示す E G プロセスシステム 5 4 を行き来した後、排気ガス 6 0 は、排気ガス再循環経路 1 1 0 を流れ下り続けて流れ排気ガス圧縮機セクション 1 5 2 に達することができる。より具体的には、排気ガス再循環経路 1 1 0 は、排気ガス 6 0 を排気ガス圧縮機セクション 1 5 2 の排気ガス入口 1 8 4 に向けることができ、その結果、排気ガス 6 0 は、上記で検討したように、排気ガス圧縮機セクション 1 5 2 内に導入することができるようになる。更に、図 5 に示す排気ガス圧縮機セクション 1 5 2 の排気ガス入口 1 8 4 は、 1 又は 2 以上の入口ガイドベーン (I G V) 2 6 6 又は別の好適な流れ制御機構などの流れ制御機構を含み、排気ガス圧縮機セクション 1 5 2 内への排気ガスの流れを制御又は調節する。流れ制御機構 (例えば、 I G V 2 6 6) を特定の位置に設定して、排気ガス流の一部が排気ガス入口 1 8 4 を通って排気ガス圧縮機セクション 1 5 2 に貫流するのを制限又は遮断 (例えば、制御又は調整) することができる。例えば、 I G V 2 6 6 は、 1 又は 2 以上のアクチュエータ 2 6 9 によって特定の角度 (例えば、入口ガイドベーン (I G V) の角度 2 7 1) に調整され、排気ガス入口 1 8 4 で受け取った排気ガス流の特定の量が圧縮のために排気ガス圧縮機セクション 1 5 2 に流入することを可能にすることができる。

【 0 0 6 9 】

従って、図 5 に示す I G V 2 6 6 の 1 又は 2 以上のアクチュエータ 2 6 9 は、コントローラ 1 1 8 に通信可能に接続され、コントローラ 1 1 8 が I G V 角度 2 7 1 をモニタして調整し、どのくらいの排気ガス流を排気ガス圧縮機セクション 1 5 2 内に導入するか制御できるようにする。例えば、I G V 2 6 6 は、時には軸線方向設計基準方向 2 6 7 に対して約 0 度又は別の好適な低角度（例えば、0 ~ 2 5 度、1 ~ 2 0 度、2 ~ 1 5 度、又は 3 ~ 1 0 度、4 ~ 5 度）のような最大開放位置にコントローラ 1 1 8 によって設定され、排気ガス圧縮機セクション 1 5 2 内に最大排気流を提供することができる。更に、I G V 2 6 6 は、時には軸線方向設計基準方向 2 6 7 に対して約 7 5 度又は別の好適な高角度（例えば、2 5 ~ 7 5 度、3 5 ~ 6 5 度、4 5 ~ 6 0 度、又は 5 0 ~ 5 5 度）のような最小開放位置にコントローラ 1 1 8 によって設定され、排気ガス圧縮機セクション 1 5 2 内に最小排気流を提供することができる。特定の実施形態において、1 又は 2 以上のアクチュエータ 2 6 9 は、不感帯（例えば、1、2、3、4、5、6、7、8、9、又は 1 0 度）に基づいて又は連続的に変更可能な方式で I G V 角度 2 7 1 を調整することができる。具体的な例によって、特定の実施形態において、B V ピッチ 2 6 3 は、不感帯に基づいて調整することができるが、I G V 角度 2 7 1 は、連続的に変更可能な方式で調整することができる。他の実施形態において、I G V 角度 2 7 1 は、別の方向（例えば、半径方向 2 6 5）に対して決定することができ、従って、最大 I G V 角度は、排気ガス圧縮機セクション 1 5 2 内への排気ガスの最大流れに対応することができ、逆もまた同じである点は理解することができる。以下で詳細に検討するように、S E G R ガスタービンシステム 5 2 の作動中に、コントローラ 1 1 8 は、S E G R ガスタービンシステム 5 2 の構成要素の特定の

10

20

30

40

50

【0070】

上述のように、少なくとも部分的に排気ガス圧縮機セクション 1 5 2 の排気ガス入口 1 8 4 における流れ制御要素（例えば、I G V 2 6 6）の位置及び再循環フロア 2 6 2 の出力によって、図 5 に示す排気ガス再循環経路 1 1 0 を通る排気ガス 6 0 の流れが調節される。従って、特定の実施形態において、コントローラ 1 1 8 は、I G V 角度 2 7 1 及び B V ピッチ 2 6 3 の両方を制御することによって排気ガス再循環経路 1 1 0 を通って排気ガス 6 0 の流れを制御することができる。更に、特定の実施形態において、コントローラ 1 1 8 は、I G V 角度 2 7 1 及び B V ピッチ 2 6 3 を調整して、S E G R ガスタービンシステム 5 2 の構成要素の限界を考慮に入れながら、S E G R ガスタービンシステム 5 2 の特定のパラメータを維持することができる（例えば、目標値に、目標範囲内に、又は特定の閾値以下に）点は理解することができる。

【0071】

例えば、コントローラ 1 1 8 は、1 又は 2 以上のセンサ（例えば、温度センサ 2 6 8）を用いてタービンセクション 1 5 6 を出た排気ガス 6 0 の温度を決定することができる。特定の実施形態において、コントローラ 1 1 8 は、一般に、I G V 2 6 6 及び / 又は B V 2 6 4 の位置を調整して、閾値以下又は特定の設定値に排気ガス温度を維持することができる。これに加えて又はこれに代えて、コントローラ 1 1 8 は、1 又は 2 以上のセンサ（例えば、温度センサ 2 6 8）によって測定された排気温度に基づいて S E G R ガスタービンシステム 5 2 の燃焼器セクション 1 5 4 内で点火温度（例えば、燃焼温度）をモデル化することができ（例えば、リアルタイム又はほぼリアルタイムコンピュータモデリングソフトウェアを用いて）、少なくとも部分的に I G V 2 6 6 及び / 又は B V 2 6 4 を制御することによって閾値以下又は特定の作動範囲内に点火温度を維持するように作動することができる。

【0072】

上述の事項を考慮に入れて、図 6 は、S E G R ガスタービンシステム 5 2 の再循環ガスタービン（R G T）排気温度がいかに B V ピッチ 2 6 3 の変化と比べて I G V 角度 2 7 1 の変化により影響を受ける場合があるかを示すものである。すなわち、図 6 のグラフ 2 8 0 は、R G T 排気温度が、S E G R ガスタービンシステム 5 2 の他のエフェクタをほぼ固定した状態で開ループ方式で I G V 角度 2 7 1（線 2 8 2）又は B V ピッチ 2 6 3（線 2

84)のいずれかを調整しながら経時的にいかに変化することができるかを示している。グラフ280を参照して理解されるように、排気ガス圧縮機セクション152内への排気ガス入口184を通る更に大きな排気流を可能にする角度量(例えば、1、2、3、4、5、6、7、8、9、又は10度)だけIGV角度271が減少する時の線282は、RGT排気温度の劇的な変化を示している。排気ガス60の流量増加の理由で、点火温度及び生じたRGT排気温度は、燃焼プロセスにおける燃料及び酸化剤に対するより多くの希釈排気ガスの存在に起因して低下する。

【0073】

対照的に、角度量(例えば、1、2、3、4、5、6、7、8、9、又は10度)だけBVピッチ263が増加する時の図6のグラフ280の線284は、RGT排気温度のより漸次的な変化を示し、より大量の排気ガスの流れを排気ガス入口184に提供する。2つの線282及び284を比較するために、破線286は、特定の時点(例えば、いずれかの調整後5、7、10、又は15秒)を示している。時間286で、BVピッチ263の調整によって提供されるRGT排気温度の変化(すなわち、線284)は、IGV角度271の調整によって提供される変化(例えば、線282)よりも約40%小さいRGT排気温度変化を反映している。従って、BV264は、IGV266よりも燃焼器セクション154からより遠くに取り外されるので(すなわち、図5に示すように)、BVピッチ263の変化は、一般に、IGV角度271の変化と同じくらい速く(又は同じ程度まで)はRGT排気温度(又は燃焼器セクション154内の点火温度)に影響を与えない場合がある。

10

20

【0074】

従って、SEGRガスタービンシステム52のRGT排気又は点火温度は、一般に、BVピッチ263の変化に対するよりもIGV角度271の変化に対して速く応答することができる。更に考慮すると、再循環ブローア262は、一般に、BV264をより高いBVピッチ263に設定する時により多くの電力を消費する場合があります、又はそれ以外は再循環ブローア262の出力は増加する。これらを考慮に入れて、1つの制御方策において、単に最小時間量で再循環ブローア262を作動することが効率の観点から有益とすることができる。例えば、図7に戻ると、グラフ900は効率に焦点を当てた制御方策を示し、コントローラ118は、好適なIGV角度271及び好適なBVピッチ263を決定するために使用してRGT負荷の増加に応答することができ、RGT負荷の増加は、SEGRガスタービンシステム52におけるRGT点火及び排気温度の上昇に対応する。換言すると、図7で示される制御方策に対して、再循環ブローア262は、最小時間量で作動する。

30

【0075】

図7のグラフ290は、RGT負荷が増加する時のIGV角度271(線292で示される)がコントローラ118によって減少し、排気ガス圧縮機セクション152内への排気ガスのより多くの流れを可能にすることができることを示している。最終的に、RGT負荷が増加し続ける場合、IGV角度271は、最小角度(例えば、0°などの最小設定値)に達することができ、IGV266は最小開放位置にあり、IGV266を通る最大流れを可能にすることができる。このポイントを越えてRGT負荷が更に増加し続ける場合、再循環ブローア262のBVピッチ263(294で示される)は、コントローラ118によって増加し(例えば、最小ピッチから)、再循環ブローア262が追加の電力を消費できるようにすることができる。しかし、上述のように、BVピッチ263を調整することは、IGV角度271を調整することと同じくらい速くはSEGRガスタービンシステム52のRGT排気又は点火温度に影響を与えない。従って、図7で示される制御方策は、効率(例えば、再循環ブローア262の最小使用)を強調するが、SEGRガスタービンシステム52のRGT排気又は点火温度の微細な制御又は応答性は、領域296にわたって著しく低減することがあり、これは、再循環ブローア262を用いてRGT排気又は点火温度を制御する時間期間である。同様に、SEGRガスタービンシステム52はまた、図7に示すように、制御されているときに負荷需要の変化に迅速に応答するその能力に限界がある場合がある。

40

50

【 0 0 7 6 】

図 8 は、コントローラ 1 1 8 が、好適な I G V 角度 2 7 1 及び好適な B V ピッチ 2 6 3 を決定して R G T 負荷の増加に応答するように使用することができる別の制御方策（応答性に焦点を当てた）の例を示したグラフ 3 0 0 を示している。上述のように、R G T 負荷の増加は、S E G R ガスタービンシステム 5 2 における R G T 点火及び排気温度の増加に対応する。図 8 のグラフ 3 0 0 において、S E G R ガスタービンシステム 5 2 の R G T 負荷が確実に増加すると、I G V 角度 2 7 1（線 3 0 2 で示される）は、コントローラ 1 1 8 によって最初は減少し、排気ガス圧縮機セクション 1 5 2 内へのより多くの排気ガス 6 0 の流れを可能にすることができる。しかし、グラフ 2 9 0 とは対照的に、R G T 負荷が増加し続けると、I G V 2 6 6 は、最終的に特定の設定値角度又は位置 3 0 1（例えば、最適開放位置から 5 度又は 5 %）に達することができる。I G V 2 6 6 の特定の設定値角度又は位置 3 0 1 は、上及び下で設定される制御目的のために十分なヘッドスペース 3 0 3 を可能にする何らかの好適な角度又は位置とすることができる点は理解することができる。

10

【 0 0 7 7 】

例えば、特定の実施形態において、I G V 2 6 6 の特定の設定値角度又は位置 3 0 1 は、望ましいヘッドスペース 3 0 3 を提供する最大開放位置から I G V 2 6 6 の運動範囲の約 5 0 %、4 5 %、4 0 %、3 5 %、3 0 %、2 5 %、2 0 %、1 5 %、1 0 %、7 %、5 %、又は 3 % とすることができる。特定の実施形態において、I G V 2 6 6 の特定の設定値角度又は位置 3 0 1 は、最大開放位置から I G V 2 6 6 の運動範囲の約 5 0 % ~ 約 2 %、約 4 0 % ~ 約 3 %、約 3 0 % ~ 約 4 %、約 2 0 % ~ 5 %、又は約 1 0 % ~ 約 5 % とすることができる。別の例によれば、特定の実施形態において、I G V 2 6 6 の特定の設定値角度又は位置 3 0 1 は、最大開放位置から約 5 0、4 5、4 0、3 5、3 0、2 5、2 0、1 5、1 0、7、5、又は 3 度とすることができる。特定の実施形態において、I G V 2 6 6 の特定の設定値角度又は位置 3 0 1 は、最大開放位置から約 5 0 度 ~ 約 2 度、約 4 0 度 ~ 約 3 度、約 3 0 度 ~ 約 4 度、約 2 0 度 ~ 約 5 度、又は約 1 0 度 ~ 約 5 度とすることができる。

20

【 0 0 7 8 】

図 8 のグラフ 3 0 0 に示すように、I G V 2 6 6 が設定値角度又は位置 3 0 1 に達すると、R G T 負荷が増加し続ける場合、B V ピッチ 2 6 3（線 3 0 4 で示される）を調整して、I G V 2 6 6 の設定値角度又は位置 3 0 1 をほぼ維持できるように再循環ブローア 2 6 2 の出力を増加させることができる。換言すると、B V ピッチ 2 6 3 は、I G V 2 6 6 が特定のヘッドスペース 3 0 3（I G V 2 6 6 の最大開放位置から 5 度又は 5 %）を維持するように調整することができる。図 6 に対して上で検討したように、ヘッドスペース 3 0 3 は、コントローラ 1 1 8 が I G V 角度 2 7 1 を調整して S E G R ガスタービンシステム 5 2 の R G T 排気又は点火温度を迅速に調整することができるように、I G V 2 6 6 の十分な移動を可能にすることができる点は理解することができる。

30

【 0 0 7 9 】

図 8 に示すように、領域 3 0 6 において、S E G R ガスタービンシステム 5 2 の R G T 負荷が増加し続けると、B V 2 6 4 は、最終的に最大 B V ピッチ 2 6 3 に達して再循環ブローア（線 3 0 7 で示されるように）の最大出力に対応することができる。その時点で、S E G R ガスタービンシステム 5 2 の R G T 負荷が更に増加する場合、コントローラ 1 1 8 は、ヘッドスペース 3 0 3 の維持をしない場合があり、I G V 角度 2 7 1 を減少させて排気ガス圧縮機セクション 1 5 2 内への排気流を増加させ、S E G R ガスタービンシステム 5 2 の他の限界（例えば、以下で検討する R G T 排気又は点火温度限界）を満足させることができる。図 8 に示した制御方策に対して、S E G R ガスタービンシステム 5 2 の R G T 排気又は点火温度は、領域 3 0 6 にわたってより敏感に制御することができる点は理解することができる。更に、図 8 により表された制御方策は、図 7 に表された制御方策よりもわずかに効率が悪い場合があり（例えば、前述の I G V ヘッドスペース 3 0 3 を維持する時の再循環ブローア 2 6 2 による追加の電力消費により）、この手法は、一般に、コント

40

50

ローラ 1 1 8 がより敏感な入力（例えば、I G V 角度 2 7 1）を用いて領域 3 0 6 にわたって R G T 排気又は点火温度制御装置を制御できるようにすることができる。

【 0 0 8 0 】

図 9 は、S E G R ガスタービンシステム 5 2 の作動を制御するときに好適な I G V 角度 2 7 1 及び好適な B V ピッチ 2 6 3 を決定するために、特定の実施形態においてコントローラ 1 1 8 が利用することができる限界及び入力を示す混成ブロック流れ図である。図 9 に示す実施形態に対して、コントローラ 1 1 8 は、S E G R ガスタービンシステム 5 2 の現在の測定 R G T 排気温度又は現在のモデル化 R G T 点火温度 3 1 2 に基づいて適切な I G V 角度 2 7 1 を決定することができる。従って、コントローラ 1 1 8 は、R G T 排気又は点火温度限界 3 1 4（例えば、上限閾値、下限閾値、又は範囲）に対して現在の排気又は点火温度 3 1 2 に基づいて I G V 角度 2 7 1 を増加させるか又は減少させるかどうかを決定することができる。

10

【 0 0 8 1 】

これに加えて、図 9 に示すように、コントローラ 1 1 8 はまた、適切な I G V 角度 2 7 1 を決定する時に S E G R ガスタービンシステム 5 2 の一定の限界（例えば、I G V 2 6 6 及び排気ガス圧縮機セクション 1 5 2 の限界）を考慮に入れることができる。例えば、特定の実施形態において、コントローラ 1 1 8 は、I G V 角度 2 7 1 を制限して少なくとも部分的に再循環圧縮機失速限界 3 1 6 に基づいて最小開放角度又は位置よりも低いままに留め（例えば、より開放したままに留め）、排気ガス圧縮機セクション 1 5 2 が失速するのを阻止することができる。更に、特定の実施形態において、コントローラ 1 1 8 は、少なくとも部分的に最小 I G V 開放限界 3 1 8 及び最大 I G V 開放限界 3 2 0 に基づいて I G V 角度 2 7 1 をそれに追加して制限することができ、これは、I G V 2 6 6 の運動範囲の機械的限界を定めることができる。換言すると、コントローラ 1 1 8 は、S E G R ガスタービンシステム 5 2 の現在の R G T 排気又は点火温度 3 1 2 に基づいて S E G R ガスタービンシステム 5 2 の限界の全て（例えば、R G T 排気又は点火温度限界 3 1 4、再循環圧縮機失速限界 3 1 6、I G V 最小開放限界 3 1 8、及び I G V 最大開放限界 3 2 0）を満足させる適切な I G V 角度 2 7 1 を選択することができる。

20

【 0 0 8 2 】

同様に、図 9 に示すように、好適な B V ピッチ 2 6 3 は、S E G R ガスタービンシステム 5 2 の種々の入力及び限界に基づいてコントローラ 1 1 8 によって決定することができる。図 9 に示す実施形態に対して、コントローラ 1 1 8 は、I G V 最大開放限界 3 2 0 に対して現在の I G V 角度 2 7 1 に基づいて適切な B V ピッチ 2 6 3 を決定する。すなわち、特定の実施形態において、コントローラ 1 1 8 をプログラムして B V ピッチ 2 6 3 を調整して I G V 2 6 6 に特定のヘッドスペース 3 0 3（図 8 に示すように）を与えることができ、現在のヘッドスペース 3 0 3 は、I G V 角度 2 7 1 と I G V 最大開放限界 3 1 8 又は I G V 2 6 6 の別の好適な最大開放限界との間の差によって定めることができる。

30

【 0 0 8 3 】

しかし、図 9 に示すように、コントローラ 1 1 8 はまた、適切な B V ピッチ 2 6 3 を決定する時に S E G R ガスタービンシステム 5 2 の他の限界（例えば、再循環プロア 2 6 2 及び排気ガス圧縮機セクション 1 5 2 の限界）を考慮に入れることができる。例えば、図 9 に示すように、コントローラ 1 1 8 は、圧縮機最大入口圧力限界 3 2 6 を考慮に入れることができ、これは、B V ピッチ 2 6 3 の上限（再循環プロア 2 6 6 の上方境界出力）を定めて S E G R ガスタービンシステム 5 2 の好適な作動性を可能にする。更に、図 9 に示す実施形態において、コントローラ 1 1 8 は、再循環プロア失速限界 3 2 8、排気ガス再循環（E G R）最小圧力限界 3 3 0、及び E G R 最小圧力上昇限界 3 3 2 を考慮に入れることができ、これらは、B V ピッチ 2 6 3 の下限（例えば、再循環プロア 2 6 6 の下方境界出力）を定めて S E G R ガスタービンシステム 5 2 の好適な作動性を可能にすることができる。換言すると、コントローラ 1 1 8 は、最大 I G V 開放限界 3 2 0 に対して現在の I G V 角度 2 7 1 に基づいて S E G R ガスタービンシステム 5 2 及び再循環プロア 2 6 6 の限界の全て（例えば、圧縮機最大入口圧力限界 3 2 6、再循環失速限界 3 2 8、排気ガ

40

50

ス再循環（EGR）最小圧力限界 330、及び EGR 最小圧力上昇限界 332）を満足させる適切な IGV 角度 271 を選択することができる。更に、特定の実施形態において、線 333 で示されるように、コントローラ 118 はまた、好適な IGV 角度 271 を決定する時に現在の BV ピッチ 263 を考慮することができる。例えば、特定の実施形態において、コントローラ 118 は、BV ピッチ 263 が最大 BV ピッチ 263 に達したと決定することができ、従って、コントローラ 118 は、ヘッドスペース 303 の維持をしない場合がある（例えば、上記図 8 の検討に記載したように）。

【0084】

図 10 は、図 8 及び図 9 の制御方策を用いて SEGR ガスタービンシステム 52 の 1 つの実施形態の異なるパラメータを示す 1 組のグラフ 340 である。特に、図 10 の上のグラフ 342 は、作動中の SEGR ガスタービンシステム 52 の RGT 排気又は点火温度 312 を表している。コントローラ 118 によって設定される時に、図 10 の中間のグラフ 344 は IGV 角度 271 を表し、下のグラフ 346 は BV ピッチ 263 を表す。更に、グラフ 340 の組は、それぞれ線 348、350、352、及び 354 で示される 4 つの時点を示し、作動中の SEGR ガスタービンシステム 52 のこれらのパラメータの変化の検討を容易にする。

【0085】

図 10 の上のグラフ 342 で示されるように、SEGR ガスタービンシステム 52 の作動中に、SEGR ガスタービンシステム 52 の RGT 排気又は点火温度 312 は、例えば、燃料混合気又は RGT 負荷の変動により RGT 排気又は点火温度限界 314 に向かって最初はゆっくり上昇している。これに加えて、中間のグラフ 344 に示すように、IGV 角度 271 は、特定の設定値角度又は位置 301 に又はそれよりも上にコントローラ 118 によって最初は維持され、ヘッドスペース 303 を提供して RGT 排気又は点火温度 312 を制御することができる。更に、下のグラフ 346 に示すように、BV ピッチ 263 は、IGV 角度 271 が設定値角度又は位置 301 に又はそれよりも上にある（例えば、より開放する）ので、最初は比較的低い場合がある。

【0086】

時間 348 では、図 10 の上のグラフ 342 で示されるように、RGT 排気又は点火温度 312 は、RGT 排気又は点火温度限界 314 を超える。それに応答して、時間 348 では、中間のグラフ 344 で示されるように、コントローラ 118 は、上述のように、それが特定の設定値角度又は位置 301 に関連する望ましいヘッドスペース 303 を下回るように IGV 角度 271 を調整することができる。更に、時間 348 で下のグラフ 346 で示されるように、IGV 角度 271 が時間 348 で望ましいヘッドスペース 303 を下回ったとコントローラ 118 が決定するとき、コントローラ 118 は、IGV 角度 271 を設定値角度及び望ましいヘッドスペース 303 に戻そうとして BV ピッチ 263 を増加させることができる。

【0087】

時間 350 では、上のグラフ 342 で示されるように、IGV 角度 271 の変化並びに BV ピッチ 263 の変化に応答して、RGT 排気又は点火温度 312 は安定し始める。しかし、RGT 排気又は点火温度 312 は、時間 350 で中間のグラフ 344 で示されるように RGT 排気又は点火温度限界 314 をまだ超えているので、IGV 角度 271 はコントローラ 118 によって減少し、RGT 排気又は点火温度 312 を限界以下に戻そうとして排気ガス圧縮機セクション 152 内へのより多くの排気ガスを可能にすることができる。更に、時間 350 では、下のグラフ 346 で示されるように、コントローラ 118 はまた、前の BV ピッチ 263 の調整が IGV 角度 271 を設定値角度又は位置 301 に戻して望ましいヘッドスペース 303 を提供するほど十分ではなかったと決定することができ、従って、図示のように BV ピッチ 263 を更に増強することができる。

【0088】

時間 352 では、上のグラフ 342 で示されるように、IGV 角度 271 の変化並びに BV ピッチ 263 の変化に応答して、RGT 排気又は点火温度 312 は、RGT 排気又は

10

20

30

40

50

点火温度限界 3 1 4 を下回る。従って、時間 3 5 2 では、中間のグラフ 3 4 4 において、コントローラ 1 1 8 は、設定値角度又は位置 3 0 1 に向かって I G V 角度 2 7 1 を増加させて望ましいヘッドスペース 3 0 3 を提供することができる。しかし、I G V 角度 2 7 1 は、時間 3 5 2 で下のグラフ 3 4 6 で示されるように、望ましいヘッドスペース 3 0 3 を提供する設定値角度又は位置 3 0 1 をまだ下回っているため、コントローラ 1 1 8 は、再循環プロア 2 6 2 の B V ピッチ 2 6 3 を増加させ続けることができる。

【 0 0 8 9 】

時間 3 5 4 では、上のグラフ 3 4 2 に示されるように、温度変動の原因が弱まっており（例えば、R G T 負荷が減少しており）、R G T 排気又は点火温度 3 1 2 は、R G T 排気又は点火温度限界 3 1 4 を下回り続ける。更に、時間 3 5 4 では、グラフ 3 4 2 において、I G V 角度 2 7 1 は、コントローラ 1 1 8 によって調節されて設定値角度又は位置 3 0 1 に戻って望ましいヘッドスペース 3 0 3 を提供している。これに加えて、時間 3 5 4 では、グラフ 3 4 4 で示されるように、I G V 角度 2 7 1 は、望ましいヘッドスペース 3 0 3 を回復する設定値角度に又はそれよりも上にあるため、コントローラ 1 1 8 は、B V ピッチ 2 6 3 を減少させて電力を節約することができる。

10

【 0 0 9 0 】

本手法の技術的効果は、S E G R ガスタービンシステムのような E G R ガスタービンシステムを制御するときの応答性の改善を含む。特に、本手法は、排気ガス再循環経路に沿って特定の方式で種々の入力（例えば、I G V 角度及び B V ピッチ）を制御することによって敏感に再循環ガスタービン（R G T）排気又は点火温度のような S E G R ガスタービンシステムのパラメータをコントローラが制御できるようにする。より具体的には、特定の実施形態において、本手法は、再循環圧縮機の I G V が特定のヘッドスペースを維持するようにコントローラが B V ピッチを調整できるようにする。更に、I G V ヘッドスペースは、コントローラがより多くの応答入力（例えば、I G V 角度）を用いて作動中の S E G R ガスタービンシステムの R G T 排気又は点火温度を制御できるようにする。

20

【 0 0 9 1 】

補足説明

上述のように、本発明の実施形態は、温度制御、圧力制御、湿度制御、パージ、クリアランス制御のために処理済排気ガスを使用するための及び / 又はタービンベースのサービスシステムの種々の構成要素を密封するためのシステム及び方法を提供する。上記で記載された特徴の何れか又はその組合せは、好適なあらゆる組合せで利用することができる点に留意されたい。当然ながら、このような組合せの全ての並び換えも本発明において企図される。例証として、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。

30

【 0 0 9 2 】

実施形態 1 . E G R 経路に沿って位置決めされ、かつ再循環された排気ガスを圧縮して排気ガス希釈剤を生成するように構成された排気ガス圧縮機であって、排気ガス圧縮機が、流れ制御要素の位置に基づいて排気ガス圧縮機内への再循環された排気ガスの流れを調節するように構成された流れ制御要素を含む入口セクションを含み、流れ制御要素の位置が、最大開放位置から最小開放位置まで及ぶことが可能である上記排気ガス圧縮機と、E G R 経路に沿ってかつ排気ガス圧縮機の上流に位置決めされた再循環プロアであって、再循環プロアが、再循環された排気ガスの流れを入口セクションに提供するように構成され、再循環された排気ガスの流れが、最小プロア出力から最大プロア出力まで及ぶ上記再循環プロアと、流れ制御要素及び再循環プロアに連結されたコントローラであって、E G R ガスタービンシステムの測定された又はモデル化されたパラメータに基づいて流れ制御要素の位置を制御するように構成され、再循環プロアの 1 又は 2 以上の作動パラメータを制御して流れ制御要素の位置に基づいて入口セクションへの再循環された排気ガスの流れを制御するように構成される上記コントローラを含む排気ガス再循環（E G R）ガスタービンシステム。

40

【 0 0 9 3 】

実施形態 2 . 流れ制御要素が、複数の入口ガイドベーンを含むいずれかの上記実施形態

50

のシステム。

【 0 0 9 4 】

実施形態 3 . コントローラが、再循環ブロアの 1 又は 2 以上の作動パラメータを制御して、最大開放位置に対して流れ制御要素の位置に基づいて入口セクションへの再循環された排気ガスの流れを制御するように構成されるいずれかの上記実施形態のシステム。

【 0 0 9 5 】

実施形態 4 . 測定された又はモデル化されたパラメータが、EGR ガスタービンシステムの排気温度、点火温度、又はこれらの組合せを含むいずれかの上記実施形態のシステム。

【 0 0 9 6 】

実施形態 5 . 最小開放位置が、排気ガス圧縮機の失速限界及び流れ制御要素の最小開放限界に基づいているいずれかの上記実施形態のシステム。

【 0 0 9 7 】

実施形態 6 . 最小開放位置が、流れ制御要素の最大開放限界に基づいているいずれかの上記実施形態のシステム。

【 0 0 9 8 】

実施形態 7 . 最小ブロア出力が、再循環ブロアの失速限界、再循環ブロアの最小圧力限界、及び再循環ブロアの最小圧力上昇限界に基づいているいずれかの上記実施形態のシステム。

【 0 0 9 9 】

実施形態 8 . 最大ブロア出力が、入口セクションにおける最大圧力限界に基づいているいずれかの上記実施形態のシステム。

【 0 1 0 0 】

実施形態 9 . 再循環ブロアが、複数のブロアベーンを含み、1 又は 2 以上の作動パラメータが、複数のブロアベーンのピッチを含むいずれかの上記実施形態のシステム。

【 0 1 0 1 】

実施形態 10 . 1 又は 2 以上の作動パラメータが、再循環ブロアの回転速度、再循環ブロアに印加された電力の量、又はこれらの組合せを含むいずれかの上記実施形態のシステム。

【 0 1 0 2 】

実施形態 11 . 流れ制御要素の位置が、設定値位置にほぼ留まるように、コントローラが、再循環ブロアの 1 又は 2 以上の作動パラメータを制御して、入口セクションへの再循環された排気ガスの流れを制御するように構成されるいずれかの上記実施形態のシステム。

【 0 1 0 3 】

実施形態 12 . 設定値位置が、最小開放位置から最大開放位置までの範囲の約 75 % よりも大きいいずれかの上記実施形態のシステム。

【 0 1 0 4 】

実施形態 13 . 設定値位置が、最小開放位置から最大開放位置までの範囲の約 90 % よりも大きいいずれかの上記実施形態のシステム。

【 0 1 0 5 】

実施形態 14 . 設定値位置が、最小開放位置から最大開放位置までの範囲の約 95 % であるいずれかの上記実施形態のシステム。

【 0 1 0 6 】

実施形態 15 . 排気ガスの流れが、コントローラによって最小ブロア出力又は最大ブロア出力に設定されるまで、流れ制御要素が、設定値位置にほぼ留まるようにコントローラによって構成されるいずれかの上記実施形態のシステム。

【 0 1 0 7 】

実施形態 16 . EGR ガスタービンシステムが、量論的排気ガス再循環 (SEGR) ガスタービンシステムであるいずれかの上記実施形態のシステム。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 8 】

実施形態 17 . 約 0 . 9 5 ~ 約 1 . 0 5 の当量比で酸化剤及び排気ガス希釈剤の存在下で燃料を燃焼させるように構成されたタービン燃焼器を含むいずれかの上記実施形態のシステム。

【 0 1 0 9 】

実施形態 18 . E G R ガスタービンシステムの排気ガス圧縮機の複数の入口ガイドベーンの角度を調整する段階であって、複数の入口ガイドベーンが、最小角度及び最大角度によって定められた第 1 の運動範囲を有し、角度が、E G R ガスタービンシステムの 1 又は 2 以上のモニタされた又はモデル化されたパラメータに基づいて調整される上記角度を調整する段階と、排気ガス圧縮機の上流に配置された再循環ブロアの複数のブロアベーンのピッチを調整する段階であって、複数のブロアベーンが、最小ピッチ及び最大ピッチによって定められた第 2 の運動範囲を有し、複数のブロアベーンのピッチが、少なくとも複数の入口ガイドベーンの角度に基づいて調整される上記ピッチを調整する段階とを含む排気ガス再循環 (E G R) ガスタービンシステムを制御する方法。

10

【 0 1 1 0 】

実施形態 19 . 複数のブロアベーンのピッチを調整する段階が、複数の入口ガイドベーンの最小角度に対する複数の入口ガイドベーンの角度に基づいて複数のブロアベーンのピッチを調整する段階を含むいずれかの上記実施形態の方法。

【 0 1 1 1 】

実施形態 20 . 複数のパラメータが、E G R ガスタービンシステムの排気温度、点火温度、又はこれらの組合せを含むいずれかの上記実施形態の方法。

20

【 0 1 1 2 】

実施形態 21 . 複数のブロアベーンのピッチが、少なくとも部分的に再循環ブロアの失速限界、再循環ブロアの最小圧力限界、及び再循環ブロアの最小圧力上昇限界に基づいて調整されるいずれかの上記実施形態の方法。

【 0 1 1 3 】

実施形態 22 . ピッチを調整する段階が、複数の入口ガイドベーンの角度が設定値角度に実質的に留まることを可能にするようにピッチを調節する段階を含むいずれかの上記実施形態の方法。

【 0 1 1 4 】

実施形態 23 . 設定値角度が、複数の入口ガイドベーンの最小角度から最大角度までの複数の入口ガイドベーンの第 2 の運動範囲の約 2 0 % 未満であるいずれかの上記実施形態の方法。

30

【 0 1 1 5 】

実施形態 24 . 設定値角度が、複数の入口ガイドベーンの最小角度から最大角度までの複数の入口ガイドベーンの運動範囲の約 5 % であるいずれかの上記実施形態の方法。

【 0 1 1 6 】

実施形態 25 . 複数のブロアベーンのピッチが最小ピッチ又は最大ピッチに調整されるまで複数の入口ガイドベーンの角度を設定値角度にほぼ維持する段階を含むいずれかの上記実施形態の方法。

40

【 0 1 1 7 】

実施形態 26 . E G R ガスタービンシステムが、量論的排気ガス再循環 (S E G R) ガスタービンシステムであるいずれかの上記実施形態の方法。

【 0 1 1 8 】

実施形態 27 . 電子デバイスのプロセッサによって実行可能な命令を格納する非一時的コンピュータ可読媒体であって、命令が、ガスタービンシステムの 1 又は 2 以上のモデル化された又は測定されたパラメータに基づいてガスタービンシステムの圧縮機セクションの複数の入口ガイドベーンの角度を調整する命令であって、角度が、最小角度から最大角度まで及び上記角度を調整する命令と、圧縮機セクションの入口に流体的に連結されたブロアの複数のブロアベーンのピッチを調整する命令であって、ピッチが、最小ピッチから

50

最大ピッチまで及び、ピッチが、最小角度に対する複数の入口ガイドベーンの角度に基づいて調整される上記ピッチを調整する命令とを含む上記非一時的コンピュータ可読媒体。

【0119】

実施形態28．命令が、複数のフロアベーンのピッチを調整して、複数の入口ガイドベーンの角度と最小角度との間にヘッドスペースを維持するいずれかの上記実施形態の媒体。

【0120】

実施形態29．ヘッドスペースが、複数の入口ガイドベーンの角度の範囲の約10%未満又はそれに等しいいずれかの上記実施形態の媒体。

【0121】

実施形態30．ヘッドスペースが、複数の入口ガイドベーンの角度の範囲の約5%未満又はそれに等しいいずれかの上記実施形態の媒体。

【0122】

実施形態31．燃焼器セクションが、再循環圧縮機セクションであり、フロアが、排気ガス再循環（EGR）タービンシステムの再循環フロアであるいずれかの上記実施形態の媒体。

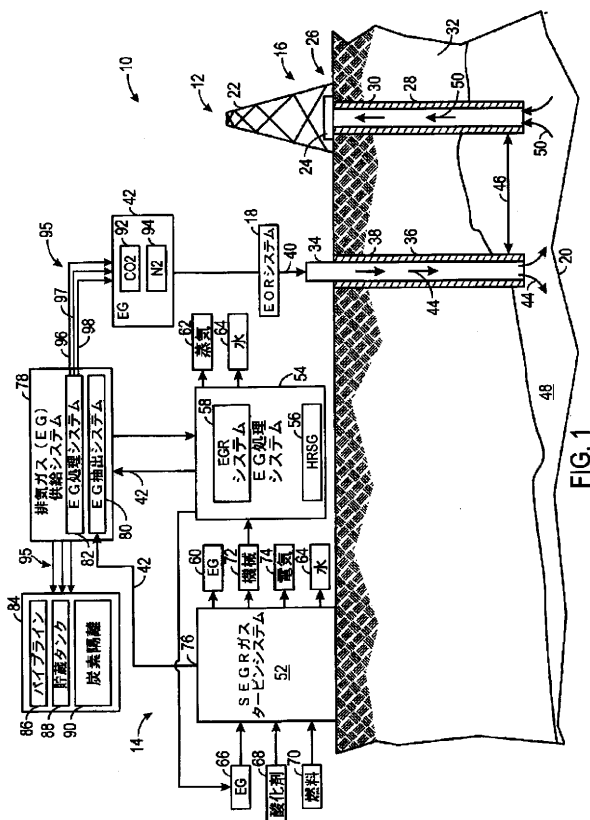
【0123】

実施形態32．ガスタービンシステムが、量論的排気ガス再循環（SEGR）ガスタービンシステムであるいずれかの上記実施形態の媒体。

【0124】

本明細書では本発明のある一定の特徴だけを図示して説明したが、多くの修正及び変更は、当業者には想起されるであろう。従って、添付の特許請求の範囲は、本発明の真の精神に含まれるとして全てのこのような修正及び変更を網羅するように意図していることは理解されるものとする。

【図1】



【図2】

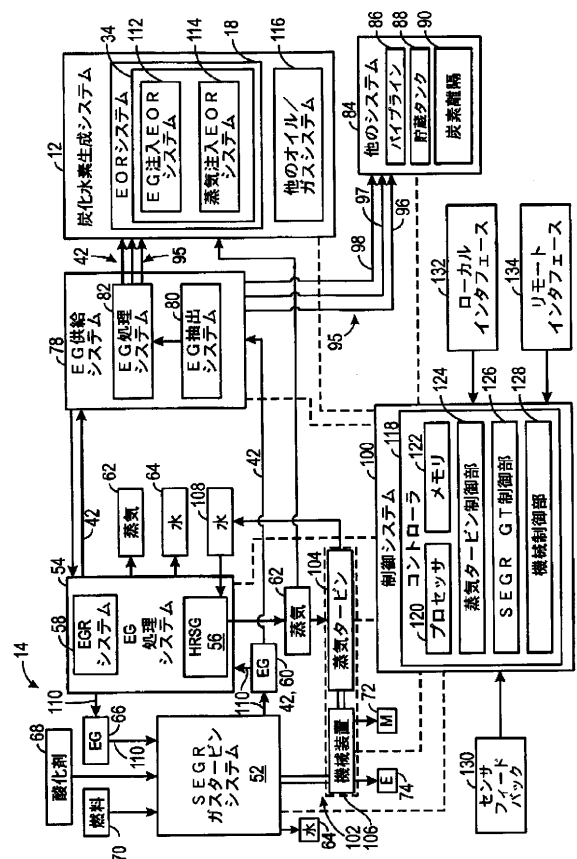


FIG. 2

【図 3】

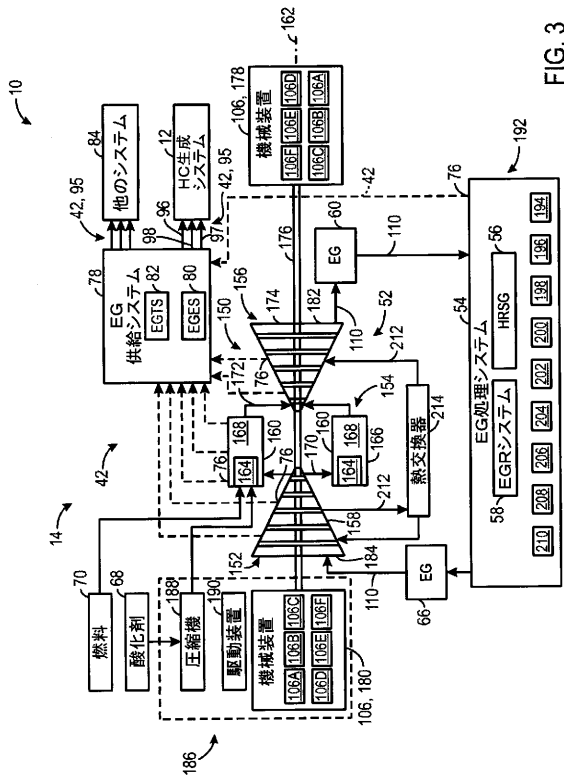


FIG. 3

【図 4】

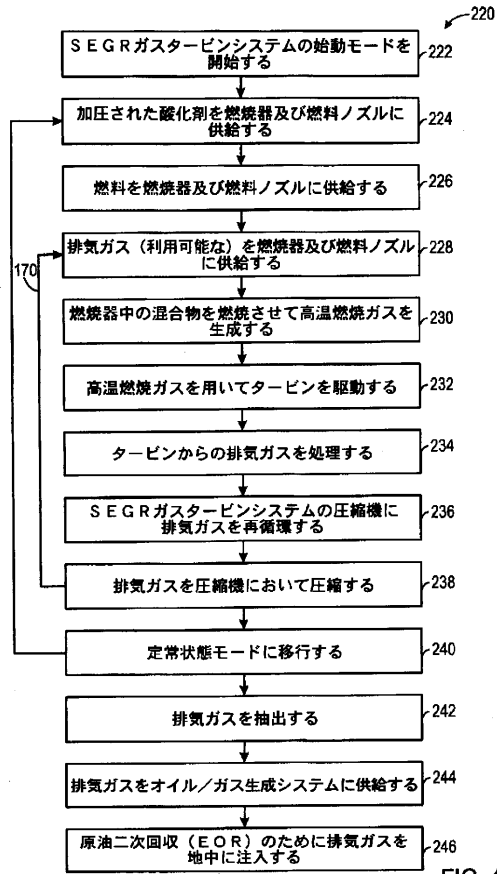


FIG. 4

【図 5】

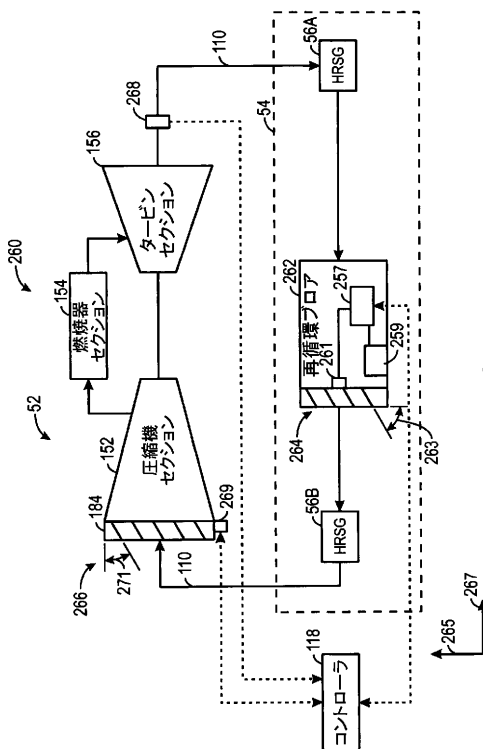


FIG. 5

【図 6】

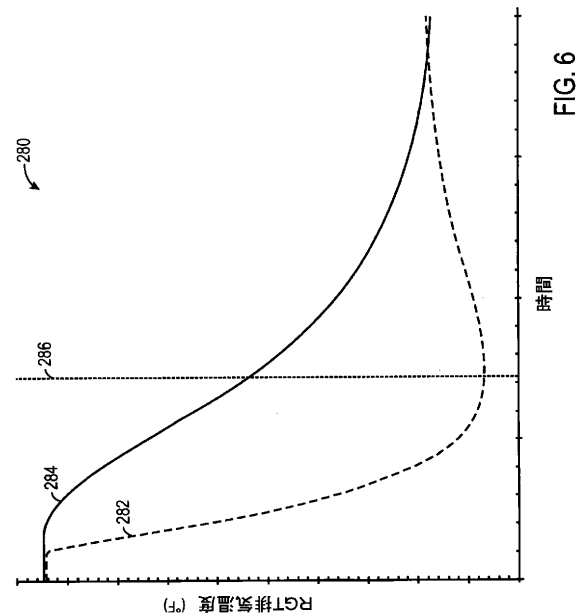
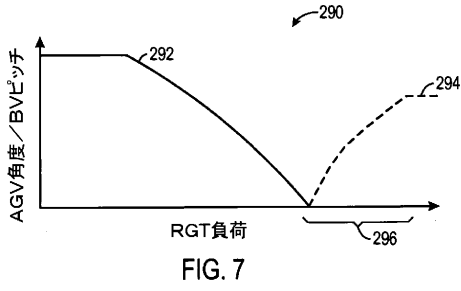
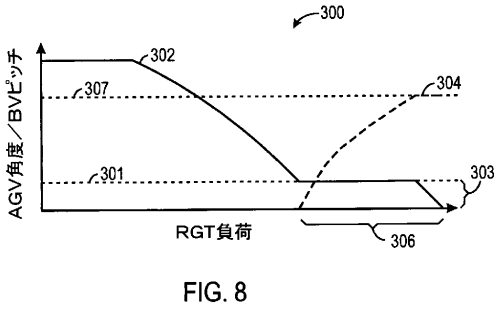


FIG. 6

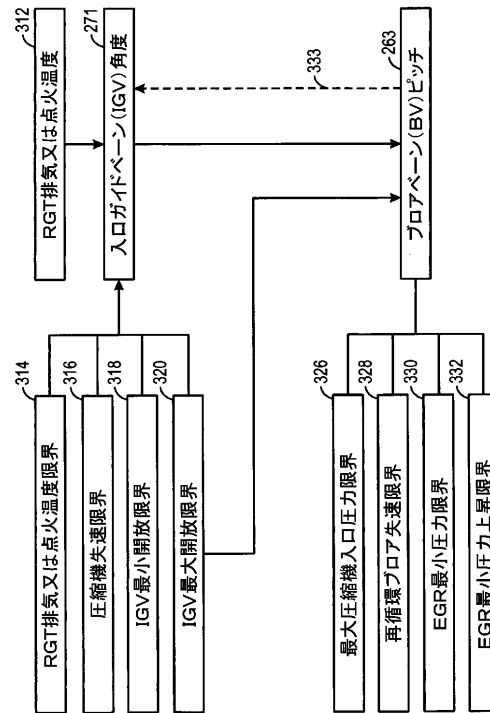
【図 7】



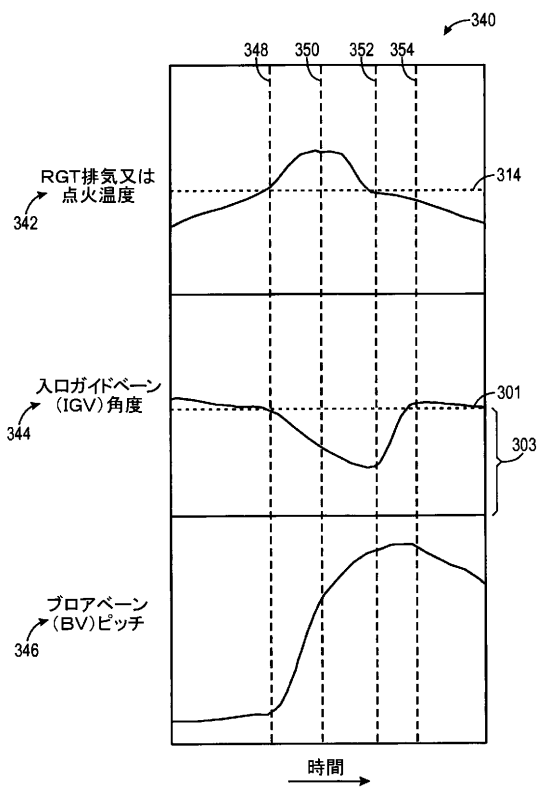
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2014/043971

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
INV. F02C3/34	F02C6/18	F02C1/08
F02C7/057	F02C9/20	F02C1/06
ADD.	F01D17/14	F02C7/042
	F02C9/22	F02C9/54
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
F02C F01D F02B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 597 288 A2 (GEN ELECTRIC [US])	1-12
Y	29 May 2013 (2013-05-29)	
	paragraphs [0022] - [0028]	13-25
	paragraphs [0032] - [0054]	
	figures	

X	US 5 771 868 A (KHAIR MAGDI K [US])	1-12
	30 June 1998 (1998-06-30)	
Y	column 4, line 24 - column 6, line 52	13-25
	figures	

X	US 2010/058758 A1 (GILCHRIST III GEORGE MARTIN [US] ET AL)	1-12
	11 March 2010 (2010-03-11)	
	abstract	
	paragraphs [0031] - [0093]	
	figures	

	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
10 October 2014		17/10/2014
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Rini, Pietro

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2014/043971

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 271 664 A (EARNST ERNEST R) 9 June 1981 (1981-06-09) column 2, line 50 - column 18, line 31 figures -----	1,3-6, 8-12
X	US 2012/023946 A1 (ERNST TIMOTHY C [US] ET AL) 2 February 2012 (2012-02-02) paragraphs [0005] - [0007] paragraphs [0012] - [0039] figures -----	1,3-6, 8-12
X	WO 2012/018458 A1 (EXXONMOBIL UPSTREAM RES CO [US]; MITTRICKER FRANKLIN F [US]; HUNTINGTO) 9 February 2012 (2012-02-09) paragraphs [0031] - [0093] figures -----	1-12
X	EP 2 584 166 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD [CH]) 24 April 2013 (2013-04-24) paragraphs [0012] - [0080] figures -----	1-12
A	DE 34 25 115 A1 (GASPAROVIC NEBOJSA PROF DR ING) 16 January 1986 (1986-01-16) abstract figures -----	1-25

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2014/043971

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2597288	A2	29-05-2013	CN 103133147 A	05-06-2013
			EP 2597288 A2	29-05-2013
			JP 2013108493 A	06-06-2013
			RU 2012149579 A	27-05-2014
			US 2013125557 A1	23-05-2013

US 5771868	A	30-06-1998	AU 8176098 A	25-01-1999
			CN 1273624 A	15-11-2000
			EP 0993549 A1	19-04-2000
			JP 2001509561 A	24-07-2001
			US 5771868 A	30-06-1998
			WO 9901656 A1	14-01-1999

US 2010058758	A1	11-03-2010	CN 101672222 A	17-03-2010
			DE 102009043896 A1	15-04-2010
			JP 2010065694 A	25-03-2010
			US 2010058758 A1	11-03-2010

US 4271664	A	09-06-1981	NONE	

US 2012023946	A1	02-02-2012	CN 103237961 A	07-08-2013
			DE 112011102629 T5	08-05-2013
			US 2012023946 A1	02-02-2012
			WO 2012019161 A1	09-02-2012

WO 2012018458	A1	09-02-2012	AR 082576 A1	19-12-2012
			TW 201233891 A	16-08-2012
			US 2013125554 A1	23-05-2013
			WO 2012018458 A1	09-02-2012

EP 2584166	A1	24-04-2013	CA 2792159 A1	17-04-2013
			CN 103047016 A	17-04-2013
			EP 2584166 A1	24-04-2013
			JP 2013087774 A	13-05-2013
			US 2013091845 A1	18-04-2013

DE 3425115	A1	16-01-1986	NONE	

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード(参考)
F 2 3 R 3/00 (2006.01) F 2 3 R 3/00 B

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(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 サッチャー ジョナサン カール

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 ウェスト ジェイムズ エイ

アメリカ合衆国 オハイオ州 4 5 0 6 9 ウェスト チェスター センター ポワント ドライ
ヴ 9 0 7 5

(72)発明者 ヴォレル アーロン ラヴェン

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