

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6779974号  
(P6779974)

(45) 発行日 令和2年11月4日(2020.11.4)

(24) 登録日 令和2年10月16日(2020.10.16)

(51) Int. Cl. F I  
**F O 2 C 7/224 (2006.01)** F O 2 C 7/224  
**F 2 3 K 5/00 (2006.01)** F 2 3 K 5/00 3 0 2  
 F 2 3 K 5/00 3 0 3

請求項の数 15 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2018-502349 (P2018-502349)	(73) 特許権者	390041542
(86) (22) 出願日	平成28年7月20日 (2016. 7. 20)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(65) 公表番号	特表2018-526561 (P2018-526561A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 1 2 3
(43) 公表日	平成30年9月13日 (2018. 9. 13)		4 5、スケネクタデイ、リバーロード、1
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/043097		番
(87) 国際公開番号	W02017/015343	(74) 代理人	100105588
(87) 国際公開日	平成29年1月26日 (2017. 1. 26)		弁理士 小倉 博
審査請求日	令和1年7月1日 (2019. 7. 1)	(74) 代理人	100113974
(31) 優先権主張番号	15/213, 958		弁理士 田中 拓人
(32) 優先日	平成28年7月19日 (2016. 7. 19)	(72) 発明者	ビーディー、ダグラス・フランク
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・2
(31) 優先権主張番号	62/195, 918		9 6 1 5、グリーンビル、ガーリントン・
(32) 優先日	平成27年7月23日 (2015. 7. 23)		ロード、3 0 0番、ゼネラル・エレクトリ
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		ック・カンパニイ

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃焼器に高反応性燃料を供給するためのシステムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高反応性燃料の修正ウォッベ指数を調整するためのシステム(100)であって、  
 燃焼器(24)と、前記燃焼器(24)の下流にあるタービン(28)と、ガス燃料供給源(44)と、前記ガス燃料供給源(44)と前記燃焼器(24)との間に流体結合された第1の燃料分配マニホールド(42)と、前記ガス燃料供給源(44)と前記燃焼器(24)との間に流体結合された第2の燃料分配マニホールド(42)と、を有するガスタービン(10)と、  
前記ガス燃料供給源(44)の下流にある第1の停止バルブ(52)から前記第1の燃料分配マニホールド(42)に延びる第1の燃料回路(54)と、  
前記ガス燃料供給源(44)の下流にある第2の停止バルブ(52)から前記第2の燃料分配マニホールド(42)に延びる第2の燃料回路(54)と、  
 前記タービン(28)の下流に配置された熱回収蒸気発生器(40)と、を含み、  
前記熱回収蒸気発生器(40)は、第1の流量制御バルブ(108)を介して前記第1の燃料回路(54)に直接接続され、第2の流量制御バルブ(108)を介して前記第2の燃料回路(54)に直接接続され、  
前記熱回収蒸気発生器(40)は、前記第1の流量制御バルブ(108)を介して前記第1の燃料分配マニホールド(42)に蒸気の第1の流れを供給し、前記第2の流量制御バルブ(108)を介して前記第2の燃料分配マニホールド(42)に蒸気の第2の流れを供給する、システム(100)。

10

20

## 【請求項 2】

高反応性燃料の修正ウォッペ指数を調整するためのシステム(100)であって、  
 燃焼器(24)と、前記燃焼器(24)の下流にあるタービン(28)と、ガス燃料供給源(44)と、前記ガス燃料供給源(44)と前記燃焼器(24)との間に流体結合された第1の燃料分配マニホールド(42)と、前記ガス燃料供給源(44)と前記燃焼器(24)との間に流体結合された第2の燃料分配マニホールド(42)と、を有するガスタービン(10)と、  
 前記タービン(28)の下流に配置された熱回収蒸気発生器(40)と、を含み、前記熱回収蒸気発生器(40)は、第1の流量制御バルブ(108)を介して前記第1の燃料分配マニホールド(42)に蒸気の第1の流れを供給し、第2の流量制御バルブ(108)を介して前記第2の燃料分配マニホールド(42)に蒸気の第2の流れを供給する、システム(100)。

10

## 【請求項 3】

前記第1の流量制御バルブ(108)は、前記ガス燃料供給源(44)の下流であって前記第1の燃料分配マニホールド(42)の上流にある位置で前記第1の燃料分配マニホールド(42)に流体結合され、

前記第2の流量制御バルブ(108)は、前記ガス燃料供給源(44)の下流であって前記第2の燃料分配マニホールド(42)の上流にある位置で前記第2の燃料分配マニホールド(42)に流体結合される、請求項2に記載のシステム(100)。

20

## 【請求項 4】

前記第1の燃料分配マニホールド(42)および前記第1の流量制御バルブ(108)は、前記燃焼器(24)の第1の予混合燃料回路に流体結合される、請求項1乃至3のいずれかに記載のシステム(100)。

## 【請求項 5】

前記第2の燃料分配マニホールド(42)および前記第2の流量制御バルブ(108)は、前記燃焼器(24)の第2の予混合燃料回路に流体結合される、請求項1乃至4のいずれかに記載のシステム(100)。

## 【請求項 6】

前記ガス燃料供給源(44)と前記第1の燃料分配マニホールド(42)との間に配置された熱交換器(56)をさらに含み、前記熱交換器(56)は、前記ガス燃料供給源(44)から前記第1の燃料分配マニホールド(42)に流れる高反応性燃料と熱伝達する、請求項1乃至5のいずれかに記載のシステム(100)。

30

## 【請求項 7】

前記ガス燃料供給源(44)と前記第2の燃料分配マニホールド(42)との間に配置された熱交換器(56)をさらに含み、前記熱交換器(56)は、前記ガス燃料供給源(44)から前記第2の燃料分配マニホールド(42)に流れる高反応性燃料と熱伝達する、請求項1乃至6のいずれかに記載のシステム(100)。

## 【請求項 8】

前記ガス燃料供給源(44)と前記燃焼器(24)との間に流体結合された第3の燃料分配マニホールド(42)と、前記ガス燃料供給源(44)の下流に配置された第3の流量制御バルブ(108)と、をさらに含み、前記熱回収蒸気発生器(40)は、前記第3の流量制御バルブ(108)を介して前記第3の燃料分配マニホールド(42)に蒸気の第3の流れを供給する、請求項1乃至7のいずれかに記載のシステム(100)。

40

## 【請求項 9】

前記第3の流量制御バルブ(108)は、前記ガス燃料供給源(44)の下流であって前記第3の燃料分配マニホールド(42)の上流にある位置で前記第3の燃料分配マニホールド(42)に流体結合される、請求項8に記載のシステム(100)。

## 【請求項 10】

前記第3の燃料分配マニホールド(42)および前記第3の流量制御バルブ(108)は、前記燃焼器(24)の第3の予混合燃料回路に流体結合される、請求項9に記載のシ

50

ステム(100)。

【請求項11】

前記ガス燃料供給源(44)と前記第3の燃料分配マニホールド(42)との間に配置された熱交換器(56)をさらに含み、前記熱交換器(56)は、前記ガス燃料供給源(44)から前記第3の燃料分配マニホールド(42)に流れる高反応性燃料と熱伝達する、請求項10に記載のシステム(100)。

【請求項12】

高反応性ガス燃料を燃焼器(24)に供給するための方法であって、  
熱回収蒸気発生器(40)からの蒸気を第1の燃料分配マニホールド(42)内に注入するステップであって、前記第1の燃料分配マニホールド(42)は、ガス燃料供給源(44)の下流で、かつ前記燃焼器(24)の上流で流体結合される、ステップと、  
前記第1の燃料分配マニホールド(42)内で前記蒸気を前記ガス燃料供給源(44)からの高反応性ガス燃料と混合して、第1の蒸気ガス燃料混合物を形成するステップと、  
前記第1の燃料分配マニホールド(42)からの前記第1の蒸気ガス燃料混合物を前記燃焼器(24)の第1の予混合燃料回路に注入するステップと、を含む方法。

10

【請求項13】

第1の流量制御バルブ(108)を介して前記第1の燃料分配マニホールド(42)内への前記蒸気の流量を調整するステップをさらに含む、請求項12に記載の方法。

【請求項14】

前記第1の燃料分配マニホールド(42)内への前記蒸気の前記流量は、ガスタービン(10)サイクル条件、燃料組成、および前記高反応性ガス燃料の修正ウォッペ指数のうち少なくとも1つに基づいて調整される、請求項13に記載の方法。

20

【請求項15】

前記高反応性ガス燃料の流れを遮断し、前記第1の燃料分配マニホールド(42)および前記第1の予混合燃料回路の少なくとも一方を前記蒸気でパージするステップをさらに含む、請求項12乃至14のいずれかに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガスタービンに供給されるガス燃料に関し、より詳細には、蒸気注入システムを利用してガス燃料の特性を調整し、および/または燃料分配マニホールドをパージするシステムおよび方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

ガスタービンは、一般的に吸気部、圧縮機部、燃焼部、タービン部、および排気部を含む。吸気部は、作動流体(例えば空気)を清浄化し調整して、圧縮機部に作動流体を供給する。圧縮機部は、作動流体の圧力を徐々に増加させ、燃焼部に圧縮された作動流体を供給する。圧縮された作動流体および天然ガスなどの燃料は、燃焼部内で混合され、燃焼室で燃焼されて、高温高圧の燃焼ガスを生成する。燃焼ガスは、燃焼部からタービン部に導かれ、そこで膨張して仕事を発生させる。例えば、タービン部内の燃焼ガスの膨張によって、シャフトを回転させることができる。シャフトは、電気を生成するための発電機に接続することができる。

40

【0003】

天然ガスの需要が絶えず増加しているため、パイプライン天然ガスの供給は、時には天然ガス燃料の需要を満たすことができなくなる可能性がある。結果として、ガスタービンオペレータは、天然ガスの供給が回復するまで、天然ガスの代わりにガスタービン内で燃焼するのに適した代替燃料を絶えず探している。可能性のある代替燃料の一例は、公知の高反応性燃料(HRF)であるエタンである。天然ガスを抽出する手段としての水圧破碎の導入により、世界中でエタンの大余剰が実現した。

【0004】

50

予期されるように、ガスタービン燃焼器、特に、天然ガス燃料の様々な燃料特性（すなわち、燃料密度、反応性およびウォッペ指数）に基づいて狭い範囲の動作条件にわたって高度に調整された燃焼器において、エタンまたは他のHRFなどの1つの燃料を別のものに置き換えることに関連する様々な技術的課題が存在する。

【0005】

エタンなどの高反応性燃料（HRF）は、通常、天然ガスよりも高い発熱量（HHV）およびウォッペ数（後述する）を有する。HRFは、ウォッペ数をパイプライン天然ガスのウォッペ数まで減少させるために窒素などの不活性物質で希釈することができる。しかしながら、このプロセスはコストを増加させ、したがって代替燃料としてHRFを使用することの競争力を低下させる可能性がある。

10

【0006】

流入するガスのウォッペ数（WN）およびタービンに供給されるガスの修正ウォッペ指数（MWI）は、特に重要な燃料特性である。WNは次式で定義される。

【0007】

【数1】

$$WN = \frac{HHV}{\sqrt{SG}}$$

ここで、

HHVは、ガス燃料の高位発熱量であり、SGは空気に対するガス燃料またはガス燃料と蒸気の混合物の比重である。WNは、様々な発熱量のガス燃料をハードウェアを変更することなく同じ燃焼システムで利用できるようにする互換性指数として使用される。ガスは通常ほぼ地上温度で1年を通してほとんど変化なく供給されるので、WNのこの式には温度は含まれていない。

20

【0008】

MWIは次式で定義される。

【0009】

【数2】

$$MWI = \frac{LHV}{\sqrt{(SGx(460 + T_g))}}$$

ここで、

LHVはガス燃料またはガス燃料と蒸気の混合物の低位発熱量であり、T<sub>g</sub>はガス燃料またはガス燃料と蒸気の混合物の温度（華氏単位）である。MWIは、所与の圧力比で燃料ノズルを通して供給されるエネルギーを、WNよりも正確に測定する。MWIとWNとのこの区別は、ガス燃料がガスタービンに供給される前に加熱される場合に非常に重要になる。

30

40

【0010】

天然ガス燃料とエタンなどの高反応性燃料との間の切り替え時に生じるガス特性の変化の急激な増加は、燃焼システムの操作性に大きな影響を及ぼす。この変化を考慮して燃焼システムを調整することは実際的でないので、燃焼器の能力を超える動作が生じ、排出物コンプライアンスから外れた燃焼ダイナミクスおよび動作が増加する可能性がある。

【0011】

したがって、エタンなどの代替的なHRFのHHVを低減するためのシステムおよび方法が必要とされている。このシステムおよび方法は、ガス燃料の大幅な温度調節を必要とせず、広範囲にわたるMWIの調整を可能にすべきである。システムおよび方法は、LHVおよび得られるMWIを減少させるための希釈剤を提供するべきである。このシステ

50

ムおよび方法は、追加の燃料分離器および燃料過熱器を必要とすべきではない。このシステムおよび方法は、既存の燃料供給システムと比較して、単位エネルギー当たりの供給ガスのコストを大幅に増加させるべきではない。このシステムは、燃料システムから天然ガスまたはHRFのいずれかをパーズすることを提供しなければならない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

【特許文献1】欧州特許出願公開第2573359号明細書

【発明の概要】

【0013】

本発明の態様および利点は、以下の説明に記述されるか、またはその説明から明らかにすることができ、あるいは本発明の実施を通じて理解することができる。

【0014】

本発明の一実施形態は、高反応性燃料の修正ウォッペ指数を調整するためのシステムである。本システムは、燃焼器と、燃焼器の下流にあるタービンと、ガス燃料供給源と、ガス燃料供給源と燃焼器との間に流体結合された第1の燃料分配マニホールドと、ガス燃料供給源と燃焼器との間に流体結合された第2の燃料分配マニホールドと、を有するガスタービンを含む。本システムは、タービンの下流に配置された熱回収蒸気発生器をさらに含む。熱回収蒸気発生器は、第1の流量制御バルブを介して第1の燃料分配マニホールドに蒸気流を供給し、第2の流量制御バルブを介して第2の燃料分配マニホールドに蒸気流を供給する。

【0015】

本発明の別の実施形態は、高反応性ガス燃料を燃焼器に供給するための方法である。本方法は、熱回収蒸気発生器からの蒸気を第1の燃料分配マニホールド内に注入するステップであって、第1の燃料分配マニホールドは、ガス燃料供給源の下流で、かつ燃焼器の上流で流体結合される、ステップを含む。本方法は、第1の燃料分配マニホールド内で蒸気をガス燃料供給源からの高反応性ガス燃料と混合して、第1の蒸気ガス燃料混合物を形成するステップと、第1の燃料分配マニホールドからの第1の蒸気ガス燃料混合物を燃焼器の第1の予混合燃料回路に注入するステップと、をさらに含む。

【0016】

当業者であれば、本明細書の検討において、このような実施形態の特徴および態様などをよりよく理解するであろう。

【0017】

当業者を対象とするその最良の形態を含む本発明の完全かつ可能な開示は、添付の図面の参照を含め、本明細書の残りの部分において、より詳細に説明される。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の範囲内の例示的なガスタービンの機能ブロック図である。

【図2】本発明の一実施形態による、MWIを調整し、蒸気注入を利用して燃焼器から高反応性燃料をパーズするためのシステムの一例を示す概略図である。

【図3】本発明の一実施形態による、高反応性燃料のMWIを調整し、蒸気注入を利用して燃焼器から高反応性燃料をパーズする方法の一例を示すフローチャートである。

【図4】本発明の一実施形態による、蒸気注入を利用して高反応性燃料のMWIを調整する方法の一例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の本実施形態について詳しく説明するが、その1つまたは複数の例が、添付の図面に示されている。詳細な説明では、図面中の特徴を参照するために数値および文字による記号が使用されている。図面および説明の中で同じまたは類似の記号は、本発明の同じまたは類似の部品を参照するために使用されている。本明細書で使用する場合、用

10

20

30

40

50

語「第1の」、「第2の」、および「第3の」は、ある構成要素を別の構成要素から区別するために交換可能に使用されることができ、個々の構成要素の位置または重要性を示すことを意図するものではない。用語「上流側」および「下流側」は、流体経路における流体の流れに対する相対的な方向を指す。例えば、「上流」は流体がそこから流れる方向を示し、「下流」は流体がそこへ流れる方向を示す。

#### 【0020】

各例は、本発明の限定としてではなく、本発明の例示として提示される。実際、本開示の範囲または趣旨を逸脱せずに、修正および変更が本発明において可能であることは、当業者にとって明らかであろう。例えば、一実施形態の一部として図示または説明された特徴を別の実施形態で使用し、さらに別の実施形態を得ることができる。よって、本発明は、添付の請求項およびそれらの均等物の範囲内にある、そのような修正形態および変形形態をカバーすることを意図している。

10

#### 【0021】

本発明の一実施形態は、熱回収蒸気発生器(HRSG)、複合サイクル発電プラントの蒸気タービン、または他の供給源のうちのいずれかから抽出された過熱蒸気を、燃焼システムの上流でガス燃料内に注入して、燃料の修正ウォツベ指数(MWI)を調整することができるアプリケーションおよびプロセスの形態をとる。本発明の一実施形態は、単一の熱交換器、複数の熱交換器と共に適用することができ、あるいは熱交換器を含まなくてもよい。本発明の一実施形態は、蒸気注入システムからの蒸気を使用して燃焼システムの様々な燃料分配マニホールドをパージするためのシステムおよび方法の形態をとることができる。

20

#### 【0022】

本発明の一実施形態は、供給されたガス燃料のMWIに対する燃焼器の動作可能性限界の範囲を広げる技術的効果を有する。以下で説明するように、蒸気注入のポイントは、燃料供給源の下流であって、燃料を燃焼器に供給する燃料分配マニホールドの上流であってよい。蒸気注入のポイントは、燃料供給源と熱伝達する1つまたは複数の熱交換器の下流であってよい。

#### 【0023】

本発明は、ガス燃料が燃焼システムに入る前に、比較的少量の過熱蒸気をガス燃料供給ラインに注入することができる。蒸気/ガス比は、約1:100~約30:100の範囲とすることができ、過熱蒸気がガス燃料ライン内で凝縮しないことを確実にすることができる。

30

#### 【0024】

本発明の一実施形態は、ガス燃料を必要とする可能性のある様々な産業構成要素のMWIを制御するために使用することができる。例えば、限定するものではないが、本発明は、ヘビーデューティガスタービン、航空転用ガスタービンまたはボイラーに適用することができる。好ましい実施形態の以下の詳細な説明は、添付の図面を参照し、添付の図面は本発明の特定の実施形態を示す。異なる構造および動作を有する他の実施形態は、本発明の範囲から逸脱するものではない。

#### 【0025】

ここで図面を参照すると、図面全体を通して同一符号は同一要素を示しており、図1は、本発明の様々な実施形態を組み込むことができるガスタービン10を含む例示的な発電プラントサイトの機能ブロック図を示す。図示するように、ガスタービン10は、一般に、一連のフィルタ、冷却コイル、水分分離器、および/またはガスタービン10に入る空気14または他の作動流体を精製または調整するための他の装置を含むことができる吸気部12を含む。空気14は圧縮機部に流れ、そこで圧縮機16が空気14に運動エネルギーを徐々に与えて圧縮空気18を生成する。

40

#### 【0026】

圧縮空気18は、燃料供給システム22からの天然ガスなどの燃料20と混合され、1つまたは複数の燃焼器24内で可燃混合気を生成する。可燃混合気は、燃焼されて、高温

50

高圧高速の燃焼ガス 26 を生成する。燃焼ガス 26 は、タービン部のタービン 28 を通って流れ、仕事を生成する。例えば、タービン 28 は、シャフト 30 に接続され、タービン 28 の回転が圧縮機 16 を駆動して、圧縮空気 18 を生成することができる。あるいはまたはそれに加えて、シャフト 30 は、タービン 28 を、電気を発生するための発電機 32 に接続することができる。タービン 28 からの排気ガス 34 は、タービン 28 をタービン 28 の下流側の排気スタック 38 に接続する排気部 36 を通って流れる。排気部 36 は、例えば、環境への放出の前に、排気ガス 34 の浄化および排気ガス 34 からのさらなる熱の抽出のための熱回収蒸気発生器 (HRSG) 40 を含むことができる。例えば、HRSG 40 は、過熱蒸気を発生させる排気ガスと熱伝達する様々な熱交換器を含むことができる。次いで、過熱蒸気を、1つまたは複数の蒸気タービン (図示せず) などの発電プラントの様々な構成要素に送ることができる。

10

#### 【0027】

図 1 に示すように、燃料供給システムは、様々な燃料分配マニホールドまたはリング 42 (a)、42 (b)、42 (c) を含むことができ、それらは燃料供給システム 22 から燃料を受け取り、各燃焼器 24 内に画定された様々な燃料回路 (図示せず) に燃料を供給するようにそれぞれ適合されている。様々な燃料回路は、燃焼器内に配置された 1つまたは複数の燃料ノズルに対して、より大きな燃料制御の柔軟性を可能にすることができる。例えば、燃料分配マニホールド 42 (a) は、燃焼器内の第 1 の予混合回路すなわち PM1 に燃料 20 の一部を供給することができ、燃料分配マニホールド 42 (b)、42 (c) は、燃料を第 2 および第 3 の予混合マニホールドすなわち PM2 および PM3 にそれぞれ供給することができる。

20

#### 【0028】

図 2 は、本発明の一実施形態による蒸気注入を利用してガス燃料の MWI を調整するためのシステム 100 の一例を示す概略図である。図示するように、システム 100 は、図 1 に示す発電プラントと一体化することができる。特定の実施形態では、システム 100 は、燃料供給システム 22 と、1つまたは複数の燃料分配マニホールド 42 (a~c) の上流の燃料供給システム 22 と流体連通する少なくとも 1つの蒸気注入システム 102 と、燃料供給システム 22 および蒸気注入システム 102 に電子的に接続され、かつ/または電子的に通信するコントローラ 104 と、を含む。

30

#### 【0029】

図 2 に示すように、燃料供給システム 22 は、少なくとも 1つの燃料供給源または燃料源 44 に流体接続されている。燃料源 44 は、1つまたは複数の貯蔵タンクおよび/またはパイプライン (図示せず) を含むことができる。燃料源 44 は、燃料供給システム 22 に 1つまたは複数の気体燃料を供給することができる。例えば、燃料源 44 は、矢印 46 で概略的に示すように天然ガス (NG) などの主燃料を、および/または矢印 48 で概略的に示すようにエタンなどの高反応性燃料 (HRF) を燃料供給システム 22 に供給することができる。燃料源 44 から燃料供給システム 22 への対応する燃料 46、48 の流れを制御するために、1つまたは複数の制御または停止バルブ 50 (a)、50 (b) を設けることができる。バルブ 50 (a)、50 (b) は、コントローラ 104 と電子的に通信することができ、かつ/またはコントローラ 104 によって電子的に制御することができる。

40

#### 【0030】

燃料供給システム 22 は、燃料供給システム 22 の対応する燃料回路 54 (a~c) への流れを制御するための 1つまたは複数の流量制御または停止バルブ 52 (a~c) を含む。各燃料回路 54 (a~c) は、バルブ 52 (a~c) と対応する燃料分配マニホールド 42 (a~c) との間に流路を提供する 1つまたは複数の流体導管、パイプおよび/または接合部を含む。3つの流量制御または停止バルブが示されているが、システムは任意の数の流量制御または停止バルブを含むことができ、3つに限定されない。バルブ 52 (a)、52 (b)、52 (c) は、コントローラ 104 と電子的に通信することができ、かつ/またはコントローラ 104 によって電子的に制御することができる。特定の実施形

50

態では、燃料供給システム 22 は、燃料供給源 44 の下流であって、燃料分配マニホールド 42 ( a ~ c ) の上流に配置された 1 つまたは複数の熱交換器 56 を含むことができる。

#### 【 0031 】

熱交換器 56 は、熱交換媒体を熱交換器 56 に供給する、HRSG 40、蒸気タービンおよび/またはボイラーなどの熱源と熱伝達することができる。特定の実施形態では、熱交換器 56 は、ガスタービン 10 の排気部 36 を通って流れる排気ガス 34 から熱エネルギーを受け取るように適合されてもよい。少なくとも 1 つの熱交換器 54 をバルブ 52 ( a ~ c ) の上流に配置することができる。特定の実施形態では、1 つまたは複数の熱交換器 54 をバルブ 52 ( a ~ c ) の下流に配置することができる。第 1 の熱交換器が HRF 48 を予熱するためにのみ適している場合などには、追加の熱交換器が必要となること

10

#### 【 0032 】

蒸気注入システム 102 は、パイプ、流体導管および/または様々なバルブなどの流体結合部を介して燃料供給システム 22 および燃料分配マニホールド 42 ( a ~ c ) に流体結合することができ、これらの流体結合部は、限定はしないが HRSG 40 などの蒸気注入システム 102 の蒸気源 106 と 1 つまたは複数の燃料分配マニホールド 42 ( a ~ c ) との間の様々な流体流路を画定する。様々な実施形態では、蒸気注入システム 102 は、蒸気源 106 の下流であって、対応する燃料分配マニホールド 42 ( a ~ c ) の上流に配置された少なくとも 1 つの停止および/または流量制御バルブ 108 を含むことができる。一実施形態では、図 2 に示すように、蒸気注入システムは、少なくとも 3 つの停止および/または流量制御バルブ 108 ( a ~ c ) を含む。

20

#### 【 0033 】

特定の実施形態では、バルブ 108 ( a )、108 ( b )、108 ( c ) はそれぞれバルブ 52 ( a )、52 ( b )、および/または 52 ( c ) の下流に配置される。バルブ 108 ( a )、108 ( b )、108 ( c ) は、コントローラ 104 と電子的に通信することができ、かつ/またはコントローラ 104 によって電子的に制御することができる。バルブ 108 ( a ~ c ) は、蒸気注入システム 102 に関連する動作条件の下で機能することができるタイプののものであってもよい。バルブ 108 ( a ~ c ) は、正確な流量制御を可能にする直線的な範囲で動作することができる。例えば、限定するものではないが、バルブ 108 ( a ~ c ) は、矢印 110 で概略的に示す蒸気源 106 から流れる過熱蒸気の流量を、蒸気注入システム 102 を通る最大流量の 5 ~ 10 % に制限することを可能にすることができる。特定の実施形態では、図 1 に示すように、1 つもしくは複数のパージバルブまたはドレイン 58 ( a ~ c ) をバルブ 108 ( a )、108 ( b )、108 ( c ) の下流に、かつ/または燃料分配マニホールド 42 ( a ~ c ) の下流に配置することができる。

30

#### 【 0034 】

コントローラ 104 は、ガス供給業者から発電プラントサイトに供給される流入する HRF 48 の MWI を自動的にまたは連続的に監視するように構成することができる。あるいは、コントローラ 104 は、蒸気注入システム 102 の動作を開始するためにユーザ動作を要求するように構成されてもよい。本発明のコントローラ 104 の一実施形態は、独立型システムとして機能してもよい。あるいは、コントローラ 104 は、タービン制御装置またはプラント制御システムなどのより広いシステム内のモジュールなどとして一体化されてもよい。

40

#### 【 0035 】

ガスタービン 10 の動作中に、天然ガスなどの主燃料が利用できなくなった場合に、エタンまたは他の高反応性燃料などの HRF を燃焼させることが必要および/または望ましいことになる可能性がある。その結果、起こり得る排出物コンプライアンス問題または他の起こり得る熱的または機械的問題を防止するために、HRF の修正ウォッペ数または修正ウォッペ指数などの HRF の様々な特性を調整または修正する必要が生じる場合がある

50

## 【 0 0 3 6 】

動作中には、H R F 4 8 が燃料供給システム 2 2 に供給される。次に、H R F 4 8 は、熱交換器 5 4 を通って流れることができる。ガスタービン 1 0 からの排気ガス 3 4 などの熱伝達媒体からの熱エネルギーは、熱交換器 5 6 を通って流れ、H R F 4 8 に伝達され、それによって H R F の温度が上昇する。燃料温度が上昇すると、発電プラントサイトの全体性能が向上することができる。H R F 4 8 の温度は、例えば、限定はしないが、華氏約 3 5 0 ~ 約 5 0 0 度の範囲に上昇することができる。温度上昇量は、例えば、限定はしないが、ガスタービンの種類（フレームサイズなど）および構成（燃焼システムの種類）によって変化してもよい。

10

## 【 0 0 3 7 】

次に、H R F 4 8 は、熱交換器 5 6 の下流に流れて、そこでバルブ 5 2 ( a ~ c ) に分配され得る。ガスタービン 1 0 の現在の動作条件に少なくとも部分的に基づいて、コントローラ 1 0 4 は、バルブ 5 2 ( a ~ c ) の 1 つまたは複数の開放位置と閉鎖位置との間で、完全にまたは少なくとも部分的に作動し、それによって、対応する燃料分配マニホールド 4 2 ( a ~ c ) を H R F 4 8 で充填するか、またはそれを遮断することができる。コントローラ 1 0 4 は、バルブ 1 0 8 ( a )、1 0 8 ( b )、および / または 1 0 8 ( c ) の 1 つまたは複数の開放位置と閉鎖位置との間で、完全にまたは少なくとも部分的に作動し、それによって、過熱蒸気 1 1 0 の流れに対応する燃料分配マニホールド 4 2 ( a ~ c ) の上流の H R F 4 8 の流れに注入し、それと混合することを可能にすることができる。蒸気注入システム 1 0 2 は、主として、H R F 4 8 の M W I を調整するために使用するために過熱蒸気 1 1 0 を供給する役割を果たす（後述する）。

20

## 【 0 0 3 8 】

一実施形態では、バルブ 5 2 ( a ~ c ) のうちの 1 つまたは複数の閉じて燃料の流れを閉鎖することができ、かつ対応するバルブ 1 0 8 ( a ~ c ) を開放することができるので、過熱蒸気を用いて対応する燃料分配マニホールド 4 2 ( a ~ c ) から H R F 4 8 をパージすることができる。

## 【 0 0 3 9 】

本発明は、本発明の実施形態による、方法、装置（システム）、およびコンピュータプログラム製品のフローチャートおよび / またはブロック図を参照して以下で記載されている。フローチャートおよび / またはブロック図の各ブロックならびにフローチャートおよび / またはブロック図のブロックの組み合わせは、コンピュータプログラム命令によって実施することができることが理解されよう。これらのコンピュータプログラム命令は、機械を製造するために汎用コンピュータ、専用コンピュータ、または他のプログラム可能データ処理装置のプロセッサに供給されてもよく、これにより、コンピュータまたは他のプログラム可能データ処理装置のプロセッサによって実行されるこれらの命令は、フローチャートおよび / またはブロック図のブロックまたは複数のブロックで指定された機能 / 動作を実施するための手段をもたらす。

30

## 【 0 0 4 0 】

これらのコンピュータプログラム命令は、コンピュータまたは他のプログラム可能なデータ処理装置に対して特定の方法で機能するように指示することができるコンピュータ可読メモリに格納することもでき、そのようにして、コンピュータ可読メモリに格納された命令は、フローチャートおよび / またはブロック図の 1 つもしくは複数のブロックで指定される機能 / 動作を実行する命令手段を含む製造物を生成する。コンピュータまたは他のプログラム可能な装置で一連の動作ステップを実行させてコンピュータ実行処理を生成するために、コンピュータプログラム命令をコンピュータまたは他のプログラム可能なデータ処理装置にロードすることもでき、そのようにして、コンピュータまたは他のプログラム可能な装置で実行される命令は、フローチャートおよび / またはブロック図の 1 つもしくは複数のブロックで指定される機能 / 動作を実行するためのステップを提供する。

40

## 【 0 0 4 1 】

50

図3は、本発明の一実施形態による蒸気注入システム102を利用して、エタンなどの高反応性燃料(HRF)の修正ウォッペ指数(MWI)を調整する方法200の一例を示すフローチャートである。ステップ202において、方法200は、蒸気源106からの過熱蒸気110を、対応する燃料分配マニホールド42(a~c)の上流の少なくとも1つの燃料回路53(a~c)に導入するステップを含む。

【0042】

ステップ204において、方法200は、対応する燃料回路53(a~c)にHRF48を充填し、HRF48をその中の過熱蒸気110と混合するステップを含む。ステップ206において、方法200は、サイクル条件および/または燃料組成に少なくとも部分的に基づいて、燃料回路54(a~c)内への過熱蒸気110の流量を調整するステップを含む。ステップ208において、方法200は、HRF48の流れを停止させるステップを含み、ステップ210において、方法200は、過熱蒸気110により対応する燃料分配マニホールド42(a~c)からHRF48をパージするステップを含む。例えば、過熱蒸気は、燃料分配マニホールド42(a~c)を通してガスタービンから排出することができる。

10

【0043】

図4は、本発明の一実施形態による蒸気注入システム102を利用して、エタンなどの高反応性燃料(HRF)のMWIを調整する方法300の一例を示すフローチャートである。方法300は、先に示した方法200の中に組み込むことができる。ステップ302において、方法300は、HRF48のMWIを監視することができる。上述したように、発電プラントサイトが様々な特性を有するHRF48を受け取るため、HRF48のMWIは変動し得る。説明したように、MWIは次式で定義される。

20

【0044】

【数3】

$$MWI = \frac{LHV}{\sqrt{(SG \times (460 + T_g))}}$$

変数は以下のように定義される。LHVはガス燃料またはガス燃料と蒸気の混合物の低位発熱量であり、SGは空気に対するガス燃料またはガス燃料と蒸気の混合物の比重であり、Tgはガス燃料またはガス燃料と蒸気の混合物の温度(°F)である。

30

【0045】

方法300は、MWIの式の中の変数についてのデータをコントローラ104から受け取り、次に上式を用いてMWIを決定することができる。ステップ304において、方法300は、ステップ302で決定されたMWI値が所望の動作範囲外であるかどうかを判定することができる。本発明は、ユーザがMWIの所望の範囲と許容可能な不感帯を設定することを可能にすることができる。これは、例えば、限定はしないが、燃焼器24がOEM燃料ノズルからのMWIの異なる範囲で動作することができる交換ノズルを含む場合に、有用であり得る。ここで、本発明は、ユーザがMWIの動作範囲を変更することを可能にすることができる。本発明の別の実施形態では、燃焼器24の原装置製造業者(OEM)は、MWI範囲が固定され、OEMによって設定されることを要求することができる。方法300が、MWIが所望の範囲および許容可能な不感帯の外にあると判定した場合には、方法300はステップ306に進むことができ、そうでなければ方法300はステップ302に戻るることができる。

40

【0046】

ステップ306において、方法300は、蒸気注入システム102の許容値が満足されるか否かを判定することができる。本発明の一実施形態は、ユーザが少なくとも1つの蒸気注入許容値を構成することを可能にすることができる。少なくとも1つの蒸気注入許容値は、以下の許容値のうちの1つを含むことができる。ガスタービン10がガス燃料で動

50

作している。ガス燃料温度が華氏約350～約500度である。ガスタービン10が温度制御で動作している。蒸気温度および圧力は、発電プラントサイトに特有の範囲内で動作している。過熱蒸気が蒸気経路を予熱してある。飽和蒸気温度よりも華氏約50度高い過熱温度を維持する。蒸気注入システム102の流量は、最大ガス燃料流量の30%に制限される。蒸気注入許容値が満たされている場合には、方法300はステップ308に進むことができ、そうでなければ、方法300はステップ302に戻ることができる。

**【0047】**

ステップ308において、方法300は、蒸気注入システム102を動作させることができる。本発明の一実施形態は、蒸気注入システム102を作動させることをユーザに促すことができる。本発明の別の実施形態では、方法300は、ステップ306で蒸気注入許容値が満たされた後に自己可能であってもよい。蒸気注入システム102が動作可能である場合には、方法300はステップ310に進むことができ、そうでなければ、方法300はステップ302に戻ることができる。

10

**【0048】**

ステップ310において、方法300は、蒸気注入システム102の動作を開始することができる。ユーザは、ステップ308が満たされた後に自動的に起動するように方法300を予め構成することができる。例えば、蒸気注入システム102の動作が遠隔的に行われる場合には、ユーザはこのオプションを望むことができる。あるいは、方法300は、蒸気注入システム102を始動させるためのユーザ動作を要求するように予め構成されてもよい。ユーザの動作は、限定はしないが、蒸気注入システム102が制御され得るディスプレイ上で「蒸気注入システム開始」ボタンなどを選択することであってもよい。

20

**【0049】**

ステップ312において、方法300は、MWI値が所望の動作範囲および不感帯より下であるかどうかを判定することができる。方法300は、蒸気注入システム102の動作が開始されたので、HRF48のMWIに対する影響を判定することができる。ステップ312で、方法300は、ステップ304で前に説明したように、所望のMWI範囲との比較のために新しいMWIを決定することができる。ステップ312において、方法300は、MWIが所望の範囲および不感帯より上であるかどうかを判定することもできる。方法300が、MWIが依然として所望の範囲より上であると判定した場合には、方法300はステップ314に進むことができ、そうでなければ方法300はステップ316に進むことができる。

30

**【0050】**

ステップ314において、方法300は、蒸気注入システム102の流量を増加させてMWIを減少させることができる。ユーザは、流量制御バルブ108(a～c)のストロークを増加させて、蒸気注入システム102の流量を増加させることができる。本発明の別の実施形態では、制御システムは、流量制御バルブ108(a～c)のストロークを自動的に増加させることができる。方法300がステップ314で蒸気注入システム102の流量を増加させた後に、方法300はステップ302に戻ることができる。

**【0051】**

ステップ316において、方法300は、蒸気注入システム102の流量を減少させて、MWIを増加させることができる。ここで、ユーザは、必要に応じて、流量制御バルブ108(a～c)のストロークを調整して、蒸気注入システム102の流量を減少させることができる。本発明の別の実施形態では、コントローラ104は、流量制御バルブ108(a～c)のストロークを自動的に調整して、MWIを減少させることができる。方法300がステップ316で蒸気注入システム102の流量を減少させた後に、方法300はステップ302に戻ることができる。

40

**【0052】**

本明細書で提供されるシステムおよび方法は、燃焼器に高反応性燃料を供給するための既存の燃料供給システムに対していくつかの利点を提供する。例えば、このシステムは、炎の保持の危険なしに、燃料の質量の25%～100%の量で存在するエタンなどの高反

50

応性燃料の燃焼を可能にする。これに加えて、あるいはその代わりに、システムは、以前のM N Q Cシステムと比較して導入される蒸気の量を3～4倍減少させる。その結果、運用コストと環境への影響も減少する。例えば、100%エタンを使用する場合に、蒸気対エタンの比は、1.2:1から0.32:1に減少させることができる。これに加えてまたはその代わりに、コントローラ104は、サイクル条件(環境条件を含む)および燃料組成に基づいて蒸気含有率を調整するように構成されてもよい。低負荷および/または寒冷な日には、必要な蒸気はより少なくなり、または蒸気は不要となり得る。これに加えてまたはその代わりに、回路レベルのドーピングによって、燃料スプリットが指示するように、各燃料回路に異なる量の蒸気を導入することが可能になる。これに加えてまたはその代わりに、このシステムのパージ機構は、ブースタ圧縮機およびN<sub>2</sub>の別個の供給源を必要とする従来の不活性(N<sub>2</sub>)パージよりも使用が簡単である。場合によっては、空気分離ユニットによりN<sub>2</sub>を得ることができる。このように、本発明により、A S Uおよびブースタ圧縮機のための資本費用がなくなる。

10

#### 【0053】

いくつかの代替的な実施では、ステップで説明した機能は図面で説明した順序と異なる順序で行われてもよいことに留意されたい。例えば、連続して示す2つのステップが、実際に、実質的に同時に実行されてもよいし、あるいはそれらのステップが含まれる機能に応じて時には逆の順序で実行されてもよい。ステップ図およびフローチャートの各ステップ、ならびにステップ図および/またはフローチャートのステップの組み合わせが、指定された機能もしくは動作を実行する専用のハードウェアベースのコンピュータシステム、あるいは専用ハードウェアおよびコンピュータ命令の組み合わせによって実現することができることもまた留意されたい。

20

#### 【0054】

本明細書で用いる用語は、特定の実施形態を説明することだけを目的とし、本発明を限定することを目的とするものではない。本明細書で使用する場合、単数形「1つの(a)」、「1つの(an)」、および「この(the)」は、特に明示しない限り、複数形も含むことが意図される。「含む(comprise)」および/または「含んでいる(comprising)」という用語は、本明細書で使用される場合、記載した特徴、整数、ステップ、動作、要素、および/または構成要素が存在することを明示するが、1つまたは複数の他の特徴、整数、ステップ、動作、要素、構成要素、および/またはそれらの組が存在することまたは追加することを除外しないことがさらに理解されよう。

30

#### 【0055】

特定の実施形態が本明細書に図示され、説明されているが、同じ目的を達成するために計算された任意の構成を、図示した特定の実施形態に置き換えることができること、および本発明は他の環境において他の用途を有することを理解されたい。この出願は、本発明の任意の適合または変形を包含するように意図されている。以下の特許請求の範囲は、本発明の範囲を本明細書に記載した特定の実施形態に限定するものでは決してない。

#### [実施態様1]

高反応性燃料の修正ウォッペ指数を調整するためのシステム(100)であって、  
 燃焼器(24)と、前記燃焼器(24)の下流にあるタービン(28)と、ガス燃料供給源(44)と、前記ガス燃料供給源(44)と前記燃焼器(24)との間に流体結合された第1の燃料分配マニホールド(42)と、前記ガス燃料供給源(44)と前記燃焼器(24)との間に流体結合された第2の燃料分配マニホールド(42)と、を有するガスタービン(10)と、

40

前記タービン(28)の下流に配置された熱回収蒸気発生器(40)と、を含み、前記熱回収蒸気発生器(40)は、第1の流量制御バルブ(52)を介して前記第1の燃料分配マニホールド(42)に蒸気流を供給し、第2の流量制御バルブ(52)を介して前記第2の燃料分配マニホールド(42)に蒸気流を供給する、システム(100)。

#### [実施態様2]

前記第1の流量制御バルブ(52)は、前記ガス燃料供給源(44)の下流であって前

50

前記第 1 の燃料分配マニホールド ( 4 2 ) の上流にある位置で前記第 1 の燃料分配マニホールド ( 4 2 ) に流体結合される、実施態様 1 に記載のシステム ( 1 0 0 ) 。

[ 実施態様 3 ]

前記第 2 の流量制御バルブ ( 5 2 ) は、前記ガス燃料供給源 ( 4 4 ) の下流であって前記第 2 の燃料分配マニホールド ( 4 2 ) の上流にある位置で前記第 2 の燃料分配マニホールド ( 4 2 ) に流体結合される、実施態様 1 に記載のシステム ( 1 0 0 ) 。

[ 実施態様 4 ]

前記第 1 の燃料分配マニホールド ( 4 2 ) および前記第 1 の流量制御バルブ ( 5 2 ) は、前記燃焼器 ( 2 4 ) の第 1 の予混合燃料回路 ( 5 4 ) に流体結合される、実施態様 1 に記載のシステム ( 1 0 0 ) 。

10

[ 実施態様 5 ]

前記第 2 の燃料分配マニホールド ( 4 2 ) および前記第 2 の流量制御バルブ ( 5 2 ) は、前記燃焼器 ( 2 4 ) の第 2 の予混合燃料回路 ( 5 4 ) に流体結合される、実施態様 1 に記載のシステム ( 1 0 0 ) 。

[ 実施態様 6 ]

前記ガス燃料供給源 ( 4 4 ) と前記第 1 の燃料分配マニホールド ( 4 2 ) との間に配置された熱交換器 ( 5 6 ) をさらに含み、前記熱交換器 ( 5 6 ) は、前記ガス燃料供給源 ( 4 4 ) から前記第 1 の燃料分配マニホールド ( 4 2 ) に流れる高反応性燃料と熱伝達する、実施態様 1 に記載のシステム ( 1 0 0 ) 。

[ 実施態様 7 ]

前記ガス燃料供給源 ( 4 4 ) と前記第 2 の燃料分配マニホールド ( 4 2 ) との間に配置された熱交換器 ( 5 6 ) をさらに含み、前記熱交換器 ( 5 6 ) は、前記ガス燃料供給源 ( 4 4 ) から前記第 2 の燃料分配マニホールド ( 4 2 ) に流れる高反応性燃料と熱伝達する、実施態様 1 に記載のシステム ( 1 0 0 ) 。

20

[ 実施態様 8 ]

前記ガス燃料供給源 ( 4 4 ) と前記燃焼器 ( 2 4 ) との間に流体結合された第 3 の燃料分配マニホールド ( 4 2 ) と、前記ガス燃料供給源 ( 4 4 ) の下流に配置された第 3 の流量制御バルブ ( 5 2 ) と、をさらに含み、前記熱回収蒸気発生器 ( 4 0 ) は、第 3 の流量制御バルブ ( 5 2 ) を介して前記第 3 の燃料分配マニホールド ( 4 2 ) に蒸気流を供給する、実施態様 1 に記載のシステム ( 1 0 0 ) 。

30

[ 実施態様 9 ]

前記第 3 の流量制御バルブ ( 5 2 ) は、前記ガス燃料供給源 ( 4 4 ) の下流であって前記第 3 の燃料分配マニホールド ( 4 2 ) の上流にある位置で前記第 3 の燃料分配マニホールド ( 4 2 ) に流体結合される、実施態様 7 に記載のシステム ( 1 0 0 ) 。

[ 実施態様 1 0 ]

前記第 3 の燃料分配マニホールド ( 4 2 ) および前記第 3 の流量制御バルブ ( 5 2 ) は、前記燃焼器 ( 2 4 ) の第 3 の予混合燃料回路 ( 5 4 ) に流体結合される、実施態様 7 に記載のシステム ( 1 0 0 ) 。

[ 実施態様 1 1 ]

前記ガス燃料供給源 ( 4 4 ) と前記第 3 の燃料分配マニホールド ( 4 2 ) との間に配置された熱交換器 ( 5 6 ) をさらに含み、前記熱交換器 ( 5 6 ) は、前記ガス燃料供給源 ( 4 4 ) から前記第 3 の燃料分配マニホールド ( 4 2 ) に流れる高反応性燃料と熱伝達する、実施態様 7 に記載のシステム ( 1 0 0 ) 。

40

[ 実施態様 1 2 ]

高反応性ガス燃料を燃焼器 ( 2 4 ) に供給するための方法であって、  
熱回収蒸気発生器 ( 4 0 ) からの蒸気を第 1 の燃料分配マニホールド ( 4 2 ) 内に注入するステップであって、前記第 1 の燃料分配マニホールド ( 4 2 ) は、ガス燃料供給源 ( 4 4 ) の下流で、かつ前記燃焼器 ( 2 4 ) の上流で流体結合される、ステップと、  
前記第 1 の燃料分配マニホールド ( 4 2 ) 内で前記蒸気を前記ガス燃料供給源 ( 4 4 ) からの高反応性ガス燃料と混合して、第 1 の蒸気ガス燃料混合物を形成するステップと、

50

前記第1の燃料分配マニホールド(42)からの前記第1の蒸気ガス燃料混合物を前記燃焼器(24)の第1の予混合燃料回路(54)に注入するステップと、を含む方法。

[実施態様13]

第1の流量制御バルブ(52)を介して前記第1の燃料分配マニホールド(42)内への前記蒸気の流量を調整するステップをさらに含む、実施態様12に記載の方法。

[実施態様14]

前記第1の燃料分配マニホールド(42)内への前記蒸気の前記流量は、ガスタービン(10)サイクル条件、燃料組成、および前記高反応性ガス燃料の修正ウォッペ指数のうちの少なくとも1つに基づいて調整される、実施態様13に記載の方法。

[実施態様15]

前記高反応性ガス燃料の流れを遮断し、前記第1の燃料分配マニホールド(42)および前記第1の予混合燃料回路(54)の少なくとも一方を前記蒸気でパージするステップをさらに含む、実施態様12に記載の方法。

[実施態様16]

前記熱回収蒸気発生器(40)からの蒸気を第2の燃料分配マニホールド(42)に注入するステップをさらに含み、前記第2の燃料分配マニホールド(42)は、前記ガス燃料供給源(44)の下流で、かつ前記燃焼器(24)の上流で流体結合され、前記第2の燃料分配マニホールド(42)内で前記蒸気を前記ガス燃料供給源(44)からの前記高反応性ガス燃料と混合して、第2の蒸気ガス燃料混合物を形成するステップと、前記第2の燃料分配マニホールド(42)からの前記第2の蒸気ガス燃料混合物を前記燃焼器(24)の第2の予混合燃料回路(54)に注入するステップと、を含む、実施態様12に記載の方法。

[実施態様17]

第2の流量制御バルブ(52)を介して前記第2の燃料分配マニホールド(42)内への前記蒸気の流量を調整するステップをさらに含む、実施態様16に記載の方法。

[実施態様18]

前記第2の燃料分配マニホールド(42)内への前記蒸気の前記流量は、ガスタービン(10)サイクル条件、燃料組成、および前記高反応性ガス燃料の修正ウォッペ指数のうちの少なくとも1つに基づいて調整される、実施態様17に記載の方法。

[実施態様19]

前記高反応性ガス燃料の流れを遮断し、前記第2の燃料分配マニホールド(42)および前記第2の予混合燃料回路(54)の少なくとも一方を前記蒸気でパージするステップをさらに含む、実施態様16に記載の方法。

[実施態様20]

前記熱回収蒸気発生器(40)からの蒸気を第3の燃料分配マニホールド(42)内に注入するステップであって、前記第3の燃料分配マニホールド(42)は、前記ガス燃料供給源(44)の下流で、かつ前記燃焼器(24)の上流で流体結合される、ステップと、前記第3の燃料分配マニホールド(42)内で前記蒸気を前記ガス燃料供給源(44)からの前記高反応性ガス燃料と混合して、第3の蒸気ガス燃料混合物を形成するステップと、前記第3の燃料分配マニホールド(42)からの前記第3の蒸気ガス燃料混合物を前記燃焼器(24)の第3の予混合燃料回路(54)に注入するステップと、をさらに含む、実施態様12に記載の方法。

【符号の説明】

【0056】

10 ガスタービン

12 吸気部

14 作動流体、空気

16 圧縮機

18 圧縮された作動流体、圧縮空気

20 燃料

10

20

30

40

50

2 2	燃料供給源、燃料供給システム	
2 4	燃焼器	
2 6	燃焼ガス	
2 8	タービン	
3 0	シャフト	
3 2	発電機 / モータ	
3 4	排気ガス	
3 6	排気部	
3 8	排気スタック	
4 0	H R S G	10
4 2	燃料分配マニホールド、リング	
4 2 ( a )	燃料分配マニホールド、リング	
4 2 ( b )	燃料分配マニホールド、リング	
4 2 ( c )	燃料分配マニホールド、リング	
4 4	燃料供給源 / 燃料源	
4 6	天然ガス、燃料	
4 8	高反応性燃料 ( H R F )	
5 0 ( a )	停止 / 制御バルブ	
5 0 ( b )	停止 / 制御バルブ	
5 2 ( a )	流量制御 / 停止バルブ	20
5 2 ( b )	流量制御 / 停止バルブ	
5 2 ( c )	流量制御 / 停止バルブ	
5 4 ( a )	燃料回路、熱交換器	
5 4 ( b )	燃料回路、熱交換器	
5 4 ( c )	燃料回路、熱交換器	
5 6	熱交換器	
5 8 ( a )	パージバルブ / ドレイン	
5 8 ( b )	パージバルブ / ドレイン	
5 8 ( c )	パージバルブ / ドレイン	
1 0 0	システム	30
1 0 2	蒸気注入システム	
1 0 4	コントローラ	
1 0 6	蒸気源	
1 0 8	停止 / 制御バルブ	
1 0 8 ( a )	停止 / 制御バルブ	
1 0 8 ( b )	停止 / 制御バルブ	
1 0 8 ( c )	停止 / 制御バルブ	
2 0 0	方法	
2 0 2	ステップ	
2 0 4	ステップ	40
2 0 6	ステップ	
2 0 8	ステップ	
2 1 0	ステップ	
3 0 0	方法	
3 0 2	ステップ	
3 0 4	ステップ	
3 0 6	ステップ	
3 0 8	ステップ	
3 1 0	ステップ	
3 1 2	ステップ	50

- 3 1 4 ステップ
- 3 1 6 ステップ

【図1】

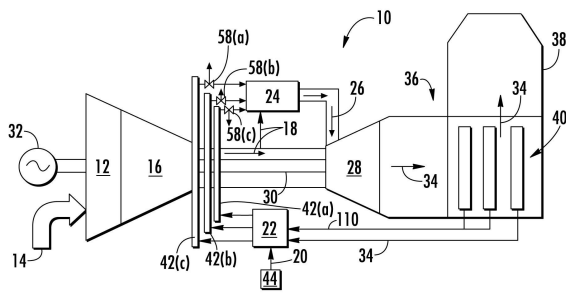


FIG. 1

【図2】

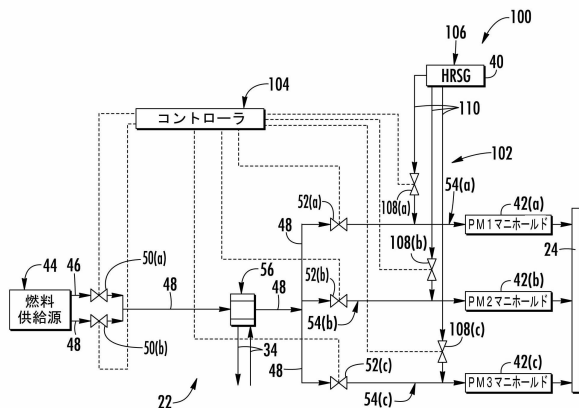


FIG. 2

【図3】

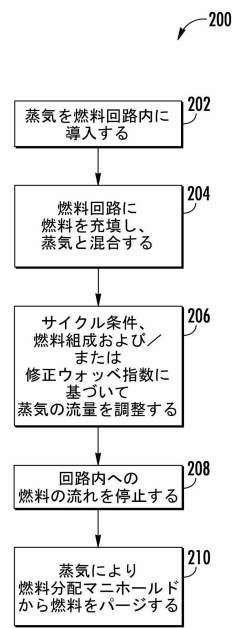


FIG. 3

【 図 4 】

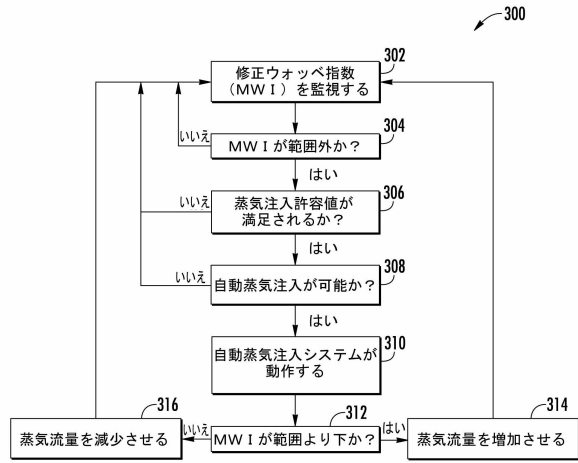


FIG. 4

## フロントページの続き

- (72)発明者 ゴールドミール, ジェフリー・スコット  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12345、スケネクタディ、リバー・ロード、1番
- (72)発明者 スロボディアンスキー, イリア・アレクサンドロビッチ  
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・29615、グリーンビル、ガーリントン・ロード、300番

審査官 高吉 統久

- (56)参考文献 特開2009-243711(JP, A)  
特開2009-074550(JP, A)  
特開2001-152876(JP, A)  
欧州特許出願公開第2573359(EP, A2)  
米国特許出願公開第2012/0167547(US, A1)  
特開2005-307812(JP, A)  
特開2002-371862(JP, A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02C	3/30
F02C	7/224
F02C	7/228
F02C	7/232
F23K	5/00
F23R	3/00