

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6548638号  
(P6548638)

(45) 発行日 令和1年7月24日(2019.7.24)

(24) 登録日 令和1年7月5日(2019.7.5)

(51) Int. Cl.		F I	
<b>FO2C</b>	<b>7/00</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2C 7/00 B
<b>FO1D</b>	<b>25/30</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1D 25/30 B
<b>FO2C</b>	<b>3/34</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2C 3/34
<b>F23G</b>	<b>7/07</b>	<b>(2006.01)</b>	F23G 7/07 Q

請求項の数 19 (全 45 頁)

(21) 出願番号	特願2016-523793 (P2016-523793)	(73) 特許権者	500450727
(86) (22) 出願日	平成26年6月17日 (2014.6.17)		エクソンモービル アップストリーム リ
(65) 公表番号	特表2016-529434 (P2016-529434A)		サーチ カンパニー
(43) 公表日	平成28年9月23日 (2016.9.23)		アメリカ合衆国 テキサス州 77252
(86) 国際出願番号	PCT/US2014/042807		-2189 ヒューストン ピーオーボッ
(87) 国際公開番号	W02014/209689		クス 2189
(87) 国際公開日	平成26年12月31日 (2014.12.31)	(74) 代理人	100086771
審査請求日	平成29年6月14日 (2017.6.14)		弁理士 西島 孝喜
(31) 優先権主張番号	61/841, 209	(74) 代理人	100088694
(32) 優先日	平成25年6月28日 (2013.6.28)		弁理士 弟子丸 健
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100094569
(31) 優先権主張番号	14/301, 979		弁理士 田中 伸一郎
(32) 優先日	平成26年6月11日 (2014.6.11)	(74) 代理人	100095898
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 松下 満

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスタービンエンジンから燃焼ガスを排出するためのシステム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガスタービンエンジンを有するシステムであって、  
前記ガスタービンエンジンは、  
燃焼生成物を発生させるように構成された1又は2以上の燃焼器を有する燃焼器セクションと、

上流端と下流端の間に前記燃焼生成物によって駆動される1又は2以上のタービン段を有するタービンセクションと、

前記タービンセクションの前記下流端から下流に配置された排気セクションであって、排気ガスとして前記燃焼生成物を受け取るように構成された排気通路を有する前記排気セクションと、

前記排気セクションに配置され、前記排気ガスを第1の排気ガスと第2の排気ガスに分割し、かつ混合領域内で該第1及び第2の排気ガスを組み合わせて混合排気ガスを生成するように構成された混合デバイスと、を備え、

前記混合デバイスは、前記第1の排気ガスを前記混合領域に搬送するように構成された第1のセクションと、前記第2の排気ガスを前記混合領域に搬送するように構成され、前記第1のセクションを円周方向に取り囲む第2のセクションとを備え、前記第1のセクションがローブ混合器を有している、

ことを特徴とするシステム。

【請求項2】

10

20

前記第 1 のセクションは、前記混合デバイスの長手方向軸線を取り囲んで配置され、前記第 2 のセクションは、該第 1 のセクションを取り囲む環状形状である、

請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記第 2 のセクションは、前記第 2 の排気ガスを前記混合領域に搬送するように構成された複数の開口部を有している、

請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記第 2 のセクションは、

内側環状壁と、

前記内側環状壁を取り囲む外側環状壁と、

前記内側及び外側環状壁の間に配置され、前記第 2 の排気ガスを前記混合領域に搬送するように構成された環状通路と、を有している、

ことを特徴とする請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記ローブ混合器は、スカラップ状ローブ混合器、多重ローブ混合器、傾斜ローブ混合器、リブ状ローブ混合器、又は鋸歯状ローブ混合器、又はそのいずれかの組合せの少なくとも 1 つを有している、

請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記第 1 のセクションは、交互する第 1 及び第 2 の開放端通路を備えた環状正弦形状を有する前記ローブ混合器を有し、前記第 1 の開放端通路は、前記第 1 の排気ガスの第 1 の部分を前記混合デバイスの長手方向軸線から離れる方向に向けるように構成され、前記第 2 の開放端通路は、前記第 1 の排気ガスの第 2 の部分を該長手方向軸線の方向に向けるように構成される、

請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記混合デバイスから下流に配置された触媒を含み、

前記触媒は、前記混合デバイスからの前記混合排気ガスを処理して処理済排気ガスを生成するように構成される、

請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記混合デバイスの第 2 のセクションは、渦発生器、半球形突起、ローブ混合器、開ローブ混合器、又は閉ローブ混合器、又はそのいずれかの組合せの少なくとも 1 つを有している、

請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記ガスタービンエンジンに連結された排気ガス抽出システムと、該排気ガス抽出システムに連結された炭化水素生成システムとを備えている、

請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 10】

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

請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 11】

加圧排気ガスを前記混合デバイスの中に、又は該混合デバイスの上流に、又はそのいずれかの組合せで注入するように構成された排気ガス注入システムを備えている、

請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 12】

ガスタービンエンジンのタービンセクションから下流に装着されるように構成されたタ

10

20

30

40

50

ービン排気セクションであって、該タービンセクションから排気ガスを受け取るように構成された排気通路を有しているタービン排気セクションと、

前記タービン排気セクションに配置された混合デバイスであって、前記排気ガスを第1の排気ガスと第2の排気ガスに分割するように構成された第1のセクションを有し、前記混合デバイスが前記第1のセクションの下流の混合領域で第1及び第2の排気ガスを組み合わせて混合排気ガスを生成するように構成され、前記混合デバイスが前記第1のセクションの周りに周方向に配置され第2のセクションを備え、前記第1のセクションがローブ混合器を備えている、

ことを特徴とするシステム。

【請求項13】

前記タービンセクションに連結された前記タービン排気セクションを有する前記ガスタービンエンジンを備えている、

請求項12に記載のシステム。

【請求項14】

前記ガスタービンエンジンは、

上流端と下流端の間に1又は2以上のタービン段を有する前記タービンセクションと、  
燃焼生成物を発生させて前記タービンセクション内の前記1又は2以上のタービン段を駆動するように構成されたタービン燃焼器を有する燃焼器セクションと、

前記タービンセクションによって駆動される排気ガス圧縮機を有する圧縮機セクションであって、前記排気ガス圧縮機が、前記排気ガスを圧縮してそれを前記タービン燃焼器に経路指定するように構成される前記圧縮機セクションと、有し、

前記タービン排気セクションは、前記タービンセクションの前記下流端から下流で前記ガスタービンエンジンに連結されている、

請求項13に記載のシステム。

【請求項15】

タービン燃焼器の燃焼部分内で酸化剤及び排気ガスと共に燃料を燃焼させて燃焼生成物を発生させる段階と、

前記タービン燃焼器からの前記燃焼生成物を用いてタービンを駆動する段階と、

排気セクション内で前記タービンから排気通路を通して前記燃焼生成物を膨張させる段階と、

混合デバイスを用いて前記排気セクションからの前記燃焼生成物を第1の排気ガスと第2の排気ガスに分割する段階であって、前記混合デバイスがローブ混合器を有する第1のセクションを備えている段階と、

前記混合デバイスを用いて前記第1及び第2の排気ガスを組み合わせて混合排気ガスを該混合排気ガスの下流半径方向均一性が前記燃焼生成物の上流半径方向均一性よりも大きいように生成する段階と、を含む、

ことを特徴とする方法。

【請求項16】

前記混合デバイスの第1のセクションを用いて前記第1の排気ガスを混合領域に搬送する段階と、

前記第1のセクションを円周方向に取り囲んで配置された前記混合デバイスの第2のセクションを用いて前記第2の排気ガスを前記混合領域に搬送する段階と、を含む、

請求項15に記載の方法。

【請求項17】

前記第2のセクションに形成された複数の開口部を通して前記第2の排気ガスを搬送する段階を含む、

請求項16に記載の方法。

【請求項18】

前記第1のセクションを用いて第1の方向に前記第1の排気ガスに渦運動を与える段階と、

10

20

30

40

50

前記第2のセクションを用いて第2の方向に前記第2の排気ガスに渦運動を与える段階であって、前記第1及び第2の方向が互いに反対である前記与える段階と、を含む、請求項16に記載の方法。

【請求項19】

前記ローブ混合器を用いて前記第1の排気ガスを内側の第1の排気ガスと外側の第1の排気ガスとに分割する段階であって、前記内側及び外側の第1の排気ガスが互いから発散する分割段階を含む、

請求項15に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

〔関連出願への相互参照〕

本出願は、2014年6月11日出願の「SYSTEM AND METHOD FOR EXHAUSTING COMBUSTION GASES FROM GAS TURBINE ENGINES」という名称の米国非仮特許出願第14/301,979号、及び2013年6月28日出願の「SYSTEM AND METHOD FOR EXHAUSTING COMBUSTION GASES FROM GAS TURBINE ENGINES」という名称の米国仮特許出願第61/841,209号に対して優先権及び利益を主張し、これら特許出願の全ては、引用により全体が本明細書に組み込まれる。

20

【0002】

本明細書で開示する主題は、ガスタービンエンジンに関し、より具体的には、ガスタービンエンジンから燃焼ガスを排出するためのシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【0003】

ガスタービンエンジンは、発電、航空機、及び種々の機械装置など、幅広い種類の用途で使用されている。ガスタービンエンジンは、一般に、燃焼器セクションにおいて酸化剤（例えば、空気）と共に燃料を燃焼させて高温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。次いで、タービンセクションは、圧縮機セクションの1又は2以上の圧縮機段を駆動する。この場合も同様に、燃料及び酸化剤は、燃焼器セクションにおいて混合され、次いで、燃焼して高温燃焼生成物を生成する。タービンセクションからの高温燃焼生成物の熱エネルギーは、蒸気を生成するのに使用することができる。しかし、高温燃焼生成物は、蒸気を生成するのに使用する前に処理される場合がある。例えば、触媒を使用して高温燃焼生成物を処理し、特定の化合物の量を減少させることができる。残念ながら、触媒に接触する前の高温燃焼生成物の不十分な混合及び/又は分配により、触媒性能を劣化させ及び/又は触媒の寿命を短縮する場合がある。更に、ガスタービンエンジンは、典型的には、酸化剤として大量の空気を消費し、かなりの量の排気ガスを大気中に出力する。換言すると、排気ガスは、典型的に、ガスタービンエンジン作動の副産物として無駄になっている。

30

【発明の概要】

40

【課題を解決するための手段】

【0004】

最初に請求項に記載された本発明の範囲内にある特定の実施形態について以下で要約する。これらの実施形態は、特許請求した本発明の技術的範囲を限定することを意図するものではなく、むしろこれらの実施形態は、本発明の実施可能な形態の簡潔な概要を示すことのみを意図している。当然のことながら、本発明は、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。

【0005】

1つの実施形態において、システムは、燃焼生成物を発生させるように構成された1又は2以上の燃焼器を有する燃焼器セクションと、上流端と下流端の間に1又は2以上のタ

50

ービン段を有するタービンセクションとを含むガスタービンエンジンを含む。1又は2以上のタービン段は、燃焼生成物によって駆動される。ガスタービンエンジンはまた、タービンセクションの下流端から下流に配置された排気セクションを含む。排気セクションは、排気ガスとして燃焼生成物を受け取るように構成された排気通路を有する。ガスタービンエンジンはまた、排気セクションに配置された混合デバイスを含む。混合デバイスは、排気ガスを第1の排気ガスと第2の排気ガスに分割し、かつ第1及び第2の排気ガスを混合領域で組み合わせて混合排気ガスを生成するように構成される。

【0006】

第2の実施形態において、システムは、ガスタービンエンジンのタービンセクションから下流側に装着されるように構成されたタービン排気セクションを含む。タービン排気セクションは、タービンセクションから排気ガスを受け取るように構成された排気通路を含む。システムはまた、タービン排気セクションに配置された混合デバイスを含む。混合デバイスは、排気ガスを第1の排気ガスと第2の排気ガスに分割し、かつ第1及び第2の排気ガスを組み合わせて混合排気ガスを生成するように構成される。

10

【0007】

第3の実施形態において、システムは、ガスタービンエンジンのタービン排気セクションに装着されるように構成されたタービン混合デバイスを含む。混合デバイスは、排気ガスの内側部分をタービン排気セクションから混合領域に搬送するように構成された第1のセクションと、排気ガスの外側部分を混合領域に搬送するように構成された第2のセクションとを含む。第2のセクションは、第1のセクションを円周方向に取り囲み、混合領域は、排気ガスの内側及び外側部分を混合して混合排気ガスを生成するように構成される。

20

【0008】

第4の実施形態において、方法は、タービン燃焼器の燃焼部分内で酸化剤及び排気ガスと共に燃料を燃焼させて燃焼生成物を発生させる段階と、タービン燃焼器からの燃焼生成物を用いてタービンを駆動する段階と、排気セクション内でタービンから排気通路を通して燃焼生成物を膨張させる段階と、混合デバイスを用いて排気セクションからの燃焼生成物を第1の排気ガスと第2の排気ガスに分割する段階と、混合排気ガスの下流半径方向均一性が燃焼生成物の上流半径方向均一性よりも大きいように、混合デバイスを用いて第1及び第2の排気ガスを組み合わせて混合排気ガスを生成する段階とを含む。

【0009】

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

30

【図面の簡単な説明】

【0010】

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

【図2】制御システム及びコンバインドサイクルシステムを更に示す、図1のシステムの実施形態の概略図である。

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

40

【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。

【図5】ガスタービンエンジンと熱回収蒸気発生器(HRSG)の間に配置された混合デバイスの実施形態の概略図である。

【図6】混合デバイスの実施形態の回路図である。

【図7】混合デバイスの実施形態の軸線方向断面図である。

【図8】混合デバイスの実施形態の半径方向斜視図である。

【図9】混合デバイスの実施形態の第1のセクションの部分斜視図である。

【図10】スカラップ状ローブを備えた混合デバイスの実施形態の第1のセクションの部

50

分斜視図である。

【図 1 1】多重ローブを備えた混合デバイスの実施形態の部分半径方向斜視図である。

【図 1 2】傾斜ローブを備えた混合デバイスの実施形態の部分半径方向斜視図である。

【図 1 3】リップ状ローブを備えた混合デバイスの実施形態の部分半径方向斜視図である。

【図 1 4】鋸歯状ローブを備えた混合デバイスの実施形態の部分半径方向斜視図である。

【図 1 5】デバイスの第 1 のセクションを向いた第 2 のセクションの凹面を備えた混合デバイスの実施形態の軸線方向断面図である。

【図 1 6】デバイスの第 1 のセクションを向いた第 2 のセクションの凸面を備えた混合デバイスの実施形態の軸線方向断面図である。

【図 1 7】渦発生器を備えた混合デバイスの実施形態の第 2 のセクションの部分斜視図である。

10

【図 1 8】半球形突起を備えた混合デバイスの実施形態の第 2 のセクションの部分斜視図である。

【図 1 9】ガイドベーンを備えた混合デバイスの実施形態の第 2 のセクションの部分斜視図である。

【図 2 0】開口ローブを備えた混合デバイスの実施形態の第 2 のセクションの部分斜視図である。

【図 2 1】閉ローブを備えた混合デバイスの実施形態の第 2 のセクションの部分斜視図である。

【図 2 2】ガスタービンエンジンと熱回収蒸気発生器 (H R S G) の間に配置された混合デバイス及び排気ガス注入システムの実施形態の概略図である。

20

【図 2 3】混合デバイス及び排気ガス注入システムの実施形態の軸線方向断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本発明の 1 又は 2 以上の特定の実施形態について、以下に説明する。これらの実施形態の簡潔な説明を行う取り組みの一環として、本明細書では、実際の実施構成の全ての特徴については説明しない場合がある。技術又は設計プロジェクトと同様に、このような何らかの実際の実施構成の開発において、システム及び/又はビジネスに関連した制約への準拠など、実施構成毎に異なる可能性のある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点は理解されたい。その上、このような開発の取り組みは、複雑で多大な時間を必要とする場合があるが、本開示の利点を有する当業者にとっては、設計、製作、及び製造の日常的な業務である点を理解されたい。

30

【0012】

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

【0013】

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

40

【0014】

本明細書で用いる専門用語は、特定の実施形態のみを説明するためのものであり、例示の実施形態を限定することを意図するものではない。本明細書で使用される場合、単数形の記載は、そうでないとする明確な指示がない限り、複数形も含むことが意図される。用語「備えている」、「備える」、「有している(有する)」、及び/又は「含んでいる(含む)」は、本明細書で用いられるとき、特徴、整数、ステップ、操作、要素、及び/又は構成要素の存在を特定するが、1つ又は2つ以上の他の特徴、整数、ステップ、操作、要

50

素、構成要素、及び/又はこれらのグループの存在又は追加を排除するものではない。

【0015】

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

【0016】

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

【0017】

以下で詳細に検討されるように、開示される実施形態は、全体的に、排気ガス再循環(EGR)を備えたガスタービンシステムに関し、より詳細には、EGRを用いたガスタービンシステムの量論的作動に関する。例えば、ガスタービンシステムは、排気ガス再循環経路に沿って排気ガスを再循環させ、再循環された排気ガスの少なくとも一部と共に燃料及び酸化剤を量論的に燃焼させて、様々な目標システムにおいて使用するために排気ガスを取り込むよう構成することができる。量論的燃焼と共に排気ガスを再循環することは、排気ガス中の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の濃度レベルを上昇させるのに役立つ、種々の目標システムで使用するためにCO<sub>2</sub>及び窒素(N<sub>2</sub>)は、分離及び精製するように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<sub>2</sub>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、酸素、及び未燃炭化水素)の濃度レベルを低下させ、エネルギー回収(例えば、熱回収ユニットを用いて)を向上させることができる。更に、ガスタービンエンジンは、1又は2以上の拡散火炎(例えば、拡散燃料ノズルを用いて)、予混合火炎(例えば、予混合燃料ノズルを用いて)、又はそのいずれかの組合せで燃料及び酸化剤を燃焼させるように構成することができる。特定の实施形態において、拡散火炎は、量論的燃焼に対して一定の限度内で安定性及び作動を維持するのに役立つ場合があり、これは、次いで、CO<sub>2</sub>の生成を上昇させるのに役立つ。例えば、拡散火炎で作動するガスタービンシステムは、予混合火炎で作動するガスタービンシステムと比べてより大量のEGRを可能にすることができる。次いで、EGRの増量によりCO<sub>2</sub>生成を増加させるのに役立つ。可能な目標システムは、原油二次回収(EOR)システムのようなパイプライン、貯蔵タンク、炭素隔離、及び炭化水素生成システムを含む。

【0018】

開示する実施形態は、EGRを備えたガスタービンエンジンの排気セクションに連結された混合デバイスを有するシステム及び方法を提供する。ガスタービンエンジンは、燃焼生成物を発生させるように構成された1又は2以上の燃焼器を有する燃焼器セクションを含むことができる。ガスタービンエンジンはまた、上流端と下流端の間に1又は2以上のタービン段を有するタービンセクションを含むことができる。1又は2以上のタービン段は、燃焼生成物によって駆動することができる。ガスタービンエンジンはまた、タービンセクションの下流端から下流に配置された排気セクションを含むことができる。排気セクションは、排気ガスとして燃焼生成物を受け取るように構成された排気通路を含むことができる。更に、ガスタービンエンジンは、排気セクションに連結された混合デバイスを含

10

20

30

40

50

むことができる。混合デバイスは、排気ガスを第1の排気ガスと第2の排気ガスに分割することができる。これに加えて、混合デバイスは、混合領域内で第1及び第2の排気ガスを組み合わせて混合排気ガスを生成することができる。特定の実施形態において、混合デバイスに流入する排気ガスは、不均一半径方向分布及び/又は不均一円周方向分布のような不均一分布を有する場合がある。例えば、排気ガスの内側部分は、排気ガスの外側部分と異なる特性を有する場合がある。具体的には、排気ガスの内側部分の圧力、温度、流量、及び/又は組成は、排気ガスの外側部分と異なる場合がある。

#### 【0019】

排気ガスの内側及び外側部分の間の異なる特性は、設備の作動及び/又は排気セクションから下流のプロセスに影響を与える場合がある。例えば、触媒は、排気セクションから下流に配置されて排気ガスからの特定の成分の量を減少させることができる。触媒性能は、排気ガスの内側及び外側部分の間の組成の差によって悪い影響を受ける場合がある。例えば、触媒の特定の部分は、触媒の他の部分よりも速い速度で使い尽くされ又は汚染される場合がある。以下で詳細に説明するように、混合デバイスの実施形態は、排気ガスの半径方向及び/又は円周方向均一性を改善することができる。具体的には、混合デバイスは、排気ガスを第1及び第2の排気ガスに分割することができ、これらは、上述の排気ガスの内側及び外側部分に対応することができる。混合デバイスは、混合領域内で第1及び第2の排気ガスを組み合わせて混合排気ガスを生成することができ、混合排気ガスは、第1及び第2の排気ガスの両方を反映する特性を有することができる。従って、触媒が異なる特性を有する第1及び第2の排気ガスを受け取る代わりに、混合デバイスは、均一特性によって特徴付けられる混合排気ガスを触媒に提供する。混合排気ガスを触媒に提供する混合デバイスを用いることによって、触媒性能を改善することができる。これに加えて、特定の実施形態において、混合デバイスは、低圧力損失によって特徴付けることができ、低圧力損失は、ガスタービンエンジンの排気セクションの圧力回復を改善することができる。従って、混合デバイスの実施形態は、ガスタービンエンジンの全体的効率及び費用効果を改善することができる。

#### 【0020】

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

#### 【0021】

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を含むことができる。例えば、EORシステム18は、1又は2以上の流体40(ガス、蒸気、水、化学物質、又はそのいずれかの組合せ)を流体注入システム34に送ることができる。例えば、以下でより詳細に検討するように、EORシステム18は、タービンベースのサービスシステム14に連結され、その結果、システム14は、排気ガス42(例えば、実質的に又は完全

10

20

30

40

50



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

#### 【0022】

図示の実施形態において、タービンベースのサービスシステム14は、量論的排気ガス再循環(SEGR)ガスタービンシステム52及び排気ガス(EG)処理システム54を含む。ガスタービンシステム52は、燃料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( )であり、量論的燃料/酸化剤比に対する実際の燃料/酸化剤比の割合である。1.0よりも大きい当量比は、燃料及び酸化剤の燃料リッチ燃焼をもたらし、他方、1.0よりも小さい当量比は、燃料及び酸化剤の燃料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し、従って、燃焼反応において燃料及び酸化剤の全てを実質的に消費する。開示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、開示された実施形態はまた、当量比 $1.0 \pm 0.01$ 、 $0.02$ 、 $0.03$ 、 $0.04$ 、 $0.05$ 、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、 $\text{NO}_x$ )、一酸化炭素(CO)、硫黄酸化物(例えば、 $\text{SO}_x$ )、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、 $\text{NO}_x$ )、一酸化炭素(CO)、硫黄酸化物(例えば、 $\text{SO}_x$ )、水素、及び他の不完全燃焼生成物を有することができる。しかし、開示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、 $\text{NO}_x$ 、CO、 $\text{SO}_x$ 、 $\text{O}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{H}_2$ 、HCs、その他)の濃度レベルを指すことができ、これらは、再循環されたガストリーム、放出されたガストリーム(例えば、大気中に排気された)、及び種々の目標システム(例えば、炭化水素生成システム12)において使用されるガストリーム中に存在することができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 3 】

S E G R ガスタービンシステム 5 2 及び E G 処理システム 5 4 は、異なる実施形態において様々な構成要素を含むことができるが、図示の E G 処理システム 5 4 は、熱回収蒸気発生器 ( H R S G ) 5 6 及び排気ガス再循環 ( E G R ) システム 5 8 を含み、これらは、S E G R ガスタービンシステム 5 2 から生じた排気ガス 6 0 を受け取って処理する。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含むことができ、これらは全体として、排気ガス 6 0 からの熱を水ストリームに伝達して蒸気 6 2 を発生させるよう機能する。蒸気 6 2 は、1 又は 2 以上の蒸気タービン、E O R システム 1 8、又は炭化水素生成システム 1 2 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、H R S G 5 6 は、低圧、中圧、及び / 又は高圧の蒸気 6 2 を生成することができ、これらは、低圧、中圧、及び高圧蒸気タービン段又は E O R システム 1 8 の異なる用途に選択的に適用することができる。蒸気 6 2 に加えて、脱塩水のような処理水 6 4 は、H R S G 5 6、E G R システム 5 8、及び / 又は E G 処理システム 5 4 又は S E G R ガスタービンシステム 5 2 の別の部分によって生成することができる。処理水 6 4 (例えば、脱塩水) は、内陸又は砂漠地帯などの水不足の領域において特に有用とすることができる。処理水 6 4 は、S E G R ガスタービンシステム 5 2 内で燃料の燃焼を生じる大量の空気によって少なくとも部分的に生成することができる。蒸気 6 2 及び水 6 4 の施設内での生成は、多くの用途 (炭化水素生成システム 1 2 を含む) で有益であるが、排気ガス 4 2、6 0 の施設内での生成は、S E G R ガスタービンシステム 5 2 から生成される低酸素含有、高圧及び熱に起因して、E O R システム 1 8 に特に有益とすることができる。従って、H R S G 5 6、E G R システム 5 8、及び / 又は E G 処理システム 5 4 の別の部分は、排気ガス 6 6 を S E G R ガスタービンシステム 5 2 に出力又は再循環できると同時に、排気ガス 4 2 を炭化水素生成システム 1 2 と共に使用するために E O R システム 1 8 に送ることができる。同様に、排気ガス 4 2 は、炭化水素生成システム 1 2 の E O R システム 1 8 にて使用するために S E G R ガスタービンシステム 5 2 から直接 (すなわち、E G 処理システム 5 4 を通過することなく) 抽出することができる。

10

20

## 【 0 0 2 4 】

排気ガス再循環は、E G 処理システム 5 4 の E G R システム 5 8 により処理される。例えば、E G R システム 5 8 は、1 又は 2 以上の導管、バルブ、プロア、排気ガス処理システム (例えば、フィルタ、粒子状物質除去ユニット、ガス分離ユニット、ガス精製ユニット、熱交換器、熱回収ユニット、除湿ユニット、触媒ユニット、化学物質注入ユニット、又はこれらの組合せ)、及び制御部を含み、排気ガス循環経路に沿って 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、又はそのいずれかの組合せを含むことができる。例えば、燃料 7 0 は、天然ガス、液化天然ガス ( L N G )、シンガス、メタン、エタン、プロパン、ブタン、ナフサ、ケロシン、ディーゼル燃料、エタノール、メタノール、バイオ燃料、又はそのいずれかの組合せを含むことができる。

30

40

## 【 0 0 2 5 】

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、又はそのいずれかの組合せを含む。例えば、各予混合燃料ノズルは、燃料ノズルの内部で、及び / 又は燃料ノズルの部分的に上流で酸化剤 6

50

8と燃料70を混合し、これにより予混合燃焼（例えば、予混合火炎）のため酸化剤 - 燃料混合気を燃料ノズルから燃焼ゾーンに注入するよう構成することができる。別の実施例によれば、各拡散燃料ノズルは、酸化剤68及び燃料70の流れを燃料ノズル内で分離し、これにより拡散燃焼（例えば、拡散火炎）のため酸化剤68及び燃料70を燃料ノズルから燃焼ゾーンに別々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68及び燃料70の混合を遅延させる。拡散燃料ノズルを利用する実施形態において、拡散火炎は、一般に酸化剤68及び燃料70の別個のストリームの間（すなわち、酸化剤68及び燃料70が混合されるときに）の化学量論ポイントにて形成されるので、火炎安定性を向上させることができる。特定の実施形態において、1又は2以上の希釈剤（例えば、排気ガス60、蒸気、窒素、又は別の不活性ガス）は、拡散燃料ノズル又は予混合燃料ノズルの何れかにおいて酸化剤68、燃料70、又は両方と予混合することができる。これに加えて、1又は2以上の希釈剤（例えば、排気ガス60、蒸気、窒素、又は別の不活性ガス）は、各燃焼器内での燃焼ポイントにて又はその下流側にて燃焼器内に注入することができる。これらの希釈剤を使用することにより、火炎（例えば、予混合火炎又は拡散火炎）の調質を助け、これにより一酸化窒素（NO）及び二酸化窒素（NO<sub>2</sub>）などのNO<sub>x</sub>エミッションの低減を助けることができる。火炎のタイプに関係なく、燃焼は、高温の燃焼ガス又は排気ガス60を生成して、1又は2以上のタービン段を駆動する。各タービン段が排気ガス60によって駆動されると、SEGRガスタービンシステム52は、機械出力72及び/又は電気出力74（例えば、発電機を介して）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。

#### 【0026】

排気ガスの抽出はまた、1又は2以上の抽出ポイント76を用いてSEGRガスタービンシステム52により提供される。例えば、図示の実施形態は、抽出ポイント76から排気ガス42を受け取り、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のような他のシステムを含むことができる。EG抽出システム80は、1又は2以上の導管、バルブ、制御部、及び流れ分離装置を含むことができ、これらは、排気ガス42を酸化剤68、燃料70、及び他の汚染物質から隔離すると同時に、抽出した排気ガス42の温度、圧力、及び流量を制御するのを可能にする。EG処理システム82は、1又は2以上の熱交換器（例えば、熱回収蒸気発生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合せを含むことができる。EG処理システム82のこれらのサブシステムにより、温度、圧力、流量、水分含有量（例えば、水分除去量）、粒子状物質含有量（例えば、粒子状物質除去量）、及びガス組成（例えば、CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>、その他の割合）の制御が可能となる。

#### 【0027】

抽出した排気ガス42は、目標システムに応じて、EG処理システム82の1又は2以上のサブシステムにより処理される。例えば、EG処理システム82は、炭素捕捉システム、ガス分離システム、ガス精製システム、及び/又は溶剤ベース処理システムを通じて排気ガス42の一部又は全てを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（N<sub>2</sub>）94を分離及び精製

10

20

30

40

50

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、CO<sub>2</sub>リッチ・N<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>・N<sub>2</sub>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、CO<sub>2</sub>リーン・N<sub>2</sub>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、又はこれらの何れかの組合せを含むことができる。特定の実施形態において、CO<sub>2</sub>リッチ・N<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>純度又は濃度レベルと、約1、2、3、4、5、10、15、20、25、又は30容積パーセントよりも小さいN<sub>2</sub>純度又は濃度レベルとを有することができる。対照的に、CO<sub>2</sub>リーン・N<sub>2</sub>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<sub>2</sub>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<sub>2</sub>純度又は濃度レベルとを有することができる。中間濃度CO<sub>2</sub>・N<sub>2</sub>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<sub>2</sub>純度又は濃度レベル及び/又はN<sub>2</sub>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<sub>2</sub>リッチ・N<sub>2</sub>リーンストリーム96及びCO<sub>2</sub>リーン・N<sub>2</sub>リッチストリーム98は、EORシステム18及び他のシステム84と共に使用するのに特に好適とすることができる。しかし、これらのリッチ、リーン、又は中間の濃度のCO<sub>2</sub>ストリーム95の何れかは、単独で、又は様々な組合せでEORシステム18及び他のシステム84と共に使用することができる。例えば、EORシステム18及び他のシステム84(例えば、パイプライン86、貯蔵タンク88、及び炭素隔離システム90)は各々、1又は2以上のCO<sub>2</sub>リッチ・N<sub>2</sub>リーンストリーム96、1又は2以上のCO<sub>2</sub>リーン・N<sub>2</sub>リッチストリーム98、1又は2以上の中間濃度CO<sub>2</sub>・N<sub>2</sub>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。

#### 【0028】

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

#### 【0029】

各抽出ポイント76において、抽出した排気ガス42は、EG処理システム54において実質的に量論的燃焼及び/又はガス処理に起因して、実質的に酸化剤68及び燃料70(例えば、未燃燃料又は炭化水素)が存在しない場合がある。更に、目標システムに応じ

10

20

30

40

50

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<sub>x</sub>）、一酸化炭素（CO）、硫黄酸化物（例えば、SO<sub>x</sub>）、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5000ppmv（百万分の1体積）よりも少ない酸化剤（例えば、酸素）、未燃燃料又は炭化水素（例えば、HC）、窒素酸化物（例えば、NO<sub>x</sub>）、一酸化炭素（CO）、硫黄酸化物（例えば、SO<sub>x</sub>）、水素、及び他の不完全燃焼生成物を有することができる。従って、排気ガス42は、EORシステム18と共に使用するのに特に好適である。

#### 【0030】

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

#### 【0031】

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

#### 【0032】

図2は、タービンベースのサービスシステム14及び炭化水素生成システム12に接続された制御システム100を示した、図1のシステム10の実施形態の概略図である。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、コンバインドサイクルシステム102を含み、該コンバインドサイクルシステム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

10

20

30

40

50

を発生させる H R S G 5 6 とを含む。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 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 6 0、機械出力 7 2、電気出力 7 4、及び / 又は水 6 4 を生成する。例えば、S E G R ガスタービンシステム 5 2 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 1 2 の設備、又はこれらの組合せなどの 1 又は 2 以上の負荷又は機械装置 1 0 6 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 1 0 6 は、S E G R ガスタービンシステム 5 2 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 1 0 4）のような他の駆動装置を含むことができる。従って、S E G R ガスタービンシステム 5 2（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 1 0 6 の出力は、機械出力 7 2 及び電気出力 7 4 を含むことができる。機械出力 7 2 及び / 又は電気出力 7 4 は、炭化水素生成システム 1 2 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 7 4 は、送電網又はこれらの組合せに配電することができる。機械装置 1 0 6 の出力はまた、S E G R ガスタービンシステム 5 2 の燃焼セクションに吸入するため、圧縮酸化剤 6 8（例えば、空気又は酸素）などの圧縮流体を含むことができる。これらの出力（例えば、排気ガス 6 0、機械出力 7 2、電気出力 7 4、及び / 又は水 6 4）の各々は、タービンベースのサービスシステム 1 4 の 1 つのサービスとみなすことができる。

#### 【 0 0 3 3 】

S E G R ガスタービンシステム 5 2 は、実質的に酸素を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 処理システム 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。上記で検討したように、E G 処理システム 5 4 は、H R S G 5 6 及び E G R システム 5 8 を含むことができる。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含むことができ、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、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 処理システム 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 処理システム 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 4 】

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 を含む E G 処理システム 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、バルブ、プロア、ガス処理システム（例えば、フィルタ、粒子状物質除去ユニット、ガス分離ユニット、ガス精製ユニット、熱交換器、熱

10

20

30

40

50

回収蒸気発生器などの熱回収ユニット、除湿ユニット、触媒ユニット、化学物質注入ユニット、又はこれらの組合せ)を含むことができる。換言すると、EGRシステム58は、システム52の排気ガス出口と排気ガス入口との間の排気ガス再循環経路110に沿って、何れかの流れ制御構成要素、圧力制御構成要素、温度制御構成要素、湿度制御構成要素、及びガス組成制御構成要素を含むことができる。従って、経路110に沿ってHRSG56を備えた実施形態において、HRSG56は、EGRシステム58の1つの構成要素とみなすことができる。しかし、特定の実施形態において、HRSG56は、排気ガス再循環経路110とは独立して排気ガス経路に沿って配置することができる。HRSG56がEGRシステム58と別個の経路に沿っているか、又は共通の経路に沿っているかに関係なく、HRSG56及びEGRシステム58は、排気ガス60を吸入して、再循環される排気ガス60か、又はEG供給システム78(例えば、炭化水素生成システム12及び/又は他のシステム84のため)と共に使用するための排気ガス42か、又は別の出力の排気ガスを出力する。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(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、EG処理システム54、炭化水素生成システム12、又は他のシステム84に分配するために実質的に酸素及び燃料を含まない排気ガス60を生成する。

10

**【0035】**

図1を参照しながら上述したように、炭化水素生成システム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。

20

**【0036】**

排気ガス42及び/又は蒸気62の量、品質、及び流れは、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、又はまた、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又はそれ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、又はこれらの組合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を制御するよう構成され、機械制御部128は、機械装置106を制御するよう構成される。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。

30

40

**【0037】**

50

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含み、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接続される。例えば、各要素に関連する制御デバイスは、専用のデバイスコントローラ（例えば、プロセッサ、メモリ、及び制御命令を含む）、1又は2以上のアクチュエータ、バルブ、スイッチ、及び工業用制御機器を含むことができ、これらは、センサフィードバック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、又はこれらの組合せに基づいて制御を可能にする。従って、本明細書で記載される制御機能の何れも、コントローラ118、各要素に関連する専用のデバイスコントローラ、又はこれらの組合せにより格納され及び/又は実行可能な制御命令を用いて実施することができる。

10

#### 【0038】

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

20

30

#### 【0039】

このフィードバック130を用いて、制御システム100は、当量比を好適な範囲内、例えば、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、増加、減少、又は維持）することができる。例えば、制御システム100は、フィードバック130を分析して、排気エミッション（例えば、窒素酸化物、CO及びCO<sub>2</sub>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バルブ；EG処理システム54における酸化剤圧縮機、燃料ポンプ、又は何れかの構成要素；SEGRガスタービンシス

40

50



テム52の何れかの構成要素；又はこれらの組合せを含む、例示され図面を参照して説明された構成要素の何れかを含むことができる。制御される構成要素は、SEGRガスタービンシステム52内で燃焼をする酸化剤68、燃料70、及び排気ガス66の流量、温度、圧力、又はパーセンテージ（例えば、当量比）を調整（例えば、増加、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。

10

#### 【0040】

特定の実施形態において、制御システム100は、フィードバック130を分析して、約10、20、30、40、50、100、200、300、400、500、1000、2000、3000、4000、5000、又は10000ppmv（百万分の1体積）未満のように、エミッションレベル（例えば、排気ガス42の濃度レベル、60、95）を目標範囲に維持又は低減するよう1又は2以上の構成要素を制御することができる。これらの目標範囲は、排気エミッション（例えば、窒素酸化物、一酸化炭素、硫黄酸化物、水素、酸素、未燃炭化水素、及び他の不完全燃焼生成物の濃度レベル）の各々に対して同じ又は異なることができる。例えば、当量比に応じて、制御システム100は、酸化剤（例えば、酸素）の排気エミッション（例えば、濃度レベル）を約10、20、30、40、50、60、70、80、90、100、250、500、750、又は1000ppmv未満の目標範囲内に、一酸化炭素（CO）の排気エミッション（例えば、濃度レベル）を約20、50、100、200、500、1000、2500、又は5000ppmv未満の目標範囲内に、及び窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）の排気エミッション（例えば、濃度レベル）を約50、100、200、300、400、又は500ppmv未満の目標範囲内に選択的に制御することができる。実質的に量論的当量比で作動する特定の実施形態において、制御システム100は、酸化剤（例えば、酸素）の排気エミッション（例えば、濃度レベル）を約10、20、30、40、50、60、70、80、90、又は100ppmv未満の目標範囲内に、及び一酸化炭素（CO）の排気エミッションを約500、1000、2000、3000、4000、又は5000ppmv未満の目標範囲内に選択的に制御することができる。燃料リーン当量比（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1500ppmv未満の目標範囲内に、一酸化炭素（CO）の排気エミッションを約10、20、30、40、50、60、70、80、90、100、150、又は200ppmvの目標範囲内に、及び窒素酸化物（例えば、NO<sub>x</sub>）の排気エミッションを約50、100、150、200、250、300、350、又は400ppmv未満の目標範囲内に選択的に制御することができる。上述の目標範囲は、単に実施例に過ぎず、開示された実施形態の範囲を限定するものではない。

20

30

40

#### 【0041】

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

50

、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。

【 0 0 4 2 】

この場合も同様に、上述のように、コントローラ 118 は、タービンベースのサービスシステム 14 の制御を可能にする様々な制御部 124、126、及び 128 を含む。蒸気タービン制御部 124 は、センサフィードバック 130 を受け取り、蒸気タービン 104 の作動を可能にする制御コマンドを出力することができる。例えば、蒸気タービン制御部 124 は、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 処理システム 54、又はこれらの組合せに沿って配置された 1 又は 2 以上のセンサからセンサフィードバック 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、火災センサ、燃料組成センサ、排気ガス組成センサ、又はこれらの組合せから得ることができる。最後に、機械制御部 128 は、機械出力 72 及び電気出力 74 に関連する種々のセンサ並びに機械装置 106 内に配置されたセンサからセンサフィードバック 130 を受け取ることができる。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。

【 0 0 4 3 】

図示の実施形態において、SEGR ガスタービンシステム制御部 126 は、EG 処理システム 54、EG 供給システム 78、炭化水素生成システム 12、及び/又は他のシステム 84 における排気ガス 42、60、95 の量及び品質を制御する命令を実行することができる。例えば、SEGR ガスタービンシステム制御部 126 は、排気ガス 60 中の酸化剤（例えば、酸素）及び/又は未燃燃料のレベルを排気ガス注入 EOR システム 112 と共に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、又は、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。上記で検討したように、EG 処理システム 82 は、CO<sub>2</sub> リッチ・N<sub>2</sub> リーン ストリーム 96、中間濃度 CO<sub>2</sub>・N<sub>2</sub> ストリーム 97、及び CO<sub>2</sub> リーン・N<sub>2</sub> 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。

【 0 0 4 4 】

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 処理システム 54 に連結されたガスタービンエンジン 150 を含む。図示のガスタービンエン

ジン150は、圧縮機セクション152、燃焼器セクション154、及び膨張器セクション又はタービンセクション156を含む。圧縮機セクション152は、直列配列で配置された回転圧縮機ブレードの1~20段のような1又は2以上の排気ガス圧縮機又は圧縮機段158を含む。同様に、燃焼器セクション154は、SEGRガスタービンシステム52の回転軸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を含む。更に、各燃焼器160は、排気ガス66、酸化剤68、及び/又は燃料70を注入するよう構成された1又は2以上の燃料ノズル164を含むことができる。例えば、各燃焼器160のヘッド端部部分166は、1、2、3、4、5、6、又はそれ以上の燃料ノズル164を収容することができ、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。

10

#### 【0045】

燃料ノズル164は、予混合燃料ノズル164（例えば、酸化剤/燃料予混合火炎の生成のため酸化剤68及び燃料70を予混合するよう構成された）及び/又は拡散燃料ノズル164（例えば、酸化剤/燃料拡散火炎の生成のため酸化剤68及び燃料70の別個の流れを注入するよう構成された）のあらゆる組合せを含むことができる。予混合燃料ノズル164の実施形態は、燃焼室168内の注入及び燃焼の前に、ノズル164内で酸化剤68及び燃料70を内部で混合するためのスワールベーン、混合チャンバ、又は他の特徴要素を含むことができる。予混合燃料ノズル164はまた、少なくとも一部が部分的に混合された酸化剤68及び燃料70を受け取ることができる。特定の実施形態において、各拡散燃料ノズル164は、注入ポイントまで酸化剤68及び燃料70の流れを隔離すると同時に、注入ポイントまで1又は2以上の希釈剤（例えば、排気ガス66、蒸気、窒素、又は別の不活性ガス）の流れも隔離することができる。他の実施形態において、各拡散燃料ノズル164は、注入ポイントまで酸化剤68及び燃料70の流れを隔離するが、注入ポイントの前に1又は2以上の希釈剤（例えば、排気ガス66、蒸気、窒素、又は別の不活性ガス）を酸化剤68及び/又は燃料70と部分的に混合することができる。これに加えて、1又は2以上の希釈剤（例えば、排気ガス66、蒸気、窒素、又は別の不活性ガス）は、燃焼ゾーンにて又はその下流で燃焼器内（例えば、高温燃焼生成物内）に注入され、これにより高温燃焼生成物の温度を低下させ、NO<sub>x</sub>（例えば、NO及びNO<sub>2</sub>）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。

20

30

#### 【0046】

拡散燃料ノズル164を用いる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、拡散火炎から上流で混合せず、むしろ燃料70及び酸化剤68は、直接に火炎表面において混合かつ反応し、及び/又は火炎表面が、燃料70と酸化剤68の間で混合する場所に存在する。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）に沿って拡散して（例えば、分子及び粘性拡散を介して）拡散火炎を発生する。燃料70及び酸化剤68は、この火炎表面（又は拡散境界/界面）に沿って実質的に量論比にあるものとする点に注目すべきであり、その結果、この火炎表面に沿ってより高い火炎温度（例えば、ピーク火炎温度）を生じることができる。量論的燃料/酸化剤比は、一般に、燃料リーン又は燃料リッチ燃料/酸化剤比と比較してより高い火炎温度（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<sub>x</sub>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のを助けることができる。例えば、開示する実施形態は、燃料70及び酸化剤68とは別個に（例えば、燃焼ポイントの後及び/又は

40

50

拡散火炎から下流で) 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(例えば、NO<sub>x</sub>エミッション)を低減するのを助けることができる。

【0047】

作動時には、図示のように、圧縮機セクション152は、EG処理システム54からの排気ガス66を受け取って圧縮し、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に連結されたシャフト176の回転を駆動する。この場合も同様に、機械装置106は、タービンセクション156に連結された機械装置106、178及び/又は圧縮機セクション152に連結された機械装置106、180など、SEGRガスタービンシステム52の何れかの端部に連結された様々な機器を含むことができる。特定の実施形態において、機械装置106、178、180は、1又は2以上の発電機、酸化剤68用の酸化剤圧縮機、燃料70用の燃料ポンプ、ギアボックス、又はSEGRガスタービンシステム52に連結された追加の駆動装置(例えば、蒸気タービン104、電気モータ、その他)を含むことができる。非限定的な実施例は、表1を参照して以下でより詳細に検討される。図示のように、タービンセクション156は、排気ガス60を出力して、排気ガス再循環経路110に沿ってタービンセクション156の排気ガス出口182から排気ガス入口184に再循環して圧縮機セクション152内に入る。排気ガス再循環経路110に沿って、排気ガス60は、上記で詳細に検討したようにEG処理システム54(例えば、HRSG56及び/又はEGRシステム58)を通過する。

【0048】

この場合も同様に、燃焼器セクション154における各燃焼器160は、加圧排気ガス170、酸化剤68、及び燃料70を受け取って混合して、量論的に燃焼し、追加の排気ガス又は燃焼生成物172を生成して、タービンセクション156を駆動する。特定の実施形態において、酸化剤68は、1又は2以上の酸化剤圧縮機(MOC)を有する主酸化剤圧縮(MOC)システム(例えば、主空気圧縮(MAC)システム)のような酸化剤圧縮システム186により圧縮される。酸化剤圧縮システム186は、駆動装置190に連結された酸化剤圧縮機188を含む。例えば、駆動装置190は、電気モータ、燃焼エンジン、又はこれらの組合せを含むことができる。特定の実施形態において、駆動装置190は、ガスタービンエンジン150のようなタービンエンジンとすることができる。従って、酸化剤圧縮システム186は、機械装置106の一体化部分とすることができる。換言すると、圧縮機188は、ガスタービンエンジン150のシャフト176により供給される機械出力72によって直接的又は間接的に駆動することができる。このような実施形態においては、圧縮機188は、タービンエンジン150からの出力に依存するので、駆動装置190は除外してもよい。しかし、1つよりも多くの酸化剤圧縮機を使用する特定の実施形態においては、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によって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、逆もまた同様である。例えば、別の実施形態において、HP MOCは、駆動装置190によって駆動され、LP酸化剤圧縮機は、シャフト176によって駆動される。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。

10

20

30

40

50

## 【0049】

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いずれかの組合せで、シャフト176の軸線に沿って及び/又はシャフト176の軸線に平行に配置することができる。例えば、機械装置106、178、180（例えば、106Aから106F）は、任意の順序で、1又は2以上のギアボックス（例えば、平行シャフト、遊星ギアボックス）、1又は2以上の圧縮機（例えば、酸化剤圧縮機、EGブースタ圧縮機のようなブースタ圧縮機）、1又は2以上の発電ユニット（例えば、発電機）、1又は2以上の駆動装置（例えば、蒸気タービンエンジン、電気モータ）、熱交換ユニット（例えば、直接式又は間接式熱交換器）、クラッチ、又はこれらの組合せの何らかの直列及び/又は並列配列を含むことができる。圧縮機は、軸方向圧縮機、半径方向又は遠心式圧縮機、又はこれらの組合せを含むことができ、各々が1又は2以上の圧縮段を有する。熱交換器に関しては、直接式熱交換器は、ガス流を直接冷却するためにガス流（例えば、酸化剤流）に液体噴霧を注入する噴霧冷却器（例えば、噴霧中間冷却器）を含むことができる。間接式熱交換器は、冷却剤流（例えば、水、空気、冷媒、又は他の何れかの液体又は気体冷却剤）から流体流（例えば、酸化剤流）を分離するような、第1及び第2の流れを分離する少なくとも1つの壁（例えば、シェル及び管体熱交換器）を含むことができ、ここで冷却剤流は、どのような直接接触もなく流体流から熱を伝達する。間接式熱交換器の実施例は、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合せで用いることができる。

10

20

## 【0050】

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

30

## 【0051】

(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

## 【0052】

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

40

## 【0053】

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

50

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

10

#### 【0054】

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

20

30

#### 【0055】

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

40

50

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。

【0056】

(表 2)

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

10

20

30

【0057】

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

40

50



又は完全に一体化することができる。これらのEG処理構成要素192は、温度、圧力、流量及びガス組成のフィードバック制御を可能にすると同時に、排気ガス60から水分及び粒子状物質を除去することができる。更に、処理された排気ガス60は、EG供給システム78で使用するために1又は2以上の抽出ポイント76にて抽出され、及び/又は圧縮機セクション152の排気ガス入口184に再循環することができる。

#### 【0058】

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

#### 【0059】

図4は、図1～図3に示したシステム10の動作プロセス220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220は、コンピュータに実装されたプロセスとすることができ、メモリ122上に格納された1又は2以上の命令にアクセスして、図2に示すコントローラ118のプロセッサ120上で命令を実行する。例えば、プロセス220の各ステップは、図2を参照して説明された制御システム100のコントローラ118によって実行可能な命令を含むことができる。

#### 【0060】

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

10

20

30

40

50

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 6 1 】

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 中の圧縮された酸化剤、燃料、及び排気ガスの混合気を燃焼させて高温燃焼ガス 1 7 2 を生成することができる。詳細には、プロセス 2 2 0 は、燃焼器セクション 1 5 4 の燃焼器 1 6 0 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 1 0 0 により制御することができる。しかし、始動モード 2 2 2 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 1 7 2 中に存在する可能性がある）。結果として、始動モード 2 2 2 において、高温燃焼ガス 1 7 2 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 6 8 及び燃料 7 0 を有する可能性がある。このため、プロセス 2 2 0 は、始動モードの間に高温燃焼ガス 1 7 2 中の残留酸化剤 6 8 及び燃料 7 0 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

【 0 0 6 2 】

次いで、プロセス 2 2 0 は、ブロック 2 3 2 で示されるように、高温燃焼ガス 1 7 2 を用いてタービンセクション 1 5 6 を駆動する。例えば、高温燃焼ガス 1 7 2 は、タービンセクション 1 5 6 内に配置された 1 又は 2 以上のタービン段 1 7 4 を駆動することができる。タービンセクション 1 5 6 の下流では、プロセス 2 2 0 は、ブロック 2 3 4 で示されるように、最終タービン段 1 7 4 からの排気ガス 6 0 を処理することができる。例えば、排気ガス処理ステップ 2 3 4 は、濾過、何らかの残留酸化剤 6 8 及び / 又は燃料 7 0 の触媒反応、化学的処理、H R S G 5 6 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 2 2 0 はまた、ブロック 2 3 6 で示されるように、S E G R ガスタービンシステム 5 2 の圧縮機セクション 1 5 2 に排気ガス 6 0 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 2 3 6 は、図 1 ~ 図 3 に示すように、E G 処理システム 5 4 を有する排気ガス再循環経路 1 1 0 の通過を含むことができる。

20

【 0 0 6 3 】

次いで、再循環された排気ガス 6 6 は、ブロック 2 3 8 で示されるように、圧縮機セクション 1 5 2 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 5 2 は、圧縮機セクション 1 5 2 の 1 又は 2 以上の圧縮機段 1 5 8 において再循環された排気ガス 6 6 を順次的に圧縮することができる。続いて、加圧排気ガス 1 7 0 は、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 に供給することができる。次いで、ブロック 2 4 0 で示されるように、プロセス 2 2 0 が最終的に定常状態モードに移行するまで、ステップ 2 3 0、2 3 2、2 3 4、2 3 6、及び 2 3 8 を繰り返すことができる。移行ステップ 2 4 0 になると、プロセス 2 2 0 は、引き続きステップ 2 2 4 ~ 2 3 8 を実施することができるが、更に、ブロック 2 4 2 で示されるように、E G 供給システム 7 8 を介して排気ガス 4 2 の抽出を開始することができる。例えば、排気ガス 4 2 は、図 3 に示すように、圧縮機セクション 1 5 2、燃焼器セクション 1 5 4、及び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 から抽出することができる。次いで、プロセス 2 2 0 は、ブロック 2 4 4 で示されるように、抽出した排気ガス 4 2 を E G 供給システム 7 8 から炭化水素生成システム 1 2 に供給することができる。次に、炭化水素生成システム 1 2 は、ブロック 2 4 6 で示されるように、原油二次回収のために排気ガス 4 2 を地中 3 2 に注入することができる。例えば、抽出した排気ガス 4 2 は、図 1 ~ 図 3 に示される E O R システム 1 8 の排気ガス注入 E O R システム 1 1 2 によって用いることができる。

30

40

【 0 0 6 4 】

図 5 は、H R S G 5 6 に連結されたガスタービンエンジン 1 5 0 の一部の概略図である。前の図に示すものと共通の図 5 の要素は、同じ参照番号でラベル付けされている。ガス

50

タービンエンジン 150 の軸線方向は矢印 260 により示され、半径方向は矢印 262 により示され、円周方向は矢印 264 により示される。これらの方向は、全て回転軸 162 に対するものである。図示の実施形態において、タービンセクション 156 は、上流端 266 及び下流端 268 を含む。具体的には、燃焼生成物 172 は、上流端 266 に流入して排気ガス 60 として下流端 268 を出る。排気セクション 270 (例えば、拡散器) は、タービンセクション 156 の下流端 268 から下流に配置される。排気セクション 270 を用いて、排気ガス 60 を排気ガス再循環経路 110 (例えば、HRSG 56) に向ける前に排気ガス 60 を膨張及び/又は冷却することができる。具体的には、排気セクション 270 の断面積は、排気ガス 60 流の方向に増加し、それによって排気ガス 60 の運動エネルギーを減少させることによって排気ガス 60 の静圧を増加させることができる。図 5 に示すように、排気セクション 270 は、燃焼生成物 172 及び/又は排気ガス 60 を受け取る排気通路 272 を含むことができる。これに加えて、排気セクション 270 は、中心本体 271 を含むことができ、中心本体 271 は、タービンセクション 156 のロータの一部を取り囲むことができる。中心本体 271 は、内壁(例えば、内側バレル) 273 によって定めることができる。

10

#### 【0065】

図示の実施形態において、混合デバイス 274 (例えば、混合器) は、排気セクション 270 に配置される。従って、混合デバイス 274 は、排気通路 272 によって搬送された排気ガス 60 を受け取る。以下で詳細に検討するように、混合デバイス 274 は、排気ガス 60 を第 1 及び第 2 の排気ガスに分割し、第 1 及び第 2 の排気ガスを組み合わせて混合排気ガス 276 を生成することができる。これに加えて、混合デバイス 274 は、可動部品を全く備えていない静止混合デバイスとすることができる。図 5 に示すように、混合デバイス 274 は、HRSG 56 の上流の排気セクション 270 に配置することができる。具体的には、混合排気ガス 276 は、混合デバイス 274 から HRSG 56 の入口セクション 278 に流入することができる。混合排気ガス 276 は、混合排気ガス 276 が触媒セクション 280 に達する前に入口セクション 278 を通って流れる時に膨張することができる。触媒セクション 280 は、限定するわけではないが、触媒ユニット、酸化剤触媒ユニット、又はそのいずれかの組合せのような上で詳細に検討した触媒ユニットのいずれか 1 つ又は 2 以上を含むことができる。以下で検討するように、混合デバイス 274 は、排気セクション 270 のどこかに配置することができる。例えば、混合デバイス 274 は、中心本体 271 の下流に配置することができ、又は中心本体 271 に連結することができる。

20

30

#### 【0066】

以下で詳細に検討するように、混合排気ガス 276 の半径方向及び/又は円周方向均一性は、混合デバイス 274 に流入する排気ガス 60 の半径方向及び/又は円周方向均一性よりも大きくすることができる。例えば、混合排気ガス 276 の混合の程度は、水素濃度を一酸化炭素濃度に加えて合計を酸素濃度で割る数式によって定量化することができる。質量又は体積流量の値も、濃度の代わりに式に使用することができる。特定の実施形態において、式の約 2 よりも大きい値は、混合排気ガス 276 の構成要素の十分な混合を示すことができる。従って、入口セクション 278 の断面全体を通して半径方向及び/又は円周方向に分配された約 2 よりも大きい値は、混合排気ガス 276 の半径方向及び/又は円周方向均一性の改善を示すことができる。混合排気ガス 276 のこの半径方向及び/又は円周方向均一性の改善は、触媒システム 280 の触媒性能を増大させることができる。例えば、触媒セクション 280 は、混合排気ガス 276 によってより均一に影響を受けることができ、従って、触媒セクション 280 の全体寿命を延ばすことができる。対照的に、触媒セクション 280 の特定の部分の寿命は、不均一な燃焼生成物 172 及び/又は排気ガス 60 を処理するときに減少し、それによってたとえ触媒セクション 280 のいくつかの部分が依然として更なる寿命を有していても、触媒セクション 280 全体を交換させることになる。触媒セクション 280 からの処理済排気ガス 282 は、HRSG 56 の第 1 の熱交換器 284 を通過することができる。特定の実施形態において、第 1 の熱交換器 2

40

50

84 (例えば、第1 H R S Gユニット)は、複数の熱交換管を含むことができ、蒸気62を発生させるために使用することができる。別の実施形態において、H R S G 56は、処理済排気ガス282を使用して追加の蒸気62を生成する追加の熱交換器(例えば、2つ、3つ、4つ、又はそれ以上の熱交換器)(例えば、第2、第3、第4、又はそれ以上のH R S Gユニット)を含むことができる。H R S G 56から出る排気ガス66は、上で詳細に説明したように再循環することができる。

#### 【0067】

図5に示すように、制御システム100を使用して、ガスタービンエンジン150及び/又はH R S G 56の作動の1又は2以上の態様を制御することができる。具体的には、制御システム100は、ガスタービンエンジン150及び/又はH R S G 56全体を通して配置された種々のセンサから1又は2以上の入力信号286を受信することができる。例えば、上流センサ288は、混合デバイス274の上流に配置することができる。下流センサ290は、混合デバイス274の下流に配置することができる。他の実施形態において、複数のセンサ(例えば、グリッド)は、入口セクション278の1つの軸線260の位置に位置付けられて入口セクション278全体を通して半径方向262及び/又は円周方向264に分配され、混合排気ガス276の半径方向及び/又は円周方向均一性の指標を提供することができる。別の実施形態において、複数のセンサは、混合デバイス274の上流及び/又は下流の異なる軸線260、半径方向262、及び/又は円周方向264の位置に分配することができる。図示の実施形態において、上流センサ288は、混合デバイス274に流入する排気ガス60の特性を示す情報を制御システム100に提供することができる。下流センサ290は、混合排気ガス276の特性を示す情報を送信することができる。例えば、上流及び下流センサ288及び290は、それぞれ排気ガス60及び混合排気ガス276の温度、圧力、流量、及び/又は組成(例えば、酸素、燃料、一酸化炭素、その他)を示す情報を提供することができる。従って、上流及び下流センサ288及び290によって提供される情報は、制御システム100によって使用されて混合デバイス274の有効性を決定することができる。次いで、制御システム100は、混合デバイス274の性能に基づいて1又は2以上の制御要素294に出力信号292を送信することができる。制御要素294は、限定するわけではないが、制御バルブ、モータ、アクチュエータ、又はそのいずれかの組合せのようなガスタービンエンジン150及び/又はH R S G 56の種々の要素を表すことができる。

#### 【0068】

図6は、排気セクション270内の何れかの位置に装着することができる混合デバイス274の実施形態の回路図である。換言すると、混合デバイス274は、タービン156とH R S G 56の間のどこかの排気セクション270に位置付けることができる。例えば、混合デバイス274は、中心本体271上に置き、排気セクション270の内側パレル273に連結することができる。図6に示すように、排気ガス60は、混合デバイス274の上流側310に流入し、混合排気ガス276は、下流側312を出る。これに加えて、混合デバイス274は、第1のセクション314及び円周方向264に第1のセクション314を取り囲む第2のセクション316を含む。従って、混合デバイス274は、排気ガス60を第1の排気ガス318と第2の排気ガス320に分ける。換言すると、第1のセクション314は、中心領域(例えば、中心排気ガス流)で第1の排気ガス318を搬送し、第2のセクション316は、周囲領域(例えば、周囲排気ガス流)で第2の排気ガス320を搬送する。図6に示すように、第1のセクション314は、第1の排気ガス318を混合領域322に搬送し、第2のセクション316は、第2の排気ガス320を混合領域322に搬送する。従って、第1及び第2の排気ガス318及び320は、混合領域322で混合して混合排気ガス276を発生する。特定の実施形態において、第1のセクション314は、下流方向に一定の幅、増大する幅、減少する幅、又はそれらの組合せを有することができる。換言すると、第1のセクション314は、一定断面、発散断面、又は収束断面を有することができる。

#### 【0069】

混合デバイス274の特定の実施形態において、第2のセクション316は、第1のセクションを取り囲む環状形状を有することができる。他の実施形態において、第2のセクション316は、矩形、正方形、卵形、三角形、多角形、又は他の形状を有することができる。別の実施形態において、第1及び第2のセクション314及び316は、排気セクション270において互いに独立に装着することができる。例えば、第1のセクション314は、第2のセクション316の上流側とすることができ又は逆もまた同じである。別の実施形態において、混合デバイス274は、第1のセクション314のみ又は第2のセクション316のみを含むことができる。例えば、第1のセクション314は、排気ガス60を第1の排気ガス318と第1のセクション314を通過しない排気ガス60の部分とに分けることができ、この部分は、第2の排気ガス320とすることができる。同様に、第2のセクション316は、排気ガス60を第2の排気ガス320と第2のセクション316を通過しない排気ガス60の部分とに分けることができ、この部分は、第1の排気ガス318とすることができる。何れの実施形態においても、第1及び第2の排気ガス318及び320は、混合領域322において一緒に混合されて混合排気ガス276を発生する。これに加えて、混合デバイス274は、以下で詳細に説明するように、種々の構成を有して混合排気ガス276を発生することができる。

#### 【0070】

図7は、混合デバイス274の実施形態の軸線方向断面図である。図7に示して以下で詳細に説明するように、混合デバイス274は、可動部品を全く備えていない静止混合デバイスである。図示の実施形態において、第1のセクション314は、入口340及び出口342を備えたローブ混合器である。ローブ混合器は、一般に、ガストリームを内側及び外側部分に分ける環状ローブ形（例えば、正弦波）表面を有する。これに加えて、ローブ混合器は、他の混合デバイスよりも低い圧力低下を有することができる。更に、ローブ混合器のローブの形状及び/又は数を調整して、ガストリームの望ましい分離を達成することができる。図7に示すように、第1の排気ガス318は、第1のセクション314（例えば、ローブ混合器）に入ってそこを流れて、第1のセクション314は、第1の排気ガス318を軸線方向軸線260から離れるように向けられる第1の部分344と軸線方向軸線260に向けられる第2の部分346とに分ける。図7に示すように、混合デバイス274の長手方向軸線348は、軸線方向軸線260とほぼ平行にすることができる。従って、第1のセクション314は、長手方向軸線348を取り囲む。第1の排気ガス318を第1及び第2の部分344及び346に分けることによって、第1のセクション314は、第2の排気ガス320と第1の排気ガス318との混合を改善することができる。具体的には、第1の部分344は、完全に第2の排気ガス320と混合させるように第2の排気ガス320に向けることができる。第2の部分346はまた、第1の部分344及び/又は第2の排気ガス320と混合することができる。図示の実施形態において、第1のセクション314は、下流側直径352よりも小さな上流側直径350を有する発散又は膨張壁を有する。従って、第1の排気ガス318は、一般に、第1の排気ガス318が第1のセクション314を流れる時に膨張することができる。他の実施形態において、第1のセクション314は、下流側直径352よりも小さな上流側直径350を有する収束又は収縮壁を有する。いくつかの実施形態において、上流側及び下流側直径350及び352は、ほぼ同じにすることができる。別の実施形態において、他のタイプの混合器及び/又は流れ分離器は、図7に示すローブ混合器の代わりに第1のセクション314として使用することができる。いくつかの実施形態において、1又は2以上の固定治具（例えば、半径方向支持体）は、第1のセクション314及び/又は第2のセクション316に連結して排気セクション270内でセクションを支持するのに役立つことができる。いくつかの実施形態において、第1のセクション314及び/又は第2のセクション316は、図7の破線で示されるように、支持体の中心本体271の内側パレル273に連結することができる。別の実施形態において、第1のセクション314は、円錐形、湾曲、環状、凸形、又は凹形とすることができる。例えば、第1のセクション314の壁は、環状、矩形、又は他の断面を有して下流方向に先細にするか又は湾曲させること

10

20

30

40

50

ができる。

【 0 0 7 1 】

図 7 に示すように、第 2 のセクション 3 1 6 は、内側環状壁 3 5 4、内側環状壁 3 5 4 を取り囲む外側環状壁 3 5 6、並びに内側及び外側環状壁 3 5 4 及び 3 5 6 の間に配置された環状通路 3 5 8 を含む。環状通路 3 5 8 は、第 2 の排気ガス 3 2 0 を混合領域 3 2 2 に搬送することができる。内側環状壁 3 5 4 は、ほぼ真っ直ぐにすることができ、環状通路 3 5 8 から混合領域 3 2 2 に第 2 の排気ガス 3 2 0 を搬送する複数の開口部 3 6 0 を含むことができる。図 7 に示すように、複数の開口部 3 6 0 は、一般に、長手方向軸線 3 4 8 に向かって第 2 の排気ガス 3 2 0 を向けて第 1 及び第 2 の排気ガス 3 1 8 及び 3 2 0 の混合を増大させるのに役立つように構成することができる。従って、第 2 の排気ガス 3 2 0 は、混合領域 3 2 2 において第 1 の排気ガス 3 1 8 の第 1 及び第 2 の部分 3 4 4 及び 3 4 6 と混合して、混合デバイス 2 7 4 の下流側 3 1 2 を出て混合排気ガス 2 7 6 を発生することができる。図 7 に示すように、内側環状壁 3 5 4 の上流側直径 3 6 2 は、下流側直径 3 6 4 よりも小さい。従って、内側環状壁 3 5 4 は、下流側 3 1 2 に向かって発散するほぼ円錐形状を有することができる。他の実施形態において、上流側直径 3 6 2 は、下流側直径 3 6 4 よりも大きくすることができ（すなわち、円錐形状は下流側 3 1 2 に向かって収束し）、又は上流側及び下流側直径 3 6 2 及び 3 6 4 は、ほぼ同じとすることができる。例えば、内側環状壁 3 5 4 は、図 7 に示すものと反対方向にほぼ円錐形状を有することができる、又はほぼ円筒形を有することができる。内側環状壁 3 5 4 の円錐形状の程度は、長手方向軸線 3 4 8 に対して内側環状壁の角度 3 6 6 によって特徴付けることができる。

【 0 0 7 2 】

これに加えて、第 2 のセクション 3 1 6 の外側環状壁 3 5 6 は、上流側直径 3 6 8 及び下流側直径 3 7 0 によって特徴付けることができる。図 7 に示すように、上流側直径 3 6 8 は、下流側直径 3 7 0 よりも小さい。従って、外側環状壁 3 5 6 は、ほぼ円錐形状を有する。他の実施形態において、外側壁 3 5 6 は、卵形、正方形、矩形、三角形、多角形、又は他の断面形状を有することができる。従って、混合デバイス 2 7 4 は、混合デバイス 2 7 4 をそれに連結する排気セクション 2 7 0 の膨張形状にほぼ従う場合がある。内側及び外側環状壁 3 5 4 及び 3 5 6 の円錐形状の結果として、環状通路 3 5 8 の断面積は、一般に、上流側 3 1 0 から下流側 3 1 2 に向かって減少する場合がある。他の実施形態において、上流側直径 3 6 8 は、下流側直径 3 7 0 よりも大きくすることができ、又は上流側及び下流側直径 3 6 8 及び 3 7 0 は、ほぼ同じとすることができる。特定の実施形態において、第 2 の排気ガス 3 2 0 の一部 3 7 2 は、内側及び外側環状壁 3 5 4 及び 3 5 6 の間の開口部 3 7 4 を通って第 2 のセクション 3 1 6 を出て、混合デバイス 2 7 4 の下流の外側環状壁 3 5 6 に隣接するホットスポットを冷却するのに役立つ及び / 又はホットスポットを減少させるのに役立つことができる。別の実施形態において、第 2 のセクション 3 1 6 は、矩形、正方形、三角形、多角形、卵形、又は他の断面形状を有することができ、第 2 のセクション 3 1 6 は、発散し、収束し、又は互いにほぼ同じ距離である壁を有することができる。

【 0 0 7 3 】

図 8 は、混合デバイス 2 7 4 の実施形態の半径方向斜視図である。図 7 に示す混合デバイス 2 7 4 の軸線方向断面図は、図 8 の線 7 - 7 に沿っている。図 8 に示すように、第 2 のセクション 3 1 6 は、第 1 のセクション 3 1 4 を円周方向 2 6 4 に取り囲む。これに加えて、複数の開口部 3 6 0 は、第 2 のセクション 3 1 6 の内側環状壁 3 5 4 の周りで均一に円周方向に分配される。例えば、複数の開口部 3 6 0 は、半径方向スポーク（例えば、半径方向 2 6 2 に整列した）及び円周方向リング（例えば、開口部 3 6 0 の同心リング）のパターンで配列することができる。従って、第 2 のセクション 3 1 6 は、第 2 の排気ガス 3 2 0 のほぼ均一な分布を提供する。他の実施形態において、複数の開口部 3 6 0 のパターンは、図 8 に示すものとは異なる場合があり、又は不規則パターンである場合がある。例えば、むしろ複数の開口部 3 6 0 は、外側環状壁 3 5 6 に向かってよりも長手方向軸

線 3 4 8 に向かって分配することができ又は逆もまた同じである。図示の実施形態において、複数の開口部 3 6 0 の各々は、ほぼ同じサイズのものとしてすることができる。他の実施形態において、複数の開口部 3 6 0 のサイズを調整して、第 1 及び第 2 の排気ガス 3 1 8 及び 3 2 0 の望ましい混合を得ることができる。例えば、複数の開口部 3 6 0 のサイズを増大することで、第 2 のセクション 3 1 6 に関連する圧力低下を低減することができる。従って、第 1 のセクション 3 1 4 (例えば、ローブ混合器) の低圧力損失を第 2 のセクション 3 1 6 の低圧力損失と組み合わせることによって、全体の低圧力損失を伴う混合デバイス 2 7 4 を生成することができる。種々の実施形態において、混合デバイス 2 7 4 は、約 1 2 5 パスカル～約 5 0 0 パスカル、約 2 0 0 パスカル～約 4 2 5 パスカル、約 2 5 0 パスカル～約 3 7 5 パスカル、又は約 3 0 0 パスカル～約 3 2 5 パスカルの圧力損失を有する可能性がある。例えば、1 つの実施形態において、混合デバイス 2 7 4 は、約 5 0 0 パスカル未満の圧力損失を有する可能性がある。このような低圧力損失を伴う混合デバイス 2 7 4 の実施形態を用いることによって、ガスタービンエンジン 1 5 0 の効率及び / 又は排気セクション 2 7 0 の圧力回復の変化がほとんどないか又は全くない場合がある。換言すると、混合デバイス 2 7 4 は、効率及び / 又は圧力回復に対してわずかな効果しかない場合がある。他の実施形態において、複数の開口部 3 6 0 は、限定するわけではないが、円形、卵形、正方形、矩形、三角形、多角形、スロット、及びその他などの異なる形状を有することができる。

#### 【 0 0 7 4 】

図 8 に示すように、複数の開口部 3 6 0 の各々は、長手方向軸線 3 4 8 からオフセットして向けられた軸線を有し、その結果、複数の開口部 3 6 0 は、第 2 の排気ガス 3 2 0 を表す矢印の方向によって表されるように、第 2 の排気ガス 3 2 0 に渦運動を与えるようになる。換言すると、第 2 の排気ガス 3 2 0 は、図 8 に示すように、ほぼ時計回り円周方向渦運動を有する。他の実施形態において、複数の開口部 3 6 0 は、第 2 の排気ガス 3 2 0 にほぼ反時計回り円周方向渦運動を与えることができる。別の実施形態において、複数の開口部 3 6 0 は、第 2 の排気ガス 3 2 0 に時計回り及び反時計回り渦運動の両方を与えることができる。例えば、開口部 3 6 0 の第 1 の円周方向リングは、時計回り渦運動を与えることができ、第 1 の円周方向リングの内側又は外側に配置された開口部 3 6 0 の第 2 の円周方向リングは、反時計回り渦運動を与えて、第 1 の排気ガス 3 1 8 と第 2 の排気ガス 3 2 0 の混合を増大させるのに役立つことができる。このような実施形態において、複数の開口部 3 6 0 は、2、3、4、5、又はそれ以上の円周方向リングを含むパターンで配置することができる。

#### 【 0 0 7 5 】

図 8 に示すように、第 1 のセクション 3 1 4 は、環状正弦形状を有するローブ混合器である。図示のように、第 1 のセクション 3 1 4 の環状正弦形状は、交互する第 1 の開放端通路 3 9 0 及び第 2 の開放端通路 3 9 2 を含む。第 1 の開放端通路 3 9 0 は、第 1 の排気ガス 3 1 8 の第 1 の部分 3 4 4 を長手方向軸線 3 4 8 から離れるように向け、第 2 の開放端通路 3 9 2 は、第 1 の排気ガス 3 1 8 の第 2 の部分 3 4 6 を長手方向軸線 3 4 8 の方向に向ける。従って、第 1 及び第 2 の部分 3 4 4 及び 3 4 6 は、互いに発散することができる。第 1 のセクション 3 1 4 (例えば、ローブ混合器) はまた、ピーク 3 9 4 及びバレー 3 9 6 によって特徴付けることができる。ピーク 3 9 4 は、第 1 の開放端通路 3 9 0 に対応することができ、バレー 3 9 6 は、第 2 の開放端通路 3 9 2 に対応することができる。図 8 は、第 1 及び第 2 の開放端通路 3 9 0 及び 3 9 2 の特定の形状及び配列で示されているが、他の実施形態において、第 1 のセクション 3 1 4 (例えば、ローブ混合器) は、第 1 及び第 2 の排気ガス 3 1 8 及び 3 2 0 の望ましい混合を達成して混合排気ガス 2 7 6 を発生するように他の構成を有することができる。例えば、第 1 のセクション 3 1 4 (例えば、ローブ混合器) の形状を調整することができ、及び / 又はピーク 3 9 4 及びバレー 3 9 6 の数を変えることができる。特定の実施形態において、第 1 のセクション 3 1 4 (例えば、ローブ混合器) は、第 1 の排気ガス 3 1 8 に渦運動を与えるように構成することができる。換言すると、第 1 及び第 2 の開放端通路 3 9 0 及び 3 9 2 の各々は、長手方向軸

10

20

30

40

50

線 3 4 8 からオフセットして向けられた軸線を有することができ、その結果、通路 3 9 0 及び 3 9 2 は、第 1 及び第 2 の部分 3 4 4 及び 3 4 6 を表す矢印の方向によって表されるように、第 1 の排気ガス 3 1 8 に渦運動を与えるようになる。図 8 に示すように、第 1 及び第 2 の部分 3 4 4 及び 3 4 6 は、ほぼ反時計回り渦運動を有することができる。従って、第 1 及び第 2 のセクション 3 1 4 及び 3 1 6 は、第 1 及び第 2 の排気ガス 3 1 8 及び 3 2 0 に相対する渦運動を与えて混合排気ガス 2 7 6 の混合を改善し、それによって混合排気ガス 2 7 6 の半径方向及び / 又は円周方向均一性を改善することができる。換言すると、混合デバイス 2 7 4 は、排気ガス 6 0 の空間（又は半径方向及び / 又は円周方向）変動を均質化して混合排気ガス 2 7 6 を生成する。他の実施形態において、第 1 及び第 2 のセクション 3 1 4 及び 3 1 6 は、同じ方向の第 1 及び第 2 の排気ガス 3 1 8 及び 3 2 0 に渦運動を与えることができる。

10

#### 【 0 0 7 6 】

図 9 は、第 1 のセクション 3 1 4 の部分斜視図である。図 9 に示すように、第 1 のセクション 3 1 4 はローブ混合器である。図示のように、第 1 の排気ガス 3 1 8 は、第 1 及び第 2 の開放端通路 3 9 0 及び 3 9 2 によって第 1 及び第 2 の部分 3 4 4 及び 3 4 6 に分けられる。第 1 のセクション 3 1 4 の一部のみが図 9 に示されているが、第 1 のセクション 3 1 4（例えば、ローブ混合器）の交互する正弦波パターン（例えば、波形、ジグザグ、交互する内向き及び外向き湾曲、その他）は、長手方向軸線 3 4 8 の周りで円周方向 2 6 4 に続けることができることは理解される。図示のように、第 1 の開放端通路 3 9 0（例えば、ピーク 3 9 4）は、第 1 の幅 3 9 8 によって特徴付けることができ、第 2 の開放端通路 3 9 2（例えば、バレー 3 9 6）は、第 2 の幅 4 0 0 によって特徴付けることができる。図 9 に示すように、第 1 の開放端通路 3 9 0 の幅 3 9 8 は、第 2 の開放端通路 3 9 2 の幅 4 0 0 よりも大きく、第 1 の排気ガス 3 1 8 のより多くを第 2 の部分 3 4 6 よりも第 1 の部分 3 4 4 の中に向けることができる。他の実施形態において、第 2 の幅 4 0 0 は、第 1 の幅 3 9 8 よりも大きくすることができ、又は第 1 及び第 2 の幅 3 9 8 及び 4 0 0 は、ほぼ同じにすることができる。

20

#### 【 0 0 7 7 】

図 1 0 は、スカラップ状ローブ 4 1 0 を備えた混合デバイス 2 7 4 の第 1 のセクション 3 1 4 の部分斜視図である。換言すると、スカラップ状ローブ 4 1 0 は、図 9 に示す第 1 のセクション 3 1 4（例えば、ローブ混合器）と比べて、取り外された部分（例えば、半径方向開口部又は切断部）を有する。スカラップ状ローブ 4 1 0 は、第 1 及び第 2 の部分 3 4 4 及び 3 4 6 の分布に影響を与えることができる。これに加えて、スカラップ状ローブ 4 1 0 は、第 1 及び第 2 の排気ガス 3 1 8 及び 3 2 0 の混合量を改善し、それによって混合排気ガス 2 7 6 の半径方向及び / 又は円周方向均一性を改善することができる。

30

#### 【 0 0 7 8 】

図 1 1 は、複数のローブを備えた混合デバイス 2 7 4 の第 1 のセクション 3 1 4 の部分斜視図である。具体的には、ピークエリア 3 9 4 の各々は、第 1 のピーク 4 2 0、第 2 のピーク 4 2 2、及びバレー 4 2 4 を含むことができ、これらは、第 1 及び第 2 の部分 3 4 4 及び 3 4 6 の分布を変化させることができる。これに加えて、ピークエリア 3 9 4 の構成は、第 1 の排気ガス 3 1 8 のより多くを第 2 の排気ガス 3 2 0 に向け、それによって混合排気ガス 2 7 6 の半径方向及び / 又は円周方向均一性を改善することができる。特定の実施形態において、第 1 のセクション 3 1 4 のローブのうちの 1 又は 2 以上は、攪拌器を含み、混合排気ガス 2 7 6 の混合量を増加させることができる。

40

#### 【 0 0 7 9 】

図 1 2 は、傾斜ローブを備えた混合デバイス 2 7 4 の第 1 のセクション 3 1 4 の斜視図である。具体的には、ローブの各々は、角度 4 4 4 によって半径方向軸線 4 4 2 からオフセットされたローブ軸線 4 4 0 と位置合わせすることができ、角度 4 4 4 は、第 1 の排気ガス 3 1 8 の第 1 及び第 2 の部分 3 4 4 及び 3 4 6 に渦運動を与えることができる。従って、図 1 2 に示す第 1 のセクション 3 1 4 は、第 1 及び第 2 の排気ガス 3 1 8 及び 3 2 0 の円周方向混合を改善するのに役立ち、それによって混合排気ガス 2 7 6 の半径方向及び

50



／又は円周方向均一性を改善することができる。これに加えて、第1のセクション314は、第2の排気ガス320のより多くを第1の排気ガス318に向かって移動させ、混合排気ガス276の半径方向及び／又は円周方向均一性を改善することもできる。

【0080】

図13は、リブ状ローブ460を備えた混合デバイス274の第1のセクション314の斜視図であり、リブ状ローブ460は、第1及び第2の排気ガス318及び320の混合を増大させ、それによって混合排気ガス276の半径方向及び／又は円周方向均一性を改善することができる。特定の実施形態において、リブ状ローブ460は、均一でも不均一でもよく、半径方向内向き又は外向き方向のいずれかにリブを定める波の周波数又は振幅を増加又は減少させることができる。リブ材の量は、ローブによって異なってもよく又は同じであってもよい。

10

【0081】

図14は、鋸歯状ローブ470（すなわち、ローブの縁部が鋸歯状である）を備えた混合デバイス274の第1のセクション314の斜視図であり、鋸歯状ローブ470は、第1及び第2の排気ガス318及び320の混合を増大させ、それによって混合排気ガス276の半径方向及び／又は円周方向均一性を改善することができる。特定の実施形態において、鋸歯状ローブ460は、均一でも不均一でもよく、波の周波数又は振幅を増加又は減少させることができる。鋸歯状の量は、ローブによって異なってもよく又は同じであってもよい。

【0082】

図15は、混合デバイス274の実施形態の軸線方向断面図である。図示の実施形態において、第2のセクション316の内側環状壁354は、漸次的に膨張し（例えば、発散し）、次いで下流方向に収縮し（例えば、収束し）、それによって下流方向に壁の湾曲形状を定める。具体的には、内側環状壁354は、長手方向軸線348に沿って下流方向に凹形を有する。従って、第2の排気ガス320は、図7に示す混合デバイス274のものと異なる方式で第1の排気ガス318に向けることができる。従って、混合排気ガス276は、図7に示すのとは異なる半径方向及び／又は円周方向均一性を有することができる。これに加えて、内側環状壁354の上流側直径362は、下流側直径364よりも大きい。従って、環状通路358の断面積は、ほぼ減少し、次いで、上流側310から下流側312まで増加する。他の実施形態において、上流側直径362は、下流側直径364よりも小さくすることができ、又は上流側及び下流側直径362及び364は、ほぼ同じにすることができる。特定の実施形態において、第2の排気ガス320のより多くは、開口部374を通して第2のセクション316を出ることができる。他の関連において、図10に示す混合デバイス274の実施形態は、上で詳細に説明した他の実施形態に類似している。

20

30

【0083】

図16は、混合デバイス274の実施形態の軸線方向断面図である。図示の実施形態において、内側環状壁354は、下流方向に漸次的に収縮し（例えば、収束し）、次いで膨張し（例えば、発散し）、それによって下流方向に壁の湾曲形状を定める。具体的には、内側環状壁354は、長手方向軸線348に沿って下流方向に凸形を有する。従って、第2の排気ガス320は、図7及び15に示す混合デバイス274のものと異なる方式で第1の排気ガス318に向けることができる。従って、混合排気ガス276は、図7及び15に示すのとは異なる半径方向及び／又は円周方向均一性を有することができる。これに加えて、内側環状壁354の上流側直径362は、下流側直径364よりも小さい。従って、環状通路358の断面積はほぼ増加し、次いで、上流側310から下流側312まで減少する。他の実施形態において、上流側直径362は、下流側直径364よりも大きくすることができ、又は上流側及び下流側直径362及び364は、ほぼ同じにすることができる。他の関連において、図15に示す混合デバイス274の実施形態は、上で詳細に説明した他の実施形態に類似している。

40

【0084】

50

図17は、渦発生器480を備えた混合デバイス274の実施形態の第2のセクション316の部分斜視図であり、渦発生器480は、様々な方法で成形及び/又は構成することができる。例えば、渦発生器480は、下流方向に増大するほぼ三角形の断面形状を有することができる。図17に示すように、渦発生器480は、外側環状壁356の内面に連結することができる。このような渦発生器480は、渦発生器480の下流の第2の排気ガス320に乱流及び/又は渦を与え、それによって混合排気ガス276の半径方向及び/又は円周方向均一性を増大させることができる。これに加えて、渦発生器480は、外側環状壁356の近くに追加の混合を与えることができる。

【0085】

図18は、半球形突起490を備えた混合デバイス274の実施形態の第2のセクション316の部分斜視図であり、半球形突起490は、渦発生器480の下流の第2の排気ガス320に乱流及び/又は渦を与え、それによって混合排気ガス276の半径方向及び/又は円周方向均一性を増大させることができる。図17に示すように、半球形突起480は、外側環状壁356の内面に連結することができる。これに加えて、半球形突起490は、外側環状壁356の近くに追加の混合を与えることができる。他の実施形態において、半球形突起490は、円筒形ロッド、正方形、三角形、及びその他のような他の形状を有することができる。

【0086】

図19は、外側環状壁356の内面に連結されたガイドベーン(例えば、インペラ)500を備えた混合デバイス274の実施形態の第2のセクション316の部分斜視図である。ガイドベーン500は、渦を第2の排気ガス320に与えるように様々な方法で成形及び/又は構成することができる。例えば、図19に示すように、ガイドベーン500は、矢印501で示されるように第2の排気ガス320の流れを軸線方向260にほぼ平行な状態から長手方向軸線348から角度502によってオフセットされている状態に向け直すように成形され、それによって渦を第2の排気ガス320に与えることができる。種々の実施形態において、第2の排気ガス320に与えられた渦は、時計回り方向又は反時計回り方向にすることができる。従って、図19に示す第2のセクション316のガイドベーン500は、第1及び第2の排気ガス318及び320の円周方向混合を改善するのに役立ち、それによって混合排気ガス276の半径方向及び/又は円周方向均一性を改善することができる。

【0087】

図20は、開ロブ(すなわち、流れは上及び下の各ロブの両方に流入する)を備えた混合デバイス274の実施形態の第2のセクション316の部分斜視図である。具体的には、第2の排気ガス320は、第2のセクション316(例えば、ロブ混合器)の上流側310に流入し、第1の外側ストリーム520及び第2の外側ストリーム522として出て、次いで、第1の外側ストリーム520及び第2の外側ストリーム522の両方は、第1の排気ガス318と混合して混合排気ガス276を生成することができる。第1のセクション314のように、第2のセクション316のロブ混合器のロブの形状及び/又は数を調整して、第1及び第2の外側ストリーム520及び522へのガスの第2の排気ガス320の望ましい分離を達成することができる。

【0088】

図21は、閉ロブ(すなわち、流れは下の各ロブのみに流入する)を備えた混合デバイス274の実施形態の第2のセクション316の部分斜視図である。具体的には、第2の排気ガス320の一部は、第2のセクション316(例えば、ロブ混合器)の上流側310に流入して第1の外側ストリーム520として出ることができ、第2の排気ガス320の残りの部分は、第2のセクション316をバイパスすることができる。第1のセクション314のように、第2のセクション316のロブ混合器のロブの形状及び/又は数を調整して、第1及び第2の外側ストリーム520及び522へのガスの第2の排気ガス320の望ましい分離を達成することができる。

【0089】

10

20

30

40

50

図 2 2 は、H R S G 5 6 に連結されたガスタービンエンジン 1 5 0 の一部の概略図である。前の図に示すものと共通の図 2 2 の要素は、同じ参照番号でラベル付けされる。図示の実施形態において、混合デバイス 2 7 4 (例えば、混合器)は、排気ガス 6 0 を第 1 及び第 2 の排気ガスに分割し、第 1 及び第 2 の排気ガスを組み合わせて混合排気ガス 2 7 6 を生成する。図 2 2 に示すように、ガスタービンエンジン 1 5 0 は、加圧排気ガス(例えば、排気ガス 4 2、排気ガス 6 0、又は排気ガス 6 6、又はそのいずれかの組合せ)を混合デバイス 2 7 4 の中に注入する排気ガス注入システム 5 4 0 を含む。種々の実施形態において、加圧排気ガスは、排気セクション 2 7 0 の圧力よりも大きい圧力で存在するタービンベースのサーブシステム 1 4 に存在する又はこれにおいて発生するあらゆる低酸素含有ガスとすることができる。例えば、加圧排気ガスは、燃焼器 1 6 0 から又は燃焼器セクション 1 5 2 の 1 又は 2 以上の段から抽出された排気ガス 4 2 とすることができる。以下で詳細に説明するように、加圧排気ガスの注入は、第 1 及び第 2 の排気ガスの混合を更に改善して混合排気ガス 2 7 6 を生成することができる。例えば、加圧排気ガスの注入は、混合排気ガス 2 7 6 のあらゆる空間的変動を更に均質化することができる。混合排気ガス 2 7 6 は、上で詳細に説明したように、触媒システム 2 8 0 の触媒性能を増大させることができる。特定の実施形態において、排気ガス注入システム 5 4 0 は、混合デバイス 2 7 4 の上流に配置することができる。

#### 【 0 0 9 0 】

図 2 2 に示すように、排気ガス注入システム 5 4 0 への加圧排気ガス(例えば、排気ガス 4 2、排気ガス 6 0、又は排気ガス 6 6、又はそのいずれかの組合せ)の流れは、制御要素 2 9 4 (例えば、制御バルブ)を用いて調整することができる。これに加えて、触媒システムセンサ 5 4 2 は、触媒システム 2 8 0 に配置されて触媒システム 2 8 0 の条件の指標を提供するのに使用することができる。特定の実施形態において、複数の触媒システムセンサ 5 4 2 (例えば、グリッド)は、触媒システム 2 8 0 内に位置付けることができる。触媒システムセンサ 5 4 2 は、触媒システム 2 8 0 内の圧力、温度、流量、及び/又は組成の指標を提供することができる。制御システム 1 0 0 は、触媒システムセンサ 5 4 2、上流センサ 2 8 8、又は下流センサ 2 9 0、又はそのいずれかの組合せのうちの少なくとも 1 つから入力信号 2 8 6 を受信して、制御要素 2 9 4 (例えば、制御バルブ)を用いて排気ガス注入システム 5 4 0 への加圧排気ガスの流量を調整するか否かを決定することができる。例えば、複数の触媒システムセンサ 5 4 2 は、触媒システム 2 8 0 のいくつかの部分が高温度にあることを示すことができ、これは、混合排気ガス 2 7 6 の不均一な分布を示すことができる。それに応答して、制御システム 1 0 0 は、排気ガス注入システム 5 4 0 への加圧排気ガスの流れを増加させて、混合排気ガス 2 7 6 の均一性を増大させるのに役立つことができる。

#### 【 0 0 9 1 】

図 2 3 は、混合デバイス 2 7 4 の実施形態の軸線方向断面図である。前の図に示すものと共通の図 2 3 の要素は、同じ参照番号でラベル付けされる。図示の実施形態において、排気ガス注入システム 5 4 0 は、加圧排気ガス(例えば、排気ガス 4 2、排気ガス 6 0、又は排気ガス 6 6、又はそのいずれかの組合せ)を混合デバイス 2 7 4 の中に注入する。具体的には、排気ガス注入システム 5 4 0 は、1 又は 2 以上の注入構造 5 5 0 を含み、加圧排気ガスを混合デバイス 2 7 4 の各部分に搬送する。特定の実施形態において、各注入構造 5 5 0 は、加圧排気ガスを搬送するように構成されたチューブ、パイプ、導管、又は他の構造とすることができる。特定の実施形態において、各注入構造 5 5 0 は、排気セクション 2 7 0 及び/又は混合デバイス 2 7 4 内に配置された 1 又は 2 以上の支持構造(例えば、第 1 のセクション 3 1 4 に対する支持構造)に沿って経路指定することができる。これに加えて、1 又は 2 以上の注入構造 5 5 0 は、複数の注入開口部 5 5 2 を含み、加圧排気ガスが第 1 の排気ガス 3 1 8 及び/又は第 2 の排気ガス 3 2 0 と混合できるようにすることができる。例えば、種々の実施形態において、排気ガス注入システム 5 4 0 は、どこが混合排気ガス 2 7 6 の追加の均質化が望ましいかに応じて、加圧排気ガスを第 1 のセクション 3 1 4、第 2 のセクション 3 1 6、又は両方のセクション 3 1 4 及び 3 1 6 の中

10

20

30

40

50

に注入するのに使用することができる。別の実施形態において、排気ガス注入システム 540 は、低圧力損失を有するように構成され、それによってガスタービンエンジン 150 の効率を向上させ及び/又は排気セクション 270 の圧力回復を改善することができる。例えば、注入構造 550 は、空気力学断面形状を有することができる。他の実施形態において、注入構造 550 及び注入開口部 552 の他の構成を排気ガス注入システム 540 に対して使用することができるように想定されている。

#### 【0092】

上述のように、ガスタービンエンジン 150 の特定の実施形態は、燃焼生成物を生成するように構成された 1 又は 2 以上の燃焼器 160 を有する燃焼器セクション 154 を含むことができる。これに加えて、ガスタービンエンジン 150 は、上流端 266 と下流端 268 の間に 1 又は 2 以上のタービン段 174 を有するタービンセクション 156 と、下流端 268 から下流に配置された排気セクション 270 とを含むことができる。混合デバイス 274 は、排気セクション 270 に連結することができる。混合デバイス 274 は、排気ガス 60 を第 1 の排気ガス 318 と第 2 の排気ガス 320 に分け、混合領域 322 内で第 1 及び第 2 の排気ガス 318 及び 320 を組み合わせて混合排気ガス 276 を生成することができる。このプロセスの結果として、混合排気ガス 276 は、排気ガス 60 よりも均一な半径方向及び/又は円周方向分布の特性を有することができる。例えば、混合排気ガス 276 の圧力、温度、流量、及び/又は組成のうちの 1 又は 2 以上は、排気ガス 60 よりも半径方向に及び/又は円周方向に均一にすることができる。混合排気ガス 276 の半径方向及び/又は円周方向均一性の改善は、下流側設備及びプロセスに対して良い影響を与えることができる。例えば、混合排気ガス 276 の組成の半径方向及び/又は円周方向均一性の改善は、触媒セクション 280 の性能を改善することができる。これに加えて、混合デバイス 274 の構成は、低圧力損失を有し、それによって排気セクション 270 の全体的圧力回復を改善することができる。従って、混合デバイス 274 の使用は、SEG R ガスタービンシステム 52 の全体的効率及び費用効果を改善することができる。

#### 【0093】

##### 補足説明

本発明の実施形態は、ガスタービンエンジンのためのシステム及び方法を提供する。上記で説明した特徴の何れか又はその組合せは、好適なあらゆる組合せで利用することができる点に留意されたい。当然ながら、このような組合せの全ての並び換えも本発明において企図される。一例として、以下の条項は、本開示の更なる説明として提供されるものである。

#### 【0094】

実施形態 1 . 燃焼生成物を発生させるように構成された 1 又は 2 以上の燃焼器を有する燃焼器セクションと、上流端と下流端の間に燃焼生成物によって駆動される 1 又は 2 以上のタービン段を有するタービンセクションと、タービンセクションの下流端から下流に配置され、排気ガスとして燃焼生成物を受け取るように構成された排気通路を有する排気セクションと、排気セクションに配置され、排気ガスを第 1 の排気ガスと第 2 の排気ガスに分割し、かつ混合領域内で第 1 及び第 2 の排気ガスを組み合わせて混合排気ガスを生成するように構成された混合デバイスとを含むシステム。

#### 【0095】

実施形態 2 . 混合デバイスが、第 1 の排気ガスを混合領域に搬送するように構成された第 1 のセクションと、第 2 の排気ガスを混合領域に搬送するように構成され、第 1 のセクションを円周方向に取り囲む第 2 のセクションとを含む実施形態 1 のシステム。

#### 【0096】

実施形態 3 . 第 1 のセクションが、混合デバイスの長手方向軸線を取り囲んで配置され、第 2 のセクションが、第 1 のセクションを取り囲む環状形状を含むいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

#### 【0097】

実施形態 4 . 第 2 のセクションが、第 2 の排気ガスを混合領域に搬送するように構成さ

れた複数の開口部を含むいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0098】

実施形態5．複数の開口部が、第2のセクションの周りに均一に円周方向に分配されるいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0099】

実施形態6．複数の開口部の各々が、複数の開口部が第2の排気ガスに渦運動を与えるように構成されるように、混合デバイスの長手方向軸線からオフセットして向けられた軸線を有するいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0100】

実施形態7．内側環状壁、内側環状壁を取り囲む外側環状壁、及び内側及び外側環状壁の間に配置されて第2の排気ガスを混合領域に搬送するように構成された環状通路であるいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

10

【0101】

実施形態8．内側環状壁が、円筒形状又は先細形状を含むいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0102】

実施形態9．内側環状壁が、混合デバイスの下流端に向かって収束し、又は下流端に向かって発散するいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0103】

実施形態10．内側環状壁が、真っ直ぐであるか又は湾曲しているいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

20

【0104】

実施形態11．第1のセクションが、ローブ混合器、スカラップ状ローブ混合器、多重ローブ混合器、傾斜ローブ混合器、リブ状ローブ混合器、又は鋸歯状ローブ混合器、又はそのいずれかの組合せのうち少なくとも1つを含むいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0105】

実施形態12．第1のセクションが、交互する第1及び第2の開放端通路を備えた環状正弦形状を有するローブ混合器を含み、第1の開放端通路が、第1の排気ガスの第1の部分を混合デバイスの長手方向軸線から離れるように向けるように構成され、第2の開放端通路が、第1の排気ガスの第2の部分を長手方向軸線の方向に向けるように構成されるいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

30

【0106】

実施形態13．第1のセクションが、第1の排気ガスを内側の第1の排気ガス及び外側の第1の排気ガスに分割するように構成されたローブ混合器を含むいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0107】

実施形態14．ローブ混合器が、内側及び外側の第1の排気ガスが互いから発散するように構成されるいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0108】

実施形態15．ローブ混合器が、第1の排気ガスに渦運動を与えるように構成されるいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

40

【0109】

実施形態16．第1のセクションが、第1の方向に第1の排気ガスに渦運動を与えるように構成され、第2のセクションが、第2の方向に第2の排気ガスに渦運動を与えるように構成され、第1及び第2の方向が互いに反対であるいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0110】

実施形態17．混合デバイスから下流に配置された触媒を含み、触媒が、混合デバイスからの混合排気ガスを処理して処理済排気ガスを生成するように構成されるいずれかの上

50

記実施形態に定められたシステム。

【0111】

実施形態18．触媒から下流に配置された熱回収蒸気発生器(HRSG)を含み、HRSGが、処理済排気ガスを用いて水を加熱することによって蒸気を発生させるように構成されるいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0112】

実施形態19．混合デバイスの圧力損失が、約500パスカル未満であるいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0113】

実施形態20．第2のセクションが、渦発生器、半球形突起、ローブ混合器、開ロブ混合器、又は閉ロブ混合器、又はそのいずれかの組合せのうちの少なくとも1つを含むいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

10

【0114】

実施形態21．ガスタービンエンジンに連結された排気ガス抽出システムと、排気ガス抽出システムに連結された炭化水素生成システムとを含むいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0115】

実施形態22．ガスタービンエンジンが、量論的排気ガス再循環(SEGR)ガスタービンエンジンであるいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0116】

実施形態23．加圧排気ガスを少なくとも混合デバイスの中に、又は混合デバイスの上流に、又はそのいずれかの組合せで注入するように構成された排気ガス注入システムを含むいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

20

【0117】

実施形態24．排気ガス注入システムへの加圧排気ガスの流れを調整するように構成された制御要素を含むいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0118】

実施形態25．混合デバイスの少なくとも上流に、混合デバイスの下流に、又は混合デバイスから下流に配置された触媒内に、又はそのいずれかの組合せで配置されたセンサを含み、センサが、温度、圧力、流量、又は組成、又はそのいずれかの組合せを示す信号を提供するように構成されるいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

30

【0119】

実施形態26．排気ガス注入システムが、加圧排気ガスを注入するように構成された複数の注入孔を備えた注入構造を含むいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0120】

実施形態27．ガスタービンエンジンのタービンセクションから下流側に装着されるように構成され、タービンセクションから排気ガスを受け取るように構成された排気通路を含むタービン排気セクションと、タービン排気セクションに配置され、排気ガスを第1の排気ガスと第2の排気ガスに分割し、かつ第1及び第2の排気ガスを組み合わせて混合排気ガスを生成するように構成された混合デバイスとを含むシステム。

40

【0121】

実施形態28．タービンセクションに連結されたタービン排気セクションを有するガスタービンエンジンを含むいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0122】

実施形態29．ガスタービンエンジンが、上流端と下流端の間に1又は2以上のタービン段を有するタービンセクションと、燃焼生成物を発生してタービンセクション内の1又は2以上のタービン段を駆動するように構成されたタービン燃焼器を有する燃焼器セクションと、タービンセクションによって駆動される排気ガス圧縮機を有する圧縮機セクションとを含み、排気ガス圧縮機が、排気ガスを圧縮してそれをタービン燃焼器に経路指定するように構成され、タービン排気セクションが、タービンセクションの下流端から下流の

50

ガスタービンエンジンに連結されるいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0123】

実施形態30．ガスタービンエンジンが、量論的排気ガス再循環（SEGR）ガスタービンエンジンであるいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0124】

実施形態31．混合デバイスが、第1の排気ガスを混合領域に搬送するように構成された第1のセクションと、第2の排気ガスを混合領域に搬送するように構成された第2のセクションとを含み、第2のセクションが、第1のセクションを円周方向に取り囲むいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0125】

実施形態32．第2のセクションが、内側環状壁と、内側環状壁を取り囲む外側環状壁と、内側及び外側環状壁の間に配置され、第2の排気ガスを混合領域に搬送するように構成された環状通路とを含むいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0126】

実施形態33．第1のセクションが、ローブ混合器を含むいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0127】

実施形態34．第1のセクションが、第1の方向に第1の排気ガスに渦運動を与えるように構成され、第2のセクションが、第2の方向に第2の排気ガスに渦運動を与えるように構成され、第1及び第2の方向が互いに反対であるいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0128】

実施形態35．混合デバイスの圧力損失が、約500パスカル未満であるいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0129】

実施形態36．加圧排気ガスを少なくとも混合デバイスの中に、又は混合デバイスの上流に、又はそのいずれかの組合せで注入するように構成された排気ガス注入システムを含むいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0130】

実施形態37．ガスタービンエンジンのタービン排気セクションに装着されるように構成されたタービン混合デバイスを含み、混合デバイスが、排気ガスの内側部分をタービン排気セクションから混合領域に搬送するように構成された第1のセクションと、排気ガスの外側部分を混合領域に搬送するように構成された第2のセクションとを含み、第2のセクションが、円周方向に第1のセクションを取り囲み、混合領域が、排気ガスの内側及び外側部分を混合して混合排気ガスを生成するように構成されるシステム。

【0131】

実施形態38．タービン排気セクションに装着されたタービン混合デバイスを有するガスタービンエンジンを含むいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0132】

実施形態39．第1のセクションが、混合デバイスの長手方向軸線を取り囲んで配置され、第2のセクションが、第1のセクションを取り囲む環状形状を含むいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0133】

実施形態40．第1のセクションが、交互する第1及び第2の開放端通路を含む環状正弦形状を含み、第1の開放端通路が、排気ガスの内側部分の第1の部分を混合デバイスの長手方向軸線から離れるように向けるように構成され、第2の開放端通路が、排気ガスの内側部分の第2の部分を長手方向軸線の方方向に向けるように構成されるいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0134】

実施形態41．タービン混合デバイスに連結され、かつ加圧排気ガスをタービン混合デ

10

20

30

40

50

バイスの中に注入するように構成された排気ガス注入システムを含むいずれかの上記実施形態に定められたシステム。

【0135】

実施形態42．タービン燃焼器の燃焼部分内で酸化剤及び排気ガスと共に燃料を燃焼させて燃焼生成物を発生させる段階と、タービン燃焼器からの燃焼生成物を用いてタービンを駆動する段階と、排気セクション内でタービンから排気通路を通して燃焼生成物を膨張させる段階と、混合デバイスをを用いて排気セクションからの燃焼生成物を第1の排気ガスと第2の排気ガスに分割する段階と、混合排気ガスの下流半径方向均一性が燃焼生成物の上流半径方向均一性よりも大きいように、混合デバイスをを用いて第1及び第2の排気ガスを組み合わせて混合排気ガスを生成する段階とを含む方法。

10

【0136】

実施形態43．混合デバイスの第1のセクションを用いて第1の排気ガスを混合領域に搬送する段階と、第1のセクションを円周方向に取り囲んで配置された混合デバイスの第2のセクションを用いて第2の排気ガスを混合領域に搬送する段階とを含むいずれかの上記実施形態に定められた方法又はシステム。

【0137】

実施形態44．第2のセクションに形成された複数の開口部を通して第2の排気ガスを搬送する段階を含むいずれかの上記実施形態に定められた方法又はシステム。

【0138】

実施形態45．第1のセクションを用いて第1の方向に第1の排気ガスに渦運動を与える段階と、第2のセクションを用いて第2の方向に第2の排気ガスに渦運動を与える段階とを含み、第1及び第2の方向が互いに反対であるいずれかの上記実施形態に定められた方法又はシステム。

20

【0139】

実施形態46．ローブ混合器を用いて第1の排気ガスを内側の第1の排気ガスと外側の第1の排気ガスに分割する段階を含み、内側及び外側の第1の排気ガスが互いから発散するいずれかの上記実施形態に定められた方法又はシステム。

【0140】

実施形態47．燃焼させる段階が、酸化剤及び排気ガスと共に燃料を実質的に量論的に燃焼させる段階を含むいずれかの上記実施形態に定められた方法又はシステム。

30

【0141】

実施形態48．排気ガスの一部を抽出する段階と、排気ガスのその一部を炭化水素生成システムに経路指定する段階とを含むいずれかの上記実施形態に定められた方法又はシステム。

【0142】

実施形態49．排気ガス注入システムを用いて加圧排気ガスを少なくとも混合デバイスの中に、又は混合デバイスの上流に、又はそのいずれかの組合せで注入する段階を含むいずれかの上記実施形態に定められた方法又はシステム。

【0143】

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

40



【 図 1 】

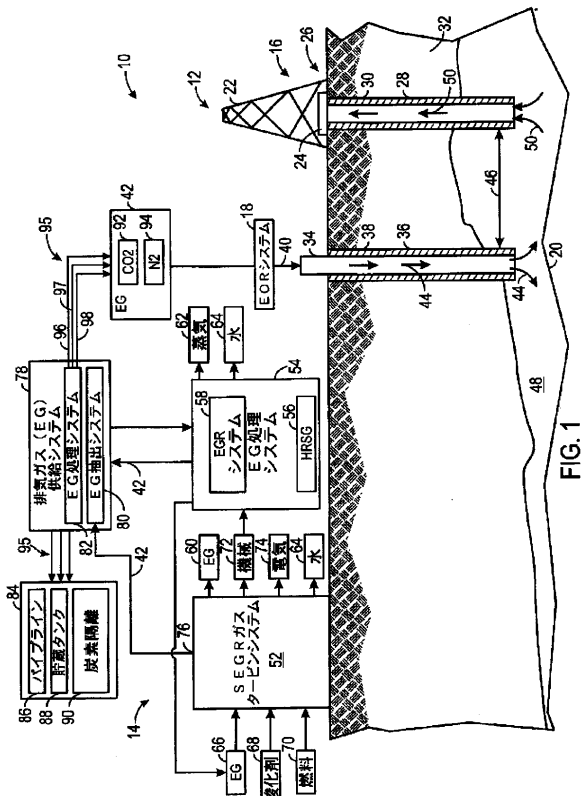


FIG. 1

【 図 2 】

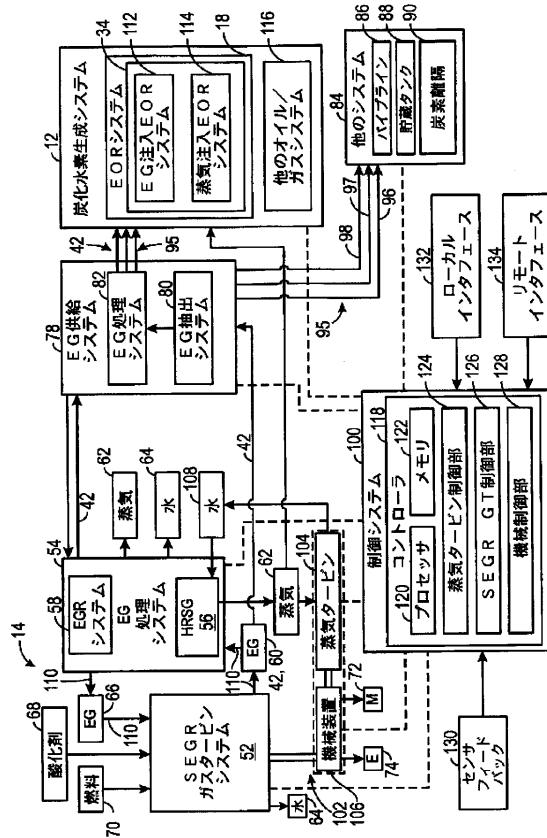


FIG. 2

【 図 3 】

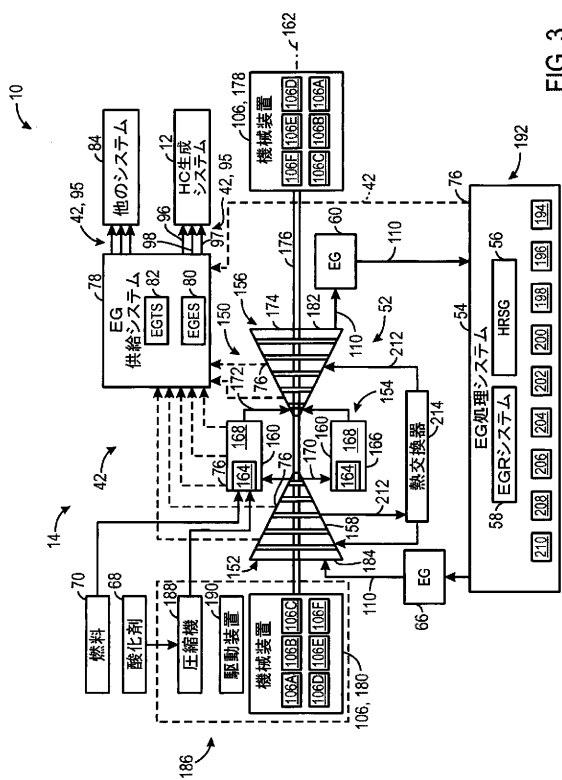


FIG. 3

【 図 4 】

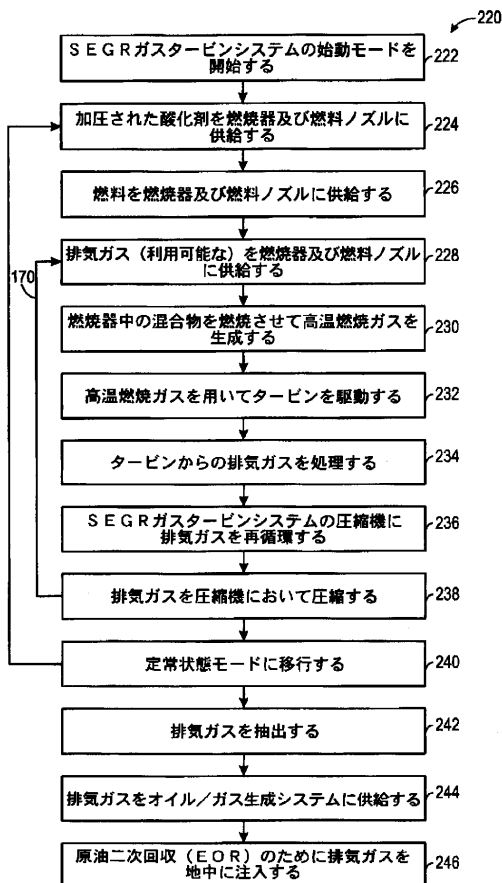


FIG. 4

【 図 5 】

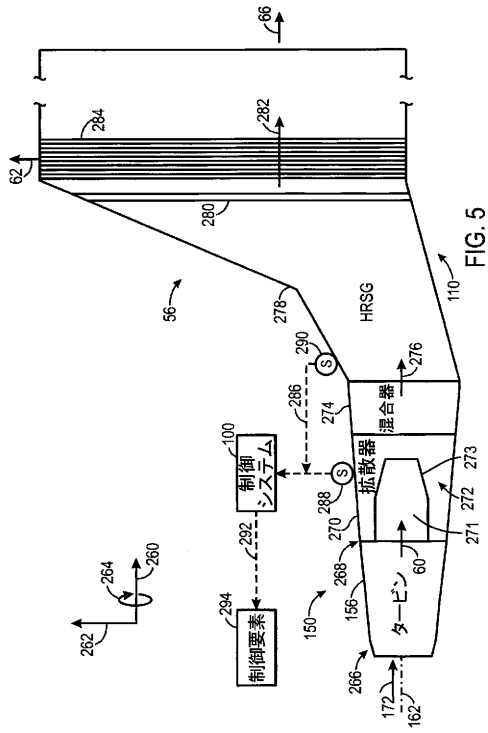


FIG. 5

【 図 6 】

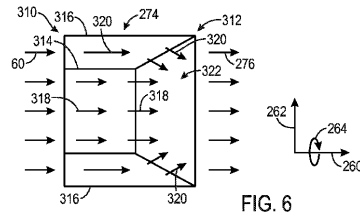


FIG. 6

【 図 7 】

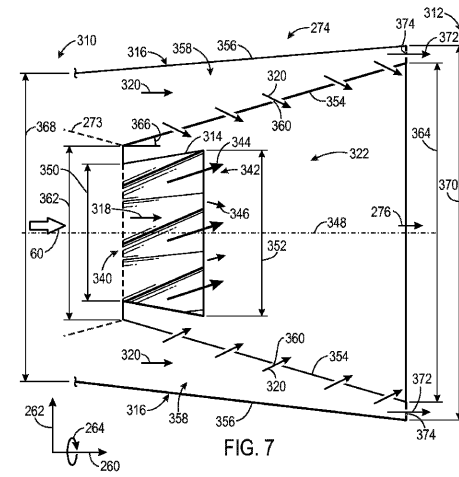


FIG. 7

【 図 8 】

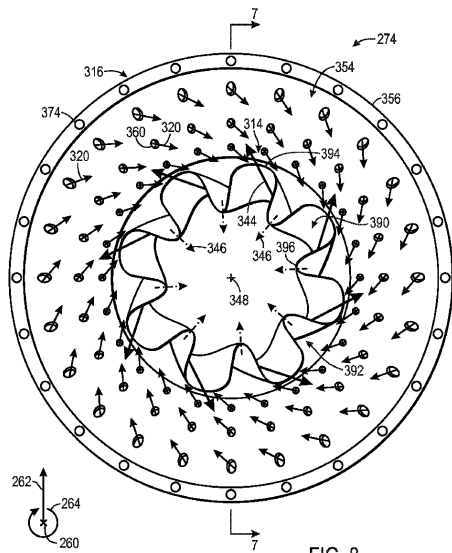


FIG. 8

【 図 10 】

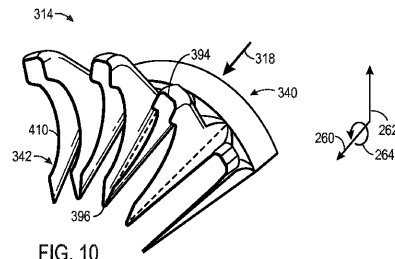


FIG. 10

【 図 11 】

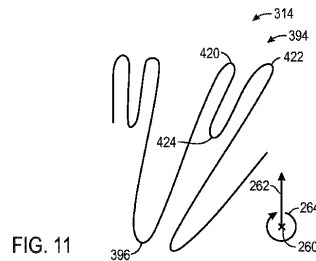


FIG. 11

【 図 9 】

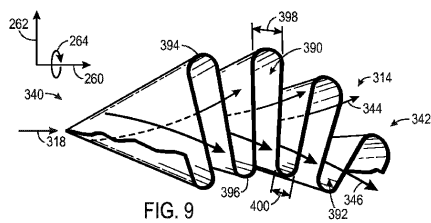


FIG. 9

【 1 2 】

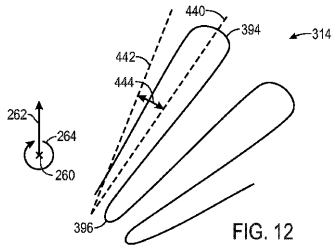


FIG. 12

【 1 3 】

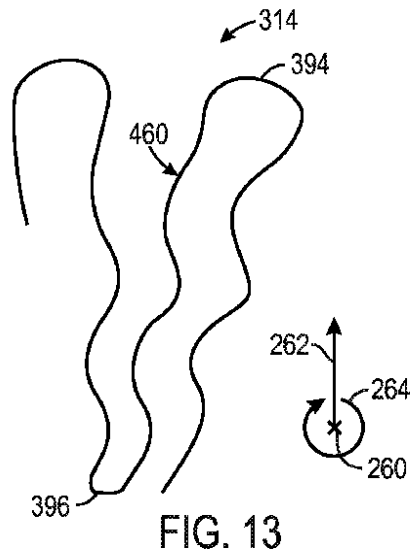


FIG. 13

【 1 4 】

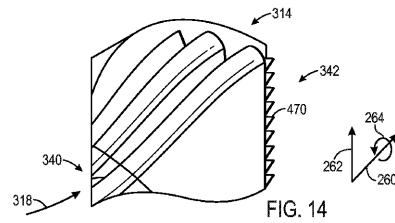


FIG. 14

【 1 5 】

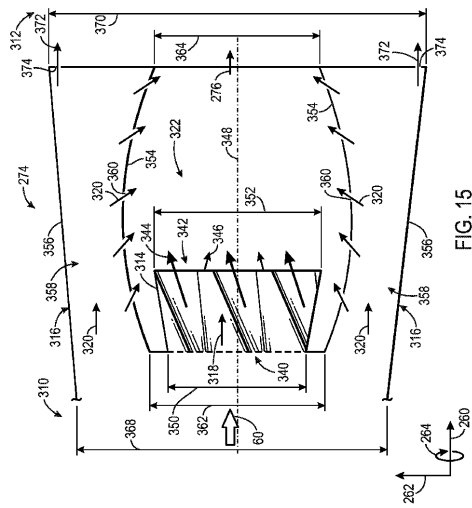


FIG. 15

【 1 6 】

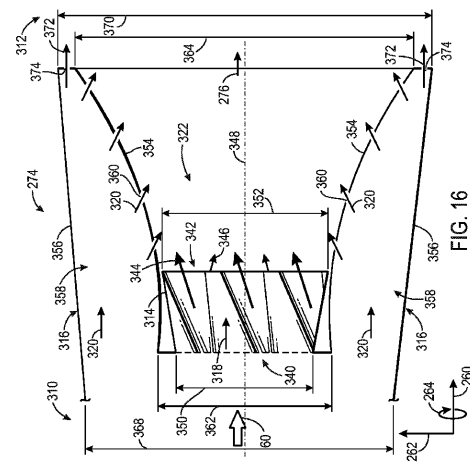


FIG. 16

【 1 7 】

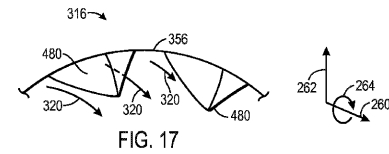


FIG. 17

【 図 18 】

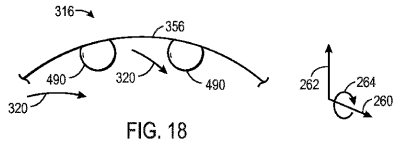


FIG. 18

【 図 19 】

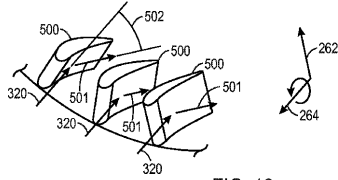


FIG. 19

【 図 20 】

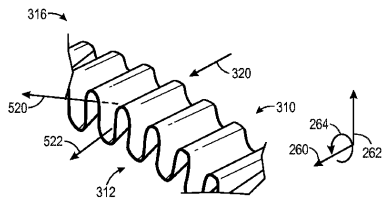


FIG. 20

【 図 21 】

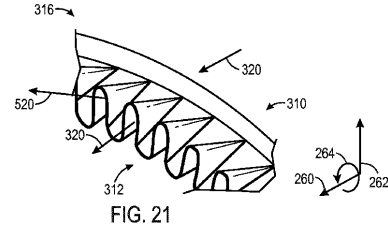


FIG. 21

【 図 22 】

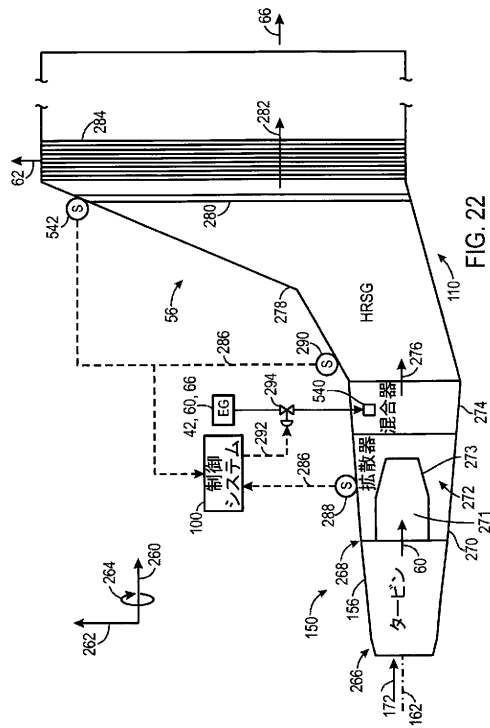


FIG. 22

【 図 23 】

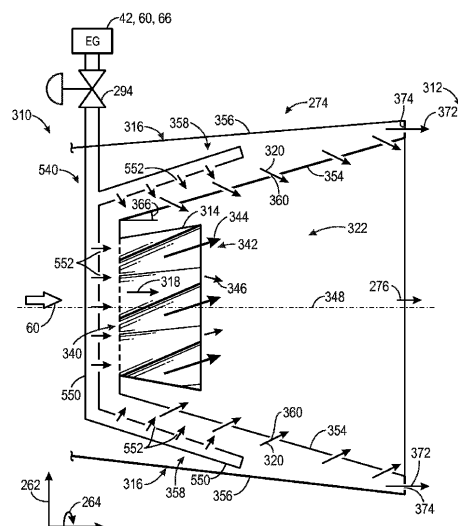


FIG. 23

## フロントページの続き

(74)代理人 100098475

弁理士 倉澤 伊知郎

(72)発明者 スブラマニヤン ムーシ

インド 560066 バンガロール ホワイトフィールド ロード フーディ ヴィレッジ プ  
ロット 122 イーピーアイピー フェーズ トゥー

(72)発明者 ハンセン クリティアン マイケル

アメリカ合衆国 サウスカロライナ州 29615 グリーンヴィル ガーリントン ロード 3  
00

(72)発明者 ハンティントン リチャード エイ

アメリカ合衆国 テキサス州 77027 ヒューストン マーサー ストリート 3319

(72)発明者 デンマン トッド フランクリン

アメリカ合衆国 サウスカロライナ州 29615 グリーンヴィル ガーリントン ロード 3  
00

審査官 金田 直之

(56)参考文献 米国特許第04244441 (US, A)

特表2012-505987 (JP, A)

特表2011-519400 (JP, A)

特開2007-092751 (JP, A)

特開2012-149640 (JP, A)

米国特許出願公開第2011/0167785 (US, A1)

特表2008-514848 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 25/30

F02C 3/30, 3/34,

6/00, 7/00

F23R 3/00, 3/40

F23G 7/07