

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5591462号
(P5591462)

(45) 発行日 平成26年9月17日 (2014. 9. 17)

(24) 登録日 平成26年8月8日 (2014. 8. 8)

(51) Int. Cl.	F 1
FO2C 7/18 (2006.01)	FO2C 7/18 E
FO2C 6/08 (2006.01)	FO2C 7/18 A
	FO2C 6/08

請求項の数 7 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2008-265827 (P2008-265827)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成20年10月15日 (2008. 10. 15)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(65) 公開番号	特開2009-103125 (P2009-103125A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 1 2 3
(43) 公開日	平成21年5月14日 (2009. 5. 14)		4 5、スケネクタデイ、リバーロード、1
審査請求日	平成23年10月11日 (2011. 10. 11)		番
(31) 優先権主張番号	11/876, 277	(74) 代理人	100137545
(32) 優先日	平成19年10月22日 (2007. 10. 22)		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	エリック・デイビッド・ルーシュ
			アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、シン
			プソンヴィル、フォーチュナ・ドライブ
			、205番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスタービンエンジンの多段圧縮機からタービン部分に空気を送給するためのシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

多段圧縮機からタービンに空気を供給するためのシステムであって、当該システムが、
 高圧入力ポート（42）、中圧入力ポート（41）及び低圧入力ポート（40）を含む
 複数の抽出空気入力ポート（40～42）を備えたタービン（2）と、

高圧抽出空気出力（34）、中圧抽出空気出力（28）及び低圧抽出空気出力（22）
 を含む複数の抽出空気出力を備えた多段圧縮機（4）と、

前記低圧抽出空気出力及び高圧抽出空気出力を前記タービンの低圧入力ポートと流体連
 通させる 1 以上の制御弁と

を含んでおり、前記 1 以上の制御弁が、正常運転状態の間には前記低圧抽出空気出力を前
 記低圧入力ポートと流体連通し、またターンダウン状態及び設計温度以下での運転の一方
 に際して前記高圧抽出空気出力を前記低圧入力ポートと流体連通するように選択的に作動
 する、システム。

【請求項 2】

前記 1 以上の制御弁が、前記低圧抽出空気出力と前記低圧入力ポートとの間に設けられ
 た第 1 の制御弁（64）と、前記高圧抽出空気出力と前記低圧入力ポートとの間に設けら
 れた第 2 の制御弁（88）とを含んでいて、前記ターンダウン状態及び設計温度以下での
 運転の一方に際して、前記第 1 の制御弁が閉じかつ前記第 2 の制御弁が開く、請求項 1 記
 載のシステム。

【請求項 3】

10

20

前記 1 以上の制御弁が、前記低圧抽出空気出力と前記低圧入力ポートとの間に設けられた第 1 の制御弁（64）と、前記高圧抽出空気出力と前記低圧入力ポートとの間に設けられた第 2 の制御弁（88）とを含んでいて、前記ターンダウン状態及び設計温度以下での運転の一方に際して、前記第 1 及び第 2 の制御弁の各々が開く、請求項 1 記載のシステム。

【請求項 4】

前記第 2 の制御弁と前記低圧入力ポートとの間に配置されたエジェクタ（65）をさらに含む、請求項 3 記載のシステム。

【請求項 5】

前記 1 以上の制御弁が、前記中圧抽出空気出力と前記中圧入力ポートとの間に配置された第 3 の制御弁（74）と、前記高圧抽出空気出力と前記中圧入力ポートとの間に設けられた第 4 の制御弁（87）とをさらに含んでいて、前記ターンダウン状態及び設計温度以下での運転の一方に際して、前記第 3 の制御弁が閉じかつ前記第 4 の制御弁が開く、請求項 2 記載のシステム。

10

【請求項 6】

前記 1 以上の制御弁が、前記中圧抽出空気出力と前記中圧入力ポートとの間に配置された第 3 の制御弁（74）と、前記高圧抽出空気出力と前記中圧入力ポートとの間に設けられた第 4 の制御弁（87）とをさらに含んでいて、前記ターンダウン状態及び設計温度以下での運転の一方に際して、前記第 3 及び第 4 の制御弁の各々が開く、請求項 3 又は請求項 4 記載のシステム。

20

【請求項 7】

前記第 4 の制御弁と前記中圧入力ポートとの間に配置されたエジェクタ（75）をさらに含む、請求項 6 記載のシステム。

【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の技術に関し、より具体的には、低ターンダウン及び／又は設計温度以下での運転の間にタービンエンジン性能を高めるためにガスタービンエンジンの多段圧縮機からタービン部分に空気を送給するためのシステムに関する。

30

【背景技術】

【0002】

タービンエンジンは、国際標準化機構（ISO）条件の全速で運転するように設計される。つまり、タービンエンジンは、例えば設計点温度、気圧、燃料タイプなどのような規定の入力条件範囲を利用して、規定の速度帯域内で運転されて最適な高出力を生成するように設計され、それ以下では運転は効率がより低いものとなる。しかしながら、多くの場合に、入力条件は設計点以外のものとなり、また／又は全出力よりも低い出力が所望される。ISOでの運転の間には、空気は、燃焼器内に供給されて燃料と混合して、高圧高温燃焼生成物を形成し、この高圧高温燃焼生成物は、タービンに送給される。全速時には、燃焼器は、タービンを駆動するのに十分な燃焼生成物を生成するために大量の空気を必要とする。加えて、ロータブレードのようなタービンの様々な部品は、冷却を必要とする。

40

【0003】

タービン部品の冷却回路は、ガスタービンの全運転範囲の大部分にわたって適切な圧力を送給する圧縮機段からの送給空気を使用する。大半の燃焼タービンは、一体形圧縮機部品の 1 以上の圧縮機抽気段から抽気した空気を使用して、タービン部品内での冷却及びシールを行うようにする。この目的のために圧縮機から抽出した空気は、圧縮機－タービンロータ組立体又は同様のもの内に形成された通路を通してタービン部品内で冷却及びシールを必要とする部位に内部的に送ることができる。それに代えて、空気は、圧縮機部品とタービン部品との間で延びる配管を通して外部的に送ることもできる。

【0004】

50

多くの場合、最適運転状態の間に十分な圧力を有する抽出空気は、設計点温度以下で運転している時のような最適状態以下の間及び／又は出力が低下した時のターンダウンの間には十分な圧力を有していない。最適状態以下の間に十分な圧力を供給するために、一次抽出空気は、高圧縮機段からの付加的な高圧力抽出空気ですら補足される。より高い段からの空気を冷却空気圧力に付加した場合には、高圧空気の使用は、全体的エネルギー生成プロセスにとって極めて非効率なもの或いは有害なものとなる不利益がある。つまり、高い圧力の空気を形成するのには、より低い圧力の抽出空気を生成するために必要となるよりも多くの仕事が入力される。このために、補足空気は一般的に、中間レベルの圧縮機段に限定される。より高い圧縮機段から補足空気を抜き取る場合には、高い段の空気は、中間段一次抽出空気と単に混合されて抽出段間のあらゆる圧力差を最少にし、それによって少量のみの高段抽出空気が必要となるようになる。このようにして、エンジン運転は、低温日及びターンダウン期間の間に費用効果がある状態に維持される。

10

【特許文献1】米国特許第6615574号明細書

【特許文献2】米国特許第6481212号明細書

【特許文献3】米国特許第6584779号明細書

【特許文献4】米国特許第6389793号明細書

【特許文献5】米国特許第6226974号明細書

【特許文献6】米国特許第7168921号明細書

【特許文献7】米国特許出願公開第2001/0025476号明細書

【発明の開示】

20

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の1つの態様によると、低ターンダウン及び／又は設計温度以下での運転の間にタービン性能を最適化するために多段圧縮機から空気を抽気してタービンにバイパス空気を供給するためのシステムを提供する。本システムは、高圧入力ポート、中圧入力ポート及び低圧入力ポートを含む複数の抽出空気入力ポートを有するタービンを含む。タービンに加えて、本システムは、1以上の高圧抽出空気出力、1以上の中圧抽出空気出力及び1以上の低圧抽出空気出力を含む複数の抽出空気出力を有する多段圧縮機を含む。弁は、1以上の高圧抽出空気出力及び1以上の低圧抽出空気出力とタービンの低圧入力ポートとに流体連通される。弁は、正常運転状態の間には1以上の低圧抽出空気出力を低圧入力ポートと流体連通しまた低ターンダウン状態及び設計温度以下での運転の一方に際して1以上の高圧抽出空気出力を低圧入力ポートと流体連通するように選択的に作動する。

30

【0006】

本発明の別の態様によると、低ターンダウン及び／又は設計温度以下での運転の間にタービンエンジンの性能を最適化するために多段圧縮機から抽気空気を供給してタービンにバイパス空気を与える方法を提供する。本方法は、最適運転状態の間にタービンエンジンを運転する段階と、非最適状態の間にタービンエンジンを運転する段階とを含む。最適運転状態の間には、高圧抽出空気が、高圧圧縮機抽出口からタービン上の高圧入力ポートに送給され、また低圧抽出空気が、低圧圧縮機抽出口からタービン上の低圧入力ポートに送給される。非最適運転状態の間には、高圧バイパス抽出空気が、高圧圧縮機抽出口からタービン上の高圧入力ポート及び低圧入力ポートの両方に送給される。

40

【0007】

ターンダウン及び設計温度以下での運転の間には、高圧抽気は、タービンに対して高圧入力を適切に供給するのに十分な圧力を有する。しかしながら、中圧及び低圧抽気は、それぞれの中圧及び低圧タービン入力ポートに適切に供給するのに十分な圧力をもはや有していない。これ迄は、高圧抽出空気を使用することは、極めて非効率であると考えられていた。たかだか、高圧空気を使用して、中圧タービン入力ポートに送給する中圧空気を補足していた。高圧及び低圧空気を混合することは、非効率であり、従って費用効果がないと思われていた。

【0008】

50

しかしながら、意外なことに、高圧抽気を低圧タービン入力ポートに送ることは、低圧入力ポート上において設計圧力比よりもより高い状態を生じさせることになることが判明した。低圧入力ポートへの空気の増大は、タービンエンジン内で燃焼器に流れる空気をより少なくする。より少ない空気が燃焼器に流れる場合には、燃焼器燃焼温度をエミッションコンプライアンス性の範囲内に維持するために、より少ない燃料が必要になる。より少ない燃料を使用することはまた、燃料燃焼量を減少させ、結果として、プラント出力は、現在可能であるものを越えたレベルまで低下させることができる、つまり、本発明は、全出力の15%~20%までエンジンターンドアウンを可能にする。このようにして、発電プラントは、低需要期間の間に非常な低ターンドアウンで運転しかつ電力網に対して維持すると同時に、費用効果のある方法で発電機を作動させることができる。その結果、発電プラントは、別のシステムが機能停止した場合に、付加的出力を供給するように迅速に立ち上がるができる。さらに、電力網に対して維持していることによって、需要が増大した時には、発電機は、最初にインライン状態になり、発電機出力をベース負荷レベルまで上昇させることができる。

10

【0009】

本発明の例示的な実施形態の様々な態様の付加的目的、特徴及び利点は、幾つかの図において同じ参照符号が対応する部分を表わす図面と共に行った場合の以下の詳細な説明から一層容易に明らかになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

20

先ず図1を参照すると、本発明の例示的な実施形態により構成したガスタービンエンジンを、その全体を参照符号2で示している。エンジン2は、シャフト（別個には符号付けせず）を介してタービン6に作動連結された圧縮機4を含む。エンジン2はさらに、燃焼室12を備えた燃焼器組立体8を含むものとして示している。下記でより十分に説明するように、燃焼ガスは、燃焼器組立体8内で生成されかつタービン6を駆動するために使用される。

【0011】

運転中に、空気は、圧縮機4内に流入しかつ高圧ガスに加圧される。高圧ガスは、燃焼器組立体8に供給されかつ例えばプロセスガス及び／又は合成ガス（シンガス）などの燃料と混合される。燃料／空気又は可燃性混合気は、燃焼室12内に流れかつ点火されて、約871℃~1621℃（約1600°F~2950°F）の高圧高温燃焼ガストリームを形成する。それに代えて、燃焼器組立体8は、それに限定されないが、天然ガス及び／又は石油燃料を含む燃料を燃焼させることができる。いずれにしても、燃焼器組立体8は、燃焼ガストリームをタービン6に送り、タービン6は、熱エネルギーを機械的回転エネルギーに変換する。エンジン2内部で発生した高温度により、燃焼器組立体8並びにタービン6のその他の様々な部品の冷却が必要になる。その目的のために、エンジン2は、冷却システム17を含む。

30

【0012】

この図示した例示的な実施形態によると、冷却システム17は、圧縮機4の第9段のような低圧段に流体連通された低圧抽出空気出口22を備えた第1のケーシング又はプレナム部分20を含む。冷却システム17はまた、圧縮機4の第13段のような中圧段に流体連通された中圧抽出空気出力28を有する第2のケーシング又はプレナム部分26と、圧縮機4の第18段のような高圧段に流体連通された高圧抽出空気出力34を有する第3のケーシング又はプレナム部分32とを含む。下記でより十分に説明するように、第1のプレナム部分20は、タービン6上に設けられた低圧入力ポート40に流体連通される。同様に、第2のプレナム部分26は、タービン6上に設けられた中圧入力ポート41に流体連通され、また第3のプレナム部分32は、タービン6上に設けられた高圧入力ポート42に流体連通される。

40

【0013】

図示するように、冷却システム17は、低圧抽気回路51、中圧抽気回路52及び高圧

50

抽気回路 5 3 を含む。低圧抽気回路 5 1 は、低圧制御弁 6 4 に至る低圧出力管路部分 6 0 を含む。低圧制御弁 6 4 から、低圧抽気回路 5 1 は次に、低圧エジェクタ 6 5 まで進みまた低圧出力管路部分 6 6 上を進んだ後に、低圧入力ポート 4 0 で終端する。中圧抽気回路 5 2 は、中圧制御弁 7 4 まで延びる中圧出力管路部分 7 0 を含む。中圧制御弁 7 4 から、中圧抽気回路 5 2 は、中圧エジェクタ 7 5 まで延びまた中圧出力管路部分 7 6 上を延びた後に、タービン 6 上の中圧入力ポート 4 1 で終端する。最後に、高圧抽気回路 5 3 は、タービン 6 上の高圧入力ポート 4 2 に連結した直接管路 8 0 を含む。高圧抽気回路 5 3 はまた、第 1 及び第 2 の高圧フィーダ管路 8 5 及び 8 6 を有する分岐管路 8 2 を含む。各高圧フィーダ管路 8 5 及び 8 6 は、対応する弁 8 7 及び 8 8 を含む。弁 8 7 及び 8 8 から、高圧フィーダ管路 8 5 及び 8 6 は、それぞれ低圧エジェクタ 6 5 及び中圧エジェクタ 7 5 に連結される。

10

【0014】

この構成の場合には、正常 ISO 運転条件下で、翼形部及びバケットのようなタービン 6 の様々な部分には、低圧及び中圧抽出空気出口 2 2 及び 2 8 から冷却ガス流が供給される。例えば、高圧抽出空気出口 3 4 からの高圧空気は、燃焼器組立体 8 及びタービン 6 上の高圧入力ポート 4 2 に供給される。しかしながら、低ターンダウン状態下では及び／又は例えば 59 ° F (15 ° C) のような設計温度以下で運転している時には、低圧抽気回路 5 1 及び中圧抽気回路 5 2 内の圧力は、低圧入力ポート 4 0 及び中圧入力ポート 4 1 のそれぞれの 1 つに冷却空気の十分な質量流量を供給するには不十分である。勿論、59 ° F (15 ° C) は、設計点温度の単なる 1 つの実施例に過ぎないものであり、様々な他の設計温度を運転場所、周囲条件、高度等に応じて設定することができることを理解されたい。いづれにしても、適切な圧力がない状態では、低圧及び中圧抽気には、付加的空気を補足するか又はタービン 6 における十分な冷却を保証しつつエンジン 2 がエミッションコンプライアンス性を維持するレベルまで出力を増大させるかのいずれかとしなければならない。高圧抽出空気を発生させることは、圧縮機 4 には多大な仕事及要求される。従って、これ迄は、より低い圧力抽気入力ポート内に高圧抽出空気を使用することは不利益と考えられていた。しかしながら、意外なことに、高圧空気を使用して、エンジン 2 がより低いレベルの出力を達成するのを可能にすることができると同時に、運転が一般的に効率的レベル以下である時のような設計パラメータ以下で運転されている場合でさえもエミッションコンプライアンス性を維持することができる利点があることが判明した。

20

30

【0015】

本発明の 1 つの態様によると、低ターンダウン期間の間及び／又は設計温度以下で運転している時のような非最適運転状態の間に低圧入力ポート 4 0 及び中圧入力ポート 4 1 に適切な空気供給を行うために、低圧制御弁 6 4 及び中圧制御弁 7 4 は閉じられ、また高圧制御弁 8 7 及び 8 8 が開かれる。このようにして、圧縮機 4 からの高圧空気は、低圧入力ポート 4 0 及び中圧入力ポート 4 1 に導かれる。高圧空気は、タービン 6 の翼形部並びに関連する冷却及びパージ回路部分内にオーバフローを生じさせ、かつより低い出力レベルで十分な冷却を行う。同時に、高圧抽出空気は、高圧入力ポート 4 2 に流れ続けてタービン 6 に高圧空気を供給する。この構成の場合には、大量の空気が、燃焼器組立体 8 を迂回してリーン状態を形成し、それにより、エミッション基準を満たす状態に維持された燃焼温度が生じる。さらに、タービン 6 内部の温度は、より低い出力レベルのためにより低いものとなり、従って、冷却に対する要求は実際上より低くなる。このような条件下で、具体的には出力レベルが 40 % 以下である時のような極めて低いターンダウン時において、低圧及び中圧入力ポートにおいてタービン 6 に対して高圧抽気を利用することにより、適切な冷却空気の供給が保証されると同時に、より低いレベルのターンダウンにおいてエミッションコンプライアンス性レベルでエンジン 2 を運転することが保証される。

40

【0016】

本発明の別の態様によると、非最適運転状態の間には、低圧制御弁 6 4 及び中圧制御弁 7 4 は開いた状態のままに維持され、また高圧弁 8 7 及び 8 8 もまた開かれて、制御量の高圧抽出空気がそれぞれ低圧抽出空気及び中圧抽出空気と混合するのを可能にする。上述

50

したものと同様に、混合空気ストリームは、タービン6の翼形部分をオーバフローしかつ十分な冷却を行う。その結果、低圧入力ポート40及び中圧入力ポート41において、適切な空気流が維持されると同時に、燃焼器組立体8内にリーン燃焼状態を確立して燃焼温度をエミッションコンプライアンス性の状態に維持することを保証する大きな冷却回路圧力比が形成される。

【0017】

この時点において、本発明は、冷却回路圧力比を増大させかつタービンの翼形部をオーバフローさせることによって、低需要期間の間に発電装置が電力網に対して維持されるのを可能にすると同時に費用効果のある方法で運転するのを可能にする特有の利点を生じることが解る筈である。その結果、発電プラントは、多くの場に15分又はそれ以下で全出力まで迅速に立ち上げることができる。さらに、極めて低いターダウンにおいて効率的な運転状態を生じさせることによって、エンジン2は、需要が増大した時に最初にインライン状態になって電力を提供し、発電機出力をベース負荷レベルまで上昇させることができる。この迅速な応答時間により、突然でありかつ予期しない需要の増加が発生した場合に、エネルギー供給者は、出力を迅速に上昇させることが可能になる。つまり、本発明は、中圧及び低圧タービン入力ポート上に設計圧力比よりも高い圧力比を生じさせ、それにより、予想外にも、タービンが、ISOデイ(day)性能であるベース負荷を犠牲にしない状態で、極めて低いターダウンで及び／又は設計温度以下で運転することが可能になる。

10

【0018】

20

いずれにしても、本明細書は、最良の形態を含む実施例を用いて本発明を開示し、またあらゆる装置又はシステムを製作しかつ使用すること及びあらゆる組入れ方法を実行することを含む本発明の実施を当業者が行うことを可能にする。本発明の特許性がある技術的範囲は、特許請求の範囲によって定まりかつ当業者が想到するその他の実施例を含むことができる。そのようなその他の実施例は、それらが特許請求の範囲の文言と相違しない構造的要素を有する場合或いはそれらが特許請求の範囲の文言と本質的でない相違を有する均等な構造的要素を含む場合には、この特許請求の範囲の技術的範囲内に属することになることを意図している。

【図面の簡単な説明】

【0019】

30

【図1】本発明の1つの態様により構成した、低ターダウンの間に及び／又は設計温度以下で運転している間に性能を最適化するために多段圧縮機からタービンに空気を送給するためのシステムを含むタービンエンジンの概略図。

【符号の説明】

【0020】

- 2 タービンエンジン
- 4 圧縮機
- 6 タービン
- 8 燃焼器組立体
- 12 燃焼室
- 17 冷却システム
- 20 第1のケーシング／プレナム部分
- 22 低圧抽出空気出口
- 26 第2のケーシング／プレナム部分
- 28 中圧抽出空気出口
- 32 第3のケーシング／プレナム部分
- 34 高圧抽出空気出口
- 40 低圧入力ポート
- 41 中圧入力ポート
- 42 高圧入力ポート

40

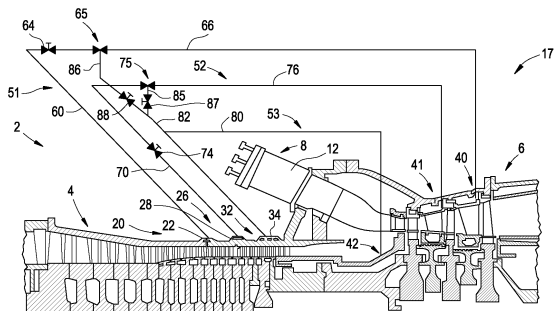
50

- 5 1 低圧抽気回路
- 5 2 中圧抽気回路
- 5 3 高圧抽気回路
- 6 0 低圧出力管路
- 6 4 低圧制御弁
- 6 5 低圧エジェクタ
- 6 6 低圧出力管路部分
- 7 0 中圧出力管路部分
- 7 4 中圧制御弁
- 7 5 中圧エジェクタ
- 7 6 中圧出力管路部分
- 8 0 直接管路
- 8 2 分岐管路
- 8 5 第 1 の高圧フィーダ管路
- 8 6 第 2 の高圧フィーダ管路
- 8 7 弁

10

【図 1】

FIGURE 1



フロントページの続き

(72)発明者 ウィリアム・アンドリュー・パーカー
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、シンプソンヴィル、アッシュフィールド・コート、6番

審査官 寺町 健司

(56)参考文献 米国特許第06615574 (US, B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02C 1/00-9/58

F23R 3/00-7/00

F01D 5/18

F01D 9/02