

(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
2018年6月21日(21.06.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/110696 A1

(51) 国際特許分類:
F02C 9/26 (2006.01) F02C 9/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/045073

(22) 国際出願日: 2017年12月15日(15.12.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

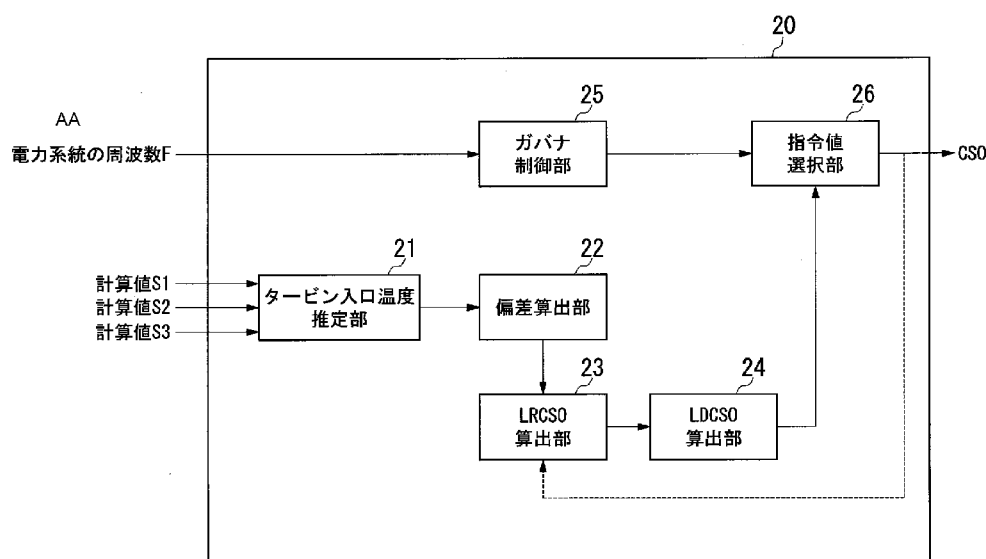
(30) 優先権データ:
特願 2016-243359 2016年12月15日(15.12.2016) JP

(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: 高木 一茂 (TAKAKI Kazushige); 〒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). 齋藤 昭彦 (SAITO Akihiko); 〒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). 竹中 竜児 (TAKENAKA Ryuji); 〒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). 福本 皓士郎 (FUKUMOTO Koshiro); 〒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). 秋山 知英 (AKIYAMA Tomohide); 〒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

(54) Title: GAS TURBINE CONTROL APPARATUS AND GAS TURBINE CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: ガスタービン制御装置、ガスタービン制御方法



21 Turbine inlet temperature estimation unit
22 Deviation calculation unit
23 LRCSO calculation unit
24 LDCSO calculation unit

25 Governor control unit
26 Command value selection unit
S1, S2, S3 Calculation value
AA Frequency F of power system

(57) Abstract: According to the present invention, a first fuel flowrate command value indicating the command value CSO of a fuel input amount is calculated so as to match, with a target output, the output of a gas turbine. The upper limit value of the first fuel flowrate command value is calculated. The upper limit value of the first fuel flowrate command value is calculated on the basis of a deviation obtained by subtracting a second limit value regarding an estimated value set such that the estimated value does not exceed the first limit value of the turbine inlet temperature from the estimated



(JP). 大橋 計仁(OHASHI Kazuhito); 〒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). 岩▲崎▼ 好史(IWASAKI Yoshifumi); 〒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: 松沼 泰史, 外(MATSUNUMA Yasushi 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, 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).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

value of the turbine inlet temperature of the gas turbine.

(57) 要約: ガスタービンの出力が目標出力に一致するように燃料投入量の指令値CSOを示す第一燃料流量指令値を算出する。第一燃料流量指令値の上限値を算出する。ガスタービンのタービン入口温度の推定値から、当該推定値がタービン入口温度の第一制限値を超えないように設定された推定値に関する第二制限値を減じて得られた偏差に基づいて、第一燃料流量指令値の上限値を算出する。

明 細 書

発明の名称：ガスタービン制御装置、ガスタービン制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、ガスタービン制御装置、ガスタービン制御方法に関する。

本願は、２０１６年１２月１５日に、日本に出願された特願２０１６－２４３３５９号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] ガスタービン入口温度を監視して、ガスタービンを制御する装置が特許文献１、特許文献２に開示されている。ガスタービン入口温度が制限値を超えるとガスタービンを構成する燃焼器やタービン等の構成機器を損傷する恐れがある。したがってガスタービン入口温度が制限値を超えないよう制御する必要がある。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２００７－７１１４４号公報

特許文献２：特開平８－１３５４０６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 発電プラントの発電機は上述のガスタービンによって駆動される。発電機は電力系統に接続されているが、当該電力系統における負荷の増加により急激に電力系統における周波数が低下することがある。このような急激な周波数低下においては、ガスタービン出力に対応する燃料流量の割合が急激に増加し、ガスタービン入口温度が急激に上昇してしまう懸念がある。

[0005] そこでこの発明は、上述の課題を解決することのできるガスタービン制御装置、ガスタービン制御方法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

[0006] 本発明の第１の態様によれば、ガスタービン制御装置は、ガスタービンの

出力が目標出力に一致するように燃料投入量の指令値CSO (Control Signal Output) を示す第一燃料流量指令値を算出する第一CSO算出部と、前記第一燃料流量指令値の上限値を算出する第二CSO算出部と、を備え、前記第二CSO算出部は、前記ガスタービンのタービン入口温度の推定値から、当該推定値が前記タービン入口温度の第一制限値を超えないように設定された推定値に関する第二制限値を減じて得られた偏差に基づいて、前記第一燃料流量指令値の上限値を算出することを特徴とする。

[0007] 上述のガスタービン制御装置において、前記第二CSO算出部は、前記偏差が、前記タービン入口温度の前記推定値が前記第一制限値を超えると判定される所定の偏差以上の場合に前記第一燃料流量指令値の上限値の上昇を抑制した前記第一燃料流量指令値の上限値を算出してよい。

[0008] 上述のガスタービン制御装置において、前記第二CSO算出部は、前記偏差が前記所定の偏差以上の場合に、前記第一燃料流量指令値の上限値を現在算出した上限値に固定してよい。

[0009] 上述のガスタービン制御装置において、前記第二CSO算出部は、前記偏差が前記所定の偏差以上の場合に、前記第一燃料流量指令値の上限値を所定の上限値に固定してよい。

[0010] 上述のガスタービン制御装置において、前記第二CSO算出部は、前記偏差が前記所定の偏差以上の場合に、前記第一燃料流量指令値の上限値を前記偏差に応じた値に固定してよい。

[0011] 本発明の第2の態様によれば、ガスタービン制御装置は、ガスタービンの出力が目標出力に一致するように燃料投入量の指令値CSO (Control Signal Output) を示す第一燃料流量指令値を算出する第一CSO算出部と、前記ガスタービンのタービン入口温度の推定値から、当該推定値が前記タービン入口温度の第一制限値を超えないように設定された前記推定値に関する第二制限値を減じ、偏差を算出し、当該偏差が前記タービン入口温度の前記推定値が前記第一制限値を超えると判定される所定の偏差以上でない場合には、前記第一燃料流量指令値を含めた複数の燃料流量指令値のうち現在選択され

ている選択後燃料流量指令値に所定の値を加えた第二燃料流量指令値を算出し、前記偏差が前記所定の偏差以上である場合には前記選択後燃料流量指令値を抑制する第二燃料指令値を算出する第二CSO算出部と、を備えることを特徴とする。

[0012] 本発明の第3の態様によれば、ガスタービン制御方法は、第一CSO算出部が、ガスタービンの出力が目標出力に一致するように燃料投入量の指令値CSO (Control Signal Output) を示す第一燃料流量指令値を算出し、第二CSO算出部が、前記第一燃料流量指令値の上限値を算出し、前記第二CSO算出部は、前記ガスタービンのタービン入口温度の推定値から、当該推定値が前記タービン入口温度の第一制限値を超えないように設定された推定値に関する第二制限値を減じて得られた偏差に基づいて、前記第一燃料流量指令値の上限値を算出することを特徴とする。

[0013] 本発明の第4の態様によれば、ガスタービン制御方法は、第一CSO算出部が、ガスタービンの出力が目標出力に一致するように燃料投入量の指令値CSO (Control Signal Output) を示す第一燃料流量指令値を算出し、第二CSO算出部が、前記ガスタービンのタービン入口温度の推定値から、当該推定値が前記タービン入口温度の第一制限値を超えないように設定された前記推定値に関する第二制限値を減じ、偏差を算出し、当該偏差が前記タービン入口温度の前記推定値が前記第一制限値を超えると判定される所定の偏差以上でない場合には、前記第一燃料流量指令値を含めた複数の燃料流量指令値のうち現在選択されている選択後燃料流量指令値に所定の値を加えた第二燃料流量指令値を算出し、前記偏差が前記所定の偏差以上である場合には前記選択後燃料流量指令値を抑制する第二燃料指令値を算出することを特徴とする。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、ガスタービンが駆動する発電機に繋がる電力系統において急激な周波数低下が発生した場合に、ガスタービン出力に対応する燃料流量の割合が急激に増加することを抑制することができる。これによりタービ

ン入口温度が制限値を超えてしまう可能性を低減することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本実施形態によるガスタービンプラントの系統図である。

[図2]第一の実施形態によるガスタービン制御装置の機能ブロック図である。

[図3]第一の実施形態によるガスタービン制御装置の処理フローを示す図である。

[図4]第二の実施形態によるガスタービン制御装置の機能ブロック図である。

[図5]第二の実施形態によるガスタービン制御装置の処理フローを示す図である。

発明を実施するための形態

[0016] <第一の実施形態>

以下、第一の実施形態によるガスタービン制御装置を含むガスタービンプラントを図面を参照して説明する。

図1は本実施形態によるガスタービンプラントの系統図である。

本実施形態のガスタービンプラントは、図1に示すように、ガスタービン10、ガスタービン10の駆動により発電する発電機16、ガスタービン10を制御するガスタービン制御装置20、ガスタービン10へ燃料を供給する供給装置40を備えている。ガスタービン10と発電機16は、ロータ15で連結されている。

ガスタービン10は、空気を圧縮して圧縮空気を生成する圧縮機11、圧縮空気と燃料ガスとを混合して燃焼させ高温の燃焼ガスを生成する燃焼器12、燃焼ガスにより駆動するタービン13などを含んで構成される。以下に説明するタービン入口温度は、燃焼器12から噴出される高温の燃焼ガスがタービン13に入る入口の温度を示す。

圧縮機11には、インレットガイドベーン（IGV）14が設けられている。IGV14は圧縮機11へ流入する空気の量を調節する。

[0017] 燃焼器12は、燃焼器12に燃料ガス等の燃料を供給する供給装置40と燃料供給系統を介して接続されている。燃焼器12には複数の燃料供給系統

から燃料が供給される。供給装置４０と、燃焼器１２の間には、燃料供給系統ごとに燃料の供給量を調節する調節弁１７～１９が設けられている。

[0018] 図２は本実施形態によるガスタービン制御装置の機能ブロック図である。

ガスタービン制御装置２０はコンピュータであり、ＲＯＭ（Read Only Memory）、ＲＡＭ（Random Access Memory）、ハードディスクドライブ（ＨＤＤ）などの記憶部、ＣＰＵ（Central Processing Unit）、通信インタフェースなどのハードウェアによって構成されてよい。

[0019] ガスタービン制御装置２０のＣＰＵはユーザ操作に基づいて、記憶している制御プログラムを実行する。これにより、ガスタービン制御装置２０には、タービン入口温度推定部２１、偏差算出部２２、ＬＲＣＳＯ算出部２３、ＬＤＣＳＯ算出部２４、ガバナ制御部２５、指令値選択部２６の機能が備わる。ガスタービン制御装置２０は、制御プログラムを実行することにより、実際には図２に図示する機能部以外の機能も有することとなるが、説明の便宜上、図２に図示する機能部のみ説明することとする。

[0020] タービン入口温度推定部２１は複数の計測値Ｓ１，Ｓ２，Ｓ３などのパラメータを入力し、それらパラメータを用いてタービン入口温度の推定値を算出する。

偏差算出部２２はタービン入口温度の推定値から、その推定値がタービン入口温度の第一制限値を超えないように設定された推定値に関する第二制限値を減じて偏差を算出する。第一制限値は、タービン入口温度がこの値以上増加した場合にタービン１３を構成する構成部品に損傷が発生する可能性があることを示す値である。第二制限値はタービン入口温度が第一制限値以上とならないように設けられた値であり、タービン入口温度の推定値の制限値である。

[0021] ＬＲＣＳＯ算出部２３（第二ＣＳＯ算出部）はＬＤＣＳＯ算出部２４の算出する第一燃料流量指令値の上限値を算出する。ＬＲＣＳＯ算出部２３は、タービン入口温度の推定値から第二制限値を減じて得られた偏差に基づいて、第一燃料流量指令値の上限値を算出する。

具体的にはL R C S O算出部23は、偏差算出部22の算出した偏差が、タービン入口温度の推定値が第一制限値を超える可能性があると判定される所定の偏差以上の場合に、L D C S O（第一燃料流量指令値）の上限値（L R C S O）の上昇を抑制するためのL D S C Oの上限値（L R C S O）を算出する。

[0022] 例えば、L R C S O算出部23は、偏差算出部22の算出した偏差が所定の偏差以上の場合に、L D C S Oの上限値（L R C S O）を現在算出した上限値に固定する。L R C S O算出部23の算出する上限値（L R C S O）は入力されるガスタービン10に関する各パラメータによって上下する値であり、その値を固定する。

[0023] またはL R C S O算出部23は、偏差算出部22の算出した偏差が所定の偏差以上の場合に、第一燃料流量指令値の上限値を所定の上限値に固定するようにしてもよい。所定の上限値は、実際のタービン入口温度が第一制限値を超えないようにするための燃料流量指令値の値である。

またはL R C S O算出部23は、偏差算出部22の算出した偏差が所定の偏差以上の場合に、第一燃料流量指令値の上限値を前記偏差に応じた値に固定するようにしてもよい。偏差に応じた値も、実際のタービン入口温度が第一制限値を超えないようにするための燃料流量指令値の値である。

[0024] L D C S O算出部24（第一C S O算出部）はガスタービン10の出力が目標出力に一致するような燃料投入量を制御するためのC S O（Control Signal Output）を示すL D C S O（第一燃料流量指令値）を算出する。L D C S O算出部24は、L R C S O算出部23の算出したL D C S Oの上限値であるL R C S Oの値を超えないようなC S Oを算出する。

[0025] ガバナ制御部25（第三C S O算出部）は、発電機16が接続されている電力系統の周波数Fを入力する。ガバナ制御部25は周波数Fに基づいて周波数低下時に出力を上昇させるような燃料流量指令値（C S O）を算出する。ガバナ制御部21によって算出される燃料流量指令値をG V S C Oと呼ぶこととする。

[0026] 指令値選択部26は、ガバナ制御部25から取得したGVCSOと、LDCSO算出部24から取得したLDCSOとを比較し小さい値をCSOとして出力する。当該CSOは調節弁17～19などに出力され、燃料流量が制御される。

[0027] 図3は第一の実施形態によるガスタービン制御装置の処理フローを示す図である。

次に第一の実施形態によるガスタービン制御装置の処理について説明する。

ガバナ制御部25は電力系統の周波数Fの情報を取得する。ガバナ制御部25は周波数Fの値をGVCSO算出式に入力して、GVCSOを算出する（ステップS101）。ガバナ制御部25は算出したGVCSOを指令値選択部26へ出力する。GVCSO算出式は、周波数Fに基づいて周波数低下時に出力を上昇させるような燃料流量指令値（CSO）を算出する式である。

[0028] タービン入口温度推定部21は、各種パラメータを取得する。タービン入口温度推定部21は各種パラメータをタービン入口温度の推定値算出式に入力して推定値を算出する（ステップS102）。タービン入口温度推定部21は推定値を偏差算出部22へ出力する。偏差算出部22は、推定値から第二制限値を減じて偏差を算出する（ステップS103）。偏差算出部22は推定値から第二制限値を減じて得られた偏差をLRCSO算出部23へ出力する。

[0029] LRCSO算出部23は取得した偏差が0以上かを判定する（ステップS104）。LRCSO算出部23は偏差が0以上である場合にはLRCSOの値の上昇を抑制する制御を行う（ステップS105）。なおLRCSO算出部23は偏差が0未満である場合には、通常のLRCSOの値の算出を行う（ステップS106）。通常のLRCSOの値の算出は、指令値選択部26が選択して出力しているCSOに所定のバイアス値などを加算した値である。例えば通常は、 $LRCSO = CSO + x\%$ の算出式によりLRCSOが

算出できる。LRCSO算出部23は偏差が0以上である場合には、LDCSOの上限値を現在算出したLRCSOに固定する。

[0030] またはLRCSO算出部23は、偏差算出部22の算出した偏差が0以上の場合に、LRCSOを所定の値に固定するようにしてもよい。またはLRCSO算出部23は、偏差算出部22の算出した偏差が0以上の場合に、LRCSOを偏差に応じた値に固定するようにしてもよい。

[0031] LDCSO算出部24はパラメータを入力してLDCSOを算出する（ステップS107）。入力するパラメータとは、ロードリミット設定値や発電機出力などである。LDCSO算出部24は、ロードリミット設定値（発電機出力の負荷について設定した上限値、または目標値）と発電機出力とを比較して、その値を一致させるようなLDCSOを算出するフィードバック演算を行う。またLDCSO算出部24はLRCSOを取得する。LDCSO算出部24は、算出したLDCSOがLRCSO以上となっているかを判定する（ステップS108）。LDCSO算出部24は算出したLDCSOがLRCSO以上である場合には、LRCSOをLDCSOとして指令値選択部26へ出力する（ステップS109）。LDCSO算出部24は算出したLDCSOがLRCSO未満である場合には、その算出したLDCSOを指令値選択部26へ出力する（ステップS110）。

[0032] 指令値選択部26は、ガバナ制御部25から取得したGVCSOと、LDCSO算出部24から取得したLDCSOとを比較する。指令値選択部26は、GVCSOとLDCSOのうち、小さい値をCSOとして出力する（ステップS111）。当該CSOは調節弁17～19などに出力され、燃料流量が制御される。

[0033] 上述の第一の実施形態の処理によれば、ガスタービン制御装置20は、LRCSOの値を推定演算によって得られたタービン入口温度の推定値を用いて抑制するかどうかの判定を行うことができる。したがって、発電機16に繋がる電力系統において急激な周波数低下が発生し、これによってガスタービン出力に対応する燃料流量の割合が急激に増加するような場合でも、その

LDCSOの上限値であるLRCSOの上昇を抑制する。これにより指令値選択部26が選択して出力するCSOの値も抑制することができるようになる。

[0034] <第二の実施形態>

次に、第二の実施形態によるガスタービン制御装置を説明する。

第二の実施形態によるガスタービン制御装置30を含むガスタービンプラントは、図1と同様である。

[0035] 図4は第二の実施形態によるガスタービン制御装置の機能ブロック図である。

ガスタービン制御装置30もコンピュータであり、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory)、ハードディスクドライブ (HDD) などの記憶部、CPU (Central Processing Unit)、通信インタフェースなどのハードウェアによって構成されてよい。

[0036] ガスタービン制御装置30のCPUはユーザ操作に基づいて、記憶している制御プログラムを実行する。これにより、ガスタービン制御装置30には、タービン入口温度推定部31、偏差算出部32、T1TCSO算出部33、LRCSO算出部34、LDCSO算出部35、ガバナ制御部36、指令値選択部37の機能が備わる。ガスタービン制御装置30は、制御プログラムを実行することにより、実際には図4に図示する機能部以外の機能も有することとなるが、説明の便宜上、図4に図示する機能部のみ説明することとする。

[0037] タービン入口温度推定部31は複数の計測値S1, S2, S3などのパラメータを入力し、それらパラメータを用いてタービン入口温度の推定値を算出する。タービン入口温度の推定は公知の算出式を用いてよい。

偏差算出部32はタービン入口温度の推定値から、その推定値がタービン入口温度の第一制限値を超えないように設定された推定値に関する第二制限値を減じて偏差を算出する。第一制限値は、タービン入口温度がこの値以上増加した場合にガスタービン10を構成する構成部品に損傷が発生する可能

性があることを示す値である。第二制限値はタービン入口温度が第一制限値以上とならないように設けられた値であり、タービン入口温度の推定値の制限値である。

T 1 T C S O 算出部 3 3（第二実施形態における第二 C S O 算出部）は、偏差が所定の偏差以上でない場合には、指令値選択部 3 7 が選択して出力する選択後の燃料流量指令値に所定の値を加えた T 1 T C S O（第二燃料流量指令値）を算出する。T 1 T C S O 算出部 3 3 は、偏差が所定の偏差以上である場合には選択後の燃料流量指令値 C S O を抑制する T 1 T C S O（第二燃料指令値）を算出する。

[0038] L R C S O 算出部 3 4 は L D C S O 算出部 3 5 の算出する L D C S O（第一燃料流量指令値）の上限値を算出する。

[0039] L D C S O 算出部 3 5（第二実施形態における第一 C S O 算出部）はガスタービン 1 0 の出力が目標出力に一致するような燃料投入量を制御するための C S O（Control Signal Output）を示す L D C S O（第一燃料流量指令値）を算出する。L D C S O 算出部 3 5 は、L R C S O 算出部 3 4 の算出した L D C S O の上限値である L R C S O の値を超えないような C S O を算出する。

[0040] ガバナ制御部 3 6（第三 C S O 算出部）は、発電機 1 6 が接続されている電力系統の周波数 F を入力する。ガバナ制御部 3 6 は周波数 F に基づいて周波数低下時に出力を上昇させるような燃料流量指令値（C S O）を算出する。ガバナ制御部 3 6 によって算出される燃料流量指令値を G V S C O と呼ぶこととする。

[0041] 指令値選択部 3 7 は、ガバナ制御部 3 6 から取得した G V C S O と、L D C S O 算出部 3 5 から取得した L D C S O と、T 1 T C S O 算出部 3 3 から取得した T 1 T C S O を比較し小さい値を C S O として出力する。当該 C S O は調節弁 1 7 ～ 1 9 などに出力され、燃料流量が制御される。

[0042] 図 5 は第二の実施形態によるガスタービン制御装置の処理フローを示す図である。

次に第二の実施形態によるガスタービン制御装置 30 の処理について説明する。

ガバナ制御部 36 は電力系統の周波数 F の情報を取得する。ガバナ制御部 36 は周波数 F の値を $GVC SO$ 算出式に入力して、 $GVC SO$ を算出する（ステップ $S201$ ）。ガバナ制御部 36 は算出した $GVC SO$ を指令値選択部 37 へ出力する。 $GVC SO$ 算出式は、周波数 F に基づいて周波数低下時に出力を上昇させるような燃料流量指令値（ CSO ）を算出する式である。

[0043] タービン入口温度推定部 31 は、各種パラメータを取得する。タービン入口温度推定部 31 は各種パラメータをタービン入口温度 $T1T$ の推定値算出式に入力して推定値を算出する（ステップ $S202$ ）。タービン入口温度推定部 31 は推定値を偏差算出部 32 へ出力する。偏差算出部 32 は、推定値から第二制限値を減じて偏差を算出する（ステップ $S203$ ）。つまり、偏差算出部 32 が算出する当該偏差は、タービン入口温度 $T1T$ の推定値から、その推定値がタービン入口温度の第一制限値を超えないように設定された推定値に関する第二制限値を減じた値である。偏差算出部 32 は算出した偏差を $T1TCSO$ 算出部 33 へ出力する。ステップ $S202$ の算出は公知の算出式を利用して推定値を算出してもよい。

[0044] $T1TCSO$ 算出部 33 は取得した偏差が 0 以上かを判定する（ステップ $S204$ ）。 $T1TCSO$ 算出部 33 は取得した偏差が 0 未満である通常時には、 $T1TCSO$ 算出式に各種パラメータや、指令値選択部 37 が選択して出力している CSO を取得して、当該 CSO より大きい値の $T1TCSO$ を算出する（ステップ $S205$ ）。また $T1TCSO$ 算出部 33 は、取得した偏差が 0 以上の場合には、指令値選択部 37 が選択して出力している CSO を抑制する $T1TCSO$ を算出する（ステップ $S206$ ）。 $T1TCSO$ 算出部 33 は、算出した $T1TCSO$ を指令値選択部 37 へ出力する。 $T1TCSO$ 算出部 33 はステップ $S206$ の処理において、例えば、偏差が 0 を超えた瞬間から、 CSO に対してレートリミッタ（ CSO の変化率、特に

上昇率に対する制限)を掛けた値をT1TCSOとして算出し出力する。より具体的には、T1TCSO算出部33は、一例としてCSOの上昇変化率が0となるように、最後に入力したCSOの値を固定値として、その値を出力することにより、T1TCSOの値がそれ以上増加しないように設定する。

[0045] LRCSO算出部34は、指令値選択部37が選択して出力しているCSOに所定のバイアス値などを加算した値を示すLDCSOの上限値(LRCSO)を算出する(ステップS207)。LRCSO算出部34は算出したLDCSOの上限値(LRCSO)をLDCSO算出部35へ出力する。

[0046] LDCSO算出部35は各パラメータを入力してLDCSOを算出する(ステップS208)。LDCSOの算出の具体例は第一の実施形態と同様である。またLDCSO算出部35はLRCSOを取得する。LDCSO算出部35は、算出したLDCSOがLRCSO以上となっているかを判定する。LDCSO算出部35は算出したLDCSOがLRCSO未満である場合には、その算出したLDCSOを指令値選択部37へ出力する。LDCSO算出部35は算出したLDCSOがLRCSO以上である場合には、LRCSOをLDCSOとして指令値選択部37へ出力する。

[0047] 指令値選択部37は、ガバナ制御部36から取得したGVCSOと、LDCSO算出部35から取得したLDCSOと、T1TCSO算出部33から取得したT1TCSOを比較する。指令値選択部37は、GVCSOとLDCSOとT1TCSOのうち、小さい値をCSOとして出力する(ステップS209)。当該CSOは調節弁17~19などに出力され、燃料流量が制御される。

[0048] 上述の第二の実施形態の処理によれば、ガスタービン制御装置30は、タービン入口温度推定値T1Tの第二制限値との偏差が所定の値を超えた場合に、指令値選択部37の選択するCSOの上昇を抑制するためのT1TCSOの値を算出して指令値選択部37に出力している。したがって、発電機16の繋がる電力系統において急激な周波数低下が発生し、これによってガス

タービン出力に対応する燃料流量の割合が急激に増加するような場合でも、算出した $T1TCSO$ によって指令値選択部37の選択する $C SO$ の上昇を抑制することができるようになる。

[0049] 上述のガスタービン制御装置は内部に、コンピュータシステムを有してよい。そして、ガスタービン制御装置に上述した各処理を行わせるためのプログラムは、当該ガスタービン制御装置のコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記憶されており、このプログラムを～装置のコンピュータが読み出して実行することによって、上記処理が行われる。ここでコンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、 $CD-ROM$ 、 $DVD-ROM$ 、半導体メモリ等をいう。また、このコンピュータプログラムを通信回線によってコンピュータに配信し、この配信を受けたコンピュータが当該プログラムを実行するようにしても良い。

[0050] また、上記プログラムは、前述した各処理部の機能の一部を実現するためのものであっても良い。さらに、前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であっても良い。

産業上の利用可能性

[0051] 本発明は、ガスタービン制御装置、ガスタービン制御方法に関する。

符号の説明

[0052] 20, 30・・・ガスタービン制御装置
21, 31・・・タービン入口温度推定部
22, 32・・・偏差算出部
23, 34・・・ $LRC SO$ 算出部
24, 35・・・ $LDC SO$ 算出部
25, 36・・・ガバナ制御部
26, 37・・・指令値選択部
33・・・ $T1TCSO$ 算出部
40・・・供給装置

請求の範囲

- [請求項1] ガスタービンの出力が目標出力に一致するように燃料投入量の指令値 C S O (ControlSignal Output) を示す第一燃料流量指令値を算出する第一 C S O 算出部と、
前記第一燃料流量指令値の上限値を算出する第二 C S O 算出部と、
を備え、
前記第二 C S O 算出部は、前記ガスタービンのタービン入口温度の推定値から、当該推定値が前記タービン入口温度の第一制限値を超えないように設定された推定値に関する第二制限値を減じて得られた偏差に基づいて、前記第一燃料流量指令値の上限値を算出する
ガスタービン制御装置。
- [請求項2] 前記第二 C S O 算出部は、前記偏差が、前記タービン入口温度の前記推定値が前記第一制限値を超えると判定される所定の偏差以上の場合に前記第一燃料流量指令値の上限値の上昇を抑制した前記第一燃料流量指令値の上限値を算出する
請求項 1 に記載のガスタービン制御装置。
- [請求項3] 前記第二 C S O 算出部は、前記偏差が前記所定の偏差以上の場合に、前記第一燃料流量指令値の上限値を現在算出した上限値に固定する
請求項 2 に記載のガスタービン制御装置。
- [請求項4] 前記第二 C S O 算出部は、前記偏差が前記所定の偏差以上の場合に、前記第一燃料流量指令値の上限値を所定の上限値に固定する
請求項 2 に記載のガスタービン制御装置。
- [請求項5] 前記第二 C S O 算出部は、前記偏差が前記所定の偏差以上の場合に、前記第一燃料流量指令値の上限値を前記偏差に応じた値に固定する
請求項 2 に記載のガスタービン制御装置。
- [請求項6] ガスタービンの出力が目標出力に一致するように燃料投入量の指令値 C S O (ControlSignal Output) を示す第一燃料流量指令値を算出する第一 C S O 算出部と、

前記ガスタービンのタービン入口温度の推定値から、当該推定値が前記タービン入口温度の第一制限値を超えないように設定された前記推定値に関する第二制限値を減じ、偏差を算出し、当該偏差が前記タービン入口温度の前記推定値が前記第一制限値を超えると判定される所定の偏差以上でない場合には、前記第一燃料流量指令値を含めた複数の燃料流量指令値のうち現在選択されている選択後燃料流量指令値に所定の値を加えた第二燃料流量指令値を算出し、前記偏差が前記所定の偏差以上である場合には前記選択後燃料流量指令値を抑制する第二燃料指令値を算出する第二CSO算出部と、

を備えるガスタービン制御装置。

[請求項7] 第一CSO算出部が、ガスタービンの出力が目標出力に一致するように燃料投入量の指令値CSO (Control Signal Output) を示す第一燃料流量指令値を算出し、

第二CSO算出部が、前記第一燃料流量指令値の上限値を算出し、

前記第二CSO算出部は、前記ガスタービンのタービン入口温度の推定値から、当該推定値が前記タービン入口温度の第一制限値を超えないように設定された推定値に関する第二制限値を減じて得られた偏差に基づいて、前記第一燃料流量指令値の上限値を算出する

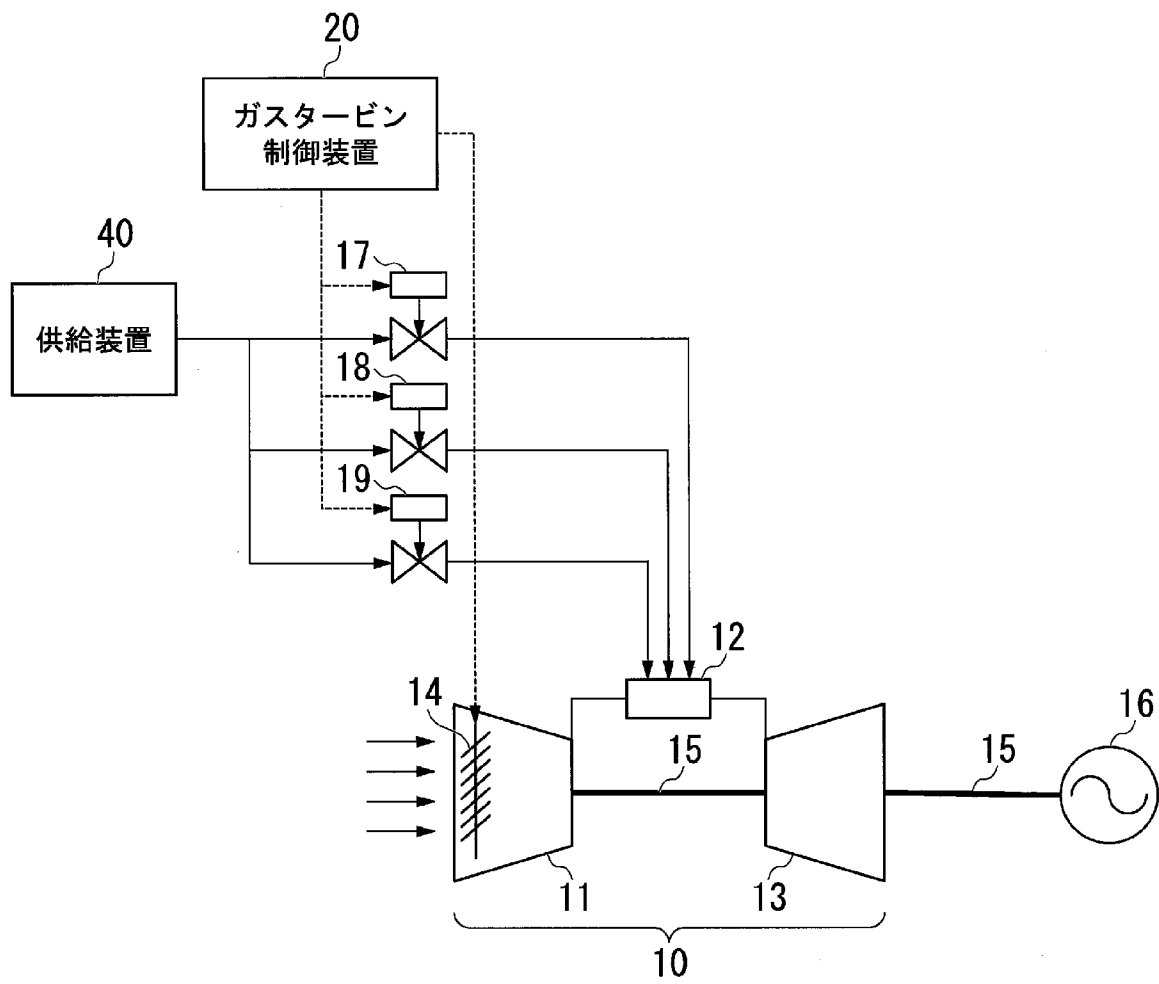
ガスタービン制御方法。

[請求項8] 第一CSO算出部が、ガスタービンの出力が目標出力に一致するように燃料投入量の指令値CSO (Control Signal Output) を示す第一燃料流量指令値を算出し、

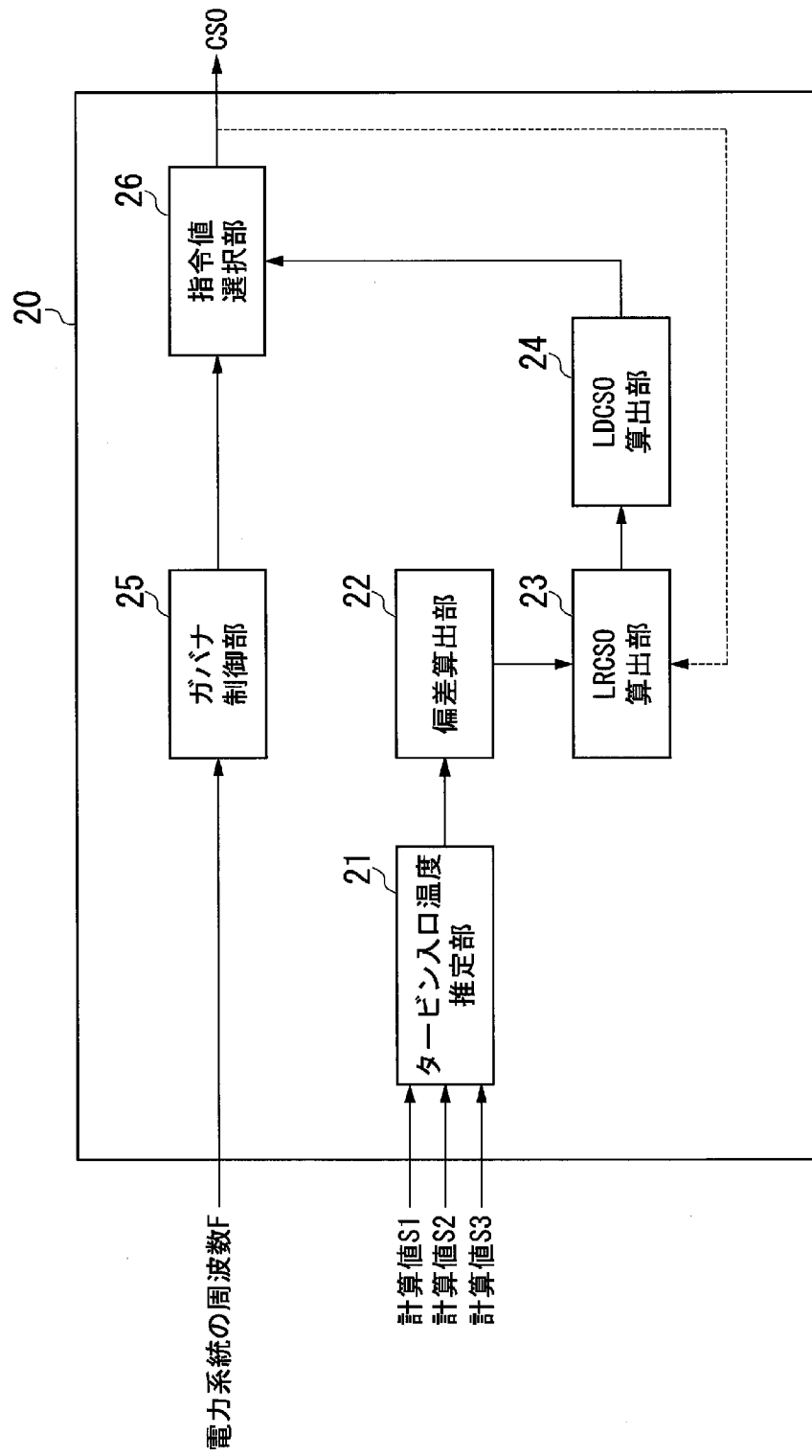
第二CSO算出部が、前記ガスタービンのタービン入口温度の推定値から、当該推定値が前記タービン入口温度の第一制限値を超えないように設定された前記推定値に関する第二制限値を減じ、偏差を算出し、当該偏差が前記タービン入口温度の前記推定値が前記第一制限値を超えると判定される所定の偏差以上でない場合には、前記第一燃料流量指令値を含めた複数の燃料流量指令値のうち現在選択されている

選択後燃料流量指令値に所定の値を加えた第二燃料流量指令値を算出し、前記偏差が前記所定の偏差以上である場合には前記選択後燃料流量指令値を抑制する第二燃料指令値を算出する
を備えるガスタービン制御方法。

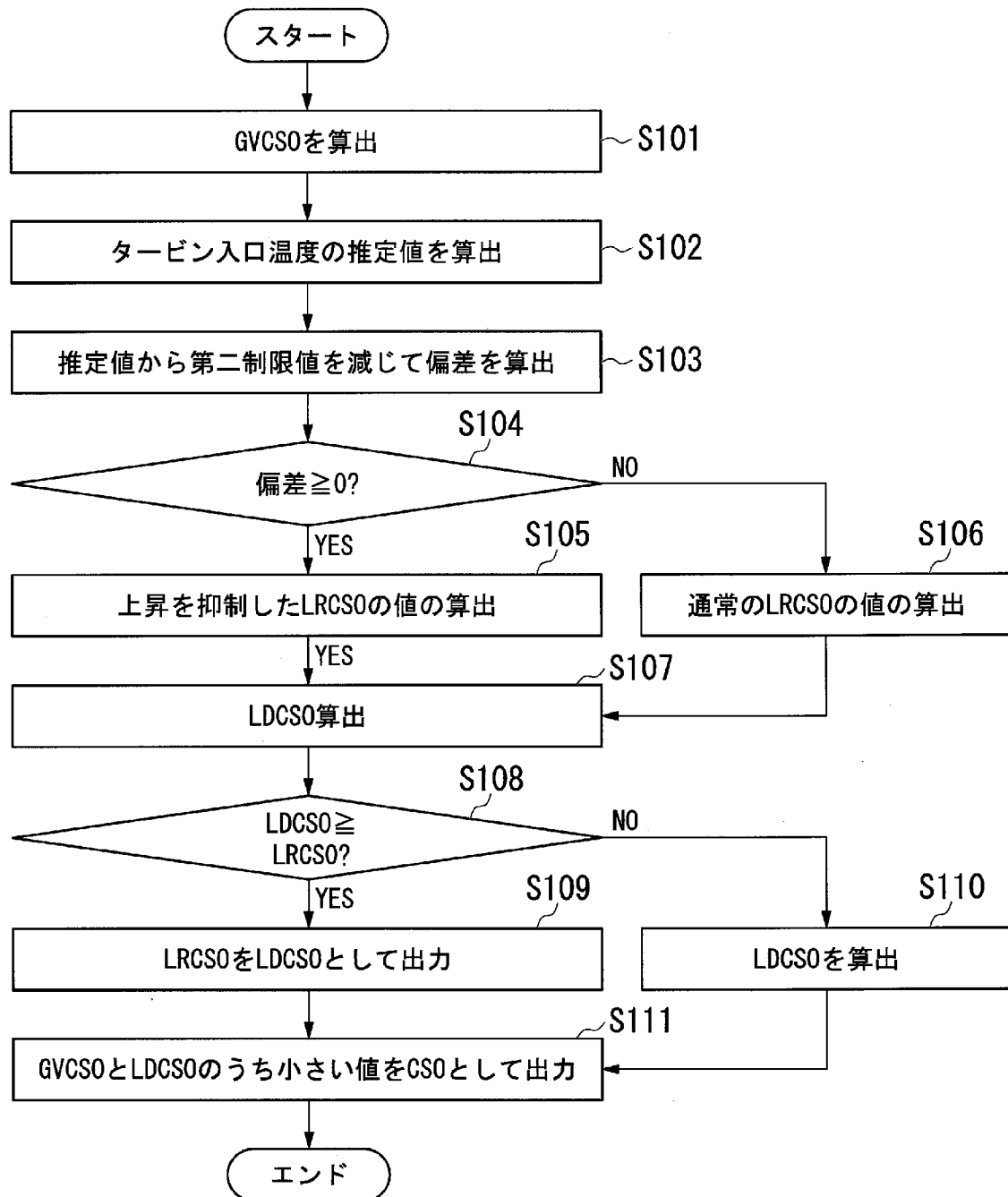
[図1]



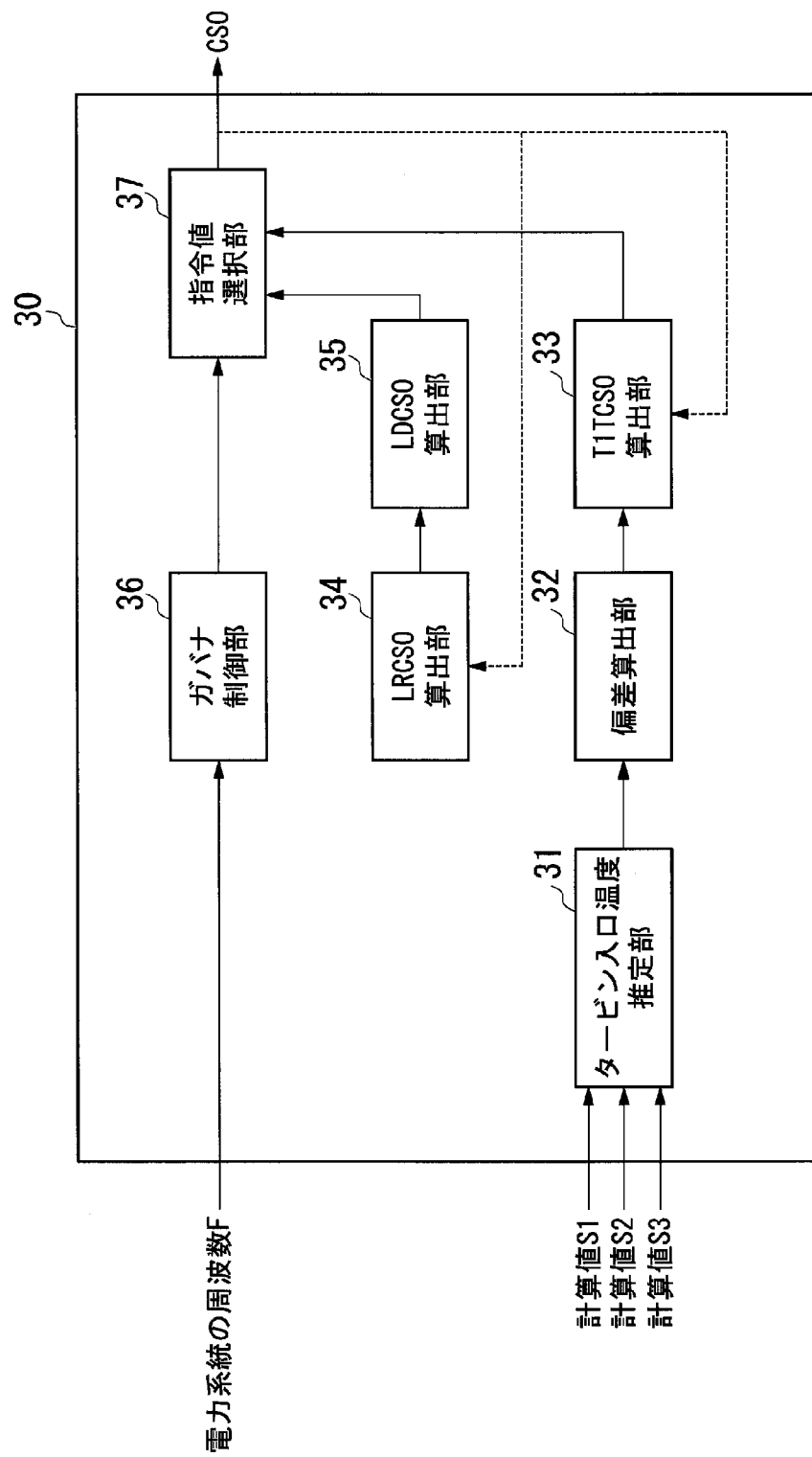
[図2]



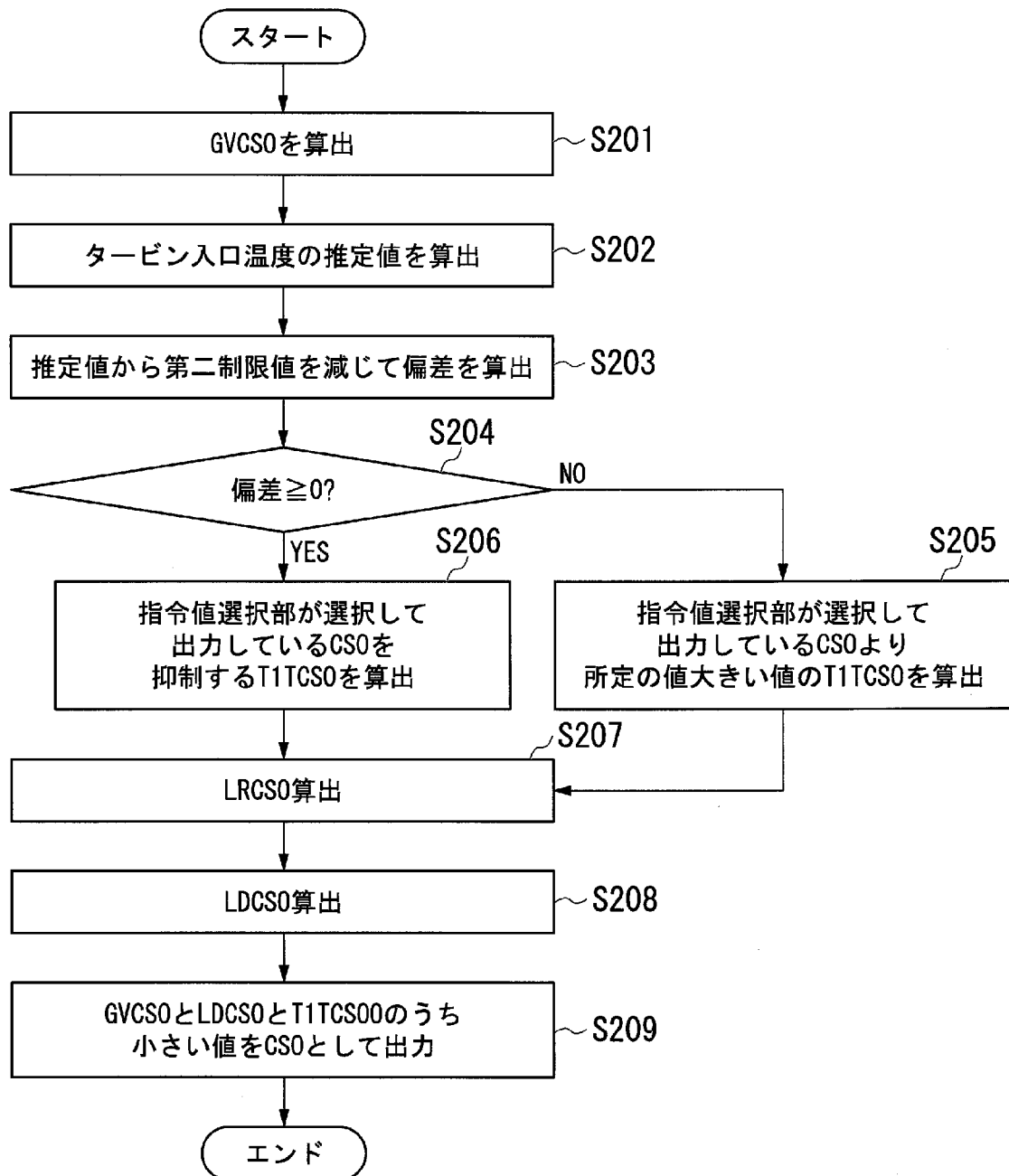
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/045073

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F02C9/26 (2006.01) i, F02C9/00 (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)

Int.Cl. F02C9/26, F02C9/00

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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	JP 2002-38972 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 06 February 2002, paragraphs [0028]-[0044], fig. 1-10 & US 2002/0011063 A1, paragraphs [0095]-[0117], fig. 1-10, 13-14 & US 2003/0121267 A1 & EP 1174606 A2 & CA 2442337 A	1-8
A	JP 2004-132255 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 30 April 2004, entire text, all drawings & US 2006/0005526 A1, entire text, all drawings & WO 2004/033874 A1 & CN 1703574 A	1-8
A	JP 2016-61242 A (MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.) 25 April 2016, entire text, all drawings & US 2017/0254282 A1, entire text, all drawings & WO 2016/035416 A1 & CN 106574557 A	1-8
A	JP 2009-19528 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 29 January 2009, entire text, all drawings (Family: none)	1-8

☐ 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

"I" 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
08 February 2018 (08.02.2018)

Date of mailing of the international search report
20 February 2018 (20.02.2018)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F02C9/26(2006.01)i, F02C9/00(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. F02C9/26, F02C9/00

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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	JP 2002-38972 A（三菱重工業株式会社）2002.02.06, 段落0028-0044、図1-10 & US 2002/0011063 A1, 段落0095-0117、図1-10、13-14 & US 2003/0121267 A1 & EP 1174606 A2 & CA 2442337 A	1-8
A	JP 2004-132255 A（三菱重工業株式会社） 2004.04.30, 全文及び図面 & US 2006/0005526 A1, 全文及び図面 & WO 2004/033874 A1 & CN 1703574 A	1-8

☒ 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

08.02.2018

国際調査報告の発送日

20.02.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/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）

山崎 孔徳

3 S

4 0 2 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3391

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	JP 2016-61242 A (三菱日立パワーシステムズ株式会社) 2016.04.25, 全文及び図面 & US 2017/0254282 A1, 全文及び図面 & WO 2016/035416 A1 & CN 106574557 A	1-8
A	JP 2009-19528 A (三菱重工業株式会社) 2009.01.29, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-8