

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6878062号
(P6878062)

(45) 発行日 令和3年5月26日(2021.5.26)

(24) 登録日 令和3年5月6日(2021.5.6)

(51) Int. Cl.	F I	
FO2C 7/22 (2006.01)	FO2C 7/22	B
F23R 3/28 (2006.01)	FO2C 7/22	D
FO1D 25/18 (2006.01)	F23R 3/28	F
	FO1D 25/18	A
	FO1D 25/18	E

請求項の数 12 外国語出願 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2017-50697 (P2017-50697)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成29年3月16日 (2017.3.16)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公開番号	特開2017-180454 (P2017-180454A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123
(43) 公開日	平成29年10月5日 (2017.10.5)		45、スケネクタデー、リバーロード、1
審査請求日	令和2年3月9日 (2020.3.9)		番
(31) 優先権主張番号	15/086,051	(74) 代理人	100105588
(32) 優先日	平成28年3月30日 (2016.3.30)		弁理士 小倉 博
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久
		(74) 代理人	100113974
			弁理士 田中 拓人
		(72) 発明者	ジョージ・フレデリック・フレイ
			アメリカ合衆国、テキサス州・77015
			、ヒューストン、ジャッキントポート・ブ
			ールバード、16415番
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスタービンの可変流量圧縮機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガスタービンシステム(10)であって、

燃料-空気混合物(18)を燃焼させるように構成されている燃焼器(16)と、

燃料を圧縮するように構成されている燃料ガス圧縮機(24)であり、前記燃料ガス圧縮機(24)は、前記ガスタービンシステム(10)に関する負荷需要に少なくとも部分的に基づいて、前記燃焼器(16)のための吐出圧力を生成するように構成されている、燃料ガス圧縮機(24)と

を含み、

前記燃料ガス圧縮機(24)は、

圧縮するために燃料ガスを引き込むように構成されている吸気ポートと、

圧縮機吐出を前記吸気ポートへ戻すように構成されているリサイクル弁と、

前記燃料ガス圧縮機(24)の押しのけ容積を制御するように構成されているスライド弁と

を含むスクリュウ圧縮機を含み、

前記リサイクル弁は、前記燃料ガス圧縮機(24)の前記吐出圧力を低下させるように構成されている、ガスタービンシステム(10)。

【請求項2】

前記燃料ガス圧縮機(24)の前記吐出圧力は、前記負荷需要と無関係である最小閾値を有する、請求項1記載のガスタービンシステム(10)。

【請求項 3】

前記最小閾値は、前記燃料ガス圧縮機(24)の隅々まで潤滑油を流動させるのに十分である、前記燃料ガス圧縮機(24)に亘る圧力差に対応する、請求項2記載のガスタービンシステム(10)。

【請求項 4】

油が、前記燃料ガス圧縮機(24)のスクリュウ、前記燃料ガス圧縮機(24)の軸受、前記燃料ガス圧縮機(24)のシール、前記燃料ガス圧縮機(24)のスライド弁アクチュエータ、またはそれらの組合せへ流動する、請求項3記載のガスタービンシステム(10)。

【請求項 5】

前記スライド弁は、前記比較的急速な低下が成された後に前記リサイクル弁が少なくとも部分的に閉鎖されている間に、前記押しのけ容積を調整するように構成されている、請求項1乃至4のいずれかに記載のガスタービンシステム(10)。

【請求項 6】

ガスタービンシステム(10)であって、

燃料-空気混合物(18)を燃焼させるように構成されている燃焼器(16)と、

ガス燃料を圧縮するように構成されている燃料ガス圧縮機(24)と、

前記燃料ガス圧縮機(24)を制御するように構成されているプロセッサ(38)、および

前記プロセッサ(38)に、

前記ガスタービンシステム(10)に関する負荷需要に少なくとも部分的に基づいて、前記燃料ガス圧縮機(24)からの吐出圧力を変化させ、かつ

前記吐出圧力を最小閾値超の値に制限させる

命令を格納するメモリ(39)

を含む、コントローラ(36)と

を含み、

前記燃料ガス圧縮機(24)は、スクリュウ圧縮機であって、

前記スクリュウ圧縮機の吸気ポートへ圧縮機吐出を戻すように構成されているリサイクル弁と、

前記燃料ガス圧縮機(24)の押しのけ容積を制御するように構成されているスライド弁と

を含むスクリュウ圧縮機を含み、

前記リサイクル弁は、前記燃料ガス圧縮機(24)の前記吐出圧力を低下させるように構成されている、ガスタービンシステム(10)。

【請求項 7】

前記最小閾値は、前記燃料ガス圧縮機(24)の隅々まで潤滑油を流動させるのに十分である、前記燃料ガス圧縮機(24)に亘る圧力差に対応する、請求項6に記載のガスタービンシステム(10)。

【請求項 8】

前記命令は、前記プロセッサ(38)に、前記ガスタービンシステム(10)の始動時に前記スライド弁を初期値に設定させるように構成されている、請求項6または7に記載のガスタービンシステム(10)。

【請求項 9】

前記初期値は、前記スライド弁により選択可能な最小押しのけ容積を含む、請求項8に記載のガスタービンシステム(10)。

【請求項 10】

実行された場合、プロセッサ(38)に、

ガスタービンシステム(10)に関する負荷需要の指示を受信させ、

前記指示に少なくとも部分的に基づいて、前記ガスタービンシステム(10)の圧縮機(24)の吐出圧力を設定させ、

10

20

30

40

50

前記吐出圧力を、前記燃料ガス圧縮機（24）の隅々まで潤滑油を流動させるのに十分である、前記燃料ガス圧縮機（24）に亘る圧力差超の値に制限させる

命令を格納しており、

前記命令は、前記プロセッサ（38）に、

前記吐出圧力の増大の指示を受信させ、

前記燃料ガス圧縮機（24）のリサイクル弁を少なくとも部分的に閉鎖して、前記燃料ガス圧縮機（24）の吸気ポートから戻されている圧縮機吐出燃料量を減少させること、および

スライド弁を少なくとも部分的に開放して、前記燃料ガス圧縮機（24）の押しのけ容積を増大させること

により、目標圧力に向けて前記吐出圧力を増大させる

ように構成されており、

前記リサイクル弁は、前記燃料ガス圧縮機（24）の前記吐出圧力を低下させるように構成されている、持続性コンピュータ可読媒体。

【請求項11】

前記命令は、前記プロセッサ（38）に、

前記吐出圧力が前記目標圧力に達したかどうかを判定させ、

前記リサイクル弁および前記スライド弁を調整することにより、前記吐出圧力を前記目標圧力に近いレベルにさせる

ように構成されている、請求項10に記載の持続性コンピュータ可読媒体。

【請求項12】

前記命令は、前記プロセッサ（38）に、

前記吐出圧力の低下の指示を受信させ、

前記燃料ガス圧縮機（24）のリサイクル弁を少なくとも部分的に開放して、前記燃料ガス圧縮機（24）の吸気ポートへ戻されている圧縮機吐出燃料量を増大させること、および

スライド弁を少なくとも部分的に閉鎖して、前記燃料ガス圧縮機（24）の押しのけ容積を減少させること

により、目標圧力に向けて前記吐出圧力を減少させる

ように構成されている、請求項10または11に記載の持続性コンピュータ可読媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書において開示されている主題は、1つまたは複数の圧縮性燃料流体流を有するガスタービンエンジンなどのターボ機械に関する。より詳細には、本開示は、ガスタービンエンジンに供給する、燃料ガス圧縮機の動作に関する。

【背景技術】

【0002】

ガスタービンがその圧縮機内で周囲空気を圧縮し、該圧縮空気を可燃燃料と混合し、タービン内で、点火された混合物を膨張させて、機械力を生成する。ガスタービン発電所が加圧される燃料を使用するので、該燃料は高圧圧縮機吐出中で混合され得る。スクリー圧縮機が使用されて、ガス燃料を、単一のまたは複数のガスタービン内へ押し込んでもよい。ガスタービンの負荷が増大するにつれてその圧力比が上昇し、ガスタービンはまた、より多くの燃料流量を消費する。しかし、タービンに供給する燃料ガス圧縮機が、通常、一定の吐出圧力で動作する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】米国特許第8920149号明細書

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【0004】

本開示の範囲に相応するある実施形態が以下に要約されている。これらの実施形態は本開示の範囲を限定することを目的としておらず、むしろ、これらの実施形態は、本開示の可能性のある形態の概要を与えることを目的としているに過ぎない。実際、本発明は、以下に記載されている実施形態に類似しているかまたはそれと異なっている可能性がある様々な形態を包含し得る。

【0005】

第1の実施形態では、ガスタービンシステムが、燃料 - 空気混合物を燃焼させるように構成されている燃焼器を含む。また、該ガスタービンシステムは、燃料 - 空気混合物のための燃料を圧縮するように構成されている燃料ガス圧縮機を含む。該圧縮機は、ガスタービンシステムに関する負荷需要に少なくとも部分的に基づいて、燃焼器のための吐出圧力を生成するように構成されている。

10

【0006】

第2の実施形態では、ガスタービンシステムが、燃料 - 空気混合物を燃焼させるように構成されている燃焼器と、燃料 - 空気混合物のための燃料を圧縮するように構成されている燃料ガス圧縮機とを含む。また、該ガスタービンシステムは、該圧縮機と命令を格納しているメモリとを制御するように構成されているプロセッサを含むコントローラを含む。該命令は、プロセッサに、ガスタービンシステムに関する負荷需要に少なくとも部分的に基づいて、燃料ガス圧縮機からの吐出圧力を変化させ、かつ吐出圧力を最小閾値超の値に制限させるように構成されている。

20

【0007】

第3の実施形態では、ガスタービンシステムが、実行された場合、プロセッサに、ガスタービンシステムに関する負荷需要の指示を受信させ、該指示に少なくとも部分的に基づいて、ガスタービンシステムの圧縮機の吐出圧力を設定させ、該吐出圧力を、圧縮機の隅々まで潤滑油を流動させるのに十分である、燃料ガス圧縮機に亘る圧力差超の値に制限させるように構成されている命令を格納している持続性コンピュータ可読媒体を含む。

【0008】

本発明のこれらのかつ他の特徴、態様、および利点が、図面を通して同様の文字が同様の部分を示す添付図面を参照して以下の詳細な説明を読むと、よりよく理解されるであろう。

30

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本実施形態によるガスタービンを示す概略図である。

【図2】図1のガスタービンに関するガスタービンの需要に対する吐出圧力を示すグラフの実施形態の図である。

【図3】本実施形態による、図1のガスタービンを動作させる方法の流れ図である。

【図4】本実施形態による、図1のガスタービンを始動させる方法の流れ図である。

【図5】燃料ガス圧縮機供給圧力、圧縮機供給流量、流量消費、および図1のガスタービンの需要圧力を示す、図4の始動の実施形態のグラフィカルビュー (graphical view) である。

40

【図6】図1のガスタービンの増加した負荷需要を満たす方法の実施形態の流れ図である。

【図7】図1のガスタービンの減少した負荷需要に対処する方法の実施形態の流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

本開示の1つまたは複数の特定の実施形態が以下に記載される。これらの実施形態の簡潔な説明を与えるために、明細書において、実際の実施の全ての特徴が説明されない可能性がある。当然のことながら、任意のそのような実際の実施の開発において、任意の工学プロジェクトまたは設計プロジェクトの場合と同様に、1つ1つの実施で変わる可能性が

50

ある、システム関連の制約またはビジネス関連の制約の順守などの開発者の特定の目標を達成するために、多数の実施固有の決定がなされなければならない。さらに、当然のことながら、そのような開発努力は複雑で、時間がかかる可能性があると考えられるが、それでも、本開示の利益を得る当業者には、設計、製作および製造の所定の仕事であると考えられる。

【0011】

本発明の様々な実施形態の要素を導入する場合、冠詞「a」、「an」、「the」および「said」は、要素の1つまたは複数が存在することを意味するものとする。用語「comprising（含む）」、「including（含む）」および「having（有する）」は包括的であることを目的としており、列挙された要素以外に追加要素が存在してもよいことを意味する。

10

【0012】

本実施形態は、燃料ガス圧縮機を含むガスタービンシステムに関する。上記の通り、ガスタービンに関する負荷需要が増加するにつれて、ガスタービンを動作させて負荷需要を満たすのに使用される燃料流量は増大する。換言すれば、燃料流量は主として負荷需要により駆動される。また、周囲温度、燃料消費などの他の要因が要求に影響を与える可能性がある。さらに、以下に検討されている通り、燃料ガス圧縮機は、より高い負荷需要において、システムにより多くの燃料を押し進めて負荷需要を満たす。換言すれば、可変流量および/または可変圧力の圧縮機が、燃焼器により使用されない追加の圧力および/または流量を生成することなく、所定の圧力および/または流量を変化させて負荷需要に応じるのに使用されてもよい。

20

【0013】

ガスタービンの圧縮機の流量および/または圧力が一定レベルに維持されている場合、該流量および/または該圧力のレベルは比較的高い負荷需要に十分でなければならない。しかし、流量および/または圧力の量は、ガスタービンの燃焼器内での消費のために少なくとも部分的に未使用である。代わりに、燃料絞り弁（例えば、）により過剰圧力が減少する。代替案が、圧縮機により生成される流量および/または圧力を減じることである。例えば、圧縮機の押しのけが比較的低い需要負荷で減少する可能性がある。例えば、圧縮機がスクリュウ圧縮機である場合、スライド弁が使用されて、スクリュウ間の間隔を変更して圧縮機の押しのけを減少させてもよい。圧縮機に関して圧力および/または流量が減少する可能性があるが、圧縮機に亘る圧力差が潤滑油閾値を超過しない場合、潤滑油は圧縮機の隅々まで十分に流動せず、各負荷で、圧縮機のスクリュウ、軸受、シール、およびスライド弁アクチュエータに潤滑油流を注入しない可能性がある。したがって、可変吐出圧力は、最小圧力差、または安全動作を確立するのに必要な流量設定を含む可能性がある。

30

【0014】

ここで図面を参照し、最初に図1を参照すると、ガスタービン10（例えば、ガスタービンエンジン）の実施形態のブロック図が示されている。本開示が任意のターボ機械システムに関連する可能性があること、および本明細書において検討されているガスタービン10は、本開示が適用される範囲を限定しないことに留意すべきである。ターボ機械システムが、ロータと流体との間（逆もまた同様）でのエネルギーの移送に参与する任意のシステムに関連している可能性があり、図示のガスタービン10は、ターボ機械システムの実施形態を表現するものとしての役割を果たす過ぎないことが意図されている。

40

【0015】

図示のガスタービン10は、いくつかの特徴の中で特に、燃料プレミキサ12と、燃料マニホールド13と、燃料通路14と、燃料供給部15と、燃焼器16とを含む。ガスタービン10の図示の実施形態は単一の燃料供給部15を含むが、ガスタービン10の実施形態が2元燃料ガスタービン10であってもよく、様々な種類の燃料が、複数の燃料供給部15からの複数の燃料マニホールド13、複数の燃料通路14経由で、1つまたは複数の燃料プレミキサ12へ。簡単にするために、燃料マニホールド13および燃料供給部15（お

50

よび関連する燃料通路 14) が 1 つだけ示されているが、当然のことながら、図示のガスタービン 10 は複数の燃料マニホールド 13 を含んでいてもよく、各々は、各燃料通路 14 を通してプレミキサ 12 (単数または複数) へ異なる種類の燃料を送達するように構成されていてもよい。例えば、(例えば、始動モードの間に) 1 種類の燃料が点火に使用されてもよく、別の種類の燃料が、ガスタービン 10 の定常状態の動作中に使用されてもよい。いくつかの実施形態では、単一のマニホールド 13 および / または単一のプレミキサ 12 が、単一の燃焼器 16 と共に使用されていてもよい。また、燃料供給部 15 は、ガスタービン 10 内での消費のための燃料を圧縮するのに使用され得る燃料ガス圧縮機 24 を含む。

【0016】

図示の通り、燃料プレミキサ 12 は、空気 - 燃料混合物 18 のような燃料を一定の経路で送り、燃焼器 16 内へ入れる。例えば、燃料プレミキサ 12 は、上記の記載に従って、最初にパイロット燃料と空気との混合物 18 を燃焼器 16 内へ一定の経路で送り、燃焼過程 (例えば、点火過程および / または始動モード) を開始してもよい。燃焼プレミキサ 12 は、次いで、燃焼燃料と圧縮空気との混合物 18 を燃焼器 16 内へ一定の経路で送って、燃焼過程 (例えば、燃焼する過程の間 (burn process)) を継続させてもよい。

【0017】

いくつかの実施形態では、前述の通り、燃料プレミキサ 12 は、燃焼器 16 へ送達するために、(例えば、燃料マニホールド 13 とプレミキサ 12 との間に延在している燃料通路 14 から受け入れられた) 燃料を圧縮空気と混合して、空気 - 燃料混合物 18 を形成する。空気 - 燃料混合物 18 は、燃焼段階 (例えば、点火過程または定常状態の燃焼する過程) に応じて、パイロット燃料または燃焼燃料を含んでいてもよい。燃焼器 16 は、次いで混合物 18 を燃焼させて、タービン 20 へ送られる燃焼生成物を生成してもよい。該燃焼生成物は、タービン 20 の翼または段を通過して膨張し、タービン 20 の翼を回転させる。タービン 20 の翼とガスタービン 10 のシャフト 22 との間の連結により、シャフト 22 が翼と共に回転する。また、シャフト 22 は、シャフト 22 の回転が、シャフト 22 に連結されている構成要素の回転を引き起こすように、図示の通り、ガスタービン 10 全体に亘っていくつかの他の構成要素に連結されている。例えば、図示のシャフト 22 は、(空気 - 燃料混合物 18 のための空気を供給し得る) 空気圧縮機 25 に駆動式に連結されている。単一の空気圧縮機 25 が図示されている可能性があるが、空気圧縮機 25 は、2 つ以上の圧縮機を含む圧縮機システムであってもよい。圧縮機 25 のうちのいくつかは比較的低下で空気を圧縮するのに使用されてもよく、一方、他の圧縮機 25 が、比較的高圧で空気を圧縮して、他の目的 (例えば、中間冷却) に使用されてもよい追加の圧力をもたらすのに使用されてもよい。

【0018】

また、シャフト 22 は電力消費機器 26 に連結されている。分かるように、電力消費機器 26 は、発電所または車両の発電機などの、ガスタービン 10 の回転出力により発電する任意の適切なデバイスであってもよい。

【0019】

上記の通り、空気供給部 28 が吸気口 30 に空気を供給してもよく、該吸気口 30 は、次いで、空気を空気圧縮機 25 内へ一定の経路で送る。実際、いくつかの実施形態では、空気供給部 28 はガスタービン 10 を取り巻く周囲空気であってもよい。さらにまたはあるいは、空気供給部 28 は酸素などの酸化剤を含んでいてもよい。空気圧縮機 25 は、シャフト 22 に駆動式に連結されている複数のスクリュウシャフトを含む。シャフト 22 がタービン 20 の内部で、排ガス (例えば、燃焼生成物) の膨張の結果として回転した場合、シャフト 22 は空気圧縮機 25 のスクリュウシャフトを回転させ、それにより、吸気口 30 により空気圧縮機 25 に供給される空気を圧縮し、圧縮空気を生成する。該圧縮空気は、燃料と混合して空気 - 燃料混合物 18 を生成するために、燃料プレミキサ 12 へ一定の経路で送られ、該空気 - 燃料混合物は、次いで、燃焼器 16 へ一定の経路で送られる。

10

20

30

40

50

例えば、燃料プレミキサ 12 は、前述の通り、空気圧縮機 25 からの圧縮空気と燃料マニホルド 13 のうちの 1 つからの燃料とを混合して、空気/燃料混合物 18 を生成してもよい。タービン 20 を通過した後、排ガスは排気口 32 でシステムを出る。

【0020】

また、燃料ガス圧縮機 24 は、コントローラ 36 により制御され得る 1 つまたは複数の弁 34 を含む。弁 34 は燃料ガス圧縮機 24 の容量を制御する。具体的には、弁 34 はリサイクル弁とスライド弁とを含んでいてもよい。リサイクル弁は、圧縮機の吐出流量を燃料ガス圧縮機 24 の吸気ポートへ戻す。また、リサイクル弁は、圧縮空気が燃料ガス圧縮機 24 の吸気ポートへ戻された時の冷却を含んでいてもよい。リサイクル弁は完全開放から完全閉鎖まで調節することが可能であり、吐出流量の全域の制御を実現し、燃料ガス圧縮機 24 の負荷/無負荷を助けることができる。スライド弁は燃料ガス圧縮機 24 の押し
10 のけ容積を制御する。燃料ガス圧縮機 24 に亘る最小圧力損失が、各負荷で、燃料ガス圧縮機 24 のスクリュウ、軸受、シール、およびスライド弁アクチュエータへの潤滑油流を確実にするのに用いられる。安定した圧力差が用いられて、スライド弁の位置を調整する。さらに、リサイクル弁は、圧力変動を調整する目標位置設定値 (target position set point) (例えば、5%) を有する。しかし、いくつかの実施形態では、リサイクル弁は、ガスタービン 10 から、効率性の増進のためにではなく再利用のためにいくらかの圧縮空気を失うためではなく、全ての圧縮燃料を燃焼器 16 に移送するために閉鎖されて、潤滑を循環させるための圧力を流用する。

【0021】

燃料ガス圧縮機 24 は、当然のことながら、圧力比、圧力差、潤滑油の温度および流量、ならびに応力、歪み、力および/またはトルクなどの機械的要因に基づく可能性がある動作の限度を有する。これらの限度は動作中に計算されるか、または動作設定値に基づいて事前に規定される。いくつかの実施形態では、また、該限度は、圧縮機の最大押し退け
20 の限度を示す、最大許容可能スライド弁位置を規定していてもよい。

【0022】

いくつかの実施形態では、コントローラ 36 は、弁 34 を制御する制御信号 37 を送信する。制御信号 37 に関する設定値は、動作中にガスタービン 10 により使用される圧力量を示す、コントローラ 36 において受信される指示から得られてもよい。いくつかの実施形態では、指示信号は、ガスタービン 10 (例えば、燃料行程基準)、分配制御システム (例えば、ヘッド圧力)、圧縮機スキッド (例えば、リサイクル弁位置)、他の適切なパラメータ、またはそれらの組合せから直接受信されてもよい。
30

【0023】

さらに、コントローラ 36 は、メモリ 39 内に格納されている命令を実行するように構成されているプロセッサ 38 を含んでいてもよい。該プロセッサ 38 は、縮小命令セットコンピュータ (RISC) もしくは他の適切なプロセッサなどの、マイクロプロセッサまたはマイクロコントローラを含んでいてもよい。メモリ 39 は、命令を格納するように構成されている持続性コンピュータ可読媒体を含む。メモリ 39 は、ランダムアクセスメモリ (RAM) などの揮発性メモリおよび/もしくはハードディスクメモリなどのノンボル
40 テージメモリ (non-volatile memory)、フラッシュメモリ、ならびに/または他の適切なメモリフォーマットを含んでいてもよい。

【0024】

図 2 は、負荷需要に対応する燃料流量要求に起因する、ガスタービン 10 による圧力要求に対する圧縮機の圧力生成設定値を示しているグラフ 40 を示す。該グラフ 40 は、負荷需要を満たすためにガスタービン 10 (例えば、燃料ガス圧縮機 24) 内で使用される圧力に対応する第 1 の線 42 を含む。また、グラフ 40 は、燃料ガス圧縮機 24 の圧力生成に関する設定値に対応する第 2 の線 44 を含む。図示の通り、設定値は、ガスタービン 10 の燃料流量要求に基づく、燃料ガス圧縮機 24 の圧力生成の段階を含んでいてもよい。さらにまたはあるいは、燃料ガス圧縮機 24 の吐出圧力は、該圧力がいくらかの最小吐出圧力 46 超のままでありかつガスタービン 10 の要求に対応する線 42 超のままである
50

限り（燃料ガス圧縮機 24 が最大出力吐出にない限り）、連続関数で変化し得る。最小吐出圧力 46 は、各負荷で、燃料ガス圧縮機 24 のスクリュウ、軸受、シール、およびスライド弁アクチュエータへの潤滑油流を確実にするのに用いられる、燃料ガス圧縮機 24 に亘る十分な圧力損失を、燃料ガス圧縮機 24 が有することを確実にする。

【0025】

換言すれば、燃料ガス圧縮機 24 の吐出圧力は、ガスタービン 10 により必要とされる圧力を供給することができる一定の圧力 48 の代わりに、より低い燃料流量要求のためのより低いレベルに調整されてもよい。換言すれば、燃料流量要求に対応して生成される圧力を変化させることにより、燃料ガス圧縮機 24 はその吐出圧力を調節して、追加流量を再利用して圧縮機の出力をガスタービン 10 の需要に合致させることなく、燃料ガス圧縮機 24 の容量を調整することによりそれ自体の物理的制約を忠実に守ると同時に、ガスタービン 10 の要求を満たす。さらに、設定値に基づいて燃料ガス圧縮機 24 により生成される圧力は、（特に低下時かつ始動時の）補助負荷の減少または一定に動作する付加的寄生物（parasitic）（例えば、油ポンプ）により達成されてもよい。燃料ガス圧縮機 24 の出力が設備変更（plant change）により制御されるので、燃料ガス圧縮機 24 は自動的に調整し、配電網の急送要求を満たすために、急速な圧力傾斜のための容量が存在することを確実にすることができる。

【0026】

以前に検討されている通り、燃料ガス圧縮機 24 の可変圧力および/または可変流量が燃料ガス圧縮機 24 のより効率的な使用を可能にする。換言すれば、燃焼器 16 に進むのではなくリサイクル弁を使用して抜き取られる、ガスタービン 10 によって使用されるより多くの圧力および/または流量を生成することなく、燃料ガス圧縮機 24 の吐出を変化させることにより、ガスタービン 10 の効率的な動作が可能になる。さらに、最小圧力および/または最小流量を可変設定値に設定することにより、十分な吐出圧力を生成して、燃料ガス圧縮機 24 に亘る最小圧力損失を満たすのに十分な圧力が、各負荷で、燃料ガス圧縮機 24 のスクリュウ、軸受、シール、およびスライド弁アクチュエータへ潤滑油が流動し得ることを確実にする。

【0027】

図 3 は、ガスタービンを動作させる方法 50 を示す。先述の通り、ガスタービン 10 は、ガスタービン 10 の負荷需要に基づいて圧縮機の吐出圧力を変化させる（ブロック 52）コントローラ 36 により制御されている燃料ガス圧縮機 24 を含む。吐出圧力を変化させることにより、燃料ガス圧縮機 24 は、生成された圧力の効率的な使用を可能にし、燃焼器 16 へ進行しないように流量を抜き取るリサイクル弁の使用を減少させることが可能になる。動作中、コントローラ 36 は吐出圧力を最小値に制限して、燃料ガス圧縮機 24 の部分および/またはガスタービン 10 の他の部分へ潤滑油流を供給するのに十分な圧力を確実にする。例えば、コントローラ 36 は、最小圧力値が現在利用可能である限り、（スライド弁による）燃料流量の増大を制限してもよい。

【0028】

より具体的には、図 4 は、ガスタービンシステム 10 を始動する方法 60 を示す。圧縮機は始動し、初期値でスライド弁を用いて圧力を増大させ始める（ブロック 62）。例えば、スライド弁は、圧縮機内で最大圧力が確立されるまで、燃料ガス圧縮機 24 において最小限の押しのけをもたらず最小限の開放にあってもよい。圧力を急速に増大させるために、コントローラ 36 はリサイクル弁を少なくとも部分的に閉鎖させる（ブロック 64）。例えば、リサイクル弁は完全に閉鎖して、確立段階の間に全ての流量が吐出圧力を増大させることを確実にしてもよい。燃料ガス圧縮機 24 が始動した後のある時点で、燃焼器 16 は点火する（ブロック 66）。例えば、燃焼器 16 は、燃料ガス圧縮機 24 が開始した 1～2 分後に点火してもよい。さらにまたはあるいは、燃焼器 16 の点火のタイミングが、燃料ガス圧縮機 24 から吐出された圧力に少なくとも部分的に基づいていてもよい。燃焼器 16 の点火により、燃料ガス圧縮機 24 における圧力上昇率が低下するが、圧力は上昇し続ける。コントローラ 36 は、燃料ガス圧縮機 24 内の圧力が許容圧力値を超過し

10

20

30

40

50

たかどうかを判定する（ブロック68）。許容圧力値（例えば、520psig）は、燃料ガス圧縮機24などのガスタービン10内の潤滑油流を確実にする最小圧力値に相当していてもよい。圧力が許容圧力値に達していない場合、圧力は上昇し続ける。圧力が許容圧力値に達したら、コントローラ36はスライド弁を開放して、圧縮機の押しのけを増大させる。いくつかの実施形態では、スライド弁は、始動過程を除いて、最終的な圧力に達する後まで、移動に限定されていてもよい。

【0029】

コントローラ36は、圧力が設定値に達するまで、出口圧力の圧力を追跡する。換言すれば、コントローラ36は設定値に達したかどうかを判定する（ブロック72）。例えば、設定値は、グラフ40およびガスタービン10に関する負荷需要から判定されてもよい。設定値に達した場合、コントローラ36は、スライド弁により燃料ガス圧縮機24の容量を減少させてもよく、かつ/またはリサイクル弁の開放を増大させて圧力を調節してもよい（ブロック74）。ガスタービン10の需要が増大する時またはさらには定常状態の動作中、容量は増大されてもよくかつ/またはリサイクル弁が閉鎖されてもよい（ブロック76）。したがって、燃料ガス圧縮機24の容量は減少して、リサイクル流量を減少させ、燃料ガス圧縮機24の出力をガスタービン10の需要に合致させる。さらに、リサイクル弁は圧力出力を急速に変更するのに使用されてもよく、一方、スライド弁は燃料流量の効率性を高めるよりゆっくりした調整を行うのに使用されてもよい。換言すれば、リサイクル弁は、動作中、可能な限り閉鎖されたままである（例えば、完全に閉鎖されている、5%開放されている）ことが理想的であり、スライド弁は、再利用される流量を減少させるように調整されてもよい。

【0030】

図5は、圧縮機供給圧力82、圧縮機供給流量84、需要圧力86、および消費流量88、ならびにガスタービン10の始動中の経時的变化を示す、ガスタービンの始動の実施形態を示すグラフ80を示す。図示の通り、圧縮機供給圧力82と圧縮機供給流量84とが燃料ガス圧縮機24の始動90にある。次に、燃料消費が点火92で開始する。いくつかの実施形態では、全圧94に達するまで圧力が上昇し、圧縮機供給流量84は消費流量88と共に増大する。

【0031】

図6は、部分負荷から負荷を増大させる方法100を示す。コントローラ36は、吐出圧力増大の指示を受信する（ブロック102）。例えば、該指示は、増加した負荷需要として受信される、ガスタービン用の統括コントローラからの信号、および/または人-機械インターフェースによる、ガスタービン10からのより多くの電力に関する要求を示す、オペレータからの入力であってもよい。吐出圧力を増大させるために、コントローラ36は、リサイクル弁を少なくとも部分的に閉鎖させ、かつ/またはスライド弁を開放させて、燃料ガス圧縮機24の押しのけを増大する（ブロック104）。コントローラ36は達せられた圧力を追跡し、目標圧力に達したかどうかを判定する（ブロック106）。該圧力に達していない場合、コントローラ24、圧力は、継続動作またはリサイクル弁を閉鎖し続けることおよび/もしくはスライド弁を開放し続けることのどちらかにより、上昇し続ける。該圧力に達したら、コントローラ36は、燃料ガス圧縮機24の出力を増進しながら、リサイクル弁および/またはスライド弁を調整してリサイクル吐出を減少させる（ブロック108）。

【0032】

図7は、負荷および吐出圧力を減少させる方法110の実施形態を示す。コントローラ36は、負荷減少の指示を受信する（ブロック112）。例えば、負荷減少の指示は、以前に検討された負荷増大の指示に類似した任意の場所から受信されてもよい。さらに、負荷減少は、運転停止指示、ガスタービン10のトリップ（trip）、または燃料ガス圧縮機24のトリップを含んでいてもよい。負荷の減少が流量および/または圧力要求の減少に対応するので、コントローラ36は吐出圧力を低下させる。圧縮機の吐出圧力を低下させるために、コントローラ36は、リサイクル弁を少なくとも部分的に開放させ、スラ

イド弁に、燃料ガス圧縮機 2 4 の容量を少なくとも部分的に減少させる（ブロック 1 1 4）。いくつかの実施形態では、システム圧力が安定化されたら、その時点でリサイクル弁を目標設定値に戻すのにスライド弁が使用される目標圧力に到達するまで、圧力はリサイクル弁を使用して低下する。

【 0 0 3 3 】

本明細書は、ガスタービン 1 0 に関する様々な動作方法を含む。本明細書において用いられているように、これらの方法は、プロセッサ 3 8 およびメモリ 3 9 またはガスタービンの任意の他の部分（例えば、人 - 機械インターフェース）により実施されてもよい。また、上述の動的加圧がガスタービンシステム内の燃料圧縮機に関連して主に検討されているが、該動圧レベルは、ガスタービンシステムの任意の圧縮機によりガスタービン内の任意の流体を圧縮するのに使用されてもよい。さらに、動的加圧が、上述の技術を用いて、ガスタービン以外のさらなる産業機械に適用されてもよい。

10

【 0 0 3 4 】

本明細書は、例を用いて、最良の形態を含むコンセプトを開示しており、また、任意のデバイスまたはシステムを作製することおよび使用することならびに任意の援用されている方法を実施することを含む、当業者が本開示を実践することを可能にしている。本開示の特許性のある範囲は特許請求の範囲により定められており、当業者に思い付く他の例を含み得る。そのような他の例は、それらが特許請求の範囲の文言と異なる構造要素を有する場合、またはそれらが特許請求の範囲の文言と僅かしか異なる同等の構造要素を含む場合、特許請求の範囲の範囲内にあることが意図されている。

20

【符号の説明】

【 0 0 3 5 】

- 1 0 ガスタービン
- 1 2 燃料プレミキサ
- 1 3 燃料マニホールド
- 1 4 燃料通路
- 1 5 燃料供給部
- 1 6 燃焼器
- 1 8 燃料 - 空気混合物、空気 - 燃料混合物、空気 / 燃料混合物
- 2 0 タービン
- 2 2 シャフト
- 2 4 燃料ガス圧縮機
- 2 5 空気圧縮機
- 2 6 電力消費機器
- 2 8 空気供給部
- 3 0 吸気口
- 3 2 排気口
- 3 4 弁
- 3 6 コントローラ
- 3 7 制御信号
- 3 8 プロセッサ
- 3 9 メモリ
- 4 0、8 0 グラフ
- 4 2 第 1 の線
- 4 4 第 2 の線
- 4 6 最小吐出圧力
- 4 8 一定の圧力
- 5 0、6 0、1 0 0、1 1 0 方法
- 5 2、5 4、6 2、6 4、6 6、6 8、7 0、7 2、7 4、7 6、1 0 2、1 0 4、1 0 6、1 0 8、1 1 2、1 1 4 ブロック

30

40

50

- 8 2 圧縮機供給圧力
- 8 4 圧縮機供給流量
- 8 6 需要圧力
- 8 8 消費流量
- 9 0 始動
- 9 2 点火
- 9 4 全圧

【図1】

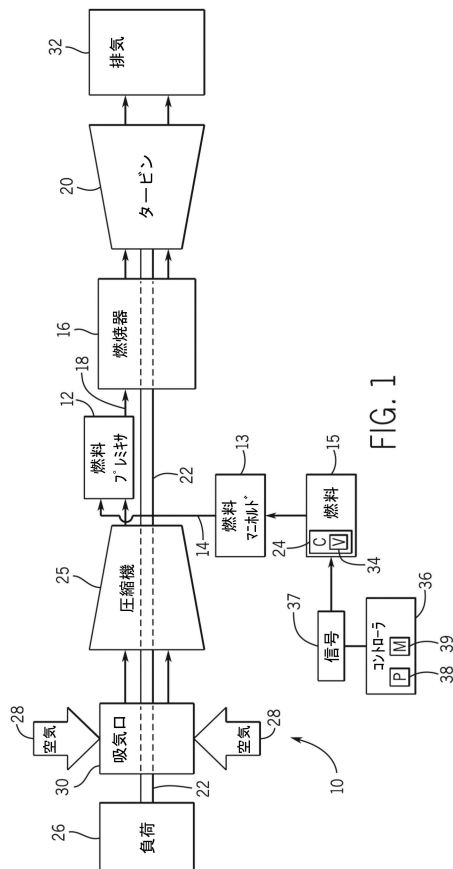


FIG. 1

【図2】

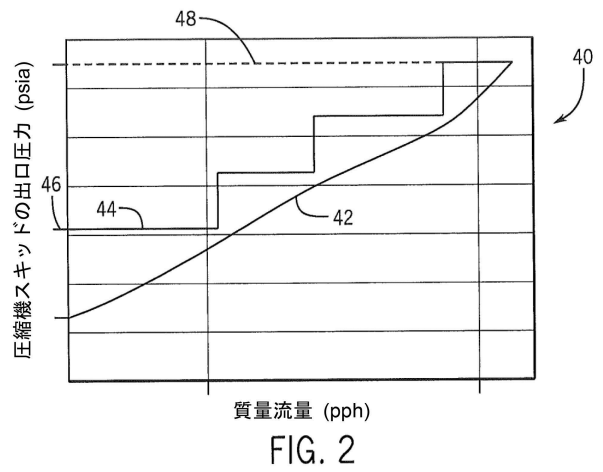


FIG. 2

【図3】

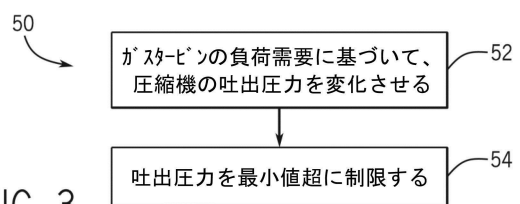


FIG. 3

【図4】

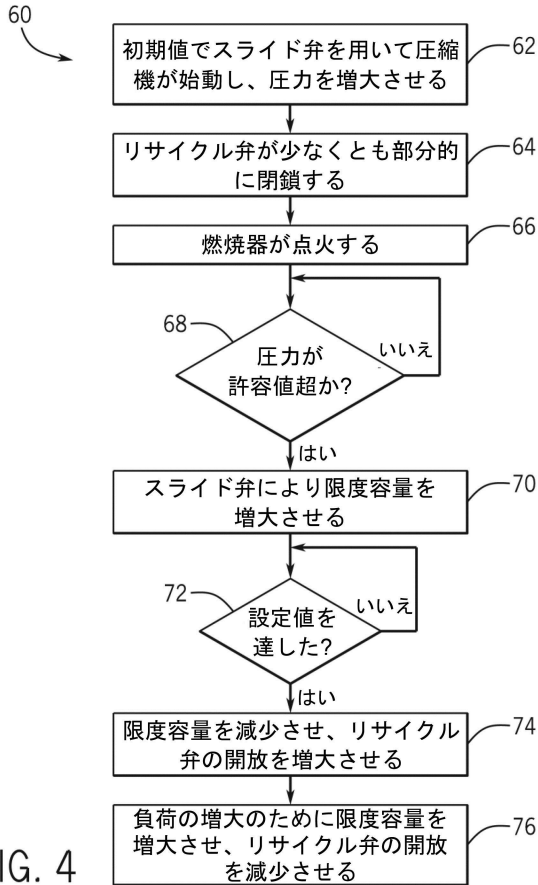


FIG. 4

【図5】

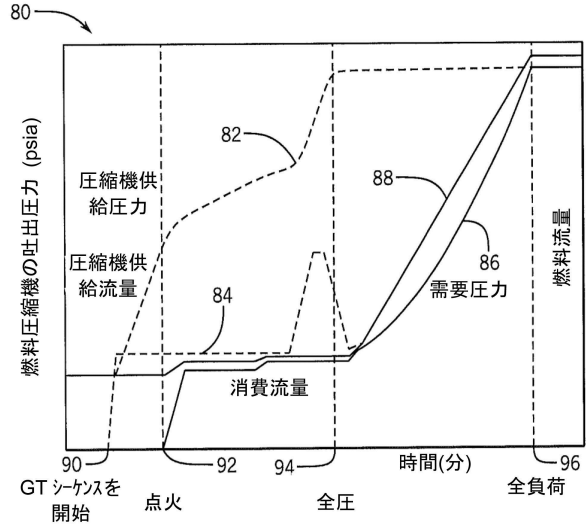


FIG. 5

【図6】

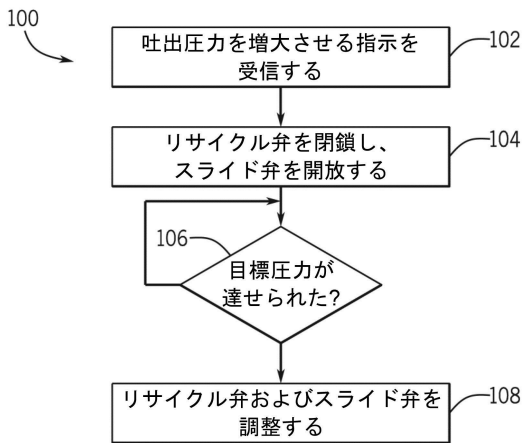


FIG. 6

【図7】

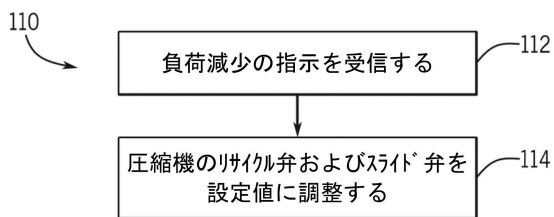


FIG. 7

フロントページの続き

審査官 所村 陽一

- (56)参考文献 特開平08 - 061096 (JP, A)
特開平02 - 291433 (JP, A)
特開2000 - 120448 (JP, A)
特開2002 - 310077 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02C 7/22
F01D 25/18
F23R 3/28