

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6257035号  
(P6257035)

(45) 発行日 平成30年1月10日 (2018. 1. 10)

(24) 登録日 平成29年12月15日 (2017. 12. 15)

(51) Int. Cl.

F 1

**FO2C 9/52 (2006.01)**  
**FO2C 7/042 (2006.01)**  
**FO2C 9/54 (2006.01)**  
**FO2C 9/00 (2006.01)**  
**FO2C 9/18 (2006.01)**

FO2C 9/52  
 FO2C 7/042  
 FO2C 9/54  
 FO2C 9/00  
 FO2C 9/18

A

請求項の数 12 (全 27 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-61915 (P2014-61915)  
 (22) 出願日 平成26年3月25日 (2014. 3. 25)  
 (65) 公開番号 特開2015-183619 (P2015-183619A)  
 (43) 公開日 平成27年10月22日 (2015. 10. 22)  
 審査請求日 平成28年12月5日 (2016. 12. 5)

(73) 特許権者 514030104  
 三菱日立パワーシステムズ株式会社  
 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3  
 番1号  
 (74) 代理人 100134544  
 弁理士 森 隆一郎  
 (74) 代理人 100064908  
 弁理士 志賀 正武  
 (74) 代理人 100108578  
 弁理士 高橋 詔男  
 (74) 代理人 100126893  
 弁理士 山崎 哲男  
 (74) 代理人 100149548  
 弁理士 松沼 泰史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスタービンの燃焼制御装置および燃焼制御方法並びにプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入口案内翼を備えた圧縮機と、  
 複数の燃料ノズルを備えた燃焼器と、  
 タービンと、  
 車室からの抽気空気を吸気設備の入口に戻す抽気配管と、  
 前記抽気配管に設置され、前記抽気空気の抽気量を調節する抽気弁と、  
 を備えるガスタービンに装備され、  
 前記燃焼器に供給される燃料の燃料回路の燃料配分比率を設定するガスタービンの燃焼  
 制御装置であって、

入力データに基づき、タービン入口温度またはタービン入口温度相当制御変数を設定し  
 、前記タービン入口温度または前記タービン入口温度相当制御変数に基づいて前記燃料配  
 分比率を設定する燃料配分設定部と、

前記燃料配分比率に基づき前記燃焼器に供給する前記燃料の燃料制御弁の弁開度を設定  
 する弁開度設定部と、を備え、

前記燃料配分設定部は、前記抽気空気の抽気量に基づき前記燃料配分比率を修正する補  
 正手段と、を含む、

ガスタービンの燃焼制御装置。

【請求項 2】

前記燃料配分設定部は、

10

20

第 1 運転モードにおける前記タービン入口温度または前記タービン入口温度相当制御変数に相当する第 1 補間データと、第 2 運転モードにおける前記タービン入口温度または前記タービン入口温度相当制御変数に相当する第 2 補間データと、をそれぞれ算出するタービン入口温度相当制御変数設定部と、

所定運転モードにおける前記抽気空気の抽気量により定まる特定パラメータに基づき、前記第 1 補間データおよび前記第 2 補間データを用いて、前記所定運転モードにおける燃料配分比率を修正する燃料配分補正部と、を含む、

請求項 1 に記載のガスタービンの燃焼制御装置。

【請求項 3】

前記燃料配分設定部は、

第 1 運転モードにおける無負荷運転時出力に係る第 1 出力補間データと定格負荷運転時出力に係る第 2 出力補間データと、を算出する出力補間データ算出部と、

所定運転モードにおける前記抽気空気の抽気量により定まる特定パラメータに基づき、前記第 1 出力補間データおよび前記第 2 出力補間データをそれぞれ修正する出力補間データ補正部と、

修正後の第 1 修正出力補間データおよび修正後の第 2 修正出力補間データに基づきタービン入口温度相当制御変数を算出する制御変数算出部と、

前記タービン入口温度相当制御変数に基づき前記燃料回路ごとの前記燃料配分比率を算出する燃料配分算出部と、を含む、

請求項 1 に記載のガスタービンの燃焼制御装置。

【請求項 4】

前記出力補間データ補正部は、

前記特定パラメータに対応して変化する出力補正係数を算出する補正係数算出部と、

前記出力補正係数を用いて前記第 1 出力補間データおよび前記第 2 出力補間データを修正する出力補間データ修正部と、を含む、

請求項 3 に記載のガスタービンの燃焼制御装置。

【請求項 5】

前記燃料配分補正部は、

前記第 1 補間データおよび前記第 2 補間データを用いて、前記特定パラメータに基づき前記所定運転モードにおける修正タービン入口温度または修正タービン入口温度相当制御変数を算出する制御変数補間部と、

前記修正タービン入口温度または前記修正タービン入口温度相当制御変数に基づき、前記燃料回路ごとの前記燃料配分比率を算出する燃料配分算出部と、を含む、

請求項 2 に記載のガスタービンの燃焼制御装置。

【請求項 6】

前記タービン入口温度相当制御変数設定部は、

前記第 1 運転モードにおける無負荷運転時出力に係る第 1 出力補間データと定格負荷運転時出力に係る第 2 出力補間データを算出する手段と、

前記第 1 出力補間データおよび前記第 2 出力補間データを用いて、前記第 1 運転モードにおける前記タービン入口温度または前記タービン入口温度相当制御変数に相当する第 1 補間データを算出する手段と、

前記第 2 運転モードにおける無負荷運転時出力に係る第 3 出力補間データと定格運転時出力に係る第 4 出力補間データを算出する手段と、

前記第 3 出力補間データおよび前記第 4 出力補間データを用いて、前記第 2 運転モードにおける前記タービン入口温度または前記タービン入口温度相当制御変数に相当する第 2 補間データを算出する手段と、

を含む請求項 2 または請求項 5 のいずれか 1 項に記載のガスタービンの燃焼制御装置。

【請求項 7】

前記特定パラメータは、吸気温度差または車室圧比または前記抽気量または前記抽気弁の開度開度のいずれか一つである、

10

20

30

40

50

請求項 2 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載のガスタービンの燃焼制御装置。

【請求項 8】

入口案内翼を備えた圧縮機と、  
複数の燃料ノズルを備えた燃焼器と、  
タービンと、  
車室からの抽気空気を吸気設備の入口に戻す抽気配管と、  
前記抽気配管に設置され、前記抽気空気の抽気量を調節する抽気弁と、  
前記燃焼器に供給する燃料回路の流量配分比率を設定するガスタービンの燃焼制御装置と、を備えるガスタービンの燃焼制御方法であって、

第 1 運転モードにおける入力データに基づき、前記第 1 運転モードにおけるタービン入口温度またはタービン入口温度相当制御変数に相当する第 1 補間データを算出するステップと、

10

第 2 運転モードにおける入力データに基づき、前記第 2 運転モードにおけるタービン入口温度またはタービン入口温度相当制御変数に相当する第 2 補間データを算出するステップと、

所定運転モードにおける前記抽気空気の抽気量により定まる特定パラメータに基づき、前記第 1 補間データおよび前記第 2 補間データを用いて、前記所定運転モードにおける修正タービン入口温度または修正タービン入口温度相当制御変数を算出するステップと、

前記修正タービン入口温度または前記修正タービン入口温度相当制御変数に基づき、前記所定運転モードにおける前記燃料回路ごとの燃料配分比率を算出するステップと、

20

前記燃料配分比率に基づき、前記燃料回路ごとの弁開度を設定するステップと、を含む、  
ガスタービンの燃焼制御方法。

【請求項 9】

入口案内翼を備えた圧縮機と、  
複数の燃料ノズルを備えた燃焼器と、  
タービンと、  
車室からの抽気空気を吸気設備の入口に戻す抽気配管と、  
前記抽気配管に設置され、前記抽気空気の抽気量を調節する抽気弁と、  
前記燃焼器に供給する燃料回路の燃料配分比率を設定するガスタービンの燃焼制御装置と、を備えるガスタービンの燃焼制御方法であって、

30

第 1 運転モードにおける入力データに基づき、無負荷運転時出力に係るタービン入口温度に対応する第 1 出力補間データを算出するステップと、

前記第 1 運転モードにおける入力データに基づき、定格負荷運転時出力に係るタービン入口温度に対応する第 2 出力補間データを算出するステップと、

所定運転モードにおける前記抽気空気の抽気量により定まる特定パラメータに基づき、出力補正係数を算出するステップと、

前記出力補正係数に基づき前記第 1 出力補間データを修正し、第 1 修正出力補間データを算出するステップと、

前記出力補正係数に基づき前記第 2 出力補間データを修正し、第 2 修正出力補間データを算出するステップと、

40

前記第 1 修正出力補間データおよび前記第 2 修正出力補間データを用いて、前記所定運転モードにおけるタービン出力に基づきタービン入口温度相当制御変数を算出するステップと、

前記タービン入口温度相当制御変数に基づき、前記所定運転モードの前記燃料回路ごとの前記燃料配分比率を算出するステップと、

前記燃料配分比率に基づき、前記燃料回路ごとの弁開度を設定するステップと、を含む、  
ガスタービンの燃焼制御方法。

【請求項 10】

50

入口案内翼を備えた圧縮機と、  
複数の燃料ノズルを備えた燃焼器と、  
タービンと、  
車室からの抽気空気を吸気設備の入口に戻す抽気配管と、  
前記抽気配管に設置され、前記抽気空気の抽気量を調節する抽気弁と、  
前記燃焼器に供給する燃料回路の流量配分比率を設定するガスタービンの燃焼制御装置と、を備えるガスタービンの燃焼制御方法であって、

第1運転モードおよび第2運転モードにおける入力データに基づきデータベースを作成するステップと、

前記データベースに基づき、前記第1運転モードにおけるタービン入口温度またはタービン入口温度相当制御変数に相当する第1補間データを算出するステップと、

前記データベースに基づき、前記第2運転モードにおけるタービン入口温度またはタービン入口温度相当制御変数に相当する第2補間データを算出するステップと、

所定運転モードにおける前記抽気空気の抽気量により定まる特定パラメータに基づき、前記第1補間データおよび前記第2補間データを用いて、前記所定運転モードにおける修正タービン入口温度または修正タービン入口温度相当制御変数を算出するステップと、

前記修正タービン入口温度または前記修正タービン入口温度相当制御変数に基づき、前記所定運転モードにおける前記燃料回路ごとの燃料配分比率を算出するステップと、

前記燃料配分比率に基づき、前記燃料回路ごとの弁開度を設定するステップと、を含む、

ガスタービンの燃焼制御方法。

#### 【請求項11】

前記特定パラメータは、吸気温度差または車室圧比または前記抽気量または前記抽気弁の弁開度のいずれか一つである、

請求項8から請求項10のいずれか1項に記載のガスタービンの燃焼制御方法。

#### 【請求項12】

請求項8から11のいずれか1項に記載のガスタービンの燃焼制御方法を実行するプログラム。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明は、ガスタービンの燃焼制御装置および燃焼制御方法並びにプログラム、特に、ガスタービンのアンチアイシング運転時に適用される燃焼制御装置および燃焼制御方法並びにプログラムに関する。

#### 【背景技術】

#### 【0002】

一般に、ガスタービンに供給される燃焼用空気は、入口案内翼（IGV）の開度等で流量制御されている。ガスタービンの無負荷運転または部分負荷運転の場合は、定格負荷運転時に較べて、IGVが絞られた状態となる。特に、冬季で大気温度が低下した場合には、圧縮機の入口部分で、空気中の水分が氷結するアイシング現象が生ずる場合がある。この氷結現象が発生すると、ガスタービンの出力低下や効率低下を招き、ガスタービンの信頼性に悪影響を及ぼす他に、蓄積した氷が剥離して、圧縮機の前段の動静翼を損傷するおそれがある。

#### 【0003】

この現象を回避するため、圧縮機に入る吸気温度を上昇させるアンチアイシング運転のためのガスタービンおよびその運転方法が種々提案されている。特許文献1には、圧縮機で圧縮され高温となった空気が溜められた車室から車室空気の一部を抽気して、圧縮機の入口側の吸気設備に循環させて、圧縮機に入る空気温度を上昇させ、氷結現象を防止するアンチアイシングのための抽気空気循環方法の一例が示されている。

#### 【0004】

また、特許文献2には、アンチアイシング運転を行わない通常運転を行うガスタービンに関して、タービン入口温度に基づきガスタービンの燃焼制御を行うシステムおよび方法の一例が示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平9-291833号公報

【特許文献2】特許第4119909号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0006】

ガスタービンの運転を、通常運転から抽気空気循環方式のアンチアイシング運転に切り替えた場合、車室空気の一部が抽気され、圧縮機の入口側に戻される。この場合、燃焼器に供給される空気が少なくなり、ガスタービン出力と制御変数の関係がずれ、燃焼制御が不安定となり、燃焼振動の発生等のガスタービンの制御に悪影響を及ぼす可能性がある。

【0007】

一方、発電を目的としたガスタービンでは、日中及び夜間の電力需要の変動に対応するため、DSS(Daily Start and Stop)運転が行われる。しかし、電力需要の変動に対応して運転、停止を繰り返すのは、ガスタービンの効率及び寿命の点から望ましくなく、可能な限りターンドウン(出力下限値)の幅を広げて、低電力需要時

20

【0008】

本発明は、アンチアイシング運転の場合でも、安定した燃焼制御ができ、且つターンドウン運転(部分負荷運転)時でも、エミッション規制値を満たしつつ、安定した運転を可能とするガスタービンの燃焼制御装置および燃焼制御方法並びにプログラムを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記の目的を達成するため、本発明の一態様に係るガスタービンの燃焼制御装置は、入口案内翼を備えた圧縮機と、複数の燃料ノズルを備えた燃焼器と、タービンと、車室からの抽気空気を吸気設備の入口に戻す抽気配管と、前記抽気配管に設置され、前記抽気空気の抽気量を調節する抽気弁と、を備えるガスタービンに装備され、前記燃焼器に供給される燃料の燃料回路の燃料配分比率を設定するガスタービンの燃焼制御装置であって、入力データに基づき、タービン入口温度またはタービン入口温度相当制御変数を設定し、前記タービン入口温度または前記タービン入口温度相当制御変数に基づいて前記燃料配分比率を設定する燃料配分設定部と、前記燃料配分比率に基づき前記燃焼器に供給する前記燃料の燃料制御弁の開度を設定する弁開度設定部と、を備え、前記燃料配分設定部は、前記抽気空気の抽気量に基づき前記燃料配分比率を修正する補正手段を含んでいる。

30

【0010】

前記燃料配分設定部は、第1運転モードにおける前記タービン入口温度または前記タービン入口温度相当制御変数に相当する第1補間データと、第2運転モードにおける前記タービン入口温度または前記タービン入口温度相当制御変数に相当する第2補間データと、をそれぞれ算出するタービン入口温度相当制御変数設定部と、所定運転モードにおける前記抽気空気の抽気量により定まる特定パラメータに基づき、前記第1補間データおよび前記第2補間データを用いて、前記所定運転モードにおける燃料配分比率を修正する燃料配分補正部と、を含んでいてもよい。

40

【0011】

前記燃料配分設定部は、第1運転モードにおける無負荷運転時出力に係る第1出力補間データと定格負荷運転時出力に係る第2出力補間データと、を算出する出力補間データ算出部と、所定運転モードにおける前記抽気空気の抽気量により定まる特定パラメータに基

50

づき、前記第 1 出力補間データおよび前記第 2 出力補間データをそれぞれ修正する出力補間データ補正部と、修正後の第 1 修正出力補間データおよび修正後の第 2 修正出力補間データに基づきタービン入口温度相当制御変数を算出する制御変数算出部と、前記タービン入口温度相当制御変数に基づき前記燃料回路ごとの前記燃料配分比率を算出する燃料配分算出部と、を含んでいてもよい。

【0012】

前記出力補間データ補正部は、前記特定パラメータに対応して変化する出力補正係数を算出する補正係数算出部と、前記出力補正係数を用いて前記第 1 出力補間データおよび前記第 2 出力補間データを修正する出力補間データ修正部と、を含んでいてもよい。

【0013】

前記燃料配分補正部は、前記第 1 補間データおよび前記第 2 補間データを用いて、前記特定パラメータに基づき前記所定運転モードにおける修正タービン入口温度または修正タービン入口温度相当制御変数を算出する制御変数補間部と、前記修正タービン入口温度または前記修正タービン入口温度相当制御変数に基づき、前記燃料回路ごとの前記燃料配分比率を算出する燃料配分算出部と、を含んでいてもよい。

【0014】

前記タービン入口温度相当制御変数設定部は、前記第 1 運転モードにおける無負荷運転時出力に係る第 1 出力補間データと定格負荷運転時出力に係る第 2 出力補間データを算出する手段と、前記第 1 出力補間データおよび前記第 2 出力補間データを用いて、前記第 1 運転モードにおける前記タービン入口温度または前記タービン入口温度相当制御変数に相当する第 1 補間データを算出する手段と、前記第 2 運転モードにおける無負荷運転時出力に係る第 3 出力補間データと定格負荷運転時出力に係る第 4 出力補間データを算出する手段と、前記第 3 出力補間データおよび前記第 4 出力補間データを用いて、前記第 2 運転モードにおける前記タービン入口温度または前記タービン入口温度相当制御変数に相当する第 2 補間データを算出する手段と、を含んでいてもよい。

【0015】

上記の目的を達成するため、本発明の一態様に係るガスタービンの燃焼制御方法は、  
入口案内翼を備えた圧縮機と、複数の燃料ノズルを備えた燃焼器と、タービンと、車室からの抽気空気を吸気設備の入口に戻す抽気配管と、前記抽気配管に設置され、前記抽気空気の抽気量を調節する抽気弁と、前記燃焼器に供給する燃料回路の流量配分比率を設定するガスタービンの燃焼制御装置と、を備えるガスタービンの燃焼制御方法であって、  
第 1 運転モードにおける入力データに基づき、前記第 1 運転モードにおけるタービン入口温度またはタービン入口温度相当制御変数に相当する第 1 補間データを算出するステップと、第 2 運転モードにおける入力データに基づき、前記第 2 運転モードにおけるタービン入口温度またはタービン入口温度相当制御変数に相当する第 2 補間データを算出するステップと、所定運転モードにおける前記抽気空気の抽気量により定まる特定パラメータに基づき、前記第 1 補間データおよび前記第 2 補間データを用いて、前記所定運転モードにおける修正タービン入口温度または修正タービン入口温度相当制御変数を算出するステップと、前記修正タービン入口温度または前記修正タービン入口温度相当制御変数に基づき、前記所定運転モードにおける前記燃料回路ごとの燃料配分比率を算出するステップと、前記燃料配分比率に基づき、前記燃料回路ごとの弁開度を設定するステップと、を含んでいる。

【0016】

上記の目的を達成するため、本発明の他の態様に係るガスタービンの燃焼制御方法は、  
入口案内翼を備えた圧縮機と、複数の燃料ノズルを備えた燃焼器と、タービンと、車室からの抽気空気を吸気設備の入口に戻す抽気配管と、前記抽気配管に設置され、前記抽気空気の抽気量を調節する抽気弁と、前記燃焼器に供給する燃料回路の燃料配分比率を設定するガスタービンの燃焼制御装置と、を備えるガスタービンの燃焼制御方法であって、第 1 運転モードにおける入力データに基づき、無負荷運転時出力に係るタービン入口温度に対応する第 1 出力補間データを算出するステップと、前記第 1 運転モードにおける入力デ

10

20

30

40

50

ータに基づき、定格負荷運転時出力に係るタービン入口温度に対応する第2出力補間データを算出するステップと、所定運転モードにおける前記抽気空気の抽気量により定まる特定パラメータに基づき、出力補正係数を算出するステップと、前記出力補正係数に基づき前記第1出力補間データを修正して、第1修正出力補間データを算出するステップと、前記出力補正係数に基づき前記第2出力補間データを修正して、第2修正出力補間データを算出するステップと、前記第1修正出力補間データおよび前記第2修正出力補間データを用いて、前記所定運転モードにおけるタービン出力に基づきタービン入口温度相当制御変数を算出するステップと、前記タービン入口温度相当制御変数に基づき、前記所定運転モードにおける前記燃料回路ごとの前記燃料配分比率を算出するステップと、前記燃料配分比率に基づき、前記燃料回路ごとの弁開度を設定するステップと、を含んでいる。

10

#### 【0017】

上記の目的を達成するため、本発明のさらに他の一態様に係るガスタービンの燃焼制御方法は、

入口案内翼を備えた圧縮機と、複数の燃料ノズルを備えた燃焼器と、タービンと、車室からの抽気空気を吸気設備の入口に戻す抽気配管と、前記抽気配管に設置され、前記抽気空気の抽気量を調節する抽気弁と、前記燃焼器に供給する燃料回路の流量配分比率を設定するガスタービンの燃焼制御装置と、を備えるガスタービンの燃焼制御方法であって、

第1運転モードおよび第2運転モードにおける入力データに基づきデータベースを作成するステップと、前記データベースに基づき、前記第1運転モードにおけるタービン入口温度またはタービン入口温度相当制御変数に相当する第1補間データを算出するステップと、前記データベースに基づき、前記第2運転モードにおけるタービン入口温度またはタービン入口温度相当制御変数に相当する第2補間データを算出するステップと、所定運転モードにおける前記抽気空気の抽気量により定まる特定パラメータに基づき、前記第1補間データおよび前記第2補間データを用いて、前記所定運転モードにおける修正タービン入口温度または修正タービン入口温度相当制御変数を算出するステップと、前記修正タービン入口温度または前記修正タービン入口温度相当制御変数に基づき、前記所定運転モードにおける前記燃料回路ごとの燃料配分比率を算出するステップと、前記燃料配分比率に基づき、前記燃料回路ごとの弁開度を設定するステップと、を含んでいる。

20

#### 【0018】

前記特定パラメータは、吸気温度差または車室圧比または前記抽気量または前記抽気弁の弁開度のいずれか一つであってもよい。

30

#### 【0019】

前記プログラムは、ガスタービンの燃焼制御方法を実行するプログラムである。

#### 【発明の効果】

#### 【0020】

本発明に係る少なくとも一態様によれば、通常運転からアンチアイシング運転に切り替えた場合でも、燃焼器の安定した燃焼制御が維持され、 $\text{NO}_x$ の増大等を回避でき、燃焼振動の発生も抑制できる。その結果、ガスタービンの安定した運転が可能となる。更に、ターンダウン運転（部分負荷運転）においても、エミッション規制値を満足しつつ、安定した運転が可能である。

40

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0021】

【図1】本発明に係る一実施態様におけるガスタービンの概略の装置構成を示す図である。

【図2】実施形態1に係る燃焼制御装置の装置構成と取扱いデータを示す図である。

【図3】実施形態1に係るデータベースの一例を示す図である。

【図4】実施形態1に係る出力補正係数と吸気温度差の関係を示す図である。

【図5】実施形態1に係るパイロット比とタービン入口温度相当制御変数の関係を示す図である。

【図6】実施形態1に係る燃焼制御装置の制御ロジックを示す図である。

50

【図 7】変形例 1 に係る制御ロジックを示す図である。

【図 8】変形例 2 に係る制御ロジックを示す図である。

【図 9】実施形態 1 に係る制御方法の処理の流れを示す図である。

【図 10】実施形態 2 に係る燃焼制御装置の装置構成と取扱いデータを示す図である。

【図 11】実施形態 2 に係る運転モードに対するタービン入口温度相当制御変数 (CLCSO) と車室圧比の関係を示す図である。

【図 12】実施形態 2 に係る制御方法の処理の流れを示す図である。

【図 13】実施形態 3 に係る燃焼制御装置の装置構成と取扱いデータを示す図である。

【図 14】実施形態 3 に係る制御方法の処理の流れを示す図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0022】

以下に、アンチアイシング運転を目的としたガスタービンに関して、ガスタービンの燃焼制御装置および燃焼制御方法の各種実施形態について、図を参照しながら説明する。

なお、以下に説明する実施形態において、ガスタービンの運転条件の違いにより、第 1 運転モード、第 2 運転モードおよび所定運転モードの 3 つの運転モードに区分けして説明する。第 1 運転モードは、ガスタービンがアンチアイシング運転を行わない通常運転の場合の運転モードを言う。第 2 運転モードは、一定の抽気量を設定して、車室空気の一部を吸気設備に抽気循環するアンチアイシング運転の標準的な運転モードを言う。所定運転モードは、アンチアイシング運転において、ガスタービンの運転状況から判断して、安定燃焼に必要な抽気量を選定して吸気設備に抽気循環する運転モードであって、アンチアイシ

20

【0023】

〔実施形態 1〕

本発明に係る実施形態 1 のガスタービンの燃焼制御装置および燃焼制御方法について、図 1 から図 9 を参照して説明する。

【0024】

実施形態 1 のガスタービンの装置構成は、図 1 に示される。ガスタービン 1 は、圧縮機 2、燃焼器 3、タービン 4 および燃焼制御装置 50 を主たる構成要素とし、回転軸 8 に接続された発電機 5 により電力が取り出される。

【0025】

30

圧縮機 2 は、吸気設備 7 から大気空気 A を取り込んで加圧圧縮して、圧縮空気 A は一旦車室 6 に溜められる。燃焼器 3 は、車室 6 から供給された圧縮空気 A と燃料 G を混合して燃焼させ、高温の燃焼ガスを生成する。タービン 4 は、回転軸 8 に固定された複数段の動翼と車室側から支持された複数段の静翼とを交互に配置した構成を備え、燃焼器 3 で発生した燃焼ガスを導入して回転軸 8 を回転させ、熱エネルギーを回転エネルギーに変換し、発電機 5 を駆動する。タービン 4 から排出された燃焼ガスは、排気ディフューザ (図示せず) を経て、排気ガス WG として排気ダクト 13 から系外へ排出される。

【0026】

圧縮機 2 は、その上流側にフィルターを備えた吸気設備 7 を有する。吸気設備 7 は、内部に吸気フィルター (図示せず) を内蔵した吸気ダクト 11 で構成されている。吸気ダクト 11 には、吸気温度計 34 が設けられ、吸気温度 61c を測定して、燃焼制御装置 50 に出力している。

40

【0027】

また、圧縮機 2 は、車室 6 内の加圧された車室空気の一部を抽気して、吸気設備 7 の入口側に戻す抽気配管 12 を有する。抽気配管 12 は、抽気空気の抽気量 61i (図 8) を計測する抽気流量計 36 と抽気弁 22 を有する。計測された抽気量 61i は、燃焼制御装置 50 に出力される。また、抽気弁 22 は、燃焼制御装置 50 の抽気弁開度設定部 83 から出力された抽気弁開度指令値によりオンオフ制御される。また、圧縮機 2 の入口側には、入口案内翼 (IGV) 20 が設けられている。入口案内翼 (IGV) 20 は、ガスタービンの負荷に応じて、圧縮機 2 に流入する空気量を調整する可変翼であり、燃焼制御装置

50



50のIGV開度設定部82からIGV開度指令値が出力され、IGV駆動部21により制御される。更に、車室6内には、車室圧計31および車室温度計30が設けられ、測定した車室圧力61p(図7)および車室温度を燃焼制御装置50に出力する。ガスタービン1の負荷は、発電機5が備える発電機出力検出部40から負荷値として燃焼制御装置50に出力される。

#### 【0028】

燃焼器3は、複数種類の燃料ノズル、すなわち、パイロットノズル15およびメインノズル16を有する。パイロットノズル15は、燃焼器内の燃焼安定性を目的とした拡散燃焼用ノズルである。メインノズル16は、パイロットノズル15の周囲に複数個配置された予混合燃料ノズルが用いられる。また、NO<sub>x</sub>低減を図るため、図示していないトップハットノズルを設けてもよい。

#### 【0029】

また、パイロットノズル15およびメインノズル16に燃料Gを供給する燃料回路は、燃料主回路17から分岐して、各ノズルに接続する分岐配管である。第1燃料回路18は、燃料主回路17から分岐して、パイロットノズル15に燃料を供給する配管であり、パイロット燃料調整弁23が設けられる。第2燃料回路19は、メインノズル16に燃料Gを供給する配管であり、メイン燃料調整弁24が設けられる。燃料主回路17には、燃料流量計37と燃料温度計38が設けられ、計測値が燃焼制御装置50に出力される。パイロット燃料調整弁23は、燃焼制御装置50の燃料弁開度設定部81から出力された弁開度指令値により、パイロットノズル15に供給されるパイロット燃料の流量を調節する。メイン燃料調整弁24は、同様に、燃焼制御装置50の燃料弁開度設定部81から出力された弁開度指令値により、メインノズル16に供給される燃料流量を調節する。

#### 【0030】

また、車室6には、ガスタービンの部分負荷運転の際、排気ガスWGの性状調整等を目的に、車室6内の圧縮空気Aを排気ダクト13に排出するため、燃焼器3およびタービン4をバイパスして車室6と排気ダクト13を接続するタービンバイパス配管14が設けられている。タービンバイパス配管14には、燃焼制御装置50のタービンバイパス弁開度設定部84からのタービンバイパス弁開度指令値により、圧縮空気Aのバイパス量を調節するタービンバイパス弁25が設けられる。

#### 【0031】

ガスタービン1から排出される排気ガスWGの温度は、排気ガス温度計39で計測され、計測値は燃焼制御装置50に出力される。また、大気圧61kおよび大気温度61g(図6)を計測する大気圧計33および大気温度計32が外部に配置され、計測値が燃焼制御装置50に出力される。更に、ガスタービン負荷およびアンチアイシング運転のオン(投入)またはオフ(切断)を指示する外部指令値(AID)は、外部から燃焼制御装置50に出力される。

#### 【0032】

燃焼制御装置50は、各計測計からの入力信号および外部指令値を受ける入力部60と、前記入力信号または外部指令値に基づきタービン入口温度を演算して、必要な燃料流量を決定する燃料配分設定部70と、前記燃料配分設定部70から出力された指令値に基づき各弁の弁開度を設定する弁開度設定部80で構成される。なお、この燃焼制御装置50は、コンピュータを有して構成されている。また、この燃焼制御装置50の各機能構成は、コンピュータの外部記憶装置等にインストールされたプログラムの実行により機能する。

#### 【0033】

弁開度設定部80は、パイロット燃料調整弁23およびメイン燃料調整弁24の開度を設定する燃料弁開度設定部81と、入口案内翼(IGV)20の開度を設定するIGV開度設定部82と、抽気弁22の開度を設定する抽気弁開度設定部83と、タービンバイパス弁の開度を設定するタービンバイパス弁開度設定部84と、から構成される。

#### 【0034】

各計測計または外部から入力部 60 に送られた入力データ 61 (図 2) は、発電機出力、燃料流量、燃焼用空気流量、抽気流量、IGV 開度、抽気弁開度、タービンバイパス弁開度、排気ガス温度、吸気温度、大気温度、車室温度、車室圧力、吸気圧力、大気圧および外部指令値としてのタービン出力指令値 (MW) 並びにアンチアイシング指令値 (AID) などがある。これらの入力信号は、燃料配分設定部 70 に出力される。

#### 【0035】

燃料配分設定部 70 は、入力部 60 からのガスタービンの運転状態を示す各部の流量、温度、圧力等の計測値およびタービン出力指令値 (MW) 並びにアンチアイシング指令値 (AID) に基づき、燃焼器 3 における燃焼温度、すなわち、タービン入口温度 (TIT) を演算し、タービン入口温度 (TIT) に基づき無次元化されたタービン入口温度相当制御変数 (CLCSO) を設定する。タービン入口温度相当制御変数 (CLCSO) は、タービン入口温度 (TIT) に比例する。また、IGV 開度が一定であれば、タービン入口温度 (TIT) はタービン出力 (発電機出力) に比例する。更に、各種燃料ノズルへ供給される燃料の燃料配分比率 FDR は、タービン入口温度相当制御変数 (CLCSO) の関数として決定される。燃料配分設定部 70 で設定されたパイロット燃料調整弁 23 およびメイン燃料調整弁 24 の燃料配分比率 FDR は、弁開度設定部 80 に出力される。

10

#### 【0036】

なお、図示されていないが、各種燃料ノズルに供給される全燃料流量は、タービン出力指令値 (MW) と発電機出力等とから設定される全燃料流量指令値 (CSO) で決定され、パイロット燃料調整弁 23 およびメイン燃料調整弁 24 の燃料配分比率 FDR は、タービン入口温度相当制御変数 (CLCSO) から決定される。

20

#### 【0037】

燃料弁開度設定部 81 では、全燃料流量指令値 (CSO) およびパイロット燃料調整弁 23 並びにメイン燃料調整弁 24 の燃料配分比率 FDR に基づき、それぞれの燃料弁の燃料流量を算出し、各弁の Cv 値を算出して、弁開度を設定する。弁開度指令値は各燃料調整弁に出力され、各燃料ノズルに供給される燃料流量を制御する。また、IGV 開度設定部 82 は、発電機出力 61a に基づき IGV 開度を設定し、IGV 駆動部 21 に出力する。抽気弁開度設定部 83 は、アンチアイシング指令値 (AID) に基づき、抽気弁開度を設定して、抽気弁 22 に出力する。タービンバイパス弁開度設定部 84 は、タービンバイパス弁開度指令値に基づき、弁開度を設定し、タービンバイパス弁 25 に出力する。

30

#### 【0038】

次に、本実施形態に係る燃焼制御装置の構成およびそれぞれの構成部で扱うデータについて、図 2 を参照して説明する。図 2 に示す燃焼制御装置 50 の弁開度設定部 80 は、便宜上、燃料弁開度設定部 81 のみを示している。

#### 【0039】

本実施形態では、アンチアイシング運転を行わない第 1 運転モードを基準にデータベース 70a を作成する。すなわち、入力部 60 が受け入れた第 1 運転モードに係るガスタービンの運転状態を示す各種計測値および外部指令値並びに各種制御値の入力データ 61 の中から管理パラメータを選定し、入力データ 61 および別途蓄積された各種計測値のデータ群に基づき、管理パラメータとタービン出力 (発電機出力 MW) の関係をデータベース 70a として構築する。本実施形態は、このデータベース 70a に基づきタービン入口温度相当制御変数 (CLCSO) を設定している。なお、管理パラメータとしては、発電機出力 61a、IGV 開度 61b、吸気温度 61c、吸気流量 61d およびタービンバイパス流量 61e を選定している。なお、管理パラメータとして挙げたパラメータは一例であり、これらに限定されるものではない。

40

#### 【0040】

図 3 に、データベース 70a の一例を示す。図 3 は、縦軸に発電機出力 (MW) を示し、横軸に管理パラメータの中から吸気温度 (TIN) を選択した例である。実線は、定格負荷運転時のタービン入口温度 (TIT) における発電機出力 (MW) と吸気温度 (TIN) の関係を示し、点線は無負荷運転時のタービン入口温度 (TIT) における発電機出

50

力 (MW) と吸気温度 (TIN) の関係を示している。また、IGV 開度は、0 %、50 %、100 % の 3 段階の弁開度を表示している。図 3 によれば、吸気温度および IGV 開度が一定であれば、発電機出力 (MW) とタービン入口温度 (TIT) は比例関係にある。また、吸気温度 (TIN) の上昇に伴い、発電機出力 (MW) は低下する。吸気温度 (TIN) が一定であれば、IGV 開度が大きくなれば、発電機出力 (MW) は増加する。なお、図 3 には表示されていないが、発電機出力 (MW) と吸気流量およびタービンバイパス流量の関係もデータベース 70a に包含されている。

#### 【0041】

ここで、タービン入口温度相当制御変数 (CLCSO) は、第 1 運転モードの無負荷運転時における発電機出力 (第 1 出力補間データ 71a) と定格負荷運転時における発電機出力 (第 2 出力補間データ 71b) をデータベース 70a から算出し、実運転時の実測発電機出力 61a により補間して、発電機出力 61a に対応するタービン入口温度相当制御変数 (CLCSO) を算出できる。この算出方法は、特許文献 2 等に示されている。無負荷運転時とは、例えばタービン入口温度が 700 の場合であり、定格負荷運転時とは、例えばタービン入口温度が 1500 の場合を言う。

#### 【0042】

図 3 において、吸気温度 (TIN) および IGV 開度 100 % の場合を例に挙げて、タービン入口温度相当制御変数 (CLCSO) の算出方法を説明する。

タービン入口温度相当制御変数 (CLCSO) は、定格負荷運転時の発電機出力 YMW を  $CLCSO = 100\%$  とし、無負荷運転時の発電機出力 XMW を  $CLCSO = 0$  (零) % として、実運転時の発電機出力をパーセント (%) で表示したものである。すなわち、入力部 60 で入力された実運転時の発電機出力 61a を AMW とすれば、発電機出力と CLCSO の関係は、式 (1) で示される。

$$CLCSO = (AMW - XMW) / (YMW - XMW) \times 100 \quad \cdots (1)$$

#### 【0043】

図 3 では、無負荷運転時で、IGV 開度 100 % 運転の場合の発電機出力 (MW) と吸気温度 (TIN) の関係を線 L1 で表示し、定格負荷運転時で IGV 開度 100 % 運転の場合を線 L2 で表示する。また、線 L1 上の吸気温度 (TIN) に対応する点を点 X1 とし、点 X1 における発電機出力を XMW とする。同様に、線 L2 上の吸気温度 (TIN) に対応する点を点 Y1 とし、点 Y1 における発電機出力を YMW とする。また、線分 X1Y1 上の実運転時における発電機出力 AMW に対応する点を点 Z1 とする。

#### 【0044】

この場合、実運転時のタービン入口温度相当制御変数 (CLCSO) は、(線分 Z1X1) / (線分 Y1X1) の比率をパーセント (%) で表示した値に相当する。つまり、定格負荷運転時出力 YMW と無負荷運転時出力 XMW を用いて、実運転時出力 AMW で内挿補間すれば、数 1 式に示すように、実運転時のタービン入口温度相当制御変数 (CLCSO) を算出できる。

#### 【0045】

すなわち、図 3 において、吸気温度 (TIN) および IGV 開度を変化させ、実運転時出力 (AMW) に対応した値を選択すれば、実運転時の CLCSO を算出できる。なお、1 点鎖線で示した線は、所定運転モードを想定して、IGV 開度 100 % での実運転時の所定のタービン入口温度における発電機出力 (MW) と吸気温度 (TIN) の関係を想定して、参考に表示したものである。上記の説明は、特定の吸気温度および IGV 開度におけるタービン入口温度相当制御変数 (CLCSO) を算出する方法であるが、他の吸気温度、IGV 開度を選定しても、同様の方法で算出できる。なお、タービン入口温度として、定格負荷運転時と無負荷運転時を取りあげたが、これらの温度は一例であって、これらの温度に限定されるものではない。

#### 【0046】

図 2 に示すように、本実施形態における燃料配分設定部 70 は、出力補間データ算出部 71、出力補間データ補正部 72、制御変数算出部 75 および燃料配分算出部 76 を含ん

10

20

30

40

50

でいる。

#### 【0047】

前述のように、ガスタービン1がアンチアイシング運転に投入された場合、車室空気の一部が抽気された抽気空気が抽気配管12を介して吸気設備7に循環されるため、同じIGV開度でも、アンチアイシング運転で抽気循環される分だけ燃焼器に供給される空気は少なくなり、ガスタービンは実際にはIGVを更に閉じた運転状態となる。この場合、IGV開度や発電機出力等により算出したタービン入口温度相当制御変数(CLC SO)と実際のタービン入口温度にずれが生ずるため、燃焼制御が不安定になる。この問題を改善するため、第1運転モードである通常運転時における発電機出力と制御変数の関係を修正して、アンチアイシング運転に適合した運転条件に補正する必要がある。アンチアイシング運転を開始するか否かの判断は、大気温度61gに左右され、大気温度61gが所定値以下になった場合、外部からアンチアイシング外部指令値(AID)を燃焼制御装置50に入力する。

10

#### 【0048】

出力補間データ算出部71は、運転条件を補正するための準備段階の部分である。データベース70aから、ガスタービンの無負荷運転時におけるタービン出力(発電機出力)を第1出力補間データ71aとして算出し、ガスタービンの定格負荷運転時におけるタービン出力(発電機出力)を第2出力補間データ71bとして算出して、いずれのデータも出力補間データ補正部72に出力する。

20

#### 【0049】

出力補間データ補正部72は、補正係数算出部73と出力補間データ修正部74からなる。なお、アンチアイシング運転の燃焼制御の安定性に影響する特定パラメータは、予め選択しておく。出力補間データ補正部72は、選択された特定パラメータに基づき第1出力補間データ71aおよび第2出力補間データ71bを修正して、第1修正出力補間データ74aおよび第2修正出力補間データ74bを設定する機能を備える。

#### 【0050】

補正係数算出部73は、出力補間データ算出部71から送信された第1出力補間データ71aおよび第2出力補間データ71bを修正することを目的に、特定パラメータに対する出力補正係数Fを選定する機能を備える。アンチアイシング運転では、抽気量の多少により、燃焼制御の安定性が左右される。従って、特定パラメータは、抽気量の影響が大きい吸気温度差61f、車室圧比61hの他に、抽気弁の開度61mや抽気量61i自体も選定できる。吸気温度差61fとは、吸気設備7の入口側の吸気温度61cと大気温度61gの差を言う。車室圧比61hとは、大気圧61kに対する車室圧力61pの比率(車室圧力61p/大気圧61k)を言う。

30

#### 【0051】

本実施形態では、特定パラメータの代表例として、吸気温度差61fを取り上げて説明する。図4は、横軸に示す吸気温度差( $T$ )と縦軸に示す出力補正係数Fの関係を示したものである。吸気設備7において、比較的溫度が高い抽気空気が外部から取り込まれた大気空気と混合されるため、抽気量が増加すると吸気温度差( $T$ )は大きくなる。吸気温度差( $T$ )が大きくなれば、出力補正係数Fは小さくなる傾向を示す。抽気循環のない通常運転時(第1運転モード)は、吸気温度差( $T$ )が零(ゼロ)になり、出力補正係数Fは1.0となる。他の特定パラメータ(車室圧比、抽気弁の開度、抽気量)の場合も、図示しないが、ほぼ同じ傾向を示す。算出された出力補正係数Fは、出力補間データ修正部74に出力される。

40

#### 【0052】

出力補間データ修正部74は、補正係数算出部73で選定された出力補正係数Fに基づき、第1出力補間データ71aおよび第2出力補間データ71bを修正して、第1修正出力補間データ74aおよび第2修正出力補間データ74bを算出する機能を有する。すなわち、第1修正出力補間データ74aは、第1出力補間データ71aに出力補正係数Fを乗算して算出される。同様に、第2修正出力補間データ74bは、第2出力補間データ7

50

1 b に出力補正係数  $F$  を乗算して算出される。第 1 修正出力補間データ 7 4 a および第 2 修正出力補間データ 7 4 b は、制御変数算出部 7 5 に出力される。

【 0 0 5 3 】

制御変数算出部 7 5 は、吸気温度差 6 1 f で補正された第 1 修正出力補間データ 7 4 a および第 2 修正出力補間データ 7 4 b を用いて、タービン入口温度相当制御変数 (CLCSO) を算出する機能を有する。すなわち、前述した第 1 出力補間データ 7 1 a および第 2 出力補間データ 7 1 b に代わって、無負荷運転時出力に対応する第 1 修正出力補間データ 7 4 a および定格負荷運転時出力に対応する第 2 修正出力補間データ 7 4 b を用いて、数 1 式により、実運転時のタービン出力 (発電機出力 MW) 6 1 a で補間して、タービン入口温度相当制御変数 (CLCSO) を算出する。算出されたタービン入口温度相当制御変数 (CLCSO) は、燃料配分算出部 7 6 へ出力する。

10

【 0 0 5 4 】

燃料配分算出部 7 6 は、タービン入口温度相当制御変数 (CLCSO) に基づき各燃料ノズルの燃料配分を設定する機能を有する。図 5 は、パイロット比  $PR$  とタービン入口温度相当制御変数 (CLCSO) の関係を示している。制御変数算出部 7 5 で算出されたタービン入口温度相当制御変数 (CLCSO) に基づき、パイロット比  $PR$  が決定できる。すなわち、パイロット比  $PR$  は、パイロットノズル 1 5 に接続する第 1 燃料回路 1 8 に供給される燃料の全燃料流量に対する燃料配分比率  $FDR$  をパーセント (%) で表示したものであり、メイン比  $MR$  は全燃料流量からパイロット比  $PR$  を引いた値を全燃料流量に対する比率をパーセント (%) で示している。つまり、メイン比  $MR$  はメインノズル 1 6 に接続する第 2 燃料回路 1 9 の燃料配分比率  $FDR$  を言う。燃料配分算出部 7 6 で決定された第 1 燃料回路 1 8 および第 2 燃料回路 1 9 のそれぞれの燃料配分比率  $FDR$  は、燃料弁開度設定部 8 1 に出力される。

20

【 0 0 5 5 】

弁開度設定部 8 0 の燃料弁開度設定部 8 1 は、燃料配分算出部 7 6 から送信された燃料配分比率  $FDR$  および別途燃料配分設定部 7 0 で設定された全燃料流量指令値 (CSO) に基づき、各燃料調整弁の弁開度を設定する機能を有する。すなわち、パイロット燃料調整弁 2 3 では、全燃料流量指令値 (CSO) と第 1 燃料回路 1 8 の燃料配分比率  $FDR$  に基づき、パイロットノズル 1 5 に供給される燃料流量を算出し、パイロット燃料調整弁 2 3 の  $Cv$  値を算出して、弁開度を設定する。同様に、メイン燃料調整弁 2 4 についても、全燃料流量指令値 (CSO) と第 2 燃料回路 1 9 の燃料配分比率  $FDR$  から、弁開度を設定できる。弁開度設定部 8 0 で設定されたパイロット燃料調整弁 2 3 の弁開度指令値  $PVS$  およびメイン燃料調整弁 2 4 の弁開度指令値  $MVS$  は、それぞれパイロット燃料調整弁 2 3 およびメイン燃料調整弁 2 4 に出力される。なお、トップハットノズル (図示せず) を用いる場合は、パイロットノズルと同様に、トップハット比とタービン入口温度相当制御変数 (CLCSO) の関係からトップハット燃料調整弁 (図示せず) の弁開度を設定できる。

30

【 0 0 5 6 】

次に、本実施形態の燃焼制御装置の制御ロジックを、図 6 を用いて説明する。図 6 に示す制御ロジックは、特許文献 2 に示す CLCSO を算出する制御ロジックをベースとして、出力補正係数  $F$  に基づき出力を補正するロジックを追加したものである。まず、アンチアイシング指令値 (AID) の受信により、ガスタービンのアンチアイシング運転が開始され、タービン入口温度相当制御変数 (CLCSO) の補正作業が開始される。本実施形態は、特定パラメータに吸気温度差 6 1 f を用いて補正した例である。すなわち、上述のように、無負荷運転時における第 1 出力補間データ 7 1 a と定格負荷運転時における第 2 出力補間データ 7 1 b に基づき、出力補正係数  $F$  により補正して、タービン入口温度相当制御変数 (CLCSO) を算出する方法である。特許文献 2 等の従来例の制御ロジックに対して修正した制御ロジックを、太枠の実線で囲った範囲に示す。

40

【 0 0 5 7 】

図 6 に示す制御ロジックでは、ガスタービンがアンチアイシング運転に投入された場合

50

に、アンチアイシング指令値（A I D）のオンの信号が乗算器 1 1 5 で乗算される。一方、吸気温度 6 1 c と大気温度 6 1 g に基づき、減算器 1 1 4 で吸気温度 6 1 c から大気温度 6 1 g を減算して吸気温度差 6 1 f を算出する。次に、関数発生器 1 1 6 において、吸気温度差 6 1 f に基づき出力補正係数 F を算出する。一方、前述のように、管理パラメータと発電機出力（M W）の関係を纏めたデータベース 7 0 a に基づき、関数発生器 1 1 1、1 1 2 で、無負荷運転時出力に係る第 1 出力補間データ 7 1 a と定格負荷運転時出力に係る第 2 出力補間データ 7 1 b を生成する。次に、算出された第 1 出力補間データ 7 1 a に対して、乗算器 1 1 8 において、出力補正係数 F を乗算して、補正後の第 1 修正出力補間データ 7 4 a を算出する。同様に、乗算器 1 2 1 において、第 2 出力補間データ 7 1 b に対して、出力補正係数 F を乗算して、補正後の第 2 修正出力補間データ 7 4 b を算出する。次に、第 1 修正出力補間データ 7 4 a および第 2 修正出力補間データ 7 4 b に基づき、タービン入口温度相当制御変数（C L C S O）を算出する。具体的な算出方法は、前述した式（1）に基づき算出できるが、特許文献 2 等に具体的な手順が記載されている。

#### 【0058】

図 7 は、図 6 に示す制御ロジックの変形例 1 を示す。変形例 1 は、特定パラメータとして、車室圧比を適用した例である。すなわち、ガスタービンがアンチアイシング運転に投入された場合に、アンチアイシング指令値（A I D）のオンの信号が乗算器 1 3 2 で乗算される。一方、除算器 1 3 1 において、車室圧力 6 1 p と大気圧 6 1 k から車室圧比 6 1 h（車室圧力 6 1 p / 大気圧 6 1 k）を算出する。次に、関数発生器 1 3 3 で出力補正係数 F を算出する。次に、乗算器 1 3 4、1 3 5 にて、第 1 出力補間データ 7 1 a および第 2 出力補間データ 7 1 b に対して、算出された出力補正係数 F を乗算する。以降のタービン入口温度相当制御変数（C L C S O）を算出する方法は、特許文献 2 等と同様である。なお、太線枠で囲った制御ロジックを除く部分は、実施形態 1 と同じ構成であるので、同一の名称、符号を用い、詳細な説明は省略する。

#### 【0059】

図 8 は、特定パラメータとして抽気量 6 1 i または抽気弁開度 6 1 m を選定した場合の変形例 2 を示す。ガスタービンがアンチアイシング運転に投入された場合に、アンチアイシング指令値（A I D）のオンの信号が乗算器 1 4 1 で乗算される。一方、関数発生器 1 4 2 で、抽気量 6 1 i または抽気弁開度 6 1 m から出力補正係数 F を算出する。乗算器 1 4 3、1 4 4 にて、第 1 出力補間データ 7 1 a および第 2 出力補間データ 7 1 b に対して、算出された出力補正係数 F をそれぞれ乗算する。以降のタービン入口温度相当制御変数（C L C S O）を算出する方法は、特許文献 2 等に記載された方法と同様である。なお、太線枠で囲った制御ロジックを除く部分は、実施形態 1 と同じ構成であるので、同一の名称、符号を用い、詳細な説明は省略する。

#### 【0060】

次に、ガスタービンのアンチアイシング運転が開始された場合の燃焼制御方法に関して、実施形態 1 に係る制御方法の処理の流れを図 9 に基づき説明する。実施形態 1 に係る制御方法の処理の流れの基本的な考え方は、通常運転時（第 1 運転モード）における燃焼制御方法に係る処理の流れを示した特許文献 2 に記載された方法を基準としている。特許文献 2 に記載された方法と異なる処理作業は、図 9 において太線のブロックで表示した。

#### 【0061】

すなわち、各計測値および各種弁開度並びに外部指令値は、入力部 6 0 に送信され、入力データ 6 1 として燃料配分設定部 7 0 に出力される（S P 1）。

#### 【0062】

次に、準備段階の処理作業として、燃料配分設定部 7 0 において、入力部 6 0 が受信した入力データ 6 1 に基づき、管理パラメータとタービン出力（発電機出力 M W）の関係をデータベース 7 0 a として作成する（S P 2）。

#### 【0063】

作成されたデータベース 7 0 a に基づき、出力補間データ算出部 7 1 において、無負荷運転時における第 1 出力補間データ 7 1 a および定格負荷運転時における第 2 出力補間デ

10

20

30

40

50

ータ 7 1 b を算出する ( S P 3、S P 4 )。

【 0 0 6 4 】

補正係数算出部 7 3 では、入力部 6 0 から送信された吸気温度 6 1 c および大気温度 6 1 g に基づき吸気温度差 6 1 f を算出し、算出された吸気温度差 6 1 f に基づき、出力補正係数 F を算出する ( S P 5 )。

【 0 0 6 5 】

なお、前述のように、特定パラメータが車室圧比 6 1 h の場合には、上述の吸気温度 6 1 c および大気温度 6 1 g に替えて、車室圧力 6 1 p および大気圧 6 1 k から車室圧比 6 1 h を算出し、出力補正係数 F を算出する。特定パラメータが、抽気量 6 1 i または抽気弁開度 6 1 m の場合には、抽気量 6 1 i または抽気弁開度 6 1 m から出力補正係数 F を算出する。

10

【 0 0 6 6 】

出力補間データ修正部 7 4 では、出力補間データ算出部 7 1 で算出された第 1 出力補間データ 7 1 a および第 2 出力補間データ 7 1 b と、補正係数算出部 7 3 で算出された出力補正係数 F と、を乗算して、第 1 修正出力補間データ 7 4 a および第 2 修正出力補間データ 7 4 b を算出する ( S P 6、S P 7 )。

【 0 0 6 7 】

制御変数算出部 7 5 では、出力補間データ修正部 7 4 から出力された第 1 修正出力補間データ 7 4 a および第 2 修正出力補間データ 7 4 b に基づき、所定運転 ( 実運転 ) モードにおけるタービン出力 ( 発電機出力 ) 6 1 a を用いて、所定運転モードにおけるタービン入口温度相当制御変数 ( C L C S O ) を決定する ( S P 8 )。

20

【 0 0 6 8 】

次に、燃料配分算出部 7 6 では、図 5 に示すパイロット比 P R とタービン入口温度相当制御変数 ( C L C S O ) の関係を用いて、所定運転 ( 実運転 ) モードにおける第 1 燃料回路 1 8 および第 2 燃料回路 1 9 に係る燃料配分比率 F D R を算出する。すなわち、通常運転時における出力補間データ ( 第 1 出力補間データ 7 1 a、第 2 出力補間データ 7 1 b ) を補正した修正出力補間データ ( 第 1 修正出力補間データ 7 4 a、第 2 修正出力補間データ 7 4 b ) に基づき算出されたタービン入口温度相当制御変数 ( C L C S O ) を用いて、図 5 の関係からパイロット比 P R、すなわち第 1 燃料回路 1 8 の燃料配分比率 F D R を算出する ( S P 9 )。第 2 燃料回路 1 9 の燃料配分比率 F D R は、全燃料流量を 1 ( 1 0 0 % ) として、第 1 燃料回路 1 8 の燃料配分比率 F D R を差し引いて算出できる ( S P 1 0 )。

30

【 0 0 6 9 】

次に、弁開度設定部 8 0 の燃料弁開度設定部 8 1 では、燃料配分算出部 7 6 で算出された第 1 燃料回路 1 8 および第 2 燃料回路 1 9 のそれぞれの燃料配分比率 F D R に基づき、パイロット燃料調整弁 2 3 およびメイン燃料調整弁 2 4 の弁開度が設定される。各弁開度指令値 P V S、M V S は、パイロット燃料調整弁 2 3 およびメイン燃料調整弁 2 4 に出力される ( S P 1 1、S P 1 2 )。

【 0 0 7 0 】

実施形態 1 によれば、ガスタービンが、通常運転からアンチアイシング運転に切り替えた場合であっても、抽気量の増大に対して、発電機出力が維持され、タービン入口温度相当制御変数 ( C L C S O ) が適正に補正され、安定した燃焼制御が維持できる。

40

【 0 0 7 1 】

また、本実施態様によれば、ターンダウン運転時においても、N O <sub>x</sub>、C O 等のエミッション規制値を満足しながら、安定したガスタービンの運転ができる。

【 0 0 7 2 】

〔 実施形態 2 〕

次に、実施形態 2 について、図 1 0 から図 1 2 を参照しながら説明する。

本実施形態においては、第 1 運転モードに係る第 1 データベース 9 0 a と第 2 運転モードに係る第 2 データベース 9 0 b を準備して、これらのデータベースから所定運転 ( 実運

50

転)モードにおける修正タービン入口温度相当制御変数(MCLCSO)を算出する点が、実施形態1とは異なっている。

すなわち、実施形態1では、データベース70aは第1運転モードのみを参照したが、実施形態2では、第1運転モードと第2運転モードの両方のデータベース90a、90bを参照する点が、異なっている。

#### 【0073】

図10において、準備段階として、入力部60から出力された各計測値の入力データ61および外部指令値(出力指令値(MW)、アンチアイシング指令値(AID))に基づき、燃料配分設定部90において、管理パラメータとタービン出力(発電機出力MW)の関係を、それぞれ第1運転モードに係る第1データベース90aおよび第2運転モードに係る第2データベース90bとして作成する。本実施形態における各データベースの構成は、実施形態1と同様である。

10

#### 【0074】

本実施形態における燃焼制御装置50が、入力部60と燃料配分設定部90と弁開度設定部80で構成される点は、実施形態1と同じであるが、燃料配分設定部90の構成が実施形態1とは異なる。すなわち、燃料配分設定部90は、タービン入口温度相当制御変数設定部91と燃料配分補正部92を含んでいる。

#### 【0075】

タービン入口温度相当制御変数設定部91は、第1運転モードおよび第2運転モードに係るタービン入口温度相当制御変数(CLC SO)を算出する機能を有する。すなわち、第1運転モードに係る第1データベース90aから無負荷運転時における第1出力補間データ91aおよび定格負荷運転時における第2出力補間データ91bを算出する。また、第2運転モードに係る第2データベース90bから、同様に、無負荷運転時における第3出力補間データ91cおよび定格負荷運転時における第4出力補間データ91dを算出する。

20

#### 【0076】

次に、第1運転モードに係る第1出力補間データ91aおよび第2出力補間データ91bから、第1運転モードにおけるタービン入口温度相当制御変数(CLC SO1)に相当する第1補間データ91eを算出する。また、第2運転モードに係る第3出力補間データ91cおよび第4出力補間データ91dから、第2運転モードにおけるタービン入口温度相当制御変数(CLC SO2)に相当する第2補間データ91fを算出する。第1運転モードおよび第2運転モードのそれぞれの運転モードにおいて、データベース90a、90bから第1補間データ91eおよび第2補間データ91fをそれぞれ算出する手順は、実施形態1に記載の手順と同じである。算出された第1補間データ91eおよび第2補間データ91fは、燃料配分補正部92の制御変数補間部93に出力される。

30

#### 【0077】

燃料配分補正部92は、タービン入口温度相当制御変数設定部91で算出されたタービン入口温度相当制御変数(CLC SO1、CLC SO2)を補正して、修正タービン入口温度相当制御変数(MCLCSO)を算出する制御変数補間部93と、修正タービン入口温度相当制御変数(MCLCSO)から各燃料回路18、19の燃料配分比率FDRを設定する燃料配分算出部94を含んでいる。

40

#### 【0078】

すなわち、制御変数補間部93は、タービン入口温度相当制御変数設定部91から送信された第1運転モードに係るタービン入口温度相当制御変数(CLC SO1)に相当する第1補間データ91eおよび第2運転モードに係るタービン入口温度相当制御変数(CLC SO2)に相当する第2補間データ91fに基づき、所定運転(実運転)モードにおける修正タービン入口温度相当制御変数(MCLCSO)を算出する機能を有する。

#### 【0079】

図11を参照しながら、修正タービン入口温度相当制御変数(MCLCSO)を算出する考え方を具体的に説明する。図11は、特定パラメータとして車室圧比を選定した場合

50



の各運転モードにおけるタービン入口温度相当制御変数（CLCSO）と車室圧比（CPR）の関係を示す。縦軸はタービン入口温度相当制御変数（CLCSO）を示し、横軸は車室圧比（CPR）を示す。なお、ここでの説明は、特定パラメータとして、車室圧比（CPR）を一例に挙げて説明するが、他の特定パラメータでも同様の考え方が適用できる。

#### 【0080】

ところで、タービン入口温度（TIT）は、タービン出力（発電機出力MW）に比例する。また、IGV開度を一定とすれば、タービン入口温度（TIT）は車室圧比（CPR）にも比例する。更に、タービン入口温度相当制御変数（CLCSO）は、前述のようにタービン入口温度（TIT）を無次元化した値である。つまり、IGV開度を一定とすれば、タービン入口温度相当制御変数（CLCSO）は、車室圧比（CPR）およびタービン出力（発電機出力MW）と比例関係にある。すなわち、図11に示すように、タービン入口温度相当制御変数（CLCSO）と車室圧比（CPR）の関係は、IGV開度を一定とすれば、直線関係で示される。

#### 【0081】

図11において、第1運転モードは線L1として点線で表示され、第2運転モードは線L2として実線で表示されている。アンチアイシング運転は、車室空気の一部を抽気して吸気設備7に循環させるので、車室圧力が低下し、燃焼器内の燃空比は高くなる。従って、アンチアイシング運転を開始すると、タービン入口温度相当制御変数（CLCSO）は、アンチアイシング運転を行わない通常運転時（第1運転モード）よりも高くなる。すなわち、車室圧比が変わらなければ、第2運転モードの方が第1運転モードよりも、タービン入口温度相当制御変数（CLCSO）が高くなる。

#### 【0082】

図11において、第1運転モードの車室圧比（CP1）、第2運転モードの車室圧比（CP2）として、それぞれの運転モードにおけるタービン入口温度相当制御変数（CLCSO）を、CLCSO1、CLCSO2とする。第1運転モードの車室圧比（CP1）に対する線L1上の点を点Pとし、第2運転モードの車室圧比（CP2）に対する線L2上の点を点Qとすれば、点P、Qに対するタービン入口温度相当制御変数が、CLCSO1、CLCSO2に相当する。

#### 【0083】

次に、所定運転（実運転）モードにおける車室圧比CPSとし、線L1、L2上の点P、Qを結ぶ線L3上の車室圧比CPSに対応する点を点Sとする。点Sに対応するタービン入口温度相当制御変数をCLCSOSとすれば、この値が、所定運転（実運転）モードにおける修正タービン入口温度相当制御変数（MCLCSO）に相当する。すなわち、タービン入口温度相当制御変数であるCLCSO1、CLCSO2、CLCSOSと車室圧比CP1、CP2、CPSの関係は、式（2）で示される。

$$CLCSOS = CLCSO1 + (CLCSO2 - CLCSO1) \times (CPS - CP1) / (CP2 - CP1) \quad \cdots (2)$$

#### 【0084】

すなわち、第1運転モードにおける車室圧比（CP1）と第2運転モードにおける車室圧比（CP2）と所定運転（実運転）モードにおける車室圧比（CPS）から、第1運転モードおよび第2運転モードにおけるタービン入口温度相当制御変数（CLCSO1、CLCSO2）を用いて、内挿法による直線補間を行えば、所定運転（実運転）モードにおけるタービン入口温度相当制御変数（CLCSOS）を算出できる。このタービン入口温度相当制御変数（CLCSOS）が、所定運転（実運転）モードにおける修正タービン入口温度相当制御変数（MCLCSO）に相当する。また、上述の説明は、内挿補間法で説明したが、これに限らず、例えば、車室圧比（CPS）が車室圧比（CP2）より小さくなった場合であっても、外挿法による直線補間法を適用して、同様に所定運転モードにおける修正タービン入口温度相当制御変数（MCLCSO）を算出できる。

#### 【0085】

次に、燃料配分算出部 9 4 において、制御変数補間部 9 3 で算出された修正タービン入口温度相当制御変数 (MCLCSO) を用いて、所定運転モードにおける第 1 燃料回路 1 8 および第 2 燃料回路 1 9 に係る燃料配分比率 FDR を算出する。燃料配分比率 FDR の算出手順は、実施形態 1 の図 5 を参照して説明した方法と同じであるので、詳細は省略する。算出された第 1 燃料回路 1 8 および第 2 燃料回路 1 9 の燃料配分比率 FDR は、弁開度設定部 8 0 の燃料弁開度設定部 8 1 に出力される。

#### 【0086】

燃料弁開度設定部 8 1 では、第 1 燃料回路 1 8 のパイロット燃料調整弁 2 3 および第 2 燃料回路 1 9 のメイン燃料調整弁 2 4 の弁開度が設定される。それぞれの弁の弁開度の設定手順は、実施形態 1 と同じであり、詳細は省略する。決定された弁開度は、パイロット燃料調整弁 2 3 およびメイン燃料調整弁 2 4 に出力される。なお、図示していないトップハット燃料調整弁が適用される場合も、パイロット燃料調整弁と同様の手順で弁開度を設定できる。

#### 【0087】

次に、実施形態 2 に係る制御方法の処理の流れを図 1 2 に基づき説明する。図 9 に示す実施形態 1 の方法とは異なる処理の流れは、図 1 2 において、太線のブロックで示している。

#### 【0088】

実施形態 1 と同様に、各計測値および各種弁開度並びに外部指令値は、入力部 6 0 に送信され、入力データ 6 1 として燃料配分設定部 9 0 に出力される (SP1)。

#### 【0089】

次に、準備段階の処理作業として、燃料配分設定部 9 0 において、管理パラメータとタービン出力 (発電機出力 MW) の関係をデータベース 9 0 a、データベース 9 0 b として作成する (SP2)。第 1 運転モードおよび第 2 運転モードに係るデータベース 9 0 a、9 0 b は、それぞれ第 1 データベース 9 0 a、第 2 データベース 9 0 b とする。本実施形態では、選択する特定パラメータとして車室圧比 (CPR) を代表例で示したが、実施形態 1 と同様に他の特定パラメータも適用できる。

#### 【0090】

次に、第 1 運転モードにおける第 1 データベース 9 0 a を用いて、無負荷運転時における第 1 出力補間データ 9 1 a および定格負荷運転時における第 2 出力補間データ 9 1 b を算出する (SP3)。更に、第 1 出力補間データ 9 1 a および第 2 出力補間データ 9 1 b に基づき、第 1 運転モードにおけるタービン入口温度相当制御変数 (CLCSO1) に相当する第 1 補間データ 9 1 e を算出する (SP4)。なお、データベースからタービン入口温度相当制御変数 (CLCSO) を算出する手順は、実施形態 1 に記載された手順と同じ方法である。

#### 【0091】

次に、第 2 運転モードにおける第 2 データベース 9 0 b を用いて、無負荷運転時における第 3 出力補間データ 9 1 c および定格負荷運転時における第 4 出力補間データ 9 1 d を算出する (SP5)。更に、第 3 出力補間データ 9 1 c および第 4 出力補間データ 9 1 d に基づき、第 2 運転モードにおけるタービン入口温度相当制御変数 (CLCSO2) に相当する第 2 補間データ 9 1 f を算出する (SP6)。

#### 【0092】

次に、第 1 運転モードにおける第 1 補間データ 9 1 e および第 2 運転モードにおける第 2 補間データ 9 1 f に基づき、所定運転 (実運転) モードにおける修正タービン入口温度相当制御変数 (MCLCSO) を算出する (SP7)。なお、第 1 運転モードにおけるタービン入口温度相当制御変数 (CLCSO1) と車室圧比 (CP1) および第 2 運転モードにおけるタービン入口温度相当制御変数 (CLCSO2) と車室圧比 (CP2) に基づき、内挿補間して、所定運転 (実運転) モードにおける修正タービン入口温度相当制御変数 (MCLCSO) を算出する手順は、図 1 1 を用いて説明した手順と同じである。

#### 【0093】

次に、所定運転（実運転）モードにおける修正タービン入口温度相当制御変数（MCLCSO）に基づき、第1燃料回路18及び第2燃料回路19の燃料配分比率FDRを算出する（SP8、SP9）。算出された第1燃料回路18及び第2燃料回路19の燃料配分比率FDRに基づき、第1燃料回路18のパイロット燃料調整弁23および第2燃料回路19のメイン燃料調整弁24の弁開度PVS、MVSを選定できる（SP10、SP11）。

#### 【0094】

本実施形態における実施態様によれば、実施形態1と比較して、アンチアイシング運転時のデータベースと通常運転時のデータベースを補間して、タービン入口温度相当制御変数（CLCSO）を算出しているため、タービン入口温度相当制御変数（CLCSO）が実施形態1よりも更に正確に設定できる。従って、アンチアイシング運転が開始された場合でも、より安定した燃焼制御が実現できる。

#### 【0095】

また、本実施態様によれば、実施形態1と同様に、ターンダウン運転時においても、NO<sub>x</sub>、CO等のエミッション規制値を満足しながら、安定したガスタービンの運転ができる。

#### 【0096】

##### 〔実施形態3〕

次に、実施形態3について、図13を参照しながら説明する。

実施形態1および実施形態2は、いずれも、入力部60から送信された入力データ61に基づき、タービン出力（発電機出力MW）又はタービン入口温度と管理パラメータの関係をデータベース化し、このデータベースに基づき、燃料回路の燃料配分比率を設定し、弁開度を設定していた。一方、実施形態3では、管理パラメータを用いずに、タービン入口温度（TIT）と入力データ61との関係をデータベース化して、このデータベースに基づき各弁の弁開度を設定する点が、実施形態1および実施形態2とは異なっている。

#### 【0097】

なお、本実施形態におけるデータベースの構成が、他の実施形態とは異なるものの、第1運転モードに係るデータベースと第2運転モードに係るデータベースを準備して、これらのデータベースから所定運転モードにおける修正タービン入口温度または修正タービン入口温度相当制御変数を算出する修正方法の基本的な考え方は、実施形態2と同じである。ここで、データベースから算出する対象を、タービン入口温度相当制御変数（CLCSO）の他に、タービン入口温度（TIT）を含めているのは、上述のように、タービン入口温度（TIT）とタービン入口温度相当制御変数（CLCSO）は比例関係にあるので、タービン入口温度相当制御変数（CLCSO）をタービン入口温度（TIT）に置き換えることが可能であるからである。

#### 【0098】

図13において、入力部60から出力された計測値、制御値および外部指令値に係る入力データ61に基づき、準備段階として、燃料配分設定部100において、タービン入口温度（TIT）と入力データ61の関係を、それぞれ第1運転モードに係る第1総合データベース100aおよび第2運転モードに係る第2総合データベース100bとして作成する。

#### 【0099】

タービン入口温度相当制御変数設定部101では、第1運転モードおよび第2運転モードにおけるタービン入口温度（TIT）またはタービン入口温度相当制御変数（CLCSO）に相当する補間データ101a、101bを設定する機能を有する。具体的には、第1運転モードに係る第1総合データベース100aに基づき、第1運転モードにおけるタービン入口温度（TIT1）またはタービン入口温度相当制御変数（CLCSO1）に相当する第1補間データ101aを算出する。更に、第2運転モードに係る第2総合データベース100bに基づき、第2運転モードにおけるタービン入口温度（TIT2）またはタービン入口温度相当制御変数（CLCSO2）に相当する第2補間データ101bを算

出する。これらのデータは、燃料配分補正部 102 の制御変数補間部 103 に出力する。

#### 【0100】

制御変数補間部 103 は、タービン入口温度相当制御変数設定部 101 から出力された第 1 補間データ 101a および第 2 補間データ 101b に基づき、所定運転（実運転）モードにおける補正された修正タービン入口温度（MTIT）または修正タービン入口温度相当制御変数（MCLCSO）を設定する機能を有する。具体的には、第 1 運転モードにおける第 1 補間データ 101a と第 2 運転モードにおける第 2 補間データ 101b から、特定パラメータを用いて、所定運転（実運転）モードにおける修正タービン入口温度（MTIT）または修正タービン入口温度相当制御変数（MCLCSO）を算出する。特定パラメータは、車室圧比（CPR）が一例である。

10

#### 【0101】

所定運転モードにおける修正タービン入口温度（MTIT）または修正タービン入口温度相当制御変数（MCLCSO）の算出にあたっては、実施形態 2 の図 11 を用いて説明した内挿法または外挿法による直線補間法が適用できる。なお、本実施形態に対して実施形態 2 の図 11 を適用する場合、縦軸のタービン入口温度相当制御変数（CLCSO）をタービン入口温度（TIT）に置き換えてもよい。また、特定パラメータとして、車室圧比（CPR）に替えて、他の特定パラメータを適用してもよい。算出された修正タービン入口温度（MTIT）または修正タービン入口温度相当制御変数（MCLCSO）は、燃料配分算出部 104 に出力される。

#### 【0102】

20

制御変数補間部 103 から送信された修正タービン入口温度（MTIT）または修正タービン入口温度相当制御変数（MCLCSO）を用いて、燃料配分算出部 104 において、所定運転（実運転）モードにおける第 1 燃料回路 18 および第 2 燃料回路 19 に係る燃料配分比率 FDR を算出する。燃料配分比率 FDR の算出手順は、実施形態 1 と同様であるので、詳細は省略する。算出された第 1 燃料回路 18 および第 2 燃料回路 19 の燃料配分比率 FDR は、弁開度設定部 80 の燃料弁開度設定部 81 に出力される。

#### 【0103】

燃料弁開度設定部 81 は、第 1 燃料回路 18 のパイロット燃料調整弁 23 および第 2 燃料回路 19 のメイン燃料調整弁 24 の弁開度を設定する。それぞれの弁の弁開度の設定手順は、実施形態 1 と同じである。設定された弁開度指令値 PVS、MVS は、パイロット燃料調整弁 23 およびメイン燃料調整弁 24 に出力される。

30

#### 【0104】

次に、実施形態 3 に係る制御方法の処理の流れを図 14 に示す。実施形態 1 および実施形態 2 の方法とは異なる処理の流れは、太線のブロックで示している。前述のように、本実施形態では、第 1 運転モードおよび第 2 運転モードについて、タービン入口温度（TIT）と入力データ群との関係をそれぞれデータベース化している（第 1 総合データベース 100a、第 2 総合データベース 100b）。これらのデータベースを用いて、タービン入口温度（TIT）又はタービン入口温度相当制御変数（CLCSO）に係る第 1 補間データ 101a および第 2 補間データ 101b を算出し、これらのデータから修正タービン入口温度（MTIT）又は修正タービン入口温度相当制御変数（MCLCSO）を算出する点が、実施形態 2 とは異なっている。その他の処理の流れは、実施形態 2 と同様である。

40

#### 【0105】

本実施形態によれば、実施形態 1 および実施形態 2 と比較して、より安定した燃焼制御が可能となる。すなわち、本実施形態の場合は、実施形態 1 および実施形態 2 よりも広範囲の計測値および制御値並びに外部指令値を取り込んで、データベース化している。従って、より精度よくタービン入口温度（TIT）またはタービン入口温度相当制御変数（CLCSO）が設定され、各燃料弁開度が決定できるので、不安定な燃焼状態が解消され、NO<sub>x</sub> や燃焼振動の問題も解消される。

#### 【0106】

50

また、本実施形態によれば、通常運転からアンチアイシング運転に切り替えた場合でも、燃焼器の安定した燃焼制御が維持され、 $\text{NO}_x$ の増大等を回避でき、燃焼振動の発生も抑制できる。その結果、ガスタービンの安定した運転が可能となる。

【0107】

また、本実施形態によれば、実施形態1、実施形態2と同様に、ターンダウン運転時においても、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{CO}$ 等のエミッション規制値を満足しながら、安定したガスタービンの運転ができる。

【符号の説明】

【0108】

1	ガスタービン	10
2	圧縮機	
3	燃焼器	
4	タービン	
5	発電機	
6	車室	
7	吸気設備	
8	回転軸	
11	吸気ダクト	
12	抽気配管	
13	排気ダクト	20
14	タービンバイパス配管	
15	パイロットノズル	
16	メインノズル	
17	燃料主回路	
18	第1燃料回路	
19	第2燃料回路	
20	入口案内翼 (IGV)	
21	IGV駆動部	
22	抽気弁	
23	パイロット燃料調整弁	30
24	メイン燃料調整弁	
25	タービンバイパス弁	
30	車室温度計	
31	車室圧計	
32	大気温度計	
33	大気圧計	
34	吸気温度計	
35	吸気圧計	
36	抽気流量計	
37	燃料流量計	40
38	燃料温度計	
39	排気ガス温度計	
40	発電機出力検出部	
50	燃焼制御装置	
60	入力部	
61	入力データ	
61a	発電機出力	
61b	IGV開度	
61c	吸気温度	
61d	吸気流量	50

6 1 e	タービンバイパス流量	
6 1 f、	T 吸気温度差	
6 1 g	大気温度	
6 1 h、	C P R 車室圧比	
6 1 i	抽気量	
6 1 j	吸気圧力	
6 1 k	大気圧	
6 1 m	抽気弁開度	
6 1 p	車室圧力	
7 0、9 0、1 0 0	燃料配分設定部	10
8 0	弁開度設定部	
7 0 a、9 0 a、9 0 b、1 0 0 a、1 0 0 b	データベース	
7 1	出力補間データ算出部	
7 1 a、9 1 a	第 1 出力補間データ	
7 1 b、9 1 b	第 2 出力補間データ	
7 2	出力補間データ補正部	
7 3	補正係数算出部	
7 4	出力補間データ修正部	
7 4 a	第 1 修正出力補間データ	
7 4 b	第 2 修正出力補間データ	20
7 5	制御変数算出部	
7 6、9 4、1 0 4	燃料配分算出部	
8 1	燃料弁開度設定部	
9 1、1 0 1	タービン入口温度相当制御変数設定部	
9 1 c	第 3 出力補間データ	
9 1 d	第 4 出力補間データ	
9 1 e、1 0 1 a	第 1 補間データ	
9 1 f、1 0 1 b	第 2 補間データ	
9 2、1 0 2	燃料配分補正部	
9 3、1 0 3	制御変数補間部	30
A I D	アンチアイシング指令値	
M W	タービン出力指令値	
F	出力補正係数	
F D R	燃料配分比率	
P R	パイロット比	
T I T	タービン入口温度	
M T I T	修正タービン入口温度	
C L C S O	タービン入口温度相当制御変数	
M C L C S O	修正タービン入口温度相当制御変数	

【図 1】

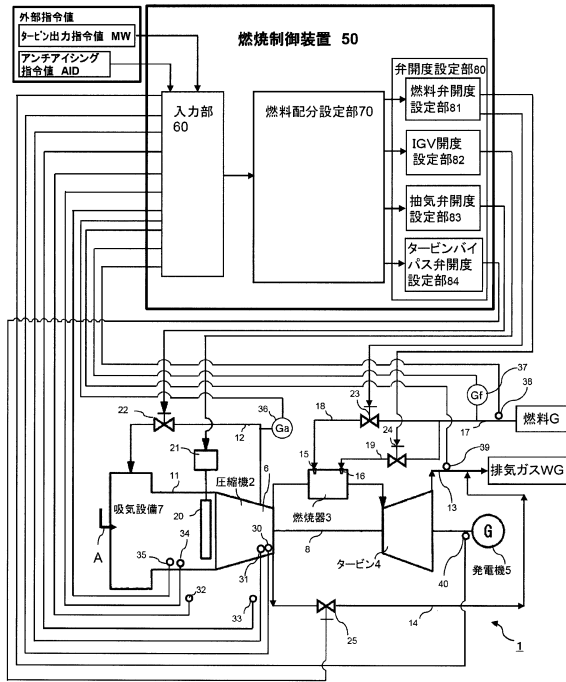


図 1

【図 2】

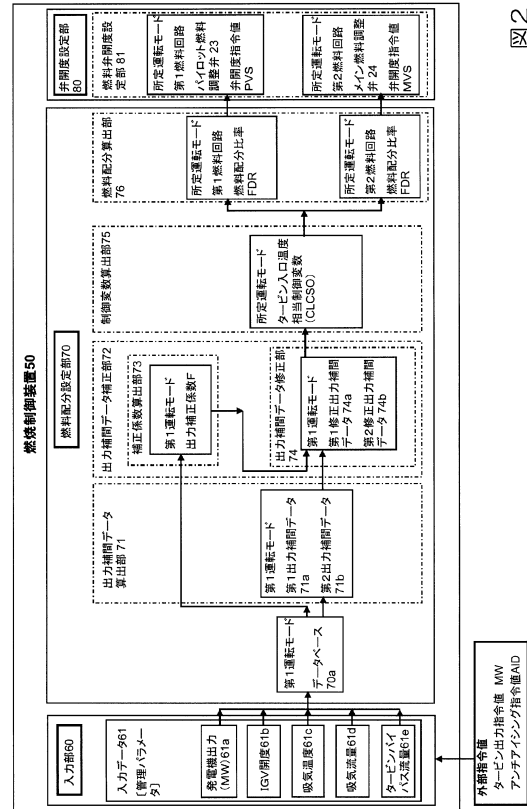


図 2

【図 3】

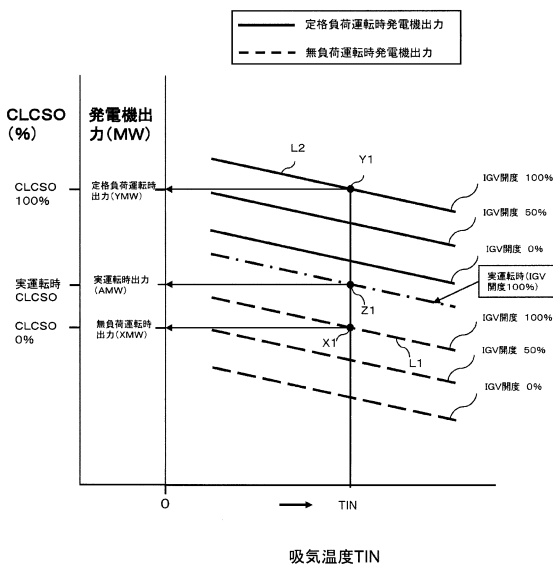


図 3

【図 4】

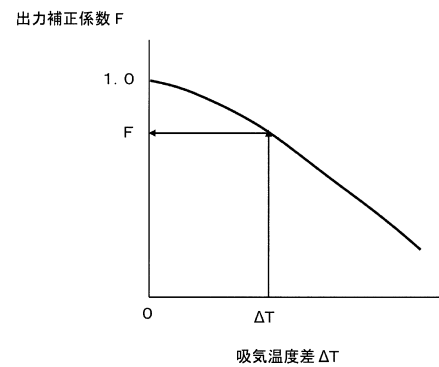


図 4

【図 5】

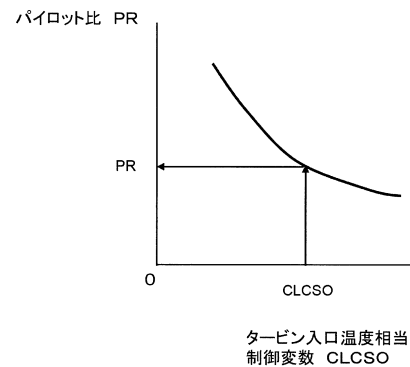


図 5

【図 6】

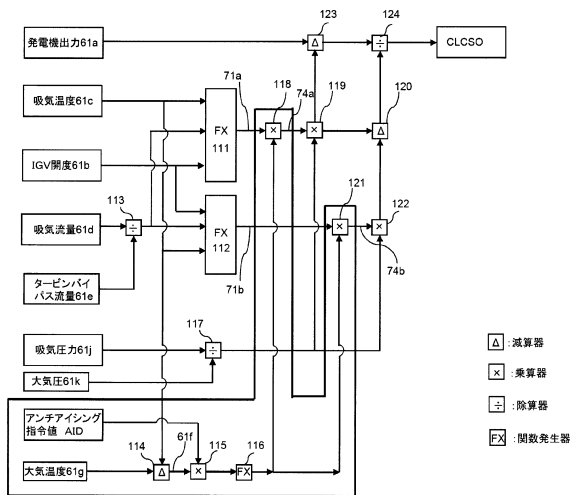


図 6

【図 7】

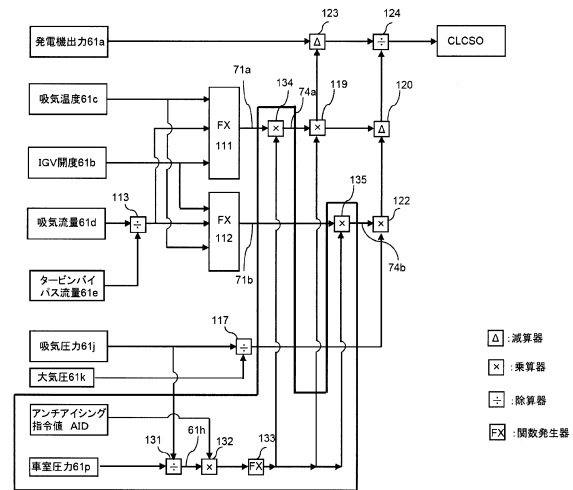


図 7

【図 8】

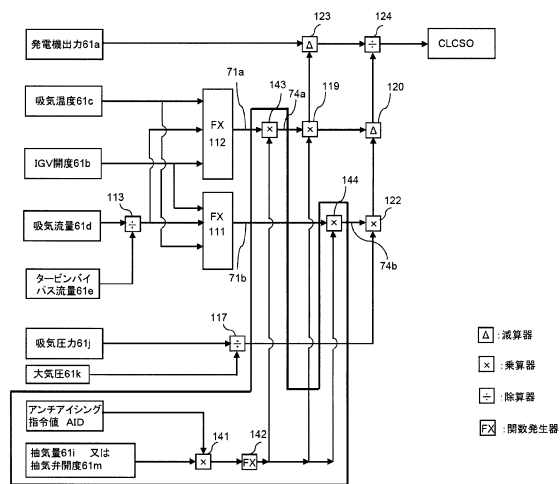


図 8

【図 9】

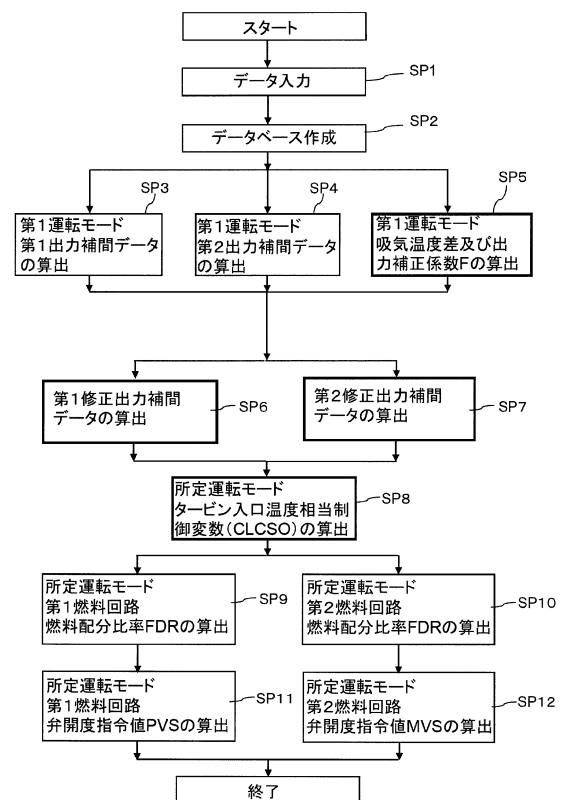


図 9



【図10】

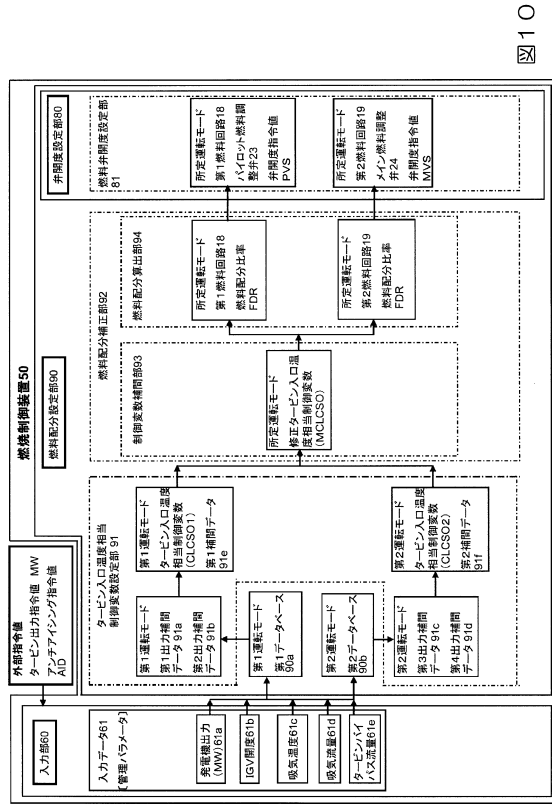


図10

【図11】

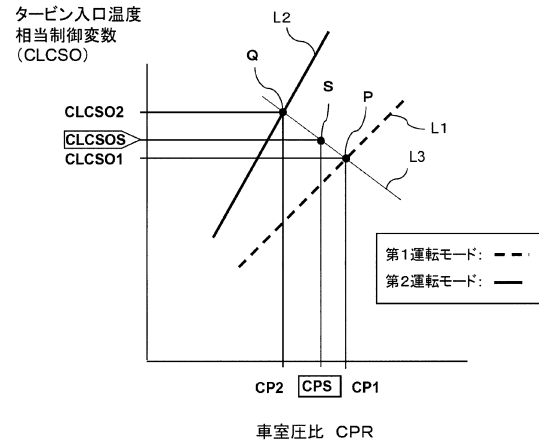


図11

【図12】

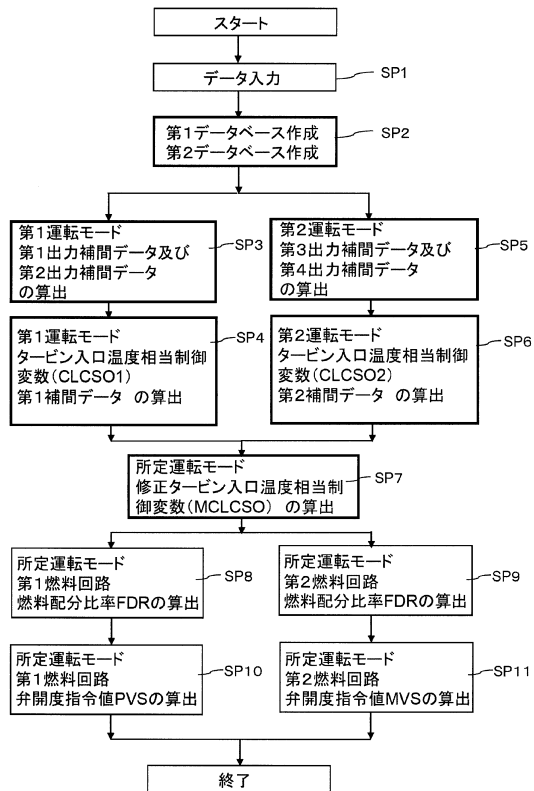


図12

【図13】

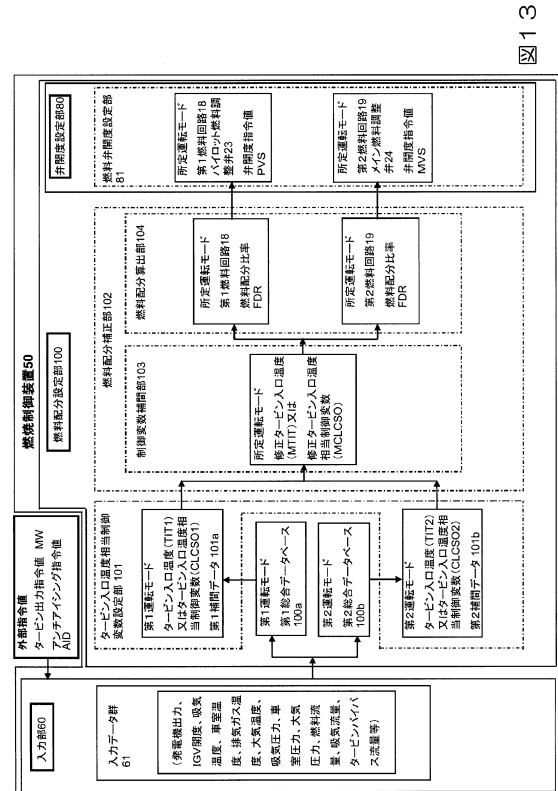


図13

【図 14】

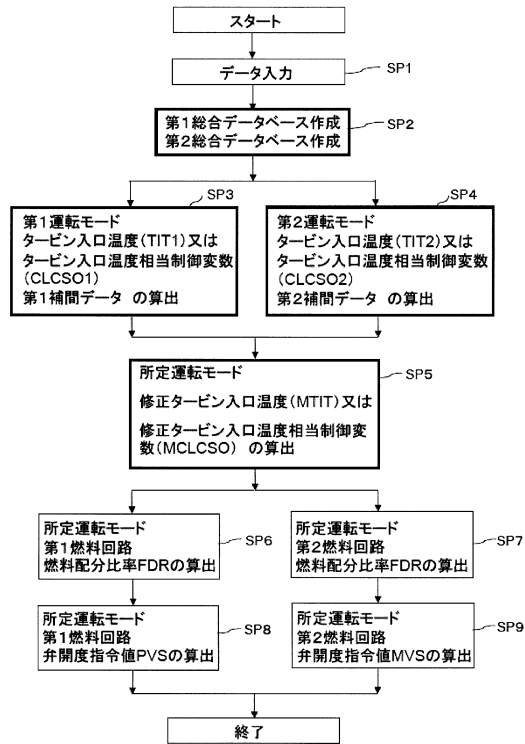


図 14

---

 フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
 F 0 2 C 9/20 (2006.01) F 0 2 C 9/20

- (72)発明者 宇山 典良  
 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 春田 秀樹  
 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 秋月 渉  
 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 駒米 勇二  
 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 高 岡 孝嗣  
 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内
- (72)発明者 岩 崎 好史  
 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内

審査官 齊藤 公志郎

- (56)参考文献 特開2013-053552(JP,A)  
 特開2007-077867(JP,A)  
 特開2004-116384(JP,A)  
 特開2013-209917(JP,A)  
 特開平08-178290(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
 F 0 2 C 9 / 5 2  
 F 0 2 C 7 / 0 0 - 9 / 5 8