

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6291245号
(P6291245)

(45) 発行日 平成30年3月14日 (2018. 3. 14)

(24) 登録日 平成30年2月16日 (2018. 2. 16)

(51) Int. Cl.

F I

F O 2 C 7/04 (2006. 01)

F O 2 C 7/04

F O 2 C 6/06 (2006. 01)

F O 2 C 6/06

F O 2 C 6/18 (2006. 01)

F O 2 C 6/18 A

F O 1 D 17/00 (2006. 01)

F O 1 D 17/00 F

F O 1 K 23/10 (2006. 01)

F O 1 D 17/00 J

請求項の数 13 外国語出願 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-259695 (P2013-259695)
 (22) 出願日 平成25年12月17日 (2013. 12. 17)
 (65) 公開番号 特開2014-122623 (P2014-122623A)
 (43) 公開日 平成26年7月3日 (2014. 7. 3)
 審査請求日 平成28年12月12日 (2016. 12. 12)
 (31) 優先権主張番号 13/721, 870
 (32) 優先日 平成24年12月20日 (2012. 12. 20)
 (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
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123
 45、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】 HRS Gおよびファンへの空気流バイパスを備えた過給結合サイクルシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧縮機、および排気を提供する出力側を有するガスタービンサブシステムと、
 前記ガスタービンサブシステムに結合された排気ダクトと、
 前記排気ダクトに結合された熱回収蒸気発生サブシステムと、
 空気流を生成するファンと、
 前記ファンを駆動し、駆動排気を有する原動機と、
 前記ファンに結合され、前記空気流の少なくとも一部を前記圧縮機に運ぶダクトアセンブリと、
 前記ファンおよび前記排気ダクトに結合され、前記空気流の少なくとも一部を前記排気
 10
 ダクトに選択的に運ぶメインバイパスと、
 前記ファンおよび前記原動機に結合され、前記空気流の少なくとも一部を前記原動機に
 選択的に運ぶ駆動バイパスと、
 を備え、
 前記原動機が、駆動排気を提供し、前記駆動排気の一部を、前記熱回収蒸気発生サブ
 システムおよび前記ファンに運ぶ駆動ダクトアセンブリをさらに備える、
 結合サイクルシステム。

【請求項 2】

前記原動機が航空機転用ガスタービンである、請求項 1 に記載の結合サイクルシステム

【請求項 3】

前記原動機がガスタービンである、請求項 1 に記載の結合サイクルシステム。

【請求項 4】

前記原動機が往復機関である、請求項 1 に記載の結合サイクルシステム。

【請求項 5】

結合サイクルシステムのための過給システムであって、

前記結合サイクルシステムが、

圧縮機、および排気を提供する出力側を有するガスタービンサブシステムと、

前記ガスタービンサブシステムに結合された排気ダクトと、

前記排気ダクトに結合された熱回収蒸気発生サブシステムと、

を備え、

前記過給システムが、

空気流を提供するファンと、

前記ファンに結合された原動機と、

前記空気流の第 1 の部分をガスタービンシステムに導くダクトと、

前記空気流の第 2 の部分を前記排気ダクトへと向けるメインバイパスサブシステムと

、

前記空気流の第 3 の部分を前記原動機へと向ける駆動バイパスサブシステムと、

を備え、

前記原動機が、駆動排気を提供し、前記駆動排気の一部を、前記熱回収蒸気発生サブシステムおよび前記ファンに運ぶ駆動ダクトアセンブリをさらに備える、
過給システム。

【請求項 6】

前記原動機が航空機転用ガスタービンである、請求項 5 に記載の過給システム。

【請求項 7】

前記原動機がガスタービンである、請求項 5 に記載の過給システム。

【請求項 8】

前記原動機が往復機関である、請求項 5 に記載の過給システム。

【請求項 9】

結合サイクルシステムを運転する方法であって、

第 1 の運転状態を決定するステップと、

所望の運転状態を決定するステップと、

前記所望の運転状態を達成するために、ガスタービン圧縮機に提供される空気の前記第 1 の質量流量を決定するステップと、

前記所望の運転状態を達成するために、ガスタービンに結合された排気ダクトに提供される空気の前記第 2 の質量流量を決定するステップと、

前記所望の運転状態を達成するために、原動機に提供される空気の前記第 3 の質量流量を決定するステップと、

前記原動機によってファンを駆動させることで空気流を提供するステップと、

前記ファンからの前記空気流を空気の前記第 1 の質量流量に関連する第 1 の質量流量部分と、空気の前記第 2 の質量流量に関連する第 2 の質量流量部分と、空気の前記第 3 の質量流量に関連する第 3 の質量流量部分とに分割するステップと、

前記第 1 の質量流量部分を圧縮機に運ぶステップと、

空気の前記第 2 の質量流量を前記排気ダクトに運ぶステップと、

空気の前記第 3 の質量流量を前記原動機に運ぶステップと、

前記原動機によって生じた排気を、熱回収蒸気発生器および前記ファンに運ぶステップと、

を含む、方法。

【請求項 10】

原動機によってファンを駆動する前記ステップが、航空機転用ガスタービンによって前

10

20

30

40

50

記ファンを駆動するステップを含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 1 1】

原動機によってファンを駆動する前記ステップが、ガスタービンによってファンを駆動するステップを含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 1 2】

原動機によってファンを駆動する前記ステップが、往復機関によってファンを駆動するステップを含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 1 3】

空気の前記第 3 の質量流量を選択的に運ぶ前記ステップが、駆動バイパスを介して前記原動機に空気の前記第 3 の質量流量を運ぶステップを含む、請求項 9 に記載の方法。

10

【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る主題は、結合サイクル電力システムに関し、より詳細には、空気流バイパスを備えた過給結合サイクルシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

結合サイクル電力システムおよびコージェネレーション設備は、ガスタービンを利用して発電している。これらのガスタービンは、通常、蒸気を生成する熱回収蒸気発生器（H R S G）に運ばれる高温排気ガスを生成する。蒸気を使用して蒸気タービンを駆動して、より多くの電力を生成し、および/または他のプロセスに使用するための蒸気を提供することができる。

20

【0003】

電力システムを最大効率で運転することは、あらゆる発電設備にとって優先度が高い。負荷条件、設備の劣化および周囲の条件を始めとする要因は、最適条件未満の状態で発電装置を運転することになる。ガスタービンの容量を大きくするための方法としてタービンシステムに過給する（その結果、入口圧が周囲圧より高くなる）ことは知られている。過給タービンシステムは、通常、ガスタービン入口に配置された、蒸気への排気廃熱の変換によって引き出される蒸気エネルギーによって駆動される可変速過給ファンを含む。ガスタービン軸の馬力を大きくすることができるよう、ガスタービンに流入する空気の質量流量を多くするために過給ファンが使用されている。

30

【0004】

従来の過給結合サイクルシステムが抱えている問題は、主として優勢な「スパークスブレッド」のため、それらが経済的ではないことである。スパークスブレッドは、所与の量の電気の販売価格からその所与の量の電気を生成するのに必要な燃料のコストを引いたガス燃焼発電装置の総収益である。運転、維持、資本および他の財政コストは、このスパークスブレッドから賄わなければならない。従来の過給システムが抱えているもう 1 つの問題は、入口ファンの制御が困難なことである。多くの場合、このようなシステムの投資収益率は魅力的ではない。従来の過給結合サイクルシステムは、十分なシステム柔軟性、アウトプットおよび効率を、システムのライフサイクルにわたって顧客に提供していない。さらに、これらのシステムにはかなりの修正が必要であり、また、場合によっては過去から受け継いだシステムと両立しないことがある。

40

【発明の概要】

【0005】

非制限の一例示的实施形態によれば、本発明は、圧縮機および排気を提供する出力側を有するガスタービンサブシステムと、入口を有する熱回収蒸気発生サブシステムとを含んだ結合サイクルシステムに関する。排気ダクトは、ガスタービンシステム、および排気を熱回収蒸気発生システムに輸送するための入口に結合されている。また、システムは、空気流を生成する制御可能空気流源と、該制御可能空気流源に結合された、空気流の少

50

なくとも一部を圧縮機に運ぶためのダクトアセンブリとを含む。また、制御可能空気流源および排気ダクトに結合された、空気流の少なくとも一部を選択的に入口に運ぶように適合されたバイパスが同じく提供されている。

【 0 0 0 6 】

他の実施形態では、可変空気流を提供する強制通風ファンを含んだ過給システムが提供される。また、空気流の少なくとも一部を圧縮機へ導くダクト、および空気流の少なくとも一部を熱回収蒸気発生器に向けるバイパスサブシステムが同じく提供される。システムは、バイパスサブシステムおよび強制通風ファンに結合された制御システムを含む。

【 0 0 0 7 】

他の実施形態では、結合サイクルシステムを運転する方法は、第 1 の運転状態を決定するステップと、所望の運転状態を決定するステップとを含む。この方法は、所望の運転状態を達成するために、圧縮機に提供される空気第 1 の質量流量および熱回収蒸気発生器に提供される空気第 2 の質量流量を決定するステップを含む。この方法は、制御可能空気流源を提供するステップと、空気第 1 の質量流量を圧縮機に選択的に運ぶステップと、空気第 2 の質量流量を熱回収蒸気発生器に選択的に運ぶステップとを含む。

10

【 0 0 0 8 】

他の実施形態では、結合サイクルシステムが提供される。結合サイクルシステムは、圧縮機、および排気を提供する出力側を有するガスタービンサブシステムと、ガスタービンサブシステムに結合された排気ダクトと、排気ダクトに結合された熱回収蒸気発生サブシステムとを有する。空気流を生成するファンが、駆動排気を有する原動機によって駆動される。ファンに結合され、空気流の少なくとも一部を圧縮機に運ぶためのダクトアセンブリが提供される。これに加えて、ファンおよび排気ダクトに結合され、空気流の少なくとも一部を排気ダクトに選択的に運ぶように適合されたメインバイパスと、ファンおよび原動機に結合され、空気流の少なくとも一部を原動機に選択的に運ぶように適合された駆動バイパスが提供される。原動機は、航空転用ガスターン、ガスタービン、往復機関、蒸気タービンおよび誘導モータのうちの 1 つであってよい。

20

【 0 0 0 9 】

他の実施形態では、空気流を提供するファンと、ファンに結合された原動機を有する過給システムが提供される。過給システムはまた、空気流の第 1 の部分をガスタービンシステムに導くダクトと、空気流の第 2 の部分を熱回収蒸気発生器へと向けるメインバイパスサブシステムと、空気流の第 3 の部分を原動機へと向ける駆動バイパスサブシステムとを含む。

30

【 0 0 1 0 】

他の実施形態では、結合サイクルシステムを運転する方法が提供される。方法は、第 1 の運転状態を決定するステップと、所望の運転状態を決定するステップとを含む。方法は、所望の運転状態を達成するために、ガスタービン圧縮機に提供される空気第 1 の質量流量を決定するステップと、所望の運転状態を達成するために、熱回収蒸気発生器に提供される空気第 2 の質量流量を決定するステップと、所望の運転状態を達成するために、原動機に提供される空気第 3 の質量流量を決定するステップとを含む。この方法はまた、原動機によってファンを駆動させることで空気流を提供するステップと、この空気流を空気第 1 の質量流量に関連する第 1 の質量流量部分と、空気第 2 の質量流量に関連する第 2 の質量流量部分と、空気第 3 の質量流量に関連する第 3 の質量流量部分とに分割するステップとを含む。この方法は、第 1 の質量流量部分を圧縮機に運ぶステップと、空気第 2 の質量流量を熱回収蒸気発生器に運ぶステップと、空気第 3 の質量流量を原動機に運ぶステップとをさらに含む。

40

【 0 0 1 1 】

本発明の他の特徴および利点は、一例として本発明の特定の態様の原理を示す添付の図面に関連して行う、好ましい実施形態についての以下のより詳細な説明から明らかになるであろう。

【 図面の簡単な説明 】

50

【 0 0 1 2 】

【図 1】空気バイパスを備えた過給結合サイクルシステムの一実施形態の略図である。

【図 2】空気バイパスを備えた過給結合サイクルシステムの他の実施形態の略図である。

【図 3】空気バイパスを備えた過給結合サイクルシステムによって実施される方法の一実施形態の流れ図である。

【図 4】空気バイパスを備えた過給結合サイクルシステムによって達成される結果を示すチャートである。

【図 5】空気バイパスを備えた過給結合サイクルシステムによって実施される方法の一実施形態の流れ図である。

【図 6】空気バイパスを備えた過給結合サイクルシステムによって達成される結果を示すチャートである。

【図 7】空気バイパスを備えた過給結合サイクルシステムによって達成される結果を示すチャートである。

【図 8】空気バイパスを備えた過給結合サイクルシステムの一実施形態の略図である。

【図 9】空気バイパスを備えた過給結合サイクルシステムのための制御システムの略図である。

【図 1 0】原動機の一実施形態の略図である。

【図 1 1】原動機の一実施形態の略図である。

【図 1 2】原動機の一実施形態の略図である。

【図 1 3】原動機の一実施形態の略図である。

【図 1 4】原動機の一実施形態の略図である。

【図 1 5】原動機の一実施形態の略図である。

【図 1 6】異なる諸実施形態の利点と欠点を示す表である。

【図 1 7】結合サイクルシステムを運転するための方法の流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

図 1 は、本発明の一実施形態による、空気バイパスを備えた過給結合サイクルシステム（S C C A B システム 1 1）の略図を示したものである。S C C A B システム 1 1 はガスタービンサブシステム 1 3 を含み、このガスタービンサブシステム 1 3 は、圧縮機入口 1 6 を有する圧縮機 1 5、燃焼器 1 7 およびタービン 1 9 を含む。排気ダクト 2 1 は、タービン 1 9 および熱回収蒸気発生器サブシステム（H R S G 2 3）に結合することができる。H R S G 2 3 は、蒸気を生成するために、H R S G 入口 2 4 を介して運ばれるタービン 1 9 からの排気ガスから熱を回収する。また、H R S G 2 3 は、H R S G 2 3 に追加エネルギーを提供するための二次バーナ 2 5 を含むことも可能である。H R S G 2 3 からの蒸気および排気の一部は、スタック 2 7 に通気することができ、あるいは蒸気タービン 2 6 を駆動し、かつ、追加電力を提供するために使用することができる。H R S G 2 3 からの蒸気の一部は、他のプロセスのために使用するべく、プロセス蒸気出口ヘッダ 2 8 を介して輸送することができる。S C C A B システム 1 1 は、入口ハウスおよび冷却システム 2 9 を含むことも可能である。入口ハウスおよび冷却システム 2 9 を使用して、圧縮機入口 1 6 に流入する空気が冷却され、かつ、フィルタリングされ、それにより電力が増加し、また、圧縮機 1 5 の損傷が回避される。

【 0 0 1 4 】

また、S C C A B システム 1 1 は、空気を圧縮機 1 5 へ強制する正圧を生成するために使用される強制通風ファン 3 0 を含む。強制通風ファン 3 0 は、固定ブレードファンまたは可変ブレードファン（図示せず）、およびブレードを駆動するための電動機（図示せず）を有することができる。強制通風ファン 3 0 は、原動機 3 1 によって駆動することができる。強制通風ファン 3 0 は、ダクトアセンブリ 3 2 を介して制御可能空気流源を提供し、また、この強制通風ファン 3 0 を使用して圧縮機 1 5 に流入する空気の質量流量を多くすることができる。圧縮機に流入する空気の量は、原動機 3 1 によって制御される。圧縮機入口 1 6 は、従来の設計による若干の負圧と比較すると、若干の正圧に適応するように

10

20

30

40

50

構成することができる。

【 0 0 1 5 】

また、S C C A B システム 1 1 は、強制通風ファン 3 0 からの空気流の一部を排気ダクト 2 1 に向けるバイパス 3 3 (このバイパス 3 3 は外部ダクト配管を含むことができる) を含むことも可能である。増加したこの空気流により、二次バーナ 2 5 に追加酸素が提供され、それによりフレイムアウトまたは最適未満の燃焼が回避される。バイパス 3 3 は、流量センサ 3 5 およびバイパス 3 3 を通る空気流を制御するための制動弁 3 7 を備えることができる。制御システム 3 9 を提供することにより、流量センサ 3 5 からデータを受け取り、かつ、制動弁 3 7 および原動機 3 1 を制御することができる。制御システム 3 9 は、S C C A B システム 1 1 の運転を制御するために使用されるより大きい制御システムの中に統合することができる。バイパスからの空気流は排気ダクト 2 1 へ運ばれ、この排気ダクト 2 1 で H R S G 2 3 に流入する結合された空気および排気の温度を調節することができる。

【 0 0 1 6 】

図 2 は、一対のガスタービンサブシステム 1 3 を含んだ S C C A B システム 1 1 の他の実施形態を示したものである。この実施形態では、この一対のガスタービンサブシステム 1 3 の排気を使用して蒸気タービン 2 6 が駆動される。この実施形態では、入口ハウス 4 1 は強制通風ファン 3 0 の上流側に配置されており、また、ファンからの空気流を冷却することができる冷却システム 4 3 は、強制通風ファン 3 0 の下流側に配置されている。バイパス 3 3 は冷却システム 4 3 に結合されている。この実施形態では 2 つのガスタービンサブシステム 1 3 が説明されているが、任意の数の蒸気タービン 2 7 と組み合わせた任意の数のガスタービンサブシステム 1 3 を使用することができることは当業者には認識されよう。

【 0 0 1 7 】

運転中、S C C A B システム 1 1 は、増加した空気流を H R S G 2 3 に提供し、それにより多くの利点が得られる。S C C A B システム 1 1 は、結合サイクルプラント柔軟性、効率およびライフサイクル経済性を最適化する能力をオペレータに提供することができる。例えばガスタービンサブシステム 1 3 の入口圧力を昇圧することにより、出力性能および熱消費率性能が改善される。S C C A B システム 1 1 の劣化に見合う量だけ過給 (および強制通風ファン 3 0 を駆動するための寄生負荷) のレベルを常に高くすることにより、S C C A B システム 1 1 のライフサイクルを通して S C C A B システム 1 1 の出力性能を平らに維持することができる (劣化しない)。S C C A B システム 1 1 によって得られる他の利点は、蒸気の生成に対する発電比率包絡線の拡張である。これは、H R S G 入口 2 4 の排気ガス温度を強制通風ファン 3 0 からの空気を使用して調節することによって達成することができる。S C C A B システム 1 1 によって得られる他の利点は、パージサイクル (蓄積したガスの除去) におけるリダクションの結果として、スタートアップレートが改善されることである。また、S C C A B システム 1 1 によれば、バイパス 3 3 を介して提供される強制通風ファン 3 0 からの空気を使用して排気ダクト 2 1 の排気温度を調節することにより、負荷ランプレートを改善することも可能である。また、S C C A B システム 1 1 の強制通風ファン 3 0 は、ガスタービンサブシステム 1 3 および H R S G 2 3 を強制冷却するための有効な手段を提供し、それにより保守サービス中断時間が短縮され、かつ、システム可用性が改善される。強制通風ファン 3 0 は、すべてのガスタービンサブシステム 1 3 のための単純なサイクル構成および結合サイクル構成に対して、適度の資本コストで、高温周囲条件の下で、2 0 % 出力改善の範囲内で引き渡すための匹敵する利点を提供する。

【 0 0 1 8 】

S C C A B システム 1 1 は、図 3 を参照して示されるように経時的に結合サイクルプラントの出力を維持する方法を実施することができる (方法 5 0)。ステップ 5 1 では、方法 5 0 は、現在の状態を決定し、ステップ 5 3 では、方法 5 0 は、所望の状態を決定することができる。所望の状態は、性能損失を補償するために常に公称出力を維持するための

10

20

30

40

50

ものであってもよい。性能損失は、通常、ガスタービンのコンポーネントが常に摩耗することによって生じる。これらの損失は、測定または計算することができる。ステップ55では、方法50は、所望の出力を維持するために必要な増加した空気の質量の流れを決定することができる。ステップ57では、方法50は、その決定に基づいて、圧縮機入口16に流入する空気の質量を調整することができる。ステップ59では、方法50は、HRSG入口24に流入する結合をされた空気および排気の質量を調整することができる。

【0019】

図4は、従来の結合サイクルシステムおよびSCCABシステム11の時間に対する出力および熱消費率の損失（百分率で示されている）を示したものである。ガスタービンは、ガスタービンのコンポーネントの摩耗の結果として、常に出力損失の問題を抱えている。この損失は、一部には、タービンおよび圧縮機のクリアランスの増加、ならびに表面仕上げおよびエロフォイル輪郭の変化によるものである。通常、保守または圧縮機洗浄ではこの損失を回復することはできず、それどころか、その解決法は、推奨検査間隔で影響を受けた部品を交換する以外にはない。しかしながら、強制通風ファン30を使用して過給のレベルを高くすることにより、強制通風ファン30を駆動するための寄生負荷によるコストはかかるが、出力性能を維持することは可能である。一番上の曲線（二重実線）は、従来の結合サイクルシステムの典型的な出力損失を示している。第2の曲線（二重破線）は、定期検査およびルーチン保守を使用した期待出力損失を示したものである。一番下の曲線（三重破線）は、SCCABシステム11の出力損失をほぼ0%に維持することができることを示している。同様に、従来の結合サイクルシステムの熱消費率劣化（一本の実線曲線）は、SCCABシステム11を使用して著しく改善することができる。

【0020】

図5は、SCCABシステム11の蒸気出力を制御する方法を示している（方法60）。ステップ61において、方法60は、最初に現在の状態を決定することができる。ステップ63では、方法60はまた、所望の出力および蒸気流を決定することも可能である。ステップ65では、方法60は、圧縮機入口16およびHRSG入口24への必要な増加空気流を決定することができる。ステップ67では、方法60は次に、所望の蒸気出力を提供するために、圧縮機入口16に流入する空気流を調整し、かつステップ69ではHRSG入口24に流入する結合された排気および空気流を調整することができる。

【0021】

図6は、一定の蒸気流を維持するための拡張運転包絡線を示したものである。縦軸はMW単位の出力であり、横軸は蒸気の質量の流れである。内側の領域（明るい縦のクロスハッチ）は、従来の結合サイクルシステムの包絡線を示している。SCCABシステム11の包絡線は対角線のクロスハッチで示されており、また、より大きい領域は、HRSG23内における二次着火と組み合わせたSCCABシステム11の性能を示している。

【0022】

図7は、最小負荷およびベース負荷における従来の結合サイクルシステムと比較した、特定の室温でのSCCABシステム11の改良された運転性能を示すチャートである。横軸はMW単位の出力であり、縦軸は熱消費率（1kWhの電気を生成するのに必要な燃料からの熱エネルギー（BTU単位））である。このチャートは、SCCABシステム11によって引き渡される改良された効率を示している。

【0023】

図8に示されているのは、本発明の他の実施形態による結合サイクルシステム111の略図である。結合サイクルシステム111は、圧縮機入口116を有する圧縮機115と、燃焼器117およびタービン119とを含むガスタービンサブシステム113を含む。排気ダクト121が、ガスタービンサブシステム113および熱回収蒸気発生器サブシステム（HRSG123）に結合されてよい。HRSG123は、HRSG入口124を介して運ばれるガスタービンサブシステム113からの排気ガスから熱を回収して蒸気を生成する。HRSG123からの蒸気および排気の一部を使用して蒸気タービン126を駆動させ追加の電力を提供し、あるいはスタック127に通気することができる。HRSG

1 2 3 からの蒸気の一部は、プロセス蒸気出口ヘッダ 1 2 8 を介して輸送されて他のプロセスに使用することができる。

【 0 0 2 4 】

また、結合サイクルシステム 1 1 1 は、空気を圧縮機 1 1 5 へ強制する正圧を生成するために使用される強制通風ファン 1 3 0 を含む。強制通風ファン 1 3 0 は、固定ブレードファンまたは可変ブレードファンであってよい。強制通風ファン 1 3 0 は、原動機 1 3 1 によって駆動させることができる。強制通風ファン 1 3 0 は、ダクトアセンブリ 1 3 2 を介して制御可能な空気流源を提供し、また強制通風ファン 1 3 0 を使用してガスタービンサブシステム 1 1 3 に流入する空気の質量流量を多くすることができる。ガスタービンサブシステム 1 1 3 に流入する空気の量は、原動機 1 3 1 によって制御される。

10

【 0 0 2 5 】

また、燃焼サイクルシステム 1 1 1 は、入口ハウス 1 4 1 および冷却システム 1 4 3 を含むことができる。入口ハウス 1 4 1 および冷却システム 1 4 3 は、ガスタービンサブシステム 1 1 3 に流入する空気を冷却しフィルタリングすることで電力を増加させ、圧縮機に対する損傷を防ぐことができる。いくつかの実施形態において、入口ハウス 1 4 1 および冷却システム 1 4 3 は結合され、強制通風ファン 1 3 0 から下流に配設することができる。

【 0 0 2 6 】

また、結合サイクルシステム 1 1 1 は、強制通風ファン 1 3 0 からの空気流の一部を排気ダクト 1 2 1 に向けるバイパス 1 3 3 (このバイパス 1 3 3 は外部ダクト配管を含むことができる)を含むことも可能である。バイパス 1 3 3 は、流量センサ 1 3 9 およびバイパス 1 3 3 を通る空気流を制御するためのバイパス制動弁 1 3 7 を備えることができる。バイパスからの空気流は、排気ダクト 1 2 1 へ運ばれ、この排気ダクト 1 2 1 で H R S G 2 3 に流入する結合された空気および排気の温度を調整することができる。

20

【 0 0 2 7 】

また、結合サイクルシステム 1 1 1 は、原動機 1 3 1 に結合された駆動バイパス 1 4 5 を含むことができる。駆動バイパス 1 4 5 は駆動制動弁 1 4 6 および駆動システムセンサ 1 4 7 を備えている。また、原動機 1 3 1 は、二次制動弁 1 4 9 および二次センサ 1 5 0 を有する二次導管 1 4 8 を備える場合もある。原動機は、導管 1 5 1 によって強制通風ファン 1 3 0 に結合される。いくつかの実施形態において、原動機 1 3 1 の排気は、駆動排気導管 1 5 5 を介して H R S G 2 3 に運ぶことができる。

30

【 0 0 2 8 】

運転中、原動機 1 3 1 は、強制通風ファン 1 3 0 を駆動させ、所定の質量流量で空気流を提供する。この空気流は、冷却システム 1 4 3 によって冷却することができる。空気流は、圧縮機入口 1 1 6 に運ぶべき第 1 の質量流量、排気ダクト 1 2 1 に運ぶべき第 2 の質量流量、および一部のケースでは原動機 1 3 1 に運ぶべき第 3 の質量流量に分割することができる。第 1 の質量流量、第 2 の質量流量および第 3 の質量流量の制御は、バイパス制動弁 1 3 7、駆動制動弁 1 4 6 および二次制動弁 1 4 9 を制御することによって行われる。第 1 の質量流量、第 2 の質量流量および第 3 の質量流量を制御することによって、結合サイクルシステム 1 1 1 の動作包絡線のより効果的な制御がオペレータに提供される。

40

【 0 0 2 9 】

図 9 は、バイパス制動弁 1 3 7、駆動制動弁 1 4 6 および二次制動弁 1 4 9 を制御するのに使用される制御システム 1 6 1 を示している。制御システム 1 6 1 は、流量センサ 1 3 9、駆動システムセンサ 1 4 7 および二次センサ 1 5 0 から読み取り値を受信する。制御システム 1 6 1 は、従来式の General Electric Speedtronic (登録商標) VI Gas Turbine Control System であってよい。SpeedTronic 制御装置は、種々のセンサおよびガスタービンに関連する他の機器を監視する。例えば燃料流量などの特定のタービンの機能の制御に加えて、SpeedTronic 制御装置は、そのタービンセンサからデータを生成し、そのデータをタービンオペレータに対して表示するために提示する。このデータは、データチャート

50

および他のデータ表示を生成するソフトウェア、例えばGeneral Electric Cimplicity（登録商標）HMIソフトウェア製品を使用して表示することができる。

【0030】

Speedtronic（登録商標）制御システムは、ヒトであるオペレータからのセンサ入力および指示を使用してガスタービンの運転を制御するようにプログラムを実行するマイクロプロセッサを含むコンピュータシステムである。制御システムは、論理ユニット、例えばサンプルおよびホールドユニットならびに和差ユニットを含んでおり、これらはソフトウェアまたはハードウェア論理回路内に実装することができる。制御システムプロセッサによって生成されたコマンドによって、ガスタービン上のアクチュエータに、例えば燃焼室に燃料を供給する燃料制御システムを調整させ、圧縮機に対して入口ガイドベーンを設定させ、ガスタービンに対する他の制御設定を調整させる。

10

【0031】

制御システム161は、コンピュータプロセッサと、プロセッサによって実行される種々のアルゴリズムを使用してセンサ読み取り値をデータに変換するデータ記憶装置とを含む。アルゴリズムによって生成されたデータは、ガスタービンの種々の運転条件を示している。このデータは、例えばオペレータディスプレイに電氣的に結合されたコンピュータワークステーションなどのオペレータディスプレイ163上に提示することができる。ディスプレイおよび/または制御装置は、例えばGeneral Electric Cimplicity（登録商標）data monitoring and control software applicationなどのソフトウェアを使用してデータディスプレイおよびデータプリントアウトを生成することができる。

20

【0032】

図10は、原動機131がガスタービン171である一実施形態を示したものである。ガスタービン159は、他のタイプの原動機131に対して特定の利点を提供する。これらの利点には、特に持続した高い電力出力が要求される用途における信頼性の向上、および高負荷において高効率であることが含まれる。ガスタービン171を原動機131として使用することの欠点には、部分負荷でエンジンを往復運動させたときにコストが上がるといった効率が低下する点が含まれる。運転中、ガスタービン171は、駆動バイパス145を介して過給冷却空気を受け取り、その排気は、駆動排気導管155を介してHRS G123に運ばれることで最良のサイクル効率および柔軟性を実現することができる。これにより、優れた全負荷および部分負荷効率ならびに運転柔軟性がもたらされる。ガスタービン171によって駆動される強制通風ファン130は、出力の劣化を埋め合わせるための交換効率によって経時的に出力劣化をなくす。また、ガスタービン171によって駆動される強制通風ファン130は、蒸気の生成に対する発電比率包絡線を拡張する能力をオペレータに提供する。さらにガスタービン171によって駆動される強制通風ファン130は、ガスタービンサブシステム113結合サイクルシステム111の有効電力生成および効率を改善する。動作包絡線を拡張することによって、オペレータは、一部の出力の不足が生じているマルチユニットの電力ブロックにおいてユニットを追加するのに必要な資本および運転コストのマイナスの影響を抑えることができる。ガスタービン171の使用は、資本および維持コストが高いという欠点を有する。ガスタービン171は、固定された過給機ブーストでの高いサイクル効率および極めて高いピーク出力と共に中程度の複雑度のサブシステムを提供する。

30

40

【0033】

図11は、航空機転用ガスタービン173が原動機131として使用される他の実施形態を示している。航空機転用ガスタービン173は、航空機産業タービンに由来するガスタービンである。航空機転用ガスタービン173の使用の決断は主に、経済的および運転上の利点に基づいている。それらは比較的軽量であり、高い性能と効率を提供する。航空機転用ガスタービン173によって、集中制御の可能性と併せてトルクの有効な制御が可能になる。従来の重量のあるフレームガスタービン駆動装置と比較した航空機転用ガスタ

50

ービン 173 の一般的な経済的 / 運転上の利点およびメリットは、効率が 10 から 15 パーセント改善されることである。航空機転用ガスタービン 173 は、滑らかな制御された始動を提供する。航空機転用ガスタービン 173 はより高い可用性および運転の信頼性を有し、その広範な負荷範囲によって、経済的に最適化された電力制御を可能にする。また、航空機転用ガスタービン 173 は、運転停止し、迅速にランブアップし、より効率的に負荷に対処できることにより、従来の重量のあるフレームガスタービン駆動装置に対する利点を提供する。航空機転用ガスタービン 173 は、固定された過給機ブーストにおいて高いサイクル効率および極めて高いピーク出力を提供する。このような用途向けの航空機転用ガスタービン 173 の利点は、一部の欠点を差し引くはずであり、これには高い資本コストおよび極めて高い維持コストが含まれる。

10

【 0034 】

図 12 は、蒸気タービン 175 が原動機 131 として使用される他の実施形態を示している。蒸気タービンは、加圧された蒸気から熱エネルギーを抽出し、それを使用して回転出力シャフトに対して機械的な仕事を行う装置である。蒸気タービン 175 の使用により、蒸気タービン 175 を駆動させるのに広範な燃料を使用することが可能であるという利点が提供される。他の原動機と比べると、蒸気タービンは、固定された過給機ブーストにおいて中程度の資本コスト、維持コスト、サイクル効率およびピーク出力を有する。蒸気タービン 175 はまた、サブシステムの高い複雑度を有する。しかしながら蒸気タービン 175 は、ボイラーおよび他の設備を必要とし、かつ費用性能比が大きくなるという欠点を有する。蒸気タービン 175 は、ゆっくりとした負荷変化挙動を有し、これはひとたび蒸気タービン 175 を稼働させると直ぐには停止させることができないことを意味している。その回転を減速させるには特定の時間量が必要である。また、蒸気タービン 175 は、部分負荷性能が芳しくない。

20

【 0035 】

図 13 は、誘導モータ 177 が原動機 131 として使用される他の実施形態を示している。誘導モータ 177 は、AC モータの一種であり、他のタイプのモータのように整流子またはスリップリングではなく、電磁誘導により電力がロータに供給される。誘導モータ 177 は、頑丈であり、運転し易く、資本および維持コストが低いという利点を有する。また、誘導モータ 177 は、複雑度の低いサブシステムを提供するという利点も有する。誘導モータ 177 の他の利点は、トルク出力を調節し、誘導モータ 177 のエネルギー出力を調節する能力である。誘導モータ 177 は、固定された過給機ブーストにおいて低い始動トルク、低サイクル効率および低いピーク出力を有するという欠点を有する。これに加えて、誘導モータ 177 の速度は、負荷が増加するにつれ低下する。

30

【 0036 】

図 14 は、往復機関 179 が原動機 131 として使用される他の実施形態を示している。また、往復機関 179 は、ピストンエンジンとしてもよく知られており、これは 1 つまたは複数の往復するピストンを使用して圧力を回転運動に変換するディーゼルエンジンなどの熱機関である。強制通風ファン 130 を駆動するために往復機関 179 を使用することは、部分負荷運転および高サイクル効率において高い効率を提供するという利点を有する。固定された過給機ブーストにおけるピーク出力は、往復機関 179 の場合極めて高い。これに加えて、往復機関 179 は、全負荷までのスタートアップ時間が短い。往復機関は、平均的な資本コストと維持コストを有する。サブシステムの複雑度は、他の原動機と比べて平均的である。

40

【 0037 】

図 15 に示されるのは、可変周波数ドライブ (VFD 181) が原動機 131 として使用される他の実施形態である。VFD 181 は、電動機に供給される電力の周波数を制御することによって電動機の回転速度を制御するドライブである。VFD 181 は、いくつかの利点を提供し、これにはサブシステムの低い複雑度および維持コストならびに公称速度未満の速度での運転によるエネルギーの節約が含まれる。VFD 181 は、他の原動機と比べたとき平均的な資本コストを有し、平均的なサイクル効率を提供する。他の利点は

50

、設備に対する応力を減少させる速度までVFD181を徐々にランプアップすることができることである。欠点は、固定された過給機ブーストにおいて平均ピーク出力がより低くなることである。

【0038】

異なる原動機131の利点および欠点が、図16で表にまとめられている。

【0039】

図17は、結合サイクルシステム111を運転するための方法211の流れ図である。

【0040】

ステップ213で、オペレータは、第1の運転状態を決定する。

【0041】

ステップ215で、オペレータは、所望の運転状態を決定する。所望の運転状態の一例は、結合サイクルシステム111の改善されたランプアップ性能であってよい。他の所望の運転状態は、結合サイクルシステム111に関して蒸気の生成に対する発電比が拡大することであり得る。さらに他の所望の運転状態は、経時的な出力の劣下が、結合サイクルシステム111の効率を犠牲にすることによって抑えられる運転状態であり得る。他の所望の運転状態は、結合サイクルシステム111の有効電力生成および効率が增大することであり得る。

【0042】

ステップ217で、方法211は、所望の運転状態を達成するためにガスタービン圧縮機に提供すべき空気第1の質量流量を決定する。

【0043】

ステップ219で、方法211は、所望の運転状態を達成するために熱回収蒸気発生器に提供すべき空気第2の質量流量を決定する。

【0044】

ステップ221で、方法211は、所望の運転状態を達成するために原動機に提供すべき空気第3の質量流量を決定する。

【0045】

ステップ223で、方法211は、原動機によって強制通風ファンを駆動させて空気流を提供する。

【0046】

ステップ225で、方法211は、空気流を第1の質量流量に関連する第1の質量流量部分と、第2の質量流量に関連する第2の質量流量部分と、第3の質量流量に関連する第3の質量流量部分とに分割する。

【0047】

ステップ227で、方法211は、第1質量流量部分を圧縮機内に運ぶ。

【0048】

ステップ229で、方法211は、第2の質量流量部分を熱回収蒸気発生器に運ぶ。

【0049】

ステップ231で、方法211は、第3の質量流量部分を原動機に運ぶ。

【0050】

以上、システムおよび/または方法の様々な実施形態について、ブロック図、流れ図および/または例を使用して詳細に説明した。このようなブロック図、流れ図および/または例が1つまたは複数の機能および/または動作を含んでいる限り、このようなブロック図、流れ図または例の中の個々の機能および/または動作は、広範囲にわたるハードウェアによって個別におよび/または集合的に実施することができることは当業者には理解されよう。さらに、方法ステップは、本明細書においては、流れ図および/または例の中で特定の順序で示されているが、必ずしも示されている順序での実施に限定されないことは理解されよう。例えばこれらのステップは同時に実施することができ、あるいは本明細書において示されている順序とは異なる順序で実施することができ、このような変形形態は、本開示に照らして、当業者には明らかであろう。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 1 】

本成文説明には、最良のモードを含む、本発明を開示するための例が使用されており、また、任意のデバイスまたはシステムの構築および使用、ならびに組み込まれている任意の方法の実施を含む、すべての当業者による本発明の実践を可能にするための例が使用されている。本発明の特許可能な範囲は、特許請求の範囲によって定義されており、当業者に思い浮ぶ他の例を含むことができる。このような他の例には、それらが特許請求の範囲の文字言語と同じ構造エレメントを有している場合であっても、あるいはそれらが特許請求の範囲の文字言語とは実質的な差異のない等価構造エレメントを含んでいる場合であっても、特許請求の範囲に包含されることが意図されている。

【 符号の説明 】

10

【 0 0 5 2 】

- 1 1 s c c a b システム
- 1 3 ガスタービンサブシステム
- 1 5 圧縮機
- 1 6 圧縮機入口
- 1 7 燃焼器
- 1 9 タービン
- 2 1 排気ダクト
- 2 3 h r s g
- 2 4 h r s g 入口
- 2 5 二次バーナ
- 2 6 蒸気タービン
- 2 7 スタック
- 2 8 プロセス蒸気出口ヘッダ
- 2 9 冷却システム
- 3 0 強制通風ファン
- 3 1 原動機
- 3 2 ダクトアセンブリ
- 3 3 バイパス
- 3 5 流量センサ
- 3 7 制動弁
- 3 9 制御システム
- 4 1 入口ハウス
- 4 3 冷却システム
- 5 0 方法
- 5 1 ステップ
- 5 3 ステップ
- 5 5 ステップ
- 5 7 ステップ
- 5 9 ステップ
- 6 0 方法
- 6 1 ステップ
- 6 3 ステップ
- 6 5 ステップ
- 6 7 ステップ
- 6 9 ステップ
- 1 1 1 結合サイクルシステム
- 1 1 3 ガスタービンサブシステム
- 1 1 5 圧縮機
- 1 1 6 圧縮機入口

20

30

40

50

1 1 7	燃焼器	
1 1 9	タービン	
1 2 1	排気ダクト	
1 2 3	h r s g	
1 2 4	h r s g 入口	
1 2 6	蒸気タービン	
1 2 7	スタック	
1 2 8	プロセス蒸気出口ヘッダ	
1 3 0	強制通風ファン	
1 3 1	原動機	10
1 3 2	ダクトアセンブリ	
1 3 3	バイパス	
1 3 7	バイパス制動弁 / 制御バイパス制動弁	
1 3 9	流量センサ	
1 4 1	入口ハウス	
1 4 3	冷却システム	
1 4 5	駆動バイパス	
1 4 6	駆動制動弁	
1 4 7	駆動システムセンサ	
1 4 8	二次導管	20
1 4 9	二次制動弁	
1 5 0	二次センサ	
1 5 1	導管	
1 5 5	駆動排気導管	
1 5 9	ガスタービン	
1 6 1	制御システム	
1 7 1	ガスタービン	
1 7 3	航空機転用ガスタービン	
1 7 5	蒸気タービン	
1 7 7	誘導モータ	30
1 7 9	往復機関	
1 8 1	v f d	

【図 1】

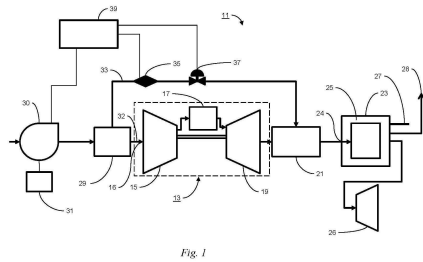


Fig. 1

【図 2】

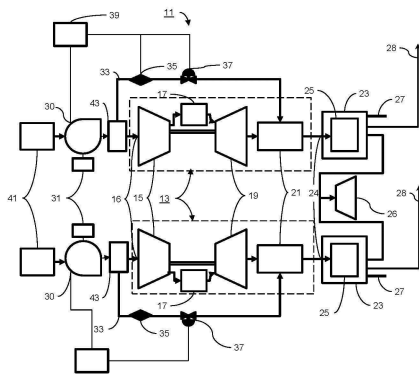


Fig. 2

【図 3】

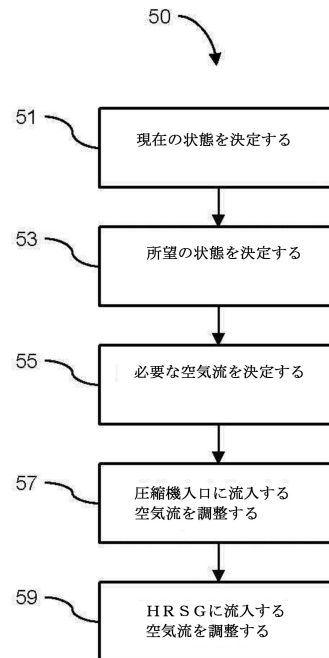


Fig. 3

【図 4】

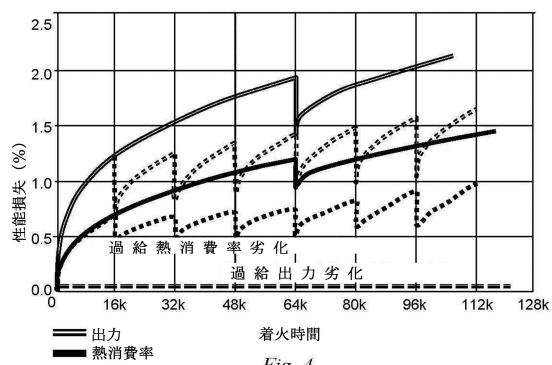


Fig. 4

【図 5】

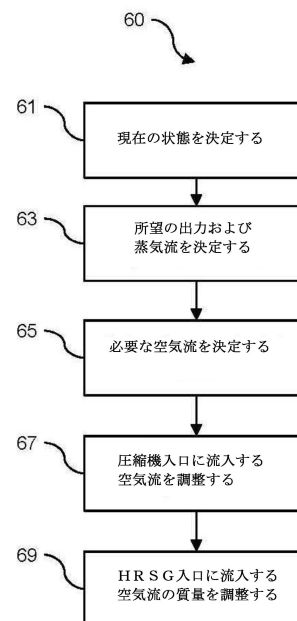


Fig. 5

【 図 6 】

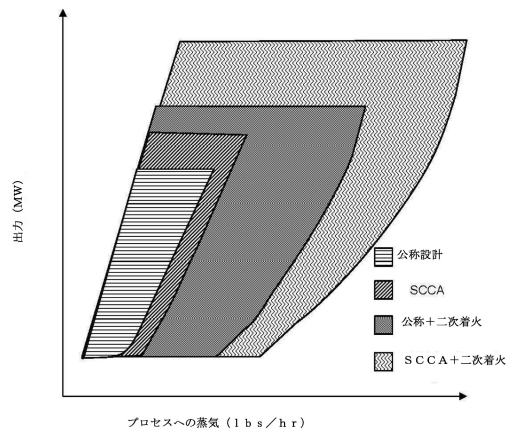


Fig. 6

【 図 7 】

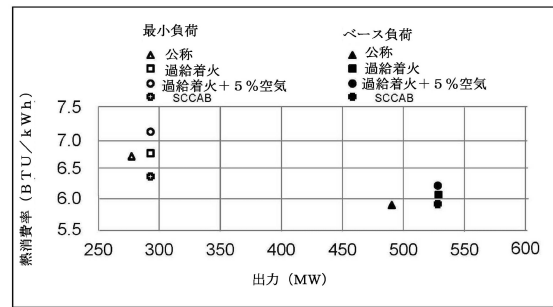


Fig. 7

【圖 8】

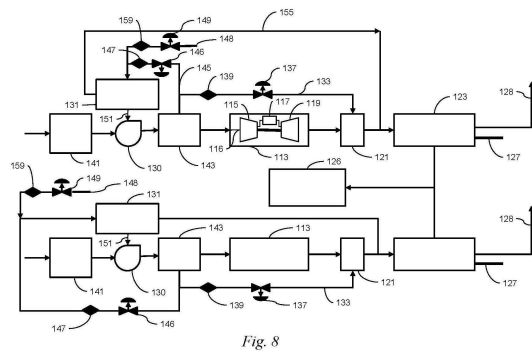


Fig. 8

【 図 1 0 】

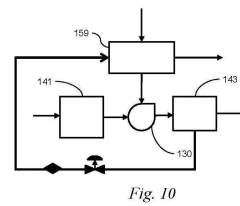


Fig. 10

【 図 1 1 】

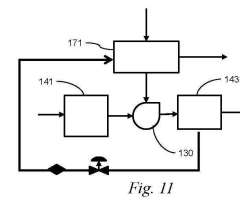


Fig. 11

【 図 9 】

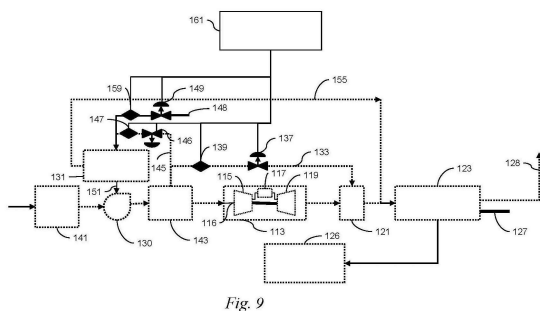
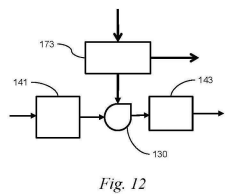
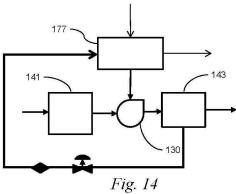


Fig. 9

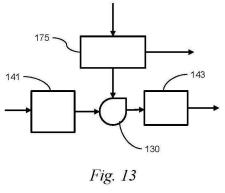
【図 1 2】



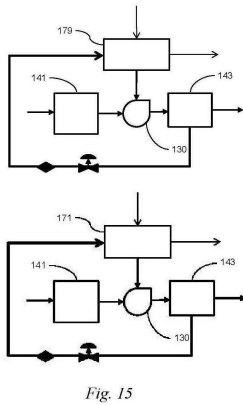
【図 1 4】



【図 1 3】



【図 1 5】



【図 1 6】

原動機	資本コスト	サブシステムの複雑度	維持コスト	サイクル効率	固定された運転モードにおけるピーク出力
可変周波数ドライブモータ	中程度	低い	低い	中程度	低い
誘導モータ	低い	低い	低い	低い	低い
蒸気タービン	中程度	高い	中程度	中程度	中程度
H10ガスタービン	高い	中程度	高い	高い	極めて高い
航空用ガスタービン	高い	中程度	極めて高い	極めて高い	極めて高い
往復ガス機関	中程度	中程度	中程度	高い	極めて高い

【図 1 7】

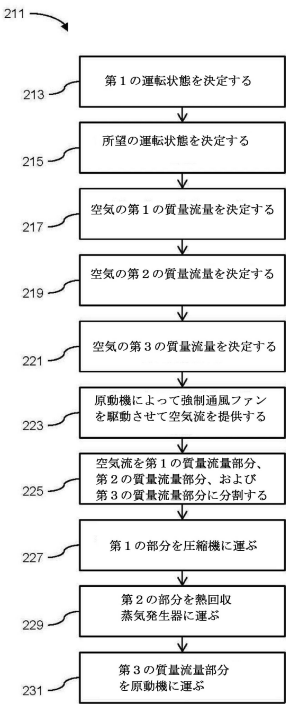


Fig. 16

Fig. 17

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 F 0 1 D 17/00 Q
 F 0 1 K 23/10 C

- (72)発明者 サンジ・エカナイエク
 アメリカ合衆国、ジョージア州・ 3 0 3 3 9、アトランタ、ワイルドウッド・パークウェイ、 4 2
 0 0 番
- (72)発明者 アールストン・イルフォード・シピオ
 アメリカ合衆国、ジョージア州・ 3 0 3 3 9、アトランタ、ワイルドウッド・パークウェイ、 4 2
 0 0 番
- (72)発明者 ティモシー・ター・ター・ヤン
 アメリカ合衆国、サウスカロライナ州・ 2 9 6 1 5、グリーンヴィル、ガーリングトン・ロード、
 3 0 0 番
- (72)発明者 フリオ・エンリケ・メストロニ
 アメリカ合衆国、ジョージア州・ 3 0 3 3 9、アトランタ、ワイルドウッド・パークウェイ、 4 2
 0 0 番
- (72)発明者 カート・ウォルドナー
 アメリカ合衆国、ジョージア州・ 3 0 3 3 9、アトランタ、ワイルドウッド・パークウェイ、 4 2
 0 0 番
- (72)発明者 テッド・セラーズ
 シンガポール、タンジョン・ペイジャー・ロード、 2 4 0 番

審査官 瀬戸 康平

- (56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 3 4 9 2 8 6 (J P , A)
 特表 2 0 0 3 - 5 2 9 7 0 1 (J P , A)
 米国特許出願公開第 2 0 0 3 / 0 1 8 2 9 4 4 (U S , A 1)
 米国特許出願公開第 2 0 0 1 / 0 0 3 9 7 9 7 (U S , A 1)
 米国特許第 0 3 5 6 8 0 1 6 (U S , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
 F 0 1 D 1 7 / 0 0 - 2 1 / 2 0
 F 0 1 K 2 3 / 0 0 - 2 7 / 0 2
 F 0 2 C 6 / 0 4 , 6 / 1 8 , 7 / 0 0