

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5683102号
(P5683102)

(45) 発行日 平成27年3月11日 (2015. 3. 11)

(24) 登録日 平成27年1月23日 (2015. 1. 23)

(51) Int. Cl.	F I	
F 2 3 R 3/34 (2006. 01)	F 2 3 R	3/34
F 0 2 C 7/22 (2006. 01)	F 0 2 C	7/22 A
F 0 2 C 9/40 (2006. 01)	F 0 2 C	9/40 A
F 0 2 C 9/54 (2006. 01)	F 0 2 C	9/54
F 2 3 R 3/28 (2006. 01)	F 2 3 R	3/28 D
請求項の数 8 外国語出願 (全 13 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2009-296996 (P2009-296996)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成21年12月28日 (2009. 12. 28)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公開番号	特開2010-159956 (P2010-159956A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 1 2 3
(43) 公開日	平成22年7月22日 (2010. 7. 22)		4 5、スケネクタデイ、リバーロード、1
審査請求日	平成24年12月17日 (2012. 12. 17)		番
(31) 優先権主張番号	12/349, 933	(74) 代理人	100137545
(32) 優先日	平成21年1月7日 (2009. 1. 7)		弁理士 荒川 聡志
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100105588
			弁理士 小倉 博
		(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久
		(72) 発明者	ルイス・パークレー・デイヴィス、ジュニア
			アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカ
			ユナ、ウィンザー・ドライブ、4020番
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 気流分割の調節による希薄遅延噴射

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガスタービンエンジン（10）であって、

燃料回路（70）から供給される第1の燃料を燃焼させる第1の内部空間（21）を有する燃焼器（20）と、

回転タービンブレードを有するタービン（50）であって、少なくとも第1の燃料の燃焼生成物を受け取ってタービンブレードに回転力を与えるタービン（50）と、

前記燃料回路（70）から供給される第2の燃料と第1の燃料の燃焼生成物とを燃焼させることのできる第2の内部空間（41）を含む移行ゾーン（43）であって、前記燃焼器（20）と前記タービン（50）とを互いに流体接続させる移行ゾーン（43）と、

前記移行ゾーン（43）によって構造的に支持され、前記燃料回路（70）に接続された複数の燃料噴射器（60）であって、第2の燃料を第2の内部空間（41）に軸方向単段、軸方向多段、軸方向単段周方向段及び軸方向多段周方向段のいずれかで供給するように構成された複数の燃料噴射器（60）と、

前記燃焼器（20）及び前記移行ゾーン（43）に流体接続された圧縮機（30）であって、燃焼用の空気を第1及び第2の内部空間（21、41）に供給する圧縮機（30）と、

前記燃料回路（70）に接続された制御システムであって、第1及び第2の内部空間（21、41）への空気の相対量、及び前記燃料回路（70）から第1及び第2の内部空間（21、41）に供給される第1及び第2の燃料の相対量を制御する制御システムと、

10

20

前記制御システムによって制御される製油所ガス弁（９１）であって、弁を開いたときに製油所ガスを前記燃料回路（７０）を通して前記燃料噴射器（６０）に送るための製油所ガス弁（９１）と

を備える、ガスタービンエンジン（１０）。

【請求項２】

前記制御システムが、

圧縮機（３０）の出口近傍に設置され、前記圧縮機（３０）と前記燃焼器（２０）と前記移行ゾーン（４３）との間に介在する三方弁（１１０）と、

前記三方弁（１１０）に接続されたコントローラ（８０）であって、前記三方弁（１１０）の開閉動作によって、第１及び第２の内部空間（２１、４１）に供給する空気の相対量の増加及び減少の少なくともいずれかを行うコントローラ（８０）とを備える、請求項１に記載のガスタービンエンジン（１０）。

10

【請求項３】

前記制御システムが、所定の空燃比に従って、第１及び第２の内部空間に供給する空気の相対量を制御する、請求項１又は請求項２に記載のガスタービンエンジン（１０）。

【請求項４】

前記制御システムが、前記燃焼器（２０）、前記圧縮機（３０）、前記移行ゾーン（４３）及び前記タービン（５０）の現在の状態に基づいて、第１及び第２の内部空間に供給する空気の相対量を制御する、請求項１乃至請求項３のいずれか１項に記載のガスタービンエンジン（１０）。

20

【請求項５】

タービン（５０）と燃焼器（２０）との間に配設された移行ゾーン（４３）を介してタービン（５０）と燃焼器（２０）とが流体接続されていて、空気が圧縮機（３０）から燃焼器（２０）及び前記移行ゾーン（４３）に供給されるガスタービンエンジン（１０）の動作方法であって、

第１の燃料を燃焼器（２０）の第１の内部空間（２１）に供給する段階と、

第１の燃料を前記燃焼器（２０）の第１の内部空間（２１）で燃焼させる段階と、

第２の燃料を前記移行ゾーン（４３）の第２の内部空間（４１）に軸方向単段、軸方向多段、軸方向単段周方向段及び軸方向多段周方向段のいずれかで供給する段階と、

第２の燃料と第１の内部空間（２１）から受け取った燃焼生成物の流れとを前記移行ゾーン（４３）の第２の内部空間（４１）で燃焼させる段階と、

30

空気と第１及び第２の内部空間（２１、４１）に供給される第１及び第２の燃料との相対量を制御する段階と、

製油所ガスを前記燃料回路（７０）を通して前記燃料噴射器（６０）に送るための製油所ガス弁（９１）を制御する段階と

を含む方法。

【請求項６】

圧縮機（３０）の出口近傍に設置され、前記圧縮機（３０）と前記燃焼器（２０）と前記移行ゾーン（４３）との間に介在する三方弁（１１０）の開閉動作によって、第１及び第２の内部空間（２１、４１）に供給する空気の相対量を制御することを含む、請求項５に記載の方法。

40

【請求項７】

前記制御が、所定の空燃比に従って行われる、請求項５に記載の方法。

【請求項８】

前記制御が、前記燃焼器（２０）、前記圧縮機（３０）、前記移行ゾーン（４３）及び前記タービン（５０）の現在の状態に基づいて行われる、請求項５に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、希薄遅延噴射（ＬＬＩ）燃料のステージング及び希薄遅延噴射の方法に関す

50

る。

【背景技術】

【0002】

現在、一部のガスタービンエンジンでは、非効率的な動作により、望ましくない空気汚染物質が排出される。従来の炭化水素燃料を燃焼させるタービンから発生する主な空気汚染排出物は、基本的に、窒素酸化物、一酸化炭素及び未燃炭化水素である。ガスタービンエンジンにおける、例えば窒素分子の酸化は、燃焼器内の高温、及び反応物が燃焼器内で高温になる時間の長さの影響を受けて進行する。従って、燃焼器温度をサーマルNO_x形成レベルよりも低く保つことによって、又は、反応物が高温になる時間を制限し、NO_xが形成される時間的猶予を与えないことによって、サーマルNO_xを低減させる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】米国特許第5,974,781号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

温度制御の一方法には、燃焼前に燃料と空気を予混合して、希薄混合気を生成することが含まれる。しかしながら、大型の産業用ガスタービンの場合、予混合希薄燃料を使用しても、燃焼生成物に必要な温度が非常に高いので、燃焼器の反応ゾーン内をサーマルNO_xが形成される温度閾値を上回るピークガス温度となるよう動作させることになる。その結果、多量のNO_xが形成される。

20

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の一実施形態に係るガスタービンエンジンは、燃料回路から供給される第1の燃料を燃焼させる第1の内部空間を有する燃焼器と、回転タービンブレードを有するタービンであって、少なくとも第1の燃料の燃焼生成物を受け取ってタービンブレードに回転力を与えるタービンと、燃料回路から供給される第2の燃料と第1の燃料の燃焼生成物とを燃焼させることのできる第2の内部空間を含む移行ゾーンであって、燃焼器とタービンとを互いに流体接続させる移行ゾーンと、移行ゾーンによって構造的に支持され、燃料回路に接続された複数の燃料噴射器であって、第2の燃料を第2の内部空間に軸方向単段、軸方向多段、軸方向単段周方向段及び軸方向多段周方向段のいずれかで供給するように構成された複数の燃料噴射器と、燃焼器及び移行ゾーンに流体接続された圧縮機であって、燃焼用の空気を第1及び第2の内部空間に供給する圧縮機と、燃料回路に接続された制御システムであって、第1及び第2の内部空間への空気の相対量、及び燃料回路から第1及び第2の内部空間に供給される第1及び第2の燃料の相対量を制御する制御システムとを備える。

30

【0006】

本発明の別の実施形態に係る、燃料回路から供給される第1の燃料を燃焼させる第1の内部空間を有する燃焼器と、回転タービンブレードを有するタービンであって、少なくとも第1の燃料の燃焼生成物を受け取ってタービンブレードに回転力を与えるタービンを備えたガスタービンエンジンは、燃料回路から供給される第2の燃料と第1の燃料の燃焼生成物とを燃焼させることのできる第2の内部空間を含む移行ゾーンであって、燃焼器とタービンとを互いに流体接続させる移行ゾーンと、移行ゾーンによって構造的に支持され、燃料回路に接続された複数の燃料噴射器であって、第2の燃料を第2の内部空間に軸方向単段、軸方向多段、軸方向単段周方向段及び軸方向多段周方向段のいずれかで供給するように構成された複数の燃料噴射器と、燃焼器及び移行ゾーンに流体接続された圧縮機であって、燃焼用の空気を第1及び第2の内部空間に供給する圧縮機と、燃料回路に接続された制御システムであって、第1及び第2の内部空間への空気の相対量、及び燃料回路から第1及び第2の内部空間に供給される第1及び第2の燃料の相対量を制御する制御システム

40

50

ムとを備える。

【0007】

本発明の更に別の実施形態に係る、タービンが燃焼器に、両者間の移行ゾーンを介して流体接続されており、空気が圧縮機から燃焼器及び移行ゾーンに供給されるガスタービンエンジンの動作方法は、第1の燃料を燃焼器の第1の内部空間に供給すること、第1の燃料を燃焼器の第1の内部空間で燃焼させること、第2の燃料を第2の内部空間に軸方向単段、軸方向多段、軸方向単段周方向段及び軸方向多段周方向段のいずれかで供給すること、第2の燃料と第1の内部空間から受け取った燃焼生成物の流れとを移行ゾーンの第2の内部空間で燃焼させること、並びに、空気と第1及び第2の内部空間に供給される第1及び第2の燃料との相対量を制御することを含む。

10

【0008】

添付図面に対応した以下の説明において、本発明による、以上に記載の及びその他の利点及び特徴が明示されている。

【0009】

本発明の企図は、添付の特許請求の範囲に明記されている。次に、本発明による、以上に記載の及びその他の利点及び特徴の詳細な説明と対応した添付図面の内容を説明する。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】希薄遅延噴射機能を有するタービンの側断面図である。

【図2】図1のタービンのヘッドエンドにおける燃料分割率と着火温度との関係を示すグラフである。

20

【図3】図1のタービンを動作させる方法を説明するフローチャートである。

【図4A】ヘッドエンド構造の側断面図である。

【図4B】ヘッドエンド構造の側断面図である。

【図4C】ヘッドエンド構造の側断面図である。

【図4D】ヘッドエンド構造の側断面図である。

【図5A】燃料噴射器構造の斜視図である。

【図5B】燃料噴射器構造の斜視図である。

【図5C】燃料噴射器構造の斜視図である。

【図5D】燃料噴射器構造の斜視図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、添付図面を参照しながら本発明の実施例、利点及び特徴について詳細に説明する。

【0012】

図1に示すガスタービンエンジン10は、燃料回路70から供給される第1の燃料を燃焼させる第1の内部空間21を有する燃焼器20と、吸気を圧縮して少なくとも燃焼器20及び移行ゾーン43に導入する圧縮機30と、回転タービンブレードを有するタービン50を備える。このタービン50は、少なくとも第1の燃料の燃焼生成物を受け取ってタービンブレードに回転力を与える。燃焼器とタービンは、移行ゾーン43を介して流体接続しており、移行ゾーン43には、燃料回路70から供給される第2の燃料と第1の燃料の燃焼生成物とを燃焼させることのできる第2の内部空間41が含まれる。図示のように、燃焼器20と移行ゾーン43は連通しており、全体としてヘッドエンド11を構成しているが、この構造は、後述するように様々であってよい。

40

【0013】

図1のように、ヘッドエンド11は、複数の予混合ノズル12を有してもよい。しかしながら、ヘッドエンド11は、図4A～Dのようなその他の構造であってもよい。そのような代替構造には、例えば、図4Aの標準燃焼器13、図4Bの乾燥低NOx(DLN)1+燃焼器14、図4CのDLN2+燃焼器15及び図4DのDLN2.6/2.6+燃焼器16がある。更に別の燃焼器の構造としては、統合ガス化複合サイクル(IGCC)

50

ヘッドエンド、触媒ヘッドエンド、拡散型ヘッドエンド、及び複数のノズル式静音燃焼（M N Q C）ヘッドエンドがある。

【 0 0 1 4 】

ヘッドエンド 1 1 の上記構造にはそれぞれ、希薄遅延噴射（L L I）を適用可能であることが理解できよう。L L Iを行うには、燃焼器として、出口温度が 2 5 0 0 ° F 超の任意の燃焼器を用いるか、メタンよりも反応性の高い成分を含有し、高温側滞留時間が 1 0 m s を上回る燃料を用いる。例えば、D L N 1 + 燃焼器 1 4 における L L I の場合、出口温度が 2 5 0 0 ° F 未満であってもよいが、メタンよりも反応性が高い成分を含有する燃料を用いる。拡散式ヘッドエンド燃焼器における L L I の場合、出口温度を 2 5 0 0 ° F 超とし、メタンよりも反応性が高い成分を含有する燃料を用いる。同様に、D L N 2 . 0 / D L N 2 + 燃焼器 1 5 における L L I の場合、出口温度を 2 5 0 0 ° F 超とし、メタンよりも反応性が高い成分を含有する燃料を用い、触媒ヘッドエンド又は D L N 2 . 6 / 2 . 6 + 燃焼器 1 6 における L L I の場合、出口温度を 2 5 0 0 ° F 超とし、メタンよりも反応性が高い成分を含有する燃料を用いる。

【 0 0 1 5 】

移行ゾーン 4 3 の外壁、すなわち移行ゾーン 4 3 周囲のスリーブ 4 0 の外壁によって、複数の燃料噴射器 6 0 のそれぞれが構造的に支持されており、燃料噴射器 6 0 は、第 2 の内部空間 4 1 に任意の長さだけ延出している。この構造において、燃料噴射器 6 0 のそれぞれによって、L L I 燃料のステージングが行われる。すなわち、燃料噴射器 6 0 はそれぞれ、第 2 の燃料（すなわち L L I 燃料）を第 2 の内部空間 4 1 へ、例えば、移行ゾーン 4 3 を通る主流の方向にほぼ直交するように、且つ軸方向単段、軸方向多段、軸方向単段周方向段及び軸方向多段周方向段のいずれかで供給する。このとき、局所的な燃焼ゾーンを安定して形成するよう、燃焼器 2 0 と移行ゾーン 4 3 を各段に区切る。

【 0 0 1 6 】

図 5 A ~ D のように、燃料噴射器 6 0 は、様々な特徴及び機能を有する。例えば、図 5 A のように、燃料噴射器 6 0 は、チューブ・イン・チューブ（tube-in-tube）式の噴射器 1 2 5 を含む。この構造の場合、燃料は、チューブ 1 3 0 内のノズルから移行ゾーン 4 3 の内部空間 4 1 に能動的に供給され、空気は、チューブ 1 3 0 とスリーブ衝突面 1 4 0 から接合部分 1 5 0 まで延在するスリーブ 1 4 5 との間にある環状空間を介して受動的に供給される。図 5 B のように、燃料噴射器 6 0 は、スワール噴射器 1 5 5 を有してもよい。この構造の場合、燃料は、マニホールド 1 6 0 を介して移行ゾーン 4 3 の内部空間 4 1 に能動的に供給され、空気は、中央パージ 1 6 5 を介して、且つ / 又はスワラ 1 7 0 によって受動的に供給される。燃料噴射器 6 0 の他の例として、図 5 C 及び図 5 D のように、高濃度触媒要素 1 8 0 を含む高濃度触媒噴射器 1 7 5 や、燃料が移行ゾーン 4 3 に供給される際に通る複数のチューブ 1 9 0 を有する複数のチューブ / シャワーヘッド噴射器 1 8 5 がある。明らかなように、いずれの場合も、移行ゾーン 4 3 の外面上に既存の希釈孔 4 2 が存在すれば、適当な場所において燃料噴射器 6 0 を移行ゾーン 4 3 に接続することができる。このように、追加の孔を移行ゾーン 4 3 の外面に穿孔する必要がないので、大幅に製造コストを抑えながら性能を維持することができる。既存の希釈孔 4 2 がいない場合、燃料噴射器 6 0 を必要に応じて移行ゾーン 4 3 の外側に設けることができる。

【 0 0 1 7 】

一実施形態において、軸方向単段は、動作中の単一の燃料噴射器 6 0 を含む。複数の段は図示されていないが、軸方向多段は、移行ゾーン 4 3 の複数の軸方向位置にそれぞれ配置された複数の動作中の燃料噴射器 6 0 を含み、軸方向単段周方向段は、移行ゾーン 4 3 の単一の軸方向位置に周方向に配置された複数の動作中の燃料噴射器 6 0 を含み、軸方向多段周方向段は、移行ゾーン 4 3 の複数の軸方向位置に周方向に配置された複数の動作中の燃料噴射器 6 0 を含む。

【 0 0 1 8 】

ここで、複数の燃料噴射器 6 0 を移行ゾーン 4 3 に周方向に配置する場合、燃料噴射器 6 0 を互いにほぼ等間隔で配置しても、異なる間隔で配置してもよい。例えば、ある特定

10

20

30

40

50

の周方向段に 8 個 ~ 10 個の燃料噴射器 60 を用いて、2 個、3 個、4 個又は 5 個の燃料噴射器 60 を移行ゾーン 43 の北半球及び南半球に互いに異なる間隔で設置する。また、複数の燃料噴射器 60 を移行ゾーン 43 の軸方向多段として配置する場合、燃料噴射器 60 を互いに一直線状に配置しても、互い違いに配置してもよい。

【0019】

ガスタービンエンジン 10 の動作中、燃料噴射器 60 の各々を集合的又は個別に作動又は停止させることによって、軸方向単段、軸方向多段、軸方向単段周方向段及び軸方向多段周方向段のうち適宜の段を形成することができる。その際、それぞれの燃料噴射器 60 には、対応の燃料噴射器 60 と燃料回路 70 のブランチ 71 又は 72 との間にある弁 61 を介して、燃料回路 70 から L L I 燃料が供給されることが理解できよう。弁 61 は、コントローラ 80 と信号をやり取りし、コントローラ 80 は、弁 61 を開放又は閉鎖することによって、対応の燃料噴射器 60 を作動又は停止させる信号を弁 61 に送る。

10

【0020】

従って、それぞれの燃料噴射器 60 を作動させること（すなわち、軸方向多段周方向段）が現時点で望ましい場合、コントローラ 80 は弁 61 のそれぞれを開放する、すなわち、燃料噴射器 60 のそれぞれを作動させる信号を送る。反対に、移行ゾーン 43 のある特定の軸方向段の燃料噴射器 60 を作動させること（すなわち、軸方向単段周方向段）が現時点で望ましい場合、コントローラ 80 は軸方向単段周方向段の燃料噴射器 60 にだけ対応する弁 61 を開放する、すなわち、対応する燃料噴射器 60 を作動させる信号を送る。もちろん、この制御システムは単なる一例であって、燃料噴射器には複数の構造を組み合わせることもでき、燃料噴射器 60 の作動及び停止の少なくともいずれかを制御するその他のシステム及び方法も使用可能である。

20

【0021】

また、上述のような複数の燃料噴射器構造を有する複数の燃料噴射器 60 が存在する場合、更に、コントローラ 80 により、任意のある時点で特定の燃料噴射器構造を有する燃料噴射器 60 だけを作動させることができる。従って、チューブ・イン・チューブ式の噴射器 125 を有する各燃料噴射器 60 を作動させることが現時点で望ましい場合、コントローラ 80 は、それらの燃料噴射器 60 に対応する弁 61 を開放するように信号を送る。反対に、スワール噴射器 155 を含む各燃料噴射器 60 を有することが現時点で望ましい場合、コントローラ 80 は、スワール噴射器 155 を含む燃料噴射器 60 に対応する弁 61 だけを開放するように信号を送る。

30

【0022】

本発明の別の実施形態において、タービン 50 と燃焼器 20 とが両者間の移行ゾーン 43 を介して流体接続されているガスタービンエンジン 10 を動作させる方法を開示する。本方法は、第 1 の燃料を燃焼器 20 の第 1 の内部空間 21 に供給すること、燃焼器 20 の第 1 の内部空間 21 で第 1 の燃料を燃焼させること、第 2 の燃料を移行ゾーン 43 の第 2 の内部空間 41 に軸方向単段、軸方向多段、軸方向単段周方向段及び軸方向多段周方向段のいずれかで供給すること、並びに、第 2 の燃料及び第 1 の内部空間 21 から受け取った燃焼生成物流を移行ゾーン 43 内の第 2 の内部空間 41 で燃焼させることを含む。

40

【0023】

軸方向単段で第 2 の燃料を第 2 の内部空間 41 に供給することには、単一の燃料噴射器 60 を作動させることが含まれる。軸方向多段で第 2 の燃料を第 2 の内部空間 41 に供給することには、移行ゾーン 43 の複数の軸方向にそれぞれ配置された複数の燃料噴射器 60 を作動させることが含まれる。軸方向単段周方向段で第 2 の燃料を第 2 の内部空間 41 に供給することには、移行ゾーン 43 の単一の軸方向位置で周方向に配置された複数の燃料噴射器 60 を作動させることが含まれる。軸方向多段周方向段で第 2 の燃料を第 2 の内部空間 41 に供給することには、移行ゾーン 43 の複数の軸方向位置で周方向に配置された複数の燃料噴射器 60 を作動させることが含まれる。

【0024】

図 2 は、種々の燃料分割制御を示すグラフである。図 2 では、ヘッドエンドの燃料分割

50

率と、燃焼器 20 及び / 又は移行ゾーン 43 内の温度の測定値である T_{fire} 値との関係を示している。コントローラ 80 は、更に、ヘッドエンド 11 及び / 又は燃料噴射器 60 に向かう第 1 及び第 2 の燃料の流れ方向を制御するので、LLI 燃料のステージングの制御も、図 2 の制御方式に従って、コントローラ 80 を用いて制御することができる。この場合、コントローラ 80 は、上記のように弁 61 及び弁 73 に接続されており、これにより、燃料噴射器 60 への第 2 の燃料の送出と、ヘッドエンド 11 への第 1 及び / 又は LLI 燃料の送出を制御する。

【0025】

図 2 において、かかる制御の第 1 方式は、固定ヘッドエンド分割を用いるものである。この場合、 T_{fire} 値が所定値に達すると、第 1 及び / 又は LLI 燃料の何パーセントか ($< 100\%$) を LLI 燃料のステージング用に移行ゾーン 43 に送出する。従って、移行ゾーン 43 に送られる燃料のパーセント比はほぼ一定である。第 2 方式は、ヘッドエンド分割スケジュールを用いるものである。この場合、 T_{fire} 値が増加して予め設定した値を上回るので、LLI 燃料のパーセント比は比例して、又は、何らかの他の適当な関数に従って増加する。第 3 方式は、LLI 燃料のパーセント比を燃焼器 20、圧縮機 30、移行ゾーン 43、及び / 又は、タービン 50 の内部環境の幾つの特徴のいずれかに基づく、1 つ又は複数の関数にすることである。例えば、パーセント比を、測定された圧縮機排出温度及び圧力状態である T_{cd} 又は P_{cd} 、燃焼器 20、圧縮機 30 又は移行ゾーン 43 内からの湿度読み取り値、ガスタービン排気温度、及び / 又は計算燃焼器出口温度である T_{39} の関数にすることができよう。

【0026】

上記の第 3 方式を、現在の修正ウォッペ指数 (MWI) を示すように修正してもよい。 MWI は、燃料のエネルギー密度であり、ある燃料ノズル面積において、 MWI が低くなると、ヘッドエンド燃料のノズル全体での圧力比がそれだけ増加する。これは、動力学的の望ましくなく、LLI 燃料ノズルを利用できなくなる可能性があることがわかっている。LLI 燃料のパーセント比を MWI の関数にしてもよい。このように、 MWI が増加すると、移行ゾーン 43 に分岐する LLI 燃料のパーセント比が大きくなる。熱電対 / 圧力計 100 又は何らかの他の適当な環境測定装置を燃焼器 20、圧縮機 30、移行ゾーン 43 及び / 又はタービン 50 に設置して、上記の方式に従って、燃焼器 20、圧縮機 30、移行ゾーン 43 及びタービン 50 内の温度及び圧力を測定する。

【0027】

図 3 に、LLI 機能を備えたタービンの制御方法を示す。本方法は、タービンを作動させること (ステップ 300)、一定時間後に、又は T_{fire} が所定値に達したら、LLI を始動させること (ステップ 310)、更に、第 1 方式においては、LLI を同一レベルで動作させ続けること (ステップ 350) を含む。本方法の第 2 方式の場合、ステップ 350 では、LLI を増加レベルで動作させ続ける。第 3 方式の場合、ステップ 320 において燃焼器 20、圧縮機 30 及び / 又は移行ゾーン 43 で測定された任意の特性が設定されたパラメータを上回っているか下回っているかを判定し、その決定結果に基づいて、LLI レベルを減少させたり (ステップ 330)、増加又は維持したり (ステップ 340) し、その後、ステップ 350 において LLI 動作を継続する。

【0028】

再び図 1 を参照されたい。コントローラ 80 は更に、三方弁 110 の他に、一部の実施形態では、燃料噴射器 60 周囲のマニホールド上にある追加の弁、又は、上述のように弁 61 を制御する。すなわち、コントローラ 80 を用いて、圧縮機 30 から燃焼器 20 及び移行ゾーン 43 に、又は、各燃料噴射器 60 に送られた吸気の気流分割を制御することができる。このように、コントローラ 80 を用いて、燃料分割及び気流分割を同時に制御することができる。従って、コントローラ 80 により、燃焼システムの最適空燃比に基づいて、燃焼システムの作動経路を形成することができる。本発明の実施形態として、三方弁 110 は、更に、あらゆる空気冷却システムにも適用可能であり、ひいては、ターンダウン活動及び / 又はエネルギー省 (DoE) プログラムの一助となるであろう。

【 0 0 2 9 】

上述のように、三方弁 1 1 0 の制御により、燃焼システムの空燃比を最適化することができる。燃焼器 2 0 及び移行ゾーン 4 3 の仕様、又は、現在の動作状態に基づいて、この空燃比を予め設定しておくことができる。そうすると、燃焼器 2 0、圧縮機 3 0、移行ゾーン 4 3 及びタービン 5 0 内に設置された熱電対 / 圧力計 1 0 0 からの温度及び / 又は圧力読み取り値に基づいて、コントローラ 8 0 は、燃焼器 2 0 又は移行ゾーン 4 3 のいずれか一方の空燃比を増加させる。

【 0 0 3 0 】

希薄遅延噴射 (L L I) により、一般的には L L I に対応していない燃焼器では使えない、製油所ガスなどの代替ガスをはじめとする様々なガス流を移行ゾーン 4 3 に噴射できるようになる。製油所ガスなどの反応性が非常に高いガスは、通常、予混合器内の保安性の観点から、予混合燃焼器で取り扱うことができない。しかし、特に燃料噴射器 6 0 に耐火性がある場合、製油所ガスを、天然ガスと混合しても (しなくてもよいが)、そのような問題を伴わないで移行ゾーン 4 3 内へ直接噴射できることもある。ここで、製油所ガスを天然ガスと混合する場合、天然ガスの使用量は、例えば上述のように、T c d、P c d 及び T 3 9 の関数である。また、製油所ガスを移行ゾーン 4 3 内へ噴射する場合、保安事故を防止するために、火炎を検知可能な予混合器をヘッドエンド 1 1 に用いることができる。

【 0 0 3 1 】

図 1 の例では、代替ガスを、供給源 9 0 から、コントローラ 8 0 によって制御された製油所ガス弁 9 1 を介して、燃料回路 7 0 のブランチ 7 1 又は 7 2 へ噴射する。このように、代替ガスを移行ゾーン 4 3 内へ噴射すると決定した場合、コントローラ 8 0 は、製油所ガス弁 9 1 を開き、燃料回路 7 0 を介して代替ガスを燃料噴射器 6 0 に送る。

【 0 0 3 2 】

別の実施形態として、代替ガスを天然ガスと混合して、使用時にヘッドエンド 1 1 の耐性に合った組成の第 1 の燃料を生成することができる。第 2 の燃料の生成には、そのような混合を行っても、行わなくても、代替ガスを準備することができる。

【 0 0 3 3 】

加えて、代替ガスは、上述のように、燃料回路 7 0 が供給源 9 0 から受け取った製油所ガス、及びメタンより反応性が高い成分を含有するガスであってもよい。代替ガスは、例えば、約 0 . 5 体積 % を上回る水素と、約 5 体積 % を上回るエタンと、約 1 0 体積 % を上回るプロパンと、約 5 体積 % を上回るブタン又はブタンより上位の炭化水素を含有するガスであってもよい。

【 0 0 3 4 】

燃料流に応じて、燃料回路 7 0 に複数のブランチ 7 1 及び 7 2 を組み込むこともできる。複数のブランチ 7 1 及び 7 2 によって燃料流の面積を増やすことで、又は、燃焼モード (すなわち、拡散及び予混合) を適用して燃料を導入することで、組成が大きく異なる燃料にも対応できる。ブランチ 7 1 及び 7 2 により、燃料ウォッシュ指数や、燃料組成の調節、流れの変更も可能である。燃料回路 7 0 のブランチ 7 1 及び 7 2 は、燃料回路 7 0 のブランチとしても、移行ゾーン 4 3 の追加の燃料ノズルとしても、この組合せとしても、又は、その他の適当な態様で使用可能である。

【 0 0 3 5 】

ブランチ 7 1 及び 7 2 は、更に、長さ方向に沿って配置された触媒部分酸化反応器 (C P C R) 1 2 0 を含んでもよい。C P C R 1 2 0 により、第 1 又は第 2 の燃料内のメタンを水素に変換し、且つ / 又は、窒素酸化物を生じることなくメタンを部分的に酸化することができる。その結果、L L I に使用する反応済み燃料が既に部分的に酸化された状態で、C P C R 1 2 0 を使用しない場合よりも、更に遅らせて燃料を移行ゾーン 4 3 内へ噴射することができる。

【 0 0 3 6 】

以上、一部の実施形態についてののみ、本発明を説明してきたが、明らかなように、本発

10

20

30

40

50

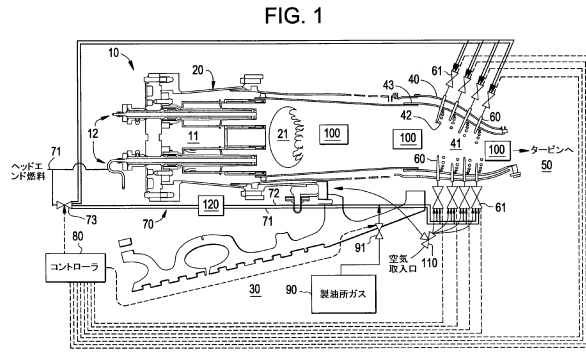
明の実施形態は本明細書に記載のものに限られない。これらの実施形態にいかなる修正、
 改変、代替、等価の措置を加えても、本発明の実施形態として認められる。また、本発明
 の実施形態の態様うち、開示の内容はその一部にすぎない。本発明は、添付の特許請求の
 範囲に基づいてのみ解釈されるべきであって、本明細書の説明に限定されるものではない
 。

【符号の説明】

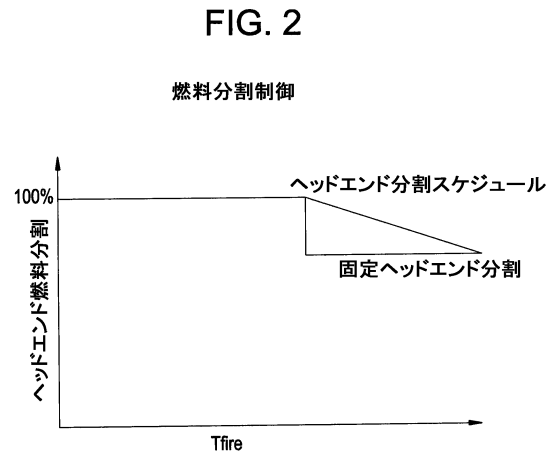
【 0 0 3 7 】

1 0	ガスタービンエンジン	
1 1	ヘッドエンド	
1 2	複数の予混合ノズル	10
1 3	一般的な燃焼器	
1 4	(D L N) 1 + 燃焼器	
1 5	(D L N) 2 + 燃焼器	
1 6	D L N 2 . 6 / 2 . 6 + 燃焼器	
2 0	燃焼器	
2 1	第 1 の内部空間	
4 0	スリーブ	
4 1	第 2 の内部空間	
4 2	希釈孔	
4 3	移行ゾーン	20
5 0	タービン	
6 0	燃料噴射器	
6 1	弁	
7 0	燃料回路	
7 1、7 2	ブランチ	
8 0	コントローラ	
9 0	供給源	
9 1	製油所ガス弁	
1 0 0	熱電対 / 圧力計	
1 1 0	三方弁	30
1 2 0	触媒部分酸化反応器	
1 2 5	チューブ・イン・チューブ噴射器	
1 3 0	チューブ	
1 4 0	スリーブ衝突面	
1 4 5	スリーブ	
1 5 0	接合部分	
1 5 5	スワール噴射器	
1 6 0	マニホルド	
1 6 5	パージ	
1 7 0	スワラ	40
1 7 5	高濃度触媒噴射器	
1 8 0	高濃度触媒要素	
1 8 5	複数のチューブ / シャワーヘッド噴射器	
1 9 0	複数のチューブ	
3 0 0	タービンを動作させる	
3 1 0	L L I を始動する	
3 2 0	判定を行う	
3 3 0	L L I レベルを減少させる	
3 4 0	L L I を増加させる	
3 5 0	L L I の動作を継続	50

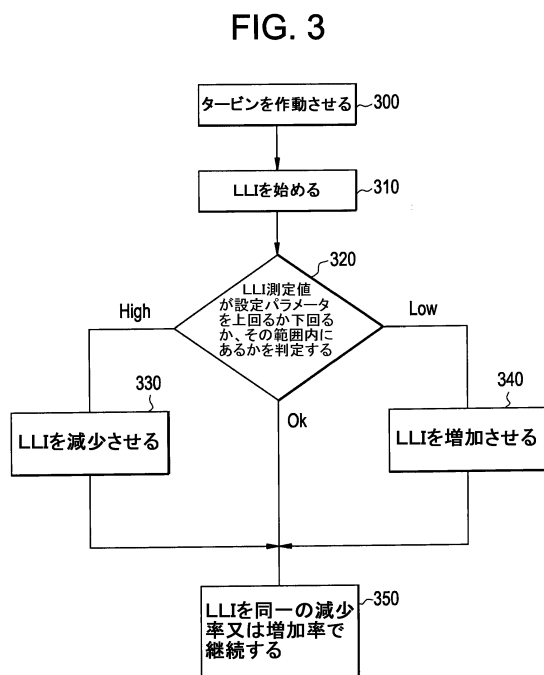
【図 1】



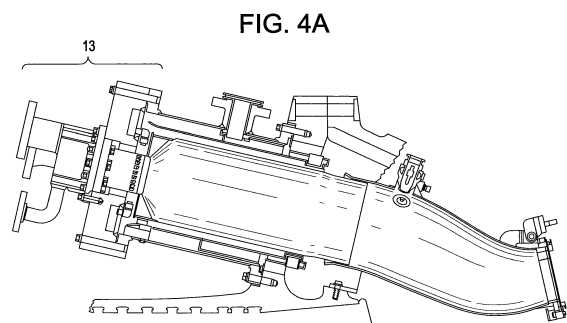
【図 2】



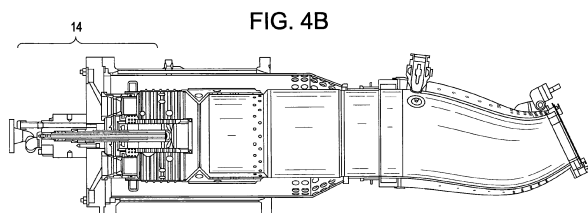
【図 3】



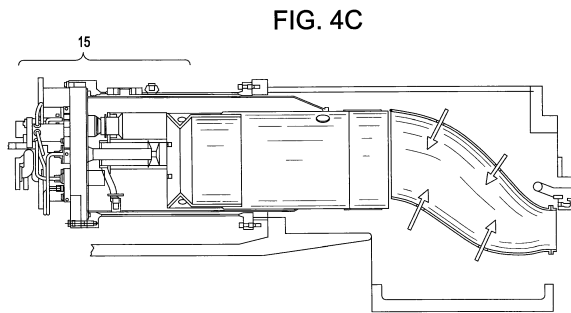
【図 4 A】



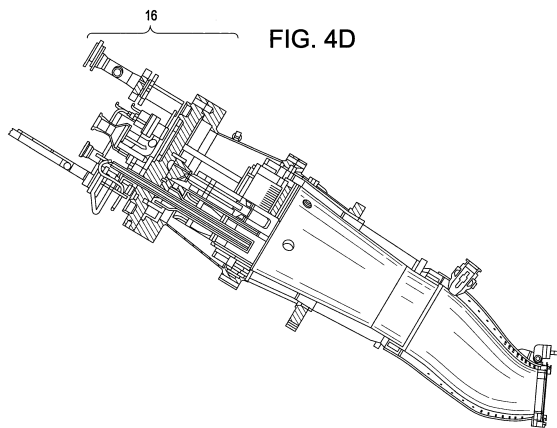
【図 4 B】



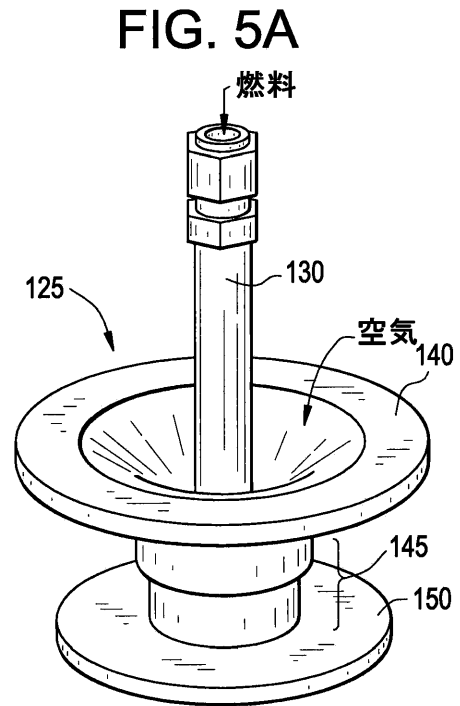
【図 4 C】



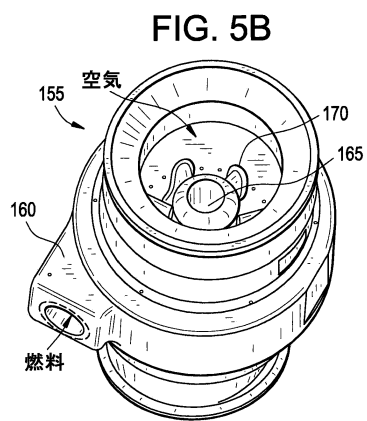
【図 4 D】



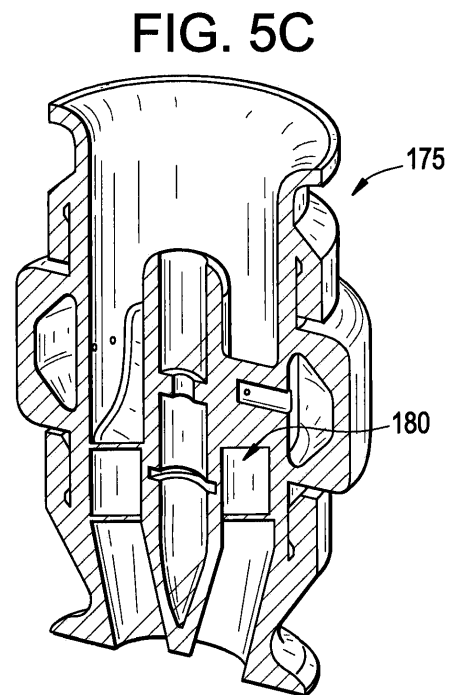
【図 5 A】



【図 5 B】

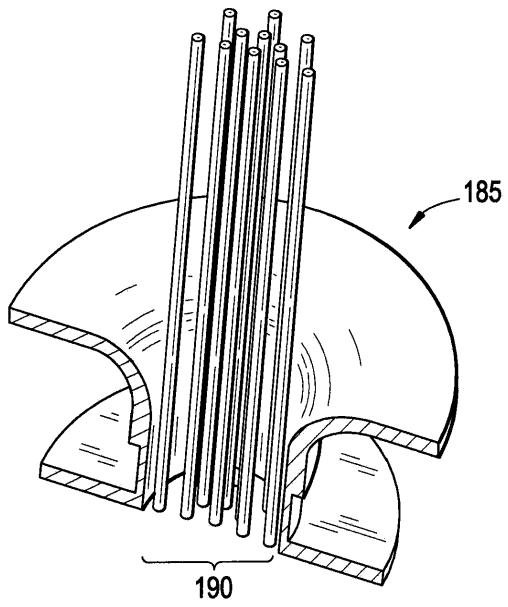


【図 5 C】



【図 5 D】

FIG. 5D



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 F 2 3 R 3/26 (2006.01) F 2 3 R 3/26 B
 F 2 3 R 3/26 C

- (72)発明者 クリシュナ・クマール・ヴェンカタラマン
 アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、シンプソンヴィル、ワインディング・リヴァー・レーン、
 2 0 5 番
- (72)発明者 ウィリー・スティーブ・ジミンスキー
 アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、シンプソンヴィル、ジョッキー・コート、3 0 0 番
- (72)発明者 ジェフリー・デビッド・マイヤーズ
 アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、シンプソンヴィル、ヒッコリー・チップ・コート、1 9 番

審査官 齊藤 公志郎

- (56)参考文献 特開昭62-174539(JP,A)
 特開2007-107401(JP,A)
 特開平05-202767(JP,A)
 特開2008-224087(JP,A)
 特開2008-275299(JP,A)
 特開平02-019614(JP,A)
 特開2008-089297(JP,A)
 特開2004-205204(JP,A)
 米国特許第5974781(US,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
 F 2 3 R 3 / 3 4
 F 0 2 C 7 / 2 2
 F 0 2 C 9 / 4 0
 F 0 2 C 9 / 5 4
 F 2 3 R 3 / 2 6
 F 2 3 R 3 / 2 8