(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 4 月 3 日(03.04.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/050163 A1

(51) 国際特許分類:
F02C 7/143 (2006.01) *F02C 7/18* (2006.01)
F01D 25/12 (2006.01) *F02C 7/224* (2006.01)
F02C 6/18 (2006.01) *F02C 9/18* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/054727

(22) 国際出願日: 2013 年 2 月 25 日(25.02.2013)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2012-215127 2012 年 9 月 27 日(27.09.2012) JP

(71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (**MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.**) [JP/JP]; 〒 1088215 東京都港区港南二丁目１６番５号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 國▲廣▼ 哲人(**KUNIHIRO Akihito**); 〒 1088215 東京都港区港南二丁目１６番５号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 森 隆一郎, 外(**MORI Ryuichirou** et al.); 〒 1006620 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 Tokyo (JP).

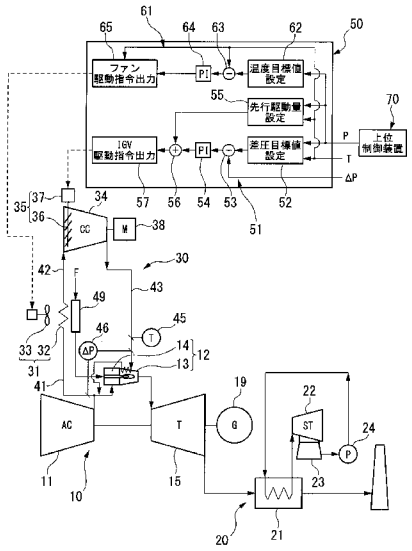
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,

[続葉有]

(54) **Title**: METHOD FOR CONTROLLING GAS TURBINE COOLING SYSTEM, CONTROL DEVICE FOR EXECUTING THIS METHOD, AND GAS TURBINE FACILITY EQUIPPED WITH SAME

(54) 発明の名称 : ガスタービン冷却系統の制御方法、この方法を実行する制御装置、これを備えているガスタービン設備



52 Target differential pressure value setting
55 Preceding drive amount setting
57 IGV drive command output
62 Target temperature value setting
65 Fan drive command output
70 Master control device

(57) **Abstract**: This gas turbine cooling system (30) is equipped with: a cooler (31) that produces cooling air by cooling compressed air extracted from an air compressor (11); a cooling air compressor (34) that supplies the cooling air to a combustion tube (13) of a combustor (12); and an IGV (35) that regulates the flow volume of the cooling air. This gas turbine cooling system control device (50) is equipped with: a target value setting unit (52) that, in accordance with the detected cooling air temperature, sets a target value for the equivalent flow volume of the cooling air; a corrective drive amount calculation unit (53, 54) that sets a corrective drive amount so as to reduce the deviation in the value for the equivalent flow volume of the cooling air with respect to this target value; and a drive command output unit (57) that outputs to the IGV a drive command in accordance with this corrective drive amount.

(57) 要約: 本発明に係わるガスタービン冷却系統（３０）は、空気圧縮機（１１）から抽気した圧縮空気を冷却して冷却空気にする冷却器（３１）と、冷却空気を燃焼器（１２）の燃焼筒（１３）に供給する冷却空気圧縮機（３４）と、冷却空気の流量を調節するＩＧＶ（３５）とを備えている。このガスタービン冷却系統の制御装置（５０）は、検出された冷却空気の温度に応じて、冷却空気の流量相当値についての目標値を定める目標値設定部（５２）と、この目標値に対して、検出された冷却空気の流量相当値の偏差が小さくなる補正駆動量を求める補正駆動量算出部（５３，５４）と、この補正駆動量に応じた駆動指令をＩＧＶに出力する駆動指令出力部（５７）と、を備える。

WO 2014/050163 A1

NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ：

ガスタービン冷却系統の制御方法、この方法を実行する制御装置、これを備えているガスタービン設備

技術分野

[0001] 本発明は、ガスタービン中で燃焼ガスに接する高温部を冷却するためのガスタービン冷却系統の制御方法、この方法を実行する制御装置、これを備えているガスタービン設備に関する。

本願は、２０１２年９月２７日に日本に出願された特願２０１２－２１５１２７号について優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] ガスタービンは、外気を圧縮して圧縮空気を生成する空気圧縮機と、燃料を圧縮空気中で燃焼させて燃焼ガスを生成する複数の燃焼器と、燃焼ガスにより駆動するタービンと、を備えている。ガスタービンでは、燃焼器の燃焼筒や、タービンの動翼や静翼等が高温の燃焼ガスに晒されるため、これらの高温部を冷却して、これらの高温部を燃焼ガスの熱から保護する必要がある。

[0003] 以下の特許文献１には、ガスタービンの高温部の一部である燃焼器の尾筒（燃焼筒）を冷却するための冷却系統が開示されている。この冷却系統は、空気圧縮機から抽気した圧縮空気を冷却する冷却器と、この冷却器で冷却された圧縮空気を加圧して、この圧縮空気を冷却空気として燃焼器の尾筒に送る冷却空気圧縮機と、を備えている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０００－２６５８５６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 燃焼器の燃焼筒等の高温部に対して、高温部の焼損を防止するために十分な流量の冷却空気を送ることが求められる。一方、冷却空気の流量を増加させると冷却空気圧縮機の動力が増加するだけでなく、圧縮空気を冷却する交換熱量が増加するため、ガスタービンの発電効率が低下してしまう。上記特許文献１に記載の冷却系統では、ガスタービンの高温部の冷却とガスタービンの効率とを両立させるための具体的な冷却空気の制御方法について何ら開示されていない。

[0006] そこで、本発明は、上記課題を解決するため、ガスタービンの高温部の十分な冷却を行い、かつガスタービンの発電効率を向上させることができるガスタービン冷却系統の制御方法、この方法を実行する制御装置、これを備えているガスタービン設備を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明に係る一態様としてのガスタービン冷却系統の制御方法は、ガスタービンの空気圧縮機から抽気した圧縮空気を冷却して冷却空気にする冷却器と、前記冷却空気をガスタービン中で燃焼ガスに接する高温部に供給する冷却空気圧縮機と、を備えているガスタービン冷却系統の制御方法において、前記高温部に供給する前記冷却空気の流量相当値についての目標値と前記冷却空気の温度との関係を定めた目標値設定関数を用いて、検出された前記冷却空気の温度に応じた目標値を定める目標値設定工程と、前記冷却空気の流量を調節する冷却空気量調節器の補正駆動量として、前記目標値に対する、検出された前記冷却空気の前記流量相当値の偏差が小さくなる補正駆動量を求める補正駆動量算出工程と、前記補正駆動量に応じた駆動指令を前記冷却空気量調節器に出力する駆動指令出力工程と、を実行する。

[0008] 冷却空気量調節器の駆動量を調節して、冷却空気の流量相当値がその目標値になるように制御すると、ガスタービンの高温部に送られる冷却空気の流量はほぼその目標値になる。しかしながら、高温部に送られる冷却空気の流量を制御できても、この冷却空気の温度に見合った流量に制御できなければ

、高温部を所定の温度以内に管理することができない。そこで、当該制御方法では、高温部に送られる冷却空気の温度に応じた流量相当値の目標値を定め、流量相当値がこの目標値になるように制御することで、冷却空気の流量を、この冷却空気の温度に応じた流量の目標値にして、高温部を所定の温度以下に管理している。また、当該制御方法では、高温部に送る冷却空気を不必要に多くする必要がないので、ガスタービンの発電効率を向上させることができる。

[0009] 前記ガスタービン冷却系統の制御方法において、前記目標値設定関数は、前記目標値と前記冷却空気の温度とガスタービン出力相当値との関係を定めており、前記目標値設定工程では、前記目標値設定関数を用いて、検出された前記冷却空気の温度と外部から得られた前記ガスタービン出力相当値とに応じた目標値を定めてもよい。

[0010] ガスタービン出力相当値が高くなると、高温部を加熱する熱量が多くなる。そこで、当該制御方法では、ガスタービン出力相当値に対応する目標値を定めることで、ガスタービン出力相当値が高くなり、高温部を加熱する熱量が多くなっても、高温部が所定の温度以下になるようにしている。

[0011] 以上のいずれかのガスタービン冷却系統の制御方法において、前記冷却空気の温度と前記冷却空気量調節器の駆動量との関係を示す駆動量設定関数を用いて、検出された前記冷却空気の温度に応じた先行駆動量を定める先行駆動量設定工程を実行し、前記駆動指令出力工程では、前記先行駆動量設定工程で定めた前記先行駆動量に前記補正駆動量に加えた駆動量に応じた駆動指令を出力してもよい。

[0012] この場合、前記駆動量設定関数は、前記冷却空気の温度と、ガスタービン出力相当値と、前記冷却空気量調節器の駆動量との関係を定めており、前記先行駆動量設定工程では、前記駆動量設定関数を用いて、検出された前記冷却空気の温度と外部から得られた前記ガスタービン出力相当値とに応じた前記先行駆動量を定めてもよい。

[0013] 当該制御方法では、先行駆動量を用いた先行制御を行うことで、各種パラ

メータの変動に伴う冷却空気流量の変更の応答性を高めることができる。

[0014] 本発明に係る一態様としてのガスタービン冷却系統の制御装置は、ガスタービンの空気圧縮機から抽気した圧縮空気を冷却して冷却空気にする冷却器と、前記冷却空気をガスタービン中で燃焼ガスに接する高温部に供給する冷却空気圧縮機と、を備えているガスタービン冷却系統の制御装置において、前記冷却空気の流量相当値についての目標値と前記冷却空気の温度との関係を定めた目標値設定関数を用いて、検出された前記冷却空気の温度に応じた目標値を定める目標値設定部と、前記冷却空気の流量を調節する冷却空気量調節器の補正駆動量として、前記目標値に対する、検出された前記冷却空気の前記流量相当値の偏差が小さくなる補正駆動量を求める補正駆動量算出部と、前記補正駆動量に応じた駆動指令を前記冷却空気量調節器に出力する駆動指令出力部と、を有する。

[0015] 当該制御装置でも、前述の制御方法と同様、高温部に送られる冷却空気の温度に応じた流量相当値の目標値を定め、流量相当値がこの目標値になるように制御する。よって、冷却空気の流量を、この冷却空気の温度に応じた流量の目標値にすることができ、高温部を所定の温度以下に管理することができる。さらに、ガスタービンの発電効率を向上させることができる。

[0016] 前記ガスタービン冷却系統の制御装置において、前記目標値設定関数は、前記目標値と前記冷却空気の温度とガスタービン出力相当値との関係を定めており、前記目標値設定部は、前記目標値設定関数を用いて、検出された前記冷却空気の温度と外部から得られた前記ガスタービン出力相当値とに応じた目標値を定めてもよい。

[0017] 当該制御装置では、ガスタービン出力相当値に対応する目標値を定めるので、ガスタービン出力相当値が高くなり、高温部を加熱する熱量が多くなっても、高温部を所定の温度以下に管理することができる。

[0018] 以上のいずれかのガスタービン冷却系統の制御装置において、前記目標値設定関数は、前記冷却空気の温度が高くなるに連れて前記目標値が大きくなる関係を示す関数であってもよい。

[0019] 以上のいずれかのガスタービン冷却系統の制御装置において、前記冷却空気の温度と前記冷却空気量調節器の駆動量との関係を示す駆動量設定関数を用いて、検出された前記冷却空気の温度に応じた先行駆動量を定める先行駆動量設定部を有し、前記駆動指令出力部は、前記先行駆動量設定部が定めた前記先行駆動量に前記補正駆動量を加えた駆動量に応じた駆動指令を出力してもよい。

[0020] この場合、前記駆動量設定関数は、前記冷却空気の温度と、ガスタービン出力相当値と、前記冷却空気量調節器の駆動量との関係を定めており、前記先行駆動量設定部は、該駆動量設定関数を用いて、検出された前記冷却空気の温度と外部から得られた前記ガスタービン出力相当値とに応じた先行駆動量を定めてもよい。

[0021] 当該制御装置では、先行駆動量を用いた先行制御を行うことで、各種パラメータの変動に伴う冷却空気流量の変更の応答性を高めることができる。

[0022] 本発明に係る一態様としてのガスタービン設備は、以上のいずれかの制御装置と、前記高温部に供給する前記冷却空気の温度を検出する温度計、前記冷却空気の前記流量相当値を検出する流量相当値計、前記冷却器、前記冷却空気圧縮機、及び前記冷却空気量調節器を備えている前記ガスタービン冷却系統と、前記ガスタービンと、を備えている。

[0023] 当該ガスタービン設備でも、以上のいずれかの制御装置を備えているので、冷却空気の流量を、この冷却空気の温度に応じた流量の目標値にすることができ、高温部を所定の温度以下に管理することができる。さらに、ガスタービンの発電効率を向上させることができる。

[0024] 前記ガスタービン設備において、前記冷却器は、前記空気圧縮機からの圧縮空気と冷却媒体とを熱交換させる熱交換器と、前記冷却媒体の流量を調節する媒体量調節器と、を有し、前記制御装置は、前記高温部に供給される前記冷却空気の温度が、前記冷却空気の温度の目標値である温度目標値になるよう、前記媒体量調節器に対して駆動指令を出力する駆動指令出力部を有してもよい。

[0025] この場合、前記制御装置は、前記高温部に供給される前記冷却空気の温度の目標値である温度目標値とガスタービン出力相当値との関係を示す温度目標値設定関数を用いて、外部から得られた前記ガスタービン出力相当値に応じた前記温度目標値を定める温度目標値設定部を有してもよい。

[0026] 当該ガスタービン設備では、高温部に供給される冷却空気の温度がほぼ温度目標値になるので、冷却空気流量の制御を安定化させることができる。

[0027] また、前記冷却器が前記媒体量調節器を有するガスタービン設備において、前記冷却器の前記熱交換器は、空気を前記冷却媒体として前記圧縮空気と熱交換させるラジエターであり、前記冷却器の前記媒体量調節器は、前記ラジエターに送る前記空気の流量を調節できるファンであってもよい。

[0028] この場合、前記ガスタービン設備は、前記ファンから前記ラジエターに送られた空気と、前記ガスタービンの燃焼器に送る燃料とを熱交換させて、該燃料を加熱する燃料予熱器を備えてもよい。当該ガスタービン設備では、ガスタービンの発電効率を向上させることができる。

[0029] また、この場合、前記ガスタービンから排気された燃焼ガスとの熱交換で蒸気を発生させる排熱回収ボイラーと、前記ファンから前記ラジエターに送られた空気と前記ガスタービンの燃焼器に送る燃料とを熱交換させて、該燃料を加熱する第一燃料予熱器と、前記燃料と前記排熱回収ボイラーで発生した蒸気又は加熱された水とを熱交換させて該燃料を加熱する第二燃料予熱器と、を備えてもよい。当該ガスタービン設備では、ガスタービンの発電効率を高めることができる。

[0030] 前記冷却器が前記媒体量調節器を有するいずれかのガスタービン設備において、前記ガスタービンから排気された燃焼ガスとの熱交換で蒸気を発生させる排熱回収ボイラーを備え、前記冷却器の前記熱交換器は、前記排熱回収ボイラーに送る水を前記冷却媒体として前記圧縮空気と熱交換させるボイラー水予熱器であり、前記冷却器の前記媒体量調節器は、前記ボイラー水予熱器に送る前記水の流量を調節する水量調節器であってもよい。

[0031] 当該ガスタービン設備では、圧縮空気を冷却することができると共に、ガ

スタービンの発電効率を向上させることができる。

発明の効果

[0032] 本発明では、ガスタービンの高温部の温度を所定以下に抑えることができると共に、ガスタービンの発電効率を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0033] [図1]本発明に係る一実施形態におけるガスタービン設備の系統図である。

[図2]本発明に係る一実施形態における差圧目標値設定関数を示す説明図である。

[図3]本発明に係る一実施形態における先行駆動量設定関数を示す説明図ある。

[図4]本発明に係る一実施形態における温度目標値設定関数を示す説明図である。

[図5]本発明に係る一実施形態におけるガスタービン設備の各部の動作等を示すタイミングチャートである。

[図6]本発明に係る一実施形態の第一変形例におけるガスタービン設備の系統図である。

[図7]本発明に係る一実施形態の第二変形例におけるガスタービン設備の系統図である。

発明を実施するための形態

[0034] 以下、本発明に係るガスタービンのガスタービン設備の一実施形態について、図１～図５を参照して詳細に説明する。

[0035] 本実施形態のガスタービン設備は、図１に示すように、ガスタービン１０と、ガスタービン１０から排気された燃焼ガスの熱を回収する排熱回収装置２０と、ガスタービン１０中の高温部を冷却するガスタービン冷却系統（以下、単に冷却系統とする）３０と、冷却系統３０を制御する制御装置５０と、上位制御装置７０と、を備えている。

[0036] ガスタービン１０は、外気を圧縮して圧縮空気を生成する空気圧縮機１１と、燃料供給源からの燃料Ｆを圧縮空気中で燃焼させて燃焼ガスを生成する

複数の燃焼器１２と、燃焼ガスにより駆動するタービン１５と、を備えている。タービン１５のロータには、このロータの回転で発電する発電機１９が接続されている。複数の燃焼器１２は、タービン１５のロータを中心として、周方向に互いに等間隔でタービン１５のケーシングに固定されている。この燃焼器１２は、燃焼ガスをタービン１５の燃焼ガス流路中に送る燃焼筒１３と、この燃焼筒１３内に燃料及び圧縮空気を噴射する燃料供給器１４とを有している。このガスタービン１０で、燃焼器１２の燃焼筒１３やタービン１５の動翼及び静翼は、高温の燃焼ガスに晒される高温部を成す。本実施形態の冷却系統３０は、ガスタービン１０の高温部のうちの燃焼器１２の燃焼筒１３に冷却空気を供給して、この燃焼筒１３を冷却する。このため、この燃焼筒１３には、燃焼筒１３の外周面とその内周面との間を通る冷却空気通路が形成されている。この冷却空気通路は、燃焼筒１３の外周側において、燃焼ガスの流れ方向の上流側とその下流側とのそれぞれに開口している。燃焼筒１３における燃焼ガスの流れ方向の下流側の開口が冷却空気の流入口を成し、燃焼ガスの流れ方向の上流側の開口が冷却空気の排出口を成している。燃焼筒１３における燃焼ガスの流れ方向の下流側の開口から冷却空気通路内に流入した冷却空気は、燃焼筒１３の壁面を冷却した後、燃焼筒１３における燃焼ガスの流れ方向の上流側の開口から流出し、燃焼用空気として燃焼器１２に回収される。

[0037] 排熱回収装置２０は、ガスタービン１０から排気された燃焼ガスと水との熱交換で蒸気を発生させる排熱回収ボイラー２１と、排熱回収ボイラー２１で発生した蒸気で駆動する蒸気タービン２２と、蒸気タービン２２を駆動させた蒸気を水に戻す復水器２３と、復水器２３中の水を排熱回収ボイラー２１に戻す給水ポンプ２４と、を備えている。蒸気タービン２２のロータには、例えば、このロータの回転で発電する発電機が接続されている。

[0038] 冷却系統３０は、ガスタービン１０の空気圧縮機１１から抽気した圧縮空気を冷却して冷却空気にする冷却器３１と、この冷却空気を加圧して加圧冷却空気として燃焼器１２の燃焼筒１３に供給する冷却空気圧縮機３４と、を

備えている。なお、以下では、加圧冷却空気も単に冷却空気という場合がある。

[0039] 冷却器３１は、空気圧縮機１１から抽気した圧縮空気が内部を通るラジエター３２と、このラジエター３２に空気を送るファン３３と、を有している。ファン３３は、インバータ付モータを有しており、このインバータ付モータの回転数を変えることで、空気の流量を調節できる。すなわち、このファン３３は、圧縮空気の冷却媒体である空気の流量を調節することができる媒体量調節器である。ラジエター３２に隣接した位置には、燃料予熱器４９が設置されており、燃料予熱器４９は、ラジエター３２内の圧縮空気との熱交換により加熱された空気と、燃焼器１２に供給する燃料Ｆとを熱交換させて、燃料Ｆを加熱する。

[0040] 冷却空気圧縮機３４には、モータ３８が接続され、このモータ３８の駆動で冷却空気圧縮機３４が駆動する。冷却空気圧縮機３４の駆動源としては、モータを用いている。しかしながら、冷却空気圧縮機３４の駆動源はいかなるものでもよく、例えば、ガスタービン１０の空気圧縮機１１又はタービン１５のロータと機械的に連結して、この空気圧縮機１１又はタービン１５を駆動源としてもよい。この冷却空気圧縮機３４の吸込口には、吸い込む空気の流量を調節する冷却空気流量調節器としてのＩＧＶ（inlet guide vane）３５が設けられている。このＩＧＶ３５は、冷却空気圧縮機３４の吸込口内に配置されているベーン３６と、このベーン３６の角度を変える駆動器３７と、を有している。

[0041] 空気圧縮機１１から燃焼器１２に圧縮空気を送る圧縮空気ラインでは、その途中で冷却用圧縮空気ライン４１が分岐している。この冷却用圧縮空気ライン４１に冷却器３１のラジエター３２が接続されている。ラジエター３２と冷却空気圧縮機３４の吸込口とは、冷却空気ライン４２で接続されている。冷却空気圧縮機３４の吐出口と燃焼器１２の燃焼筒１３とは、加圧冷却空気ライン４３で接続されている。本実施形態の冷却系統３０は、さらに、加圧冷却空気ライン４３を通る加圧冷却空気の温度を検知する温度計４５と、

冷却用圧縮空気ライン４１中の圧縮空気の圧力と加圧冷却空気ライン４３中の加圧冷却空気の圧力との差圧、つまり空気圧縮機１１の吐出圧と加圧冷却空気の燃焼器１２への入口圧との差圧ΔＰを検知する差圧計４６と、を備えている。

[0042] 制御装置５０は、冷却空気流量調節器としてのＩＧＶ３５のベーン開度を制御するＩＧＶ制御系５１と、冷却器３１における媒体量調節器としてのファン３３の回転数を制御するファン制御系６１と、冷却空気圧縮機３４の駆動源であるモータ３８等を起動させる圧縮機制御系（不図示）と、を有している。ＩＧＶ制御系５１は、ＩＧＶ３５の駆動器３７に対して、この駆動器３７の駆動量（ＩＧＶ開度）を示す駆動指令を出力する。このＩＧＶ制御系５１は、冷却用圧縮空気ライン４１中の圧縮空気の圧力と加圧冷却空気ライン４３中の加圧冷却空気の圧力との差圧ΔＰの目標値を定める差圧目標値設定部５２と、差圧計４６で検知された差圧ΔＰと差圧目標値との偏差を求める減算器５３と、この偏差に応じた比例・積分動作分の補正駆動量を求めるＰＩ制御器５４と、先行駆動量（ＩＧＶ開度）を定める先行駆動量設定部５５と、先行駆動量に補正駆動量を加えた駆動量を出力する加算器５６と、加算器５６からの駆動量に応じた駆動指令をＩＧＶ３５の駆動器３７に出力するＩＧＶ駆動指令出力部５７と、を有している。なお、このＩＧＶ制御系５１で、補正駆動量算出部は減算器５３とＰＩ制御器５４とを有して構成されている。

[0043] 差圧目標値設定部５２は、図２に示すように、差圧目標値と、ガスタービン出力Ｐと、温度計４５で検知される加圧冷却空気の温度Ｔとの関係を示す差圧目標値設定関数を有している。この差圧目標値設定関数は、加圧冷却空気の温度Ｔ（Ｔａ＜Ｔｂ＜Ｔｃ）が高くなるに連れて、差圧目標値が大きくなる関数である。また、差圧目標値設定関数は、ガスタービン出力Ｐが例えば５０％程度の中出力（ｂ％）以上において、このガスタービン出力Ｐが高くなるに連れて、差圧目標値が大きくなる関数である。この差圧目標値設定部５２は、この差圧目標値設定関数を用いて、上位制御装置７０から得られ

たガスタービン出力Ｐと温度計４５で検知された加圧冷却空気の温度Ｔとに応じた差圧目標値を定める。

[0044] なお、ガスタービン出力Ｐの値は、例えば、上位制御装置７０から送られてくる。上位制御装置７０は、例えば、ガスタービン１０に接続されている発電機１９の発電電力を検知する電力計等で検知された電力の値をガスタービン出力Ｐの値として扱う。

[0045] 先行駆動量設定部５５は、図３に示すように、先行駆動量（ＩＧＶ開度）と、ガスタービン出力Ｐと、温度計４５で検知される加圧冷却空気の温度Ｔとの関係を示す先行駆動量設定関数を有している。この設定駆動量設定関数は、加圧冷却空気の温度Ｔ（Ｔａ＜Ｔｂ＜Ｔｃ）が高くなるに連れて、先行駆動量が大きくなる関数である。先行駆動量設定関数は、加圧冷却空気の温度が一定の場合、ガスタービン出力Ｐが０％から予め定めた低出力（ａ％）までは、先行駆動量が当該加圧空気温度における最大かつ一定の値を示す関数である。また、先行駆動量設定関数は、加圧冷却空気の温度が一定の場合、ガスタービン出力Ｐが低出力（ａ％）から前述の中出力（ｂ％）までは、このガスタービン出力Ｐが高くなるに連れて、先行駆動量が小さくなる関数である。また、先行駆動量設定関数は、加圧冷却空気の温度が一定の場合、ガスタービン出力Ｐが中出力（ｂ％）以上では、このガスタービン出力Ｐが高くなるに連れて、先行駆動量が大きくなる関数である。先行駆動量設定部５５は、この先行駆動量設定関数を用いて、上位制御装置７０から得られたガスタービン出力Ｐと温度計４５で検知された加圧冷却空気の温度Ｔとに応じた先行駆動量を定める。

[0046] ファン制御系６１は、ファン３３に対してこのファン３３の駆動量（回転数）を示す駆動指令を出力する。ファン制御系６１は、温度計４５で検出される加圧冷却空気の温度Ｔの目標値を定める温度目標値設定部６２と、温度計４５で検知された加圧冷却空気の温度Ｔと温度目標値との偏差を求める減算器６３と、この偏差に応じた比例・積分動作分の補正駆動量を求めるＰＩ制御器６４と、この補正駆動量に応じた駆動指令をファン３３に出力するフ

ァン駆動指令出力部６５と、を有している。温度目標値設定部６２は、図４に示すように、温度目標値と、温度計４５で検出される加圧冷却空気の温度Ｔとの関係を示す温度目標値設定関数を有している。この温度目標値設定関数は、ガスタービン出力Ｐが０％から前述の低出力（ａ％）までは、温度目標値が一定の第一温度目標値を示し、ガスタービン出力Ｐが前述の中出力（ｂ％）以上では、一定で且つ第一温度目標値より高い第二温度目標値を示す関数である。また、この温度目標値設定関数は、低出力（ａ％）から中出力（ｂ％）までの間では、ガスタービン出力Ｐが増加するに連れて温度目標値が高くなる関数である。温度目標値設定部６２は、この温度目標値設定関数を用いて、温度計４５で検出された加圧冷却空気の温度Ｔに応じた温度目標値を定める。

[0047] なお、以上で説明した差圧目標値設定関数、設定駆動量設定関数、温度目標値設定関数は、各パラメータ相互の関係を式で表した形式のものでも、複数のパラメータ毎の複数の数値相互を関係付けた表形式のものでもよい。

[0048] 次に、以上で説明した冷却系統３０及びその制御装置５０の動作について、図５に示すタイミングチャートに従がって説明する。

[0049] 起動装置により、タービン１５のロータ及び空気圧縮機１１のロータを回転させ始め（Ｓ１）、これらの回転数を徐々に増加させる。この空気圧縮機１１のロータ回転数の増加に伴って、空気圧縮機１１から吐出される圧縮空気の圧力が徐々に高くなると共に、この圧縮空気の温度も徐々に高くなる。タービン１５のロータ及び空気圧縮機１１のロータが予め定められた低回転数になると、制御装置５０の圧縮機制御系（不図示）からの指示で冷却空気圧縮機３４が起動すると共に、制御装置５０のＩＧＶ制御系５１からの駆動指令でＩＧＶ３５のベーン３６が開き始める（Ｓ２）。そして、ＩＧＶ３５のベーン３６の開度（以下、単にＩＧＶ開度とする）は、全開（１００％）になる、又は、そのときの温度計４５で検知された温度Ｔに応じた開度のうちで最大開度になる（Ｓ３）。

[0050] 冷却空気圧縮機３４が起動し、且つＩＧＶ３５のベーン３６が開き始める

と（Ｓ２）、空気圧縮機１１からの圧縮空気が冷却用圧縮空気ライン４１、冷却空気ライン４２及び加圧冷却空気ライン４３を通って、燃焼器１２の燃焼筒１３に供給される。このとき、冷却器３１のファン３３は、まだ起動していない。この段階では、この空気の冷却器出口温度、つまり冷却空気ライン４２中の空気の温度は、空気圧縮機１１から吐出された直後の圧縮空気の温度とほぼ同じである。また、この空気の燃焼器１２の入口温度、つまり温度計４５で検知される加圧冷却空気ライン４３中の温度は、冷却空気圧縮機３４による加圧で、冷却器出口温度より高くなる。

[0051] その後、ガスタービン１０の燃焼器１２に燃料が供給され、この燃料が燃焼器１２の燃焼筒１３内で着火する（Ｓ４）。ガスタービンへの燃料供給量は、この時点からガスタービン１０の負荷運転まで、徐々に増加する。

[0052] 空気の燃焼器１２における入口温度、つまり温度計４５で検知された空気の温度Ｔがファン起動温度になると、制御装置５０のファン駆動指令出力部６５からファン３３の起動を示す駆動指令が出力され、ファン３３が起動する（Ｓ５）。ファン３３が起動すると、冷却器３１のラジエター３２内を通る圧縮空気がファン３３からの空気と熱交換して、この圧縮空気が冷却される。この圧縮空気が冷却空気として冷却空気ライン４２を流れる。この結果、冷却空気ライン４２中の冷却空気の温度、つまり冷却器出口温度、さらに、加圧冷却空気ライン４３中の加圧冷却空気の温度、つまり加圧冷却空気の燃焼器における入口温度は、いずれも一時的に低下する。しかしながら、空気圧縮機１１ロータ回転数の増加に伴って、空気圧縮機１１から吐出される圧縮空気の温度が高まる関係上、冷却空気の冷却器出口温度、さらに、加圧冷却空気の燃焼器入口温度も再び高くなり始める。

[0053] 制御装置５０のファン制御系６１は、温度計４５で検知された空気の温度Ｔがファン起動温度になると、前述したように、ファン３３を起動させると共に、このファン３３の回転数の制御も開始する（Ｓ５）。ファン制御系６１の温度目標値設定部６２には、上位制御装置７０からガスタービン出力Ｐ０％が入力される。温度目標値設定部６２は、温度目標値設定関数（図４参

照）を用いて、ガスタービン出力Ｐ０％に対応する加圧冷却空気の温度目標値である第一温度目標値を出力する。ファン制御系６１の減算器６３は、温度計４５で検知された加圧冷却空気の温度Ｔと第一温度目標値との偏差を求め、これをファン制御系６１のＰＩ制御器６４に出力する。このＰＩ制御器６４は、この偏差に応じた比例・積分動作分の補正駆動量を求め、ファン駆動指令出力部６５に出力する。ファン駆動指令出力部６５は、この補正駆動量に応じた駆動指令をファン３３に出力する。この結果、温度計４５で検知される加圧冷却空気の温度は、ほぼ第一温度目標値になる。

[0054] タービン１５のロータ回転数及び空気圧縮機１１のロータ回転数が１００％になってから（Ｓ６）、所定時間経過すると、発電機１９が外部の電力系統に併入され、電力系統負荷、つまりガスタービン出力Ｐが増加し始める（Ｓ７）。

[0055] ガスタービン出力Ｐが前述の低出力（ａ％）になると、制御装置５０のＩＧＶ制御系５１により、ＩＧＶ３５のベーン開度制御が開始される（Ｓ８）。ＩＧＶ制御系５１の先行駆動量設定部５５には、上位制御装置７０からのガスタービン出力Ｐ及び温度計４５で検知された加圧冷却空気の温度Ｔが入力される。先行駆動量設定部５５は、先行駆動量設定関数（図３参照）を用いて、ガスタービン出力Ｐ及び加圧冷却空気の温度Ｔに対応する先行駆動量を定め、これを加算器５６に出力する。以上の動作と並行して、ＩＧＶ制御系５１の差圧目標値設定部５２にも、上位制御装置７０からのガスタービン出力Ｐ及び温度計４５で検知された加圧冷却空気の温度Ｔが入力される。差圧目標値設定部５２は、差圧目標値設定関数（図２参照）を用いて、ガスタービン出力Ｐ及び加圧冷却空気の温度Ｔに対応する差圧目標値を定め、これを出力する。ＩＧＶ制御系５１の減算器５３は、この差圧目標値と差圧計４６で検知された差圧ΔＰとの偏差を求め、これをＩＧＶ制御系５１のＰＩ制御器５４に出力する。このＰＩ制御器５４は、この偏差に応じた比例・積分動作分の補正駆動量を求め、これを加算器５６に出力する。加算器５６は、先行駆動量設定部５５から出力された先行駆動量とＰＩ制御器５４から出力

された補正駆動量とを加算し、この加算で得られた駆動量を出力する。ＩＧＶ駆動指令出力部５７は、加算器５６から出力された駆動量に応じた駆動指令をＩＧＶ３５の駆動器３７に出力する。この結果、ＩＧＶ開度は、駆動指令が示す駆動量見合いの開度になる。

[0056] すなわち、本実施形態では、ＩＧＶ３５の先行駆動量を定めて、加圧冷却空気の流量をフィードフォワード制御すると共に、加圧冷却空気の流量と相関関係のある差圧ΔＰに基づいて、加圧冷却空気の流量のフィードバック制御している。

[0057] なお、先行駆動量設定関数（図３参照）は、ガスタービン出力Ｐが低出力（ａ％）から中出力（ｂ％）までの間、前述したように、ガスタービン出力Ｐが高くなるに連れて、先行駆動量が小さくなる関数である。このため、ガスタービン出力Ｐが低出力（ａ％）から中出力（ｂ％）までの間、この先行駆動設定関数で定められる先行駆動量がきいて、ガスタービン出力Ｐが高くなるに連れて、ＩＧＶ開度は小さくなる。

[0058] また、ファン制御系６１が有している温度目標値設定関数（図４参照）は、ガスタービン出力Ｐが低出力（ａ％）から中出力（ｂ％）までの間、前述したように、ガスタービン出力Ｐが高くなるに連れて、温度目標値が大きくなる関数である。このため、ガスタービン出力Ｐが低出力（ａ％）になると、この低出力（ａ％）から中出力（ｂ％）までの間、ガスタービン出力Ｐが高くなるに連れて、冷却空気の温度及び加圧冷却空気の温度は高くなる（Ｓ９）。

[0059] ＩＧＶ制御系５１が有している先行駆動量設定関数（図３参照）は、ガスタービン出力Ｐが中出力（ｂ％）以上において、前述したように、ガスタービン出力Ｐが高くなるに連れて、先行駆動量が大きくなる関数である。また、ＩＧＶ制御系５１が有している差圧目標値設定関数（図２）は、ガスタービン出力Ｐが中出力（ｂ％）以上において、前述したように、ガスタービン出力Ｐが高くなるに連れて、差圧目標値が大きくなる関数である。すなわち、ガスタービン出力Ｐが中出力（ｂ％）以上において、ガスタービン出力Ｐ

が高くなるに連れて、先行駆動量及び差圧目標値が大きくなる。このため、ガスタービン出力Ｐが中出力（ｂ％）以上になると、ガスタービン出力Ｐが高くなるに連れて、ＩＧＶ開度は大きくなる。言い換えると、ガスタービン出力Ｐが中出力（ｂ％）以上では、ガスタービン出力Ｐが低くなるに連れて、ＩＧＶ開度は小さくなる（Ｓ１０）。

[0060] また、ファン制御系６１が有している温度目標値設定関数（図４参照）は、ガスタービン出力Ｐが中出力（ｂ％）以上では、一定で且つ第一温度目標値より高い第二温度目標値を示す関数である。このため、ガスタービン出力Ｐが中出力（ｂ％）以上になると、加圧冷却空気の温度はほぼ第二温度目標値になる（Ｓ１１）。

[0061] ガスタービン出力Ｐが中出力（ｂ％）を越えてから、ガスタービン１０への燃料供給量が減少して、再び、中出力（ｂ％）以下になると、ＩＧＶ制御系５１による制御で、ガスタービン出力Ｐが低くなるに連れて、ＩＧＶ３５のベーン３６の開度は大きくなると共に（Ｓ１２）、ファン制御系６１による制御で、ガスタービン出力Ｐが低くなるに連れて、冷却空気の温度及び加圧冷却空気の温度は低くなる（Ｓ１３）。

[0062] ガスタービン出力Ｐがさらに低下して低出力（ａ％）以下になると、ＩＧＶ制御系５１による制御で、ＩＧＶ開度は、再び、１００％になる、又は、そのときの温度計４５で検知された温度Ｔに応じた開度のうちで最大開度になると共に（Ｓ１４）、ファン制御系６１による制御で、加圧冷却空気の温度は、再び、ほぼ第一温度目標値になる（Ｓ１５）。

[0063] さらに、ガスタービン１０への燃料供給量が停止してから（Ｓ１６）、所定時間経過すると、ＩＧＶ制御系５１による制御で、ＩＧＶ開度は、０％、つまり全閉になると共に（Ｓ１７）、冷却空気圧縮機３４が停止し、ファン制御系６１による制御で、ファン３３が停止する（Ｓ１８）。

[0064] 冷却用圧縮空気ライン４１中の圧縮空気の圧力と加圧冷却空気ライン４３中の加圧冷却空気の圧力との差圧ΔＰ、つまり、空気圧縮機１１の吐出圧と燃焼器１２の燃焼筒１３に送られる加圧冷却空気の圧力との差圧ΔＰは、前

述したように、燃焼器１２の燃焼筒１３に送られる冷却空気の流量と相関関係がある。このため、ＩＧＶ開度を調節して、この差圧ΔＰが差圧目標値になるように制御すると、燃焼器１２の燃焼筒１３に送られる冷却空気の流量も差圧目標値見合いの所定の流量になる。しかしながら、燃焼器１２の燃焼筒１３に送られる冷却空気の流量を制御できても、この冷却空気の温度に見合った流量に制御できなければ、燃焼筒１３を所定の温度以内に管理することができない。

[0065] そこで、本実施形態では、燃焼筒１３に供給される加圧冷却空気の温度に応じた差圧目標値を定め、差圧ΔＰが目標差圧ΔＰになるように制御することで、加圧冷却空気の流量を、この加圧冷却空気の温度に応じた目標値にして、燃焼筒１３の温度を燃焼筒１３が損傷しない温度以下に管理している。また、本実施形態では、燃焼筒１３に送る冷却空気を不必要に多くする必要がないので、ガスタービン１０の発電効率を向上させることができる。

[0066] ガスタービン１０が中出力（ｂ％）以上になると、ガスタービン１０への燃料供給量が増加して、ガスタービン出力Ｐが増加すると、燃焼筒１３を加熱する熱量が増加する。そこで、本実施形態では、ガスタービン出力Ｐの増加に伴って、差圧目標値を大きくすると共に、ＩＧＶ３５の先行駆動量を大きくして、この燃焼筒１３に供給する加圧冷却空気の流量を多くして、燃焼筒１３の温度上昇を抑えている。

[0067] また、本実施形態では、加圧冷却空気の流量と相関関係のある差圧ΔＰに基づいて、加圧冷却空気の流量のフィードバック制御を行っていると共に、ＩＧＶ３５の先行駆動量を定めて、加圧冷却空気の流量をフィードフォワード制御しているので、加圧冷却空気の温度やガスタービン出力Ｐ等の各種パラメータの変動に伴う加圧冷却空気の流量変更の応答性を高めることができる。

[0068] また、本実施形態では、冷却器３１のファン３３から送風されて、圧縮空気との熱交換で加熱された空気の熱を利用して、燃焼器１２に供給される燃料を燃料予熱器４９で予熱しているので、ガスタービン１０の発電効率をさ

らに向上させることができる。

[0069] ところで、ガスタービン１０の起動過程や停止過程では、加圧冷却空気の圧力が負荷運転中と比べて低い。そこで、本実施形態では、この起動過程や停止過程において、燃焼筒１３の冷却に必要な加圧冷却空気の流量及び温度を確保するため、ＩＧＶ開度を全開（１００％）、又は、そのときの温度計４５で検知された温度Ｔに応じた開度のうちで最大開度にすると共に、加圧冷却空気の温度を低くして、低い温度の加圧冷却空気の流量を多くしている。

[0070] なお、起動過程や停止過程では、加圧冷却空気の温度を低くせずとも、ＩＧＶ開度を全開（１００％）、又は、そのときの温度計４５で検知された温度Ｔに応じた開度のうちで最大開度にすれば、燃焼器１２の燃焼筒１３を所定温度以下に冷却することは可能である。しかしながら、加圧冷却空気の温度を低くしなければ、加圧冷却空気の流量を多くする必要性が生じるため、冷却空気圧縮機３４の必要吸込風量を大きくしなければならなくなり、冷却空気圧縮機３４の大型化し、設備コストがかさむ。そこで、本実施形態では、起動過程や停止過程で、加圧冷却空気の温度を低くすることで、冷却空気圧縮機３４の必要吸込風量を小さくして、冷却空気圧縮機３４の大型化及び設備コストを抑えている。

[0071] 「第一変形例」

次に、ガスタービン設備に関する上記実施形態の第一変形例について、図６に基づいて説明する。

[0072] 上記実施形態では、冷却器３１のラジエター３２に隣接した位置に燃料Ｆを加熱する燃料予熱器４９を設置している。本変形例では、さらに、この燃料予熱器（第一燃料予熱器）４９で加熱された燃料Ｆと、排熱回収ボイラー２１で発生した蒸気又は加熱された水とを熱交換させて、燃料Ｆをさらに過熱する燃料予熱器（第二燃料予熱器）２５を設けている。

[0073] 以上、本変形例では、冷却器３１のファン３３から送風されて、圧縮空気との熱交換で加熱された空気の熱を利用して、燃料Ｆを加熱し、排熱回収ボ

イラー２１で発生した蒸気又は加熱された水の熱を利用して、さらに燃料Ｆを加熱している。よって、ガスタービンの発電効率をさらに向上させることができる。

[0074] 「第二変形例」

次に、ガスタービン設備の上記実施形態の第二変形例について、図７を基づいて説明する。

[0075] 上記実施形態では、冷却器３１の熱交換器がラジエター３２であり、冷却器３１の媒体量調節器がファン３３である。本変形例では、冷却器２６の熱交換器としてラジエター３２の替りに、排熱回収ボイラー２１に供給されるボイラー水を圧縮空気と熱交換させるボイラー水予熱器２７を用い、冷却器２６の媒体量調節器としてファン３３の替りに、ボイラー水予熱器２７に供給するボイラー水の流量を調節する水量調節弁（水量調節器）２８を用いている。このため、本変形例の制御装置５０ａでは、ファン制御系６１の替りに、水量調節弁へ開度指令を出力する水量調節弁制御系６１ａが設けられる。

[0076] 以上、本変形例では、排熱回収ボイラー２１に供給されるボイラー水を圧縮空気と熱交換させているので、圧縮空気を冷却することができると共に、このボイラー水を予熱することができる。

[0077] 「その他の変形例」

上記実施形態では、差圧計４６を設け、この差圧計４６で検知された差圧ΔＰに基づいて、燃焼器１２の燃焼筒１３に供給する冷却空気の流量を制御している。しかしながら、この差圧計４６の替りに、燃焼器１２に供給する冷却空気の流量を検知する流量計を、空気圧縮機１１から抽気した圧縮空気を燃焼器１２の燃焼筒１３に送るライン中のいずれかの位置に設け、この流量計で検知された流量に基づいて、燃焼器１２の燃焼筒１３に供給する冷却空気の流量を制御するようにしてもよい。この場合、ＩＧＶ制御系５１の差圧目標値設定部５２は、流量目標値設定部となる。そして、この流量目標設定部は、流量目標値と、ガスタービン出力Ｐと、温度計４５で検知される加

圧冷却空気の温度Ｔとの関係を示す流量目標値設定関数を用いて、ガスタービン出力Ｐと加圧冷却空気の温度Ｔとに応じた流量目標値を定めことになる。さらに、ＩＧＶ制御系５１の減算器５３は、この流量目標値と流量計で検知された流量との偏差を求めることになる。

[0078] 以上のように、本発明において、燃焼器１２の燃焼筒１３に供給する空気の流量相当値は、冷却空気の流量であってもよいし、この空気の流量と相関関係のある、例えば、差圧ΔＰ等であってもよい。なお、冷却空気の流量は、体積流量であっても質量流量であってもよい。

また、上記実施形態では、空気圧縮機１１の吐出圧と加圧冷却空気の燃焼器１２への入口圧との差圧ΔＰを検知するために差圧計４６を設置しているが、空気圧縮機１１の吐出圧と加圧冷却空気の燃焼器１２への入口圧とをそれぞれ個別に設けた圧力計で検知し、制御装置５０又は５０ａでその圧力差を演算して差圧ΔＰとしてもよい。

[0079] また、上記実施形態では、ガスタービン出力相当値として、ガスタービン１０に接続されている発電機１９の発電電力を検知する電力計等で検知された電力の値を用いている。しかしながら、本発明において、ガスタービン出力相当値は、ガスタービン出力Ｐと相関関係のあるパラメータの値であれば、如何なるものでもよく、例えば、ガスタービン１０に供給する燃料流量の値や、ガスタービン１０の運転状況等から想定されるタービン１０の燃焼ガス入口部の温度、或いはこの温度を無次元化した値であってもよい。

[0080] 以上の実施形態では、加圧冷却空気ライン４３に温度計４５を設けているが、冷却器２６，３１と冷却空気圧縮機３４との間の冷却空気ライン４２に温度計４５を設けてもよい。

[0081] また、以上の実施形態では、冷却空気調整器としてＩＧＶ３５を用いているが、ガスタービン１０の高温部に供給する冷却空気の流量を調節できるものであれば、如何なるのもでもよい。また、以上の実施形態では、冷却空気圧縮機３４中に冷却空気調整器としてのＩＧＶ３５を設けているが、この冷却空気調節器は、冷却空気圧縮機３４の上流側に設けても下流側に設けても

よい。

[0082] また、以上の実施形態では、冷却空気を燃焼器１２の燃焼筒１３に供給しているが、ガスタービン１０中で燃焼ガスに接する高温部であれば、如何なるところに冷却空気を供給してもよく、例えば、タービン１５の動翼や静翼等に冷却空気を供給してもよい。

産業上の利用可能性

[0083] 本発明では、ガスタービンの高温部の温度を所定以下に抑えることができると共に、ガスタービンの発電効率を向上させることができる。

符号の説明

[0084] １０：ガスタービン

１１：空気圧縮機

１２：燃焼器

１３：燃焼筒

１５：タービン

１９：発電機

２０：排熱回収装置

２１：排熱回収ボイラー

２５：燃料予熱器（第二燃料予熱器）

２７：ボイラー水予熱器

２８：水量調節弁

３０：ガスタービン冷却系統

２６，３１：冷却器

３２：ラジエター

３３：ファン

３４：冷却空気圧縮機

４５：温度計

４６：差圧計

４９：燃料予熱器（第一燃料予熱器）

５０：制御装置

５１：ＩＧＶ制御系

５２：差圧目標値設定部

５５：先行駆動量設定部

５７：ＩＧＶ駆動指令出力部

６１：ファン制御系

６２：温度目標値設定部

６５：ファン駆動指令出力部

７０：上位制御装置

請求の範囲

[請求項1] ガスタービンの空気圧縮機から抽気した圧縮空気を冷却して冷却空気にする冷却器と、前記冷却空気をガスタービン中で燃焼ガスに接する高温部に供給する冷却空気圧縮機と、を備えているガスタービン冷却系統の制御方法において、

前記高温部に供給する前記冷却空気の流量相当値についての目標値と前記冷却空気の温度との関係を定めた目標値設定関数を用いて、検出された前記冷却空気の温度に応じた目標値を定める目標値設定工程と、

前記冷却空気の流量を調節する冷却空気量調節器の補正駆動量として、前記目標値に対する、検出された前記冷却空気の前記流量相当値の偏差が小さくなる補正駆動量を求める補正駆動量算出工程と、

前記補正駆動量に応じた駆動指令を前記冷却空気量調節器に出力する駆動指令出力工程と、

を実行するガスタービン冷却系統の制御方法。

[請求項2] 請求項１に記載のガスタービン冷却系統の制御方法において、

前記目標値設定関数は、前記目標値と前記冷却空気の温度とガスタービン出力相当値との関係を定めており、前記目標値設定工程では、前記目標値設定関数を用いて、検出された前記冷却空気の温度と外部から得られた前記ガスタービン出力相当値とに応じた目標値を定める、

ガスタービン冷却系統の制御方法。

[請求項3] 請求項１又は２に記載のガスタービン冷却系統の制御方法において、

前記冷却空気の温度と前記冷却空気量調節器の駆動量との関係を示す駆動量設定関数を用いて、検出された前記冷却空気の温度に応じた先行駆動量を定める先行駆動量設定工程を実行し、

前記駆動指令出力工程では、前記先行駆動量設定工程で定めた前記

先行駆動量に前記補正駆動量に加えた駆動量に応じた駆動指令を出力する、

ガスタービン冷却系統の制御方法。

[請求項4] 請求項３に記載のガスタービン冷却系統の制御方法において、

前記駆動量設定関数は、前記冷却空気の温度と、ガスタービン出力相当値と、前記冷却空気量調節器の駆動量との関係を定めており、前記先行駆動量設定工程では、前記駆動量設定関数を用いて、検出された前記冷却空気の温度と外部から得られた前記ガスタービン出力相当値とに応じた前記先行駆動量を定める、

ガスタービン冷却系統の制御方法。

[請求項5] ガスタービンの空気圧縮機から抽気した圧縮空気を冷却して冷却空気にする冷却器と、前記冷却空気をガスタービン中で燃焼ガスに接する高温部に供給する冷却空気圧縮機と、を備えているガスタービン冷却系統の制御装置において、

前記冷却空気の流量相当値についての目標値と前記冷却空気の温度との関係を定めた目標値設定関数を用いて、検出された前記冷却空気の温度に応じた目標値を定める目標値設定部と、

前記冷却空気の流量を調節する冷却空気量調節器の補正駆動量として、前記目標値に対する、検出された前記冷却空気の前記流量相当値の偏差が小さくなる補正駆動量を求める補正駆動量算出部と、

前記補正駆動量に応じた駆動指令を前記冷却空気量調節器に出力する駆動指令出力部と、

を有するガスタービン冷却系統の制御装置。

[請求項6] 請求項５に記載のガスタービン冷却系統の制御装置において、

前記目標値設定関数は、前記目標値と前記冷却空気の温度とガスタービン出力相当値との関係を定めており、前記目標値設定部は、前記目標値設定関数を用いて、検出された前記冷却空気の温度と外部から得られた前記ガスタービン出力相当値とに応じた目標値を定める、

ガスタービン冷却系統の制御装置。

[請求項7] 請求項５又は６に記載のガスタービン冷却系統の制御装置において、

前記目標値設定関数は、前記冷却空気の温度が高くなるに連れて前記目標値が大きくなる関係を示す関数である、

ガスタービン冷却系統の制御装置。

[請求項8] 請求項５から７のいずれか一項に記載のガスタービン冷却系統の制御装置において、

前記冷却空気の温度と前記冷却空気量調節器の駆動量との関係を示す駆動量設定関数を用いて、検出された前記冷却空気の温度に応じた先行駆動量を定める先行駆動量設定部を有し、

前記駆動指令出力部は、前記先行駆動量設定部が定めた前記先行駆動量に前記補正駆動量を加えた駆動量に応じた駆動指令を出力する、

ガスタービン冷却系統の制御装置。

[請求項9] 請求項８に記載のガスタービン冷却系統の制御装置において、

前記駆動量設定関数は、前記冷却空気の温度と、ガスタービン出力相当値と、前記冷却空気量調節器の駆動量との関係を定めており、前記先行駆動量設定部は、該駆動量設定関数を用いて、検出された前記冷却空気の温度と外部から得られた前記ガスタービン出力相当値とに応じた先行駆動量を定める、

ガスタービン冷却系統の制御装置。

[請求項10] 請求項５から９のいずれか一項に記載の制御装置と、

前記高温部に供給する前記冷却空気の温度を検出する温度計、前記冷却空気の前記流量相当値を検出する流量相当値計、前記冷却器、前記冷却空気圧縮機、及び前記冷却空気量調節器を備えている前記ガスタービン冷却系統と、

前記ガスタービンと、

を備えているガスタービン設備。

[請求項11] 請求項１０に記載のガスタービン設備において、

前記冷却器は、前記空気圧縮機からの圧縮空気と冷却媒体とを熱交換させる熱交換器と、前記冷却媒体の流量を調節する媒体量調節器と、を有し、

前記制御装置は、前記高温部に供給される前記冷却空気の温度が、前記冷却空気の温度の目標値である温度目標値になるよう、前記媒体量調節器に対して駆動指令を出力する駆動指令出力部を有する、

ガスタービン設備。

[請求項12] 請求項１１に記載のガスタービン設備において、

前記制御装置は、前記高温部に供給される前記冷却空気の温度の目標値である温度目標値とガスタービン出力相当値との関係を示す温度目標値設定関数を用いて、外部から得られた前記ガスタービン出力相当値に応じた前記温度目標値を定める温度目標値設定部を有する、

ガスタービン設備。

[請求項13] 請求項１１又は１２に記載のガスタービン設備において、

前記冷却器の前記熱交換器は、空気を前記冷却媒体として前記圧縮空気と熱交換させるラジエターであり、前記冷却器の前記媒体量調節器は、前記ラジエターに送る前記空気の流量を調節できるファンである、

ガスタービン設備。

[請求項14] 請求項１３に記載のガスタービン設備において、

前記ファンから前記ラジエターに送られた空気と、前記ガスタービンの燃焼器に送る燃料とを熱交換させて、該燃料を加熱する燃料予熱器を備えている、

ガスタービン設備。

[請求項15] 請求項１３に記載のガスタービン設備において、

前記ガスタービンから排気された燃焼ガスとの熱交換で蒸気を発生させる排熱回収ボイラーと、

前記ファンから前記ラジエターに送られた空気と、前記ガスタービンの燃焼器に送る燃料とを熱交換させて、該燃料を加熱する第一燃料予熱器と、

前記燃料と前記排熱回収ボイラーで発生した蒸気又は加熱された水とを熱交換させて該燃料を加熱する第二燃料予熱器と、

を備えているガスタービン設備。

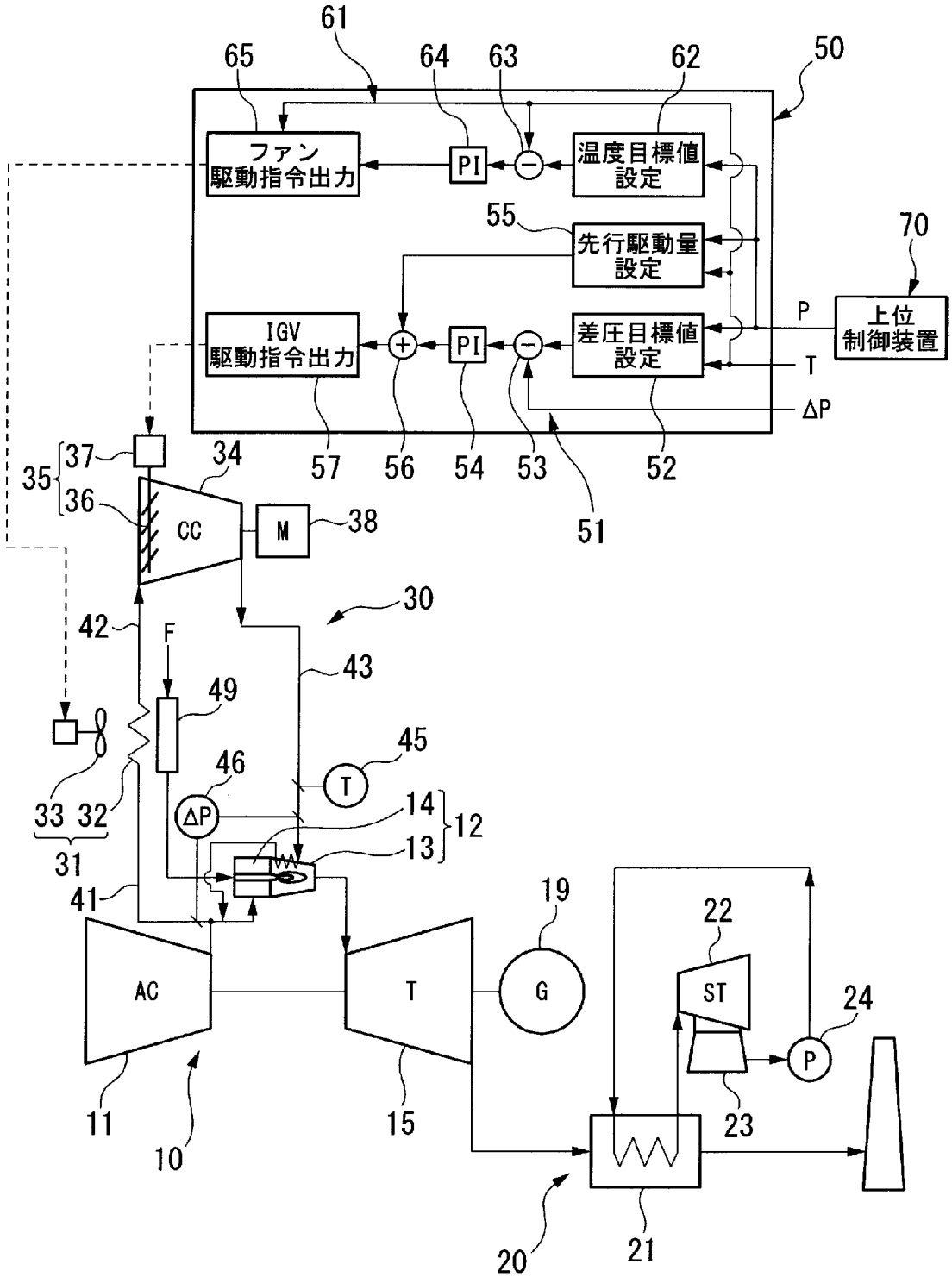
[請求項16] 請求項１１又は１２に記載のガスタービン設備において、

前記ガスタービンから排気された燃焼ガスとの熱交換で蒸気を発生させる排熱回収ボイラーを備え、

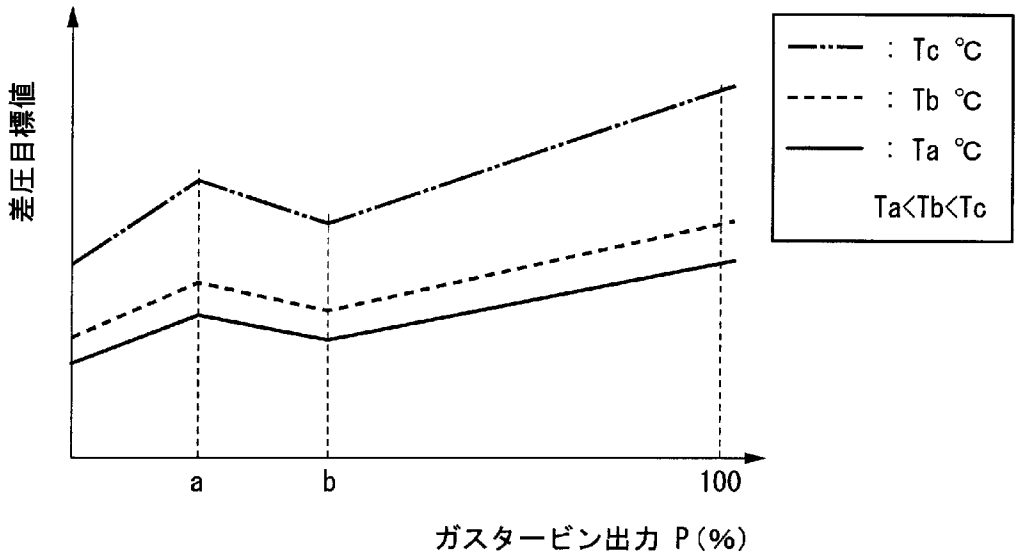
前記冷却器の前記熱交換器は、前記排熱回収ボイラーに送る水を前記冷却媒体として前記圧縮空気と熱交換させるボイラー水予熱器であり、前記冷却器の前記媒体量調節器は、前記ボイラー水予熱器に送る前記水の流量を調節する水量調節器である、

ガスタービン設備。

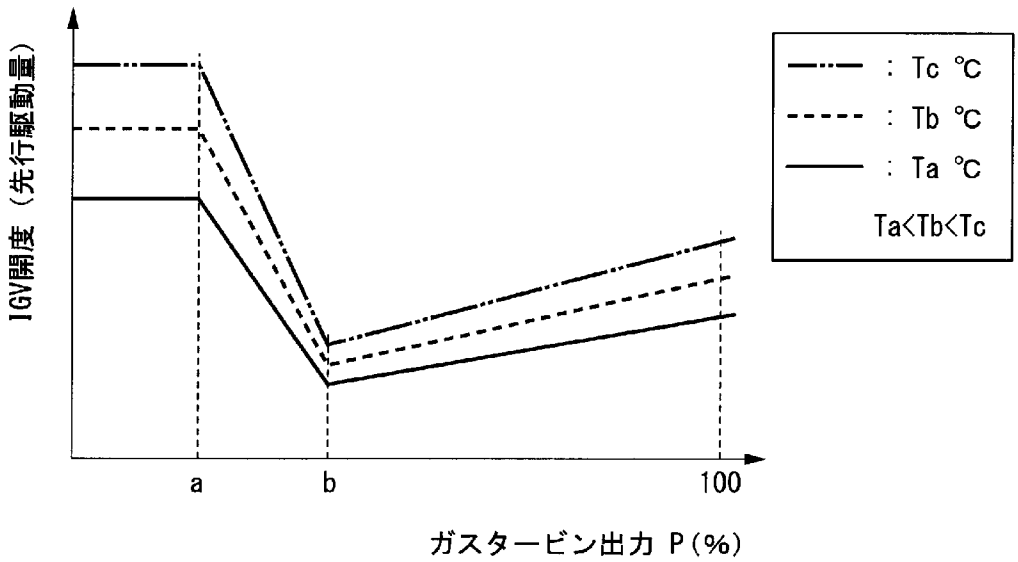
[図1]


61
65
64
63
62
50
ファン
駆動指令出力
PI
温度目標値
設定
55
先行駆動量
設定
70
IGV
駆動指令出力
PI
差圧目標値
設定
P
上位
制御装置
T
ΔP
57
56
54
53
52
51
35
37
36
34
CC
M
38
30
42
F
43
49
45
46
T
ΔP
14
13
12
33
32
31
41
19
22
AC
T
G
ST
24
P
11
10
15
23
20
21

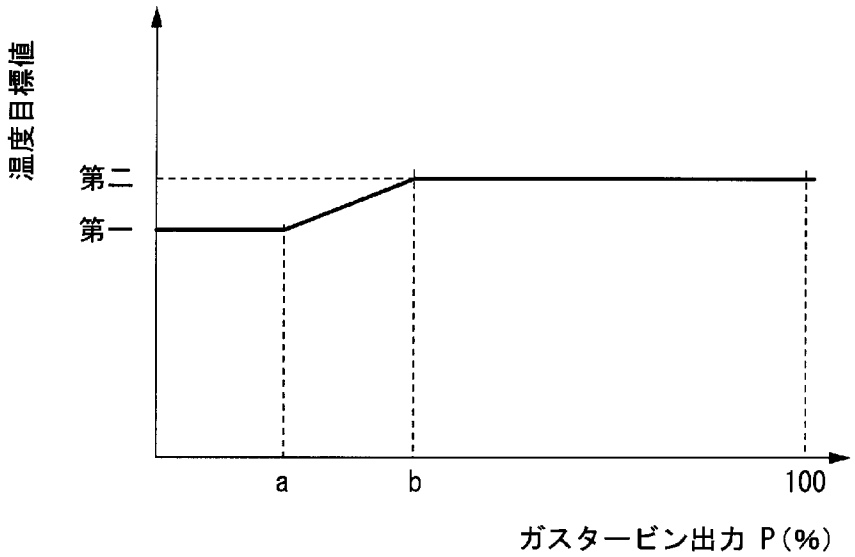
[図2]


差圧目標値
: Tc ℃
: Tb ℃
: Ta ℃
Ta<Tb<Tc
a
b
100
ガスタービン出力 P(%)

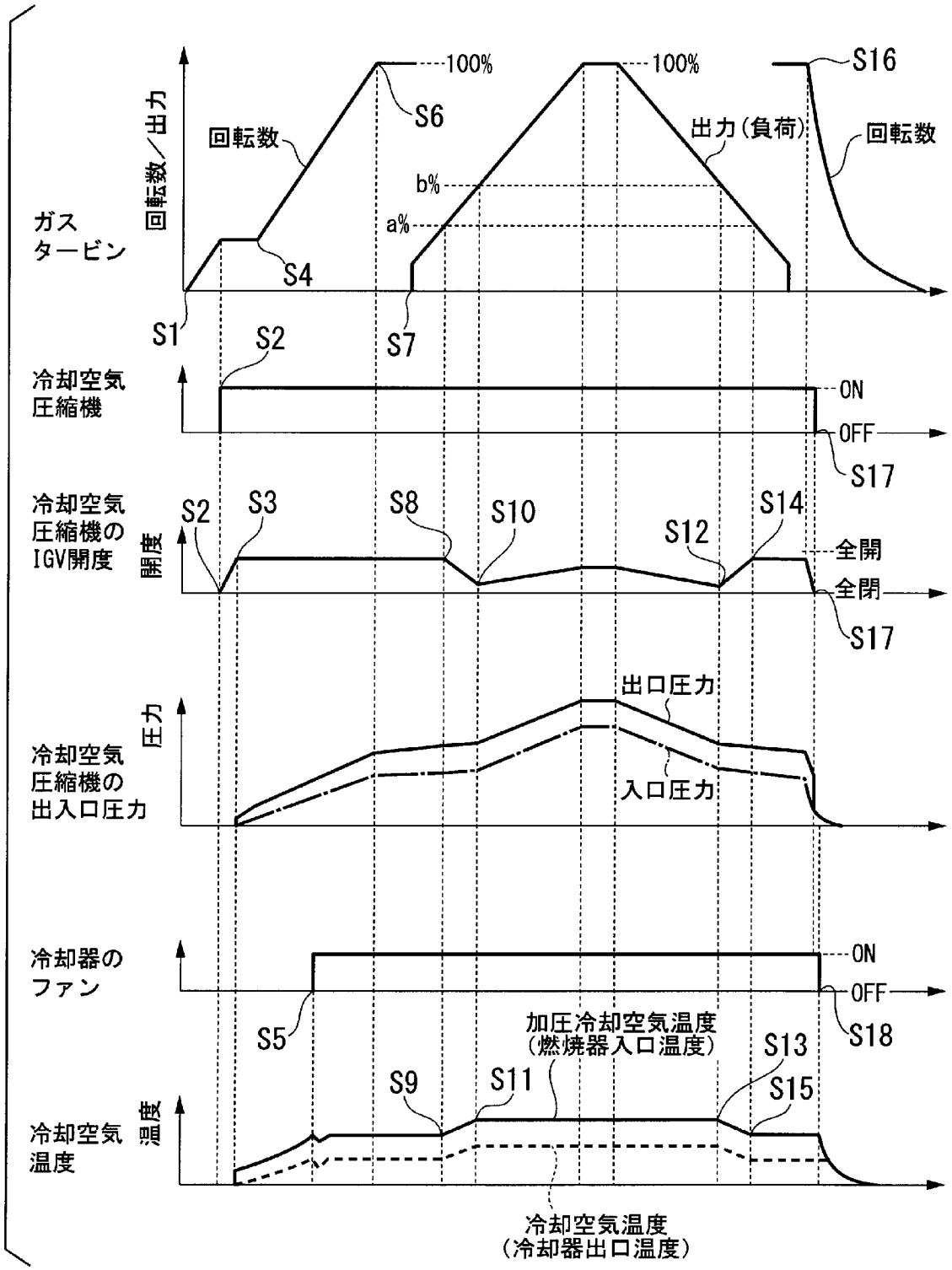
[図3]


IGV開度（先行駆動量）
: Tc ℃
: Tb ℃
: Ta ℃
Ta<Tb<Tc
a
b
100
ガスタービン出力 P(%)

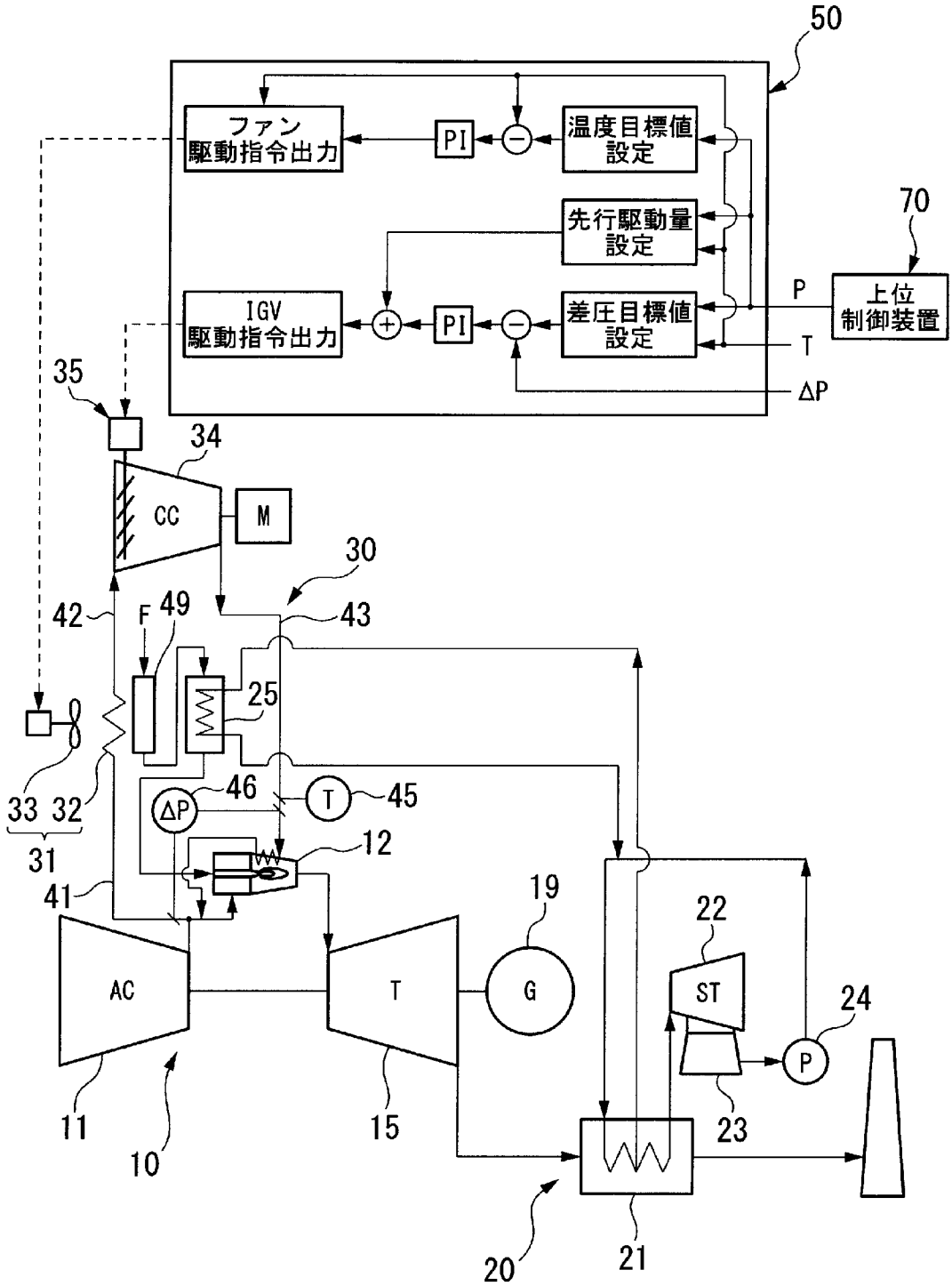
[図4]



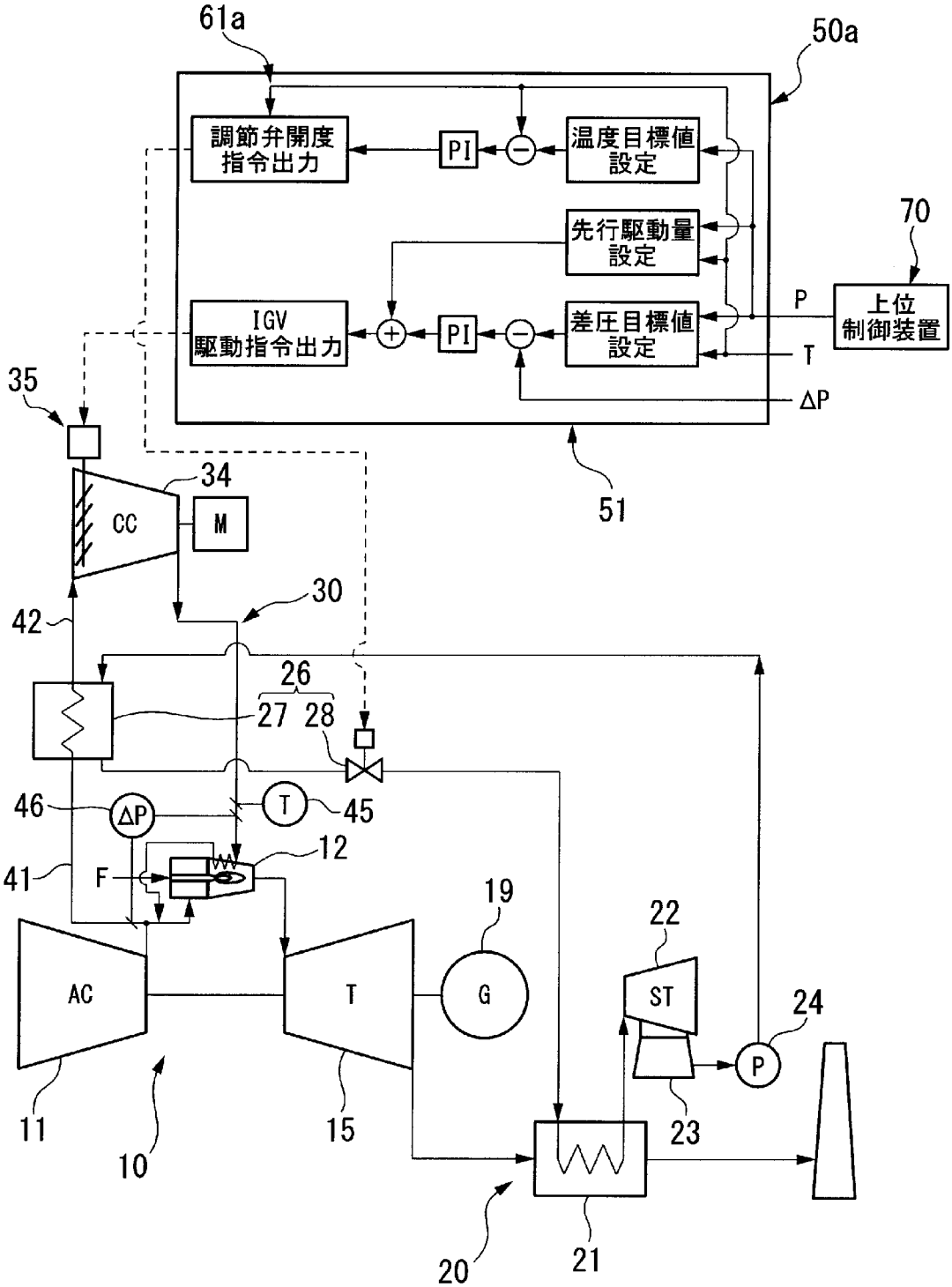
[図5]


ガス
タービン
回転数／出力
回転数
100%
S6
S4
S1
S7
b%
a%
100%
出力(負荷)
S16
回転数
冷却空気
圧縮機
S2
ON
OFF
S17
冷却空気
圧縮機の
IGV開度
開度
S2
S3
S8
S10
S12
S14
全開
全閉
S17
冷却空気
圧縮機の
出入口圧力
圧力
出口圧力
入口圧力
冷却器の
ファン
ON
OFF
S5
S18
冷却空気
温度
温度
加圧冷却空気温度
(燃焼器入口温度)
S9
S11
S13
S15
冷却空気温度
(冷却器出口温度)

[図6]


50
ファン
駆動指令出力
PI
温度目標値
設定
先行駆動量
設定
70
IGV
駆動指令出力
PI
差圧目標値
設定
P
上位
制御装置
T
ΔP
35
34
CC
M
30
42
F
49
43
25
33
32
31
ΔP
46
T
45
12
41
19
22
AC
T
G
ST
24
P
11
10
15
23
20
21

[図7]


61a
50a
調節弁開度
指令出力
PI
温度目標値
設定
先行駆動量
設定
70
IGV
駆動指令出力
PI
差圧目標値
設定
P
上位
制御装置
T
ΔP
35
51
34
CC
M
30
42
26
27
28
46
ΔP
T
45
12
41
F
19
22
AC
T
G
ST
24
P
11
10
15
23
20
21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/054727

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F02C7/143(2006.01)i, *F01D25/12*(2006.01)i, *F02C6/18*(2006.01)i, *F02C7/18*(2006.01)i, *F02C7/224*(2006.01)i, *F02C9/18*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F02C7/143, F01D25/12, F02C6/18, F02C7/18, F02C7/224, F02C9/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-16791 A (Hitachi, Ltd.), 25 January 2007 (25.01.2007), paragraphs [0029], [0051], [0053]; fig. 1, 9, 11 (Family: none)	1-16
A	WO 2001/034956 A1 (Hitachi, Ltd.), 17 May 2001 (17.05.2001), page 4, line 3 to page 10, line 10; fig. 1 & US 2005/0097898 A1 & US 2009/0282837 A1 & EP 1314872 A1	1-16

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
01 May, 2013 (01.05.13)	14 May, 2013 (14.05.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/054727

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2010/001655 A1 (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 07 January 2010 (07.01.2010), paragraphs [0021] to [0032]; fig. 1 & US 2009/0324386 A1 & EP 2309109 A1 & CN 102076940 A	1-16
A	JP 2008-291829 A (Hitachi, Ltd.), 04 December 2008 (04.12.2008), paragraphs [0020] to [0025]; fig. 4 to 5 (Family: none)	1-16
A	JP 62-26329 A (Hitachi, Ltd.), 04 February 1987 (04.02.1987), page 3, lower left column, line 9 to lower right column, line 8; fig. 1 to 3 & US 4767259 A & FR 2585407 A1	1-16

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０５４７２７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F02C7/143(2006.01)i, F01D25/12(2006.01)i, F02C6/18(2006.01)i, F02C7/18(2006.01)i, F02C7/224(2006.01)i, F02C9/18(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F02C7/143, F01D25/12, F02C6/18, F02C7/18, F02C7/224, F02C9/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１３年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2007-16791 A (株式会社日立製作所) 2007.01.25, 段落【0029】,【0051】,【0053】, 図 1,9,11 (ファミリーなし)	１－１６
A	WO 2001/034956 A1 (株式会社日立製作所) 2001.05.17, 第４頁第３行-第10頁第10行, 第１図 & US 2005/0097898 A1 & US 2009/0282837 A1 & EP 1314872 A1	１－１６

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ０１．０５．２０１３	国際調査報告の発送日 １４．０５．２０１３
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｔ　３７２７ 寺町　健司 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３９５

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Ａ	WO 2010/001655 A1（三菱重工業株式会社）2010.01.07，段落[0021]-[0032]，図１＆US 2009/0324386 A1 & EP 2309109 A1 & CN 102076940 A	１－１６
Ａ	JP 2008-291829 A（株式会社日立製作所）2008.12.04，段落【0020】-【0025】，図 4-5（ファミリーなし）	１－１６
Ａ	JP 62-26329 A（株式会社日立製作所）1987.02.04，第３頁左下欄第９行-右下欄第８行，第 1-3 図 & US 4767259 A & FR 2585407 A1	１－１６