

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6662638号
(P6662638)

(45) 発行日 令和2年3月11日(2020.3.11)

(24) 登録日 令和2年2月17日(2020.2.17)

(51) Int.Cl.

F I

F O 2 C 7/042 (2006.01)

F O 2 C 7/042

F O 2 C 3/30 (2006.01)

F O 2 C 3/30

D

F O 2 C 3/34 (2006.01)

F O 2 C 3/34

F 2 3 R 3/00 (2006.01)

F 2 3 R 3/00

B

F O 2 C 9/28 (2006.01)

F O 2 C 9/28

C

請求項の数 23 (全 57 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-550869 (P2015-550869)
 (86) (22) 出願日 平成25年12月31日(2013.12.31)
 (65) 公表番号 特表2016-503859 (P2016-503859A)
 (43) 公表日 平成28年2月8日(2016.2.8)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2013/078537
 (87) 国際公開番号 W02014/106265
 (87) 国際公開日 平成26年7月3日(2014.7.3)
 審査請求日 平成29年1月4日(2017.1.4)
 (31) 優先権主張番号 61/747,962
 (32) 優先日 平成24年12月31日(2012.12.31)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 14/144,511
 (32) 優先日 平成25年12月30日(2013.12.30)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 米国 (US)

(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 100094569
 弁理士 田中 伸一郎
 (74) 代理人 100103610
 弁理士 ▲吉▼田 和彦
 (74) 代理人 100109070
 弁理士 須田 洋之
 (74) 代理人 100095898
 弁理士 松下 満

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスタービン負荷制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガスタービンシステムであって、

排気ガスから生成される排気ガス希釈剤の存在下で圧縮酸化剤及び燃料を燃焼させて燃焼生成物を生成するように構成されたタービン燃焼器と、

前記タービン燃焼器に流体的に結合され、前記圧縮酸化剤を酸化剤流量で主酸化剤圧縮システムから前記タービン燃焼器に流すよう構成された酸化剤供給経路と、

前記燃焼生成物から仕事を抽出して前記排気ガスを発生させるように構成され、該仕事
が該燃焼生成物から抽出されるときに前記ガスタービンシステムのシャフトを回転させる
タービンと、前記タービン燃焼器からの前記燃焼生成物から抽出された抽出燃焼生成物を受け、前記
抽出燃焼生成物を排気ガス供給システムに差し向けるパージ流路であって、抽出燃焼生成
物流量計が該パージ流路に沿って配置されているパージ流路と、

前記シャフトの回転に応じて電力を生成するように構成された発電機と、

コントローラを備え、

該コントローラが、

1又は2以上の命令セット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
可読媒体と、1又は2以上のプロセッシングデバイスとを有し、

該プロセッシングデバイスが、

前記発電機に連結された電力計からの第1の測定値を含む、前記発電機の目標負荷を

示すデータを受け、前記電力計からの第1の測定値は、タービン速度 / 負荷表示信号を示す出力情報を含み、さらに、

前記タービン燃焼器からの前記パージ流路に沿った抽出燃焼生成物の流量を示す、前記抽出燃焼生成物流量計からの第2の測定値を受け、

前記目標負荷および前記第2の測定値に基づき、一次負荷制御パラメータとしての前記酸化剤供給経路に沿った前記酸化剤流量を調節することによって負荷制御を行うように1又は2以上の命令セットを実行するように構成され、

前記酸化剤流量の調節が、前記タービン燃焼器内の燃焼パラメータを調節して前記シャフトの回転速度を変える、

ことを特徴とするガスタービンシステム。

10

【請求項2】

前記酸化剤供給経路に沿って前記圧縮酸化剤を生成するように構成された前記主酸化剤圧縮システムの主酸化剤圧縮機を備え、

前記主酸化剤圧縮機が、前記圧縮酸化剤を生成する圧縮のために受け取られる酸化剤の量を調節するように構成された主酸化剤圧縮機入口ガイドベーンを備え、

前記1又は2以上のプロセッシングデバイスは、前記1又は2以上の命令セットを実行して前記入口ガイドベーンの位置を調節して前記酸化剤流量を調節するように構成されている、

請求項1に記載のガスタービンシステム。

【請求項3】

20

前記タービン燃焼器に流体的に連結され、燃料流量で前記燃料を該タービン燃焼器に流すよう構成された燃料供給経路を備え、

前記1又は2以上のプロセッシングデバイスは、前記酸化剤流量が調節される前記負荷制御にตอบสนองして、前記1又は2以上の命令セットを実行し、前記燃料流量を調節するように構成されている、

請求項1に記載のガスタービンシステム。

【請求項4】

前記1又は2以上のプロセッシングデバイスは、前記1又は2以上の命令セットを実行し、前記負荷制御を実施した後に当量比制御を実施するように構成され、該当量比制御は、前記酸化剤流量の前記調節にตอบสนองして前記燃料流量を調節し、前記タービン燃焼器における前記燃料及び前記酸化剤の当量比を目標当量比に調節する、

30

請求項3に記載のガスタービンシステム。

【請求項5】

排気ガス再循環 (E G R) システムを備え、

前記 E G R システムは、前記タービンから、前記排気ガス希釈剤を前記タービン燃焼器に供給するように構成された排気ガス圧縮機まで延びる排気リサイクルループに沿って前記排気ガスを循環させるように構成され、前記1又は2以上のプロセッシングデバイスは、前記1又は2以上の命令セットを実行し、前記当量比制御を実施した後に排気リサイクルループ圧力制御を実施するように構成され、該排気リサイクルループ圧力制御は、前記排気リサイクルループ内の前記排気ガスの圧力を制御するように構成されている、

40

請求項4に記載のガスタービンシステム。

【請求項6】

前記1又は2以上のプロセッシングデバイスは、前記1又は2以上の命令セットを実行し、前記排気リサイクルループ圧力制御を実施した後に、タービン温度制御を実施するように構成され、該タービン温度制御は、前記排気リサイクルループ内の前記排気ガスの温度、タービンの入口温度、タービン燃焼器又はタービンの他の温度、またはそれらの組み合わせを含むタービン温度を制御するように構成されている、

請求項5に記載のガスタービンシステム。

【請求項7】

前記タービンと前記排気ガス圧縮機の間の前記排気リサイクルループに沿って配置され

50

たりサイクルプロアを備え、

前記タービン温度制御は、前記リサイクルプロアのベーン角度、前記排気ガス圧縮機の排気ガス圧縮機入口ガイドベーンの位置、又はこれらの組み合わせを調節し、前記排気リサイクルループ内の前記排気ガスの検出された圧力に応答し、また前記ガスタービンシステムの1または2以上の作動制限に関するフィードバックに応答し、またはこれらの両者に応答して前記タービン温度を調節する、

請求項6に記載のガスタービンシステム。

【請求項8】

ガスタービンシステムのための目標負荷を示す負荷表示を前記ガスタービンシステムの発電機に連結された電力計から受け、前記ガスタービンシステムのための目標負荷を示す負荷表示は電力計からの測定値を含み、前記電力計の測定値はタービン速度/負荷表示信号を示す出力情報を含み、さらに、

10

パージ流の流量を示すフィードバックを抽出燃焼生成物流量計から受け、前記パージ流は、前記ガスタービンシステムのタービン燃焼器からの抽出燃焼生成物を受けタービン燃焼器からの前記抽出燃焼生成物を前記ガスタービンシステムの排気ガス供給システムに差し向けるものであり、さらに、

前記目標負荷および前記パージ流の流量を示すフィードバックに関連した酸化剤流量を決定し、前記酸化剤流量は、主酸化剤圧縮システムから前記ガスタービンシステムのタービン燃焼器までの酸化剤供給経路に沿った圧縮酸化剤の流れに対応するものであり、さらに、

20

前記主酸化剤圧縮システムに前記圧縮酸化剤の前記流れを前記目標負荷および前記パージ流の流量を示すフィードバックに関連した前記酸化剤流量に調節させる、該主酸化剤圧縮システムへの入力用の1又は2以上の酸化剤流制御信号を生成し、

前記目標負荷および前記パージ流の流量を示すフィードバックに関連した前記酸化剤流量に基づいて、前記タービン燃焼器への燃料供給経路に沿った燃料の流れに対応する燃料流量を決定し、かつ

燃料流制御システムをして前記燃料の前記流れを調節させて前記タービン燃焼器内の排気ガス希釈剤の存在下で該燃料と前記酸化剤の間の目標当量比での燃焼を可能にするように構成された該燃料流制御システムに入力するための1又は2以上の燃料流制御信号を前記決定された燃料流量に基づき生成する、

30

ように1又は2以上のプロセッシングデバイスによって実行可能な1又は2以上の命令セットを全体として格納している1又は2以上の有形の非一時的機械可読媒体のセット。

【請求項9】

前記1又は2以上の酸化剤流制御信号は、前記主酸化剤圧縮システムの主酸化剤圧縮機の1又は2以上の主酸化剤圧縮機入口ガイドベーンを位置調節させるように構成されている、

請求項8に記載の1又は2以上の有形の非一時的機械可読媒体のセット。

【請求項10】

前記1又は2以上の燃料流制御信号は、前記燃料流制御システムの1又は2以上の燃料流制御弁の位置を変化させるように構成されている、

40

請求項8に記載の1又は2以上の有形の非一時的機械可読媒体のセット。

【請求項11】

前記1又は2以上の命令セットは、排気ガス再循環ループ圧力制御ルーチンを実施するように1つ又は2つ以上のプロセッシングデバイスによって実行可能であり、

前記排気ガス再循環ループ圧力制御ルーチンは、排気再循環経路を通して流れる排気ガスの圧力を、該排気ガスに関する目標圧力、または前記排気ガスの検出された圧力、または前記排気再循環経路を通して流れる該排気ガスの流量に関連するフィードバック、またはこれらの組み合わせに応答して制御するように構成され、

前記排気再循環経路は、前記ガスタービンシステムのタービンから前記排気ガス希釈剤を生成するように構成されたりサイクル圧縮機まで延びる、

50

請求項 8 に記載の 1 又は 2 以上の有形の非一時的機械可読媒体のセット。

【請求項 1 2】

前記排気ガス再循環ループ圧力制御ルーチンは、前記タービン燃焼器からの排気ガス流を、排気パージ流を生成物ガスに圧縮するように構成された生成物圧縮機までの排気パージ流として、制御する段階を含む、

請求項 1 1 に記載の 1 又は 2 以上の有形の非一時的機械可読媒体のセット。

【請求項 1 3】

前記排気ガス再循環ループ圧力制御ルーチンは、

排気パージ流経路から分かれるパージメント経路に沿って位置決めされたパージメント流制御装置、前記排気パージ流経路に沿って位置決めされた流れ制御装置またはこれらの両者を調整することによって、前記リサイクル圧縮機から前記生成物圧縮機まで延びる排気パージ流経路に沿った排気パージ流の流れを制御する段階を、含む、

請求項 1 2 に記載の 1 又は 2 以上の有形の非一時的機械可読媒体のセット。

【請求項 1 4】

前記 1 又は 2 以上の命令セットは、タービン温度制御ルーチンを実施するように 1 つ又は 2 つ以上のプロセッシングデバイスによって実行可能であり、

前記タービン温度制御ルーチンは、前記排気再循環経路を通して流れる排気ガスの温度、または前記タービンのタービン入口温度、または前記タービン燃焼器あるいはタービン内の他の温度、またはそれらの組み合わせであるタービン温度を制御するように構成されている、

請求項 1 1 に記載の 1 又は 2 以上の有形の非一時的機械可読媒体のセット。

【請求項 1 5】

前記タービン温度制御ルーチンは、前記リサイクル圧縮機のリサイクル圧縮機入口ガイドベーンの位置を調節することによりタービン温度を制御する、

請求項 1 4 に記載の 1 又は 2 以上の有形の非一時的機械可読媒体のセット。

【請求項 1 6】

1 又は 2 以上のプロセッシングデバイスによって実行可能な 1 又は 2 以上の命令セット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使用してガスタービンシステムを制御する方法であって、

前記ガスタービンシステムの発電機に連結された電力計から測定値を受け、

パージ流の流量を示すフィードバックを抽出燃焼生成物流量計から受け、前記パージ流は、前記ガスタービンシステムのタービン燃焼器からの抽出燃焼生成物を受け前記タービン燃焼器からの前記抽出燃焼生成物を前記ガスタービンシステムの排気ガス供給システムに差し向けるものであり、さらに、

圧縮酸化剤を、酸化剤供給経路に沿って主酸化剤圧縮システムから前記ガスタービンシステムのタービン燃焼器に、前記電力計からの前記測定値および前記パージ流の流量を示すフィードバックに関連した酸化剤流量で流し、

燃料を燃料供給経路に沿って燃料流量でタービン燃焼器に流し、前記燃料流量が、前記電力計からの前記測定値および前記パージ流の流量を示すフィードバックに関連する酸化剤流量、または前記タービン燃焼器の下流で得られる当量比フィードバック、またはその両者に基づいて決定されたものであり、

前記燃料流量が、前記タービン燃焼器内における排気ガスの存在下で、前記燃料と酸化剤の間の目標等量比での燃焼を可能にする、

ことを特徴とする方法。

【請求項 1 7】

前記酸化剤流量で圧縮酸化剤を流す段階が、前記主酸化剤圧縮システムの主酸化剤圧縮機の 1 又は 2 以上の酸化剤圧縮機入口ガイドベーンのそれぞれの位置を調節することにより、酸化剤流量を調整する段階を含む、

請求項 1 6 に記載の方法。

【請求項 1 8】

10

20

30

40

50

前記酸化剤流量および燃料流量が達成された後にタービン温度を制御する段階を含み、
前記タービン温度を制御する段階が、タービン燃焼機からの燃焼生成物を受けてタービンから排気ガス希釈剤を生成するように排気ガスを圧縮する排気ガス圧縮機まで延びる排気ガス循環経路に沿って流れる排気ガスの温度を制御する段階、またはタービンのタービン入口温度を制御する段階、またはタービンまたはタービン燃料機内のタービンの温度を制御する段階、またはそれらの組み合わせを含む、

請求項 16 に記載の方法。

【請求項 19】

前記タービン温度を制御する方法が、前記排気ガス循環経路に沿って流れる排気ガスの温度を制御する段階を含む、

請求項 18 に記載の方法。

【請求項 20】

前記タービン温度を制御する方法が、前記タービンのタービン入口温度を制御する段階を含む、

請求項 18 に記載の方法。

【請求項 21】

前記酸化剤流量および燃料流量が達成された後、前記タービン温度を制御するのと略同時に、前記排気ガス循環経路に沿って流れる排気ガスの圧力を制御する段階を含む、

請求項 18 に記載の方法。

【請求項 22】

前記酸化剤供給経路から分かれ、前記酸化剤供給経路を酸化剤通気部に流体連通させる酸化剤通気経路と、前記酸化剤通気経路に沿って配置され前記酸化剤通気経路に沿った酸化剤流を調整するように構成された酸化剤通気調整弁と、を備え、

1 または 2 以上のプロセッシングデバイスが、1 又は 2 以上の命令セットを実行し、前記酸化剤流量を調整するように前記酸化剤通気調整弁を調整するように構成されている、

請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 23】

1 または 2 以上の酸化剤流量制御信号が、前記酸化剤供給経路から分かれ酸化剤通気部までの酸化剤通気経路に沿って配置された酸化剤換気調整弁を位置調整する、

請求項 8 に記載の 1 又は 2 以上の有形の非一時的機械可読媒体のセット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

〔関連出願への相互参照〕

この出願は、全ての目的に対してその全体が引用により本明細書に組み込まれる 2012 年 12 月 31 日出願の「GAS TURBINE LOAD CONTROL SYSTEM」という名称の米国特許仮出願第 61/747,962 号に対する優先権及びその利益を主張するものである。

【背景技術】

【0002】

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する。

【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り駆動されるときに回転動力をシャフトに伝達する。次いで、回転シャフトは、圧縮機セクションの 1 又は 2 以上の圧縮機段を駆動して圧縮機セクションに吸入するために酸化剤を圧縮し、同じく発電機を駆動して電気エネルギーを生成することができる。

【0004】

ある一定の事例において、発電機によって供給される電気エネルギーは、地方自治体の配電網のような配電網の中に給送することができる。ガスタービンは、地方自治体の配電網の変化にตอบสนองしてその作動を調整するように構成することができる。例えば、配電網が遅くなる場合、ガスタービンは、その電気エネルギー出力を増大させ、地方自治体に利用可能な電力の量を維持することができると考えられる。発電機を駆動するシャフトの速度を増すようなガスタービンエンジンにおける燃焼量の増加は、このような電気出力の増加を可能にすることができる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

10

圧縮機セクションにおける燃焼率のような燃焼パラメータが変化すると、燃焼生成物の特定のガス（例えば、窒素酸化物（ NO_x ）、二酸化炭素（ CO_2 ）、及び酸素（ O_2 ））の相対的レベルのような燃焼生成物の性質は、影響を受ける場合がある。残念ながら、いくつかの比率は、燃焼生成物中の過剰なレベルの酸素をもたらす場合があり、ガスタービンシステム及び下流側構成要素に好ましくない影響を及ぼす恐れがある。更に、ガスタービンエンジンシステムは、燃焼プロセスの結果として作動する他のシステムを含むか又はその一部である場合があるので、これらのシステムの作動も影響を受ける場合があり、これは、プロセスの不安定性をもたらす可能性がある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

20

当所、特許請求した内容の範囲に整合す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。当然のことながら、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。

【0007】

1つの実施形態において、ガスタービンシステムは、排気ガスから生成される排気ガス希釈剤の存在下で圧縮酸化剤及び燃料を燃焼させて燃焼生成物を生成するように構成されたタービン燃焼器と、タービン燃焼器に流体的に結合され、酸化剤流量で圧縮酸化剤をタービン燃焼器に流すよう構成された酸化剤供給経路と、燃焼生成物から仕事を抽出して排気ガスを発生させるように構成され、仕事が燃焼生成物から抽出されるときにガスタービンシステムのシャフトを回転させるタービンと、シャフトによる回転にตอบสนองして電力を発生させるように構成された発電機と、1又は2以上の命令セット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、及び1又は2以上の命令セットを実行して発電機に対する目標負荷を示すデータを受け取り、酸化剤流量の調整がタービン燃焼器内の燃焼を調整してシャフトの回転速度を変えるような一次負荷制御パラメータとしての酸化剤流路に沿った酸化剤流量を調整することにより目標負荷にตอบสนองして負荷制御を行うように構成された1又は2以上のプロセッシングデバイスを有するコントローラと、を備えている。

30

【0008】

40

別の実施形態において、システムは、ガスタービンシステムに対する目標負荷を示す負荷表示を受け取り、目標負荷に関連付けられて主酸化剤圧縮システムからガスタービンシステムのタービン燃焼器までの酸化剤供給経路に沿った圧縮酸化剤の流れに対応する酸化剤流量を決定し、主酸化剤圧縮システムをして目標負荷に関連付けられた酸化剤流量に対して圧縮酸化剤の流れを調整させる主酸化剤圧縮システムに入力するための1又は2以上の酸化剤流制御信号を生成し、タービン燃焼器への燃料供給経路に沿った燃料の流れに対応して目標負荷に関連付けられた酸化剤流量に基づく燃料流量を決定し、燃料流制御システムをしてタービン燃焼器内で排気ガス希釈剤の存在下で燃料と酸化剤の間の目標当量比での燃焼を可能にするように燃料の流れを調整させるように構成されて燃料流制御システムに入力するための1又は2以上の燃料流制御信号を生成するために、1又は2以上のブ

50

ロセッシングデバイスによって実行可能な１又は２以上の命令セット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備えている。

【０００９】

別の実施形態において、ガスタービンシステムは、酸化剤及び燃料を燃焼させるように構成されたタービン燃焼器と、タービン燃焼器からの燃焼生成物によって駆動されるタービンと、シャフトを介してタービンによって駆動され、排気ガスを圧縮して排気ガス希釈剤としてタービン燃焼器に供給するように構成された排気ガス圧縮機と、タービンから排気ガス圧縮機までの排気再循環経路に沿って排気ガスを再循環させるように構成された排気ガス再循環（ＥＧＲ）システムと、シャフトによる回転に 응답して電力を発生させるように構成された発電機と、１又は２以上の命令セット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及び１又は２以上の命令セットを実行して発電機に対する目標負荷を示すデータを受け取り、かつ排気流量の調整がタービンの作動を調整してシャフトの回転速度を変えるような一次負荷制御パラメータとしての排気再循環経路に沿って再循環する排気ガスの排気流量を調整することにより目標負荷に 응답して負荷制御を行うように構成された１又は２以上のプロセッシングデバイスを含むコントローラと、を備えている。

10

【００１０】

別の実施形態において、ガスタービンシステムは、酸化剤及び燃料を燃焼させるように構成されたタービン燃焼器と、タービン燃焼器からの燃焼生成物によって駆動されるタービンと、シャフトを介してタービンによって駆動され、排気ガスを圧縮して排気ガス希釈剤としてタービン燃焼器に供給するように構成された排気ガス圧縮機と、タービンから排気ガス圧縮機までの排気再循環経路に沿って排気ガスを再循環させるように構成された排気ガス再循環（ＥＧＲ）システムと、抽出排気ガスとしてある量の排気ガス希釈剤を排気ガス圧縮機から生成物ガスとして下流プロセスに抽出排気ガスを送給するように構成された生成物ガス経路まで流すように構成された排気抽出経路と、シャフトによる回転に 응답して電力を発生させるように構成された発電機と、１又は２以上の命令セット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及び１又は２以上の命令セットを実行して発電機に対する目標負荷を示すデータを受け取り、かつ生成物ガス経路まで流れた抽出排気ガスの量を調整することにより目標負荷に 응답して負荷制御を行うように構成された１又は２以上のプロセッシングデバイスを有するコントローラと、を備えている。

20

30

【００１１】

更に別の実施形態において、ガスタービンシステムは、酸化剤及び燃料を燃焼させるように構成されたタービン燃焼器と、タービン燃焼器からの燃焼生成物によって駆動されるタービンと、シャフトを介してタービンによって駆動され、排気ガスを圧縮して排気ガス希釈剤としてタービン燃焼器に供給するように構成された排気ガス圧縮機と、タービンから排気ガス圧縮機までの排気再循環経路に沿って排気ガスを再循環させるように構成された排気ガス再循環（ＥＧＲ）システムと、抽出排気ガスとしてある量の排気ガス希釈剤を排気ガス圧縮機から生成物ガスとして下流プロセスに抽出排気ガスを送給するように構成された生成物ガス経路まで流すように構成された排気抽出経路と、シャフトによる回転に 응답して電力を発生させるように構成された発電機と、１又は２以上の命令セット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及び１又は２以上の命令セットを実行して発電機に対する目標負荷を示すデータを受け取り、かつ一次負荷制御パラメータとして生成物ガス経路まで流れた抽出排気ガスの量を調整することにより、一次負荷制御パラメータとして燃焼器に提供された酸化剤の量を調整することにより、又は一次負荷制御パラメータとして排気再循環経路に沿った排気ガスの流れを調整することにより、目標負荷に 응답して負荷制御を行うように構成された１又は２以上のプロセッシングデバイスを有するコントローラと、を備えている。

40

【００１２】

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

50

れるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】炭化水素生成システムに結合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1つ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1つ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1つ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1つの実施形態のフローチャートである。

10

【図5】種々のプロセスストリームを用いてガスタービンシステムに負荷を掛ける及び負荷解除するように構成された制御システムの詳細を更に示す図1～3のシステムの1つの実施形態の概略図である。

【図6】図5の制御システムを用いて負荷制御するための制御プロセスの実施形態のフローチャートである。

【図7】図5の制御システムを用いてガスタービンシステムに負荷を掛ける及び負荷解除するための制御プロセスの実施形態のフローチャートである。

【図8】図5の制御システムを用いてガスタービンシステムに負荷を掛ける及び負荷解除するための制御プロセスの実施形態のフローチャートである。

20

【図9】図5の制御システムを用いてガスタービンシステムに負荷を掛ける及び負荷解除するための制御プロセス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】

【0014】

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。何れかの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開発者の特定の目標を達成するために、多数の実装時固有の決定を行う必要がある。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。

30

【0015】

本発明の種々の実施形態の要素を導入する際に、冠詞「a」、「an」、「the」、及び「said」は、要素の1つ又は2以上が存在することを意味するものとする。用語「備える」、「含む」、及び「有する」は、包括的な用語であり、記載した要素以外の付加的な要素が存在し得ることを意味する。

【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、排気ガス再循環システム（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/又は酸化剤の流量を制御することに加えて、量論的燃焼と共に排気ガスを再循環することによって、排気ガス中の二酸化炭素（ 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

40

50

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。

【0017】

加えて、ガスタービンシステムに負荷を掛ける及び負荷解除することは、ガスタービンシステム全体にわたるいくつかの流れに基づいて制御することができ、システムにかかる負荷は、例えば、配電網に利用可能な電気出力のレベルを決定する。流れは、いくつか例を挙げると、燃焼のためのガスタービンエンジンへの酸化剤の流れ、ガスタービンエンジン内へ及びそこから出る排気ガス希釈剤の流れ、及びガスタービンエンジン内への燃料流を含むことができる。制御システムは、主制御パラメータとしてこれらの流れのうちのいずれか1つ又は組み合わせを利用してガスタービンエンジンの負荷を増大又は低下させる方式を制御することができる。

10

【0018】

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1つ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に構成される。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を備え、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）に結合される。オイル/ガス抽出システム16は、オイル/ガス井戸26に結合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。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以上の弁、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。

20

【0019】

従って、EOR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。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み合わせ）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に結合され、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。

30

40

【0020】

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

50

再循環（SEGR）ガスタービンシステム52及び排気ガス（EG）プロセスシステム54を含む。ガスタービンシステム52は、燃料リーン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。詳細には、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す。他方、1.0よりも小さい当量比は、燃料及び酸化剤の燃料リーン燃焼をもたらす。対照的に、当量比1.0は、燃料リッチでもなく燃料リーンでもない燃焼をもたらす。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。開示された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。しかしながら、開示された実施形態はまた、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。しかしながら、開示された実施形態はまた、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。

【0021】

SEGRガスタービンシステム52及びEGプロセスシステム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プロセスシステム54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を備え、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を受け取って処理する。HRSG56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。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る、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プロセスシステム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

10

20

30

40

50

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 で使用するために 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

【 0 0 2 2 】

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、弁、プロア、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、又はこれらの組み合わせ）、及び制御部を備え、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、排出された排気ガス 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み合わ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み合わせを含む。

20

【 0 0 2 3 】

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み合わせを含む。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。別の実施例によれば、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。詳細には、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で形成されるので、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 6 0、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 6 8、燃料 7 0、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 6 0、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で又はその下流側で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（N O）及び二酸化窒素（N O₂）などの N O_x

30

40

50

エミッションの低減を助けることができる。火災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、発電機を介して）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。

【0024】

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を受け取り、該排気ガス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、弁、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、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、これらの何れかの組み合わ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。

【0025】

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の一部又は全てを配向することができ、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）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/又は窒素リーン（例えば、CO₂リッチ・N₂リーンストリーム）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、二酸化炭素及び/又は窒素の中間濃度レベル（例えば、中間濃度CO₂・N₂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、二酸化炭素リーン及び/又は窒素リッチ（例えば、CO₂リーン・N₂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、又はこれらの組み合わ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リーンストリーム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リーン・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CO

10

20

30

40

50

N_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、単に非限定的な実施例に過ぎず、 CO_2 リッチ・ N_2 リーンストリーム96及び CO_2 リーン・ 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。しかしながら、これらのリッチ、リーン、又は中間の濃度の CO_2 ストリーム95の何れかは、単独で、又は様々な組み合わせで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 リーンストリーム96、1又は2以上の CO_2 リーン・ 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）を受け取ることができる。

【0026】

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で排気ガス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。

【0027】

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な燃焼及び/又はガス処理に起因して、酸化剤68及び燃料70（例えば、未燃燃料又は炭化水素）が実質的に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、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5000 ppmv（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。

【0028】

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

10

20

30

40

50

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で、圧縮機排出ケーシングに沿ったポートで、燃焼器セクションにおける各燃焼器に沿ったポートで、又はこれらの組み合わせに配置することができる。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。

10

【0029】

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配置することができる。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。

20

【0030】

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 に結合された制御システム 100 を示した、図 1 のシステム 10 の 1 つの実施形態の概略図である。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 を備え、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 HRSG 56 と、を備えている。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、又はこれらの組み合わせなどの 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備えている。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 を備えている。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み合わ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

30

40

50

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。

【 0 0 3 1 】

S E G R ガスタービンシステム 5 2 は、酸素を実質的に伴わない場合がある排気ガス 4 2、6 0 を生成し、該排気ガス 4 2、6 0 を E G プロセスシステム 5 4 及び / 又は E G 供給システム 7 8 に送る。E G 供給システム 7 8 は、排気ガス 4 2 (例えば、ストリーム 9 5) を処理して炭化水素生成システム 1 2 及び / 又は他のシステム 8 4 に送給することができる。上述したように、E G プロセスシステム 5 4 は、H R S G 5 6 及び E G R システム 5 8 を備えている。H R S G 5 6 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備えることができ、これらを用いて排気ガス 6 0 から熱を回収して水 1 0 8 に伝達し、蒸気タービン 1 0 4 を駆動するための蒸気 6 2 を発生することができる。S E G R ガスタービンシステム 5 2 と同様に、蒸気タービン 1 0 4 は、1 又は 2 以上の負荷又は機械装置 1 0 6 を駆動し、これにより機械出力 7 2 及び電気出力 7 4 を生成することができる。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 及び蒸気タービン 1 0 4 は、縦一列の形態で配列されて、同じ機械装置 1 0 6 を駆動する。しかしながら、他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 及び蒸気タービン 1 0 4 は、異なる機械装置 1 0 6 を別個に駆動し、機械出力 7 2 及び / 又は電気出力 7 4 を独立して生成することができる。蒸気タービン 1 0 4 が H R S G 5 6 からの蒸気 6 2 により駆動されると、蒸気 6 2 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 1 0 4 は、使用した蒸気 6 2 及び / 又は水 1 0 8 を H R S G 5 6 に戻すよう再循環し、排気ガス 6 0 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、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、水 6 4、及び炭化水素生成システム 1 2 と共に用いるための排気ガス 4 2、並びに S E G R ガスタービンシステム 5 2 への入力として使用する排気ガス 6 6 を生成することができる。例えば、水 6 4 は、他の用途で使用するための脱塩水のような処理水 6 4 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 6 0 に関しては、E G プロセスシステム 5 4 の実施形態は、排気ガス 6 0 を H R S G 5 6 に通過させるかどうかに関係なく、E G R システム 5 8 を通じて排気ガス 6 0 を再循環するよう構成することができる。

【 0 0 3 2 】

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、システム 5 2 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 1 1 0 を有する。排気ガス 6 0 は、経路 1 1 0 に沿って、図示の実施形態において H R S G 5 6 及び E G R システム 5 8 を有する E G プロセスシステム 5 4 を通過する。E G R システム 5 8 は、経路 1 1 0 に沿って直列及び / 又は並列配列で、1 又は 2 以上の導管、弁、フロア、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、又はこれらの組み合わせ) を備えることができる。換言すると、E G R システム 5 8 は、システム 5 2 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 1 1 0 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備えることができる。従って、経路 1 1 0 に沿って H R S G 5 6 を備えた実施形態において、H R S G 5 6 は、E G R システム 5 8 の 1 つの構成要素とみなすことができる。しかしながら、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 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 12、又は他のシステム 84 に分配するために酸素及び燃料を実質的に含まない排気ガス 60 を生成する。

【0033】

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 12 は、地下リザーバ 20 からオイル / ガス井戸 26 を通るオイル / ガス 48 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 12 は、流体注入システム 34 を有する EOR システム 18 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 34 は、排気ガス注入 EOR システム 112 及び蒸気注入 EOR システム 114 を含む。流体注入システム 34 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 14 から排気ガス 42 及び蒸気 62 を受け取る
10
ことができる。タービンベースのサービスシステム 14 により生成される排気ガス 42 及び / 又は蒸気 62 はまた、他のオイル / ガスシステム 116 で使用するため炭化水素生成システム 12 に送ることができる。

【0034】

排気ガス 42 及び蒸気 62 の量、品質、及び流れを、制御システム 100 により制御することができる。制御システム 100 は、タービンベースのサービスシステム 14 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 12 及び / 又は他のシステム 84 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 100 は、プロセッサ 120、メモリ 122、蒸気タービン制御部 124、SEGR ガスタービンシステム制御部 126、及び機械制御部 128 を有するコントローラ 118 を含む。プロセッサ 120 は、タービンベースのサービスシステム 14 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 3 以上の冗長プロセッサを含むことができる。メモリ 122 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 122 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、又はこれらの組み合わせを含むことができる。制御部 124、126、及び 128 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 124、126、及び 128 は、メモリ 122 上に格納されてプロセッサ 120 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 124 は、蒸気タービン 104 の作動を制御するように構成され、SEGR ガスタービンシステム制御部 126 は、システム 52 を制御するように構成され、機械制御部 128 は、機械装置 106 を制御するように構成される。従って、コントローラ 118 (例えば、制御部 124、126、及び 128) は、タービンベースのサービスシステム 14 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 12 に排気ガス 42 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。
20
30
40

【0035】

制御システム 100 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備え、これらは、コントローラ 118 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結合される。例えば、各要素に関連する制御デバイス
40
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、弁、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、又はこれらの組み合わ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、又はこれらの組み合わ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。

【0036】

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 1
50

30を得るために、システム10全体に配置された1又は2以上のセンサを備えている。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、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、火災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、或いはこれらの組み合わ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、或いはこれらの組み合わせに対するセンサを備えているのがよい。

【0037】

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、（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弁；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；又はこれらの組み合わせを含む、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。

【0038】

或る実施形態において、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10000 ppmv（百万分の1体積）

10

20

30

40

50

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 1000 ppmv 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 5000 ppmv 未満の目標範囲内に、及び窒素酸化物（NOx）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 500 ppmv 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 100 ppmv 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 5000 ppmv 未満の目標範囲内に選択的に制御することができる。燃料リーン当量比（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 1500 ppmv 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 200 ppmv の目標範囲内に、及び窒素酸化物（例えば、NOx）の排気エミッションを約 50、100、150、200、250、300、350、又は 400 ppmv 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、単に実施例に過ぎず、開示された実施形態の範囲を限定するものではない。

【0039】

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 に結合することができる。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 で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備えている。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備えることができる。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。

【0040】

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指令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、HRSG 56、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、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 プロセスシステム 54、又はこれらの組み合わ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 を受け取ることができる。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、又はこれらの組み合わ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 を受け取ることができる。これら制御部 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。

【0041】

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 プロセスシステム 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 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）の閾値レベルが、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る。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、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。上述したように、EG 処理システム 82 は、CO₂ リッチ・N₂ リーンストリーム 96、中間濃度 CO₂・N₂ ストリーム 97、及び CO₂ リーン・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 1 又は 2 以上の命令を実行することができる。

【0042】

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 の詳細を更に例示した、システム 10 の実施形態の概略図である。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 プロセスシステム 54 に結合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 を備えている。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 を備えている。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配置された 1 ~ 20 の燃焼器 160 のような 1 又は 2 以上の燃焼器 160 を備えている。更に、各燃焼器 160 は、排気ガス 66、酸化剤 68、及び / 又は燃料 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 を備えることができる。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、該燃料ノズルは、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。

【0043】

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 を予混合するように構成された）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に構成された)のあらゆる組み合わせを備えることができる。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、燃焼ゾーンで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。

【0044】

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、火炎表面で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、燃料リーン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、開示された実施形態は、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。

【0045】

作動時には、図示のように、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。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に結合されたシャフト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に結合された機械装置106、178及び/又は圧縮機セクション152に結合された機械装置106、180など、SEGRガスタービンシステム52の何れかの端部に結合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 S E G R ガスタービンシステム 52 に結合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、非限定的な実施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 E G プロセスシステム 54（例えば、H R S G 56 及び / 又は E G R システム 58）を通過する。

【0046】

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 に結合された酸化剤圧縮機 188 を備えている。例えば、駆動装置 190 は、電気モータ、燃焼エンジン、又はこれらの組み合わせを備えることができる。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。しかしながら、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。

【0047】

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み合わせで、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、E G 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、又はこれらの組み合わ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、又はこれらの組み合わ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

10

20

30

40

50

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。間接式熱交換器の実施例は、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実施例によって示される様々な組み合わせで用いることができる。

【００４８】

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。開示された実施形態は、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／又は結合された機械装置１０６、１７８、１８０の配列の幾つかの非限定的な実施例を示している。

【００４９】

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

【 0 0 5 0 】

表 1 において上記で示したように、冷却ユニットは C L R で表され、クラッチは C L U で表され、駆動装置は D R V で表され、ギアボックスは G B X で表され、発電機は G E N で表され、加熱ユニットは H T R で表され、主酸化剤圧縮機ユニットは M O C で表され、低圧及び高圧変形形態はそれぞれ L P M O C 及び H P M O C で表され、蒸気発生器ユニットは S T G N で表されている。表 1 は、圧縮機セクション 1 5 2 又はタービンセクション 1 5 6 に向かって機械装置 1 0 6、1 7 8、1 8 0 を順次的に示しているが、表 1 はまた、逆順の機械装置 1 0 6、1 7 8、1 8 0 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 1 0 6、1 7 8、1 8 0 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 1 0 6、1 7 8、1 8 0 のこれらの構成要素は、ガスタービンエンジン 1 5 0 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 6 8 及び燃料 7 0 は、加圧排気ガス 1 7 0 の品質を劣化させる何らかの酸化剤 6 8 又は燃料 7 0 無しで、排気ガス 1 7 0 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 1 5 0 に供給することができる。

10

【 0 0 5 1 】

図 3 に示すように、E G 供給システム 7 8 は、ガスタービンエンジン 1 5 0 と目標システム（例えば、炭化水素生成システム 1 2 及び他のシステム 8 4）との間に配置される。詳細には、E G 供給システム 7 8（例えば、E G 抽出システム（E G E S）8 0）は、圧縮機セクション 1 5 2、燃焼器セクション 1 5 4、及び / 又はタービンセクション 1 5 6 に沿った 1 又は 2 以上の抽出ポイント 7 6 でガスタービンエンジン 1 5 0 に結合することができる。例えば、抽出ポイント 7 6 は、圧縮機段の間の 2、3、4、5、6、7、8、9、又は 1 0 の段間抽出ポイント 7 6 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 7 6 の各々は、異なる温度及び圧力の抽出排気ガス 4 2 を提供する。同様に、抽出ポイント 7 6 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 1 0 の段間抽出ポイント 7 6 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 7 6 の各々は、異なる温度及び圧力の抽出排気ガス 4 2 を提供する。別の実施例によれば、抽出ポイント 7 6 は、燃焼器セクション 1 5 4 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 7 6 の各々は、E G 抽出導管、1 又は 2 以上の弁、センサ、及び制御部を含むことができ、これらは、E G 供給システム 7 8 への抽出排気ガス 4 2 の流れを選択的に制御するのに用いることができる。

20

30

【 0 0 5 2 】

E G 供給システム 7 8 によって分配される抽出した排気ガス 4 2 は、目標システム（例えば、炭化水素生成システム 1 2 及び他のシステム 8 4）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 7 6 の各々において、排気ガス 1 7 0 は、酸化剤 6 8 及び燃料 7 0 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、E G 供給システム 7 8 は、どのような酸化剤 6 8 又は燃料 7 0 の追加も無しに排気ガス 1 7 0 をガスタービンエンジン 1 5 0 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 1 6 0 の各々における量論的燃焼の観点で、抽出した排気ガス 4 2 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。E G 供給システム 7 8 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 4 2 を炭化水素生成システム 1 2 及び / 又は他のシステム 8 4 に直接的又は間接的に送ることができる。しかしながら、特定の実施形態において、E G 供給システム 7 8 は、目標システムと共に使用する前に、排気ガス 4 2 を更に処理するために E G 処理システム（E G T S）8 2 を含む。例えば、E G 処理システム 8 2 は、C O₂ リッチ・N₂ リーンストリーム 9 6、中間濃度 C O₂・N₂ ストリーム 9 7、及び C O₂ リーン・N₂ リッチストリーム 9 8 などの 1 又は 2 以上のストリーム 9 5 への排気ガス 4 2 を精

40

50

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み合わせで用いることができる。

【0053】

E G 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、E G 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（E G）処理構成要素 192 を備えることができる。これらの E G 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み合わ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、E G 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み合わせを備えることができる。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、或いはこれらの組み合わせを含むことができる。開示された実施形態は、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実施例を示している。

【0054】

表 2

1 9 4	1 9 6	1 9 8	2 0 0	2 0 2	2 0 4	2 0 6	2 0 8	2 1 0
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

10

20

【 0 0 5 5 】

表 2 において上記で示したように、触媒ユニットは C U で表され、酸化触媒ユニットは O C U で表され、ブースタブローは B B で表され、熱交換器は H X で表され、熱回収ユニットは H R U で表され、熱回収蒸気発生器は H R S G で表され、凝縮器は C O N D で表され、蒸気タービンは S T で表され、粒子状物質除去ユニットは P R U で表され、除湿ユニットは M R U で表され、フィルタは F I L で表され、凝集フィルタは C F I L で表され、水不透過性フィルタは W F I L で表され、慣性力選別装置は I N E R 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 D I L で表される。表 2 は、タービンセクション 1 5 6 の排気ガス出口 1 8 2 から圧縮機セクション 1 5 2 の排気ガス入口 1 8 4 に向かって構成要素 1 9 2 を順次的に示しているが、図示の構成要素 1 9 2 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、又はこれらの組み合わせを包含することを意図している。更に、表 2 において、H R U、H R S G、及び C O N D は H E の実施例であり、H R S G は、H R U の実施例であり、C O N D、W F I L、及び C F I L は W R U の実施例であり、I N E R、F I L、W F I L、及び C F I L は P R U の実施例であり、W F I L 及び C F I L は、F I L の実施例である。この場合も同様に、表 2 は、構成要素 1 9 2 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 1 9 2（例えば、1 9 4 ~ 2 1 0）は、H R S G 5 6、E G R システム 5 8、又はこれらの組み合わ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 E G 処理構成要素 1 9 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 6 0 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 6 0 は、E G 供給システム 7 8 で使用するために 1 又は 2 以上の抽出ポイント 7 6 で抽出され、及び / 又は圧縮機セクション 1 5 2 の排気ガス入口 1 8 4 に再循環することができる。

30

40

50

【 0 0 5 6 】

処理された再循環排気ガス 6 6 が圧縮機セクション 1 5 2 を通過すると、S E G R ガスタービンシステム 5 2 は、1 又は 2 以上の管路 2 1 2 (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 2 1 2 は、排気ガスを 1 又は 2 以上の熱交換器 2 1 4 (例えば、冷却ユニット) に送り、これにより S E G R ガスタービンシステム 5 2 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 2 1 4 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 2 1 2 に沿ってタービンセクション 1 5 6 に送ることができる。このような実施形態において、S E G R ガスタービンシステム 5 2 は、冷却及び / 又はシール目的でタービンセクション 1 5 6 を通って何らかの酸化剤 6 8 (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 1 5 6 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。別の実施例によれば、熱交換器 2 1 4 を通過した後、冷却された排気ガスの一部は、管路 2 1 6 (例えば、戻り導管) に沿って圧縮機セクション 1 5 2 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 1 5 2 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 2 1 4 は、圧縮機セクション 1 5 2 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、S E G R ガスタービンシステム 5 2 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。

【 0 0 5 7 】

図 4 は、図 1 ~ 図 3 に示したシステム 1 0 の動作プロセス 2 2 0 の 1 つ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 2 2 0 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 1 2 2 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 1 1 8 のプロセッサ 1 2 0 上で命令を実行する。例えば、プロセス 2 2 0 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 1 0 0 のコントローラ 1 1 8 によって実行可能な命令を含むことができる。

【 0 0 5 8 】

プロセス 2 2 0 は、ブロック 2 2 2 で示されるように、図 1 ~ 図 3 の S E G R ガスタービンシステム 5 2 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、S E G R ガスタービンシステム 5 2 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 2 2 2 の間、プロセス 2 2 0 は、ブロック 2 2 4 で示されるように、加圧された酸化剤 6 8 を燃焼器セクション 1 5 4 の燃焼器 1 6 0 及び燃料ノズル 1 6 4 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、又はこれらの組み合わせを含むことができる。例えば、酸化剤 6 8 は、図 3 に示す酸化剤圧縮システム 1 8 6 により圧縮することができる。プロセス 2 2 0 はまた、ブロック 2 2 6 で示されるように、始動モード 2 2 2 の間、燃焼器 1 6 0 及び燃料ノズル 1 6 4 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 2 2 2 の間、プロセス 2 2 0 はまた、ブロック 2 2 8 で示されるように、燃焼器 1 6 0 及び燃料ノズル 1 6 4 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 1 6 4 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み合わせを生成することができる。始動モード 2 2 2 の間、ガスタービンエンジン 1 5 6 により生成される排気ガス 6 0 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 2 2 0 は、1 又は 2 以上の貯蔵ユニット (例えば、貯蔵タンク 8 8)、パイプライン 8 6、他の S E G R ガスタービンシステム 5 2、又は他の排気ガス供給源から排気ガス 6 6 を供給することができる。

【 0 0 5 9 】

次いで、プロセス 2 2 0 は、ブロック 2 3 0 で示されるように、燃焼器 1 6 0 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。詳細には、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。しかしながら、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。

10

【0060】

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、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。プロセス 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、E G 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。

20

【0061】

次いで、再循環された排気ガス 66 は、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、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、E G 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、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 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 ~ 図 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

【0062】

上述のように、S E G R ガスタービンシステム 52 を利用して、他の出力の中でも特に電力 74 を発生させることができ、次いで、電力 74 を用いて、タービンベースのサービスシステム 14 の 1 又は 2 以上の特徴に動力を供給することができる、又は送電網に入力される電気エネルギーとして提供することができる。このような送電網と同期した状態で、S E G R ガスタービンシステム 52 の作動を調整して送電網における変動に対処することができる。例えば、送電網は、特定の予め決められた周波数（例えば、送電網速度）において作動するように構成することができる。送電網の周波数が変化するとき、電力 74 の

50

出力も調整することができる。通常「ドループ」と呼ばれる周波数が減少している状況において、例えば、S E G Rガスタービンシステム52は、その出力を増加させてこのドループに対処し、予め決められたレベルに送電網速度を維持することができる。本実施形態により、例えば、高温の燃焼ガスにおける燃焼器160による放熱を制御して、送電網負荷需要に従い、送電網速度の偏差に反応する。以下で詳細に検討されるように、放熱は、酸化剤68、燃料70、排気ガス42、及び同様のものの流れのうちのいずれか1つ又は組み合わせを含むS E G Rガスタービンシステム52を通る流れの組み合わせを用いて調整することができる。

【0063】

S E G Rガスタービンシステム52の作動を制御して送電網負荷需要に従い、送電網速度の変動に対処するように構成された負荷制御システム260の1つの実施形態を、図5に概略的に図示している。種々の流れ調整特徴の中でも、負荷制御システム260は、本明細書で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を備えている。1つの実施形態において、コントローラ118は、1又は2以上の命令セット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と、格納された命令を実行して本明細書で説明する負荷制御技術を実施するように構成された1又は2以上のプロセッシングデバイスとを備えることができる。例えば、1又は2以上の命令セットは、S E G Rガスタービンシステム52を通る1又は2以上のタイプの流れを調整するためのモジュールを全体として又は個々に備えることができる。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以上の応用として施設内又は施設外ワークステーション）又は1つ又は2つ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くの種々の制御弁、導管接合部、及びその他などのS E G Rガスタービンシステム52全体にわたって分配することができる分配システムにおいて実施することができる。

【0064】

例えば、コントローラ118は、とりわけ、酸化剤圧縮機セクション186（例えば、M O C 188）から圧縮機セクション154（例えば、燃焼器160）まで延びる酸化剤供給経路264に沿って酸化剤68の流れを調整するように構成された第1のモジュール262を含むことができる。酸化剤68の流れを一次負荷制御パラメータ（例えば、送電網負荷需要又は送電網速度変動に応答して調整される第1の主パラメータ）として調整する実施形態において、第1のモジュール262は、機能の中でも特に酸化剤流負荷制御ルーチンを実施する酸化剤流負荷制御モジュールであると考えることができる。

【0065】

コントローラ118はまた、とりわけ、圧縮機セクション154（例えば、燃焼器160）まで延びる燃料供給経路268に沿って燃料70の流れを調整するように構成された第2のモジュール266を備えている。以下で詳細に検討されるように、第2のモジュール266は、酸化剤68の流れ、S E G Rガスタービンシステム52全体にわたる排気ガスの流れ、これらの流れの種々の温度及び/又は圧力インジケータ、及び同様のものを含む複数の要因に応答して燃料70の流れを調整することができる。特定の実施形態において、第2のモジュール266は、燃料70の流れを調整して、燃焼器160内で燃焼するための酸化剤中の燃料対酸素の目標当量比を達成することができる。このような実施形態において、第2のモジュール266は、当量比制御ルーチンを実施すると考えることができる。目標当量比は、ユーザが定義することができ、又は排気ガスに対する所望の組成、燃焼器160による目標熱出力、及びその他などの様々な他の入力パラメータに基づいて自動的に決定することができる。

【0066】

コントローラ118はまた、M O C 188を通る酸化剤68の流れ、圧縮機セクション152（例えば、排気ガス圧縮機、リサイクル圧縮機）を通る排気ガス66の流れ、排気再循環経路110を通る排気ガス60の流れ、及びその他などの種々の流れを調整するように構成された第3のモジュール270を含む。酸化剤68及び/又は排気ガス66のパ

ラメータ（例えば、圧力、流量、温度）のうちのいずれか１つ又は組み合わせは、酸化剤６８の流れ、ＳＥＲＧガスタービンシステム５２全体にわたる排気ガスの流れ、これらの流れの種々の温度及び／又は圧力インジケータ、及び同様のものを含む複数の要因に応答して調整することができる。特定の実施形態において、第３のモジュール２７０は、燃焼器１６０内の温度に影響を及ぼす排気ガス６６の温度を調整することができ、従って、温度制御ルーチンを実施すると考えることができる。これに加えて又はこれに代えて、第３のモジュール２７０は、燃焼器１６０において酸化剤６８対排気ガス希釈剤の比を制御／調整するように構成することができ、従って、酸化剤対排気ガス比制御ルーチンを実施すると考えることができる。第３のモジュール２７０は、ガスタービンエンジン１５０を通る全流体流れに影響を及ぼし、従って、ＳＥＲＧガスタービンシステム５２の負荷に影響を及ぼす場合がある圧縮機セクション１５２への排気ガス６６の流量を調整することができる。従って、このような実施形態において、第３のモジュール２７０は、リサイクル流れを用いて追加の制御を実施すると考えることができる。

10

【００６７】

コントローラ１１８は、第４のモジュール２７２を更に備え、コントローラ１１８は、とりわけ、ＥＧ供給システム７８への排気ガス４２の流れを制御するように構成され、ＥＧ供給システム７８は、燃焼器１６０から（例えば、圧縮機排出ケーシングから）抽出された排気ガス４２を抽出し、処理し、かつ炭化水素生成システム１２のための生成物ストリームとして用いられる生成物ガス２７４に圧縮するように構成される。抽出された排気ガス４２の量、排気ガス４２の圧縮量、及びその他は、ガスタービンエンジン１５０内へ及びそこから出る流体の流れ（例えば、高温の燃焼ガス）に影響を及ぼす可能性があり、排気再循環経路１１０内の排気ガス６６の圧力を調整するのに使用することができる。更に、第４のモジュール２７２は、とりわけ、排気再循環経路１１０内の排気ガス６６の圧力分配を制御するように構成することができ、これは、排気ガス６６を圧縮機セクション１５２内に加圧するように構成される。当然のことながら、特定の実施形態において、第４のモジュール２７２は、排気ガス圧力制御ルーチン、負荷制御ルーチン（例えば、バージ流負荷制御ルーチン）、又はこれらの組み合わせを実施して、例えば、他の負荷制御技術を補足すると考えることができる。

20

【００６８】

ここでもまた、コントローラ１１８は、第１、第２、第３、及び第４のモジュール２６２、２６６、２７０、２７２を備えることができ、これらのモジュールは、互いに独立して又は協働して作動することができる。更に、モジュールの各々は、特定の流れ制御弁、変換器（例えば、センサ）、及びその他のみに結合されると図示しているが、接続のあらゆる並び換えが現在企図されている。換言すると、各モジュールは、本明細書で説明する変換器のうちのいずれか１つ又は組み合わせから独立して情報を受け取ることができ、各モジュールは、本明細書で説明する流れ制御アクチュエータ、ガイドベーンアクチュエータ、駆動装置（例えば、モータ）などのうちのいずれか１つ又は組み合わせを独立して制御することができる。当然のことながら、以下に説明する特定の配列は、種々の実施形態の説明を可能にすることが企図されており、本開示をいずれか１つの配列に限定することを意図するものではない。

30

40

【００６９】

図示のように、第１のモジュール２６２を有するコントローラ１１８は、発電機２７６に、詳細にはコントローラ１１８に情報出力する電力を提供するように構成されたセンサ２７８（例えば、電力計）に通信可能に結合される。特定の実施形態において、第１のモジュール２６２は、フィードバックとして出力情報を用いて、ＳＥＲＧガスタービンシステム５２が適切な電気出力を送電網に提供していることを保証することができる。コントローラ１１８はまた、ＥＧ供給システム７８へ抽出ガスとして流れる排気ガス４２のバージ流量（例えば、質量流量、体積流量）を決定するように構成された排気ガス抽出流量計２８０に通信可能に結合されると図示している。以下で検討されるように、特定の実施形態において、コントローラ１１８の第１のモジュール２６２（又は他のモジュール）は

50

、パージ流量を利用して酸化剤 6 8 の流量を調整することができ、これは、ガスタービンエンジン 1 5 0 の負荷を調整することができる。

【 0 0 7 0 】

ここでもまた、これらのセンサから得られるデータ及び送電網から得られるデータ（例えば、タービン速度 / 負荷表示信号などの目標負荷）の結果として、コントローラ 1 1 8 は、酸化剤供給経路 2 6 4 に沿って酸化剤 6 8 の流れを調整することができる。図示の実施形態において、酸化剤供給経路 2 6 4 に沿った酸化剤 6 8 の流れは、1 又は 2 以上の通気孔を介して M O C 1 8 8 を通って流れ、ブースタ酸化剤圧縮機（B O C）2 8 2 を通る流れ又はこれらの何らかの組み合わせを調整することによって調整される。

【 0 0 7 1 】

コントローラ 1 1 8（例えば、第 1 のモジュール 2 6 2）は、M O C 入口ガイドベーン 2 8 6 の位置を調節することができる M O C アクチュエータ 2 8 4 を制御することにより、M O C 1 8 8 を通る酸化剤 6 8 の流れを調節することができる。M O C 入口ガイドベーン 2 8 6 は、特定のレベルで M O C 1 8 8 を通る酸化剤 6 8 の流れを可能にするように位置決め可能とすることができる。例えば、M O C 入口ガイドベーン（I G V）2 8 6 は、完全に開放することができ、これは、M O C 1 8 8 を通る最大酸化剤流及び S E G R ガスタービンシステム 5 2 にかかる相応に高い負荷に対応することができる。負荷は、少なくとも燃焼器 1 6 0 への酸化剤流の増加により高い場合があり、これは燃焼の増加及び対応する燃焼生成物の量の増加をもたらす。燃焼器 1 6 0 により増加した熱出力及び圧力は、タービンセクション 1 5 6 への仕事伝達の増加をもたらすことができ、これは、シャフト 1 7 6 の回転速度を増し、従って、発電機 2 7 6 による電力 7 4 の出力を増加させる。

【 0 0 7 2 】

他方、M O C 入口ガイドベーン 3 8 6 は、1 0 % 開放のように部分的に開放することができ、M O C 1 8 8 を通る最大酸化剤流の 1 0 % のみ及び S E G R ガスタービンシステム 5 2 にかかる相応により低い負荷を可能にする。当然のことながら、燃焼器 1 6 0 への酸化剤 6 8 の流れの減少は、燃焼器 1 6 0 による熱出力及び圧力を減少させ、拡大解釈すれば、発電機 2 7 6 による電力出力を減少させる。従って、コントローラ 1 1 8 は、約 1 0 % ~ 9 0 % 開放、約 2 0 % ~ 8 0 % 開放、及びその他などの完全閉鎖（例えば、0 % 酸化剤流）と完全開放（例えば、1 0 0 % 酸化剤流）との間に M O C I G V 2 8 6 の位置を調節する 1 又は 2 以上の信号をアクチュエータ 2 8 4 に提供して、酸化剤 6 8 に対して所望の圧縮、圧力、又は流量に達することができる。

【 0 0 7 3 】

酸化剤 6 8 のパラメータ（例えば、流量、温度、圧力）及び S E G R ガスタービンシステム 5 2 の最終的負荷に影響を及ぼすことができるいくつかの追加の特徴は、M O C 1 8 8 と燃焼器 1 6 0 の間の酸化剤供給経路 2 6 4 に沿って配置することができる。図示のように、酸化剤圧縮機セクション 1 8 6 は、圧縮段間で酸化剤 6 8 を冷却するように（例えば、圧力効率を高め、最大圧縮機作動温度を超えないように）構成された M O C 中間冷却器 2 8 8 と、燃焼器 1 6 0 に送給する前に酸化剤 6 8 の圧力を増強するように構成された B O C 2 8 2 とを含む。

【 0 0 7 4 】

圧縮後、酸化剤 6 8 は、酸化剤供給経路 2 6 4 に沿ってかつ第 1 及び第 2 の中間酸化剤経路 2 9 0、2 9 2 を通って流れることができる。第 1 の中間酸化剤経路 2 9 0 は、M O C 中間冷却器 2 8 8 をもたらし、M O C 中間冷却器 2 8 8 は、冷却剤 2 9 4 の流れを利用し、冷却剤 2 9 4 は、冷却剤流制御弁 2 9 6 を用いて制御され、B O C 2 8 2 に送給する前に酸化剤 6 8 を冷却する。図示のように、冷却剤流制御弁 2 9 6 は、M O C 中間冷却器 2 8 8 における冷却剤のレベルを監視又は検出するように構成された水準計 2 9 8 に基づいて調節される。M O C 中間冷却器 2 8 8 は、以下に限定されるものではないが、噴霧中間冷却器、給水加熱器、直接又は間接熱交換器（例えば、シェル - アンド - チューブ熱交換器）、又は同様のものを含む圧縮酸化剤 6 8 を冷却するのに適切なあらゆるタイプの冷却特徴とすることができる。これらの構成の一部において、冷却媒体を調節し（例えば、

10

20

30

40

50

圧力、流れ、温度)、以下に説明するようにバイパス流れの調節に加えて又はその代わりに圧縮酸化剤 68 の冷却を達成することができる。

【0075】

第2の中間経路292は、MOC中間冷却器288をバイパスし、MOC中間冷却器288を出た冷却酸化剤68に合流する。BOC282に流れる得られる混合気の温度は、第1及び第2の中間経路290、292を通して流れる相対量と、いくつかの実施形態においては、MOC中間冷却器288での冷却媒体による冷却とに依存する場合がある。例えば、第2の中間経路292に沿って配置された酸化剤バイパス流れ制御弁300は、BOC282の下流側に位置決めされた酸化剤温度センサ302によって検出/測定された酸化剤68の温度に基づいて、第2の中間経路292への酸化剤68の流れ(及び従って第1の中間経路290への流れ)を調節することができる。酸化剤68の温度が高すぎる(例えば、閾値よりも高い)ことを酸化剤温度センサ302が検出する実施形態において、酸化剤バイパス流れ制御弁300は、第2の中間経路292に沿って流れを減少又は閉鎖させ、MOC中間冷却器288を通る酸化剤68の流れを増加させることによって酸化剤68の冷却を増大させることができる。逆の作動(例えば、バイパス流れの増加)は、酸化剤温度センサが閾値よりも低い酸化剤68の温度を検出する実施形態において起こる場合がある。

10

【0076】

第1及び第2の中間経路290、292がMOC中間冷却器288の下流側で合流した状態で、冷却酸化剤68は、BOC282に流れる。BOC282への酸化剤68の流れは、BOCIGV304を用いてMOCIGV282の場合のように調節することができる。詳細には、コントローラ118(例えば、第1のモジュール262)は、1又は2以上の制御信号をBOCIGVアクチュエータ306に送ることができ、BOCIGVアクチュエータ306は、BOCIGV304の位置を調節して酸化剤68がBOC282へ流れ込む速度を制御する。次いで、これは、燃焼器160に対する酸化剤68の流量(例えば、質量又は体積流量)も調節することができ、燃焼器160は、上述のようにSEGRガスタービンシステム52の負荷に影響を及ぼすことができる。従って、1つの実施形態において、コントローラ118(例えば、第1のモジュール262)は、目標負荷に関する情報を受け取る場合があり(例えば、送電網速度の低下により)、1又は2以上の制御信号をBOCIGVアクチュエータ306に送り、BOCIGV304の位置を調節し、酸化剤流(例えば、完全開放と完全閉鎖、並びにこれらの間の全ての位置の間の)を調節することができる。

20

30

【0077】

BOCIGV304の位置を調節することは、MOCIGV286と比べてこれらのサイズの差に起因して酸化剤流量への影響は小さいが、急速反応を可能にするためにMOCIGV286の何らかの上部空間を維持することが望ましい場合がある。例えば、完全開放位置にMOCIGV286を保持し、BOCIGV304を利用して酸化剤流を調節して負荷需要を満たすのではなく、代わりに、開放位置(例えば、60%~90%開放)においてもBOCIGV304を維持しながら、これらの最大開放位置(例えば、60%~90%開放)未満でMOCIGV286を維持することが望ましい場合がある。これは、BOCIGV304と比べてMOCIGV286の同じパーセント変化が、全体の酸化剤流量により大きな影響を有することになるので、酸化剤68の流量の比較的急速な変化を可能にするようにコントローラ118がMOCIGV286を調節できるようにする。従って、MOCIGV286及びBOCIGV304は、独立して又は互いに協働して調節することができる。すなわち、コントローラ118は、酸化剤流ベースの負荷制御を実施する上で、MOC188及び/又はBOC282を通る流れを調節することができる。

40

【0078】

MOCIGV286及び/又はBOCIGV304を用いる酸化剤68の流れの調節に加えて又はその代わりに、コントローラ118(例えば、第1のモジュール262)

50

は、B O C 2 8 2 の速度を調節することができる。詳細には、コントローラ 1 1 8 は、B O C シャフト 3 1 0 を介して B O C 2 8 2 に駆動結合された B O C 駆動装置 3 0 8 の速度を調節することができる。B O C 駆動装置 3 0 8 は、以下に限定されるものではないが、蒸気タービン又は電気モータを含むことができる。従って、B O C 駆動装置 3 0 8 の速度は、蒸気の流れを B O C 駆動装置 3 0 8 に調節することにより（例えば、駆動装置 3 0 8 が蒸気タービンである実施形態において）、又は B O C 駆動装置 3 0 8 に提供された電力の量を調節することによって（例えば、駆動装置 3 0 8 が電気モータである実施形態において）調節することができる。

【 0 0 7 9 】

B O C 2 8 2 の速度は、回転速度システム 3 1 2 を用いて B O C シャフト 3 1 0 において測定することができ、回転速度システム 3 1 2 は、B O C シャフト 3 1 0 の速度を測定し、1 又は 2 以上の制御信号を B O C 駆動装置 3 0 8 に（例えば、蒸気の流れを制御する流れ制御弁又は電力流れを制御する回路制御に）提供する高性能デバイス（例えば、プロセッサベースのデバイス）とすることができる。図示のように、駆動装置 3 0 8 の速度はまた、B O C 2 8 2 の上流側で酸化剤 6 8 の検知圧力に基づいて調節することができる（例えば、第 1 の酸化剤圧力センサ 3 1 4 を用いて）。このようにして、駆動装置 3 0 8 の速度は、M O C 1 8 8 にわたる予め決められた圧力増加により調節される。M O C 中間冷却器 2 8 8 の上流側に位置決めされると図示しているが、第 1 の酸化剤圧力センサ 3 1 4 は、酸化剤供給経路 2 6 4 に沿ったあらゆる点（例えば、M O C 中間冷却器 2 8 8 の上流側のあらゆる点）に位置決めすることができる。図示した酸化剤圧縮システム 1 8 6 はまた、B O C 2 8 2 の下流側の位置で酸化剤 6 8 の圧力を検知するように構成された第 2 の酸化剤圧力センサ 3 1 6 を含む。このようにして、B O C 2 8 2 にわたる圧力増加、及び必要な場合には M O C 中間冷却器 2 8 8 及び B O C 2 8 2 にわたる圧力増加は、第 1 及び第 2 の圧力センサ 3 1 4、3 1 6 を用いて決定することができる。B O C 2 8 2 が酸化剤 6 8 の圧力を増強した後、酸化剤 6 8 は、燃焼器 1 6 0 に供給することができる。

【 0 0 8 0 】

上述した方式で酸化剤供給経路 2 6 4 を通って進むのではなく、酸化剤 6 8 の一部分は、代わりに放出することができる。詳細には、M O C 1 8 8 で圧縮した後、酸化剤 6 8 の一部分は、第 1 の酸化剤通気経路 3 1 8 を通って流れることができ、その速度及び量は、第 1 の酸化剤通気制御弁 3 2 0 を用いて制御され、第 1 の酸化剤通気孔 3 2 2 を出る。第 1 の酸化剤通気制御弁 3 2 0 は、コントローラ 1 1 8（例えば、第 1 のモジュール 2 6 2）によって提供された 1 又は 2 以上の制御信号に基づいて調節することができ、S E G R ガスタービンシステム 5 2 の負荷を調節するように制御することができる。非限定的な実施例として、S E G R ガスタービンシステム 5 2 の負荷は、システム 5 2 の始動中に第 1 の酸化剤通気孔 3 2 2 から酸化剤 6 8 の一部分を流出させることによって制御することができる。

【 0 0 8 1 】

これに加えて又はこれに代えて、B O C 2 8 2 から流れる圧縮酸化剤 6 8 を放出することができる。詳細には図示のように、酸化剤 6 8 は、第 2 の酸化剤通気経路 3 2 4 を通って流れることができ、その速度及び量は、第 2 の酸化剤通気制御弁 3 2 6 を用いて制御され、第 2 の酸化剤通気孔 3 2 8 から出る。第 2 の酸化剤通気孔 3 2 8 からの酸化剤 6 8 の流出は、燃焼器 1 6 0 への供給前に酸化剤 6 8 に対して目標圧力を達成するように制御することができる。従って、図示のように、第 2 の酸化剤通気制御弁 3 2 6 は、少なくとも一部は、B O C 2 8 2 の下流側に配置された第 2 の酸化剤圧力センサ 3 1 6 からのフィードバック信号に基づいて制御することができる。

【 0 0 8 2 】

上述した実施形態による放出に加えて又はその代わりに、M O C 1 8 8 から流出した酸化剤 6 8 をリサイクルし、酸化剤供給経路 2 6 4 を通って流れる酸化剤 6 8 の量を調節することができる。例えば、図示のように、M O C 1 8 8 において圧縮した後、酸化剤 6 8 は、酸化剤リサイクル経路 3 3 0 に沿って流れることができ、酸化剤リサイクル経路 3 3

0 は、圧縮酸化剤 6 8 を M O C 1 8 8 の下流側の酸化剤供給経路 2 6 4 に戻す。酸化剤リサイクル経路 3 3 0 に沿った酸化剤 6 8 の流れは、リサイクル燃料流制御弁 3 3 2 を用いて少なくとも部分的に制御することができ、リサイクル燃料流制御弁 3 3 2 は、検知圧力、流量、その他に基づいて自動的にコントローラ 1 1 8、人間オペレータ、又はこれらの何らかの組み合わせによって作動させることができる。

【 0 0 8 3 】

上述のように、コントローラ 1 1 8（例えば、第 2 のモジュール 2 6 6）は、酸化剤 6 8 の流れの変化にตอบสนองして（例えば、負荷制御からの）燃料 7 0 の流れを調節することができる。詳細には、コントローラ 1 1 8 は、燃料供給経路 2 6 8 に沿って燃料 7 0 の流れを調節することができ、燃料供給経路 2 6 8 は、燃料 7 0 を燃焼器 1 6 0 に流すように構成された 1 又は 2 以上の導管を含むことができる。例えば、図示のように、コントローラ 1 1 8 は、燃料流制御弁 3 3 4 に通信可能に結合され、1 又は 2 以上の制御信号を燃料流制御弁 3 3 4 に提供し、燃焼器 1 6 0 への燃料 7 0 の流れを停止、開始、又はそうでなければ調節することができる。

10

【 0 0 8 4 】

燃料流量の調節は、酸化剤 6 8 の流量を含む複数の要因に基づくことができる。従って、コントローラ 1 1 8 は、燃焼器 1 6 0 に対して酸化剤 6 8 の流量を測定 / 監視するように構成された酸化剤流量計 3 3 6 に結合することができる。図示のように、酸化剤流量計 3 3 6 は、B O C 2 8 2 と燃焼器 1 6 0 の間に位置決めされる。しかしながら、酸化剤流量計 3 3 6 は、M O C 1 8 8 と B O C 2 8 2 の間、M O C 1 8 8 と M O C 中間冷却器 2 8 8 の間、又は M O C 中間冷却器 2 8 8 と B O C 2 8 2 の間のように酸化剤供給経路 2 6 4 に沿ってどこにでも位置決めすることができる。当然のことながら、酸化剤流量計は、これらの場所のうちのいずれか 1 つ又はその組み合わせで位置決めすることができる。非限定的な実施例として、例えば、S E G R ガスタービンシステム 5 2 に対する目標負荷（例えば、送電網速度変化による）に基づいて酸化剤流量が設定された状態で、燃料流を調節して約 0 . 9 5 ~ 1 . 0 5、又は $1 . 0 \pm 0 . 1$ 、0 . 2、0 . 3、0 . 4、0 . 5、又はそれ以上のような目標当量比（ ）で燃焼器 1 6 0 内の燃焼を確立することができる。

20

【 0 0 8 5 】

燃料流量は、燃料流量計 3 3 8 を用いて監視することができ、燃料流量計 3 3 8 は、コントローラ 1 1 8 に通信可能に結合することができる。従って、燃料流量計 3 3 8 は、燃料流量を示すフィードバックを提供し、制御信号が燃料流制御弁 3 3 6 に対して発生するときにコントローラ 1 1 8 が燃料 7 0 の供給の変動性に対処するようにすることができる。

30

【 0 0 8 6 】

特定の実施形態において、コントローラ 1 1 8（例えば、第 2 のモジュール 2 6 6）は、燃料 7 0 に対する適切な流量を決定する上で追加のパラメータを利用することができる。例えば、図示のように、コントローラ 1 1 8 は、タービンセクション 1 5 6 から排出された排気ガス 6 0 の組成及び / 又は炭化水素生成システムに送給するために用いられる生成物ガス 2 7 4 の組成に関する情報を提供する一連のセンサに通信可能に結合される。情報は、排気再循環経路 1 1 0 に沿ってタービンセクション 1 5 6 の出口に位置決めされた排気センサ 3 4 0、H R S G 5 6 の C O 触媒 3 4 4 にわたって温度変化を監視するように構成された温度センサ 3 4 2、及び / 又は排気再循環経路 1 1 0 に沿って位置決めされた排気酸素センサ 3 4 6 によって提供することができる。

40

【 0 0 8 7 】

排気センサ 3 4 0 は、タービンセクション 1 5 6 から排出された排気ガス 6 0 において直接又は間接に測定することができ、コントローラ 1 1 8（例えば、第 2 のモジュール 2 6 6）による燃料流量の制御のためのフィードバックとして機能することができる。排気センサ 3 4 0 は、特定の実施形態において、直接に を測定することができ、又は排気ガス 6 0（例えば、燃料、酸素）中の成分の相対存在量を測定して を決定することができ、排気センサ 3 4 0 は、燃焼器 1 6 0 における燃焼が量論的な燃料リーンであるか

50

又は燃料リッチであるかをコントローラ 118 が決定できるようにする。例えば、目標が 1 である実施形態において、 CO が燃焼器 160 内で燃料リッチ燃焼を示す 1 よりも大きい時に、コントローラ 118 は、燃料 70 の流量を減少させることができる。 CO が燃焼器 160 内で燃料リーン燃焼を示す 1 未満である実施形態において、コントローラ 118 は、燃料 70 の流量を増加させることができる。

【0088】

CO 触媒 344 にわたって温度変化を検出するように位置決めされた排気温度センサ 342 は、燃焼器 160 内で発生する燃焼生成物の相対指標を提供することができる。例えば、 CO 触媒 344 は、発熱化学反応により CO 又は他の未反応燃料或いは未反応酸化剤を別の物質（例えば、 CO_2 ）に変換することができ、排気温度センサ 342 によって検出されるような CO 触媒 344 にわたる温度の上昇は、排気ガス 60 における未反応燃料及び / 又は酸化剤の存在、すなわち、燃焼器 160 内の不完全燃焼のインジケータを示す。当然のことながら、排気温度センサ 342 が、コントローラ 118 に非量論的燃焼の指標を提供する実施形態において、コントローラ 118（例えば、第 2 のモジュール 266）は、燃料流量（及びいくつかの実施形態においては酸化剤流量）を減少させて燃焼器内の目標当量比を達成することができる（例えば、1 の目標 に対して）。

【0089】

排気酸素センサ 346 は、排気温度センサ 342 によって提供された情報に相補的な情報をコントローラ 118 に提供する。例えば、排気温度センサ 342 は、排気ガス 60 中の未燃燃料 70 及び / 又は過剰な酸素 68 のレベルに関する情報を提供することができ、排気酸素センサ 346 は、排気ガス 60 内の酸素含有量に関する情報を提供する。従って、排気酸素センサ 346 が燃焼器 160 内の燃料リーン燃焼を示す排気ガス 60 中の酸素を検知する実施形態において、コントローラ 118（例えば、第 2 のモジュール 266）は、燃料 70 の流量を増加させることができる。他方で、排気酸素温度センサ 346 が、量論的燃焼又は燃料リッチ燃焼を示す排気ガス 60 中の酸素を検知しない燃焼において、コントローラ 118（例えば、第 2 のモジュール 266）はまた、排気温度情報を利用して燃料 70 の流量を変化させて目標当量比を達成するかどうかを決定することができる（例えば、 CO 触媒 344 にわたる温度差が未反応物質の存在を示す場合）。

【0090】

コントローラ 118（例えば、第 2 のモジュール 266）はまた、パージ流路 347 に沿って排気ガス供給システム 78 に流入する排気ガス 42 に関する組成情報の結果として、燃料供給経路 268 に沿って燃料 70 の流れを調節することができる。例えば、排気ガス 42 は、給水のような排気ガス 42 から冷却媒体に熱を伝達するように構成された生成物冷却器 348 に流入することができる。特定の実施形態において、生成物冷却器 348 は、シェル - アンド - チューブ熱交換器、HRS G、又は同様のものなどの間接冷却器を含むことができる。他の実施形態において、生成物冷却器 348 は、噴霧冷却器のような直接接触冷却器とすることができる。

【0091】

生成物冷却器 348 は、HRS G 56 と同様の方式で排気ガス 42 内の CO 又は他の未反応燃料或いは酸化剤を別のガス物質（例えば、 CO_2 ）に変換するように構成された CO 触媒 350 を含む。従って、 CO 触媒 350 にわたる温度変化は、燃焼器 160 から抽出された排気ガス 42（例えば、燃焼希釈剤として用いられない排気ガス）についての組成情報を提供することができる。当然のことながら、コントローラ 118（例えば、第 2 のモジュール 266）は、温度センサ 352 から温度情報を受け取り、温度センサ 352 は、 CO 触媒 350 にわたって排気ガス 42 の温度変化を検出 / 監視する。温度が上昇する実施形態において、排気ガス 42 中に未燃焼物の存在を示すと（燃焼器 160 における燃料リッチ又は燃料リーン燃焼による）、コントローラ 118（例えば、第 2 のモジュール 266）は、燃料流量の減少のような燃料 70 の流れの特定の反応に温度変化を相関付けることができる（例えば、酸素センサ又は他の同様のタイプのセンサなどからの組成情報に関する他の入力と組み合わせるとき）。

【 0 0 9 2 】

コントローラ 1 1 8 はまた、排気ガス供給システム 7 8 内の排気ガス 4 2 の酸素含有量に関する情報を受け取ることができる。例えば、図示のように、排気ガス 4 2 は、パージ流路 3 4 7 を通り、生成物冷却器 3 4 8 を通り、排気ガス 4 2 を生成物ガス 2 7 4 の中に圧縮する生成物圧縮機 3 5 4 に流れる。生成物ガス酸素センサ 3 5 6 は、生成物ガス 2 7 4 中の酸素の量を検出 / 監視し、酸素関連情報をコントローラ 1 1 8 (例えば、第 2 のモジュール 2 6 6) に提供する。温度センサ 3 4 2 及び排気酸素センサ 3 4 6 に対して上述したように、生成物ガス酸素センサ 3 5 6 は、生成物冷却器 3 4 8 に結合された温度センサ 3 5 2 に相補的とすることができ、コントローラ 1 1 8 (例えば、第 2 のモジュール 2 6 6) は、どちらか又は両方から得られる情報の結果として燃料 7 0 の流れを調節することができる。

10

【 0 0 9 3 】

負荷制御システム 2 6 0 は、燃焼器 2 6 0 への酸化剤 6 8 の流れに基づく負荷制御に限定されない。そうではなく、上述した及び以下で更に詳細に説明する酸化剤流に基づく負荷制御に関する実施形態の範囲を限定することを意図するものではないが、負荷制御システム 2 6 0 は、一次及び / 又は二次負荷制御パラメータとして (例えば、リサイクルループ流制御として) 排気再循環経路 1 1 0 を通る排気ガス 6 0 の流れを用いて (例えば、酸化剤 6 8 の流れに加えて) S E G R ガスタービンシステム 5 2 を負荷及び負荷解除するように構成することができる。これに代えて、酸化剤流が一次負荷制御パラメータ (及び特定の実施形態においては二次負荷制御パラメータ) として制御される時に、コントローラ 1 1 8 は、温度調節、排気対希釈剤比調節、及びその他のために排気再循環経路 1 1 0 を通る排気ガス 6 0 の流れを調節することができる。

20

【 0 0 9 4 】

非限定的な実施例として、コントローラ 1 1 8 (例えば、第 3 のモジュール 2 7 0) は、再循環経路 1 1 0 に沿って排気ガス 6 0 の流れを調節することにより、S E G R ガスタービンシステム 5 2 の負荷及び負荷解除を制御し又は少なくとも部分的にそれに影響を及ぼすことができる。排気ガス 6 0 の流れは、例えば、希釈剤の影響により燃焼器内の燃焼に基づいて到達する温度を制御することにより、燃焼器 1 6 0 内の温度に影響を及ぼすことができる。上述したように、タービンセクション 1 5 6 は、少なくとも部分的に圧縮機 1 6 0 による放熱に依存する速度でシャフト 1 7 6 を駆動する。従って、このようにして燃焼器 1 6 0 において焼成温度を制御する上で、発電機 2 7 6 による電力出力は、少なくとも部分的に制御されるか又は再循環経路 1 1 0 を通る排気流の影響を受けると考えることができる。

30

【 0 0 9 5 】

タービン 1 5 6 の温度は、燃焼器 1 6 0 における燃料 7 0、酸化剤 6 8、及び排気ガス希釈剤の相対量、並びに燃焼チャンバへの送給時のこれらの個々の温度及び圧力の相対量の間の複雑な関係の結果である。1つの実施形態において、例えば、燃焼器 1 6 0 への排気ガス 6 6 の流入は、排気再循環経路 1 1 0 に沿って位置決めされたリサイクルプロア 3 5 8 の作動を調節することにより、圧縮機セクション 1 5 2 (例えば、リサイクル又は排気ガス圧縮機) の作動を調節することにより、又はこれらの組み合わせによってコントローラ 1 1 8 (例えば、第 3 のモジュール 7 0) によって制御することができる。例えば、リサイクルプロア 3 5 8 のベーン角度は、リサイクルプロアアクチュエータ 3 6 0 を用いて調節することができ、ここでベーン角度は、再循環経路 1 1 0 に沿って排気ガス 6 0 の流量を調節する。ベーン角度は、排気再循環経路 1 1 0 内の排気ガス 6 0 の流れ方向に対して位置決めされたリサイクルプロア 3 5 8 のベーン 3 6 2 の角度と定義することができる。従って、ベーン角度は、増加する時に、プロア 3 5 8 が排気ガス流に対する促進効果を有することができるように位置決めすることができるが、ベーン角度が減少する時に、排気ガス流に対するプロア 3 5 8 の効果は低下する。リサイクルプロア 3 5 8 のベーン角度は、0° ~ 90°、10° ~ 80°、20° ~ 70° 等々のようなあらゆる適切な角度の間でアクチュエータ 3 6 0 を用いるコントローラ 1 1 8 によって異なる場合がある。

40

50

【0096】

適切に位置決めされた時に、リサイクルブローア358のベーン362を用いて、例えば、約1psi~10psi（例えば、約6.9キロパスカル(kPa)~69kPa)、約1psi~5psi（例えば、約6.9キロkPa~34.5kPa)、又は約1psi~3psi（例えば、約6.9キロkPa~20.7kPa)によって排気再循環経路110内の排気ガス60の圧力を調節することができる。このようにして圧力を調節することで、燃焼器160への排気ガス希釈剤の流れを高めるか又は低下させることができる、圧縮機セクション152に対する排気ガス60の流量を増加/減少させ、いくつかの実施形態において、いくつかの他の作動状態に対して燃焼器160内の焼成温度を低下又は上昇させることができる。

10

【0097】

1つの実施形態において、リサイクルブローア358のベーン角度の調節に加えて又はその代わりに、コントローラ118（例えば、第3のモジュール270）は、圧縮機セクション152（例えば、リサイクル/排気ガス圧縮機）のリサイクル圧縮機IGV364を調節することができる。図示のように、コントローラ118（例えば、第3のモジュール270）は、1又は2以上の制御信号をリサイクル圧縮機IGVアクチュエータ366に送ることができ、リサイクル圧縮機IGVアクチュエータ366は、リサイクル圧縮機IGV364の位置を調節するように構成される。リサイクル圧縮機IGV364の位置は、圧縮機セクション152を通る最大排気流に対応することができる完全開放と、圧縮機セクション152を通る最小排気流（例えば、排気流なし）に対応することができる完全閉鎖との間でコントローラ118によって調節することができる。当然のことながら、コントローラ118は、1又は2以上の制御信号をアクチュエータ366に提供して約10%~90%開放、約20%~80%開放、及びその他などの完全閉鎖（例えば、0%排気流）と完全開放（例えば、100%排気流）の間でリサイクル圧縮機IGV364の位置を調節し、排気ガス66の所望の圧縮、圧力、又は流量に達することができる。

20

【0098】

上述のように、本開示は、少なくとも成分パラメータ（例えば、二次負荷制御パラメータ）としてリサイクル流れ（燃焼器160への排気ガス66の流れ）を用いて制御されるか又は少なくとも部分的に影響を受けるSEGRガスタービンシステム52のあらゆる負荷を含むことが意図される。上述のように、コントローラ118（例えば、第3のモジュール270）は、燃焼器160への適切な酸化剤流を達成するのに適切な位置にMOCIGV286を開放、閉鎖、又はそうでなければ調節するように1又は2以上の制御信号をMOCIGVアクチュエータ284に送ることによってMOC188を通る酸化剤68の流れを調節することができる。換言すると、1つの実施形態において、コントローラ118の第3のモジュール270は、燃焼器160への排気ガス66の流入を調節することに加えて、燃焼器160への酸化剤68の流入を制御して酸化剤68の流れを制御することができ、酸化剤68は、コントローラ118（例えば、第2のモジュール266）により制御された燃料70と組み合わせられて燃焼器160による放熱に影響を及ぼすことができる。排気ガスの流れは、この放熱が希釈剤の影響により燃焼器160内の温度に影響を及ぼす方式を制御することができる。

30

40

【0099】

当然のことながら、特定の実施形態において、コントローラ118の第3のモジュール270は、酸化剤流又は他の流れを制御することによって一次及び/又は二次負荷制御を実施した後、排気温度制御を実施して燃焼器160による放熱をオフセットするように構成することができる。例えば、排気再循環経路110に沿って（例えば、タービンセクション156の出口において）位置決めされた温度センサ368は、タービンセクション156を出た排気ガス60の温度を決定/監視することができる。コントローラ118は、リサイクルブローア358のベーン角度、リサイクル圧縮機IGV364の位置、又はこれらの組み合わせを調節し、タービンセクション156を出た排気ガス60の温度を目標温度に調節することができる。例えば、燃焼器160内のある量の排気ガス希釈剤は、ター

50

ピン１５６の温度を低下させることができるが（例えば、燃焼器１６０において放熱をオフセットする冷却流の増加により）、燃焼器１６０内の少量の排気ガス希釈剤は、タービン１５６の温度を上昇させることができる（燃焼器１６０において放熱をオフセットする冷却流の減少により）。

【０１００】

排気再循環経路１１０はまた、図示のように、排気再循環経路内の排気ガス６０の温度を調節して圧縮機セクション１５２に提供される排気ガス６６を生成するように構成された冷却特徴を含むことができる。図示の実施形態において、冷却特徴は、直接接触冷却器（例えば、噴霧中間冷却器）のような排気冷却器３７０を含む。排気冷却器３７０は、図示のように、冷却剤流３７２（例えば、ボイラー給水）を使用して排気ガス６０を冷却し、排気冷却器３７０に提供される冷却剤流３７２の量は、圧縮機セクション１５２に提供される排気ガス６６の温度を制御する。冷却剤流３７２は、排気ガス６０からの熱輸送後に加熱流３７４を生成することができ、ＳＥＧＲガスタービンシステム５２の別の特徴に対して冷却又は他のプロセス流体として使用することができる。

10

【０１０１】

排気冷却器３７０に提供される冷却剤流３７２の量は、排気冷却剤流制御弁３７６を用いて制御することができ、排気冷却剤流制御弁３７６は、排気冷却器３７０への冷却剤流３７２の流量を停止、開始、又はそうでなければ調節するように構成される。排気冷却剤流制御弁３７６は、コントローラ１１８から提供される１又は２以上の制御信号及び／又は排気冷却器３７０の下流側に位置決めされた温度センサ３７８によって発生する１又は２以上の制御信号に基づいて調節することができる。例えば、温度センサ３７８は、コントローラ１１８及び／又は排気冷却剤流制御弁３７６に通信可能に結合することができ、排気ガス６６の温度を示すデータをどちらか又は両方に提供することができる。特定の実施形態において、排気冷却剤流制御弁３７６は、温度センサ３７８によって生成されるデータに応答してその位置を調節することができる高性能デバイス（例えば、プロセッサベースのデバイス）とすることができる。

20

【０１０２】

ＳＥＧＲガスタービンシステム５２の負荷及び負荷解除を制御する上で、コントローラ１１８（例えば、第４のモジュール２７２）はまた、パージ流路３４７に沿って排気ガス４２の流れを調節することができ、パージ流路３４７は、排気再循環経路１１０に沿って排気ガス６０の圧力に影響を及ぼすことができる。排気再循環経路１１０に沿って排気ガス６０の圧力、及びパージ流路３４７に沿って排気ガス４２の流れを制御することで、燃焼器１６０に提供される排気ガス６６の量を少なくとも部分的に制御することができる。上述のように、このような制御は、ＳＥＧＲガスタービンシステム５２の負荷及び負荷解除中にタービン１５６の温度を限界内に調節することができる。

30

【０１０３】

コントローラ１１８（例えば、第４のモジュール２７２）は、例えば、燃焼器１６０への酸化剤６８の流量、目標負荷表示（例えば、タービン速度負荷表示信号）、及びＳＥＧＲガスタービンシステム５２内の排気ガスの種々の圧力に応答してパージ流路３４７（例えば、排気ガス供給システム７８内）に沿って種々の流れを調節することができる。酸化剤６８、燃料７０、及びその他の流量は、上述のようにコントローラ１１８に提供することができる。これに加えて、コントローラ１１８（例えば、第４のモジュール２７２）は、排気ガス再循環ループ１１０に沿って種々の点で排気ガス６０の圧力に関する圧力データを受け取ることができ、排気ガス再循環ループ１１０は、タービンセクション１５６の出口から圧縮機セクション１５２（例えば、リサイクル燃焼器の出口）まで延びる。

40

【０１０４】

図示の実施形態において、例えば、コントローラ１１８（例えば、第４のモジュール２７２）は、ＨＲＳＧ５６とリサイクルブローア３５８の間の再循環経路１１０に沿って位置決めされた第１の排気圧力センサ３８０から第１の圧力信号を受け取るが、経路１１０に沿ったあらゆる位置が現在企図されている。従って、図示の実施形態において、第１の圧

50

力信号は、リサイクルブローア 358 によって更に影響される前の排気ガス 60 の圧縮に関連する。コントローラ 118 (例えば、第 4 のモジュール 272) はまた、排気冷却器 370 から下流側の排気再循環経路 110 に沿って位置決めされた第 2 の排気圧力センサ 382 から第 2 の圧力信号を受け取る。従って、第 2 の圧力信号は、ブローア 358 による影響及び排気ガス冷却器 370 における冷却後に排気ガス 66 の圧力を提供することができる。同様に図示のように、コントローラ 118 (例えば、第 4 のモジュール 272) は、圧縮機セクション 152 の出口に位置決めされた第 3 の排気圧力センサ 384 から第 3 の圧力信号を受け取る。従って、第 3 の圧力信号は、燃焼器 160 に提供される排気ガス希釈剤の圧力を示すことができる。

【0105】

このような圧力指標のうちのいずれか 1 つ又は組み合わせを用いて、コントローラ 118 (例えば、第 4 のモジュール 272) は、パージ流路 347 に沿って排気ガス 42 の流れを調節し、同じく負荷需要を満たしながら生成物ガス 274 の所望の流れを得ることができる。詳細には、パージ流を制御するコントローラ 118 (例えば、第 4 のモジュール 272) 及びリサイクルループ圧力制御 (例えば、排気再循環経路 110 に沿った圧力制御) によって制御される流れは、パージ通気流路 386 への排気ガス 42 の流入を含むことができる。パージ通気流路 386 は、通気制御弁 388 を備え、通気制御弁 388 は、排気口 390 を介して S E G R ガスタービンシステム 52 から放出される排気ガス 42 の量を調節する。放出される排気ガス 42 の量は、特定の実施形態において、燃焼器 160 から抽出された排気ガス 42 の量及び従ってタービン 156 を通る質量流及びシステム 52 の関連する負荷を調節するように用いることができる。

【0106】

これに加えて又はこれに代えて、コントローラ 118 は、E G 供給システム 78 に提供された排気ガス 42 の量を調節することができるパージ流路 347 に沿って位置決めされたパージ流制御弁 392 を調節することができる。通気経路 386 に関して上述したのと同様の方式で、パージ流制御弁 392 を通って流れる排気ガス 42 の量は、燃焼器 160 から抽出された排気ガスの量に影響を及ぼすことができ、燃焼器 160 は、タービン 156 を通る質量流及びその関連温度に影響を及ぼすことができる。更に、コントローラ 118 (例えば、第 4 のモジュール 272) は、通気制御弁 388 及びパージ流制御弁 392 の作動を協働させ、S E G R ガスタービンシステム 52 の負荷に応答して、生成物ガス 274 として用いるために燃焼器 160 から大量の排気ガス 66 を抽出し、及び / 又は排気再循環経路 110 において排気ガス 60 の圧力を調節することができる。

【0107】

コントローラ 118 を調節してパージ流を制御することができる別のパラメータは、生成物圧縮機 354 の速度である。詳細には、コントローラ 118 (例えば、第 4 のモジュール 272) は、負荷需要に応答して又は負荷需要に応答した他のパラメータ (例えば、酸化剤流) に応答して、蒸気タービン又は電気モータとすることができる生成物ガス圧縮機駆動装置 394 の速度を調節することができる。駆動装置 394 を圧縮機 354 に駆動結合した生成物ガス圧縮機シャフト 396 の回転速度に基づいて測定された生成物圧縮機 354 及びその駆動装置 394 の速度は、回転速度システム 398 を用いて測定することができる。回転速度システム 398 は、生成物圧縮機シャフト 396 の速度を測定する高性能デバイス (例えば、プロセッサベースのデバイス) とすることができ、同じく 1 又は 2 以上の制御信号を生成物ガス圧縮機駆動装置 394 に (例えば、蒸気の流れを制御する流れ制御弁又は電力流れを制御する回路制御に) 提供することができる。

【0108】

図示のように、駆動装置 394 の速度はまた、コントローラ 118 (例えば、第 4 のモジュール 272) によって提供される制御信号に基づいて調節することができる。このようにして、駆動装置 394 の速度は、負荷制御ルーチン、排気リサイクルループ圧力制御ルーチン、及びその他を含むコントローラ 118 によって実施される 1 つ又は 2 つ以上の制御ルーチンにより調節される。

【 0 1 0 9 】

生成物圧縮機 3 5 4 を通る排気ガス 4 2 の流れはまた、生成物ガス圧縮機 I G V 4 0 0 の位置を調節することによって制御することができる。詳細には、コントローラ 1 1 8 (例えば、第 4 のモジュール 2 7 2) は、1 又は 2 以上の制御信号を生成物ガス圧縮機 I G V アクチュエータ 4 0 2 に送ることができ、生成物ガス圧縮機 I G V アクチュエータ 4 0 2 は、生成物ガス圧縮機 I G V 4 0 0 の位置を調節し、それを通る排気ガス 4 2 の流れを調節するように構成される。当然のことながら、アクチュエータ 4 0 2 は、完全開放 (例えば、生成物ガス圧縮機 3 5 4 を通る完全排気流) と完全閉鎖 (例えば、生成物ガス圧縮機 3 5 4 を通る排気流が最小又は全くなし) との間で I V G 4 0 0 の位置を調節することができ、その間の全ての位置を含む (例えば、1 0 % ~ 9 0 % 開放、2 0 % ~ 8 0 % 開放、3 0 % ~ 7 0 % 開放)。特定の実施形態において、生成物ガス圧縮機 3 5 4 を通る排気ガス 4 2 の流れを調節することで、炭化水素生成システム 1 2 に用いるのに利用可能な生成物ガス 2 7 4 の量を制御することができるだけでなく、排気ガス希釈剤として用いることなしに燃焼器 1 6 0 から (例えば、圧縮機排出ケーシングから) 抽出される排気ガス 4 2 の量も調節することができる。

10

【 0 1 1 0 】

E G 供給システム 7 8 はまた、生成物ガス流制御弁 4 0 4 を備え、生成物ガス流制御弁 4 0 4 は、コントローラ 1 1 8 によって制御され、炭化水素生成システム 1 2 又は他の下流プロセスへの生成物ガス 4 0 4 の流量を調節することができる。燃焼器 1 6 0 から抽出された排気ガス 4 2 の量が、下流側使用に望ましい生成物ガス 2 7 4 の量よりも多い場合、又は下流プロセスが使われていない場合に、生成物ガス 2 7 4 の全て又は一部分は、生成物ガス 2 7 4 を放出するように構成された生成物ガス通気流路 4 0 6 に提供することができる。詳細には、通気経路 4 0 6 を通って流れる生成物ガス 2 7 4 の量は、生成物ガス通気流路 4 0 6 に沿って位置決めされた生成物ガス通気制御弁 4 0 8 を用いて制御することができる。制御弁 4 0 8 は、生成物ガス通気孔 4 1 0 を介して S E G R ガスタービンシステム 5 2 から流出される生成物ガス 2 7 4 を停止、開始、又はそうでなければ調節することができる。当然のことながら、通気孔 4 1 0 は、S E G R ガスタービンシステム 5 2 内で用いることができるよりも多い量の排気ガス 4 2 を抽出することが望ましい実施形態において、種々の下流プロセス及びその他の排気圧力制御のための追加の出口を提供し、例えば、S E G R ガスタービンシステム 5 2 にかかる負荷を制御することができる。

20

30

【 0 1 1 1 】

生成物ガス 2 7 4 を炭化水素生成システム 1 2 に流すことに加えて又はその代わりに、生成物ガス 2 7 4 は、生成物ガス再循環経路 4 1 2 を通って流れることができる。生成物ガス再循環経路 4 1 2 は、生成物ガス 2 7 4 をパージ流路 3 4 7 に再度経路指定する。再循環された生成物ガス 2 7 4 の量は、生成物ガス再循環制御弁 4 1 4 を用いて少なくとも部分的に制御され、生成物ガス再循環制御弁 4 1 4 は、オペレータ制御又はコントローラ 1 1 8 によって制御することができる。生成物ガス再循環経路 4 1 2 は、図示のように、生成物冷却器 3 4 8 の上流側の点まで生成物ガス 2 7 4 をパージ流路 3 4 7 に再度経路指定するが、パージ流路 3 4 7 に沿ったあらゆる点が現在企図されている。

40

【 0 1 1 2 】

コントローラ 1 1 8 (例えば、第 4 のモジュール 2 7 2) はまた、リサイクルされて排気再循環経路 1 1 0 に戻り、経路 1 0 0 において排気ガス 6 0 の圧力を制御する抽出排気ガス 4 2 の量を制御することができ、それは、S E G R ガスタービンシステム 5 2 の負荷にตอบสนองして調節することができる。例えば、図示のように、パージ流路 3 4 7 と排気再循環経路 1 1 0 の間に延びる生成物ガスリサイクル経路 4 1 6 は、排気ガス 4 2 を経路 1 1 0 に流すことができる。図示の実施形態において、リサイクル経路 4 1 6 は、排気ガス 4 2 をリサイクルプロア 3 5 8 の上流側の点に流すが、あらゆる送給点が現在企図されている。

【 0 1 1 3 】

リサイクル経路 4 1 6 に沿って流れる排気ガス 4 2 の量は、リサイクル経路 4 1 6 に沿

50

って位置決めされたリサイクル流れ制御弁 418 を用いて制御することができ、弁 418 は、コントローラ 118（例えば、第 4 のモジュール 272）により、又はユーザにより、或いは両方によって提供される 1 又は 2 以上の制御信号により位置決めされる。例えば、コントローラ 118 は、流れ制御弁 418 の位置を調節して排気再循環経路 110 への排気ガス 42 の流れを停止、開始、又はそうでなければ調節し、第 1、第 2、及び / 又は第 3 の排気圧力センサ 380、382、384 のうちのいずれか 1 つ又は組み合わせを用いて測定するときに経路 110 内の目標圧力を得ることができる。ここでもまた、排気再循環経路 110 内の排気ガス 60 の圧力を制御することで、燃焼器 160 内の燃焼に用いる排気ガス希釈剤の量を調節することができ、燃焼器 160 は、SEGR ガスタービンシステム 52 の負荷及び負荷解除中のタービン 156 の温度に影響を及ぼす。排気再循環経路 110 内の排気ガス 60 の圧力を制御することで、構成要素をこれらの圧力上限及び下限内に維持する。

10

【0114】

コントローラ 118（例えば、第 4 のモジュール 272）はまた、プロアペーン角度 360 を調節してセンサ 380 からセンサ 382 までの圧力上昇を制御し、又はセンサ 382 により検知された圧力を SEGR ガスタービンシステム 52 の許容限界内に限定することができる。このような限界は、圧縮機セクション 152 又はタービンセクション 156 におけるシャフトトルク及び / 又は空気力学的限界を含むことができる。

【0115】

上述のように、SEGR ガスタービンシステム 52 は、作動して配電網に電力 74 を提供することができ、かつ負荷需要の変化に応答するように制御することができ。例えば、SEGR ガスタービンシステム 52 は、送電網速度のドループに응答して又は負荷需要の増加に응答してガスタービンエンジン 150 にかかる負荷を増加させることによって電気エネルギー 74 のその出力を増加させることができる。需要の変化に응答して SEGR ガスタービンシステム 52 の作動を制御するための方法 440 の 1 つの実施形態は、図 6 に図示している。

20

【0116】

図示のように、方法 400 は、上述のように、地方自治体の電力供給網又は同様のものとすることができる送電網に SEGR ガスタービンシステム 52 を最初に同期する段階（ブロック 442）を含む。SEGR ガスタービンシステム 52 を同期する段階は、ブロック 222 による始動の開始及びブロック 222 - 240 による通常運転への移行を含む図 4 の方法 220 に関して上述した行為の全て又は一部分を含むことができる。特定の実施形態において、SEGR ガスタービンシステム 52 の始動中に、システム 52 は、全速無負荷状態の下にある場合があり、そこでは、システム 52 は、電気エネルギー 74 を出力せず、システム 52 のタービン速度 / 負荷表示は、100% にすることができ、MOC IGV 286 は、タービンセクション 156 の速度を保持するように比例的に調節することができる。SEGR ガスタービンシステム 52 が作動する状態で、発電機 276 の遮断器を閉鎖することができ、遮断器は、発電機 276 が電力 74 を送電網に提供できるようにし、また SEGR ガスタービンシステム 52 が負荷指令を受け取れるようにする。

30

【0117】

当然のことながら、ブロック 442 により同期した状態で、方法 440 は、送電網から負荷需要のような負荷目標入力の検知に進む（ブロック 444）。負荷需要は、メガワット指令が予め決められたドループ設定値に基づいて定められた速度指令の上に重ね合わせられたタービン速度 / 表示とすることができ、予め決められたドループ設定値は、送電網速度においてパーセントドループに基づいて SEGR ガスタービンシステム 52 の出力を設定する。非限定的な実施例として、SEGR ガスタービンシステム 52 は、送電網速度のパーセントドループに応じてその動力のパーセントを送電網に提供するように構成することができる。1 つの実施形態において、SEGR ガスタービンシステム 52 は、送電網速度が特定のパーセントだけ低下する場合にその定格出力の 100% に寄与するように作動させることができる。

40

50

【0118】

目標負荷入力をブロック444により受け取った状態で、目標負荷を処理することができる(ブロック446)。例えば、コントローラ118は、例えば、速度フィードバックに適用されてガスタービンエンジン150の反応をその限界内に限定するグリッド周波数フィルタに基づいて、SEGRガスタービンシステム52の作動に対して適切な調節を決定することができる。SEGRガスタービンシステム52に対する適切な速度又は他の作動パラメータが決定された状態で、システム52の一次及び/又は二次負荷制御パラメータは、複数の異なるプロセスにより調節することができる(ブロック448)。

【0119】

本発明の開示に従って、酸化剤供給経路264に沿った酸化剤68の流れは、一次負荷制御パラメータとすることができる(ブロック450)。このような実施形態において、コントローラ118は、MOC188を通る酸化剤68の流れ、BOC282を通る酸化剤68の流れ、又はこれらの組み合わせを含み、燃焼器160に対して種々の酸化剤流パラメータを調節することができる。酸化剤流ベースの負荷制御方法450の1つの実施形態は、図7に関して以下で詳細に検討される。

【0120】

酸化剤ベースの負荷制御は、一般に一次負荷制御パラメータとすることができるが、排気ガス再循環ループ110を通る排気ガス42の流れも調節することができる。このような実施形態において、コントローラ118は、リサイクルブロー358及び/又は圧縮機セクション152のようなEGプロセスシステム54の種々の特徴の作動を調節し、燃焼器160への排気ガス66の流れを制御することができる。ここでもまた、これは、システム52にかかる負荷に影響を及ぼすように又はそれに応答してタービンセクション156内の温度を制御することができる。リサイクル流れベースの負荷制御42の1つの実施形態は、図8に関して以下で詳細に検討される。

【0121】

更に別の実施形態において、パージ流路347を通る排気ガス42の流れも調節することができる(ブロック454)。このような実施形態において、コントローラ118は、生成物ガス圧縮機354のようなEG供給システム78の種々の特徴の作動を調節して燃焼器160への排気ガス66の流れを制御することができる。ここでもまた、これは、システム52にかかる負荷に影響を及ぼすように又はそれに応答してタービンセクション156内の温度を制御することができる。リサイクル流れベースの負荷制御454の1つの実施形態は、図9に関して以下で詳細に検討される。

【0122】

ここで図7に移動すると、上述のように、酸化剤流ベースの負荷制御を実施するための方法450の実施形態を図示している。本明細書で説明する方法は、第1、第2、第3、及び第4のモジュール262、266、270、272のうちのいずれか1つ又は組み合わせを用いてコントローラ118によって実施することができる1つ又は2つ以上のセットの命令、アルゴリズム、又はルーチンに対応することができる点に留意されたい。当然のことながら、1又は2以上の命令セットは、1又は2以上のプロセッシングデバイスによって実行されて本明細書で説明するルーチンを実施することができる。

【0123】

方法450は、図示のように、タービン速度/負荷表示信号とすることができ、又はタービン速度/負荷表示信号を生成するのに用いることができる負荷表示460の受領又は内部発生を含む。LOAD_{REF}として表記される負荷表示460、並びに作動負荷461(例えば、システムが作動している電流負荷)に関する入力に基づいて、方法450は、負荷入力460、461に基づいて燃焼器160への適切な酸化剤流を決定することができる酸化剤流負荷制御462を実施する段階に進む。上述したように、酸化剤流は、燃焼器160内の燃焼量に影響を及ぼすことができ、これは、燃焼器からの全体の流出及び圧力に影響を及ぼし、かつ燃焼器160による放熱に影響を及ぼす。酸化剤流負荷制御462はまた、MOC IGV286、BOC IGV304に対する適切な位置、BOC2

10

20

30

40

50

82の速度、及びMOC通気弁（例えば、図5のMOV通気弁320）などの目標酸化剤流量を達成するのに適切な他の酸化剤流関連パラメータを決定することができる。図示のように、酸化剤流負荷制御464は、目標酸化剤流量を達成するためのMOC IGVの位置に対応することができるIGV_{MOC}として表記されるMOC IGV286に対する表示464を出力することができる。特定の実施形態において、同様の表示はまた、BOC IGV304及び/又はBOC282の速度並びにMOC通気弁320に対して生成することができる。

【0124】

IGV_{MOC}表示464は、MOC制御466に提供することができ、MOC制御466は、MOC188を制御するのに用いる出力信号を生成するためにコントローラ118に格納された制御モジュール及び/又は1又は2以上の命令セットに対応することができる。例えば、MOC制御466は、MOC IGV286の位置を制御するためにアクチュエータ284に提供される1又は2以上の制御信号を生成することができる。同様の制御ルーチンは、必要な場合にはBOC282に対して実施することができ、ここで、MOC IGV286の位置、BOC IGV304、BOC228の速度、及びMOC通気弁320の位置は、全て協働してLOAD_{REF}460及びLOAD_{input}461によりSEGRガスタービンシステム52に負荷を掛けるのに適切な目標酸化剤流量を達成する。

【0125】

燃焼器160への酸化剤流が確立された後、方法450は、当量比制御468の実施に進む。詳細には、コントローラ118は、例えば、酸化剤流量計336から酸化剤供給経路264に沿った酸化剤68の流れに関する情報を受け取る。詳細には、酸化剤流量計336は、燃焼器160に流れる酸化剤68の流量である出力W_o470を発生させる。W_o470及び_{REF}として表記される目標当量比472（例えば、1.0±0.01、0.02、0.03、0.04、又は0.05）、並びに当量比センサ340からのフィードバック473に基づいて、当量比制御468は、燃料制御表示474（FCV）を生成し、これは、目標当量比472を得るのに適切な量の燃料流に対応する燃料流制御弁表示とすることができる。FCV474は、燃料制御476に提供することができ、燃料制御476は、燃料流制御弁334に提供される1又は2以上の制御信号を生成することができるコントローラ118に格納された1又は2以上の命令セット又はルーチンのような第2のコントローラ118の1又は2以上のモジュール（例えば、第2のモジュール266）とすることができる。ここでもまた、上述のように、1つ、2つ、3つ、又はそれ以上の燃料導管が存在してもよく、各導管は、1つ、2つ、3つ、又はそれ以上の燃料流制御弁を含むことができ、そのうちのいずれか1つ又は組み合わせは、燃料制御476を用いて全体として又は個々にアドレス指定することができる。

【0126】

適切な燃料流を確立した後で又は実質的に確立すると同時に、方法450は、少なくとも一部は燃焼器160から抽出されたパージガス42の量を確立するのに用いられるリサイクルループ圧力制御478の実施に進む。ここでもまた、リサイクルループ圧力制御478は、コントローラ118の1又は2以上のモジュール（例えば、第4のモジュール272）のようなコントローラ118によって実施されるルーチンに対応することができる。リサイクルループ圧力制御478は、図示のように、P_{B_REF}として表記される排気再循環経路110における排気ガス60の目標圧力480と、P_B481として表記される排気ガス60の圧力測定に基づくフィードバックとを用いて、PTVとして表記される生成物圧縮機絞り弁392の位置の表示484を生成する。1つの実施形態において、P_B481は、第1の排気圧力センサ380で測定した排気ガス60の第1の圧力に基づくことができ、第1の排気圧力センサ380は、パージガスリサイクル経路416が排気再循環経路110と一緒に下流側に位置決めされると図5に示されている。

【0127】

図示のように、PTV484を設けて生成物圧縮機制御486を生成し、生成物圧縮機制御486は、生成物圧縮機354の1又は2以上の作動パラメータを制御するためにコ

10

20

30

40

50

ントローラ 118 (例えば、モジュールとして) に格納された 1 又は 2 以上のセットの命令 / ルーチン / アルゴリズムに対応することができる。従って、絞り弁位置指令である PTV484 を用いて、生成物ガス圧縮機 354 の吸引圧力及び従って流れを調節する。弁 392 の制御に加えて、他のパラメータは、リサイクルループ圧力制御 478 によって調節され、リサイクル経路 416 上に配置されたリサイクル流れ制御弁 418、パージ通気経路 386 上に配置された通気制御弁 388、又はこれらの組み合わせを含む目標排気ガス圧力 (例えば、第 1、第 2、又は第 3 の排気圧力センサ 380、382、384 で測定された) を達成することができる点に留意されたい。

【0128】

他の実施形態において、生成物圧縮機の速度は、絞り弁 392 の調節に加えて又はその代わりに調節される。例えば、図 5 に関して上述のように、生成物圧縮機 354 を駆動する駆動装置 394 が蒸気タービンである実施形態において、1 又は 2 以上の制御信号を用いて、蒸気タービンに対する蒸気の流れ制御弁を制御し、シャフト 396 の回転速度を増大させることができる。駆動装置 394 が電気モータである実施形態において、1 又は 2 以上の制御信号を用いて駆動装置 394 に電力を送給するのに用いる制御回路を調節することができる。他の実施形態において、駆動装置 394 は、ガスタービンエンジン 150 のようなガスタービンとすることができる。このような実施形態において、1 又は 2 以上の制御信号は、ギア比を調節して、シャフト 396 の速度を調節することができる。

【0129】

生成物圧縮機 354 の速度を調節する際に、コントローラ 118 は、事実上、パージ流路 347 に沿って燃焼器 160 から抽出された排気ガス 42 の量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、生成物ガス燃焼器 354 の IGV400 をこのようにして調節することができる。

【0130】

生成物圧縮機 354 へ流れる (例えば、PTV484 を介して絞り弁 392 の制御により) 排気ガスの量は、少なくとも部分的には、センサ 380 で検知した圧力を決定することができる。従って、少なくとも第 2 の調節を行って、リサイクルループ 110 内に圧力を設定することができる。例えば、図 5 に示す実施形態において、圧力が両センサ 380 及び 382 で設定されるように追加のパラメータ調節が存在する場合がある。一般に、この第 2 の調節は、リサイクルフロアベーン角度により行われ、抽出ガスは、センサ 380 及びリサイクルフロアベーン角度表示 $V_{AB}494$ で圧力を設定し、382 で圧力を設定し、又は 380 ~ 382 で圧力上昇を設定する。従って、 $V_{AB}494$ は、リサイクルフロア制御 498 に提供することができる。リサイクルフロア制御 498 は、リサイクルフロア 358 への制御信号出力を発生させるためにコントローラ 118 に格納された 1 又は 2 以上の命令セット又は制御ルーチンに対応することができる。リサイクルフロア制御 498 は、1 つの実施形態において、1 又は 2 以上の制御信号をリサイクルフロア 358 のアクチュエータ 360 に送り、フロア 358 のベーン 362 のベーン角度を調節することができる。ベーン 362 のベーン角度は、上述のように、ベーン 362 が排気ガス 60 と相互作用する範囲に影響を及ぼすことができ、ここで、相互作用は、様々な量の冷却及び推進力を排気ガス 60 に提供するように調節可能とすることができる。リサイクルフロア制御 498 は、リサイクルフロア 358 のアクチュエータ 360 に 1 又は 2 以上の制御信号を提供し、ベーン 362 のベーン角度を適切な位置に調節し、目標圧力を達成することができる。

【0131】

方法 450 はまた、排気温度制御 488 を備え、排気温度制御 488 を用いて排気再循環経路 110 において排気ガス 60 の温度が制御される。排気温度制御 488 は、コントローラ 118 によって (例えば、第 3 のモジュール 270 によって) 実施される 1 つ又は 2 つ以上の制御ルーチンに対応することができる。再循環経路 110 に沿って配置された種々の冷却機能部を調節し、 T_{EG_REF} として表記される目標温度 490 を達成することができる。特に、 $T_{EG_REF}490$ と、 T_{EG} として表記される測定排気温度 492 (例えば、タ

10

20

30

40

50

ービンセクション156の出口で排気温度センサ368によって測定されたもの)とに
答して、排気温度制御488は、リサイクル圧縮機IGV位置表示496(IGV_{RC})を
生成することができる。表示496は、目標排気温度490を達成するのに適切なベ
ンの位置に対応することができる。

【0132】

IGV496は、リサイクル圧縮機制御500に設けられ、リサイクル圧縮機制御500は、他の制御と同様に、コントローラ118に格納された1又は2以上の格納ルーチン、アルゴリズム、命令セット、その他に対応することができる。リサイクル圧縮機制御500は、表示IGV_{RC}496を用いてアクチュエータ366に提供される1又は2以上の制御信号を生成することができ、次いで、アクチュエータ366は、表示496によりIGV364を位置決めする。

10

【0133】

ここで図8に移ると、リサイクル流れを制御する方法452の実施形態が描かれている。詳細には、方法452は、コントローラ118によって実施され、SEGRタービンシステム52の負荷/負荷解除などに応答して、負荷制御パラメータとして排気再循環経路110を通る排気ガス60の流れを調節することができる。上述のように、EG再循環経路110を通る流れは、タービンセクション156内の温度に影響を及ぼすことができ、タービンセクション156は、少なくとも部分的には、SEGRガスタービンシステム52にかかる負荷に影響を及ぼすことができる。以下に説明する方法452、454は、負荷制御パラメータとして又は一次負荷制御パラメータとしてのパラメータを備え、図8及び9に関して以下に記載する実施形態は、図1~7に関して上述したものに限定することを意図することなく、SEGRタービンシステム52が、負荷及び負荷解除に応答して及び/又は検知された負荷需要に応答して調節することができる追加又は代替の方法を説明することが意図される点に留意されたい。

20

【0134】

図8に示す実施形態において、方法452は、コントローラ118が、検知された負荷需要に応答してLOAD_{REF}460を生成するという点で、図7で上述したのと同様の方式で始まり、LOAD_{REF}460は、タービン速度/負荷表示信号に対応することができ又はこれを発生させるように用いることができる。LOAD_{REF}460(例えば、及びLOAD461)を用いて、コントローラ118に格納された1又は2以上のセットの命令、アルゴリズム、又はルーチン(例えば、モジュールとして、又は1つ又は2つ以上のモジュールの一部として)としてコントローラ118で実施することができるリサイクル流れ負荷制御510は、IGV_{RC}496及びV_A_B494を生成し、これらは、リサイクルブロー358のIGV364及びベン362の適切な位置決めの表示に対応する。

30

【0135】

換言すると、リサイクル流れ負荷制御510は、圧縮機セクション152のIGV364に対する適切な位置決め及び負荷需要に対応する速度でタービンセクション156を駆動するのに適切な燃焼器160への排気流を達成するためのリサイクルブロー358のベン362に対する適切な位置決めを決定する(例えば、調節された酸化剤流のような他の調節パラメータと組み合わせて)。いくつかの実施形態においては直接に測定されていないが、再循環経路110を通る排気ガス60の流量W_R482は、第1、第2、又は第3の排気圧力センサ380、382、384のうちのいずれか1つ又は組み合わせから得られる圧力情報を用いて計算することができる。

40

【0136】

W_R482は、図示のように、酸化剤対希釈剤比制御512への入力として用いることができる。酸化剤対希釈剤比制御512は、他の制御のように、1又は2以上のモジュールの全て又は一部としてコントローラ118に格納された1又は2以上のセットの命令、アルゴリズム、ルーチン、及びその他とすることができる。1つの実施形態において、酸化剤対希釈剤比制御512は、図7に関して上述したパラメータに加えて、W_R482及びT_{EG_REF}490に基づいて適切な酸化剤流量を決定するように構成される。これらの実

50

施例の値に基づいて、コントローラ 118 は、酸化剤流量を達成するのに適切な MOC IGV 286 及び BOC 282 の速度に対する位置決めを決定することができる。IGV_{MOC} 464 は、上述したように、アクチュエータ 284 に対して適切な制御信号を生成するために MOC 制御 466 に提供することができる。

【0137】

酸化剤対希釈剤比制御 512 は、特定の実施形態において、 N_{BOC} として表記される BOC 282 に対する速度基準 514 を生成することができる、これは、酸化剤ブースタ圧縮機制御 516 に提供することができる。酸化剤ブースタ圧縮機制御 516 は、他の制御モジュールについて上述したように実施することができる、BOC 駆動装置 308 に対して 1 又は 2 以上の制御信号を生成するのに用いることができる。詳細には、BOC 駆動装置 308 が蒸気タービンである実施形態において、1 又は 2 以上の制御信号は、蒸気流量を蒸気タービンに調節して駆動装置 308 及び従って BOC 282 の速度を調節することができる。BOC 駆動装置 308 が電気モータである実施形態において、1 又は 2 以上の制御信号は、モータへの電力の流れを制御して駆動装置 308 及び従って BOC 282 の速度を調節することができる。他の実施形態において、駆動装置 308 は、ガスタービンエンジン 150 のようなガスタービンとすることができる。このような実施形態において、1 又は 2 以上の制御信号は、ギア比を調節して BOC 282 の速度を調節することができる。

【0138】

方法 452 はまた、図 7 に関して上述したのと同様の方式で当量比制御 468 を実施する段階を含むことができる。詳細には、当量比制御は、目標当量比 472 (例えば、 1.0 ± 0.01 、 0.02 、 0.03 、 0.04 、又は 0.05) 及び測定された酸化剤流量 470 (例えば、酸化剤流量計 336 を用いて測定されたもの)、並びに当量比センサからのフィードバックなどを用いて、目標当量比 472 において燃焼器 160 内で燃焼するのに適切な燃料流量を決定する。次いで、決定された燃料流量を用いて燃料流表示 484 を生成することができ、燃料流表示 484 は、燃料制御 476 に提供される。燃料制御 476 は、図 7 に関して上述したように、1 又は 2 以上の燃料流制御弁を作動させて燃料流量を調節することができる。

【0139】

方法 452 はまた、図 7 に関して上述したように、生成物圧縮機 354 を制御することによってリサイクルループ圧力制御を実施する。しかしながら、図 8 のリサイクルループ圧力制御 478 はまた、 W_p 518 として表記されるパージ流路 347 を通って流れる排気ガス 42 の流量 518 を利用することができる。このような測定は、EG 供給システム 78 全体にわたって位置決めされる適切な弁を決定し、及び / 又は EG 再循環経路 110 を通って再循環するために排気ガス 42 及び / 又は排気ガス 60 の利用可能な流れを決定することが望ましい場合がある。

【0140】

図 9 は、パージ流ベースの負荷制御を実施する方法 454 の実施形態のプロセスフロー図であり、ここで、一次負荷制御パラメータは、燃焼器 160 から (例えば、圧縮機排出ケーシングから) 抽出された排気ガスである。ここでもまた、酸化剤ベースの制御は、タービンシステム 52 の負荷及び負荷解除に対してより大きい効果があると現在企図されているが、本開示はまた、パージ流を制御してタービンシステム 52 の作動に追加の柔軟性を提供し、例えば、微出力調節を行い、又はシステムの負荷及び負荷解除から生じる事象に応答する構成を含むことが意図される。

【0141】

図 9 の方法 454 において、 $LOAD_{REF}$ 460 (例えば、及び $LOAD$ 461) は、パージ流負荷制御 520 に提供され、パージ流負荷制御 520 は、パージ流路 347 を通る排気ガス 42 の適切な流れを決定し、負荷需要を満たす (例えば、酸化剤流などの他の調節に加えて)。例えば、パージ流路 347 を通って排気ガス 42 の量を調節することで、排気ガス希釈剤として燃焼器 160 に提供される排気ガスの量に影響を及ぼすことがで

きる。これは、燃焼器 160 において焼成温度に対する効果があり、燃焼器 160 は、少なくとも部分的にガスタービンエンジン 150 の速度及び従って発電機 276 によって出力される電力に影響を及ぼすことができる。

【0142】

パージ流負荷制御 520 は、上述した制御モジュールのように、コントローラ 118 に格納され及び／又はコントローラ 118 上の 1 又は 2 以上のモジュールの全て又は一部として実施された 1 又は 2 以上のセットの命令、ルーチン、及び／又はアルゴリズムとして実施することができる。パージ流負荷制御 520 は、図示の実施形態において、速度入力として生成物圧縮機制御 486 に提供された $N_{PC} 521$ を生成し、駆動装置 394 の速度を調節する。しかしながら、パージ流調節は、生成物圧縮機 354 の速度の調節に限定され 10
ない。例えば、生成物圧縮機 354 の $IGV 400$ を調節することができる（例えば、アクチュエータ 402 及び 1 又は 2 以上の適切に構成された制御信号を用いて）。これに加えて又はこれに代えて、パージ流制御弁 392 は、1 又は 2 以上の適切に構成された制御信号を用いて調節することができる。従って、 $N_{PC} 521$ に加えて又はその代わりに、生成物圧縮機 354 の $IGV 400$ に対する位置表示のような他の表示及び／又は絞り弁制御 484 のようなパージ流制御弁 392 を生成することができる。

【0143】

パージ流路 347 に沿って流れる抽出排気ガス 42 は、例えば、排気ガス流量計 280 を用いて測定して $W_p 518$ を提供することができる。 $W_p 518$ は、図示のように、当量比制御 468 に対する入力として用いることができる。このような測定は、他のものと組 20
み合わせて用いて、目標値 472 で燃焼器 160 内の当量比を維持しながら、ガスタービンエンジン 150 にかかる負荷をサポートするのに適切な酸化剤及び燃料流量を決定することができる。従って、図 9 の当量比制御は、 $FCV 474$ 及び $IGV_{MOC} 464$ 表示を出力し、これらは、図 7 に関して検討したように、それぞれ 1 又は 2 以上の燃料流制御弁及び MOC の作動を調節するために燃料制御 476 及び MOC 制御 466 に提供される。これに加えて、特定の実施形態において、当量比制御 468 はまた、 IGV_{BC} として表記される BOC $IGV 304$ に対して位置表示 522 を出力する。 $IGV_{BC} 522$ を用いて、BOC $IGV 304$ のための適切な位置決めを表すことができ、これは、1 つの実施形態において、MOC 188 からのパージ流、燃料流、及び酸化剤流の均衡を保つこと 30
に基づいて決定される。ブースタ圧縮機制御 516 は、 $IGV_{BC} 522$ を用いて、アクチュエータ 306 に対して 1 又は 2 以上の適切に構成された制御信号を生成することができ、アクチュエータ 306 は、BOC $IGV 304$ の位置決めを調節して燃焼器 160 に対する目標酸化剤流量を達成する。

【0144】

リサイクルループ圧力制御 478 は、入力として $W_O 470$ 、 $P_{B_REF} 480$ 、 $P_B 481$ 、及び $W_p 518$ を用いて実施することができる。これに加えて、フィードバックは、リサイクルループ圧力制御 478 と排気温度制御 488 との間で交互に提供することが 40
できる。リサイクルループ圧力制御 478 は、PPV として表記されて 1 又は 2 以上のリサイクル流れ制御弁（例えば、リサイクル経路 416 に沿って位置決めされた弁 418）の位置を表す生成物ガスリサイクル流れ表示 524 を生成することができる。リサイクルループ圧力制御 478 はまた、リサイクルプロア制御 498 に対して $V_{AB} 494$ を生成することができる。

【0145】

1 又は 2 以上のセットの格納された命令／ルーチン／又はアルゴリズムに対応することができ、コントローラ 118 の 1 又は 2 以上のモジュールの全て又は一部として実施することができる生成物流れ制御 526 は、PPV 524 を用いてリサイクル経路 416 に沿って位置決めされた少なくともリサイクル流れ制御弁 418 を調節するように構成された 1 又は 2 以上の制御信号を生成する。図 5 に関して上述したように、リサイクル流れ制御弁 418 の位置を調節することで、排気再循環経路 110 に提供される生成物ガス（又はリサイクル排気ガス 42）の流れを調節することができる。ここでもまた、これは、排気 50

再循環経路 110 内の排気ガス 60 の圧力を増加させることができ、排気再循環経路 110 を用いて燃焼器 160 におけるより低温をサポートすることができる。

【0146】

図示の実施形態において、方法 454 は、排気温度制御 488 を実施する段階を含む。図 7 に関して詳細に検討したように、排気温度制御 488 は、実施可能なパターンの中でも特に検知排気温度 492 及び目標排気温度 490 を用いて、圧縮機セクション 152 及びリサイクルプロア 358 に対する適切な制御パラメータを決定することができる。圧縮機セクション 152 の作動、例えば、その IGV 364 の位置は、排気ガス 66 の目標温度に達するように調節することができる。排気ガス 66 の目標温度は、圧縮機セクション 152 の仕様（例えば、最大温度定格）及び / 又は燃焼器 160 に対する所望の入口温度を含む様々な要因に基づく場合がある。

10

【0147】

追加説明

本発明の実施形態は、排気ガス再循環ガスタービンエンジンの負荷及び負荷除去を制御するためのシステム及び方法を提供する。上述の特徴のいずれか 1 つ又は組合せは、あらゆる適切な組合せで利用することができることに注意すべきである。勿論、そのような組合せの全ての置換が現在考えられている。一例として、以下の条項を本発明の開示の更に別の説明として提供する。

【0148】

実施形態 1 . ガスタービンシステムであって、排気ガスから生成される排気ガス希釈剤の存在下で圧縮酸化剤及び燃料を燃焼させて燃焼生成物を生成するように構成されたタービン燃焼器と、タービン燃焼器に流体的に結合され、かつ酸化剤流量で圧縮酸化剤をタービン燃焼器に流すよう構成された酸化剤供給経路と、燃焼生成物から仕事を抽出して排気ガスを発生させるように構成され、仕事が燃焼生成物から抽出されるときにガスタービンシステムのシャフトを回転させるタービンと、シャフトによる回転にตอบสนองして電力を発生させるように構成された発電機と、1 又は 2 以上の命令セット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、及び 1 又は 2 以上の命令セットを実行して、発電機に対する目標負荷を示すデータを受け取り、かつ一次負荷制御パラメータとしての酸化剤流路に沿った酸化剤流量を調節し、酸化剤流量の調節が、タービン燃焼器内の燃焼を調節してシャフトの回転速度を変えることにより、目標負荷にตอบสนองして負荷制御を行うように構成された 1 又は 2 以上のプロセッシングデバイスを含むコントローラとを含むガスタービンシステム。

20

30

【0149】

実施形態 2 . 酸化剤供給経路に沿って圧縮酸化剤を生成するように構成された主酸化剤圧縮機を備え、酸化剤供給経路が、主酸化剤圧縮機からタービン燃焼器まで延び、主酸化剤圧縮機が、圧縮のために受け取られる酸化剤の量を調節して圧縮酸化剤を生成するように構成された主酸化剤圧縮機入口ガイドベーンを備え、1 又は 2 以上のプロセッシングデバイスが、1 又は 2 以上の命令セットを実行して入口ガイドベーン的位置を調節して酸化剤流量を調節するように構成される実施形態 1 のシステム。

【0150】

40

実施形態 3 . 主酸化剤圧縮機とタービン燃焼器の間の酸化剤供給経路に沿って配置されたブースタ酸化剤圧縮機を備え、ブースタ酸化剤圧縮機が、ブースタ酸化剤圧縮機駆動装置によって駆動され、ブースタ酸化剤圧縮機が、酸化剤供給経路に沿って圧縮酸化剤の圧力を増強するように構成され、1 又は 2 以上のプロセッシングデバイスが、1 又は 2 以上の命令セットを実行し、ブースタ酸化剤圧縮機駆動装置の速度を調節して酸化剤流量を調節するように構成されるいずれかの先行実施形態のシステム。

【0151】

実施形態 4 . 主酸化剤圧縮機とタービン燃焼器の間の酸化剤供給経路に沿って配置されたブースタ酸化剤圧縮機を備え、ブースタ酸化剤圧縮機が、ブースタ酸化剤圧縮機によって受け取られて圧縮された圧縮酸化剤の量を調節するように構成されたブースタ酸化剤圧

50

縮機入口ベーンを備え、1又は2以上のプロセッシングデバイスが、1又は2以上の命令セットを実行し、ブースタ酸化剤圧縮機入口ガイドベーンの位置を調節して酸化剤流量を調節するように構成されるいずれかの先行実施形態のシステム。

【0152】

実施形態5．タービン燃焼器に流体的に結合され、かつ燃料流量で燃料をタービン燃焼器に流すよう構成された燃料供給経路を備え、1又は2以上のプロセッシングデバイスが、1又は2以上の命令セットを実行し、酸化剤流量が調節される負荷制御に応答して燃料流量を調節するように構成されるいずれかの先行実施形態のシステム。

【0153】

実施形態6．1又は2以上のプロセッシングデバイスが、1又は2以上の命令セットを実行し、負荷制御を実施した後に当量比制御を実施するように構成され、当量比制御が、酸化剤流量の調節に応答して燃料流量を調節し、タービン燃焼器における燃料及び酸化剤の当量比を目標当量比に調節するいずれかの先行実施形態のシステム。

10

【0154】

実施形態7．目標当量比が、 1.0 ± 0.01 、 0.02 、 0.03 、 0.04 、又は 0.05 であるいずれかの先行実施形態のシステム。

【0155】

実施形態8．当量比制御が、燃料供給経路に沿って配置された1又は2以上の燃料流制御弁を調節して燃料流量を調節するいずれかの先行実施形態のシステム。

【0156】

20

実施形態9．排気ガス再循環（EGR）システムを備え、EGRシステムが、タービンから排気ガス希釈剤をタービン燃焼器に供給するように構成された排気ガス圧縮機まで延びる排気リサイクルループに沿って排気ガスを循環させるように構成され、1又は2以上のプロセッシングデバイスが、1又は2以上の命令セットを実行し、当量比制御を実施した後に排気リサイクルループ圧力制御を実施するように構成され、排気リサイクルループ圧力制御が、排気リサイクルループ内の排気ガスの圧力を制御するように構成されるいずれかの先行実施形態のシステム。

【0157】

実施形態10．排気リサイクルループ圧力制御が、少なくとも酸化剤流量測定と排気ガスのための目標圧力とに응答して実施されるいずれかの先行実施形態のシステム。

30

【0158】

実施形態11．抽出排気ガスとして排気ガス希釈剤の一部分をリサイクル圧縮機から抽出排気ガスを生成物ガス内に圧縮するように構成された生成物ガス圧縮機まで流すように構成された排気抽出経路と、生成物ガスを排気リサイクルループに流すように構成された排気ガスリサイクル経路とを備え、リサイクルループ圧力制御が、排気リサイクルループに提供される生成物ガスの量を調節することによって排気ガスの圧力を制御するように構成されるいずれかの先行実施形態のシステム。

【0159】

実施形態12．排気リサイクルループに提供される生成物ガスの量が、生成物ガスリサイクル経路に沿って配置された生成物ガス流制御弁、生成物ガス圧縮機の駆動装置の速度、生成物ガス圧縮機の1又は2以上の生成物ガス圧縮機入口ガイドベーン、又はこれらのいずれかの組み合わせを調節することによって調節されるいずれかの先行実施形態のシステム。

40

【0160】

実施形態13．1又は2以上のプロセッシングデバイスが、1又は2以上の命令セットを実行し、排気リサイクルループ圧力制御を実施した後に排気温度制御を実施するように構成され、排気温度制御が、排気リサイクルループ内の排気ガスの温度を制御するように構成されるいずれかの先行実施形態のシステム。

【0161】

実施形態14．タービンとリサイクル圧縮機間の排気リサイクル経路に沿って配置さ

50

れたリサイクルブローアを備え、排気温度制御が、リサイクルブローアのベーン角度、リサイクル圧縮機のリサイクル圧縮機入口ガイドベーンの位置、又はこれらの組み合わせを調節して排気リサイクルループ内の排気ガスの温度を調節するいずれかの先行実施形態のシステム。

【0162】

実施形態15．ガスタービンシステムのための目標負荷を示す負荷表示を受け取り、主酸化剤圧縮システムからガスタービンシステムのタービン燃焼器までの酸化剤供給経路に沿った圧縮酸化剤の流れに対応し、目標負荷に関連付けられた酸化剤流量を決定し、主酸化剤圧縮システムをして圧縮酸化剤の流れを目標負荷に関連付けられた酸化剤流量に調節させる主酸化剤圧縮システムに入力するための1又は2以上の酸化剤流制御信号を生成し、目標負荷に関連付けられた酸化剤流量に基づいて、タービン燃焼器への燃料供給経路に沿った燃料の流れに対応する燃料流量を決定し、かつ燃料流制御システムをして燃料の流れを調節させてタービン燃焼器内の排気ガス希釈剤の存在下で燃料と酸化剤の間の目標当量比での燃焼を可能にするように構成された燃料流制御システムに入力するための1又は2以上の燃料流制御信号を生成するように1又は2以上のプロセッシングデバイスによって実行可能な1又は2以上の命令セット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システム。

10

【0163】

実施形態16．1又は2以上の酸化剤流制御信号が、主酸化剤圧縮システムの主酸化剤圧縮機の1又は2以上の主酸化剤圧縮機入口ガイドベーンの位置調節を引き起こすように構成されるいずれかの先行実施形態のシステム。

20

【0164】

実施形態17．1又は2以上の酸化剤流制御信号が、主酸化剤圧縮システムのブースタ酸化剤圧縮機の1又は2以上のブースタ酸化剤圧縮機入口ガイドベーンの位置調節を引き起こすように構成されるいずれかの先行実施形態のシステム。

【0165】

実施形態18．1又は2以上の酸化剤流制御信号が、主酸化剤圧縮システムのブースタ酸化剤圧縮機の駆動装置の速度の変化を引き起こすように構成されるいずれかの先行実施形態のシステム。

【0166】

30

実施形態19．1又は2以上の燃料流制御信号が、燃料流制御システムの1又は2以上の燃料流制御弁の位置の変化を引き起こすように構成されるいずれかの先行実施形態のシステム。

【0167】

実施形態20．1又は2以上の命令セットが、排気ガス再循環ループ圧力制御ルーチンを実施するように1つ又は2つ以上のプロセッシングデバイスによって実行可能であり、排気ガス再循環ループ圧力制御ルーチンが、排気再循環経路を通して流れる排気ガスの圧力を排気ガスに対する目標圧力、目標負荷に関連付けられた酸化剤流量、及び排気再循環経路を通して流れる排気ガスの流量に関連するフィードバック、又はこれらのいずれかの組み合わせに応答して制御するように構成され、排気再循環経路が、ガスタービンシステムのタービンから排気ガス希釈剤を生成するように構成されたリサイクル圧縮機まで延びるいずれかの先行実施形態のシステム。

40

【0168】

実施形態21．排気ガス再循環ループ圧力制御ルーチンが、排気パージ流としてのリサイクル圧縮機からの排気ガス希釈剤の流れを排気パージ流を生成物ガス内に圧縮するように構成された生成物圧縮機まで制御する段階を含むいずれかの先行実施形態のシステム。

【0169】

実施形態22．排気ガス再循環ループ圧力制御ルーチンが、リサイクル圧縮機から生成物圧縮機への排気パージ流の流れを生成物圧縮機の駆動装置の速度を調節することにより、排気パージ流を排気再循環経路に流すように構成されたパージリサイクル流路に沿って

50

位置決めされた流れ制御弁を調節することにより、又はこれらの組み合わせにより制御する段階を含むいずれかの先行実施形態のシステム。

【0170】

実施形態23．1又は2以上の命令セットが、排気ガス温度制御ルーチンを実施するように1つ又は2つ以上のプロセッシングデバイスによって実行可能であり、排気ガス温度制御ルーチンが、タービンを出る排気ガスの検知温度とタービンを出る排気ガスの目標温度とにตอบสนองして排気再循環経路を通して流れる排気ガスの温度を制御するように構成されるいずれかの先行実施形態のシステム。

【0171】

実施形態24．排気ガス温度制御ルーチンが、排気再循環経路を通して流れる排気ガスの温度を排気再循環経路に沿って位置決めされたりサイクルプロアのパーン角度を調節することにより、リサイクル圧縮機のリサイクル圧縮機入口ガイドパーンの位置を調節することにより、又はこれらの組み合わせにより制御するいずれかの先行実施形態のシステム。

10

【0172】

実施形態25．酸化剤及び燃料を燃焼させるように構成されたタービン燃焼器と、タービン燃焼器からの燃焼生成物によって駆動されるタービンと、シャフトを介してタービンによって駆動され、排気ガスを圧縮して排気ガス希釈剤としてタービン燃焼器に供給するように構成された排気ガス圧縮機と、タービンから排気ガス圧縮機までの排気再循環経路に沿って排気ガスを再循環させるように構成された排気ガス再循環（EGR）システムと、シャフトによる回転にตอบสนองして電力を発生させるように構成された発電機と、1又は2以上の命令セット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、及び1又は2以上の命令セットを実行して、発電機に対する目標負荷を示すデータを受け取り、かつ一次負荷制御パラメータとして排気再循環経路に沿って再循環する排気ガスの排気流量を調節し、排気流量の調節が、タービンの作動を調節してシャフトの回転速度を変えることにより、目標負荷にตอบสนองして負荷制御を行うように構成された1又は2以上のプロセッシングデバイスを含むコントローラとを含むガスタービンシステム。

20

【0173】

実施形態26．1又は2以上の命令セットが、排気ガス圧縮機の排気ガス圧縮機入口ガイドパーンの位置を調節することによって排気流量を調節するように1つ又は2つ以上のプロセッシングデバイスによって実行可能であるいずれかの先行実施形態のシステム。

30

【0174】

実施形態27．EGRシステムが、排気再循環経路に沿って位置決めされた排気リサイクルプロアを備え、1又は2以上の命令セットが、排気リサイクルプロアのパーン角度を調節することによって排気流量を調節するように1又は2以上のプロセッシングデバイスによって実行可能であるいずれかの先行実施形態のシステム。

【0175】

実施形態28．1又は2以上の命令セットが、タービン燃焼器における酸化剤対排気ガス希釈剤の比を制御するように構成された酸化剤対排気ガス希釈剤比制御ルーチンを実施するように1又は2以上のプロセッシングデバイスによって実行可能であるいずれかの先行実施形態のシステム。

40

【0176】

実施形態29．酸化剤を酸化剤流量でタービン燃焼器まで流すように構成された酸化剤供給経路を備え、酸化剤対排気ガス希釈剤比制御ルーチンが、酸化剤流量を制御して、排気流量を示すデータにตอบสนองしてタービン燃焼器における酸化剤対排気ガス希釈剤の比を制御するように構成されるいずれかの先行実施形態のシステム。

【0177】

実施形態30．酸化剤対排気ガス希釈剤比制御ルーチンが、酸化剤流量を制御して、タービンを出る排気ガスの排気流量と目標温度とを示すデータにตอบสนองしてタービン燃焼器における酸化剤対排気ガス希釈剤の比を制御するように構成されるいずれかの先行実施形態

50

のシステム。

【0178】

実施形態31．1又は2以上の命令セットが、酸化剤供給経路に沿った酸化剤を圧縮してタービン燃焼器に供給するように構成された主酸化剤圧縮機の主酸化剤圧縮機入口ガイドベーンを調節することによって酸化剤流量を制御するように1又は2以上のプロセッシングデバイスによって実行可能であるいずれかの先行実施形態のシステム。

【0179】

実施形態32．1又は2以上の命令セットが、酸化剤供給経路に沿って酸化剤の圧力を増強するように構成されたブースタ酸化剤圧縮機の駆動装置の速度を調節することによって酸化剤流量を制御するように1又は2以上のプロセッシングデバイスによって実行可能であるいずれかの先行実施形態のシステム。

10

【0180】

実施形態33．1又は2以上の命令セットが、タービン燃焼器における酸化剤対燃料の比を制御するように構成された当量比制御ルーチンを実施するように1又は2以上のプロセッシングデバイスによって実行可能であるいずれかの先行実施形態のシステム。

【0181】

実施形態34．燃料を燃料流量でタービン燃焼器まで流すように構成された燃料供給経路を備え、当量比制御ルーチンが、燃料流量を制御して、酸化剤流量及び目標当量比を示すデータに応答してタービン燃焼器における酸化剤対燃料の比を制御するように構成されるいずれかの先行実施形態のシステム。

20

【0182】

実施形態35．1又は2以上の命令セットが、燃料供給経路に沿って配置された1又は2以上の燃料流制御弁を調節することによって燃料流量を制御するように1又は2以上のプロセッシングデバイスによって実行可能であるいずれかの先行実施形態のシステム。

【0183】

実施形態36．1又は2以上のプロセッシングデバイスが、1又は2以上の命令セットを実行して、当量比制御を実施した後に排気リサイクルループ圧力制御を実施するように構成され、排気リサイクルループ圧力制御が、排気再循環経路内の排気ガスの圧力を制御するように構成されるいずれかの先行実施形態のシステム。

【0184】

実施形態37．排気リサイクルループ圧力制御が、少なくとも酸化剤流量測定値と排気ガスに対する目標圧力とに併答して実施されるいずれかの先行実施形態のシステム。

30

【0185】

実施形態38．排気ガス圧縮機からの抽出排気ガスとしての排気ガス希釈剤の一部を抽出排気ガスを生成物ガス内に圧縮するように構成された生成物ガス圧縮機まで流すように構成された排気抽出経路と、生成物ガスを排気再循環経路まで流すように構成された生成物ガスリサイクル経路とを備え、リサイクルループ圧力制御が、排気再循環経路に提供された生成物ガスの量を調節することによって排気ガスの圧力を制御するように構成されるいずれかの先行実施形態のシステム。

【0186】

実施形態39．排気再循環経路に提供される生成物ガスの量が、生成物ガスリサイクル経路に沿って配置された生成物ガス流制御弁、生成物ガス圧縮機の駆動装置の速度、生成物ガス圧縮機の生成物ガス圧縮機入口ガイドベーン、又はこれらのいずれかの組み合わせを調節することによって調節されるいずれかの先行実施形態のシステム。

40

【0187】

実施形態40．酸化剤及び燃料を燃焼させるように構成されたタービン燃焼器と、タービン燃焼器からの燃焼生成物によって駆動されるタービンと、シャフトを介してタービンによって駆動され、排気ガスを圧縮して排気ガス希釈剤としてタービン燃焼器に供給するように構成された排気ガス圧縮機と、タービンから排気ガス圧縮機までの排気再循環経路に沿って排気ガスを再循環させるように構成された排気ガス再循環（EGR）システムと

50

、排気ガス圧縮機からの抽出排気ガスとしてのある量の排気ガス希釈剤を抽出排気ガスを生成物ガスとして下流プロセスに供給するように構成された生成物ガス経路まで流すように構成された排気抽出経路と、シャフトによる回転にตอบสนองして電力を発生させるように構成された発電機と、1又は2以上の命令セット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、及び1又は2以上の命令セットを実行して、発電機に対する目標負荷を示すデータを受け取り、かつ生成物ガス経路まで流れた抽出排気ガスの量を調節することにより目標負荷にตอบสนองして負荷制御を行うように構成された1又は2以上のプロセッシングデバイスを含むコントローラとを含むガスタービンシステム。

【0188】

実施形態41．生成物ガス経路が、抽出排気ガスを生成物ガス内に圧縮するように構成された生成物ガス圧縮機を含むいずれかの先行実施形態のシステム。

10

【0189】

実施形態42．1又は2以上の命令セットが、生成物ガス圧縮機の駆動装置の速度を調節することにより、生成物ガス経路まで流れた抽出排気ガスの量を調節するように1又は2以上のプロセッシングデバイスによって実行可能であるいずれかの先行実施形態のシステム。

【0190】

実施形態43．1又は2以上の命令セットが、生成物ガス圧縮機の1又は2以上の生成物ガス圧縮機入口ガイドベーンを調節するように1又は2以上のプロセッシングデバイスによって実行可能であるいずれかの先行実施形態のシステム。

20

【0191】

実施形態44．1又は2以上の命令セットが、生成物ガス経路に沿った生成物ガスの流量と目標当量比とにตอบสนองしてタービン燃焼器における酸化剤対燃料の比を制御するように構成された当量比制御ルーチンを実施するように1又は2以上のプロセッシングデバイスによって実行可能であるいずれかの先行実施形態のシステム。

【0192】

実施形態45．目標当量比が、 1.0 ± 0.01 、 0.02 、 0.03 、 0.04 、又は 0.05 であるいずれかの先行実施形態のシステム。

【0193】

実施形態46．酸化剤を酸化剤流量でタービン燃焼器まで流すように構成された酸化剤供給経路を備え、当量比制御ルーチンが、酸化剤流量を制御してタービン燃焼器における酸化剤対燃料の比を制御するように構成されるいずれかの先行実施形態のシステム。

30

【0194】

実施形態47．1又は2以上の命令セットが、酸化剤を圧縮して酸化剤供給経路に沿ってタービン燃焼器まで供給するように構成された主酸化剤圧縮機の主酸化剤圧縮機入口ガイドベーンを調節することによって酸化剤流量を制御するように1又は2以上のプロセッシングデバイスによって実行可能であるいずれかの先行実施形態のシステム。

【0195】

実施形態48．1又は2以上の命令セットが、酸化剤供給経路に沿って酸化剤の圧力を増強するように構成されたブースタ酸化剤圧縮機の駆動装置の速度を調節することによって酸化剤流量を制御するように1又は2以上のプロセッシングデバイスによって実行可能であるいずれかの先行実施形態のシステム。

40

【0196】

実施形態49．燃料を燃料流量でタービン燃焼器まで流すように構成された燃料供給経路を備え、当量比制御ルーチンが、燃料流量を制御してタービン燃焼器における酸化剤対燃料の比を制御するように構成されるいずれかの先行実施形態のシステム。

【0197】

実施形態50．1又は2以上の命令セットが、燃料供給経路に沿って配置された1又は2以上の燃料流制御弁を調節することによって燃料流量を制御するように1又は2以上のプロセッシングデバイスによって実行可能であるいずれかの先行実施形態のシステム。

50

【 0 1 9 8 】

実施形態 5 1 . 1 又は 2 以上のプロセッシングデバイスが、 1 又は 2 以上の命令セットを実行して、タービン燃焼器まで流れる酸化剤の酸化剤流量と、生成物ガス流路に沿って流れる生成物ガスの生成物ガス流量と、排気再循環経路に沿った排気ガスに対する目標圧力とにตอบสนองして排気リサイクルループ圧力制御ルーチンを実施するように構成され、排気リサイクルループ圧力制御ルーチンが、排気再循環経路内の排気ガスの圧力を制御するように構成されるいずれかの先行実施形態のシステム。

【 0 1 9 9 】

実施形態 5 2 . 生成物ガスを排気再循環経路まで流すように構成された生成物ガスリサイクル経路を備え、リサイクルループ圧力制御ルーチンが、排気再循環経路に提供される生成物ガスの量を調節することによって排気ガスの圧力を制御するように構成されるいずれかの先行実施形態のシステム。

10

【 0 2 0 0 】

実施形態 5 3 . リサイクルループ圧力制御ルーチンが、生成物ガスリサイクル経路に沿って位置決めされた 1 又は 2 以上の生成物圧力弁を調節することにより、排気再循環経路に提供される生成物ガスの量を制御するように構成され、 1 又は 2 以上の生成物圧力弁が、生成物ガスリサイクル経路に沿って生成物ガスの生成物ガス流量を調節するように構成されるいずれかの先行実施形態のシステム。

【 0 2 0 1 】

実施形態 5 4 . 1 又は 2 以上の命令セットが、排気ガス温度制御ルーチンを実施するように 1 つ又は 2 つ以上のプロセッシングデバイスによって実行可能であり、排気ガス温度制御ルーチンが、タービンを出る排気ガスの検知温度とタービンを出る排気ガスに対する目標温度とにตอบสนองして排気再循環経路を通して流れる排気ガスの温度を制御するように構成されるいずれかの先行実施形態のシステム。

20

【 0 2 0 2 】

実施形態 5 5 . 排気ガス温度制御ルーチンが、排気再循環経路を通して流れる排気ガスの温度を排気再循環経路に沿って位置決めされたりリサイクルプロアのベーン角度を調節することにより、排気圧縮機の排気圧縮機入口ガイドベーンの位置を調節することにより、又はこれらの組み合わせにより制御するいずれかの先行実施形態のシステム。

【 0 2 0 3 】

実施形態 5 6 . 酸化剤及び燃料を燃焼させるように構成されたタービン燃焼器と、タービン燃焼器からの燃焼生成物によって駆動されるタービンと、シャフトを介してタービンによって駆動され、排気ガスを圧縮して排気ガス希釈剤としてタービン燃焼器に供給するように構成された排気ガス圧縮機と、タービンから排気ガス圧縮機までの排気再循環経路に沿って排気ガスを再循環させるように構成された排気ガス再循環 (E G R) システムと、排気ガス圧縮機からの抽出排気ガスとしてある量の排気ガス希釈剤を抽出排気ガスを生成物ガスとして下流プロセスに送給するように構成された生成物ガス経路まで流すように構成された排気抽出経路と、シャフトによる回転にตอบสนองして電力を発生させるように構成された発電機と、 1 又は 2 以上の命令セット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、及び 1 又は 2 以上の命令セットを実行して、発電機に対する目標負荷を示すデータを受け取り、かつ一次負荷制御パラメータとして生成物ガス経路まで流れた抽出排気ガスの量を調節することにより、一次負荷制御パラメータとして燃焼器に提供される酸化剤の量を調節することにより、又は一次負荷制御パラメータとして排気再循環経路に沿った排気ガスの流れを調節することにより目標負荷にตอบสนองして負荷制御を行うように構成された 1 又は 2 以上のプロセッシングデバイスを含むコントローラとを含むガスタービンシステム。

30

40

【 0 2 0 4 】

実施形態 5 7 . 1 又は 2 以上の命令セットが、一次負荷制御パラメータとして生成物ガス経路まで流れた抽出排気ガスの量を調節するように 1 又は 2 以上のプロセッシングデバイスによって実行可能であるいずれかの先行実施形態のシステム。

50

【0205】

実施形態58．1又は2以上の命令セットが、一次負荷制御パラメータとして燃焼器に提供される酸化剤の量を調節するように1又は2以上のプロセッシングデバイスによって実行可能であるいずれかの先行実施形態のシステム。

【0206】

実施形態59．1又は2以上の命令セットが、一次負荷制御パラメータとして排気再循環経路に沿った排気ガスの流れを調節するように1又は2以上のプロセッシングデバイスによって実行可能であるいずれかの先行実施形態のシステム。

【0207】

実施形態60．燃焼生成物が、実質的に未燃燃料又は酸化剤残留物を持たないいずれかの先行実施形態のシステム。

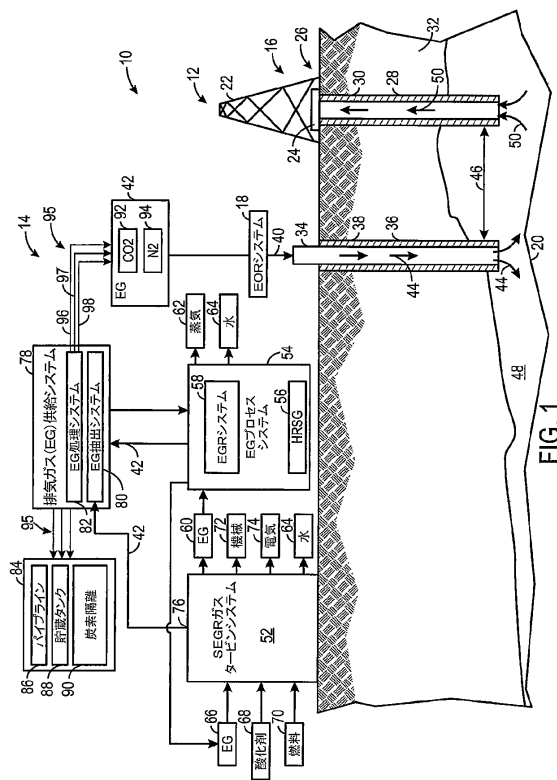
【0208】

実施形態61．燃焼生成物が、約10、20、30、40、50、60、70、80、90、100、200、300、400、500、1000、2000、3000、4000、又は5000百万分の1体積(ppmv)未満の酸化剤未燃燃料、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いずれかの先行実施形態のシステム。

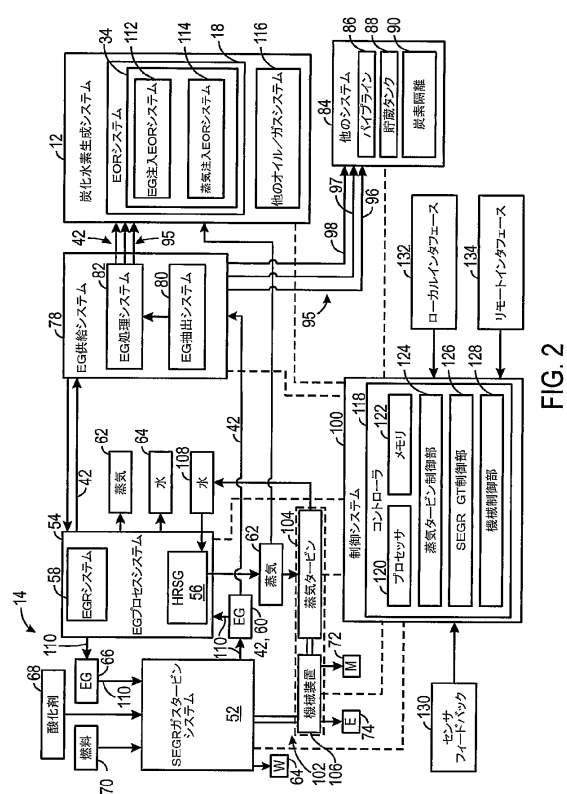
【0209】

本発明のある一定の特徴のみを本明細書に図示して説明したが、多くの修正及び変更は、当業者に想起されるであろう。従って、添付の特許請求の範囲は、全てのそのような修正及び変更を本発明の真の思想に含まれるものとして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】



【図3】

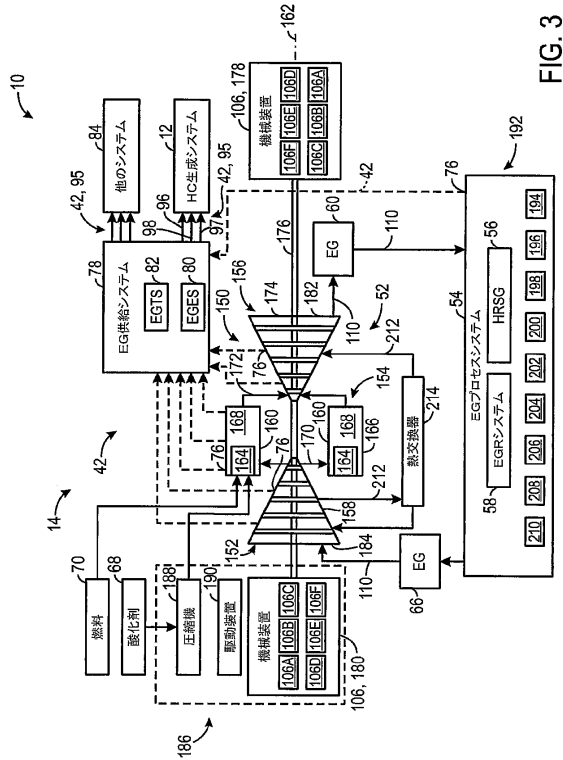


FIG. 3

【図4】

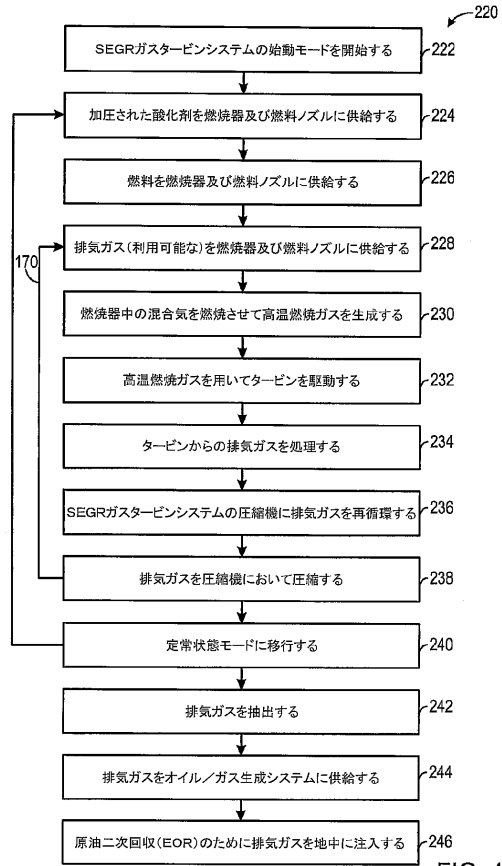


FIG. 4

【図5】

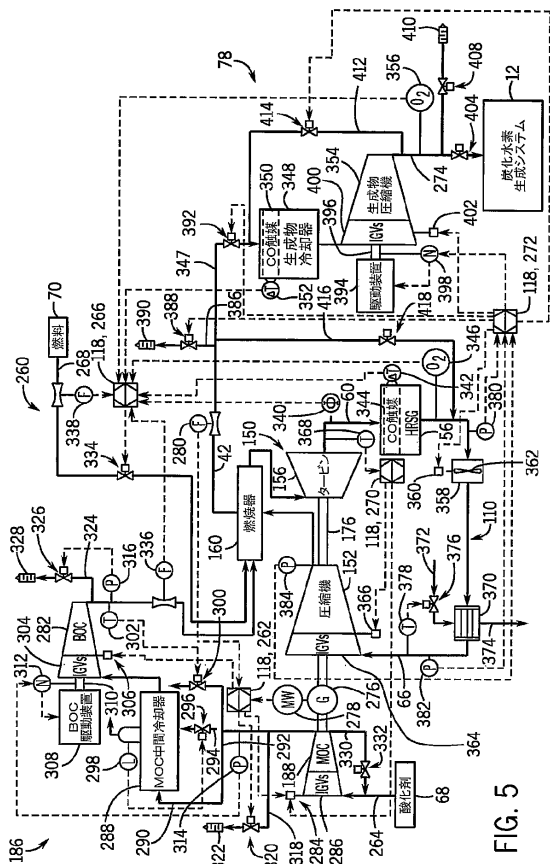


FIG. 5

【図6】

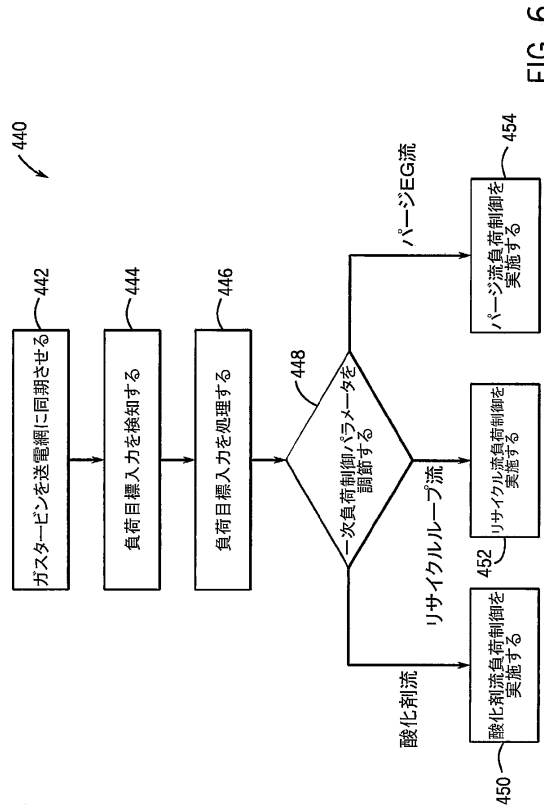


FIG. 6

【図 7】

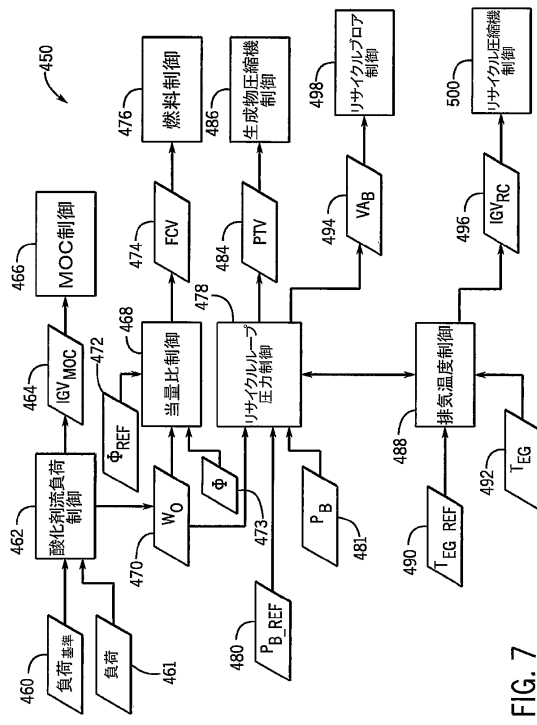


FIG. 7

【図 8】

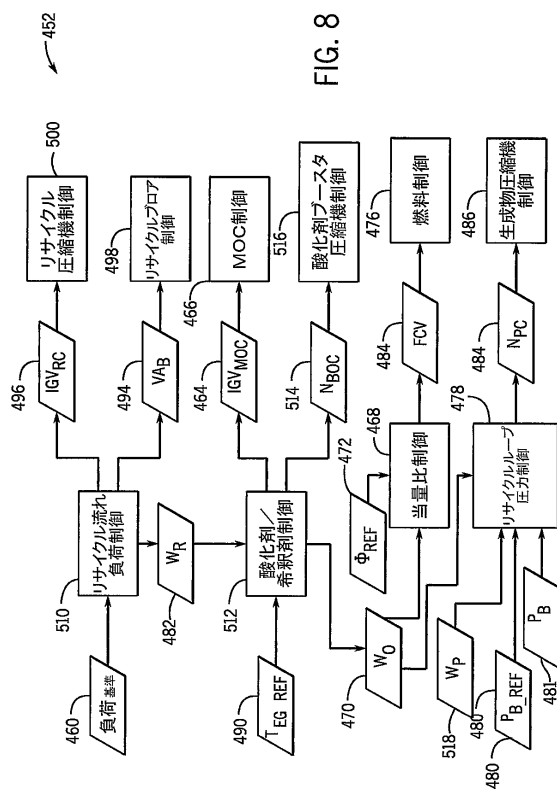


FIG. 8

【図 9】

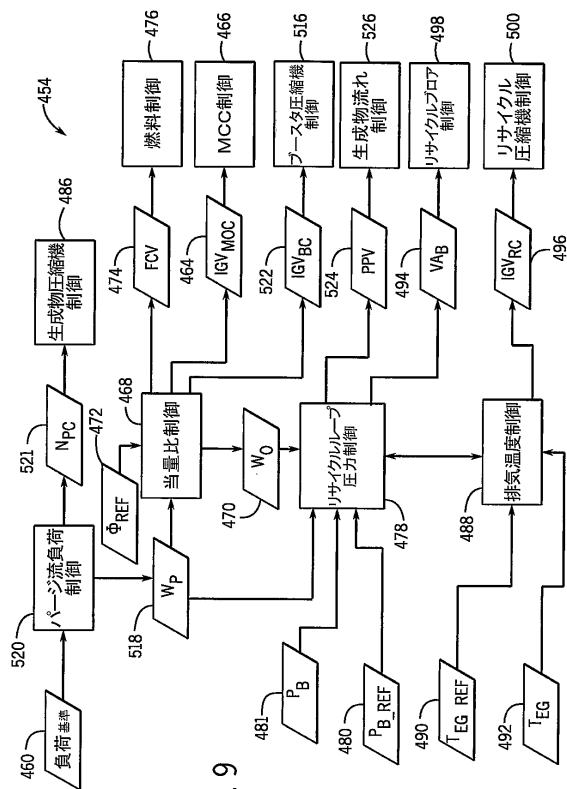


FIG. 9

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I			
F 0 2 C	9/54	(2006.01)	F 0 2 C	9/54	
F 0 2 C	9/00	(2006.01)	F 0 2 C	9/00	B

前置審査

(74)代理人 100098475
弁理士 倉澤 伊知郎

(74)代理人 100130937
弁理士 山本 泰史

(74)代理人 100170634
弁理士 山本 航介

(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 リバーロード 1

(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 グリーンビル ガーリントン ロード 3 0
0

(72)発明者 リッテンハウス ブライアン アレン
アメリカ合衆国 サウスカロライナ州 2 9 6 1 5 グリーンビル ガーリントン ロード 3 0
0

(72)発明者 ヴォレル アーロン
アメリカ合衆国 サウスカロライナ州 2 9 6 1 5 グリーンビル ガーリントン ロード 3 0
0

審査官 中村 大輔

(56)参考文献 特開昭62-075031(JP,A)
特開2010-127242(JP,A)
国際公開第2012/128923(WO,A2)
国際公開第2012/003078(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 2 C	7 / 0 4 2
F 0 2 C	3 / 3 0
F 0 2 C	3 / 3 4
F 0 2 C	9 / 0 0
F 0 2 C	9 / 2 8
F 0 2 C	9 / 5 4
F 2 3 R	3 / 0 0