

(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
2015年10月8日(08.10.2015)



(10) 国際公開番号

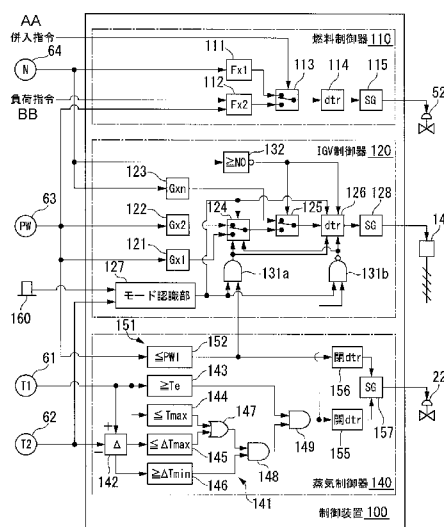
WO 2015/151641 A1

- (51) 国際特許分類:
F01K 23/10 (2006.01) F02C 7/057 (2006.01)
F01D 19/00 (2006.01) F02C 7/26 (2006.01)
F02C 7/042 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/054798
- (22) 国際出願日: 2015年2月20日(20.02.2015)
- (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 2014-071408 2014年3月31日(31.03.2014) JP
- (71) 出願人: 三菱日立パワーシステムズ株式会社
(MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.)
[JP/JP]; 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 藤村 大輝(FUJIMURA Daiki); 〒2208401 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 Kanagawa (JP). 村上 雅幸(MURAKAMI Masayuki); 〒2208401 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 Kanagawa (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, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロパ (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, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: COMBINED CYCLE PLANT, CONTROL METHOD FOR SAME, AND CONTROL DEVICE FOR SAME

(54) 発明の名称: コンバインドサイクルプラント、その制御方法、及びその制御装置



- 100 Control device
110 Fuel controller
120 IGV controller
127 Mode recognition unit
140 Steam controller
155 Open dtr
156 Close dtr
AA Grid connection command
BB Load command

(57) Abstract: A control device (100) comprises: a mode recognition unit (127) that recognizes whether the running mode of a steam turbine is a cold mode in which the temperature of a steam contacting unit of the steam turbine is lower than a predetermined temperature or another running mode in which the temperature is at least the predetermined temperature; a first opening degree generator (121) that generates a first opening degree that is larger than a second opening degree for the other running mode as the opening degree of an intake air amount regulator (14) for a compressor in the period after the start of steam generation from an exhaust heat recovery boiler but before the start of supply of steam to the steam turbine; and a command output unit (128) that outputs a command corresponding to the first opening degree to the intake air amount regulator (14) during the abovementioned period when the cold mode is recognized by the mode recognition unit (127).

(57) 要約: 制御装置(100)は、蒸気タービンの起動モードが、蒸気タービンの蒸気接触部における温度が予め定められた温度よりも低いコールドモードであるか、予め定められた温度以上の他の起動モードであるかを認識するモード認識部(127)と、排熱回収ボイラーから蒸気が発生し始めた後であって、蒸気タービンに蒸気の供給を開始し始める前までの期間における圧縮機の吸気量調節器(14)の開度として、前記他の起動モードのときの第二開度よりも大きい第一開度を発生する第一開度発生器(121)と、モード認識部(127)によりコールドモードであると認識された場合に、前記期間中、前記第一開度に応じた指令を吸気量調節器(14)に出力する指令出力器(128)と、を有する。

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：

コンバインドサイクルプラント、その制御方法、及びその制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、コンバインドサイクルプラント、その制御方法、及びその制御装置に関する。本願は、2014年3月31日に、日本国に出願された特願2014-071408号に基づき優先権を主張し、この内容をここに援用する。

背景技術

[0002] コンバインドサイクルプラントは、燃焼ガスにより駆動するガスタービンと、ガスタービンから排気された燃焼ガスの熱により蒸気を発生する排熱回収ボイラーと、蒸気で駆動する蒸気タービンとを備えている。

[0003] 以下の特許文献1には、このコンバインドサイクルプラントの起動方法が開示されている。この起動方法では、起動時の蒸気タービンの温度に基づいて定められる主蒸気温度を得るため、ガスタービンの排気ガスの温度が予め定められた上限値以下になるよう、この排気ガスの温度を制御する。この起動方法において、上限値は、起動時の蒸気タービンにおける蒸気接触部の温度に応じて定められている。この起動方法では、排気ガスの温度制御のために、ガスタービンの圧縮機に設けられている入口案内翼の開度を、排気ガスの実際の温度が上限値以下になるよう調節する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平07-310505号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] コンバインドサイクルプラントでは、蒸気タービンの起動時には、熱応力の発生を抑えるために、起動時における蒸気タービンのメタル温度と蒸気タ

ービンに流入する蒸気の温度との温度差を抑える必要がある。また、定期点検等のために、コンバインドサイクルプラントを停止させる際には、定期点検での作業時間を確保するため、蒸気タービンのメタル温度を短時間で低くすることが望まれる。

[0006] しかしながら、近年、ガスタービンの効率化に伴い、ガスタービンのタービン部における燃焼ガス入口温度が高まっている関係で、蒸気温度も高まり、起動時における蒸気タービンのメタル温度と蒸気タービンに流入する蒸気の温度との温度差を抑えることが困難になってきている。また、蒸気タービンの停止時に、そのメタル温度を短時間で低くすることが困難になってきている。

[0007] そこで、本発明は、起動時における蒸気タービンの蒸気接触部の温度と流入する蒸気の温度との温度差を簡易な制御で抑えることができる技術を提供することを第一の目的とする。さらに、本発明は、蒸気タービンを停止させる際、その蒸気接触部の温度を短時間で低くすることができる技術を提供することを第二の目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記第一の目的を達成するための発明に係る第一態様としての制御装置は、

燃焼ガスにより駆動するガスタービンと、前記ガスタービンから排気された燃焼ガスの熱により蒸気を発生する排熱回収ボイラーと、前記蒸気で駆動する蒸気タービンと、を備え、前記ガスタービンが吸気量を調節する吸気量調節器を有するコンバインドサイクルプラントの制御装置において、前記蒸気タービンの起動モードを認識するモード認識部と、前記吸気量調節器の開度を示す指令を前記吸気量調節器に出力する指令出力器と、を有し、前記指令出力器は、前記モード認識部により認識された起動モードに応じた開度を示す指令を前記吸気量調節器に出力する。

[0009] 具体的に、燃焼ガスにより駆動するガスタービンと、前記ガスタービンから排気された燃焼ガスの熱により蒸気を発生する排熱回収ボイラーと、前記

蒸気で駆動する蒸気タービンと、を備え、前記ガスタービンが吸気量を調節する吸気量調節器を有するコンバインドサイクルプラントの制御装置において、前記蒸気タービンの起動モードが、前記蒸気タービンの蒸気接触部における温度が予め定められた温度よりも低いコールドモードであるか、前記予め定められた温度以上の他の起動モードであるかを認識するモード認識部と、前記ガスタービンを起動させて、前記排熱回収ボイラーから蒸気が発生し始めた後であって、前記蒸気タービンに前記蒸気の供給を開始し始める前までの蒸気タービン起動前期間における前記吸気量調節器の開度として、前記他の起動モードのときの第二開度よりも大きい第一開度を発生する第一開度発生器と、前記吸気量調節器の開度を示す指令を前記吸気量調節器に出力する指令出力器と、を有し、前記指令出力器は、前記モード認識部により前記起動モードが前記コールドモードであると認識された場合に、前記蒸気タービン起動前期間中、前記第一開度に応じた指令を前記吸気量調節器に出力する。

[0010] 当該制御装置では、蒸気タービンの起動モードがコールドモードの場合には、他の起動モードの場合よりも、吸気量調節器の開度を大きくする。このため、当該制御装置では、他の起動モードの場合よりも、コールドモードの場合の方がガスタービンでの燃焼ガスの温度が低くなり、蒸気の温度も低くなる。よって、当該制御装置では、蒸気タービンの蒸気接触部の温度が予め定められた温度よりも低いコールドモードの場合、他の起動モードの場合よりも蒸気の温度も低くなるため、蒸気の温度と蒸気接触部の温度との温度偏差を抑えることができる。

[0011] また、当該制御装置では、第一開度と第二開度とを使い分けることで、コールドモードの場合の開度制御と他の起動モードの場合の開度制御とを実行している。このため、当該制御装置では、蒸気タービンへの蒸気供給開始前における吸気量調節器の開度制御を簡易な方法で行うことができる。言い換えると、当該制御装置では、蒸気タービンへの蒸気供給開始前における吸気量調節器の開度制御を実行する部分の構成を簡易化することができる。

- [0012] ここで、前記制御装置において、前記他の起動モードにおける前記吸気量調節器の開度として、前記第二開度を発生する第二開度発生器と、前記第一開度と前記第二開度とのうち、一方の開度を選択的に前記指令出力器に送る第一切替器と、を有し、前記第一切替器は、前記モード認識部により前記起動モードが前記コールドモードであると認識された場合に、前記蒸気タービン起動前期間中、前記第一開度を前記指令出力器に送ってもよい。
- [0013] また、第一切替器を有する前記制御装置において、前記蒸気タービンへの前記蒸気の供給開始以降における前記開度として、前記蒸気の供給開始時の開度が、前記蒸気の供給開始直前の前記第一開度より小さい第三開度を発生する第三開度発生器と、前記蒸気タービンへの前記蒸気の供給開始を条件に、前記指令出力器に送る開度を、前記第一開度から前記第三開度に切り替える第三切替器と、前記第三切替器による切替直前における前記第一開度から、前記第三切替器による切替直後における前記第三開度へ徐々に変化するよう、開度の単位時間当たりの変化量である開度変化率を予め定められた値以下にする制限器と、を有してもよい。
- [0014] 当該制御装置では、各開度発生器から発生される開度のうち、一の開度から他の開度へ切り替える際に、一の開度と他の開度との偏差がある場合でも、一の開度から他の開度へ徐々に開度を変更するので、開度切替時における制御系の混乱を抑えることができる。
- [0015] 前記第三開度発生器を有する前記制御装置において、前記第三開度発生器は、前記ガスタービンの出力と前記第三開度との予め定められた関係を用いて、現時点での前記ガスタービンの出力に応じた前記第三開度を発生してもよい。
- [0016] 前記第三開度発生器を有する前記制御装置において、前記第二開度発生器は、前記第三開度発生器を成し、前記予め定められた関係を用いて、現時点での前記ガスタービンの出力に応じた前記第三開度を発生すると共に、現時点での前記ガスタービンの出力に応じた前記第二開度を発生してもよい。
- [0017] 前記第一切替器を有する、以上のいずれかの前記制御装置において、前記

ガスタービンの起動時に前記ガスタービンが予め定められた状態になるまでの前記吸気量調節器の開度であるガスタービン起動時開度を発生するガスタービン起動時開度発生器と、前記ガスタービンが前記予め定められた状態になるまで、前記ガスタービン起動時開度を前記指令出力器に送り、前記ガスタービンが前記予め定められた状態になったことを条件に、前記第一開度又は前記第二開度を前記指令出力器に送る第二切替器と、を有してもよい。

[0018] 前記第二切替器を有する前記制御装置において、前記第二切替器による切替直前における前記ガスタービン起動時開度から、前記第二切替器による切替直後における前記第一開度へ徐々に変化するように、開度の単位時間当たりの変化量である開度変化率を予め定められた値以下にする制限器を有してもよい。

[0019] 当該制御装置では、各開度発生器から発生される開度のうち、一の開度から他の開度へ切り替える際に、一の開度と他の開度との偏差がある場合でも、一の開度から他の開度へ徐々に開度を変更するので、開度切替時における制御系の混乱を抑えることができる。

[0020] 上記目的を達成するための発明に係る第二態様としての制御装置は、

以上のいずれかの前記制御装置において、前記蒸気タービンを停止させる際の停止モードが、前記蒸気タービンの停止時における蒸気接触部における温度が予め定められた温度よりも低い冷却停止モードであるか、前記予め定められた温度以上の他の停止モードであるかを認識する停止モード認識部と、前記ガスタービンと共に前記蒸気タービンを停止させる過程で、前記吸気量調節器の開度として、前記他の停止モードのときの第五開度よりも大きい第四開度を発生する第四開度発生器と、を有し、前記指令出力器は、前記停止モード認識部により前記停止モードが前記冷却停止モードであると認識された場合に、前記蒸気タービンを停止させる過程で、前記第四開度に応じた指令を前記吸気量調節器に出力してもよい。

[0021] 当該制御装置では、蒸気タービンの停止モードが冷却停止モードの場合、他の停止モードの場合よりも、吸気量調節器の開度を大きくする。このため

、当該制御装置では、他の停止モードの場合よりも、冷却停止モードの場合の方が燃焼ガスの温度が低くなり、蒸気の温度も低くなる。よって、当該制御装置では、蒸気タービンの停止モードとして冷却停止モードが選択された場合、他の停止モードの場合よりも蒸気の温度も低くなるため、蒸気タービンの温度を短時間で低くすることができる。

[0022] また、当該制御装置では、第四開度と第五開度とを使い分けることで、冷却停止モードの場合の開度制御と他の停止モードの場合の開度制御とを実行している。このため、当該制御装置では、蒸気タービンの停止過程における吸気量調節器の開度制御を簡易な方法で行うことができる。言い換えると、当該制御装置では、蒸気タービンの停止過程における吸気量調節器の開度制御を実行する部分の構成を簡易化することができる。

[0023] ここで、前記第二態様としての前記制御装置において、前記モード認識部は、前記停止モード認識部を成し、前記起動モードと共に前記停止モードを認識してもよい。

[0024] また、前記第二態様としての前記制御装置を含むいずれかの前記制御装置において、前記第一開度発生器は、前記第四開度発生器を成し、前記第一開度と共に、前記第四開度として前記第一開度と同じ開度を発生してもよい。

[0025] また、前記第二態様としての前記制御装置を含むいずれかの前記制御装置において、前記コンバインドサイクルプラントは、前記蒸気タービンに流入する前記蒸気の流量を調節する蒸気流量調節弁を有しており、前記他の停止モードにおける前記第五開度を発生する第五開度発生器と、前記第四開度と前記第五開度とのうち、一方の開度を選択的に前記指令出力器に送る切替器と、を有し、前記切替器は、前記停止モード認識部により前記停止モードが前記冷却停止モードであると認識され、且つ前記蒸気タービンを停止させる過程で前記蒸気流量調節弁が閉じられ始められることを条件にして、前記第四開度を前記指令出力器に送ってもよい。

[0026] 前記第五開度発生器を有する前記制御装置において、前記蒸気タービンを停止される過程で前記蒸気流量調節弁の閉開始前の前記吸気量調節器の前記

開度であって、前記蒸気流量調節弁の開開始直前の開度が前記蒸気流量調節弁の開開始時における前記第四開度よりも小さい第六開度を発生する第六開度発生器と、前記切替器による切替直前における前記第六開度から、前記切替器による切替直後における前記第四開度へ徐々に変化するように、開度の単位時間当たりの変化量である開度変化率を予め定められた値以下にする制限器と、を有する。

[0027] 当該制御装置では、各開度発生器から発生される開度のうち、一の開度から他の開度へ切り替える際に、一の開度と他の開度との偏差がある場合でも、一の開度から他の開度へ徐々に開度を変更するので、開度切替時における制御系の混乱を抑えることができる。

[0028] 前記第六開度発生器を有する前記制御装置において、前記第五開度発生器は、前記第六開度発生器を成し、前記第五開度及び前記第六開度を発生し、前記切替器による切替直前の前記第六開度と、前記切替器による切替直後における前記第五開度とが同じ開度であってもよい。

[0029] 前記第六開度発生器を有する、いずれかの前記制御装置において、前記第六開度発生器は、前記ガスタービンの出力と前記第六開度との予め定められた関係を用いて、現時点での前記ガスタービンの出力に応じた前記第六開度を発生してもよい。

[0030] 前記第六開度発生器を有する、いずれかの前記制御装置において、前記第三開度発生器は、前記第六開度発生器を成し、前記ガスタービンの出力と前記第三開度との前記予め定められた関係と、前記ガスタービンの出力と前記第六開度との前記予め定められた関係とは同一の関係であり、前記予め定められた関係を用いて、現時点での前記ガスタービンの出力に応じた前記第三開度又は前記第六開度を発生してもよい。

[0031] また、以上のいずれかの制御装置において、前記モード認識部は、温度計により検知された前記蒸気タービンの蒸気接触部における温度に応じて、前記起動モードが前記コールドモードであるか前記他の起動モードであるかを認識してもよい。

[0032] 上記第二の目的を達成するための発明に係る一態様である第三態様としての制御装置は、

燃焼ガスにより駆動するガスタービンと、前記ガスタービンから排気された燃焼ガスの熱により蒸気を発生する排熱回収ボイラーと、前記蒸気で駆動する蒸気タービンと、を備え、前記ガスタービンが吸気量を調節する吸気量調節器を有するコンバインドサイクルプラントの制御装置において、前記蒸気タービンを停止させる際の停止モードが、前記蒸気タービンの停止時における蒸気接触部における温度が予め定められた温度よりも低い冷却停止モードであるか、前記予め定められた温度以上の他の停止モードであるかを認識する停止モード認識部と、前記ガスタービンと共に前記蒸気タービンを停止させる過程で、前記吸気量調節器の開度として、前記他の停止モードのときの第二開度よりも大きい第一開度を発生する第一開度発生器と、前記吸気量調節器の開度を示す指令を前記吸気量調節器に出力する指令出力器と、を有し、前記指令出力器は、前記停止モード認識部により前記停止モードが前記冷却停止モードであると認識された場合に、前記蒸気タービンを停止させる過程で、前記第一開度に応じた指令を前記吸気量調節器に出力する。

[0033] 当該制御装置では、蒸気タービンの停止モードが冷却停止モードの場合、他の停止モードの場合よりも、吸気量調節器の開度を大きくする。このため、当該制御装置では、他の停止モードの場合よりも、冷却停止モードの場合の方が燃焼ガスの温度が低くなり、蒸気の温度も低くなる。よって、当該制御装置では、蒸気タービンの停止モードとして冷却停止モードが選択された場合、他の停止モードの場合よりも蒸気の温度も低くなるため、蒸気タービンの温度を短時間で低くすることができる。

[0034] また、当該制御装置では、第一開度と第二開度とを使い分けることで、冷却停止モードの場合の開度制御と他の停止モードの場合の開度制御とを実行している。このため、当該制御装置では、蒸気タービンの停止過程における吸気量調節器の開度制御を簡易な方法で行うことができる。言い換えると、当該制御装置では、蒸気タービンの停止過程における吸気量調節器の開度制

御を実行する部分の構成を簡易化することができる。

[0035] ここで、前記第三態様としての前記制御装置において、前記コンバインドサイクルプラントは、前記蒸気タービンに流入する前記蒸気の流量を調節する蒸気流量調節弁を有しており、前記他の停止モードにおける前記第二開度を発生する第二開度発生器と、前記第一開度と前記第二開度とのうち、一方の開度を選択的に前記指令出力器に送る切替器と、を有し、前記切替器は、前記停止モード認識部により前記停止モードが前記冷却停止モードであると認識され、且つ前記蒸気タービンを停止させる過程で前記蒸気流量調節弁が閉じられ始められることを条件にして、前記第一開度を前記指令出力器に送ってもよい。

[0036] また、第二開度発生器を有する前記制御装置において、前記蒸気タービンを停止される過程で前記蒸気流量調節弁の閉開始前の前記吸気量調節器の開度であって、前記蒸気流量調節弁の閉開始直前の開度が前記蒸気流量調節弁の閉開始時における前記第一開度よりも小さい第三開度を発生する第三開度発生器と、前記切替器による切替直前における前記第三開度から、前記切替器による切替直後における前記第一開度へ徐々に変化するよう、開度の単位時間当たりの変化量である開度変化率を予め定められた値以下にする制限器と、を有してもよい。

[0037] 前記第三開度発生器を有する前記制御装置において、前記第二開度発生器は、前記第三開度発生器を成し、前記第二開度及び前記第三開度を発生し、前記切替器による切替直前の前記第三開度と、前記切替器による切替直後における前記第二開度とが同じ開度であってもよい。

[0038] 前記第三開度発生器を有する前記制御装置において、前記第三開度発生器は、前記ガスタービンの出力と前記第三開度との予め定められた関係を用いて、現時点での前記ガスタービンの出力に応じた前記第三開度を発生してもよい。

[0039] また、停止モード認識部を有する、以上のいずれかの前記制御装置において、前記停止モードを、前記冷却停止モードにするか前記他の停止モードに

するかを受け付ける停止モード受付器を有し、前記停止モード認識部は、前記停止モード受付器が受け付けた内容に応じて、前記冷却停止モードであるか前記他の起動モードであるかを認識してもよい。

[0040] また、一態様としてのコンバインドプラントは、

以上のいずれかの制御装置と、前記ガスタービンと、前記排熱回収ボイラーと、前記蒸気タービンと、を備えている。

[0041] 上記第一の目的を達成するための発明に係る第一態様としての制御方法は、

燃焼ガスにより駆動するガスタービンと、前記ガスタービンから排気された燃焼ガスの熱により蒸気を発生する排熱回収ボイラーと、前記蒸気で駆動する蒸気タービンと、を備え、前記ガスタービンが吸気量を調節する吸気量調節器を有するコンバインドサイクルプラントの制御方法において、前記蒸気タービンの起動モードが、前記蒸気タービンの蒸気接触部における温度が予め定められた温度よりも低いコールドモードであるか、前記予め定められた温度以上の他の起動モードであるかを認識する起動モード認識工程と、前記ガスタービンを起動させて、前記排熱回収ボイラーから蒸気が発生し始めた後であって、前記起動モード認識工程で前記起動モードが前記コールドモードであると認識されると、前記蒸気タービンに前記蒸気の供給を開始し始める前までの蒸気タービン起動前期間における前記吸気量調節器の開度を示す指令として、前記他の起動モードのときの第二開度よりも大きい第一開度に応じた指令を前記吸気量調節器に出力する指令出力工程と、を実行する。

[0042] 当該制御方法では、蒸気タービンの起動モードがコールドモードの場合には、他の起動モードの場合よりも、吸気量調節器の開度を大きくする。このため、当該制御方法では、他の起動モードの場合よりも、コールドモードの場合の方がガスタービンでの燃焼ガスの温度が低くなり、蒸気の温度も低くなる。よって、当該制御方法では、蒸気タービンの蒸気接触部の温度が予め定められた温度よりも低いコールドモードの場合、他の起動モードの場合よりも蒸気の温度も低くなるため、蒸気の温度と蒸気接触部の温度との温度偏

差を抑えることができる。

[0043] また、当該制御方法では、第一開度と第二開度とを使い分けることで、コールドモードの場合の開度制御と他の起動モードの場合の開度制御とを実行する。このため、当該制御方法では、蒸気タービンへの蒸気供給開始前における吸気量調節器の開度制御を簡易な方法で行うことができる。

[0044] ここで、前記制御方法において、前記指令出力工程では、前記蒸気タービン起動前期間であって、前記起動モード認識工程で前記起動モードが前記他の起動モードであると認識されると、前記他の起動モードのときの前記第二開度に応じた指令を前記吸気量調節器に出力してもよい。

[0045] また、以上のいずれかの前記制御方法において、前記指令出力工程では、前記第一開度に応じた指令を出力した後、前記蒸気タービンへの前記蒸気の供給開始を条件に、第三開度に徐々に近づく開度を示す指令を出力し、該開度が該第三開度になった以降は該第三開度を示す指令を出力してもよい。

[0046] また、前記第三開度を示す指令を出力する前記制御方法において、前記指令出力工程では、前記第二開度に応じた指令を出力した後、前記蒸気タービンへの前記蒸気の供給開始を条件に、前記第三開度に応じた指令を出力し、前記蒸気タービンへの前記蒸気の供給開始直後の前記第三開度は、前記蒸気の供給開始直前の前記第二開度と同じ開度であってもよい。

[0047] また、前記第三開度を出力する、いずれかの前記制御方法において、前記ガスタービンの出力と前記第三開度との予め定められた関係を用いて、現時点での前記ガスタービンの出力に応じた前記第三開度を定めてもよい。

[0048] 上記目的を達成するための発明に係る第二態様としての制御方法は、
以上のいずれかの前記制御方法において、前記蒸気タービンを停止させる際の停止モードが、前記蒸気タービンの停止時における蒸気接触部における温度が予め定められた温度よりも低い冷却停止モードであるか、前記予め定められた温度以上の他の停止モードであるかを認識する停止モード認識工程を実行し、前記指令出力工程では、前記ガスタービンと共に前記蒸気タービンを停止させる過程で、前記停止モード認識工程で前記停止モードが前記冷

却停止モードであると認識されると、前記吸気量調節器の開度を示す指令として、前記他の停止モードのときの第五開度よりも大きい第四開度に応じた指令を前記吸気量調節器に出力してもよい。

[0049] 当該制御方法では、蒸気タービンの停止モードが冷却停止モードの場合、他の停止モードの場合よりも、吸気量調節器の開度を大きくする。このため、当該制御方法では、他の停止モードの場合よりも、冷却停止モードの場合の方が燃焼ガスの温度が低くなり、蒸気の温度も低くなる。よって、当該制御方法では、蒸気タービンの停止モードとして冷却停止モードが選択された場合、他の停止モードの場合よりも蒸気の温度も低くなるため、蒸気タービンの温度を短時間で低くすることができる。

[0050] また、当該制御方法では、第四開度と第五開度とを使い分けることで、冷却停止モードの場合の開度制御と他の停止モードの場合の開度制御とを実行する。このため、当該制御方法では、蒸気タービンの停止過程における吸気量調節器の開度制御を簡易な方法で行うことができる。

[0051] 前記第二態様としての制御方法において、前記コンバインドサイクルプラントは、前記蒸気タービンに流入する前記蒸気の流量を調節する蒸気流量調節弁を有しており、前記指令出力工程では、前記停止モード認識工程で前記停止モードが前記冷却停止モードであると認識され、且つ前記ガスタービンと共に前記蒸気タービンを停止させる過程で前記蒸気流量調節弁が閉じられ始められることを条件にして、前記第四開度に応じた指令を出力し、前記停止モード認識工程で前記停止モードが前記他の停止モードであると認識され、且つ前記ガスタービンと共に前記蒸気タービンを停止させる過程で前記蒸気流量調節弁が閉じられ始められることを条件にして、前記第五開度に応じた指令を出力してもよい。

[0052] 前記第五開度に応じた指令を出力する前記制御方法において、前記蒸気タービンを停止させる過程で前記蒸気流量調節弁の閉開始前、前記指令出力工程では、前記蒸気流量調節弁の閉開始直前における前記吸気量調節器の開度が、前記蒸気流量調節弁の閉開始時における前記第五開度と同じ開度である

第六開度に応じた指令を出力し、前記停止モード認識工程で前記停止モードが前記冷却停止モードであると認識され、且つ前記蒸気タービンを停止させる過程で前記蒸気流量調節弁が閉じられ始められると、前記指令出力工程では、前記第六開度から徐々に第四開度に近づく開度を示す指令を出力し、該開度が第四開度になった以降は該第四開度を示す指令を出力してもよい。

[0053] 前記第六開度を出力する前記制御方法において、前記ガスタービンの出力と前記第六開度との予め定められた関係を用いて、現時点での前記ガスタービンの出力に応じた前記第六開度を定めてもよい。

[0054] 前記第六開度を出力する前記制御方法において、前記ガスタービンの出力と前記第三開度との前記予め定められた関係と、前記ガスタービンの出力と前記第六開度との前記予め定められた関係とは同一の関係であり、前記予め定められた関係を用いて、現時点での前記ガスタービンの出力に応じた前記第三開度又は前記第六開度を定めてもよい。

[0055] 以上のいずれかの前記制御方法において、前記起動モード認識工程では、温度計で検知された前記蒸気タービンの蒸気接触部における温度に応じて、前記コールドモードであるか前記他の起動モードであるかを認識してもよい。

[0056] 上記第二の目的を達成するための発明に係る一態様である第三態様としての制御方法は、

燃焼ガスにより駆動するガスタービンと、前記ガスタービンから排気された燃焼ガスの熱により蒸気を発生する排熱回収ボイラーと、前記蒸気で駆動する蒸気タービンと、を備え、前記ガスタービンが吸気量を調節する吸気量調節器を有するコンバインドサイクルプラントの制御方法において、前記蒸気タービンを停止させる際の停止モードが、前記蒸気タービンの停止時における蒸気接触部における温度が予め定められた温度よりも低い冷却停止モードであるか、前記予め定められた温度以上の他の停止モードであるかを認識する停止モード認識工程と、前記ガスタービンと共に前記蒸気タービンを停止させる過程で、前記停止モード認識工程で前記停止モードが前記冷却停止

モードであると認識されると、前記吸気量調節器の開度を示す指令として、前記他の停止モードのときの第二開度よりも大きい第一開度に応じた指令を前記吸気量調節器に出力する指令出力工程と、を実行する。

[0057] 当該制御方法では、蒸気タービンの停止モードが冷却停止モードの場合、他の停止モードの場合よりも、吸気量調節器の開度を大きくする。このため、当該制御方法では、他の停止モードの場合よりも、冷却停止モードの場合の方が燃焼ガスの温度が低くなり、蒸気の温度も低くなる。よって、当該制御方法では、蒸気タービンの停止モードとして冷却停止モードが選択された場合、他の停止モードの場合よりも蒸気の温度も低くなるため、蒸気タービンの温度を短時間で低くすることができる。

[0058] また、当該制御装置では、第一開度と第二開度とを使い分けることで、冷却停止モードの場合の開度制御と他の停止モードの場合の開度制御とを実行する。このため、当該制御方法では、蒸気タービンの停止過程における吸気量調節器の開度制御を簡易な方法で行うことができる。

[0059] ここで、前記第三態様としての前記制御方法において、前記コンバインドサイクルプラントは、前記蒸気タービンに流入する前記蒸気の流量を調節する蒸気流量調節弁を有しており、前記指令出力工程では、前記停止モード認識工程で前記停止モードが前記冷却停止モードであると認識され、且つ前記ガスタービンと共に前記蒸気タービンを停止させる過程で前記蒸気流量調節弁が閉じられ始められることを条件にして、前記第一開度に応じた指令を出力し、前記停止モード認識工程で前記停止モードが前記他の停止モードであると認識され、且つ前記ガスタービンと共に前記蒸気タービンを停止させる過程で前記蒸気流量調節弁が閉じられ始められることを条件にして、前記第二開度に応じた指令を出力してもよい。

[0060] また、前記第二開度に応じた指令を出力する前記制御方法において、前記蒸気タービンを停止させる過程で前記蒸気流量調節弁の閉開始前、前記指令出力工程では、前記蒸気流量調節弁の閉開始直前における前記吸気量調節器の開度が、前記蒸気流量調節弁の閉開始時における前記第二開度と同じ開度

である第三開度に応じた指令を出力し、前記停止モード認識工程で前記停止モードが前記冷却停止モードであると認識され、且つ前記蒸気タービンを停止させる過程で前記蒸気流量調節弁が閉じられ始められると、前記指令出力工程では、前記第三開度から徐々に前記第一開度に近づく開度を示す指令を出力し、該開度が第一開度になった以降は該第一開度を示す指令を出力してもよい。

発明の効果

- [0061] 発明に係る一態様では、起動時における蒸気タービンの蒸気接触部の温度と流入する蒸気の温度との温度差を簡易な制御で抑えることができる。また、発明に係る他の態様では、蒸気タービンを停止させる際、その蒸気接触部の温度を短時間で低くすることができる。

図面の簡単な説明

- [0062] [図1]本発明に係る一実施形態におけるコンバインドサイクルプラントの系統図である。
- [図2]本発明に係る一実施形態における制御装置の機能ブロック図である。
- [図3]本発明に係る一実施形態における第一開度発生部が有している関数 $G \times 1$ 及び第二開度発生部が有している関数 $G \times 2$ を示す説明図である。
- [図4]本発明に係る一実施形態におけるガスタービン起動時開度発生部が有している関 $G \times n$ 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コンバインドプラントの起動過程における動作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におけるコンバインドプラントの停止過程における動作を示すタイミングチャートである。

発明を実施するための形態

- [0063] 以下、本発明に係るコンバインドサイクルプラントの一実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。
- [0064] 本実施形態のコンバインドサイクルプラントは、図1に示すように、ガスタービン10と、ガスタービン10から排気される燃焼ガスの熱で蒸気を発

生する排熱回収ボイラー２０と、排熱回収ボイラー２０からの蒸気Ｓで駆動する蒸気タービン３０と、各タービン１０、３０の駆動で発電する発電機４０と、蒸気タービン３０から排気された蒸気を水に戻す復水器２３と、復水器２３からの水を排熱回収ボイラー２０に送る給水ポンプ２５と、これらを制御する制御装置１００と、を備えている。

[0065] ガスタービン１０は、外気Ａを圧縮して圧縮空気を生成する圧縮機１１と、燃料Ｆに圧縮空気を混合して燃焼させ高温の燃焼ガスを生成する燃焼器１５と、燃焼ガスにより駆動するタービン１６と、を備えている。

[0066] 圧縮機１１は、軸線を中心として回転する圧縮機ロータ１２と、この圧縮機ロータ１２を回転可能に覆う圧縮機ケーシング１３と、この圧縮機ケーシング１３内に吸い込まれる空気の流量を調節する吸気量調節器１４と、を有する。吸気量調節器１４は、圧縮機ケーシング１３の吸込み口内に設けられているＩＧＶ（inlet guide vane）１４ａと、このＩＧＶ１４ａを駆動して、ＩＧＶ１４ａの開度を調節する駆動器１４ｂとを有する。

[0067] タービン１６は、燃焼器１５からの燃焼ガスにより、軸線を中心として回転するタービンロータ１７と、このタービンロータ１７を回転可能に覆うタービンケーシング１８と、を有する。タービンロータ１７と圧縮機ロータ１２とは、同一の軸線を中心として回転するもので、相互に連結されて、ガスタービンロータ１９を成している。タービン１６の排気口は、排熱回収ボイラー２０に接続されている。よって、タービン１６から排気された燃焼ガスである排気ガスＥＧは、排熱回収ボイラー２０に導かれる。

[0068] 蒸気タービン３０は、軸線を中心として回転する蒸気タービンロータ３１と、この蒸気タービンロータ３１を回転可能に覆う蒸気タービンケーシング３２と、を有する。

[0069] この蒸気タービン３０を起動させる際の起動モードとしては、例えば、蒸気タービン３０に蒸気を投入する直前で、蒸気タービンケーシング３２における蒸気入口側の蒸気接触部（例えば、第一段静翼環）の温度Ｔ２が、予め定められた第一温度（例えば、３００℃）よりも低いコールドモードと、第

一温度以上で予め定められた第二温度（例えば、400℃）よりも低いウォームモードと、第二温度以上のホットモードとがある。なお、以下では、ウォームモードとホットモードとを合わせた起動モードを通常起動モードとする。また、この蒸気タービン30を停止させる際のモードとしては、蒸気タービン30の停止時で、蒸気タービンケーシング32における前記蒸気接触部の温度T2が、予め定められた第四温度（例えば、150℃）よりも低い冷却停止モードと、第四温度以上の通常停止モードとがある。

[0070] 発電機40は、軸線を中心として回転する発電機ロータ41と、この発電機ロータ41を回転可能に覆う発電機ケーシング42を有する。発電機ケーシング42は、発電機ロータ41の外周側に対向配置されるステータを有する。

[0071] ガスタービンロータ19、蒸気タービンロータ31、及び発電機ロータ41は、同一軸線上に並び、相互に連結されて、一体回転する。よって、本実施形態のコンバインドサイクルプラントは、一軸式のコンバインドサイクルプラントである。なお、本実施形態のコンバインドサイクルプラントは一軸式であるが、本発明はこれに限定されない。

[0072] ガスタービン10の燃焼器15には、燃料供給源からの燃料Fを燃焼器15に供給する燃料ライン51が接続されている。この燃料ライン51には、燃焼器15に流入する燃料Fの流量を調節する燃料流量調節弁52が設けられている。

[0073] 蒸気タービン30の蒸気出口には、復水器23が設置されている。この復水器23と排熱回収ボイラー20の給水口とは、給水ライン24で接続されている。この給水ライン24には、前述の給水ポンプ25が設けられている。排熱回収ボイラー20の蒸気出口と蒸気タービン30の蒸気入口とは、蒸気ライン21で接続されている。この蒸気ライン21には、蒸気タービン30に流入する蒸気Sの流量を調節する蒸気流量調節弁22が設けられている。

[0074] 蒸気ライン21中で、蒸気流量調節弁22よりも上流側（排熱回収ボイラ

ー 20 側) には、この蒸気ライン 21 を通る蒸気 S の温度 T1 を検知する蒸気温度計 61 が設けられている。また、蒸気タービンケーシング 32 の蒸気入口側には、この蒸気タービンケーシング 32 の蒸気接触部 (例えば、第一段静翼環) の温度 T2 を検知するメタル温度計 62 が設けられている。発電機 40 には、この発電機 40 での発電量、言い換えると、コンバインドサイクルプラントの出力 PW を検知する出力計 63 が設けられている。発電機ロータ 41、蒸気タービンロータ 31、ガスタービンロータ 19 のいずれかには、ロータの回転数 N を検知する回転数計 64 が設けられている。

[0075] 制御装置 100 は、図 2 に示すように、燃料流量調節弁 52 の開度を制御する燃料制御器 110 と、吸気量調節器 14 の開度を制御する IGV 制御器 120 と、蒸気流量調節弁 22 の開度を制御する蒸気制御器 140 と、蒸気タービン 30 の停止させるモードを冷却停止モードにするか否かを受け付ける停止モード受付器 160 と、を有する。

[0076] 燃料制御器 110 は、回転数計 64 で検知された回転数 N に応じた燃料流量を発生する第一燃料流量発生器 111 と、外部からの負荷指令及び出力計 63 で検知された出力 PW に応じた燃料流量を発生する第二燃料流量発生器 112 と、第一燃料流量発生器 111 が発生した燃料流量と第二燃料流量発生器 112 が発生した燃料流量とのうち一方を選択的に出力する燃料流量切替器 113 と、燃料流量切替器 113 からの燃料流量の単位時間当たりの変化量である燃料流量変化率を制限する制限器 114 と、制限器 114 から出力された燃料流量に応じた燃料流量調節弁 52 の開度を示す指令を出力する指令出力器 115 と、を有する。

[0077] 第一燃料流量発生器 111 は、ガスタービンロータ 19 の回転数 N が例えば予め定められたパターンで増加するよう、各時刻における予定回転数等と燃料流量との関係を定めた関数 $F \times 1$ を有している。第一燃料流量発生器 111 は、この関数 $F \times 1$ を用いて、現時点での予定回転数が得られる燃料流量を定める。さらに、第一燃料流量発生器 111 は、回転数計 64 で検知された回転数 N と現時点での予定回転数との偏差がある場合には、先に定めた

燃料流量を補正し、補正後の燃料流量を発生する。第二燃料流量発生器 1 1 2 は、外部からの負荷指令が示す出力及び出力計 6 3 で検知される出力 P W と燃料流量との関係を定めた関数 $F \times 2$ を有している。第二燃料流量発生器 1 1 2 は、この関数 $F \times 2$ を用いて、外部からの負荷指令と出力計 6 3 で検知された出力 P W 等とに対応した燃料流量を発生する。

[0078] 燃料流量切替器 1 1 3 は、ガスタービン 1 0 の起動開始時から外部から併入指令を受けるまでは、第一燃料流量発生器 1 1 1 からの燃料流量を出力する。燃料流量切替器 1 1 3 は、外部から併入指令を受けると、第二燃料流量発生器 1 1 2 からの燃料流量を出力する。制限器 1 1 4 は、前述したように、燃料流量切替器 1 1 3 から出力された燃料流量の燃料流量変化率を所定値以下に制限する。指令出力器 1 1 5 は、制限器 1 1 4 から出力された燃料流量に応じた燃料流量調節弁 5 2 の開度を示す指令を作成し、この指令を燃料流量調節弁 5 2 に出力する。

[0079] I G V 制御器 1 2 0 は、吸気量調節器 1 4 の目的の第一開度 G 1 を発生する第一開度発生器 1 2 1 と、吸気量調節器 1 4 の目的の第二開度 G 2 を発生する第二開度発生器 1 2 2 と、ガスタービン起動時における吸気量調節器 1 4 の開度であるガスタービン起動時開度 G n を発生するガスタービン起動時開度発生器 1 2 3 と、第一開度 G 1 と第二開度 G 2 とのうちの一方の開度を選択的に出力する第一切替器 1 2 4 と、第一切替器 1 2 4 が出力した開度とガスタービン起動時開度 G n とのうちの一方の開度を選択的に出力する第二切替器 1 2 5 と、第二切替器 1 2 5 から出力された開度の単位時間当たりの変化量である開度変化率を制限する制限器 1 2 6 と、を有する。I G V 制御器 1 2 0 は、さらに、蒸気タービン 3 0 のモードを認識するモード認識部 1 2 7 と、制限器 1 2 6 から出力された開度を示す指令を吸気量調節器 1 4 に出力する指令出力器 1 2 8 と、第一切替器 1 2 4 に対して切替指令を出力する第一切替指令発生器 1 3 1 a, 1 3 1 b と、第二切替器 1 2 5 に対して切替指令を出力する第二切替指令発生器 1 3 2 と、を有する。

[0080] 第二開度発生器 1 2 2 は、出力計 6 3 で検知される出力 P W と吸気量調節

器 1 4 の第二開度 G_2 との関係を定めた関数 $G \times 2$ を有している。この関数 $G \times 2$ は、図 3 に示すように、出力計 6 3 で検知される出力 PW が予め定められた出力 PW_1 までは、第二開度 G_2 として、一定の開度 b を示す。また、関数 $G \times 2$ は、出力計 6 3 で検知される出力 PW が予め定められた出力 PW_1 以上になると、第二開度 G_2 として、出力 PW の変化に対して正の相関性を持つ開度を示す。第二開度発生器 1 2 2 は、この関数 $G \times 2$ を用いて、出力計 6 3 で検知された出力に応じた第二開度 G_2 を発生する。なお、この第二開度発生器 1 2 2 は、後述の第三開度を発生する第三開度発生器、後述の第五開度を発生する第五開度発生器、さらに、後述の第六開度を発生する第六開度発生器としても機能する。但し、この第二開度発生器 1 2 2 は、第三開度発生器として機能する場合でも、第五開度発生器として機能する場合でも、第六開度発生器として機能する場合でも、関数 $G \times 2$ を用いて、出力計 6 3 で検知された出力に応じた開度を発生する。

[0081] 第一開度発生器 1 2 1 は、出力計 6 3 で検知される出力 PW と吸気量調節器 1 4 の第一開度 G_1 との関係を定めた関数 $G \times 1$ を有している。この関数 $G \times 1$ は、図 3 に示すように、出力計 6 3 で検知される出力 PW が前述の出力 PW_1 未満までの第一開度 G_1 を示す。この関数 $G \times 1$ は、第一開度 G_1 として、出力計 6 3 で検知される出力 PW が 0 から前述の出力 PW_1 未満までの間、一定の開度 c を示す。この開度 c は、前述の開度 b よりも大きい。第一開度発生器 1 2 1 は、この関数 $G \times 1$ を用いて、出力計 6 3 で検知された出力に応じた第一開度 G_1 を発生する。なお、この第一開度発生器 1 2 1 は、後述の第四開度を発生する第四開度発生器としても機能する。但し、この第一開度発生器 1 2 1 は、第四開度発生器として機能する場合でも、関数 $G \times 1$ を用いて、開度を発生する。

[0082] ガスタービン起動時開度発生器 1 2 3 は、起動時におけるガスタービン 1 0 の回転数 N と吸気量調節器 1 4 の開度との関係を定めた関数 $G \times n$ を有している。この関数 $G \times n$ は、図 4 に示すように、ガスタービン 1 0 の定格回転数 N_1 までの開度を示す。この関数 $G \times n$ は、回転数計 6 4 で検知される

回転数 N が予め定められた回転数 N_0 までは、一定の開度 a を示す。この予め定められた回転数 N_0 は、定格回転数 N_1 よりも小さな回転数である。また、関数 $G \times n$ は、回転数計64で検知される回転数 N が予め定められた出力 N_0 以上になると、回転数 N の変化に対して正の相関性を持つ開度を示し、回転数 N の増加に伴って、開度 a から徐々に大きくなる。なお、この関数 $G \times n$ では、回転数計64で検知される回転数 N が定格回転数 N_1 に対応する開度が前述の開度 b である。

[0083] モード認識部127は、メタル温度計62で検知された温度 T_2 に応じて、蒸気タービン30の起動モードがコールドモードであるか通常起動モードであるかを認識する。具体的に、メタル温度で検知された蒸気タービンケーシング32の蒸気接触部の温度 T_2 が、前述の第一温度（例えば、 300°C ）よりも低いときにはコールドモードであると認識し、この第一温度以上のときには通常起動モードであると認識する。また、モード認識部127は、停止モード受付器160の入力操作に応じて、蒸気タービン30の停止モードが冷却停止モードであるか通常停止モードであるかを認識する。

[0084] 第一切替指令発生器131a、131bは、コールドモードにおける開度制御及び冷却停止モードにおける開度制御への切替指令「1」を発生する第一a切替指令発生器131aと、コールドモードにおける開度制御終了の切替指令「0」を発生する第一b切替指令発生器131bとを有する。第一a切替指令発生器131aは、モード認識部127により起動モードがコールドモードであると認識されると、コールドモードにおける開度制御への切替指令「1」を発生する。また、第一a切替指令発生器131aは、モード認識部127により停止モードが冷却停止モードであると認識され、且つ出力計63で検知された出力 PW が予め定められた出力 PW_1 以下になると、冷却停止モードによる開度制御への切替指令「1」を発生する。第一b切替指令発生器131bは、モード認識部127により起動モードがコールドモードであると認識され、且つ蒸気流量調節弁22が閉から開になるときに、コールドモードにおける開度制御終了の切替指令「0」を発生する。

- [0085] 第一切替器 1 2 4 は、第一 a 切替指令発生器 1 3 1 a がコールドモードにおける開度制御及び冷却停止モードにおける開度制御への切替指令「1」を発生すると、第一開度 G 1 と第二開度 G 2 とのうち第一開度 G 1 を出力する。また、第一切替器 1 2 4 は、第一 b 切替指令発生器 1 3 1 b がコールドモードにおける開度制御終了の切替指令「0」を発生すると、第一開度 G 1 と第二開度 G 2 とのうち第二開度 G 2 を出力する。
- [0086] 第二切替指令発生器 1 3 2 は、回転数計 6 4 で検知された回転数 N が定格回転数 N 1 未満のとき、ガスタービン起動時における開度制御への切替指令「1」を発生する。第二切替器 1 2 5 は、第二切替指令発生器 1 3 2 がガスタービン起動時における開度制御への切替指令「1」を発生すると、ガスタービン起動時開度発生器 1 2 3 からのガスタービン起動時開度 G n と第一切替器 1 2 4 からの開度とうち、ガスタービン起動時開度発生器 1 2 3 からのガスタービン起動時開度 G n を出力する。また、第二切替指令発生器 1 3 2 は、回転数計 6 4 で検知された回転数 N が定格回転数 N 1 以上になると、ガスタービン起動時における開度制御終了の切替指令「0」を発生する。第二切替器 1 2 5 は、第二切替指令発生器 1 3 2 がガスタービン起動時における開度制御終了の切替指令「0」を発生すると、ガスタービン起動時開度発生器 1 2 3 からのガスタービン起動時開度 G n と第一切替器 1 2 4 からの開度とうち第一切替器 1 2 4 からの開度を出力する。
- [0087] 制限器 1 2 6 は、前述したように、第二切替器 1 2 5 から出力された開度の変化率を予め定められた変化率以下に制限する。この予め定められた変化率は、コンバインドサイクルプラントの状態に応じて変更される。
- [0088] 指令出力器 1 2 8 は、前述したように、制限器 1 2 6 で変化率が制限された開度を示す指令を吸気量調節器 1 4 に出力する。
- [0089] 蒸気制御器 1 4 0 は、蒸気流量調節弁 2 2 の開条件が成立したか否かを判断する開条件判断部 1 4 1 と、蒸気流量調節弁 2 2 の閉条件が成立したか否かを定める閉条件判断部 1 5 1 と、蒸気流量調節弁 2 2 を開ける過程での開度を発生する開時開度発生器 1 5 5 と、蒸気流量調節弁 2 2 を閉じる過程で

の開度を発生する閉時開度発生器 156 と、開時開度発生器 155 が発生した開度又は閉時開度発生器 156 が発生した開度に応じた指令を蒸気流量調節弁 22 に出力する指令出力器 157 と、を有する。

[0090] 開条件判断部 141 は、減算器 142 と、第一判断器 143 と、第二判断器 144 と、第三判断器 145 と、第四判断器 146 と、OR 回路 147 と、第一AND回路 148 と、第二AND回路 149 と、を有する。

[0091] 減算器 142 は、蒸気温度計 61 で検知された蒸気ライン 21 中の蒸気 S の温度 T_1 とメタル温度計 62 で検知された蒸気タービンケーシング 32 の蒸気接触部の温度 T_2 との温度偏差 ΔT ($= T_1 - T_2$) を求める。第一判断器 143 は、蒸気 S の温度 T_1 が (現状の蒸気圧力の飽和温度 + 特定過熱度) T_e 以上であると、蒸気 S の温度 T_1 は蒸気流量調節弁 22 を開けるための下限値が成立しているとして「1」を出力する。第二判断器 144 は、蒸気 S の温度 T_1 が予め定められた上限温度 T_{max} 以下であると、蒸気 S の温度 T_1 は蒸気流量調節弁 22 を開けるための上限値が成立しているとして「1」を出力する。第三判断器 145 は、温度偏差 ΔT が予め定められた温度偏差 ΔT_{max} 以下であると、温度偏差 ΔT は蒸気流量調節弁 22 を開けるための上限値が成立しているとして「1」を出力する。第四判断器 146 は、温度偏差 ΔT が予め定められた温度偏差 ΔT_{min} (ΔT_{min} は負の値) 以上であると、温度偏差 ΔT は蒸気流量調節弁 22 を開けるための下限値が成立しているとして「1」を出力する。OR 回路 147 は、第二判断器 144 又は第三判断器 145 が「1」を出力すると、「1」を出力する。第一AND回路 148 は、第四判断器 146 が「1」を出力し且つ OR 回路 147 が「1」を出力すると、「1」を出力する。第二AND回路 149 は、第一判断器 143 が「1」を出力し且つ第一AND回路 148 が「1」を出力すると、「1」を出力する。

[0092] すなわち、開条件判断部 141 の第二AND回路 149 は、以下の温度条件 (1) (2) を満たした場合に、蒸気流量調節弁 22 の開条件が成立したとして、「1」を出力する。

(1) 温度の上限値

蒸気Sの温度 T_1 が予め定められた上限温度 $T_{\max}$ 以下である、又は、温度偏差 ΔT が予め定められた温度偏差 $\Delta T_{\max}$ 以下である。

(2) 温度の下限値

蒸気Sの温度 T_1 が（現状の蒸気圧力の飽和温度＋特定過熱度） T_e 以上である、又は、温度偏差 ΔT が予め定められた温度偏差 $\Delta T_{\min}$ （ $\Delta T_{\min}$ は負の値）以上である。

[0093] 以上のように、本実施形態では、蒸気流量調節弁22の開条件、つまり蒸気タービン30への蒸気供給開始条件として、蒸気ライン21中の蒸気Sの温度 T_1 と蒸気タービンケーシング32の蒸気接触部の温度 T_2 との温度偏差 ΔT の上下限値を定めている。これは、蒸気タービン30への蒸気供給開始時に、蒸気タービン30での熱応力の発生を抑えるためである。

[0094] 開時開度発生器155は、開条件判断部141から「1」が出力されると、予め定められた変化率で大きくなる開度を発生する。なお、この変化率は、各種条件に応じて変更してもよい。

[0095] 閉条件判断部151は、第五判断器152を有する。この第五判断器152は、コンバインドサイクルプラントの停止を示す負荷指令が外部から入力された後、出力計63で検知される出力PWが予め定められた出力PW1以下になると、蒸気流量調節弁22の閉条件が成立したとして、「1」を出力する。

[0096] 閉時開度発生器156は、閉条件判断部151から「1」が出力されると、予め定められた変化率で小さくなる開度を発生する。なお、この変化率は、各種条件に応じて変更してもよい。例えば、停止モードが通常停止モードのときには変化率を大きくし、冷却停止モードのときには変化率を小さくしてもよい。

[0097] 指令出力器157は、前述したように、開時開度発生器155が発生した開度又は閉時開度発生器156が発生した開度に応じた指令を蒸気流量調節弁22に出力する。

[0098] なお、本実施形態の制御装置１００は、コンピュータで構成されており、制御装置１００の各部の処理は、いずれも、ハードディスクドライブ装置等の外部記憶装置やメモリ等の記憶装置と、この記憶装置に記憶されているプログラムを実行するＣＰＵとを有して構成されている。

[0099] 次に、本実施形態のコンバインドサイクルプラントの起動過程における動作について、図５に示すタイミングチャートに従って説明する。

[0100] 制御装置１００が外部からコンバインドサイクルプラントの起動を示す負荷指令を受け付けると、図示されていない起動装置に対して起動指令を出力し、この起動装置を起動させる。この起動装置の起動により、ガスタービン１０の圧縮機ロータ１２及びタービンロータ１７が一体的に回転し始める。圧縮機ロータ１２が回転すると、圧縮機１１からの圧縮空気が燃焼器１５に供給され始められる。圧縮機ロータ１２及びタービンロータ１７、つまりガスタービンロータ１９が例えば予め定められた回転数 N_0 になると（ t_0 ）、制御装置１００の燃料制御器１１０は、燃料流量調節弁５２に対して開指令を出力する。この結果、燃料ライン５１からの燃料 F が燃料流量調節弁５２を介して燃焼器１５に供給され始められる。この燃料 F は、圧縮機１１から燃焼器１５に供給された圧縮空気中で燃焼する。燃焼器１５で発生した燃焼ガスは、タービン１６に流れ込み、ガスタービンロータ１９を回転させる。

[0101] 燃焼器１５への燃料供給開始時、燃料制御器１１０の第一燃料流量発生器１１１からの燃料流量が燃料流量切替器１１３を介して、制限器１１４に送られる。第一燃料流量発生器１１１は、前述したように、関数 $F \times 1$ を用いて、現時点での予定回転数が得られる燃料流量を定める。さらに、第一燃料流量発生器１１１は、回転数計６４で検知された回転数 N と現時点での予定回転数との偏差がある場合には、先に定めた燃料流量を補正し、補正後の燃料流量を発生する。制限器１１４は、燃料流量の変化率が予め定められた変化率以下になるよう、第一燃料流量発生器１１１からの燃料流量の変化率を制限し、これを出力する。指令出力器１１５は、燃料流量調節弁５２に対し

て、制限器 114 から出力された燃料流量に応じた開度を示す指令を出力する。

[0102] この結果、ガスタービンロータ 19 の回転数 N は、基本的に予め定められたパターンで増加する。

[0103] IGV 制御器 120 の第二切替指令発生器 132 は、回転数計 64 で検知される回転数 N が定格回転数 N_1 未満のとき切替指令「1」を発生している。IGV 制御器 120 の第二切替器 125 は、切替指令「1」を受けて、ガスタービン起動時開度発生器 123 からの開度と第一切替器 124 からの開度とのうち、ガスタービン起動時開度発生器 123 からの開度を制限器 126 に送る。よって、燃焼器 15 への燃料供給開始時、つまり回転数計 64 で検知される回転数 N が定格回転数 N_1 未満のとき、IGV 制御器 120 のガスタービン起動時開度発生器 123 からの開度が第二切替器 125 を介して、制限器 126 に送られる。ガスタービン起動時開度発生器 123 は、関数 $G \times n$ を用いて、回転数計 64 で検知された回転数 N に応じた開度をガスタービン起動時開度 G_n として発生する。ガスタービン起動時開度発生器 123 が発生する開度は、図 4 を用いて前述したように、回転数計 64 で検知される回転数 N が予め定められた回転数 N_0 になるまで (t_0)、一定の開度 a である。また、ガスタービン起動時開度発生器 123 が発生する開度は、回転数計 64 で検知される回転数 N が予め定められた出力 N_0 以上になると (t_0)、回転数 N の変化に対して正の相関性を持って変化する。つまり、ガスタービン起動時開度発生器 123 が発生する開度は、回転数 N の増加に伴って増加する。制限器 126 は、吸気量調節器 14 の開度の変化率が予め定められた変化率以下になるよう、ガスタービン起動時開度発生器 123 からの開度の変化率を制限し、これを出力する。指令出力器 128 は、吸気量調節器 14 に対して、制限器 126 から出力された開度を示す指令を出力する。吸気量調節器 14 の開度は、ガスタービンロータ 19 の回転数 N が定格回転数 N_1 になる直前で、開度 b になる。

[0104] IGV 制御器 120 のモード認識部 127 は、メタル温度計 62 で検知さ

れる蒸気タービンケーシング 32 の温度 T_2 に応じて、蒸気タービン 30 の起動モードがコールドモードであるか通常起動モードであるかを認識する（起動モード認識工程）。第一 a 切替指令発生器 131a は、モード認識部 127 により起動モードが通常起動モードであると認識されると、通常起動モードにおける開度制御への切替指令「0」を発生する。第一切替器 124 は、第一 a 切替指令発生器 131a から切替指令「0」を受けると、第一開度発生器 121 からの第一開度 G_1 と第二開度発生器 122 からの第二開度 G_2 とのうち、第二開度発生器 122 からの第二開度 G_2 を出力する。この第二開度 G_2 は、図 3 を用いて前述したように、出力計 63 で検知される出力 PW が予め定められた出力 PW_1 までは一定の開度 b で、出力計 63 で検知される出力 PW が予め定められた出力 PW_1 以上になると、出力 PW の変化に対して正の相関性を持つ開度になる。

[0105] ガスタービンロータ 19 の回転数 N は、出力計 63 で検知される出力 PW が予め定められた出力 PW_1 以上になる以前に定格回転数 N_1 になる（ t_1 ）。第二切替指令発生器 132 は、回転数計 64 で検知される回転数 N が定格回転数 N_1 以上になると（ t_1 ）、切替指令「0」を発生する。第二切替器 125 は、この切替指令「0」を受けると、ガスタービン起動時開度発生器 123 からの開度と第一切替器 124 からの開度とのうち、第一切替器 124 からの開度、つまり、第一開度発生器 121 が発生した第一開度 G_1 又は第二開度発生器 122 が発生した第二開度 G_2 を制限器 126 に送る。この場合（通常起動モードの場合）、第二切替器 125 は、第二開度発生器 122 が発生した第二開度 G_2 を制限器 126 に送る。制限器 126 は、吸気量調節器 14 の開度の変化率が予め定められた変化率以下になるよう、第二開度発生器 122 からの開度の変化率を制限し、これを出力する。指令出力器 128 は、吸気量調節器 14 に対して、制限器 126 から出力された開度を示す指令を出力する（指令出力工程）。

[0106] 第一 a 切替指令発生器 131a は、モード認識部 127 により起動モードがコールドモードであると認識されると、コールドモードにおける開度制御

への切替指令「1」を発生する。第一切替器124は、第一a切替指令発生器131aから切替指令「1」を受けると、第一開度発生器121からの第一開度G1と第二開度発生器122からの第二開度G2とのうち、第一開度発生器121からの第一開度G1を出力する。この第一開度G1は、図3を用いて前述したように、通常起動モードのときの開度bよりも大きい一定の開度cである。

[0107] 前述したように、第二切替指令発生器132は、回転数計64で検知される回転数Nが定格回転数N1以上になると(t1)、切替指令「0」を発生する。第二切替器125は、この切替指令「0」を受けると、ガスタービン起動時開度発生器123からの開度と第一切替器124からの開度とのうち、第一切替器124からの開度からの開度、つまり、第一開度発生器121が発生した第一開度G1又は第二開度発生器122が発生した第二開度G2を制限器126に送る。この場合(コールドモードの場合)、第二切替器125は、第一開度発生器121が発生した第一開度G1である開度cを制限器126に送る。第二切替器125が切り替えられる直前の開度は、ガスタービンロータ19が定格回転数N1のときのガスタービン起動時開度Gnである開度bである。一方、第二切替器125が切り替えられた直後の開度は、開度bよりも大きい第一開度G1である開度cである。制限器126は、吸気量調節器14の開度の変化率が予め定められた変化率以下になるよう、第二開度発生器122からの開度の変化率を制限する。すなわち、制限器126は、第二切替器125の切替前の開度bから徐々に開度cへの大きくなるよう、第二開度発生器122からの開度の変化率を制限する。制限器126は、出力している開度が開度cになると、この開度cを出力し続ける。指令出力器128は、吸気量調節器14に対して、制限器126から出力された開度を示す指令を出力する(指令出力工程)。

[0108] ガスタービンロータ19の回転数Nが定格回転数N1になり、且つ所定の条件を満たすと、外部から制御装置100に、発電機40と外部の系統電力との電気的な接続を指示する併入指令が入力する(t2)。この併入指令が

入力すると（ t_2 ）、遮断器が閉じて、発電機40と外部の系統電力とが電氣的に接続される。この結果、この時点（ t_2 ）から、出力計63からの出力PWが得られるようになる。また、発電機40が系統電力線に接続されると、以降、ガスタービンロータ19の回転数は、この定格回転数N1に維持される。さらに、燃料制御器110の燃料流量切替器113は、この併入指令を受け付けると、第一燃料流量発生器111からの燃料流量と第二燃料流量発生器112からの燃料流量とのうち、第二燃料流量発生器112からの燃料流量を出力するようになる。第二燃料流量発生器112は、前述したように、関数 $F \times 2$ を用いて、外部からの負荷指令と出力計63で検知された出力PW等とに対応した燃料流量を発生する。第二燃料流量発生器112からの燃料量流量は、燃料流量切替器113を介して、制限器114に送られる。制限器114は、前述したように、燃料流量切替器113から出力された燃料流量の燃料流量変化率を所定値以下に制限する。指令出力器115は、制限器114から出力された燃料流量に応じた開度を示す指令を作成し、この指令を燃料流量調節弁52に出力する。

[0109] 外部からの負荷指令は、蒸気タービン30への蒸気供給開始条件が成立するまで、基本的に一定である。このため、燃料流量調節弁52の開度は、併入後、蒸気タービン30への蒸気供給開始条件が成立するまでの間、一定で、この間の出力PWも一定のPW1である。外部からの負荷指令は、蒸気タービン30への蒸気供給開始条件が成立すると（ t_3 ）、負荷指令が示す負荷の値が徐々に増加する。このため、燃料流量調節弁52の開度は、蒸気タービン30への蒸気供給開始条件が成立すると（ t_3 ）、徐々に大きくなり、出力PWも徐々に大きくなる。以降、ガスタービン10を停止させるまでの間、燃料流量調節弁52は、第二燃料流量発生器112からの燃料量流量に応じた開度に制御させる。

[0110] ガスタービン10の燃焼器15に燃料が供給され始められると、排熱回収ボイラー20から発生する蒸気の流量が徐々に増加すると共に、蒸気の温度が徐々に高まる。そして、発電機40が併入された後、蒸気タービン30に

供給する蒸気の蒸気供給開始条件が成立する。

[0111] 蒸気供給開始条件が成立すると、蒸気制御器 140 の開条件判断部 141 から「1」が出力される (t3)。開条件判断部 141 から「1」が出力されると、開時開度発生器 155 は、開条件判断部 141 から「1」が出力されると、予め定められた変化率で大きくなる開度を発生する。蒸気制御器 140 の指令出力器 157 は、この開度を示す指令を蒸気流量調節弁 22 に出力する。この結果、閉状態の蒸気流量調節弁 22 が徐々に開き始め、蒸気タービン 30 に蒸気が供給され始められ、蒸気タービン 30 の出力も出力計 63 で検知される出力に加わるようになる。

[0112] IGV 制御器 120 の第一切替指令発生器 131b は、モード認識部 127 により起動モードがコールドモードであると認識され、且つ蒸気制御器 140 の開条件判断部 141 が蒸気供給開始条件が成立したとして「1」を出力すると (t3)、コールドモードにおける開度制御終了の切替指令「0」を発生する。第一切替器 124 は、第一切替指令発生器 131b から切替指令「0」を受けると、第一開度発生器 121 からの第一開度 G1 と第二開度発生器 122 からの第二開度 G2 とのうち、第二開度発生器 122 からの第二開度 G2 を出力する。なお、この際、第一切替器 124 は、第三切替器として機能している。この第二開度 G2 は、第二切替器 125 を介して、制限器 126 に送られる。第一切替器 (第三切替器) 124 が切り替えられる直前の開度は、第一開度 G1 である開度 c である。一方、第一切替器 (第三切替器) 124 が切り替えられた直後の開度は、第二開度発生器 122 が発生した第二開度 G2 である開度 b である。制限器 126 は、吸気量調節器 14 の開度の変化率が予め定められた変化率以下になるよう、第二開度発生器 122 からの開度の変化率を制限する。すなわち、制限器 126 は、第二切替器 125 の切替前の開度 c から徐々に開度 b へ小さくなるよう、第二開度発生器 122 からの開度の変化率を制限する。なお、この際の開度の変化率は、回転数計 64 で検知される回転数 N が定格回転数 N1 以上になり (t1)、開度 b から開度 c に切り替わるときの開度の変化率と異ならせてもよ

い。この場合、制限器 126 は、第一切替指令発生器 131b から切替指令「0」を受けて、開度の変化率を変更する。以降、ガスタービン 10 と共に蒸気タービン 30 を停止させる制御が開始されるまで、吸気量調節器 14 の開度は、第二開度発生器 122 が発生した第二開度 G2 に制御される。なお、第一切替器 124 が切り替えられた直後、第二開度発生器 122 は、前述の第三開度発生器として機能する。第二開度発生器 122 は、第三開度発生器として機能している場合、第二開度 G2 を第三開度 G3 として出力していることになる。

[0113] 前述したように、本実施形態では、蒸気流量調節弁 22 の開条件、つまり蒸気タービン 30 への蒸気供給開始条件として、蒸気ライン 21 中の蒸気 S の温度 T1 と蒸気タービンケーシング 32 の蒸気接触部の温度 T2 との温度偏差 ΔT の上下限値を定めている。近年、ガスタービン 10 の効率化に伴い、ガスタービン 10 のタービン 16 における燃焼ガスの温度が高まっている関係で、蒸気温度も高まっている。このため、蒸気タービンケーシング 32 の蒸気接触部の温度 T2 が予め定められた温度（例えば、300℃）よりも低いコールドモードときには、蒸気ライン 21 中の蒸気 S の温度 T1 と蒸気タービンケーシング 32 の蒸気接触部の温度 T2 との温度偏差 ΔT が大きくなる。よって、この温度偏差 ΔT が蒸気供給開始条件の一つである上下限値の範囲内に収まらない可能性が高くなる。

[0114] そこで、本実施形態では、蒸気タービン 30 の起動モードがコールドモードの場合には、通常起動モードの場合よりも、吸気量調節器 14 の開度を大きくしている。ガスタービン 10 の燃焼器 15 に供給する燃料の流量制御は、本実施形態において、コールドモードの場合と通常起動モードの場合とで同じである。このため、本実施形態では、ガスタービン 10 に供給される燃料流量に対する空気流量が、通常起動モードの場合よりも、コールドモードの場合の方が多くなる。よって、本実施形態では、通常起動モードの場合よりも、コールドモードの場合の方が燃焼ガスの温度が低くなり、蒸気の温度も低くなる。本実施形態では、このように、蒸気タービンケーシング 32 の

蒸気接触部の温度 T_2 が予め定められた温度よりも低いコールドモードの場合、通常起動モードの場合よりも蒸気の温度も低くなるため、蒸気 S の温度 T_1 と蒸気接触部の温度 T_2 との温度偏差 ΔT を抑えることができる。

[0115] よって、本実施形態では、コールドモードの場合でも、容易に蒸気供給開始条件を満たすことができる。

[0116] また、本実施形態では、第一開度発生器 121 からの第一開度 G_1 と第二開度発生器 122 からの第二開度 G_2 とを使い分けることで、コールドモードの場合の開度制御と通常起動モードの場合の開度制御とを実行している。このため、本実施形態では、蒸気タービン 30 への蒸気供給開始前における吸気量調節器 14 の開度制御を簡易な方法で行うことができる。言い換えると、本実施形態では、蒸気タービン 30 への蒸気供給開始前における吸気量調節器 14 の開度制御を実行する IGV 制御器 120 の構成を簡易化することができる。

[0117] さらに、本実施形態では、各開度発生器から発生される開度のうち、一の開度から他の開度へ切り替える際に、一の開度と他の開度との偏差がある場合でも、一の開度から他の開度へ徐々に開度を変更するので、開度切替時における制御系の混乱を抑えることができる。よって、本実施形態では、以上のように、第一開度発生器 121 からの第一開度 G_1 と第二開度発生器 122 からの第二開度 G_2 とを使い分け、制御系の混乱を抑えることができる。

[0118] 次に、本実施形態のコンバインドサイクルプラントの停止過程における動作について、図 6 に示すタイミングチャートに従って説明する。

[0119] ガスタービン 10 及び蒸気タービン 30 が定常運転されている際、燃料流量調節弁 52 は、燃料制御器 110 の第二燃料発生器から発生された燃料流量に応じた開度に制御される。また、吸気流量調節器は、IGV 制御器 120 の第二開度発生器 122 から発生された第二開度 G_2 に応じた開度に制御される。なお、この際、第二開度発生器 122 は、前述の第三開度発生器、第六開度発生器として機能する。第二開度発生器 122 は、第三開度発生器

として機能している場合、第二開度 G 2 を第三開度 G 3 として出力していることになり、第六開度発生器として機能している場合、第二開度 G 2 を第六開度 G 6 として出力していることになる。また、蒸気流量調節弁 2 2 は、基本的に全開状態に維持されている。

[0120] オペレータは、コンバインドサイクルプラントを停止させる以前に、制御装置 1 0 0 の停止モード受付器 1 6 0 を操作して、制御装置 1 0 0 に対して、蒸気タービン 3 0 の停止モードを冷却停止モードにするか通常停止モードにするかを入力する。モード認識部 1 2 7 は、この停止モード受付器 1 6 0 の操作結果に応じて、蒸気タービン 3 0 の停止モードが冷却停止モードであるか通常停止モードであるかを認識する（停止モード認識工程）。

[0121] 制御装置 1 0 0 が外部からコンバインドサイクルプラントの停止を示す負荷指令を受け付けると（t 6）、燃料制御器 1 1 0 の第二燃料流量発生器 1 1 2 は、この負荷指令に含まれる負荷に応じた燃料流量を出力するようになる。すなわち、第二燃料流量発生器 1 1 2 は、徐々に小さくなる燃料流量を出力するようになる。このため、ガスタービン 1 0 の出力が徐々に低下すると共に、蒸気タービン 3 0 の出力も徐々に低下する。

[0122] 蒸気制御器 1 4 0 における閉条件判断部 1 5 1 の第五判断器 1 5 2 は、コンバインドサイクルプラントの停止を示す負荷指令が外部から入力された後、出力計 6 3 で検知される出力 P W が予め定められた出力 P W 1 以下になると（t 7）、蒸気流量調節弁 2 2 の閉条件が成立したとして、「1」を出力する。閉時開度発生器 1 5 6 は、閉条件判断部 1 5 1 から「1」が出力されると、予め定められた変化率で小さくなる開度を発生する。指令出力器 1 5 7 は、前述したように、閉時開度発生器 1 5 6 が発生した開度に応じた指令を蒸気流量調節弁 2 2 に出力する。このため、蒸気流量調節弁 2 2 の開度は、以降、徐々に小さくなる。

[0123] 出力計 6 3 で検知される出力 P W が予め定められた出力 P W 1 以下になり、蒸気制御器 1 4 0 における閉条件判断部 1 5 1 が、蒸気流量調節弁 2 2 の閉条件が成立したとして「1」を出力すると（t 7）、この出力「1」は、

I G V制御器 120の第一a切替指令発生器 131aにも入力する。第一a切替指令発生器 131aは、モード認識部 127が通常停止モードであると認識している場合に、蒸気制御器 140における閉条件判断部 151から蒸気流量調節弁 22の閉条件が成立したことを意味する「1」を受け付けると(t7)、切替指令「0」を発生する。第一切替器 124は、第一切替器 124は、この切替指令「0」を受けると、第一開度G1と第二開度G2とのうち第二開度G2を出力する(指令出力工程)。なお、第一切替器 124は、ガスタービン 10及び蒸気タービン 30が定常運転されている際、第一開度G1と第二開度G2とのうち第二開度G2を出力するので、この時点で、第一切替器 124が切替指令「0」を受けても、この切替指令「0」を受ける前後で、出力する開度は変わらず、第二開度G2のままである。また、第一切替器 124が切り替えられた直後、第二開度発生器 122は、前述の第五開度発生器として機能する。第二開度発生器 122は、第五開度発生器として機能している場合、第二開度G2を第五開度G5として出力していることになる。

[0124] よって、停止モードが通常停止モードである場合に、蒸気流量調節弁 22の閉条件が成立した以降でも、第二開度発生器 122で発生された第二開度G2に応じた指令が吸気量調節器 14に送られる。この第二開度発生器 122が有している関数 $G \times 2$ は、図3を用いて前述したように、基本的に、第二開度G2として、出力PWの変化に対して正の相関性を持つ開度を示す。但し、この関数 $G \times 2$ は、出力計 63で検知される出力PWが予め定められた出力PW1以下の場合、一定の開度bを示す。このため、出力計 63で検知される出力PWが予め定められた出力PW1以下になり、蒸気流量調節弁 22の閉条件が成立した以降(t7)、第一切替器 124から出力される第二開度G2は一定の開度bである。この一定の開度bは、制限器 126を介して指令出力器 128に送られる。指令出力器 128は、この一定の開度bを示す指令を吸気量調節器 14に出力する。

[0125] 制御装置 100が外部から、発電機 40と外部の系統電力との電氣的な接

続を絶つ旨の指示である解列指令が入力すると（ t_8 ）、遮断器が開いて、発電機40と外部の系統電力との電氣的な接続が絶たれる。この結果、この時点（ t_8 ）から、出力計63からの出力PWは0になる。

[0126] 一方、モード認識部127が冷却停止モードであると認識している場合に、出力計63で検知される出力PWが予め定められた出力PW1以下になり、蒸気制御器140における閉条件判断部151が、蒸気流量調節弁22の閉条件が成立したとして「1」を出力すると（ t_7 ）、第一a切替指令発生器131aは、冷却停止モードにおける開度制御への切替指令「1」を発生する。第一切替器124は、この切替指令「1」を受けると、第一開度G1と第二開度G2とのうち第一開度G1である一定の開度cを出力する。この第一開度G1は、第二切替器125を介して、制限器126に送られる。第一切替器124が切り替えられる直前の開度は、開度bである。一方、第一切替器124が切り替えられた直後の開度は、第一開度発生器121が発生した第一開度G1である一定の開度cである。制限器126は、吸気量調節器14の開度の変化率が予め定められた変化率以下になるよう、第一開度発生器121からの開度の変化率を制限する。すなわち、制限器126は、第二切替器125の切替前の開度bから徐々に開度cへ大きくなるよう、第一開度発生器121からの開度の変化率を制限する。なお、この際の開度の変化率は、回転数計64で検知される回転数Nが定格回転数N1以上になり（ t_1 ）、開度bから開度cに切り替わるときの開度の変化率と異ならせてもよい。この場合、制限器126は、第一a切替指令発生器131aからの切替指令「1」を受けて、開度の変化率を変更する。制限器126は、出力している開度が開度cになると、この開度cを出力し続ける。指令出力器128は、吸気量調節器14に対して、制限器126から出力された開度を示す指令を出力する（指令出力工程）。なお、第一切替器124が切り替えられた直後、第一開度発生器121は、前述の第四開度発生器として機能する。第一開度発生器121は、第四開度発生器として機能している場合、第一開度G1を第四開度G4として出力していることになる。

[0127] 以上、本実施形態では、蒸気タービン 30 の停止モードが冷却停止モードの場合、通常停止モードの場合よりも、吸気量調節器 14 の開度を大きくしている。一方、本実施形態では、ガスタービン 10 の燃焼器 15 に供給する燃料の流量制御が、冷却停止モードの場合と通常停止モードの場合とで同じである。このため、本実施形態では、ガスタービン 10 に供給される燃料流量に対する空気流量が、通常停止モードの場合よりも、冷却停止モードの場合の方が多くなる。よって、本実施形態では、通常停止モードの場合よりも、冷却停止モードの場合の方が燃焼ガスの温度が低くなり、蒸気の温度も低くなる。本実施形態では、このように、蒸気タービン 30 の停止モードとして冷却停止モードが選択された場合、通常停止モードの場合よりも蒸気の温度も低くなるため、蒸気タービン 30 の温度を短時間で低くすることができる。

[0128] また、本実施形態では、第一開度発生器 121 からの第一開度 G1 と第二開度発生器 122 からの第二開度 G2 とを使い分けることで、冷却停止モードの場合の開度制御と通常停止モードの場合の開度制御とを実行している。このため、本実施形態では、蒸気タービン 30 の停止過程における吸気量調節器 14 の開度制御を簡易な方法で行うことができる。言い換えると、本実施形態では、蒸気タービン 30 の停止過程における吸気量調節器 14 の開度制御を実行する IGV 制御器 120 の構成を簡易化することができる。

[0129] さらに、本実施形態では、蒸気タービン 30 への蒸気供給開始前における吸気量調節器 14 の開度制御の場合と同様、各開度発生器から発生される開度のうち、一の開度から他の開度へ切り替える際に、一の開度と他の開度との偏差がある場合でも、一の開度から他の開度へ徐々に開度を変更するので、開度切替時における制御系の混乱を抑えることができる。よって、本実施形態では、蒸気タービン 30 への蒸気供給開始前における吸気量調節器 14 の開度制御の場合と同様、第一開度発生器 121 からの第一開度 G1 と第二開度発生器 122 からの第二開度 G2 とを使い分けても、制御系の混乱を抑えることができる。

[0130] なお、以上の実施形態では、第一開度発生器 121 が独自の関数 $G \times 1$ を有し、この関数 $G \times 1$ を用いて第一開度 $G1$ を発生している。しかしながら、第一開度発生器は、第二開度発生器が発生した第二開度 $G2$ に予め定められた値を加算するものであってもよい。

[0131] また、以上の実施形態では、起動モードがコールドモードのときに採用される第一開度 $G1$ と、停止モードが冷却停止モードのときに採用される第一開度 $G1$ とは、同一のものである。しかしながら、起動モードがコールドモードのときに採用される第一開度 $G1$ と、停止モードが冷却停止モードのときに採用される開度とは、同一でなくてもよい。

産業上の利用可能性

[0132] 本発明の一態様では、起動時における蒸気タービンの蒸気接触部の温度と流入する蒸気の温度との温度差を簡易な制御で抑えることができる。また、発明に係る他の態様では、蒸気タービンを停止させる際、その蒸気接触部の温度を短時間で低くすることができる。

符号の説明

[0133] 10 : ガスタービン、11 : 圧縮機、14 : 吸気量調節器、15 : 燃焼器、20 : 排熱回収ボイラー、21 : 蒸気ライン、22 : 蒸気流量調節弁、23 : 復水器、24 : 給水ライン、30 : 蒸気タービン、40 : 発電機、51 : 燃料ライン、52 : 燃料流量調節弁、61 : 蒸気温度計、62 : メタル温度計、63 : 出力計、64 : 回転数計、100 : 制御装置、110 : 燃料制御器、120 : IGV 制御器、121 : 第一開度発生器（第四開度発生器）、122 : 第二開度発生器（第三開度発生器、第五開度発生器、第六開度発生器）、124 : 第一切替器（第三切替器）、125 : 第二切替器、126 : 制限器、127 : モード認識部、128 : 指令出力器、140 : 蒸気制御器、160 : 停止モード受付器

請求の範囲

[請求項1] 燃焼ガスにより駆動するガスタービンと、前記ガスタービンから排气された燃焼ガスの熱により蒸気を発生する排熱回収ボイラーと、前記蒸気で駆動する蒸気タービンと、を備え、前記ガスタービンが吸気量を調節する吸気量調節器を有するコンバインドサイクルプラントの制御装置において、

前記蒸気タービンの起動モードを認識するモード認識部と、

前記吸気量調節器の開度を示す指令を前記吸気量調節器に出力する指令出力器と、

を有し、

前記指令出力器は、前記モード認識部により認識された起動モードに応じた開度を示す指令を前記吸気量調節器に出力する、

制御装置。

[請求項2] 燃焼ガスにより駆動するガスタービンと、前記ガスタービンから排气された燃焼ガスの熱により蒸気を発生する排熱回収ボイラーと、前記蒸気で駆動する蒸気タービンと、を備え、前記ガスタービンが吸気量を調節する吸気量調節器を有するコンバインドサイクルプラントの制御装置において、

前記蒸気タービンの起動モードが、前記蒸気タービンの蒸気接触部における温度が予め定められた温度よりも低いコールドモードであるか、前記予め定められた温度以上の他の起動モードであるかを認識するモード認識部と、

前記ガスタービンを起動させて、前記排熱回収ボイラーから蒸気が発生し始めた後であって、前記蒸気タービンに前記蒸気の供給を開始し始める前までの蒸気タービン起動前の期間における前記吸気量調節器の開度として、前記他の起動モードのときの第二開度よりも大きい第一開度を発生する第一開度発生器と、

前記吸気量調節器の開度を示す指令を前記吸気量調節器に出力する

指令出力器と、

を有し、

前記指令出力器は、前記モード認識部により前記起動モードが前記コールドモードであると認識された場合に、前記蒸気タービン起動前期間中、前記第一開度に応じた指令を前記吸気量調節器に出力する、制御装置。

[請求項3] 請求項2に記載の制御装置において、

前記他の起動モードにおける前記吸気量調節器の開度として、前記第二開度を発生する第二開度発生器と、

前記第一開度と前記第二開度とのうち、一方の開度を選択して前記指令出力器に送る第一切替器と、

を有し、

前記第一切替器は、前記モード認識部により前記起動モードが前記コールドモードであると認識された場合に、前記蒸気タービン起動前の期間中に前記第一開度を前記指令出力器に送る、制御装置。

[請求項4] 請求項3に記載の制御装置において、

前記蒸気タービンへの前記蒸気の供給開始以降における開度として、前記蒸気の供給開始時の開度が、前記蒸気の供給開始直前の前記第一開度より小さい第三開度を発生する第三開度発生器と、

前記蒸気タービンへの前記蒸気の供給開始を条件に、前記指令出力器に送る開度を、前記第一開度から前記第三開度に切り替える第三切替器と、

前記第三切替器による切替直前における前記第一開度から、前記第三切替器による切替直後における前記第三開度へ徐々に変化するように、開度の単位時間当たりの変化量である開度変化率を予め定められた値以下にする制限器と、

を有する制御装置。

- [請求項5] 請求項4に記載の制御装置において、
前記第三開度発生器は、前記ガスタービンの出力と前記第三開度との予め定められた関係を用いて、現時点での前記ガスタービンの出力に応じた前記第三開度を発生する、
制御装置。
- [請求項6] 請求項5に記載の制御装置において、
前記第二開度発生器は、前記第三開度発生器を成し、前記予め定められた関係を用いて、現時点での前記ガスタービンの出力に応じた前記第三開度を発生すると共に、現時点での前記ガスタービンの出力に応じた前記第二開度を発生する、
制御装置。
- [請求項7] 請求項3から請求項6のいずれか一項に記載の制御装置において、
前記ガスタービンの起動時に前記ガスタービンが予め定められた状態になるまでの前記吸気量調節器の開度であるガスタービン起動時開度を発生するガスタービン起動時開度発生器と、
前記ガスタービンが前記予め定められた状態になるまで、前記ガスタービン起動時開度を前記指令出力器に送り、前記ガスタービンが前記予め定められた状態になったことを条件に、前記第一開度又は前記第二開度を前記指令出力器に送る第二切替器と、
を有する制御装置。
- [請求項8] 請求項7に記載の制御装置において、
前記第二切替器による切替直前における前記ガスタービン起動時開度から、前記第二切替器による切替直後における前記第一開度へ徐々に変化するよう、開度の単位時間当たりの変化量である開度変化率を予め定められた値以下にする制限器を有する、
制御装置。
- [請求項9] 請求項2から請求項8のいずれか一項に記載の制御装置において、
前記蒸気タービンを停止させる際の停止モードが、前記蒸気タービ

ンの停止時における蒸気接触部における温度が予め定められた温度よりも低い冷却停止モードであるか、前記予め定められた温度以上の他の停止モードであるかを認識する停止モード認識部と、

前記ガスタービンと共に前記蒸気タービンを停止させる過程で、前記吸気量調節器の開度として、前記他の停止モードのときの第五開度よりも大きい第四開度を発生する第四開度発生器と、

を有し、

前記指令出力器は、前記停止モード認識部により前記停止モードが前記冷却停止モードであると認識された場合に、前記蒸気タービンを停止させる過程で、前記第四開度に応じた指令を前記吸気量調節器に出力する、

を有する制御装置。

[請求項10] 請求項9に記載の制御装置において、

前記モード認識部は、前記停止モード認識部を成し、前記起動モードと共に前記停止モードを認識する、

制御装置。

[請求項11] 請求項9又は請求項10に記載の制御装置において、

前記第一開度発生器は、前記第四開度発生器を成し、前記第一開度と共に、前記第四開度として前記第一開度と同じ開度を発生する、

制御装置。

[請求項12] 請求項9から請求項11のいずれか一項に記載の制御装置において、

前記コンバインドサイクルプラントは、前記蒸気タービンに流入する前記蒸気の流量を調節する蒸気流量調節弁を有しており、

前記他の停止モードにおける前記第五開度を発生する第五開度発生器と、

前記第四開度と前記第五開度とのうち、一方の開度を選択して前記指令出力器に送る切替器と、

を有し、

前記切替器は、前記停止モード認識部により前記停止モードが前記冷却停止モードであると認識され、且つ前記蒸気タービンを停止させる過程で前記蒸気流量調節弁が閉じられ始められることを条件にして、前記第四開度を前記指令出力器に送る、
制御装置。

[請求項13]

請求項 1 2 に記載の制御装置において、

前記蒸気タービンを停止される過程で前記蒸気流量調節弁の閉開始前の前記吸気量調節器の前記開度であって、前記蒸気流量調節弁の閉開始直前の開度が前記蒸気流量調節弁の閉開始時における前記第四開度よりも小さい第六開度を発生する第六開度発生器と、

前記切替器による切替直前における前記第六開度から、前記切替器による切替直後における前記第四開度へ徐々に変化するよう、開度の単位時間当たりの変化量である開度変化率を予め定められた値以下にする制限器と、

を有する制御装置。

[請求項14]

請求項 1 3 に記載の制御装置において、

前記第五開度発生器は、前記第六開度発生器を成し、前記第五開度及び前記第六開度を発生し、

前記切替器による切替直前の前記第六開度と、前記切替器による切替直後における前記第五開度とが同じ開度である、

制御装置。

[請求項15]

請求項 1 3 又は請求項 1 4 に記載の制御装置において、

前記第六開度発生器は、前記ガスタービンの出力と前記第六開度との予め定められた関係を用いて、現時点での前記ガスタービンの出力に応じた前記第六開度を発生する、

制御装置。

[請求項16]

請求項 2 から請求項 1 5 のいずれか一項に記載の制御装置において

、

前記モード認識部は、温度計により検知された前記蒸気タービンの蒸気接触部における温度に応じて、前記起動モードが前記コールドモードであるか前記他の起動モードであるかを認識する、
制御装置。

[請求項17]

燃焼ガスにより駆動するガスタービンと、前記ガスタービンから排気された燃焼ガスの熱により蒸気を発生する排熱回収ボイラーと、前記蒸気で駆動する蒸気タービンと、を備え、前記ガスタービンが吸気量を調節する吸気量調節器を有するコンバインドサイクルプラントの制御装置において、

前記蒸気タービンを停止させる際の停止モードが、前記蒸気タービンの停止時における蒸気接触部における温度が予め定められた温度よりも低い冷却停止モードであるか、前記予め定められた温度以上の他の停止モードであるかを認識する停止モード認識部と、

前記ガスタービンと共に前記蒸気タービンを停止させる過程で、前記吸気量調節器の開度として、前記他の停止モードのときの第二開度よりも大きい第一開度を発生する第一開度発生器と、

前記吸気量調節器の開度を示す指令を前記吸気量調節器に出力する指令出力器と、

を有し、

前記指令出力器は、前記停止モード認識部により前記停止モードが前記冷却停止モードであると認識された場合に、前記蒸気タービンを停止させる過程で、前記第一開度に応じた指令を前記吸気量調節器に出力する、

制御装置。

[請求項18]

請求項17に記載の制御装置において、

前記コンバインドサイクルプラントは、前記蒸気タービンに流入する前記蒸気の流量を調節する蒸気流量調節弁を有しており、

前記他の停止モードにおける前記第二開度を発生する第二開度発生器と、

前記第一開度と前記第二開度とのうち、一方の開度を選択して前記指令出力器に送る切替器と、

を有し、

前記切替器は、前記停止モード認識部により前記停止モードが前記冷却停止モードであると認識され、且つ前記蒸気タービンを停止させる過程で前記蒸気流量調節弁が閉じられ始められることを条件にして、前記第一開度を前記指令出力器に送る、
制御装置。

[請求項19] 請求項18に記載の制御装置において、

前記蒸気タービンを停止される過程で前記蒸気流量調節弁の閉開始前の前記吸気量調節器の開度であって、前記蒸気流量調節弁の閉開始直前の開度が前記蒸気流量調節弁の閉開始時における前記第一開度よりも小さい第三開度を発生する第三開度発生器と、

前記切替器による切替直前における前記第三開度から、前記切替器による切替直後における前記第一開度へ徐々に変化するよう、開度の単位時間当たりの変化量である開度変化率を予め定められた値以下にする制限器と、

を有する制御装置。

[請求項20] 請求項19に記載の制御装置において、

前記第二開度発生器は、前記第三開度発生器を成し、前記第二開度及び前記第三開度を発生し、

前記切替器による切替直前の前記第三開度と、前記切替器による切替直後における前記第二開度とが同じ開度である、

制御装置。

[請求項21] 請求項19又は請求項20に記載の制御装置において、

前記第三開度発生器は、前記ガスタービンの出力と前記第三開度と

の予め定められた関係を用いて、現時点での前記ガスタービンの出力に応じた前記第三開度を発生する、

制御装置。

[請求項22] 請求項9から請求項15、請求項17から請求項21のいずれか一項に記載の制御装置において、

前記停止モードを、前記冷却停止モードにするか前記他の停止モードにするかを受け付ける停止モード受付器を有し、

前記停止モード認識部は、前記停止モード受付器が受け付けた内容に応じて、前記冷却停止モードであるか前記他の起動モードであるかを認識する、

制御装置。

[請求項23] 請求項1から請求項22のいずれか一項に記載の制御装置と、

前記ガスタービンと、

前記排熱回収ボイラーと、

前記蒸気タービンと、

を備えているコンバインドサイクルプラント。

[請求項24] 燃焼ガスにより駆動するガスタービンと、前記ガスタービンから排気された燃焼ガスの熱により蒸気を発生する排熱回収ボイラーと、前記蒸気で駆動する蒸気タービンと、を備え、前記ガスタービンが吸気量を調節する吸気量調節器を有するコンバインドサイクルプラントの制御方法において、

前記蒸気タービンの起動モードが、前記蒸気タービンの蒸気接触部における温度が予め定められた温度よりも低いコールドモードであるか、前記予め定められた温度以上の他の起動モードであるかを認識する起動モード認識工程と、

前記ガスタービンを起動させて、前記排熱回収ボイラーから蒸気が発生し始めた後であって、前記起動モード認識工程で前記起動モードが前記コールドモードであると認識されると、前記蒸気タービンに前

記蒸気の供給を開始し始める前までの蒸気タービン起動前の期間における前記吸気量調節器の開度を示す指令として、前記他の起動モードのときの第二開度よりも大きい第一開度に応じた指令を前記吸気量調節器に出力する指令出力工程と、
を実行する制御方法。

[請求項25] 請求項24に記載の制御方法において、
前記指令出力工程では、前記蒸気タービン起動前の期間であって、前記起動モード認識工程で前記起動モードが前記他の起動モードであると認識されると、前記他の起動モードのときの前記第二開度に応じた指令を前記吸気量調節器に出力する、
制御方法。

[請求項26] 請求項24又は請求項25に記載の制御方法において、
前記指令出力工程では、前記第一開度に応じた指令を出力した後、前記蒸気タービンへの前記蒸気の供給開始を条件に、第三開度に徐々に近づく開度を示す指令を出力し、該開度が該第三開度になった以降は該第三開度を示す指令を出力する、
制御方法。

[請求項27] 請求項26に記載の制御方法において、
前記指令出力工程では、前記第二開度に応じた指令を出力した後、前記蒸気タービンへの前記蒸気の供給開始を条件に、前記第三開度に応じた指令を出力し、
前記蒸気タービンへの前記蒸気の供給開始直後の前記第三開度は、前記蒸気の供給開始直前の前記第二開度と同じ開度である、
制御方法。

[請求項28] 請求項26又は請求項27に記載の制御方法において、
前記ガスタービンの出力と前記第三開度との予め定められた関係を用いて、現時点での前記ガスタービンの出力に応じた前記第三開度を定める、

制御方法。

[請求項29] 請求項24から請求項28のいずれか一項に記載の制御方法において、

前記蒸気タービンを停止させる際の停止モードが、前記蒸気タービンの停止時における蒸気接触部における温度が予め定められた温度よりも低い冷却停止モードであるか、前記予め定められた温度以上の他の停止モードであるかを認識する停止モード認識工程を実行し、

前記指令出力工程では、前記ガスタービンと共に前記蒸気タービンを停止させる過程で、前記停止モード認識工程で前記停止モードが前記冷却停止モードであると認識されると、前記吸気量調節器の開度を示す指令として、前記他の停止モードのときの第五開度よりも大きい第四開度に応じた指令を前記吸気量調節器に出力する、

を実行する制御方法。

[請求項30] 請求項29に記載の制御方法において、

前記コンバインドサイクルプラントは、前記蒸気タービンに流入する前記蒸気の流量を調節する蒸気流量調節弁を有しており、

前記指令出力工程では、前記停止モード認識工程で前記停止モードが前記冷却停止モードであると認識され、且つ前記ガスタービンと共に前記蒸気タービンを停止させる過程で前記蒸気流量調節弁が閉じられ始められることを条件にして、前記第四開度に応じた指令を出力し、前記停止モード認識工程で前記停止モードが前記他の停止モードであると認識され、且つ前記ガスタービンと共に前記蒸気タービンを停止させる過程で前記蒸気流量調節弁が閉じられ始められることを条件にして、前記第五開度に応じた指令を出力する、

制御方法。

[請求項31] 請求項30に記載の制御方法において、

前記蒸気タービンを停止させる過程で前記蒸気流量調節弁の閉開始前、前記指令出力工程では、前記蒸気流量調節弁の閉開始直前におけ

る前記吸気量調節器の開度が、前記蒸気流量調節弁の開開始時における前記第五開度と同じ開度である第六開度に応じた指令を出力し、

前記停止モード認識工程で前記停止モードが前記冷却停止モードであると認識され、且つ前記蒸気タービンを停止させる過程で前記蒸気流量調節弁が閉じられ始められると、前記指令出力工程では、前記第六開度から徐々に前記第四開度に近づく開度を示す指令を出力し、該開度が前記第四開度になった以降は該第四開度を示す指令を出力する、

制御方法。

[請求項32]

請求項31に記載の制御方法において、

前記ガスタービンの出力と前記第六開度との予め定められた関係を用いて、現時点での前記ガスタービンの出力に応じた前記第六開度を定める、

制御方法。

[請求項33]

請求項24から請求項32のいずれか一項に記載の制御方法において、

前記起動モード認識工程では、温度計で検知された前記蒸気タービンの蒸気接触部における温度に応じて、前記コールドモードであるか前記他の起動モードであるかを認識する、

制御方法。

[請求項34]

燃焼ガスにより駆動するガスタービンと、前記ガスタービンから排気された燃焼ガスの熱により蒸気を発生する排熱回収ボイラーと、前記蒸気で駆動する蒸気タービンと、を備え、前記ガスタービンが吸気量を調節する吸気量調節器を有するコンバインドサイクルプラントの制御方法において、

前記蒸気タービンを停止させる際の停止モードが、前記蒸気タービンの停止時における蒸気接触部における温度が予め定められた温度よりも低い冷却停止モードであるか、前記予め定められた温度以上の他

の停止モードであるかを認識する停止モード認識工程と、

前記ガスタービンと共に前記蒸気タービンを停止させる過程で、前記停止モード認識工程で前記停止モードが前記冷却停止モードであると認識されると、前記吸気量調節器の開度を示す指令として、前記他の停止モードのときの第二開度よりも大きい第一開度に応じた指令を前記吸気量調節器に出力する指令出力工程と、

を実行する制御方法。

[請求項35]

請求項34に記載の制御方法において、

前記コンバインドサイクルプラントは、前記蒸気タービンに流入する前記蒸気の流量を調節する蒸気流量調節弁を有しており、

前記指令出力工程では、前記停止モード認識工程で前記停止モードが前記冷却停止モードであると認識され、且つ前記ガスタービンと共に前記蒸気タービンを停止させる過程で前記蒸気流量調節弁が閉じられ始められることを条件にして、前記第一開度に応じた指令を出力し、前記停止モード認識工程で前記停止モードが前記他の停止モードであると認識され、且つ前記ガスタービンと共に前記蒸気タービンを停止させる過程で前記蒸気流量調節弁が閉じられ始められることを条件にして、前記第二開度に応じた指令を出力する、

制御方法。

[請求項36]

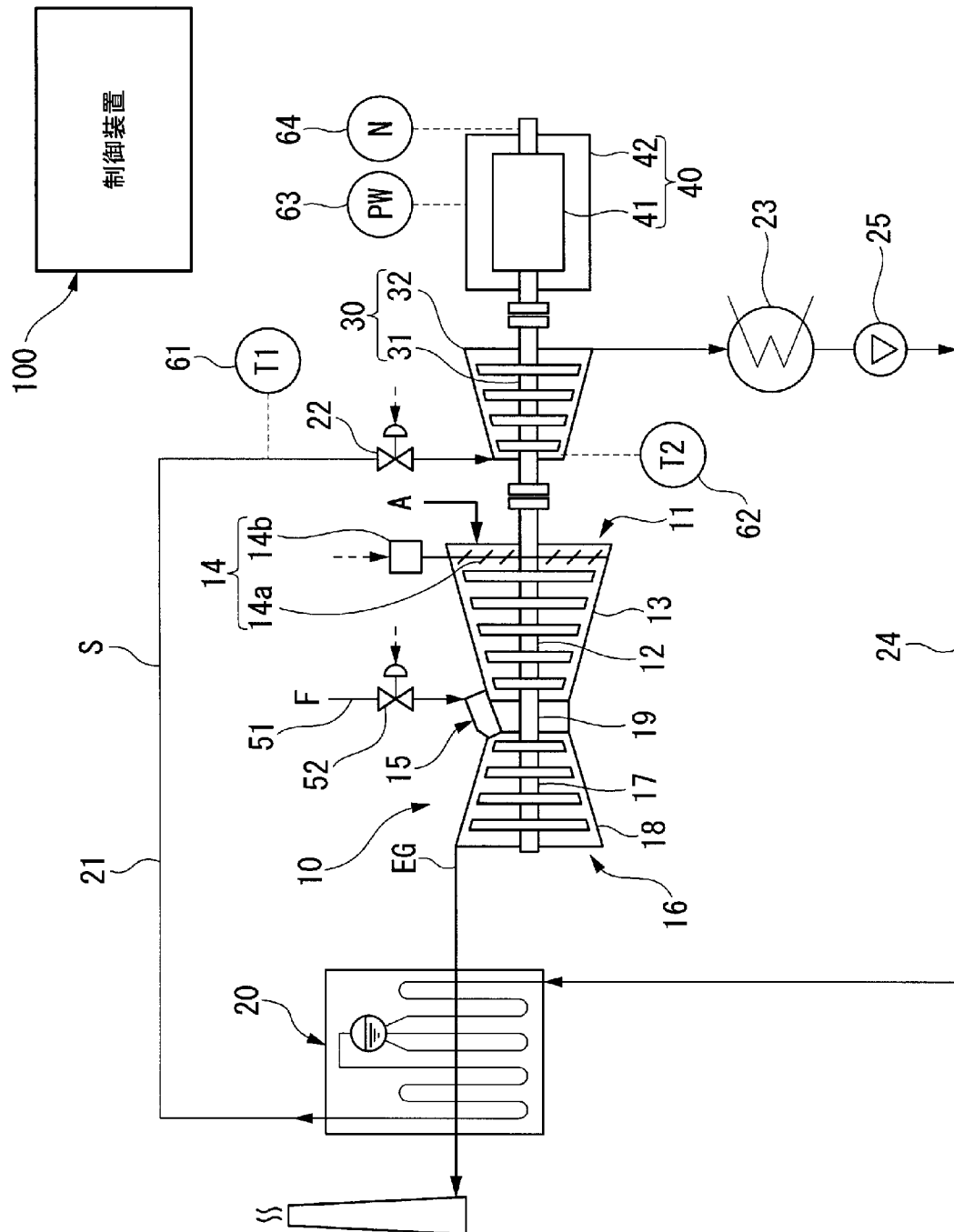
請求項35に記載の制御方法において、

前記蒸気タービンを停止させる過程で前記蒸気流量調節弁の閉開始前に、前記指令出力工程では、前記蒸気流量調節弁の閉開始直前における前記吸気量調節器の開度が、前記蒸気流量調節弁の閉開始時における前記第二開度と同じ開度である第三開度に応じた指令を出力し、

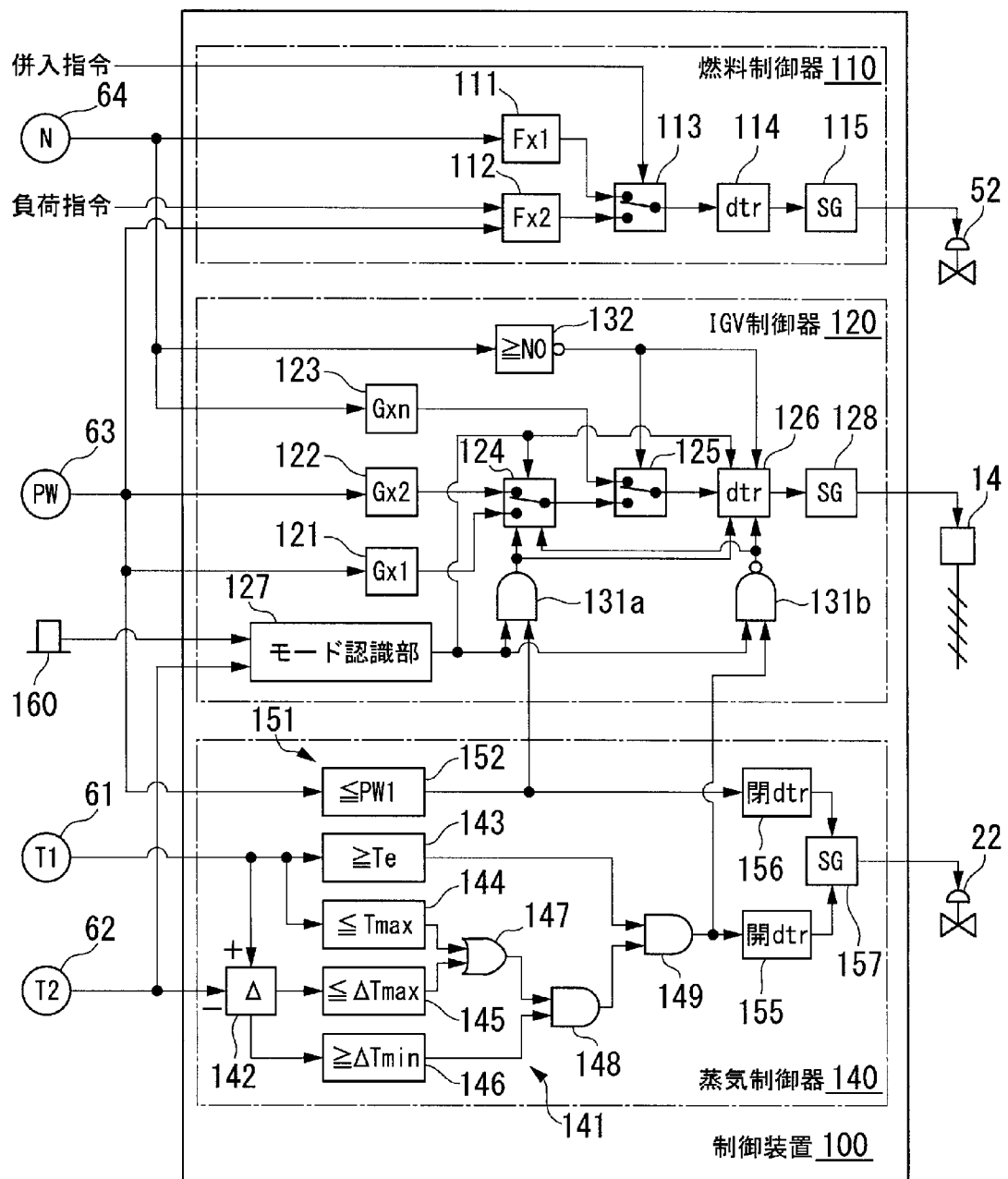
前記停止モード認識工程で前記停止モードが前記冷却停止モードであると認識され、且つ前記蒸気タービンを停止させる過程で前記蒸気流量調節弁が閉じられ始められると、前記指令出力工程では、前記第三開度から徐々に前記第一開度に近づく開度を示す指令を出力し、該

開度が第一開度になった以降は該第一開度を示す指令を出力する、
制御方法。

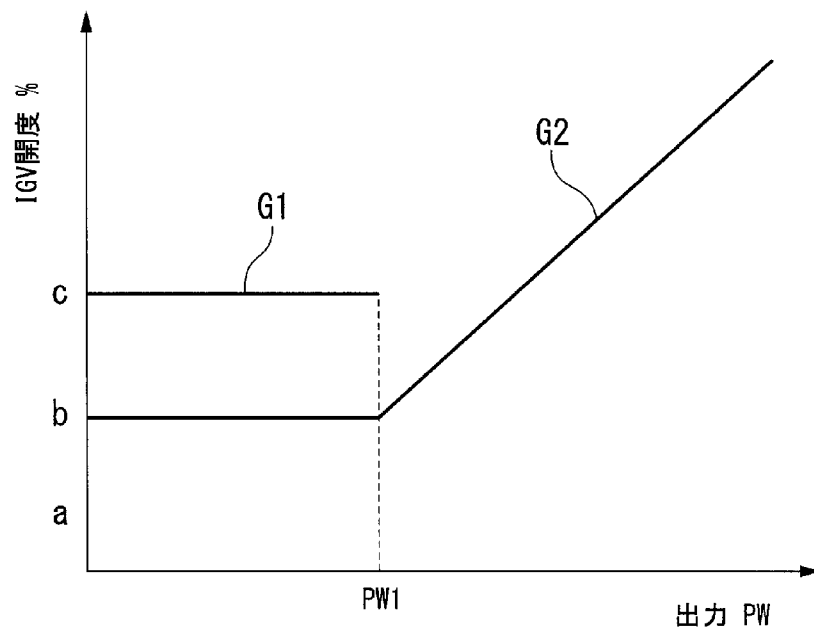
[図1]



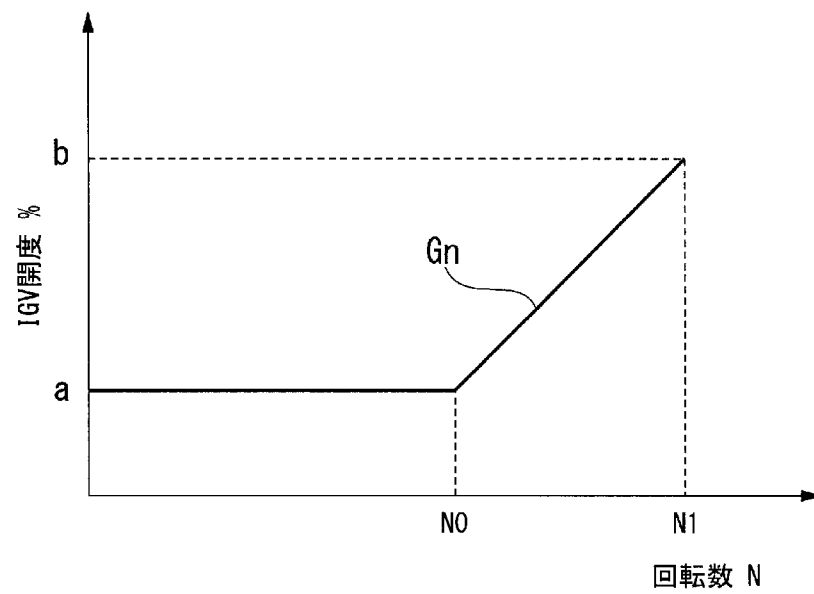
[図2]



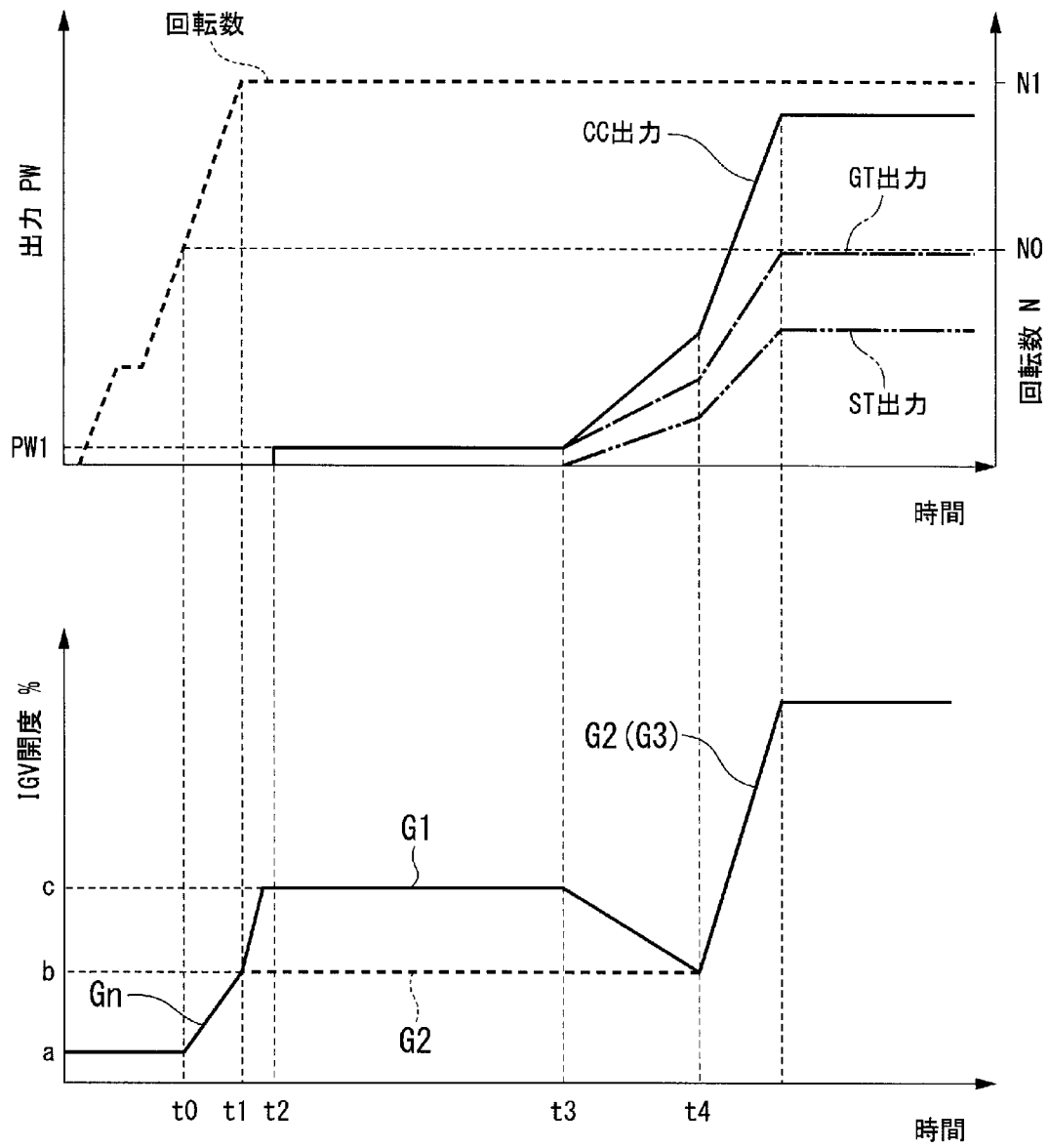
[図3]



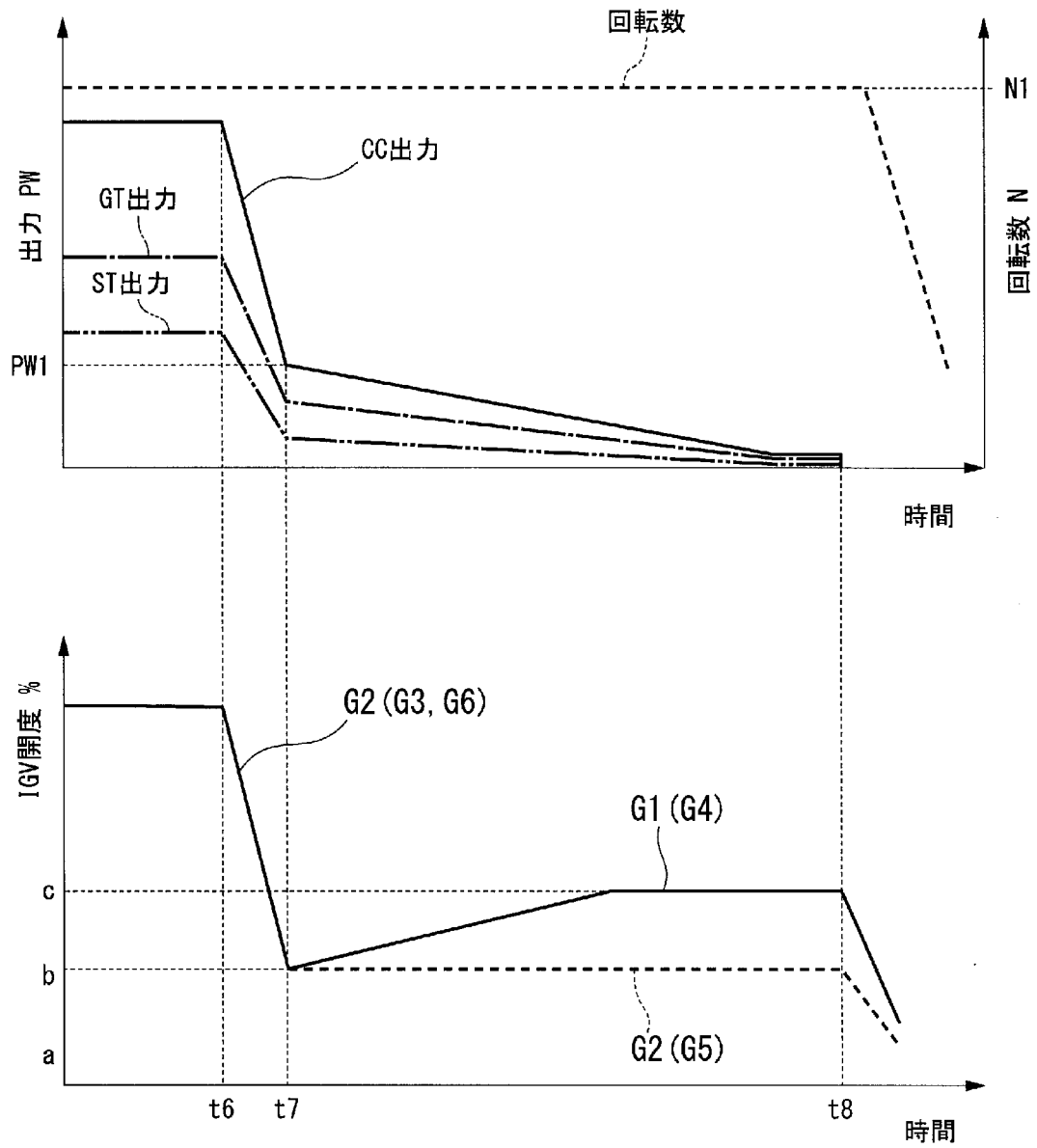
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/054798

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F01K23/10(2006.01)i, F01D19/00(2006.01)i, F02C7/042(2006.01)i, F02C7/057(2006.01)i, F02C7/26(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)

F01K23/10, F01D19/00, F02C7/042, F02C7/057, F02C7/26

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
X A	JP 3-290006 A (Toshiba Corp.), 19 December 1991 (19.12.1991), page 3, lower left column, line 6 to page 4, lower right column, line 13; page 5, upper left column, line 14 to page 6, lower left column, line 9; page 8, lower left column, line 15 to page 9, lower left column, line 8; fig. 1, 3 to 4, 10 (Family: none)	1-4, 7-8, 24-28 5-6, 9-23, 29-36

☒ 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
19 May 2015 (19.05.15)

Date of mailing of the international search report
26 May 2015 (26.05.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/054798

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2008-128086 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 05 June 2008 (05.06.2008), paragraphs [0008], [0023] to [0050]; fig. 1 to 3 & US 2010/0071372 A1 & EP 2085588 A1 & WO 2008/062678 A1 & KR 10-2009-0078833 A & CN 101542092 A	1, 24 2-23, 25-36
X A	JP 2012-57585 A (Hitachi, Ltd.), 22 March 2012 (22.03.2012), paragraphs [0047] to [0055]; fig. 3 to 4 (Family: none)	1, 24 2-23, 25-36
A	JP 2000-45791 A (Toshiba Corp.), 15 February 2000 (15.02.2000), paragraphs [0010] to [0016], [0035]; fig. 5 (Family: none)	1-36
A	JP 2007-40171 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 15 February 2007 (15.02.2007), paragraphs [0018] to [0032]; fig. 1 to 5, 11 & US 2007/0031238 A1 & DE 102006008711 A1 & CN 1908405 A	1-36
A	JP 2007-211705 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 23 August 2007 (23.08.2007), paragraphs [0007], [0026] to [0044]; fig. 1 (Family: none)	1-36

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F01K23/10(2006.01)i, F01D19/00(2006.01)i, F02C7/042(2006.01)i, F02C7/057(2006.01)i, F02C7/26(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（I P C））

Int.Cl. F01K23/10, F01D19/00, F02C7/042, F02C7/057, F02C7/26

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
X A	JP 3-290006 A（株式会社東芝）1991.12.19, 第3ページ左下欄第6行-第4ページ右下欄第13行目, 第5ページ左上欄第14行-第6ページ左下欄第9行目, 第8ページ左下欄第15行-第9ページ左下欄第8行目, 第1図, 第3-4図, 第10図 (ファミリーなし)	1-4, 7-8, 24-28 5-6, 9-23, 29-36

☒ 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

1 9 . 0 5 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 6 . 0 5 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
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）

米澤 篤

3 G

4 1 3 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 5

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
X A	JP 2008-128086 A (三菱重工業株式会社) 2008.06.05, 段落[0008], [0023]-[0050], 図 1-3 & US 2010/0071372 A1 & EP 2085588 A1 & WO 2008/062678 A1 & KR 10-2009-0078833 A & CN 101542092 A	1, 24 2-23, 25-36
X A	JP 2012-57585 A (株式会社日立製作所) 2012.03.22, 段落[0047]-[0055], 図 3-4 (ファミリーなし)	1, 24 2-23, 25-36
A	JP 2000-45791 A (株式会社東芝) 2000.02.15, 段落[0010]-[0016], [0035], 図 5 (ファミリーなし)	1-36
A	JP 2007-40171 A (三菱重工業株式会社) 2007.02.15, 段落[0018]-[0032], 図 1-5, 11 & US 2007/0031238 A1 & DE 102006008711 A1 & CN 1908405 A	1-36
A	JP 2007-211705 A (三菱重工業株式会社) 2007.08.23, 段落[0007], [0026]-[0044], 図 1 (ファミリーなし)	1-36