(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6310707号
(P6310707)

(45)発行日　平成30年4月11日(2018.4.11)　(24)登録日　平成30年3月23日(2018.3.23)

(51)Int.Cl.			F I		
F02C	7/224	(2006.01)	F02C	7/224	
F02C	7/232	(2006.01)	F02C	7/232	C
F02C	7/26	(2006.01)	F02C	7/26	Z

請求項の数 20　外国語出願　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願2014-10858(P2014-10858)
(22)出願日　平成26年1月24日(2014.1.24)
(65)公開番号　特開2014-148973(P2014-148973A)
(43)公開日　平成26年8月21日(2014.8.21)
審査請求日　平成29年1月18日(2017.1.18)
(31)優先権主張番号　13/755,434
(32)優先日　平成25年1月31日(2013.1.31)
(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・カンパニイ
アメリカ合衆国、ニューヨーク州　１２３４５、スケネクタデイ、リバーロード、１番
(74)代理人　100137545
弁理士　荒川　聡志
(74)代理人　100105588
弁理士　小倉　博
(74)代理人　100129779
弁理士　黒川　俊久
(74)代理人　100113974
弁理士　田中　拓人

最終頁に続く

(54)【発明の名称】燃料加熱システムの運転方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
少なくとも１つの入口ダンパ、少なくとも１つの出口ダンパ及び少なくとも１つの再循環ダンパを有する燃料流回路を加熱するように構成された排気流回路を備える燃料加熱システムの運転方法であって、
前記燃料加熱システムの複数の部品の早点火診断チェックを実行するステップであって、前記早点火診断チェックを実行している間、前記少なくとも１つの入口ダンパ及び前記少なくとも１つの出口ダンパの各々が閉位置にあるステップと、
前記燃料加熱システムから未燃炭化水素の堆積物をパージするステップと、
正常運転状態で前記燃料加熱システムを運転するステップと、
クールダウン状態で前記燃料加熱システムを運転するステップであって、前記クールダウン状態で前記燃料加熱システムを運転している間、前記少なくとも１つの入口ダンパが閉位置にある、ステップと、
を含み、
前記少なくとも１つの入口ダンパは、供給通路を介して前記排気流回路に入る排気の量を制御し、
前記少なくとも１つの出口ダンパは、出口通路を介して前記排気流回路を出る排気の量を制御し、
前記少なくとも１つの再循環ダンパは、循環通路を介して前記出口通路から前記供給通路に、前記排気流回路内で循環する排気の量を制御する、

方法。
【請求項２】
前記早点火診断チェックを実行するステップは、前記燃料加熱システムと連通するガスタービンエンジンの始動前に、複数の弁及び複数のダンパを診断によってチェックするステップを更に含む、請求項１に記載の方法。
【請求項３】
少なくとも１つのメタン検出装置によって、燃料加熱器の燃料漏れチェックを実行するステップを更に含む、請求項１または２に記載の方法。
【請求項４】
前記燃料漏れチェックの実行中に前記少なくとも１つの再循環ダンパを開位置まで開放するステップを更に含んでおり、
前記燃料漏れチェックを実行するステップは、前記燃料加熱システムと連通するガスタービンエンジンの始動後に実施される、
請求項３に記載の方法。
【請求項５】
前記燃料加熱システムを加圧するために、燃料供給装置から前記燃料加熱システムへの燃料の流れを可能にするように遮断弁を開放するステップを更に含む、請求項３または４に記載の方法。
【請求項６】
前記燃料加熱システムのパージ中、前記少なくとも１つの入口ダンパを開位置まで開放し、且つ前記少なくとも１つの出口ダンパ及び前記少なくとも１つの再循環ダンパの両方を部分開位置まで開放するステップを更に含む、請求項１から５のいずれかに記載の方法。
【請求項７】
ガスタービンエンジンの流入排気流として排気を抽出して、前記燃料加熱システムの燃料加熱器に排気を流すステップを更に含んでおり、流体循環装置が少なくとも部分的に前記排気流回路の全体にわたる排気の流れを促進する、請求項６に記載の方法。
【請求項８】
正常運転状態で前記燃料加熱システムを運転するステップは、前記燃料加熱システムと連通するガスタービンエンジンの点火後に実施される、請求項１から７のいずれかに記載の方法。
【請求項９】
前記正常運転状態で前記燃料加熱システムを運転するステップは、
前記少なくとも１つの入口ダンパを開放することによって、排気筒から流入排気流として排気を抽出するステップと、
前記少なくとも１つの再循環ダンパを開放することによって、追加流入排気流と混合するために排気を再循環させるステップと、
前記少なくとも１つの出口ダンパを開放することによって、前記排気筒に排気を放出するステップであって、前記少なくとも１つの再循環ダンパ及び前記少なくとも１つの出口ダンパが、前記少なくとも１つの入口ダンパ付近の排気の入口温度を調整するステップと、
を含む、請求項８に記載の方法。
【請求項１０】
流体循環装置が、少なくとも部分的に前記排気流回路の全体にわたる排気の流れを促進する、請求項１から９のいずれかに記載の方法。
【請求項１１】
前記正常運転状態で前記燃料加熱システムを運転するステップは、加熱された燃料をガスタービンエンジンに送るために、燃料流回路入口付近に配置された燃料供給装置から燃料加熱器を通して燃料流回路出口まで燃料を流すステップを更に含む、請求項１から１０のいずれかに記載の方法。

【請求項１２】
加熱されていない燃料と加熱された燃料の混合を行うために、前記燃料供給装置からの加熱されていない燃料の一部を前記燃料流回路出口に選択的に送るように燃料混合弁を制御するステップを更に含む、請求項１１に記載の方法。
【請求項１３】
前記クールダウン状態で前記燃料加熱システムを運転するステップは、前記排気流回路を通して排気を送るステップを更に含んでおり、
排気は、前記少なくとも１つの再循環ダンパによって制御された前記循環通路と、前記少なくとも１つの出口ダンパによって制御された前記出口通路とを通して送られる、
請求項１から１２のいずれかに記載の方法。
【請求項１４】
前記循環通路を通して排気の大部分を送るために、前記少なくとも１つの再循環ダンパを前記少なくとも１つの出口ダンパよりも大きく開放するステップを更に含む、請求項１３に記載の方法。
【請求項１５】
燃料供給装置からの加熱されていない燃料の一部を燃料流回路入口付近から燃料流回路出口まで選択的に送るように構成された燃料混合弁を閉鎖するステップを更に含む、請求項１３または１４に記載の方法。
【請求項１６】
前記少なくとも１つの入口ダンパは閉位置にあり、前記少なくとも１つの出口ダンパ及び前記少なくとも１つの再循環ダンパはそれぞれ部分開位置にある、シャットダウン状態で前記燃料加熱システムを運転するステップを更に含む、請求項１から１５のいずれかに記載の方法。
【請求項１７】
少なくとも１つの入口ダンパ、少なくとも１つの出口ダンパ及び少なくとも１つの再循環ダンパを有する燃料流回路を加熱するように構成された排気流回路を備える燃料加熱システムの運転方法であって、
前記燃料加熱システムの複数の部品の早点火診断チェックを実行するステップと、
前記燃料加熱システムから未燃炭化水素の堆積物をパージするステップと、
正常運転状態で前記燃料加熱システムを運転するステップと、
クールダウン状態で前記燃料加熱システムを運転するステップと、
シャットダウン状態で前記燃料加熱システムを運転するステップと、
前記燃料加熱システムを監視するステップであって、前記燃料加熱システムが異常運転特性の検出に応じて少なくとも１つの保護モードを開始するステップと、
を含み、
前記シャットダウン状態の間、前記少なくとも１つの出口ダンパおよび前記少なくとも１つの再循環ダンパが、等しい量の前記排気が前記少なくとも１つの出口ダンパと前記少なくとも１つの再循環ダンパを通って流れる位置に、それぞれ開き、
前記少なくとも１つの入口ダンパは、供給通路を介して前記排気流回路に入る排気の量を制御し、
前記少なくとも１つの出口ダンパは、出口通路を介して前記排気流回路を出る排気の量を制御し、
前記少なくとも１つの再循環ダンパは、循環通路を介して前記出口通路から前記供給通路に、前記排気流回路内で循環する排気の量を制御する、
方法。
【請求項１８】
前記少なくとも１つの保護モードは、燃料加熱器を冷却するために熱源から前記排気流回路を遮断するステップを含んでおり、
前記排気流回路を遮断するステップは、
前記少なくとも１つの入口ダンパまたは前記少なくとも１つの出口ダンパのうちの１

つを閉鎖するステップと、
　燃料供給装置からの加熱されていない燃料の一部を燃料流回路入口付近から燃料流回路出口まで選択的に送るように構成された燃料混合弁を閉鎖するステップと、
　を含む、
請求項１７に記載の方法。
【請求項１９】
　前記少なくとも１つの保護モードは、前記燃料流回路から前記燃料加熱器を遮断するステップを更に含んでおり、前記燃料流回路から前記燃料加熱器を遮断するステップは、
　前記燃料供給装置から前記燃料加熱器への燃料流を制御するように構成された少なくとも１つの燃料遮断弁を閉鎖するステップと、
　前記燃料混合弁を開放するステップと、
を含む、請求項１８に記載の方法。
【請求項２０】
　前記燃料加熱器から燃料を通気するための加熱器通気弁を開放するステップを更に含む、請求項１９に記載の方法。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
　本発明は、ガスタービンエンジンに関し、より詳細には、そのようなガスタービンエンジン用の燃料加熱システムの運転方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
　ガスタービンエンジンによって消費される燃料の温度は、一般的に、ガスタービンエンジンに伴う効率的な燃焼のための特定の範囲内であることが求められる。一般的に、ガスタービンエンジンに供給される燃料は加熱されていないため、上述した燃焼の温度要求を満たすべく燃料の温度を上昇させるために燃料加熱器が使用される。燃料加熱器は運転用のエネルギー源を必要とし、エネルギー源はガスタービンエンジン上の寄生負荷と考えられる。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００３】
【特許文献１】米国特許第８０１５７９３号明細書
【発明の概要】
【０００４】
　燃料の加熱方法には、さもないと周囲環境に放出される、ガスタービンエンジンによって生じた熱排気を使用することが含まれる。そのような方法には、部品数の膨大さや制御システムの複雑さ、並びに加熱される燃料の可燃性質に基づく非効率性及び安全性の問題がある。
【０００５】
　本発明の一態様によれば、燃料加熱システムの運転方法が提供される。本方法は、燃料加熱システムの複数の部品の早点火診断チェックを実行するステップを含む。本方法は、燃料加熱システムから未燃炭化水素の堆積物をパージするステップを更に含む。本方法は、少なくとも１つの入口ダンパ、少なくとも１つの出口ダンパ、及び少なくとも１つの再循環ダンパがそれぞれ開位置にある、正常運転状態で燃料加熱システムを運転するステップを更に含む。本方法は、少なくとも１つの入口ダンパが閉位置にある、クールダウン状態で燃料加熱システムを運転するステップを更にまた含む。
【０００６】
　本発明の別の態様によれば、燃料加熱システムの運転方法が提供される。本方法は、燃料加熱システムの複数の部品の早点火診断チェックを実行するステップを含む。本方法は

、燃料加熱システムから未燃炭化水素の堆積物をパージするステップを更に含む。本方法は、正常運転状態で燃料加熱システムを運転するステップを更に含む。本方法は、クールダウン状態で燃料加熱システムを運転するステップを更にまた含む。本方法は、シャットダウン状態で燃料加熱システムを運転するステップを更に含む。本方法は、燃料加熱システムを監視するステップであって、燃料加熱システムが異常運転特性の検出に応じて少なくとも１つの保護モードを開始するステップを更に含む。

【０００７】

これら及びその他の利点及び特徴は、図面に関連してなされる以下の説明からより明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【０００８】

本発明と見なされる主題は、本明細書の結びの部分の特許請求の範囲において具体的に指摘され明確に請求されている。本発明の上記及びその他の特徴及び利点は、添付図面に関連してなされる以下の詳細な説明から明らかである。

【図１】ガスタービンエンジンの概略図である。

【図２】ガスタービンエンジンと共に使用される燃料加熱システムの概略図である。

【図３】燃料加熱システムの運転方法を示すフローチャートである。

【０００９】

詳細な説明は、例として図面を参照して、利点及び特徴と共に本発明の実施形態を説明する。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

図１を参照すると、ガスタービンエンジン１００が概略的に示され、単純サイクル構成で図示されている。ガスタービンエンジン１００は、一般的に、圧縮機１０５と、燃焼システム１１０と、タービンセクション１１５とを備えている。排気筒１４０は、タービンセクション１１５の下流に設置することができる。

【００１１】

一般的に、圧縮機１０５は、矢印１１７で表される流入空気を受け入れて圧縮する。圧縮空気は、燃焼システム１１０へと下流に流れることになり、そこで、圧縮空気が燃料１３０（例えば、天然ガスだがこれに限らない）と混合される。燃焼プロセス中に放出されたエネルギーは、下流に流れて、タービンセクション１１５を駆動する。負荷（例えば、発電機１２５だがこれに限らない）は、ガスタービンエンジン１００に連結することができる。ここでは、タービンセクション１１５で生じた機械トルクが電気エネルギーに変換される。ガスタービンエンジン１００の運転中に発生した排気１２０は、排気筒１４０を通って放出する。

【００１２】

ガスタービンエンジン１００は、燃料供給装置１３３から燃料１３０を受け入れることができる。燃料供給装置１３３は、燃料１３０が燃料圧縮機１７５を介して現場に供給され、最終的に燃焼システム１１０へと流れる場所の付近が発生源である。上述のように、一部のガスタービンエンジンは、性能及び／又はその他の理由で加熱された燃料を必要とする。ここでは、寄生負荷（例えば、燃料加熱器１８５（図２）だがこれに限らない）が、燃料１３０を所望の運転範囲まで加熱する。

【００１３】

次に図２を参照すると、燃料加熱システム２００が概略的に示されている。燃料加熱システム２００は、それぞれ以下に詳細に述べる、排気流回路２１０と、燃料加熱器１８５と、燃料流回路２２０とを備えている。

【００１４】

上記のように、図示の実施形態は、単純サイクルモードで運転するガスタービンエンジン１００に適用することができる。従って、ここでの説明のために、排気１２０は排気筒１４０で発生する。排気１２０の抽出には必ずしも排気筒１４０を外すことを必要としな

いことを理解されたい。排気の抽出は、ガスタービンエンジン１００の出口から大気へ放出されるまでの任意の地点で行うことができる。排気筒１４０は、上部に開口を有する円筒形状を有する。操作上、排気筒１４０によって、排気１２０を大気に放出することができる。排気筒１４０は、排気筒１４０から流出する排気１２０の一部を、燃料加熱システム２００の排気流回路２１０へ迂回させるように構成された筒貫通部２０２を更に備えていてもよい。一実施形態では、筒貫通部２０２は、排気１２０の大部分を排気流回路２１０へと迂回させることができる。別の実施形態では、筒貫通部２０２は、排気１２０の約１０％以下を排気流回路２１０へと迂回させることができる。排気筒１４０は、燃料加熱器１８５の放出による排気１２０を排気筒１４０へと案内するように構成された構造を含む筒戻り部２０４を更に備えていてもよい。

【００１５】

燃料加熱器１８５は、排気１２０からの熱を燃料１３０に機能的に伝達する。燃料加熱器１８５は、筒貫通部２０２の下流に流動的に接続することができる。燃料加熱器１８５の実施形態は、流入排気流２２４が排気供給通路２２６に沿って排気流回路２１０に入ることができるように、筒貫通部２０２付近に排気入口２２２を備えている。排気入口２２２付近には、流入排気流２２４として排気流回路２１０に入る排気１２０の量を制御するための、少なくとも１つだが通常は複数の排気入口ダンパ２２８が配置される。複数の排気入口ダンパ２２８付近には、流入排気流２２４の入口温度を検出するための排気入口熱電対２３０と、燃料炭化水素又は未燃炭化水素の存在及び量を検出するための少なくとも１つのメタン検出器（例えば、第１のメタン検出器２３２）とが配置される。

【００１６】

燃料加熱器１８５は、排気１２０を受け入れるための燃料加熱器入口２３４と、排気流回路２１０の排気戻り通路２３８に排気１２０を放出するための燃料加熱器出口２３６とを含む。少なくとも１つの加熱器入口熱電対２４０は、燃料加熱器入口２３４付近に配置してもよい。更に、少なくとも１つの加熱器出口熱電対２４２は、別のメタン検出器（例えば、第２のメタン検出器２４３）と、少なくとも１つだが通常は一連の火炎検出熱電対２４４と共に、燃料加熱器出口２３６付近に配置してもよい。

【００１７】

排気流回路２１０の全体にわたって排気１２０の流れを促進するために、流体循環装置２５２が排気流回路２１０内に配置される。図示の実施形態では、流体循環装置２５２が燃料加熱器出口２３６の下流に配置されるが、流体循環装置２５２は別の位置に設置してもよいと考えられる。流体循環装置２５２は、送風機、扇風機、又はその他の原動装置を備えている。流体循環装置２５２は、可変周波数又は一定周波数式のモータ２５５によって駆動することができる。少なくとも１つのメタン検出器のうちのもう１つ（例えば、第３のメタン検出器２５８）が流体循環装置２５２付近に配置され、送風機ベアリング振動検出器２５３が流体循環装置２５２と連通して、流体循環装置２５２付近の振動レベルを検出する。

【００１８】

排気戻り通路２３８からの排気１２０の放出に続いて、排気１２０は、排気１２０を再循環通路２４８及び出口通路２５０へと送るように構成された分岐点２４６に送られる。再循環通路２４８及び出口通路２５０に送られる排気１２０の比率は、それぞれ、再循環通路２４８及び出口通路２５０内に配置された、少なくとも１つだが通常は複数の再循環ダンパ２５４と、少なくとも１つだが通常は複数の排気出口ダンパ２５６とによって制御される。排気１２０の出口温度を検出するための、少なくとも１つだが通常は複数の排気出口熱電対２６０は、複数の排気出口ダンパ２５６付近に設置される。

【００１９】

第１の制御器２６２は、少なくとも１つの加熱器入口熱電対２４０、複数の再循環ダンパ２５４、及び複数の排気出口ダンパ２５６と機能的に連通している。第１の制御器２６２は、燃料加熱器入口２３４付近の加熱器入口熱電対２４０によって検出される排気１２０の温度を維持するように構成される。これは、複数の再循環ダンパ２５４及び複数の排

気出口ダンパ２５６を制御することによって達成される。燃料加熱器入口２３４付近の温度制御は、再循環通路２４８を通って流れる排気１２０と、加熱器入口熱電対２４０の上流の場所で流入する排気流２２４との混合によってもたらされた結果である。一実施形態では、第１の制御器２６２は、比例・積分・微分制御器（ＰＩＤ制御器）である。第１の制御器２６２は、排気１２０の所望の温度と、加熱器入口熱電対２４０によって検出された実際の温度の間の差を計算する。計算された差に基づいて、複数の再循環ダンパ２５４及び複数の排気出口ダンパ２５６が必要に応じて調整される。

【００２０】

燃料流回路２２０は、燃料加熱器１８５を通して燃料１３０を移動させるものであり、燃料供給通路２７０及び燃料放出通路２７２を備えている。燃料供給通路２７０は、燃料供給装置１３３付近に配置された燃料入口２７４付近から燃料加熱器１８５の燃料入口ポート２７６まで延在して、燃料供給通路２７０と燃料加熱器１８５の間の流体結合を行う。燃料供給通路２７０への燃料１３０の供給は、燃料入口２７４付近に設置された停止弁２７８によって制御される。燃料供給通路２７０に供給され、その中を流れる燃料１３０は、通常は加熱されていない。燃料供給通路２７０に沿って、少なくとも１つだが通常は複数の燃料供給通路遮断弁がある。例示的実施形態では、第１の燃料供給通路遮断弁２８０及び第２の燃料供給通路遮断弁２８２が含まれる。１つ以上の通気弁が、燃料供給通路２７０に沿って含まれる。図示の実施形態では、第１の弁２８４が第１の燃料供給通路遮断弁２８０の上流に配置され、燃料供給通路通気弁２８６が、第１の燃料供給通路遮断弁２８０と第２の燃料供給通路遮断弁２８２の間に設置される。

【００２１】

燃料混合弁２８８は、燃料供給通路２７０と燃料放出通路２７２を流動的に結合する接続通路２９０に沿って含まれる。一実施形態では、燃料混合弁２８８は、特定の弁位置に制御することができる二方弁である。燃料混合弁２８８は、燃料加熱器１８５への燃料１３０の流れに関与しない運転状態で燃料加熱器１８５を迂回するために使用したり、加熱されていない燃料を燃料加熱器１８５によって加熱された燃料と混合するための混合弁として作用したりすることができる。混合操作では、燃料混合弁２８８の制御によって、ガスタービンエンジン１００の燃焼システム１１０に入る前に燃料１３０の目標燃料温度を維持する。燃料混合弁２８８の制御については、以下で更に詳細に述べる。

【００２２】

例示的実施形態では、燃料加熱器１８５は、物理的に分離した区画を有する熱交換器である。対流区画２９２はそれを通して排気１２０を流すことができるのに対して、燃料区画２９４はその中に燃料１３０を流すことができる。対流区画２９２は、燃料区画２９４を通過する流れの均一性を提供するように設計される。燃料区画２９４は管束設計を有し、管束構造の整合性によって排気ガスと燃料の混合を防止する。図示するように、第２の区画２９４は、その中を流れながら燃料１３０の所望の加熱を達成するのに十分な時間の間、燃料加熱器１８５を通して燃料１３０を送るように構成された管通路を含むことができる。排気１２０が第２の区画２９４を通過して流れるとき、燃料１３０が加熱される。

【００２３】

燃料１３０は、燃料加熱器１８５と燃料放出通路２７２を流動的に結合する燃料出口ポート２９６を介して燃料放出通路２７２に送られる。加熱器通気弁２９８は、燃料加熱器１８５の下流に設置され、燃料加熱器１８５の急速排気が必要な場合に燃料１３０の燃料加熱器１８５を通気するように構成される。加熱器通気弁２９８の下流には、第１の燃料放出通路遮断弁３０２及び第２の燃料放出通路遮断弁３０４がある。第１の燃料放出通路遮断弁３０２と第２の燃料放出通路遮断弁３０４の間には、燃料放出通路通気弁３０６が配置される。燃料放出通路２７２は、燃料出口ポート２９６から、ガスタービンエンジン１００の燃焼システム１１０に流動的に結合される燃料流回路出口３１０まで延在する。

【００２４】

少なくとも１つの燃料入口ポート熱電対３１２は、燃料加熱器１８５の燃料入口ポート２７６付近に設置されて、燃料加熱器１８５内の燃料１３０の加熱前に、燃料１３０の温

度検出を行う。同様に、少なくとも１つの燃料出口ポート熱電対３１４は、燃料出口ポート２９６付近に設置されて、燃料１３０の加熱後に、燃料１３０の温度検出を行う。更に、混合燃料熱電対３１５は、燃料流回路出口３１０付近に配置されて、ガスタービンエンジン１００の燃焼システム１１０へと流れる直前に、燃料１３０の温度を検出する。

【００２５】

第２の制御器３１６は、燃料出口ポート熱電対３１４及び流体循環装置２５２と機能的に連通している。第２の制御器３１６は、燃料出口ポート２９６付近の燃料１３０の温度を所望の温度に維持するように構成される。これは、燃料加熱器１８５の全体にわたる、より詳細には燃料１３０を収容する燃料区画２９４を通過する排気１２０の流量を制御することによって達成される。第１の制御器２６２と同様に、第２の制御器３１６は、比例・積分・微分制御器（ＰＩＤ制御器）であってもよい。

【００２６】

第３の制御器３１８は、混合燃料熱電対３１５及び燃料混合弁２８８と機能的に連通している。第３の制御器３１８は、燃料流回路出口３１０付近の燃料１３０の温度を所望の温度に維持するように構成される。これは、燃料混合弁２８８の位置を制御することにより、加熱された燃料と混合される加熱されていない燃料の量を制御することによって、達成される。第１の制御器２６２及び第２の制御器３１６と同様に、第３の制御器３１８は、比例・積分・微分制御器（ＰＩＤ制御器）であってもよい。

【００２７】

次に図３を参照すると、図１及び２と関連して、燃料加熱システム２００の運転方法４００がフローチャートによって示されている。幾つかの運転モード及び保護モードが示されている。大まかに分類すると、モードは、始動前／早点火モード、ガスタービン運転・シャットダウンモード、及び保護モードに分類することができる。

【００２８】

運転方法４００は、燃料加熱システム２００の複数の部品の始動前チェック４０４を含む早点火診断チェック４０２を実行するステップを含む。チェックされる部品には、例えば、弁、ダンパ、及び器具類のような上記で詳細に述べた部品のいずれかが含まれる。いずれかの部品が適切に機能していないことを複数の部品の始動前チェック４０４が示した場合、警報が発動される（４０６）。そのような警報の発動に応じて、次の運転モードは中止され、トラブルシューティングが開始される。しかしながら、部品の診断チェックが順調に完了した場合、ガスタービンエンジンが始動され（４０８）、加熱器の漏れチェックが実行される（４１０）。具体的には、通気弁２８４，２８６，２９８，３０６が閉鎖されて、停止弁２７８が開放される一方、燃料流回路２２０の燃料供給通路２７０及び燃料放出通路２７２の遮断弁が開放される。そのような構成により、燃料１３０を加圧し、燃料流回路２２０及び燃料加熱器１８５の全体にわたって流すことができる。

【００２９】

複数の排気入口ダンパ２２８及び複数の排気出口ダンパ２５６がそれぞれ閉位置にある一方、複数の再循環ダンパ２５４は開位置に位置決めされて、排気１２０を排気流回路２１０の全体にわたって流すことができる。排気１２０は、作動している流体循環装置２５２を用いて流れるように促される。一実施形態では、流体循環装置２５２は最低運転速度で作動する。燃料混合弁２８８は加熱器の漏れチェック中は通常は閉鎖され、メタン検出器は、加熱器の漏れを示すことになるメタンが検出されないことを確認する。漏れが存在しないことを十分に断定するための所定時間、加熱器の漏れチェックが実行される（４１０）。漏れが測定された場合、警報が発動され（４１２）、加熱器のロックアウトに相当する保護モードが開始される。更に、何らかの装置故障や異常振動又は異常温度があった場合、システムは次の運転モードに進むことができない。様々な保護モードについては、以下で詳細に説明する。

【００３０】

加熱器の漏れチェックとガスタービンのパージが順調に完了すると、燃料加熱システムのパージが開始される（４１４）。パージ中、未燃炭化水素を除去するために、「きれい

な」空気が燃料加熱器１８５を通して案内される。燃料流回路２２０は、燃料供給装置１３３によって加圧されたままである。更に、複数の排気入口ダンパ２２８が全開位置まで開放される一方、複数の排気出口ダンパ２５６及び複数の再循環ダンパ２５４はそれぞれ部分開位置まで開放される。通常、複数の排気出口ダンパ２５６は、複数の再循環ダンパ２５４よりも大きく開放される。一実施形態では、複数の排気出口ダンパ２５６は排気１２０の約７５％がそれを通して排気筒１４０へと流れることができるように位置決めされる一方、複数の再循環ダンパ２５４は排気１２０の約２５％を再循環させることができるように開放される。燃料加熱システムがパージされている（４１４）間、遮断弁は開放したままであり、燃料混合弁２８８は閉鎖したままである。燃料加熱システム２００は、燃料漏れ、部品故障、及び／又は異常運転を監視し続け、そのいずれかによって、警報や措置（例えば、漏れの場合は、加熱器のロックアウト等）を起動させる。メタン検出器２４３又は２５８のいずれかが保護限界を超えるメタン及び／又は未燃炭化水素の存在を示した場合、システムは警報を開始し、加熱器をロックアウトすべく措置を講じることになる。

【００３１】

早点火診断チェックが順調に完了すると、ガスタービンエンジンを点火することができ（４２０）、一実施形態では、ガスタービンが点火されると、燃料加熱システム２００が加熱器待機モード４２２に入る。加熱器待機モード４２２では、複数の排気出口ダンパ２５６が閉位置に位置決めされる一方、複数の再循環ダンパ２５４は全開位置に位置決めされる。燃料加熱システム２００は、ガスタービンエンジン１００が所定の軸速度（用途に応じて変動する）に達するまでこのモードで運転する。一実施形態では、軸速度は約３０％未満である。

【００３２】

或いは、加熱器待機モード４２２は完全に省略してもよく、燃料加熱システム２００は、ガスタービンエンジンが点火された（４２０）直後に正常運転状態４２４に入ってもよい。正常運転状態４２４での燃料加熱システム２００の運転については、燃料加熱システム２００の説明に関連して上記で詳細に説明したため、各部品の操作に関する重複説明は必要ない。正常運転状態４２４では、複数の排気入口ダンパ２２８、複数の排気出口ダンパ２５６、及び複数の再循環ダンパ２５４は全て、それぞれ通常は開位置にあって、流入排気流２２４を排気流回路２１０に送ることができるだけでなく、燃料加熱器１８５を通って流れた後の排気１２０の再循環及び放出を行うことができる。上記で詳細に説明したように、第１の制御器２６２は、入口熱電対２４０によって検出された、燃料加熱器１８５に入る排気１２０の温度を調整するために、複数の再循環ダンパ２５４及び複数の排気出口ダンパ２５６を制御するように構成される。更に、第２の制御器３１６は、流体循環装置２５２を制御することによって、放出口２９６で燃料加熱器１８５から出る燃料１３０の温度を調整するように構成される。第３の制御器３１８は、燃料混合弁２８８の位置を操作することによって、燃料流回路２２０からガスタービンエンジン１００に出る混合燃料の温度を制御するように構成される。上記の実施形態は複数の制御器を使用しているが、実施形態を実施するのに単一の制御器を使用することも可能であることを理解されたい。

【００３３】

ガスタービンエンジンのシャットダウン後、燃料加熱システム２００は、クールダウン状態４２６で運転する。この状態は、ガスタービンエンジン１００の速度が所定の速度以下（例えば、最高速度の９５％以下）に低下すると生じることになる。クールダウン状態４２６で運転している間、複数の排気入口ダンパ２２８は閉位置に位置決めされて、更なる排気が排気筒１４０から排気流回路２１０に入るのを防止する。複数の再循環ダンパ２５４は、複数の排気出口ダンパ２５６よりも大きく開放されて、再循環通路２４８を通して排気１２０の大部分を送る。クールダウン状態では、燃料混合弁２８８は、定常状態中に開位置にあった場合、閉位置に移動させられる。更に、流体循環装置２５２は、通常は速度を落とすが運転し続ける。

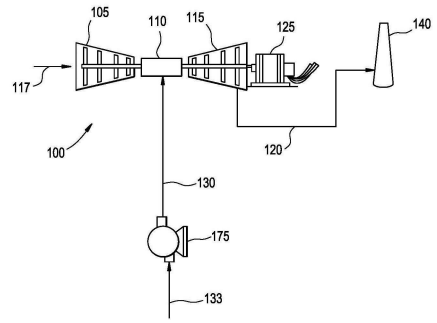
【００３４】
燃料加熱システム２００は、ガスタービンエンジン１００がフレームアウト状態になると、シャットダウン状態４３０で運転する。シャットダウン状態では、複数の排気入口ダンパ２２８は閉鎖したままだが、複数の排気出口ダンパ２５６及び複数の再循環ダンパ２５４はそれぞれ部分的に開放される。一実施形態では、複数の排気出口ダンパ２５６及び複数の再循環ダンパ２５４は、それぞれを通して等量の排気１２０を流すことができるように構成された位置まで開放される。更に、流体循環装置２５２は、一実施形態では、排気１２０の温度が約２００°Ｆ（約９３．３℃）以下になると、止められる。
【００３５】
燃料加熱システム２００の運転方法４００は、安全性又は効率性の問題を引き起こす可能性がある様々な異常運転について燃料加熱システムを監視するステップ４３２を含む。そのような運転異常の検出に応じて、少なくとも１つの保護モードが開始される（４３４）。
【００３６】
第１の保護モードは、排気流回路遮断モード４３６と呼ばれる。このモードでは、複数の排気出口ダンパ２５６が閉鎖され、流体循環装置２５２は比較的低速で運転するため、排気筒１４０から排気１２０の形で更なる熱が回収されることはないが、十分な量の排気１２０を排気流回路２１０に流すことにより、最終的に燃料加熱器１８５の第２の区画２９４を通って流れる加熱されていない燃料によって燃料加熱器１８５を冷却することができる。また、このモードでは、燃料混合弁２８８が閉鎖されて、加熱されていない燃料の全てが燃料加熱器１８５を通過することができる。このモードは、加熱されていない燃料をガスタービンに供給する要求又は必要性がある場合に適用することができる。更に、このモードは、安全性に悪影響を及ぼさないが、加熱器の運転を続ける前に修正が必要な部品故障がある場合に適用することができる。
【００３７】
第２の保護モードは、加熱器シャットダウンモード４３８と呼ばれる。排気流回路遮断モード４３６で講じられる措置に加えて、燃料加熱器１８５の迂回及び封鎖の結果、燃料１３０が燃料加熱器１８５内に封じ込められる。迂回は、燃料混合弁２８８を開放し、遮断弁（２８０，２８２，３０２，３０４）を閉鎖することによって達成される。加熱器の封鎖は、燃料供給通路２７０内に配置された通気弁２８６，３０６を開放することによって達成される。加熱器通気弁２９８は、燃料加熱器１８５の通気を防止するために閉鎖したままである。このモードは、加熱器の連続運転を妨げる、深刻でない状況や部品故障（例えば、弁の故障）が発生した場合に起動される。
【００３８】
第３の保護モードは、加熱器ロックアウトモード４４０と呼ばれる。加熱器ロックアウトモード４４０は、燃料加熱器１８５における燃料漏れや火炎等の深刻な状況に使用される。このモードでは、排気流回路２１０及び燃料流回路２２０の両方が、先の保護モードで説明したように遮断されるが、燃料加熱器１８５も加熱器通気弁２９８を開放することによって通気される。更に、全ての遮断弁が閉鎖され、全ての通気弁が開放される。
【００３９】
限られた数の実施形態のみに関して本発明を詳細に説明してきたが、本発明がそのような開示した実施形態に限定されるものではないことは、容易に理解されるはずである。むしろ、本発明は、これまで説明していないが本発明の技術的思想及び技術的範囲に相応するあらゆる数の変形、変更、置換又は同等の構成を組み込むように修正することができる。更に、本発明の様々な実施形態について説明してきたが、本発明の態様は説明した実施形態の一部のみを含むことができることを理解されたい。従って、本発明は、上記の説明によって限定されるものと見なすべきではなく、特許請求の範囲の技術的範囲によってのみ限定される。
【符号の説明】
【００４０】

１００　ガスタービンエンジン
１０５　圧縮機
１１０　燃焼システム
１１５　タービンセクション
１１７　矢印
１２０　排気
１２５　発電機
１３０　燃料
１３３　燃料供給装置
１４０　排気筒
１７５　燃料圧縮機
１８５　燃料加熱器
２００　燃料加熱システム
２０２　筒貫通部
２０４　筒戻り部
２１０　排気流回路
２２０　燃料流回路
２２２　排気入口
２２４　流入排気流
２２６　排気供給通路
２２８　排気入口ダンパ
２３０　入口熱電対
２３２　第１のメタン検出器
２３４　燃料加熱器入口
２３６　燃料加熱器出口
２３８　排気戻り通路
２４０　加熱器入口熱電対
２４２　加熱器出口熱電対
２４３　第２のメタン検出器
２４４　火炎検出熱電対
２４６　分岐点
２４８　再循環通路
２５０　出口通路
２５２　流体循環装置
２５３　送風機ベアリング振動検出器
２５４　再循環ダンパ
２５５　モータ
２５６　排気出口ダンパ
２５８　第３のメタン検出器
２６０　出口熱電対
２６２　第１の制御器
２７０　燃料供給通路
２７２　燃料放出通路
２７４　燃料入口
２７６　燃料入口ポート
２７８　停止弁
２８０　燃料供給通路遮断弁
２８２　第２の燃料供給通路遮断弁
２８４　第１の弁
２８６　燃料供給通路通気弁

２８８　燃料混合弁
２９０　接続通路
２９２　対流区画
２９４　燃料区画
２９６　燃料出口ポート
２９８　加熱器通気弁
３０２　第１の燃料放出通路遮断弁
３０４　第２の燃料放出通路遮断弁
３０６　燃料放出通路遮断弁
３１０　燃料流回路出口
３１２　燃料入口ポート熱電対
３１４　燃料出口ポート熱電対
３１５　混合燃料熱電対
３１６　第２の制御器
３１８　第３の制御器

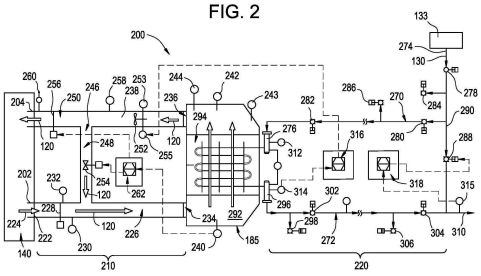
【図１】

FIG. 1



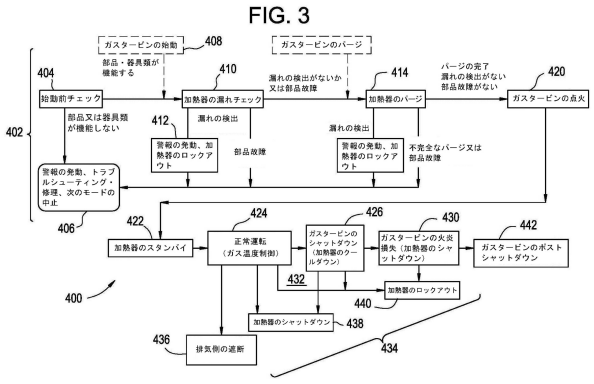
【図２】

FIG. 2



【図３】

FIG. 3



フロントページの続き

(72)発明者　ルシ・マヘッシュ・アミン
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・２９６１５－４６１４、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、３００番
(72)発明者　ダグラス・スコット・バード
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・２９６１５－４６１４、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、３００番
(72)発明者　ディーン・マシュー・エリクソン
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・２９６１５－４６１４、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、３００番
(72)発明者　マイケル・ジョン・マリアニ
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・２９６５０－５３２２、グリアー、アルドゲート・ウェイ、２０４番
(72)発明者　クリスティーナ・ルネイ・ポンペイ
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・２９６１５－４６１４、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、３００番
(72)発明者　コーレイ・フレデリック・レンド
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・２９６１５－４６１４、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、３００番
(72)発明者　ブライアン・エドワード・スウィート
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、ワン・リバー・ロード

審査官　瀬戸　康平

(56)参考文献　米国特許第０８０１５７９３（ＵＳ，Ｂ２）
特開２０１０－１０１３１９（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－２０５３５５（ＪＰ，Ａ）
実開昭５３－０６４８０９（ＪＰ，Ｕ）
特開２００９－１２１４８０（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－１３２９５９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ０２Ｃ　３／３０，３／３４，
７／２２４，７／２３２，７／２６