

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4605891号  
(P4605891)

(45) 発行日 平成23年1月5日(2011.1.5)

(24) 登録日 平成22年10月15日(2010.10.15)

(51) Int.Cl.

F 1

FO2C 9/40 (2006.01)  
FO2C 3/30 (2006.01)  
FO2C 7/22 (2006.01)FO2C 9/40 Z  
FO2C 9/40 B  
FO2C 3/30 C  
FO2C 7/22 B

請求項の数 7 外国語出願 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-335302 (P2000-335302)  
 (22) 出願日 平成12年11月2日 (2000.11.2)  
 (65) 公開番号 特開2001-152876 (P2001-152876A)  
 (43) 公開日 平成13年6月5日 (2001.6.5)  
 審査請求日 平成19年11月1日 (2007.11.1)  
 (31) 優先権主張番号 09/434343  
 (32) 優先日 平成11年11月5日 (1999.11.5)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 390041542  
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー  
 GENERAL ELECTRIC COMPANY  
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、リバーロード、1番  
 (74) 代理人 100137545  
 弁理士 荒川 聰志  
 (72) 発明者 ギルバート・ヘンリー・バディア  
 アメリカ合衆国、オハイオ州、ラブランド  
 モーガンズ・トレース、10079番  
 審査官 藤原 弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ガスタービンエンジン用燃料ノズルステージング方法及び装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

少なくとも第1マニホールド(20)と第2マニホールド(52)と第3マニホールド(34)と第4マニホールド(66)と燃料ノズルサブシステム(23)とを含む燃料供給システム(10)を用いるガスタービンエンジンでの燃料供給方法であって、

第1マニホールドは、第1蒸気をガスタービンエンジンに供給するように構成されており、第2マニホールドは、第1燃料をガスタービンエンジンに供給するように構成されており、燃料ノズルサブシステムは上記マニホールドに接続されていて、第1蒸気及び第1燃料を受けるように構成された複数の1次燃料ノズル(24, 56)と、複数の2次燃料ノズル(38, 70)とを含んでおり、

第3マニホールドは、ガスタービンエンジンに第1蒸気を供給するように構成されており、第4マニホールドは、ガスタービンエンジンに第1燃料を供給するように構成されており、

当該方法が、

ガスタービンの初期運転時に、第1蒸気及び第1燃料を燃料供給システムに供給し、第1蒸気及び第1燃料を第1マニホールド、第2マニホールド及び燃料ノズルサブシステムを通して導く段階、

ガスタービンエンジンをアイドリング速度から加速する段階、及び

ガスタービンエンジンが第1の負荷での第1の出力レベルでの運転に達した後に、第1蒸気及び第1燃料を第3マニホールドと第4マニホールドを通して導く段階

10

20

を含む、方法。

【請求項 2】

燃料供給システム(10)が、第3マニホールドへの第1蒸気の流量を制御するように構成された第1のステージング弁(32)と、第4マニホールドへの第1燃料の流量を制御するように構成された第2のステージング弁(62)とをさらに含み、第1蒸気及び第1燃料を第3マニホールドと第4マニホールドのうちの少なくとも1つを通して導く段階が、前記第1及び第2のステージング弁(32、62)のそれぞれによって第1蒸気及び第1燃料の流量を制御する段階をさらに含む、請求項1記載の方法。

【請求項 3】

2次ノズル(38、70)が、ガスタービンエンジンが第1の出力レベルでの運転に達した後に第1蒸気及び第1燃料を受けるように構成されており、ガスタービンエンジンを加速する段階が第1蒸気及び第1燃料を2次ノズルに導く段階を含む、請求項1又は2に記載の方法。

【請求項 4】

ガスタービンエンジン用の燃料供給システム(10)であって、ガスタービンエンジンの初期運転時にガスタービンエンジンに第1蒸気を供給するように構成された第1マニホールドと、ガスタービンエンジンの初期運転時にガスタービンエンジンに第1燃料を供給するように構成された第2マニホールドとを含む少なくとも2つのマニホールド(20、52)、マニホールドに接続され、複数の1次燃料ノズル(24、56)と複数の2次燃料ノズル(38、70)とを含む燃料ノズルサブシステム(23)とを含む燃料ノズルサブシステム(23)であって、1次燃料ノズルがガスタービンエンジンの初期運転時に第1蒸気及び第1燃料を受けるように構成されている燃料ノズルサブシステム(23)、及びガスタービンエンジンが第1の負荷での第1の出力レベルでの運転に達したらガスタービンエンジンに第1蒸気を供給するように構成された第3マニホールド(34)を含む燃料供給システム(10)。

【請求項 5】

ガスタービンエンジンが第1の出力レベルでの運転に達したらガスタービンエンジンに第1燃料を供給するように構成された第4マニホールド(66)をさらに含む、請求項4記載の燃料供給システム(10)。

【請求項 6】

前記第3マニホールド(34)の上流側に設けられ、該第3マニホールドへの第1蒸気の流れを制御する第1のステージング弁(32)をさらに備える、請求項4又は5に記載の燃料供給システム(10)。

【請求項 7】

前記第4マニホールド(66)の上流側に設けられ、該第4マニホールドへの第1燃料の流れを制御する第2のステージング弁(62)をさらに備える、請求項5に記載の燃料供給システム(10)。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は概してガスタービンエンジンに関し、さらに具体的には、ガスタービンエンジンの燃料ノズルをステージング(段切換え)するための燃料供給システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

デュアル燃料ガスタービンエンジンに供給される燃料の圧力比の制御はエンジンの性能に極めて重要である。通例、デュアル燃料ガスタービンエンジンは、正常エンジン始動時及びエンジンの低出力運転状態時に動作限界を示す。例えば、予混合ガス-蒸気供給式又はデュアル燃料(ガス及び液体)ガスタービンエンジン及び蒸気予混合式タービンでは、始動時に供給される燃料流量が低いために、不都合なエンジンフレームアウトがよくみられ

10

20

30

40

50

る。さらに、フレームアウトは、燃料ノズルチップつまりシングルアニュラー燃焼器（SAC）燃料構成で低圧力差が発生すると、ガスタービンエンジンの定常燃料流量条件下でも起こり得る。

### 【0003】

#### 【発明が解決しようとする課題】

燃焼性の問題に対処するため、通例、ガスタービンエンジン燃料供給システムの性能は、ガスタービンエンジンの最大燃料流量運転時に妥当な性能範囲に収まるように至適化される。最大燃料流量状態で燃料供給システムの性能を至適化すると高燃料流量状態でのガスタービンエンジン性能は向上するものの、低燃料流量状態でのフレームアウトの可能性も増す。燃料ノズル圧を上げれば、エンジンの燃焼性作動領域を緩和することができる。しかし、低燃料流量状態での燃焼性レベルを改善するために燃料ノズル圧を上げると、エンジンの作動状態としてはより一般的な最大燃料流量状態で過度の有害な圧力を生じかねない。さらに、燃料供給システムを低燃料流量時に至適化すると、ガスタービンエンジンの一酸化炭素排出量が増えることがあり、環境上問題となりかねない。

10

### 【0004】

#### 【課題を解決するための手段】

例示的な実施形態では、ガスタービンエンジンで使用するための、燃料ノズルステージング用の燃料供給システムが提供される。当該燃料供給システムは、2つの回路を含む。ガス回路は第1ガスをガスタービンエンジンに供給するもので、第1マニホールドと第2マニホールドを含んでいる。蒸気回路は蒸気をガスタービンエンジンに供給するもので、第1マニホールドと第2マニホールドを含んでいる。ガス回路と蒸気回路は共に、1次燃料ノズルと2次燃料ノズルを含む複数の燃料ノズルに接続される。さらに、両回路共にステージング弁を含んでいて各回路の第2マニホールドへのガス又は蒸気の流れをそれぞれ制御する。

20

### 【0005】

運転時に、ガス回路の第1マニホールドと蒸気回路の第1マニホールドは、ガスタービンエンジンの初期運転及びアイドリング運転時にそれぞれ第1ガス及び蒸気をガスタービンエンジンに供給する。初期運転とアイドリング運転時には、これらの1次燃料ノズルが第1ガス及び蒸気をガスタービンエンジンに供給する。ガスタービンエンジンが所定の運転速度に達したら、ステージング弁が開いて第1ガス及び蒸気を2次燃料ノズル中に導く。かかる燃料ノズルのステージングの結果、燃料及び制御システムは、不都合な燃料供給システムを排し、燃焼性限界が向上しガス供給量を正確に制御する燃料供給システムをユーザーに提供して、ユーザーに余裕を与える。

30

### 【0006】

#### 【発明の実施の形態】

図1は、ガスタービンエンジン（図示せず）用の燃料ノズルステージングのための燃料供給システム10の概略図である。燃料供給システム10は、第1ガス（つまり蒸気）と第1燃料（つまりガス）をそれぞれガスタービンエンジンに供給する蒸気回路12とガス回路14を含む。蒸気回路12及びガス回路14は共に、燃料供給システム10内の圧力比がガスをガスタービンエンジンに供給するのに適した値となるように調量され、寸法をもつ。蒸気回路12は調量された蒸気の流れをガスタービンエンジンに供給し、ガス回路14は調量された第1ガスの流れをガスタービンエンジンに供給する。

40

### 【0007】

蒸気回路12は、絞り弁（図示せず）から第1マニホールド20まで延在する接続管16を含む。絞り弁は蒸気供給源（図示せず）と接続管16の間に位置する。蒸気流量を制御するための絞り弁の作動は周知である。一実施形態では、第1ガス供給源は蒸気供給源である。第1マニホールド20は、当該マニホールド20から燃料ノズルサブシステム23まで延在する接続管22と接続しており、複数の燃料ノズル24を含んでいる。一実施形態では、マニホールド20は1次蒸気マニホールドである。燃料ノズル24はとガスタービンエンジンと接続しており、エンジンの初期運転時及びガスタービンエンジンのアイド

50

リング速度での運転時に、蒸気をガスタービンエンジンに供給する。一実施形態では、燃料ノズル24は1次燃料ノズルであり、Parker Hannifin社(米国オハイオ州クリーブランド、パークランドブルヴァール6035)から入手できる。

【0008】

接続管30は、マニホールド20と蒸気回路絞り弁との間の接続管16と接続している。蒸気回路絞り弁は、蒸気供給源と接続管16の間の、接続部31の上流で管30と接続している。接続管30は、接続管16からステージング弁32まで延在する。ステージング弁32は、接続管16から2次マニホールド34までの蒸気の流れを制御する。ステージング弁32は、燃料供給システム10で供給される2次蒸気流用の2次マニホールド34での最大蒸気流量に適合するようなサイズとされる。一実施形態では、2次マニホールド34は2次蒸気マニホールドである。2次マニホールド34は、2次マニホールド34から燃料サブシステム23の複数の燃料ノズル38まで延在する接続管36と接続している。燃料ノズル38はガスタービンエンジンと接続しており、ガスタービンエンジンが所定時間運転された後初期アイドリング速度から加速されると、ガスタービンエンジンに2次蒸気流と2次ガス流を供給する。一実施形態では、燃料ノズル38は2次燃料ノズルであり、Parker Hannifin社(米国オハイオ州クリーブランド、パークランドブルヴァール6035)から入手できる。

10

【0009】

ガス回路14は、絞り弁(図示せず)から第1マニホールド52まで延在する接続管50を含んでいる。絞り弁は、ガス供給源(図示せず)と接続管50の間に位置する。一実施形態では、ガス供給源は天然ガス供給源である。第1マニホールド52は、マニホールド52から燃料サブシステム23の複数の燃料ノズル56まで延在する接続管54と接続している。一実施形態では、マニホールド52は1次ガスマニホールドである。燃料ノズル56はガスタービンエンジンと接続しており、ガスタービンエンジンの初期運転時及びガスタービンエンジンのアイドリング速度での運転時に、第1燃料をエンジンに供給する。一実施形態では、燃料ノズル56は1次燃料ノズルであり、Parker Hannifin社(米国オハイオ州クリーブランド、パークランドブルヴァール6035)から入手できる。

20

【0010】

接続管60は、マニホールド52とガス回路絞り弁との間の接続管50と接続している。ガス回路絞り弁は、ガス供給源と接続管50の間の、接続部61の上流で管60と接続している。接続管60は、接続管50からステージング弁62まで延在する。ステージング弁62は、接続管50から2次マニホールド66までのガスの流れを制御する。ステージング弁62は、燃料供給システム10で供給される第2燃料用の2次マニホールド66での最大ガス流量に適合するようなサイズとされる。一実施形態では、2次マニホールド66は2次ガスマニホールドである。2次マニホールド66は、マニホールド66から燃料サブシステム23の複数の燃料ノズル70まで延在する接続管68と接続している。燃料ノズル70はガスタービンエンジンと接続しており、ガスタービンエンジンが所定負荷での所定出力レベルでの運転に達した後に初期同期アイドリング速度から加速されると、ガスをガスタービンエンジンに供給する。一実施形態では、燃料ノズル70は2次燃料ノズルであり、Parker Hannifin社(米国オハイオ州クリーブランド、パークランドブルヴァール6035)から入手できる。

30

40

【0011】

運転時は、燃料供給システム10は、調量ガス流を用いてガスタービンエンジンを始動できるように、蒸気及びガスを供給することができる。ガスタービンエンジンを始動するため、燃料供給システム10は、1次ノズル24と1次ノズル56間で調量ガス流をステージングする。一実施形態では、燃料供給システム10は、20個の1次ノズル24, 56を含む。ガスタービンエンジン始動時並びに低出力モード及びアイドリング出力モード時には、第1ガス及び蒸気は、それぞれ1次マニホールド20及び52から1次燃料ノズル24及び56を通して、ガスタービンエンジンに供給される。第1ガス及び蒸気を1次マ

50

ニホールド 2 0 及び 5 2 に供給している間は、ステージング弁 3 2 及び 6 2 は、ガス及び蒸気が 2 次マニホールド 3 4 及び 6 6 に供給されないように閉じられる。ガスタービンエンジンの低出力状態及びアイドリング運転時に第 1 ガス及び蒸気を 1 次ノズル 2 4 及び 5 6 を通して供給すると、燃料供給システム 1 0 の低圧力比が高まり、ガスタービンエンジンの燃焼性限界が改善される。さらに、燃料及び制御システム 1 0 は、排ガス量を公知の非予混合式燃料及び制御システムよりも 4 倍も削減できることが判明した。

#### 【 0 0 1 2 】

別の実施形態では、ステージング弁 3 2 及びステージング弁 6 2 は、ステージング弁 3 2 及びステージング弁 6 2 が完全に閉じた位置（図示せず）でパイロット流れを与える。パイロット流れは、ガスタービンエンジンからのマニホールド 3 4 及び 6 6 への有害な燃焼ガスの逆流を防止するのに必要な最小限の正のガス流れをマニホールド 3 4 及び 6 6 に与える。

10

#### 【 0 0 1 3 】

次いで、ガスタービンエンジンは同期アイドリング運転から加速される。エンジンが所定の運転速度に達したら、燃料供給システム 1 0 は、蒸気回路ステージング弁 3 2 及びガス回路ステージング弁 6 2 を徐々に開いてガス流れを 2 次マニホールド 3 4 及び 6 6 へと導く。ステージング弁 3 2 及び 6 2 が開かれると、第 1 ガス及び蒸気はそれぞれマニホールド 3 4 及び 6 6 に導かれる。同時に、第 1 ガス及び蒸気は、依然として、それぞれマニホールド 2 0 及び 5 2 を通して 1 次燃料ノズル 2 4 及び 5 6 に導かれている。まもなく、2 次蒸気及びガスはそれぞれ 2 次燃料ノズル 3 8 及び 7 0 を通してガスタービンエンジンに流れ込む。一実施形態では、燃料供給システム 1 0 は 1 0 個の 2 次燃料ノズル 3 8 及び 7 0 を含む。同時に、蒸気及び第 1 ガスは依然それぞれマニホールド 2 0 と 5 2 を通して 1 次燃料ノズル 2 4 及び 5 6 に導かれている。

20

#### 【 0 0 1 4 】

図 2 は、燃料及び制御システム 1 0 に使用し得るデュアル燃料ノズル 8 0 の一実施形態の側面図である。燃料ノズル 8 0 は、燃料ノズル 2 4 , 3 8 , 5 6 及び 7 0 (図 1 に示す) に類似している。一実施形態では、燃料ノズル 2 4 , 3 8 , 5 6 及び 7 0 は各々同一形式の燃料ノズルであり、全出力運転で同じ設定の流れ動作特性を有する。従って、エンジンを加速して 2 次燃料ノズル 3 8 及び 7 0 が、ガス及び蒸気をガスタービンエンジンに供給する際、ガスタービンエンジンの出口温度のパターン因子及びプロフィールが保たれる。

30

#### 【 0 0 1 5 】

ノズル 8 0 は、第 1 ガス入口 8 2 、蒸気入口 8 3 、ノズル本体 8 4 及びノズルチップ 8 6 を含む。ノズル本体 8 4 は第 1 端部 8 8 と第 2 端部 9 0 を有する。第 1 燃料入口 8 2 は第 1 端部 8 8 に位置し、ノズルチップ 8 6 は第 2 端部 9 0 に位置する。第 1 燃料入口 8 2 はノズル本体 8 4 から延在しており、燃料回路接続管 6 8 (図 1 に示す) 又は燃料回路接続管 5 4 (図 1 に示す) との接続を可能にする継手 9 2 を含んでいる。さらに、第 1 燃料入口 8 2 は、継手 9 2 をノズル本体 8 4 と接続するエルボブロック 9 4 を含んでいる。第 1 燃料が接続管 5 4 及び 6 8 を通して継手 9 2 へと流れると、エルボ 9 4 が第 1 燃料流を継手 9 2 からノズル本体 8 4 へと導く。

40

#### 【 0 0 1 6 】

蒸気入口 8 3 は、ノズル本体 8 4 に付属した継手 9 8 から延在している。継手 9 8 は、ノズル 8 0 を蒸気回路接続管 2 2 (図 1 に示す) 又は蒸気回路接続管 3 6 (図 1 に示す) と接続する。蒸気が蒸気入口に入る方向 1 0 2 は、第 1 ガスがガス入口 8 2 に入る方向 1 0 3 と実質的に平行である。ガスはノズル本体 8 4 に入ると、蒸気と混合され、ノズルチップ 8 6 へと導かれる。

#### 【 0 0 1 7 】

ガスタービンエンジン用の燃料ノズルステージングのための上述の燃料供給システムは、経済性に優れ、信頼性が高い。当該システムは、ガス回路と燃料回路を含み、各々の回路は第 1 マニホールドと第 2 マニホールドを含んでいる。燃料供給システムは、初期運転時に複数の 1 次燃料ノズルを通して蒸気及び第 1 燃料をタービンエンジンに供給する。エン

50

ジンが所定の運転速度に達したら、燃料供給システムは複数の2次燃料ノズルも通して蒸気及び第1燃料をガスタービンエンジンに供給する。従って、ガスタービンエンジン用の燃料ノズルステージングのための燃料供給システムが提供されるが、かかるシステムによって、コストのかかる燃料供給システムを排して、信頼性が高く、融通がきき、しかも正確なガスタービンエンジン用燃料供給システムがユーザーに提供される。

【0018】

以上、本発明の様々な具体的実施形態を説明してきたが、本発明が特許請求の範囲に記載された技術思想及び技術的範囲内で変更を施して実施できることは当業者には自明であろう。

【図面の簡単な説明】

10

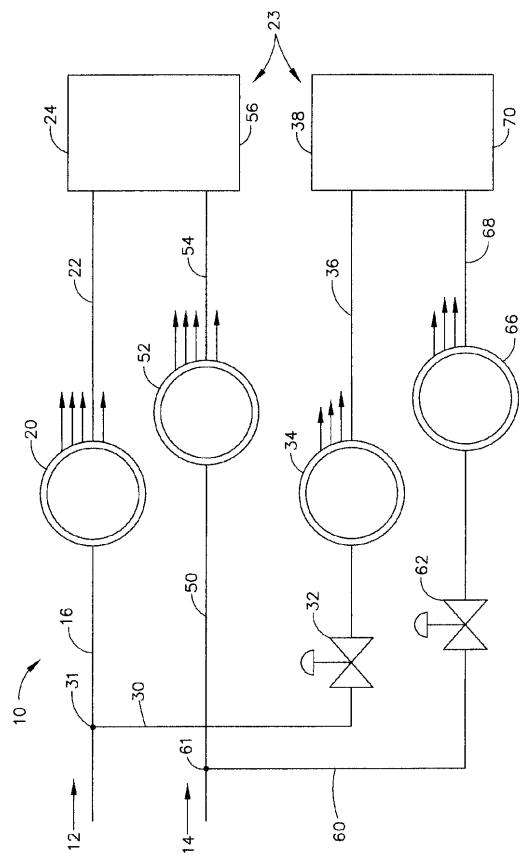
【図1】ガスタービンエンジン用の燃料ノズルステージングを行うための燃料供給システムの概略図。

【図2】図1に示す燃料供給システムに関して使用し得るデュアル燃料ノズルの一実施形態の側面図。

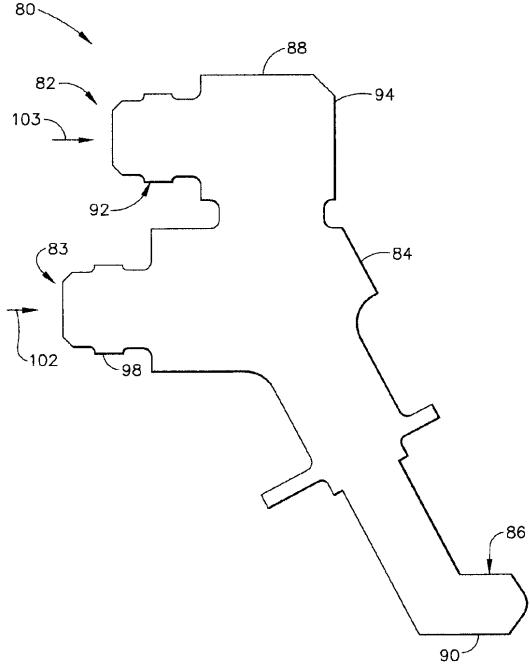
【符号の説明】

|    |             |    |
|----|-------------|----|
| 10 | 燃料供給システム    |    |
| 12 | 蒸気回路        |    |
| 14 | ガス回路        |    |
| 16 | 接続管         |    |
| 20 | 第1マニホールド    | 20 |
| 22 | 接続管         |    |
| 23 | 燃料ノズルサブシステム |    |
| 24 | 燃料ノズル       |    |
| 30 | 接続管         |    |
| 31 | 接続部         |    |
| 32 | ステージング弁     |    |
| 34 | 2次マニホールド    |    |
| 36 | 接続管         |    |
| 38 | 燃料ノズル       |    |
| 50 | 接続管         | 30 |
| 52 | 第1マニホールド    |    |
| 54 | 接続管         |    |
| 56 | 燃料ノズル       |    |
| 60 | 接続管         |    |
| 61 | 接続部         |    |
| 62 | ステージング弁     |    |
| 66 | 2次マニホールド    |    |
| 68 | 接続管         |    |
| 70 | 燃料ノズル       |    |
| 80 | デュアル燃料ノズル   | 40 |
| 82 | 第1ガス入口      |    |
| 83 | 蒸気入口        |    |
| 84 | ノズル本体       |    |
| 86 | ノズルチップ      |    |
| 88 | 第1端部        |    |
| 90 | 第2端部        |    |
| 92 | 継手          |    |
| 94 | エルボプロック     |    |
| 98 | 継手          |    |

【図1】



【図2】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許第05720164(US, A)  
特開平01-114623(JP, A)  
特開平05-125956(JP, A)  
米国特許第04259837(US, A)  
特開昭61-241425(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02C 3/30  
F02C 7/22  
F02C 9/40