

(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
2017 年 2 月 9 日(09.02.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/022397 A1

- (51) 国際特許分類:
F02C 9/28 (2006.01) F23R 3/28 (2006.01)
F02C 7/28 (2006.01) F23R 3/32 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/070119
- (22) 国際出願日: 2016 年 7 月 7 日(07.07.2016)
- (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 2015-152152 2015 年 7 月 31 日(31.07.2015) 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: 遠藤 洋二(ENDO Yoji); 〒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). 中原 永(NAKAHARA Hisashi); 〒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).

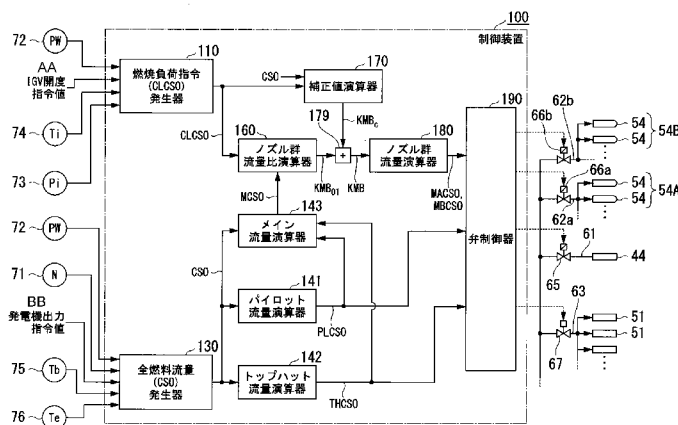
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

[続葉有]

(54) Title: FUEL FLOW RATE SETTING METHOD, DEVICE FOR IMPLEMENTING SAID METHOD, AND GAS TURBINE PLANT PROVIDED WITH SAID DEVICE

(54) 発明の名称: 燃料流量設定方法、この方法を実行する装置、この装置を備えるガスタービンプラント



- 100 Control device
110 Combustion load command (CLCSO) generator
130 Total fuel flow rate (CSO) generator
141 Pilot flow rate computing unit
142 Top hat flow rate computing unit
143 Main flow rate computing unit
160 Nozzle group flow rate ratio computing unit
170 Adjustment value computing unit
180 Nozzle group flow rate computing unit
190 Valve controller
AA IGV opening degree command value
BB Electricity generator output command value

(57) Abstract: A gas turbine fuel flow rate setting device (100) is provided with a flow rate ratio computing unit (160) and a flow rate computing unit (180). The flow rate ratio computing unit (160) accepts a parameter (CLCSO) correlated to the gas turbine output, and uses a pre-determined flow rate ratio relationship between the parameter (CLCSO) and fuel flow rate ratios between a plurality of premixing nozzle groups (54A, 54B) to determine a fuel flow rate ratio corresponding to the accepted parameter. The flow rate computing unit (180) uses the fuel flow rate ratio determined by the flow rate ratio computing unit (160) to obtain the flow rate of fuel to be supplied to each of the plurality of premixing nozzle groups (54A, 54B).

(57) 要約: ガスタービンの燃料流量設定装置 (100) は、流量比演算器 (160) と流量演算器 (180) を備える。流量比演算器 (160) は、ガスタービン出力と相関性を有するパラメータ (CLCSO) を受け付け、パラメータ (CLCSO) と複数の予混合ノズル群 (54A, 54B) 相互の燃料流量比との予め定められた流量比関係を用いて、受け付けたパラメータに応じた燃料流量比を定める。流量演算器 (180) は、流量比演算器 (160) で定められた燃料流量比を用いて、複数の予混合ノズル群 (54A, 54B) 毎に供給する燃料流

量を求める。



-
- 補正された請求の範囲及び説明書（条約第 19 条(1)）

明 細 書

発明の名称：

燃料流量設定方法、この方法を実行する装置、この装置を備えるガスタービンプラント

技術分野

[0001] 本発明は、予混合燃焼させる燃料を噴射する複数の予混合ノズルを備えるガスタービンの燃料流量設定方法、この方法を実行する装置、この装置を備えるガスタービンプラントに関する。

本願は、2015年7月31日に、日本国に出願された特願2015-152152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] ガスタービンは、空気を圧縮する圧縮機と、圧縮機で圧縮された空気中で燃料を燃焼させて燃焼ガスを生成する燃焼器と、燃焼ガスにより駆動するタービンと、を備えている。燃焼器は、多くの場合、燃料を予混合燃焼させる複数のメインバーナを有している。メインバーナは、メインノズルと、このメインノズルが内側に配置されているガス流路枠と、を備える。ガス流路枠内では、メインノズルから噴射された燃料と圧縮機からの空気とが混合し、予混合ガスが生成される。この予混合ガスは、このガス流路枠から燃焼器の燃焼筒内に噴射される。

[0003] 複数のメインバーナを有する燃焼器としては、例えば、以下の特許文献1に記載の燃焼器がある。この燃焼器では、燃料の燃焼安定性を図るために、ガスタービン負荷の増加に伴って、燃料を供給するメインノズルの数を順次増やしている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2006-145073号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記特許文献 1 に記載の技術では、確かに燃料の燃焼安定性を図ることができる。しかしながら、この技術分野では、さらに燃焼安定性を高めることが望まれている。

[0006] そこで、本発明は、予混合燃焼させる燃料を噴射する複数の予混合ノズルを備えるガスタービンで、燃料の燃焼安定性を高めることができる技術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] 上記目的を達成するための発明に係る第一態様としての燃料流量設定装置は、

予混合燃焼させる燃料を噴射する 1 以上の予混合ノズルで構成される予混合ノズル群を複数備えるガスタービンの燃料流量設定装置において、ガスタービン出力と相関性を有するパラメータを受け付け、前記パラメータと複数の前記予混合ノズル群相互の燃料流量比との予め定められた流量比関係を用いて、受け付けた前記パラメータに応じた前記燃料流量比を定める流量比演算器と、前記流量比演算器で定められた前記燃料流量比を用いて、複数の前記予混合ノズル群毎に供給する燃料流量を求める流量演算器と、を備え、前記流量比関係は、前記パラメータの変化に対して前記燃料流量比が連続性を持って変化する関係である。

[0008] ガスタービン出力が所定の範囲内で且つ複数の予混合ノズル群相互の燃料流量比が所定の範囲内の領域には、燃焼振動領域が発生することがある。そこで、当該燃料流量設定装置では、ガスタービン出力と相関性を有するパラメータに応じて、燃料流量比を変えることで、燃料の燃焼過程での燃焼振動の発生を抑える。また、パラメータと燃料流量比との予め定めた流量比関係は、パラメータの変化に対して燃料流量比が連続性を持って変化する関係である。このため、当該燃料流量設定装置では、燃料流量比が急激に変化しない。よって、当該燃料流量設定装置では、燃料の燃焼安定性を高めることができる。

[0009] 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燃料流量設定装置は、

前記第一態様の前記燃料流量設定装置において、複数の前記予混合ノズル群毎に設けられ、前記予混合ノズル群に供給する燃料流量を調節する燃料流量調節弁に対して、開度を指示する弁制御器を備え、前記弁制御器は、複数の前記予混合ノズル群毎の前記燃料流量を用いて、複数の前記予混合ノズル群毎に設けられている前記燃料流量調節弁の開度を定める。

[0010] 上記目的を達成するための発明に係る第三態様としての燃料流量設定装置は、

前記第一又は前記第二態様の前記燃料流量設定装置において、前記流量比関係は、前記パラメータと前記燃料流量比で定義される領域のうちで燃焼振動が発生する燃焼振動領域を避けるように定められた関係である。

[0011] 上記目的を達成するための発明に係る第四態様としての燃料流量設定装置は、

前記第一から前記第三態様のいずれかの前記燃料流量設定装置において、前記ガスタービン出力が変化しているときの前記燃料流量比に関する補正値を求める補正値演算器と、前記補正値演算器で求めた前記補正値を用いて、前記流量比演算器で定めた前記燃料流量比を補正する補正器と、を備え、前記流量演算器は、前記ガスタービン出力が変化している場合に、前記補正器で補正された前記燃料流量比を用いて、複数の前記予混合ノズル群毎の前記燃料流量を求める。

[0012] ガスタービン出力が変化している場合、この変化に伴って燃焼振動領域も変化する。そこで、当該燃料流量設定装置では、ガスタービン出力が変化している場合、燃料流量比を補正することで、燃料の燃焼過程での燃焼振動を避け、燃料の燃焼安定性を図る。

[0013] 上記目的を達成するための発明に係る第五態様としての燃料流量設定装置は、

前記第四態様の前記燃料流量設定装置において、前記補正値演算器は、前

記パラメータを受け付け、前記パラメータと前記補正值との予め定められた補正值関係を用いて、受け付けた前記パラメータに応じた前記補正值を求める。

[0014] ガスタービン出力が変化している場合の燃焼振動領域の変化は、そのときのガスタービン出力で異なる。そこで、当該燃料流量設定装置では、ガスタービン出力と相関性を有するパラメータに応じて補正值を求める。

[0015] 上記目的を達成するための発明に係る第六態様としての燃料流量設定装置は、

前記第五態様の前記燃料流量設定装置において、前記補正值演算器は、前記ガスタービン出力の変化が出力上昇であるか出力下降であるかを判断し、前記ガスタービン出力の変化が前記出力上昇である場合には、前記補正值関係として出力上昇時用の補正值関係を用いて前記補正值を求め、前記ガスタービン出力の変化が前記出力下降である場合には、前記補正值関係として出力下降時用の補正值関係を用いて前記補正值を求める。

[0016] ガスタービン出力の変化形態としては、出力上昇と出力下降とがある。ガスタービン出力が上昇しているときと、ガスタービン出力が下降しているときとでは、燃焼振動領域の変化が異なる。そこで、当該燃料流量設定装置では、ガスタービン出力の変化が出力上昇である場合には、出力上昇時用の補正值関係を用いて補正值を求め、ガスタービン出力の変化が出力下降である場合には、出力下降時用の補正值関係を用いて補正值を求める。

[0017] 上記目的を達成するための発明に係る第七態様としての燃料流量設定装置は、

前記第五又は前記第六態様の前記燃料流量設定装置において、前記補正值関係は、前記補正器で補正された前記燃料流量比で、前記パラメータと前記補正值とで定義される領域のうちで、前記ガスタービン出力変化時における燃焼振動が発生する燃焼振動領域を避け得るように定められた関係である。

[0018] 上記目的を達成するための発明に係る第八態様としての燃料流量設定装置は、

前記第五から前記第七態様のいずれかの前記燃料流量設定装置において、複数の前記予混合ノズル群のうち、一の予混合ノズル群は、他の予混合ノズル群よりも予混合ノズルの数が多く、前記補正值関係で定められる前記補正值は、前記一の予混合ノズル群へ供給する前記燃料の流量を減らす値である。

[0019] 上記目的を達成するための発明に係る第九態様としての燃料流量設定装置は、

前記第一から前記第八態様のいずれかの前記燃料流量設定装置において、前記ガスタービンのタービン中で、前記ガスタービンの燃焼器からの燃焼ガスが流入するタービン入口の温度と正の相関性を持つ入口温度相関値を前記パラメータとして発生するパラメータ発生器を有する。

[0020] 上記目的を達成するための発明に係る第十態様としての燃料流量設定装置は、

前記第一から前記第九態様のいずれかの前記燃料流量設定装置において、複数の前記予混合ノズル群の全てに供給する燃料流量を求める総予混合燃料演算器を備え、前記流量演算器は、前記総予混合燃料演算器で求められた前記燃料流量と前記流量比演算器で定められた前記燃料流量比を用いて、複数の前記予混合ノズル群毎の燃料流量を求める。

[0021] 上記目的を達成するための発明に係る第十一態様としてのガスタービンプラントは、

前記第一から前記第十態様のいずれかの前記燃料流量設定装置と、前記ガスタービンと、を備え、前記ガスタービンは、空気を圧縮する圧縮機と、前記圧縮機で圧縮された空気中で燃料を燃焼させて燃焼ガスを生成する燃焼器と、前記燃焼ガスにより駆動するタービンと、を有し、前記燃焼器は、燃料が燃焼する燃焼筒と、燃料と空気とが混合した予混合ガスを前記燃焼筒内に噴射する複数のメインバーナと、を有し、複数の前記メインバーナは、それぞれ、前記予混合ノズルとしての一つのメインノズルと、前記一のメインノズルから噴射された燃料と前記圧縮機で圧縮された前記空気とを混合させて

前記予混合ガスを生成し、前記燃焼筒内に前記予混合ガスを噴射するガス流路枠と、を有し、前記燃焼器は、1以上の前記メインバーナで構成されるメインバーナ群を複数備え、前記燃料流量設定装置は、複数の前記メインバーナ群毎の燃料流量を定める。

[0022] 上記目的を達成するための発明に係る第十二態様としてのガスタービンプラントは、

前記第一から前記第十態様のいずれかの前記燃料流量設定装置と、前記ガスタービンと、を備え、前記ガスタービンは、空気を圧縮する圧縮機と、前記圧縮機で圧縮された空気中で燃料を燃焼させて燃焼ガスを生成する燃焼器と、前記燃焼ガスにより駆動するタービンと、を有し、前記燃焼器は、燃料が燃焼する燃焼筒と、燃料と前記圧縮機からの前記空気とが混合した予混合ガスを前記燃焼筒内に噴射する複数のメインバーナと、前記メインバーナに流入する前記圧縮機から空気中に前記燃料を噴射し、前記予混合ノズルとしての複数のトップハットノズルと、を備え、前記燃焼器は、1以上の前記トップハットノズルで構成されるトップハットノズル群を複数備え、前記燃料流量設定装置は、複数の前記トップハットノズル群毎の燃料流量を定める。

[0023] 上記目的を達成するための発明に係る第十三態様としての燃料流量設定方法は、

予混合燃焼させる燃料を噴射する1以上の予混合ノズルで構成される予混合ノズル群を複数備えるガスタービンの燃料流量設定方法において、ガスタービン出力と相関性を有するパラメータを受け付け、前記パラメータと複数の前記予混合ノズル群相互の燃料流量比との予め定められた流量比関係を用いて、受け付けた前記パラメータに応じた前記燃料流量比を定める流量比演算工程と、前記流量比演算工程で定められた前記燃料流量比を用いて、複数の前記予混合ノズル群毎の燃料流量を求める流量演算工程と、を実行し、前記流量比関係は、前記パラメータの変化に対して前記燃料流量比が連続性を持って変化する関係である。

[0024] ガスタービン出力が所定の範囲内で且つ複数の予混合ノズル群相互の燃料

流量比が所定の範囲内の領域には、燃焼振動領域が発生することがある。そこで、当該燃料流量設定方法では、ガスタービン出力と相関性を有するパラメータに応じて、燃料流量比を変えることで、燃料の燃焼過程での燃焼振動の発生を抑える。また、パラメータと燃料流量比との予め定めた流量比関係は、パラメータの変化に対して燃料流量比が連続性を持って変化する関係である。このため、当該燃料流量設定方法では、燃料流量比が急激に変化しない。よって、当該燃料流量設定方法では、燃料の燃焼安定性を高めることができる。

[0025] 上記目的を達成するための発明に係る第十四態様としての燃料流量設定方法は、

前記第十三態様の前記燃料流量設定方法において、複数の前記予混合ノズル群毎に設けられ、前記予混合ノズル群に供給する燃料流量を調節する燃料流量調節弁に対して、開度を指示する弁制御工程を実行し、前記弁制御工程では、複数の前記予混合ノズル群毎の前記燃料流量を用いて、複数の前記予混合ノズル群毎に設けられている前記燃料流量調節弁の開度を定める。

[0026] 上記目的を達成するための発明に係る第十五態様としての燃料流量設定方法は、

前記第十三又は前記第十四態様の前記燃料流量設定方法において、前記パラメータと前記燃料流量比で定義される領域のうちで燃焼振動が発生する燃焼振動領域を予め調べておき、前記流量比関係は、前記パラメータに対する前記燃料流量比が前記燃焼振動領域を避けるように定めた関係である。

[0027] 上記目的を達成するための発明に係る第十六態様としての燃料流量設定方法は、

前記第十三から前記第十五態様のいずれかの前記燃料流量設定方法において、前記ガスタービン出力が変化しているときの前記燃料流量比に関する補正值を求める補正值演算工程と、前記補正值演算工程で求められた前記補正值を用いて、前記流量比演算工程で定められた前記燃料流量比を補正する補正工程と、を実行し、前記流量演算工程では、前記ガスタービン出力が変化

している場合に、前記補正工程で補正された前記燃料流量比を用いて、複数の前記予混合ノズル群毎の燃料流量を定める。

[0028] ガスタービン出力が変化している場合、この変化に伴って燃焼振動領域も変化する。そこで、当該燃料流量設定方法では、ガスタービン出力が変化している場合、燃料流量比を補正することで、燃料の燃焼過程での燃焼振動を避け、燃料の燃焼安定性を図る。

[0029] 上記目的を達成するための発明に係る第十七態様としての燃料流量設定方法は、

前記第十六態様の前記燃料流量設定方法において、前記補正值演算工程では、前記パラメータを受け付け、前記パラメータと前記補正值との予め定められた補正值関係を用いて、受け付けた前記パラメータに応じた前記補正值を求める。

[0030] 上記目的を達成するための発明に係る第十八態様としての燃料流量設定方法は、

前記第十七態様の前記燃料流量設定方法において、前記補正值演算工程では、前記ガスタービン出力の変化が出力上昇であるか出力下降であるかを判断し、前記ガスタービン出力の変化が前記出力上昇である場合には、前記補正值関係として出力上昇時用の補正值関係を用いて前記補正值を求め、前記ガスタービン出力の変化が前記出力下降である場合には、前記補正值関係として出力下降時用の補正值関係を用いて前記補正值を求める。

[0031] 上記目的を達成するための発明に係る第十九態様としての燃料流量設定方法は、

前記第十七又は前記第十八態様の前記燃料流量設定方法において、前記パラメータと前記補正值とで定義される領域のうちで前記ガスタービン出力変化時における燃焼振動が発生する燃焼振動領域を予め調べており、前記補正值関係は、前記補正工程後の前記燃料流量比が前記燃焼振動領域を避け得るように定められた関係である。

[0032] 上記目的を達成するための発明に係る第二十態様としての燃料流量設定方

法は、

前記第十七から前記第十九態様のいずれかの前記燃料流量設定方法において、複数の前記予混合ノズル群のうち、一の予混合ノズル群は、他の予混合ノズル群よりも予混合ノズルの数が多く、前記補正值関係で定められる前記補正值は、前記一の予混合ノズル群へ供給する前記燃料の流量を減らす値である。

[0033] 上記目的を達成するための発明に係る第二十一態様としての燃料流量設定方法は、

前記第十三から前記第二十態様のいずれかの前記燃料流量設定方法において、前記ガスタービンのタービン中で、前記ガスタービンの燃焼器からの燃焼ガスが流入するタービン入口の温度と正の相関性を持つ入口温度相関値を前記パラメータとして発生するパラメータ発生工程を実行する。

発明の効果

[0034] 本発明の一態様によれば、予混合燃焼させる燃料を噴射する複数の予混合ノズルを備えるガスタービンにおいて、燃料の燃焼安定性を高めることができる。

図面の簡単な説明

[0035] [図1]本発明に係る一実施形態におけるガスタービン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燃焼器の断面図である。

[図3]本発明に係る一実施形態における燃焼器の要部断面図である。

[図4]本発明に係る一実施形態における燃料送出器をその軸方向から見た概念図である。

[図5]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6]本発明に係る一実施形態における燃焼負荷指令発生器の機能ブロック図である。

[図7]本発明に係る一実施形態における全燃料流量発生器の機能ブロック図である。

[図8]本発明に係る一実施形態におけるパイロット流量演算器、トップハット流量演算器及びメイン流量演算器の機能ブロック図である。

[図9]本発明に係る一実施形態におけるノズル群流量比演算器、補正值演算器、補正器、及びノズル群流量演算器の機能ブロック図である。

[図10]本発明に係る一実施形態における、燃焼負荷指令値とノズル群流量比との関係を定めた関数、さらに燃焼振動領域を説明するための説明図である。

[図11]本発明に係る一実施形態におけるノズル群流量比に関する補正值と燃焼負荷指令値との関係を示すグラフである。

[図12]本発明に係る一実施形態におけるノズル群流量比演算器、補正值演算器、補正器、ノズル群流量演算器、及び弁制御器の動作を示すフローチャートである。

[図13]本発明に係る一実施形態の変形例における、燃焼負荷指令値とノズル群流量比との関係を定めた関数、さらに燃焼振動領域を説明するための説明図である。

[図14]本発明に係る一実施形態の変形例におけるノズル群流量比に関する補正值と燃焼負荷指令値との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0036] 以下、本発明に係る燃料流量設定装置、この装置を備えているガスタービンプラントの実施形態及び変形例について、図面を用いて説明する。

[0037] 「実施形態」

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と、ガスタービン10の駆動で発電する発電機29と、を備えている。

[0038] ガスタービン10は、空気を圧縮する圧縮機11と、圧縮機11で圧縮された空気中で燃料Fを燃焼させて燃焼ガスを生成する燃焼器31と、高温高压の燃焼ガスにより駆動するタービン21と、を備えている。

[0039] 圧縮機11は、軸線Arを中心として回転する圧縮機ロータ13と、この圧縮機ロータ13を回転可能に覆う圧縮機ケーシング12と、この圧縮機ケ

ーシング 12 の吸込み口に設けられている IGV (inlet guide vane) 14 と、を有する。IGV 14 は、複数のガイドベーン 15 と、複数のガイドベーン 15 を駆動する駆動器 16 とを有する。この IGV 14 は、圧縮機ケーシング 12 内に吸い込まれる空気の流量を調節する。

[0040] タービン 21 は、燃焼器 31 からの燃焼ガスにより、軸線 Ar を中心として回転するタービンロータ 23 と、このタービンロータ 23 を回転可能に覆うタービンケーシング 22 と、を有する。タービンロータ 23 と圧縮機ロータ 13 とは、同一の軸線 Ar 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 28 を成している。このガスタービンロータ 28 には、発電機 29 のロータが接続されている。

[0041] ガスタービン 10 は、さらに、中間ケーシング 24 と、排気ダクト 25 と、を備えている。中間ケーシング 24 は、圧縮機ケーシング 12 とタービンケーシング 22 との間に配置され、両者を接続する。排気ダクト 25 は、タービンケーシング 22 に接続され、タービンケーシング 22 内を通過した燃焼ガスである排気ガス EX が流れる。圧縮機ケーシング 12 と中間ケーシング 24 とタービンケーシング 22 とは、相互に接続されてガスタービンケーシング 27 を成している。燃焼器 31 は、中間ケーシング 24 に固定されている。

[0042] 燃焼器 31 は、図 2 に示すように、外筒 32 と、燃焼筒（又は尾筒）33 と、燃料送出器 41 と、を備える。外筒 32 は、中間ケーシング 24 に固定されている。燃焼筒 33 は、中間ケーシング 24 内に配置され、燃焼ガスをタービン 21 の燃焼ガス流路中に送る。燃料送出器 41 は、燃焼筒 33 内に燃料及び空気を送り出す。

[0043] 燃料送出器 41 は、図 2 ～図 4 に示すように、内筒 42 と、パイロットバーナ 43 と、複数のメインバーナ 53 と、トップハットノズル 51 と、を有する。パイロットバーナ 43 は、内筒 42 の中心軸線上に配置されている。複数のメインバーナ 53 は、パイロットバーナ 43 を中心として周方向に等間隔で配置されている。トップハットノズル 51 は、外筒 32 の内周側で内

筒４２の外周側に配置されている。なお、以下では、内筒４２の中心軸線が延びる方向で、燃焼筒３３内で燃焼ガスＧが流れていく側を下流側とし、その反対側を上流側とする。

[0044] パイロットバーナ４３は、内筒４２の中心軸線上に配置されているパイロットノズル４４と、このパイロットノズル４４の外周を囲む筒状のパイロット空気用筒４５と、を有する。パイロット空気用筒４５の下流側は、下流側に向かうに連れて次第に拡径されたパイロットコーン４６を成している。パイロット空気用筒４５の内周側は、圧縮機１１からの圧縮空気Ａｃがパイロット空気Ａｐとして流れるパイロット空気流路４８を成している。パイロットノズル４４から噴射されたパイロット燃料Ｆｐは、このパイロット空気流路４８から噴射されたパイロット空気Ａｐ中で燃焼（拡散燃焼）して、拡散火炎４９（図３参照）を形成する。

[0045] 複数のメインバーナ５３は、メイン空気用内筒５５と、メイン空気用外筒５６と、仕切板５７と、メインノズル５４と、を有する。メイン空気用内筒５５は、パイロット空気用筒４５の外周を囲むよう筒状を成している。メイン空気用外筒５６は、メイン空気用内筒５５の外周を囲むよう筒状を成している。仕切板５７は、メイン空気用内筒５５の外周側とメイン空気用外筒５６の内周側との間の環状の空間に配置され、この環状の空間を周方向に複数に分割する。メインノズル５４は、複数の仕切板５７の相互間に配置されている。一つのメインバーナ５３におけるガス流路枠５８ａは、メイン空気用内筒５５と、メイン空気用外筒５６と、周方向で隣接する一对の仕切板５７とを有して構成される。メイン空気用内筒５５とメイン空気用外筒５６と複数の仕切板５７で画定される複数の空間は、圧縮機１１からの圧縮空気Ａｃがメイン空気Ａｍとして流れるメイン空気流路５８を成している。このメイン空気流路５８を流れるメイン空気Ａｍには、このメイン空気流路５８内に配置されているメインノズル５４からメイン燃料Ｆｍが噴射される。このため、メイン空気流路５８内でメインノズル５４の先端（下流端）よりも下流側には、メイン空気Ａｍとメイン燃料Ｆｍとが混ざり合った予混合ガスが流

れる。この予混合ガスは、メイン空気流路58から噴射されてから燃焼（予混合燃焼）し、予混合火炎59（図3参照）を形成する。よって、本実施形態のメインノズル54は、予混合ノズルである。前述の拡散火炎49は、この予混合火炎59を保炎する役目を担っている。

[0046] 本実施形態の燃焼器31は、図4に示すように、8本のメインバーナ53を有する。8本のメインバーナ53のうち、ガスタービンロータ28の軸線Arに近い側に配置され、且つ周方向で互いに隣接している3本のメインバーナ53は、メインバーナA群53Aを成す。また、残りの5本のメインバーナ53は、メインバーナB群53Bを成す。メインバーナA群53Aを構成する3本のメインバーナ53における各メインノズル54は、メインノズルA群54Aを成し、メインバーナB群53Bを構成する5本のメインバーナ53における各メインノズル54は、メインノズルB群54Bを成す。

[0047] 外筒32の内周側と内筒42の外周側との空間は、圧縮機11からの圧縮空気Acを内筒42内に導く圧縮空気流路52を成している。トップハットノズル51は、この圧縮空気流路52にトップハット燃料Ftを噴射する。このため、トップハット燃料Ftが圧縮空気流路52に噴射されると、メイン空気Am及びパイロット空気Ap中にトップハット燃料Ftが混入することになる。よって、本実施形態のトップハットノズル51も、予混合ノズルである。

[0048] 本実施形態のガスタービンプラントは、さらに、図1、図2、図4に示すように、燃焼器31に供給する燃料Fが流れる燃料メインライン60と、パイロットノズル44にパイロット燃料Fpを送るパイロット燃料ライン61と、メインノズルA群54AにメインA燃料Fmaを送るメインA燃料ライン62aと、メインノズルB群54BにメインB燃料Fmbを送るメインB燃料ライン62bと、トップハットノズル51にトップハット燃料Ftを送るトップハット燃料ライン63と、パイロット燃料Fpの流量を調節するパイロット燃料弁65と、メインA燃料Fmaの流量を調節するメインA燃料弁66aと、メインB燃料Fmbの流量を調節するメインB燃料弁66bと

、トップハット燃料F t の流量を調節するトップハット燃料弁6 7と、を備える。

[0049] パイロット燃料ライン6 1、メインA燃料ライン6 2 a、メインB燃料ライン6 2 b、及びトップハット燃料ライン6 3は、いずれも燃料メインライン6 0から分岐したラインである。パイロット燃料弁6 5は、パイロット燃料ライン6 1に設けられている。メインA燃料ライン6 2 aは、メインラインと、このメインラインから分岐した複数の分岐ラインとを有する。複数の分岐ラインは、メインノズルA群5 4 Aを構成する3本のメインノズル5 4 毎に設けられている。メインA燃料弁6 6 aは、メインA燃料ライン6 2 aのメインラインに設けられている。メインB燃料ライン6 2 bは、メインラインと、このメインラインから分岐した複数の分岐ラインとを有する。複数の分岐ラインは、メインノズルB群5 4 Bを構成する5本のメインノズル5 4 毎に設けられている。メインB燃料弁6 6 bは、メインB燃料ライン6 2 bのメインラインに設けられている。トップハット燃料ライン6 3は、メインラインと、このメインラインから分岐した複数の分岐ラインとを有する。複数の分岐ラインは、複数のトップハットノズル5 1 毎に設けられている。トップハット燃料弁6 7は、トップハット燃料ライン6 3のメインラインに設けられている。

[0050] 本実施形態のガスタービンプラントは、さらに、図1に示すように、制御装置（燃料流量設定装置）1 0 0と、回転数計7 1と、出力計7 2と、吸気温度計7 3と、吸気圧計7 4と、ブレードパス温度計7 5と、排気ガス温度計7 6と、を備える。制御装置1 0 0は、以上で説明した燃料弁6 5, 6 6 a, 6 6 b, 6 7の動作等を制御する。回転数計7 1は、ガスタービンロータ2 8の回転数Nを検知する。出力計7 2は、発電機2 9の出力PWを検知する。吸気温度計7 3は、圧縮機1 1が吸い込む空気Aの温度である吸気温度T iを検知する。吸気圧計7 4は、圧縮機1 1が吸い込む空気の圧力である吸気圧（大気圧）P iを検知する。ブレードパス温度計7 5は、タービン2 1の最終段直後の

燃焼ガスの温度であるブレードパス温度 T_b を検知する。排気ガス温度計 76 は、タービン 21 の最終段よりも下流側の排気ダクト内の排気ガスの温度 T_e を検知する。

[0051] 制御装置 100 は、図 5 に示すように、燃焼負荷指令発生器（パラメータ発生器）110 と、全燃料流量発生器 130 と、パイロット流量演算器 141 と、トップハット流量演算器 142 と、メイン流量演算器（総予混合燃料演算器）143 と、ノズル群流量比演算器（単に、流量比演算器）160 と、補正值演算器 170 と、補正器 179 と、ノズル群流量演算器（単に、流量演算器）180 と、弁制御器 190 と、を有する。

[0052] 燃焼負荷指令発生器 110 は、燃焼負荷指令値 $CLCSO$ を発生する（パラメータ発生工程）。全燃料流量発生器 130 は、全燃料流量指令値 CSO を発生する。パイロット流量演算器 141 は、パイロットノズル 44 に供給するパイロット燃料 F_p の流量であるパイロット流量指令値 $PLCSO$ を求める。トップハット流量演算器 142 は、全トップハットノズル 51 に供給するトップハット燃料 F_t の流量であるトップハット流量 $THCSO$ を求める。メイン流量演算器 143 は、全メインノズル 54 の供給するメイン燃料 F_m の流量であるメイン流量 $MCSO$ を求める。ノズル群流量比演算器 160 は、メインノズル A 群 54 A に供給するメイン A 燃料 F_{ma} とメインノズル B 群 54 B に供給するメイン B 燃料 F_{mb} との流量比であるノズル群流量比 KMB_{01} を求める。補正值演算器 170 は、ノズル群流量比演算器 160 が求めたノズル群流量比 KMB_{01} の補正值 KMB_c を求める。補正器 179 は、ノズル群流量比演算器 160 が求めたノズル群流量比 KMB_{01} を補正值演算器 170 で求めた補正值 KMB_c で補正する。ノズル群流量演算器 180 は、補正器 179 で補正されたノズル群流量比 KMB に応じてメインノズル A 群 54 A に供給するメイン A 燃料 F_{ma} のメイン A 流量 $MACSO$ 、及びメインノズル B 群 54 B に供給するメイン B 燃料 F_{mb} のメイン B 流量 $MBCSO$ を求める。弁制御器 190 は、各流量演算器 141, 142, 180 が求めた燃料弁 65, 66a, 66b, 67 毎の流量に応じて燃料弁 65

、66a、66b、67毎の開度を求め、各燃料弁65、66a、66b、67に対して開度を指示する。

[0053] 燃焼負荷指令値CLCSOは、タービン21における燃焼ガスの入口温度を無次元化したパラメータで、この入口温度と正の相関性を持つパラメータである。また、燃焼負荷指令値CLCSOは、ガスタービン出力と相関性を持つパラメータでもある。この燃焼負荷指令値CLCSOは、入口温度が下限値のときに0%、入口温度が上限値のときに100%となるように設定される。例えば、入口温度の下限値を700℃、入口温度の上限値を1500℃としたとき、燃焼負荷指令値CLCSOは以下の式(1)で表される。

$$[0054] \quad CLCSO(\%) = \{(\text{発電機出力の実測値} - 700^\circ\text{C MW}) / (1500^\circ\text{C MW} - 700^\circ\text{C MW})\} \times 100 \quad \dots \dots (1)$$

なお、700℃MWは、入口温度が下限値である700℃のときにおける発電機出力である。また、1500℃MWは、入口温度が上限値である1500℃のときにおける発電機出力である。

[0055] 燃焼負荷指令発生器110は、図6に示すように、第一出力演算器111aと、第二出力演算器111bと、標準大気圧発生器112と、第一除算器113と、第一乗算器114aと、第二乗算器114bと、第一減算器115aと、第二減算器115bと、第二除算器116と、制限器117と、を有する。第一出力演算器111aは、入口温度が下限値である700℃のときにおける発電機出力700℃MWを求める。第二出力演算器111bは、入口温度が上限値である1500℃のときにおける発電機出力700℃MWを求める。標準大気圧発生器112は、予め設定されている標準大気圧Psを発生する。第一除算器113は、標準大気圧(標準吸気圧)Psに対する吸気圧計74で検知された吸気圧Piの割合である吸気圧比Prを求める。第一乗算器114aは、第一出力演算器111aが求めた発電機出力700℃MWに吸気圧比Prを乗算する。第二乗算器114bは、第二出力演算器111bが求めた発電機出力1500℃MWに吸気圧比Prを乗算する。第一減算器

115aは、出力計72で検知された発電機29の実測出力PWから第一乗算器114aでの乗算結果を減算する。第二減算器115bは、第二乗算器114bでの乗算結果から第一乗算器114aでの乗算結果を減算する。第二除算器116は、第一減算器115aでの減算結果を第二減算器115bでの減算結果で割る。制限器117は、第二除算器116からの出力の増減レートを制限する。

[0056] 第一出力演算器111aは、吸気温度 T_i とIGV開度指令値とを変動パラメータとし、関数 $H1x$ を用いて、入口温度が 700°C のときの発電機出力 700°C MW を求める。また、第二出力演算器111bは、吸気温度 T_i とIGV開度指令値とを変動パラメータとし、関数 $H2x$ を用いて、入口温度が 1500°C のときの発電機出力 700°C MW を求める。ここで、IGV開度指令値は、制御装置100がIGV14の駆動器16に与える指令値である。このIGV開度指令値は、例えば、圧縮機11の入口の圧力である大気圧 P_i と圧縮機11の出口の圧力等から求められる。これら出力演算器111a, 111bは、吸気温度及びIGV開度指令値が基準値である場合における 700°C MW 、 1500°C MW の既知の値を、実際の吸気温度 T_i 及びIGV開度指令値に対応する値に変更して、変更後の値を 700°C MW 、 1500°C MW として出力する。

[0057] これらの 700°C MW 及び 1500°C MW は、さらに、吸気圧（大気圧）の実測値 P_i に基づき補正処理される。具体的に、第一除算器113は、標準大気圧発生器112からの標準吸気圧（標準大気圧） P_s に対する、吸気圧計74で検知された吸気圧（大気圧） P_i の割合である吸気圧比 P_r を求める。第一乗算器114aは、第一出力演算器111aからの 700°C MW に吸気圧比 P_r を掛けて、 700°C MW を吸気圧比 P_r に対応する値に補正する。第二乗算器114bは、第二出力演算器111bからの 1500°C MW に吸気圧比 P_r を掛けて、 1500°C MW を吸気圧比 P_r に対応する値に補正する。すなわち、以上では、吸気温度及びIGV開度指令値が基準値である場合における 700°C MW 、 1500°C MW の既知の値を、実測吸気温度 T_i 、IGV開

度指令値、及び実測吸気圧比 P_r に対応する値に補正する。

[0058] 第一減算器115aは、出力計72で検知された発電機29の実測出力 P_W から、吸気圧比 P_r で補正された 700°C MW を減算する。すなわち、第一減算器115aは、上記式の分子の値を求める。第二減算器115bは、吸気圧比 P_r で補正された 1500°C MW から、吸気圧比 P_r で補正された 700°C MW を減算する。すなわち、第二減算器115bは、上記式の分母の値を求める。

[0059] 第二除算器116は、第一減算器115aで求められた上記式の分子の値を、第二減算器115bで求められた上記式の分母の値で割り、この値を燃焼負荷指令値として出力する。制限器117は、第二除算器116からの燃焼負荷指令値の単位時間当たりの変化量である増減レートが予め定められた値以下になるよう、この燃焼負荷指令値の増減レートを制限する。

[0060] 以上では、タービン21における燃焼ガスの入口温度の下限値を 700°C 、その上限値を 1500°C にしている。しかしながら、燃焼器31の型式等によっては、タービン21における燃焼ガスの入口温度の下限値及び上限値を以上の例と異なる値にしてもよい。

[0061] 全燃料流量指令値 C_{SO} は、燃焼器31に供給する燃料 F の全流量を示す指令値である。全燃料流量発生器130は、図7に示すように、ガバナ制御器131と、負荷制御器132と、第一温度制御器133と、第二温度制御器134と、低値選択器135と、制限器136と、を有する。ガバナ制御器131は、ガスタービンロータ28の回転数 N が目標回転数になるように全燃料流量指令値 C_{SO} を調節するための指令値 GVC_{SO} を出力する。負荷制御器132は、発電機出力 P_W が発電機出力指令値と一致するように全燃料流量指令値 C_{SO} を調節するための指令値 LDC_{SO} を出力する。第一温度制御器133は、ガスタービンのブレードパス温度 T_b が上限値を超えないように全燃料流量指令値 C_{SO} を調節するための指令値 BPC_{SO} を出力する。第二温度制御器134は、排気ガス温度 T_e が上限値を超えないよう全燃料流量指令値 C_{SO} を調節するための指令値 EXC_{SO} を出力する。

低値選択器 135 は、各制御器 131～134 からの指令値のうちで最少の指令値を出力する。制限器 136 は、低値選択器 135 からの指令の増減レートを制限する。

[0062] ガバナ制御器 131 は、回転数計 71 からガスタービンロータ 28 の回転数 N を受け取り、このガスタービンロータ 28 の回転数 N が目標回転数と一致するように全燃料流量指令値 CSO を調節するための指令値 $GVCSO$ を出力する。具体的に、ガバナ制御器 131 は、ガスタービンロータ 28 の実測回転数 N と予め設定されている GV 設定値とを比較し、比例制御信号を指令値 $GVCSO$ として出力する。

[0063] 負荷制御器 132 は、出力計 72 から発電機 29 の実測出力 PW と上位制御装置 90（図 1 参照）から発電機出力指令値とを受け取る。負荷制御器 132 は、実測出力 PW が発電機出力指令値と一致するように全燃料流量指令値 CSO を調節するための指令値 $LDCSO$ を出力する。具体的に、負荷制御器 132 は、実測出力 PW と発電機出力指令値とを比較し、比例積分演算を行い、この結果を指令値 $LDCSO$ として出力する。

[0064] 第一温度制御器 133 は、ブレードパス温度計 75 からブレードパス温度 Tb を受け取って、このブレードパス温度 Tb が上限値を超えないように全燃料流量指令値 CSO を調節するための指令値 $BPCSO$ を出力する。具体的には、第一温度制御器 133 は、実測ブレードパス温度 Tb とその上限値とを比較し、比例積分演算を行い、この結果を指令値 $BPCSO$ として出力する。

[0065] 第二温度制御器 134 は、排気ガス温度計 76 から排気ガス温度 Te を受け取って、この排ガス温度 Te が上限値を超えないように全燃料流量指令値 CSO を調節するための指令値 $EXCSO$ を出力する。具体的に、第二温度制御器 134 は、実測排ガス温度 Te とその上限値とを比較し、比例積分演算を行い、この結果を指令値 $EXCSO$ として出力する。

[0066] 低値選択器 135 は、各制御器 131～134 からの指令値のうちで最少の指令値を選択し、この指令値を出力する。制限器 136 は、低値選択器 1

35からの指令の増減レートを制限し、これを全燃料流量指令値CSOとして出力する。

[0067] パイロット流量演算器141は、図8に示すように、全燃料流量指令値CSOとパイロット流量指令値PLCSOとの関係を定めた関数 $F \times p$ を有する。パイロット流量演算器141は、この関数 $F \times p$ を用いて、全燃料流量発生器130が発生した全燃料流量指令値CSOに対応したパイロット流量指令値PLCSOを求める。トップハット流量演算器142は、全燃料流量指令値CSOとトップハット流量THCSOとの関係を定めた関数 $F \times t$ を有する。トップハット流量演算器142は、この関数 $F \times t$ を用いて、全燃料流量発生器130が出力した全燃料流量指令値CSOに対応したトップハット流量THCSOを求める。メイン流量演算器143は、以下の式(2)に示すように、全燃料流量指令値CSOからパイロット流量指令値PLCSO及びトップハット流量THCSOを減算して、メイン流量MCSOを求める。

$$MCSO = CSO - PLCSO - THCSO \quad \dots \dots (2)$$

[0068] ノズル群流量比演算器160は、図9に示すように、ノズル群流量比 KMB_0 を発生するノズル群流量比発生器161と、ノズル群流量比 KMB_0 の補正值 KMB_{co} を発生する補正值発生器162と、補正值発生器162が発生した補正值 KMB_{co} でノズル群流量比 KMB_0 を補正する補正器163と、を有する。

[0069] ノズル群流量比発生器161は、燃焼負荷指令値CLCSOとノズル群流量比(燃料流量比) KMB_0 との関係を定めた関数 $F \times 1$ (流量比関係)を有する。ノズル群流量比 KMB は、以下の式(3)に示すように、メインノズルB群54Bに供給するメインB燃料 Fmb の流量であるメインB流量 $MBCSO$ を、メインノズルA群54Aに供給するメインA燃料 Fmb の流量であるメインA流量 $MACSO$ とメインB流量 $MBCSO$ とを加算した値で割った値である。

$$KMB = MBCSO / (MACSO + MBCSO) \quad \dots \dots (3)$$

[0070] メインノズルA群54Aを構成する3本のメインノズル54と、メインノズルB群54Bを構成する5本のメインノズル54とのそれぞれに、同じ流量の燃料を流す場合、ノズル群流量比KMBは、以下の式(4)に示すように、0.625になる。

$$KMB = 5 / (3 + 5) = 0.625 \quad \dots \dots (4)$$

この関数 $F \times 1$ により燃焼負荷指令値CLCSOに対して定められるノズル群流量比 KMB_0 は、この0.625が基準になっている。

[0071] 図10に示すように、燃焼負荷指令値CLCSOが所定の範囲内で且つノズル群流量比KMBが所定の範囲内の領域には、燃焼振動領域CVRが発生することがある。ここでは、例えば、燃焼負荷指令値CLCSOが $x_1 \sim x_2$ ($x_1 < x_2$)の範囲内で、且つノズル群流量比KMBが $y_1 \sim y_2$ ($y_1 < 0.625 < y_2$)の範囲内に燃焼振動領域CVRが発生するとする。なお、この燃焼振動領域CVRは、実際の燃焼器31や、この燃焼器31での燃焼状態をシミュレートするシミュレータで予め調べておく。

[0072] 関数 $F \times 1$ は、図10に示すように、燃焼負荷指令値CLCSOとノズル群流量比KMBとで定義される領域のうちで燃焼振動が発生する燃焼振動領域CVRを避けるように定められた関数である。具体的に、この関数 $F \times 1$ は、例えば、燃焼負荷指令値CLCSOが x_1 より小さい値では、ノズル群流量比 KMB_0 が0.625より大きい値でほぼ一定の関数である。また、この関数 $F \times 1$ は、燃焼負荷指令値CLCSOが $x_1 \sim x_2$ の範囲では、燃焼負荷指令値CLCSOが大きくなるに連れて、燃焼振動領域CVRの外縁の下側(ノズル群流量比KMBが小さい側)に沿って、ノズル群流量比 KMB_0 が変化する関数である。より、具体的には、この関数 $F \times 1$ は、燃焼負荷指令値CLCSOが $x_1 \sim x_2$ の範囲で x_1 よりの範囲では、燃焼負荷指令値CLCSOが大きくなるに連れて、燃焼振動領域CVRの外縁の下側に沿って、ノズル群流量比 KMB_0 が小さくなる関数である。また、この関数 $F \times 1$ は、燃焼負荷指令値CLCSOが $x_1 \sim x_2$ の範囲で x_2 よりの範囲では、燃焼負荷指令値CLCSOが大きくなるに連れて、燃焼振動領域CVRの外

縁の下側に沿って、ノズル群流量比 KMB_0 が大きくなる関数である。また、この関数 $F \times 1$ は、燃焼負荷指令値 $CLCSO$ が $\times 2$ より大きい値では、燃焼負荷指令値 $CLCSO$ に関わらず、ノズル群流量比 KMB_0 がほぼ0.625になる関数である。

[0073] この関数 $F \times 1$ は、以上のように、燃焼負荷指令値 $CLCSO$ のある範囲内では、燃焼負荷指令値 $CLCSO$ が大きくなるに連れてノズル群流量比 KMB_0 が小さくなり、燃焼負荷指令値 $CLCSO$ の他の範囲内では、燃焼負荷指令値 $CLCSO$ が大きくなるに連れてノズル群流量比 KMB_0 が大きくなり、さらに、燃焼負荷指令値 $CLCSO$ のさらなる他の範囲内では、燃焼負荷指令値 $CLCSO$ の変化に関わらずノズル群流量比 KMB_0 が一定になる関数である。但し、この関数 $F \times 1$ は、燃焼負荷指令値 $CLCSO$ の範囲に関わらず、燃焼負荷指令値 $CLCSO$ の変化に対して、ノズル群流量比 KMB_0 が連続性を持って変化する関数である。

[0074] ノズル群流量比発生器161は、この関数 $F \times 1$ を用いて、燃焼負荷指令発生器110が発生した燃焼負荷指令値 $CLCSO$ に対応したノズル群流量比 KMB_0 を発生する。

[0075] ノズル群流量比演算器160の補正值発生器162は、図9に示すように、メイン流量 $MCSO$ と補正值 KMB_{co} との関係を定めた関数 $F \times 2$ を有する。補正值発生器162は、この関数 $F \times 2$ を用いて、メイン流量演算器143が求めたメイン流量 $MCSO$ に対応した補正值 KMB_{co} を発生する。一般的に、弁は、弁の開度と、弁を通過する流体の流量との関係がリニアではない。そこで、ここでは、弁制御器190がメインA燃料弁66a及びメインB燃料弁66bに対して開度を指示した結果、実際のノズル群流量比が目的のノズル群流量比 KMB になるよう、メインA燃料弁66a及びメインB燃料弁66bの弁特性を考慮した補正值 KMB_{co} を求める。ノズル群流量比演算器160の補正器163は、ノズル群流量比発生器161が発生したノズル群流量比 KMB_0 に補正值発生器162が発生した補正值 KMB_{co} を加算して、このノズル群流量比 KMB_0 を補正する。この補正後のノズル群流量比

KMB_{01} は、ノズル群流量比演算器 160 からの出力となる。

[0076] 補正值演算器 170 は、図 9 に示すように、出力上昇時用の補正值である第一補正值 $KMB_c 1$ を発生する第一補正值発生器 171 と、出力下降時用の補正值である第二補正值 $KMB_c 2$ を発生する第二補正值発生器 172 と、ガスタービン出力の変化と相関する全燃料流量指令値 CSO の変化を検知する出力変化検知器 173 と、切替器 177 と、を有する。切替器 177 は、第一補正值 $KMB_c 1$ と第二補正值 $KMB_c 2$ と補正值「0」とのうち、いずれかを補正器 179 に出力する。

[0077] 図 10 に示すように、ガスタービン出力が変化している場合、燃焼振動領域 CVR の領域が変化する。この燃焼振動領域 CVR の領域変化は、ガスタービン出力が上昇しているときとガスタービン出力が下降しているときとは異なる。出力上昇時の燃焼振動領域 $CVR 1$ は、例えば、ガスタービン出力が変化していないときの燃焼振動領域 CVR の外縁の下側（ノズル群流量比 KMB が小さい側）が下側に広がった領域になる。出力下降時の燃焼振動領域 $CVR 2$ は、例えば、ガスタービン出力が変化していないときの燃焼振動領域 CVR の外縁の下側が出力上昇時の燃焼振動領域 $CVR 1$ の外縁の下側よりも、さらに下側に広がった領域になる。これら出力上昇時の燃焼振動領域 $CVR 1$ 及び出力下降時の燃焼振動領域 $CVR 2$ も、実際の燃焼器 31 や、この燃焼器 31 での燃焼状態をシミュレートするシミュレータで予め調べておく。

[0078] 第一補正值発生器 171 及び第二補正值発生器 172 は、このようにガスタービン出力の変化に伴う燃焼振動領域 CVR の変化に対応するため、ノズル群流量比演算器 160 が求めたノズル群流量比 KMB_{01} を補正する補正值を発生する。第一補正值発生器 171 は、燃焼負荷指令値 $CLCSO$ と出力上昇時の補正值である第一補正值 $KMB_c 1$ との関係を定めた関数 F_{up} （補正值関係）を有する。第二補正值発生器 172 は、燃焼負荷指令値 $CLCSO$ と出力下降時の補正值である第二補正值 $KMB_c 2$ との関係を定めた関数 F_{down} （補正值関係）を有する。

- [0079] 関数 F_{up} は、図 10 及び図 11 に示すように、出力上昇時の燃焼振動領域 $CVR1$ を避けるように定められた関数である。前述したように、例えば、出力上昇時の燃焼振動領域 $CVR1$ は、ガスタービン出力が変化していないときの燃焼振動領域 CVR の外縁の下側（ノズル群流量比 KMB が小さい側）が下側に広がった領域になる。この場合、この関数 F_{up} は、ノズル群流量比演算器 160 からのノズル群流量比 KMB_{01} を小さくするため、燃焼負荷指令値 $CLCSO$ に対して負値の第一補正值 $KMBc1$ を対応付ける。
- [0080] また、関数 F_{down} は、出力下降時の燃焼振動領域 $CVR2$ を避けるように定められた関数である。前述したように、例えば、出力下降時の燃焼振動領域 $CVR2$ は、ガスタービン出力が変化していないときの燃焼振動領域 CVR の外縁の下側が出力上昇時の燃焼振動領域 $CVR1$ の外縁の下側よりも、さらに下側に広がった領域になる。この場合、関数 F_{down} は、ノズル群流量比演算器 160 からのノズル群流量比 KMB_{01} を出力上昇時よりもさらに小さくするため、燃焼負荷指令値 $CLCSO$ に対して、出力上昇時の第一補正值 $KMBc1$ よりもさらに小さい負値の第二補正值 $KMBc2$ を対応付ける。
- [0081] 第一補正值発生器 171 は、関数 F_{up} を用いて、燃焼負荷指令値 $CLCSO$ に対応した第一補正值 $KMBc1$ を発生する。また、第二補正值発生器 172 は、関数 F_{down} を用いて、燃焼負荷指令値 $CLCSO$ に対応した第二補正值 $KMBc2$ を発生する。
- [0082] 以上のように、第一補正值発生器 171 が発生する第一補正值 $KMBc1$ 及び第二補正值発生器 172 が発生する第二補正值 $KMBc2$ は、本実施形態では、いずれも、ノズル群流量比演算器 160 からのノズル群流量比 KMB_{01} を小さくする補正值である。言い換えると、本実施形態における第一補正值 $KMBc1$ 及び第二補正值 $KMBc2$ は、いずれも、式 (3) に示したノズル群流量比 KMB の定義から、メインノズル A 群 54A とメインノズル B 群 54B とのうち、メインノズル 54 の数が多いメインノズル B 群 54B へ供給するメイン B 流量 $MBCSO$ を減らす値である。

- [0083] 出力変化検知器 173 は、図 9 に示すように、全燃料流量発生器 130 からの全燃料流量指令値 CSO を所定時間後に出力する遅延器 174 と、全燃料流量発生器 130 からの全燃料流量指令値 CSO と遅延器 174 からの全燃料流量指令値 CSO との差を求める減算器 175 と、減算結果に応じて全燃料流量指令値 CSO が所定値以上増加しているか又は所定値以上減少しているかを判断する変化判断器 176 と、を有する。変化判断器 176 は、減算器 175 による減算結果が正の値で且つこの値が所定値以上の場合には、ガスタービン出力が上昇している旨を示す「1」を出力し、減算器による減算結果が負の値で且つこの値が所定値以下の場合には、ガスタービン出力が下降している旨を示す「2」を出力し、他の場合には、ガスタービン出力が変化していない旨を示す「0」を出力する。
- [0084] 切替器 177 は、出力変化検知器 173 からガスタービン出力が上昇していることを示す「1」が出力された場合、第一補正值発生器 171 からの第一補正值 $KMB_c 1$ を選択して、これを出力する。切替器 177 は、出力変化検知器 173 からガスタービン出力が下降していることを示す「2」が出力された場合、第二補正值発生器 172 からの第二補正值 $KMB_c 2$ を選択して、これを出力する。切替器 177 は、出力変化検知器 173 からガスタービン出力が変化していないことを示す「0」が出力された場合、補正值「0」を出力する。この切替器 177 からの出力は、補正值演算器 170 からの出力となる。
- [0085] 補正器 179 は、補正值演算器 170 からの補正值 KMB_c をノズル群流量比演算器 160 からのノズル群流量比 KMB_{o1} に加算して、このノズル群流量比 KMB_{o1} を補正する。具体的に、補正器 179 は、ガスタービン出力が上昇しているとき、ノズル群流量比演算器 160 からのノズル群流量比 KMB_{o1} に第一補正值 $KMB_c 1$ を加算する。補正器 179 は、ガスタービン出力が下降しているとき、ノズル群流量比演算器 160 からのノズル群流量比 KMB_{o1} に第二補正值 $KMB_c 2$ を加算する。ガスタービン出力が変化していないとき、ノズル群流量比演算器 160 からのノズル群流量比 KMB_{o1}

に補正值「0」を加算する、つまりノズル群流量比演算器160からのノズル群流量比 KMB_{01} を補正しない。

[0086] 補正器179から出力されるノズル群流量比 KMB は、ノズル群流量比演算器160から出力されるノズル群流量比 KMB_{01} と同様、燃烧負荷指令値 $CLCSO$ の変化に対して連続性を持って変化する。

[0087] ノズル群流量演算器180は、メインA流量 $MACSO$ を求めるメインA流量演算器181と、メインB流量 $MBCSO$ を求めるメインB流量演算器182と、を有する。メインA流量演算器181は、「1」から補正器179からのノズル群流量比 KMB を減算し、この値にメイン流量演算器143が求めたメイン流量 $MCSO$ を乗算して、メインA流量 $MACSO$ を求める。メインB流量演算器182は、補正器179からのノズル群流量比 KMB にメイン流量演算器143が求めたメイン流量 $MCSO$ を乗算して、メインB流量 $MBCSO$ を求める。

[0088] 弁制御器190は、図5に示すように、パイロット流量演算器141が求めたパイロット流量指令値 $PLCSO$ に応じたパイロット燃料弁65の開度を求め、この開度をパイロット燃料弁65に指示する。弁制御器190は、トップハット流量演算器142が求めたトップハット流量 $THCSO$ に応じたトップハット燃料弁67の開度を求め、この開度をトップハット燃料弁67に指示する。弁制御器190は、ノズル群流量演算器180が求めたメインA流量 $MACSO$ に応じたメインA燃料弁66aの開度を求め、この開度をメインA燃料弁66aに指示する。弁制御器190は、ノズル群流量演算器180が求めたメインB流量 $MBCSO$ に応じたメインB燃料弁66bの開度を求め、この開度をメインB燃料弁66bに指示する。

[0089] 次に、本実施形態のガスタービンプラントの動作について説明する。

[0090] 図1に示すように、ガスタービン10の圧縮機は、空気Aを圧縮して圧縮空気Acを生成する。この圧縮空気Acは、燃烧器31内に流入する。燃烧器31には、燃料Fが供給される。燃烧器31内では、圧縮空気Ac中で燃料Fが燃烧して、高温高压の燃烧ガスが生成される。この燃烧ガスは、燃烧

器 3 1 からタービン 2 1 内の燃焼ガス流路に送られ、タービンロータ 2 3 を回転させる。このタービンロータ 2 3 の回転で、ガスタービン 1 0 に接続されている発電機 2 9 は発電する。

[0091] 燃料メインライン 6 0 には、燃料供給源からの燃料 F が流れる。この燃料 F の一部は、パイロット燃料 F p として、パイロット燃料ライン 6 1、パイロット燃料弁 6 5 を介して、パイロットノズル 4 4 に供給される。パイロットノズル 4 4 に供給されたパイロット燃料 F p は、図 2 及び図 3 に示すように、このパイロットノズル 4 4 から燃焼筒 3 3 内に噴射される。また、圧縮機 1 1 からの圧縮空気 A c の一部は、パイロット空気 A p としてパイロット空気用筒 4 5 を通り、このパイロット空気用筒 4 5 から燃焼筒 3 3 内に噴射される。パイロット燃料 F p は、このパイロット空気 A p 中で拡散燃焼して、拡散火炎 4 9 を形成する。

[0092] 燃料メインライン 6 0 を流れた燃料 F の一部は、メイン A 燃料 F m a として、メイン A 燃料ライン 6 2 a、メイン A 燃料弁 6 6 a を介して、メインノズル A 群 5 4 A を構成する複数のメインノズル 5 4 に供給される。また、燃料メインライン 6 0 を流れた燃料 F の他の一部は、メイン B 燃料 F b として、メイン B 燃料ライン 6 2 b、メイン B 燃料弁 6 6 b を介して、メインノズル B 群 5 4 B を構成する複数のメインノズル 5 4 に供給される。これらのメインノズル 5 4 に供給されたメイン燃料 F m は、図 2 及び図 3 に示すように、このメインノズル 5 4 からメイン空気流路 5 8 内に噴射される。また、圧縮機 1 1 からの圧縮空気 A c の一部は、メイン空気 A m としてメイン空気流路 5 8 内に流入する。メイン空気流路 5 8 内では、メイン空気 A m とメイン燃料 F m とが混合され、予混合ガスとなる。この予混合ガスは、メイン空気流路 5 8 から燃焼筒 3 3 内に噴射される。メイン空気流路 5 8 から噴射された予混合ガスは、予混合燃焼して、予混合火炎 5 9 を形成する。

[0093] 燃料メインライン 6 0 を流れた燃料 F の一部は、図 2 に示すように、トップハット燃料 F t として、トップハット燃料ライン 6 3、トップハット燃料弁 6 7 を介して、複数のトップハットノズル 5 1 に供給される。トップハット

トノズル 5 1 に供給されたトップハット燃料 F_t は、燃焼器 3 1 の外筒 3 2 の内周側と内筒 4 2 の外周側との間の圧縮空気流路 5 2 に噴射される。このトップハット燃料 F_t は、メイン空気 A_m 及びパイロット空気 A_p 中に混入する。よって、このトップハット燃料 F_t の一部は、パイロットバーナ 4 3 から噴射されるガス中に含まれ、このガスの燃焼に伴って燃焼する。また、このトップハット燃料 F_t の残りの一部は、メインバーナ 5 3 からの噴射されるガス中に含まれ、このガスの燃焼に伴って燃焼する。

[0094] 各燃料弁 6 5, 6 6 a, 6 6 b, 6 7 は、制御装置 1 0 0 により制御される。

[0095] 制御装置 1 0 0 の全燃料流量発生器 1 3 0 は、前述したように、発電機出力指令値等に応じて全燃料流量指令値 $C S O$ を発生する。パイロット流量演算器 1 4 1 は、この全燃料流量指令値 $C S O$ に応じたパイロット流量指令値 $P L C S O$ を求める。弁制御器 1 9 0 は、このパイロット流量指令値 $P L C S O$ を受け付けて、パイロット流量指令値 $P L C S O$ に応じたパイロット燃料弁 6 5 の開度を求め、この開度をパイロット燃料弁 6 5 に指示する。パイロット燃料弁 6 5 は、この指示を受け付けて、指示された開度になる。この結果、パイロット燃料弁 6 5 を通過するパイロット流量は、パイロット流量演算器 1 4 1 が発生したパイロット流量指令値 $P L C S O$ になる。トップハット流量演算器 1 4 2 は、全燃料流量指令値 $C S O$ に応じたトップハット流量 $T H C S O$ を求める。弁制御器 1 9 0 は、このトップハット流量 $T H C S O$ を受け付けて、トップハット流量 $T H C S O$ に応じたトップハット燃料弁 6 7 の開度を求め、この開度をトップハット燃料弁 6 7 に指示する。トップハット燃料弁 6 7 は、この指示を受け付けて、指示された開度になる。この結果、トップハット燃料弁 6 7 を通過するトップハット流量は、トップハット流量演算器 1 4 2 が発生したトップハット流量 $T H C S O$ になる。メイン流量演算器 1 4 3 は、全燃料流量指令値 $C S O$ に応じたメイン流量 $M C S O$ を求める。

[0096] 次に、図 1 2 に示すフローチャートに従って、制御装置 1 0 0 によるメイ

ンA燃料弁66a及びメインB燃料弁66bの制御について説明する。

[0097] ノズル群流量比演算器160は、燃焼負荷指令値CLCSOとメイン流量MC SOとに応じたノズル群流量比 KMB_{01} を求める(S1:流量比演算工程)。ノズル群流量比演算器160のノズル群流量比発生器161は、図9に示すように、関数 $F \times 1$ を用いて、燃焼負荷指令発生器110が発生した燃焼負荷指令値CLCSOに対応したノズル群流量比 KMB_0 を発生する。ノズル群流量比演算器160の補正值発生器162は、関数 $F \times 2$ を用いて、メイン流量MC SOに応じた補正值 KMB_{co} を求める。ノズル群流量比演算器160の補正器163は、ノズル群流量比発生器161が発生したノズル群流量比 KMB_0 に補正值発生器162が求めた補正值 KMB_{co} を加算して、このノズル群流量比 KMB_0 を補正する。この補正後のノズル群流量比 KMB_{01} は、ノズル群流量比演算器160からの出力となる。

[0098] 補正值演算器170は、ノズル群流量比演算器160が実行する流量比演算工程(S1)と並行して、ガスタービン10の出力変化に対するノズル群流量比 KMB_{01} の補正值 KMB_c を求める(S2:補正值演算工程)。補正值演算器170の第一補正值発生器171は、関数 F_{up} を用いて、燃焼負荷指令値CLCSOに対応した第一補正值 KMB_{c1} を発生する(S2a)。この第一補正值 KMB_{c1} は、ガスタービン出力が上昇しているときの補正值 KMB_c である。また、補正值演算器170の第二補正值発生器172は、関数 F_{down} を用いて、燃焼負荷指令値CLCSOに対応した第二補正值 KMB_{c2} を発生する(S2b)。この第二補正值 KMB_{c2} は、ガスタービン出力が下降しているときの補正值 KMB_c である。補正值演算器170の出力変化検知器173は、全燃料流量指令値CSOに基づいて、ガスタービン出力が上昇しているか、ガスタービン出力が下降しているか、ガスタービン出力が変化していないかを判断する(S2c)。出力変化検知器173は、ガスタービン出力が上昇していると判断した場合には、その旨を示す「1」を出力する。出力変化検知器173は、ガスタービン出力が下降していると判断した場合には、その旨を示す「2」を出力する。出力変化検知

器 173 は、ガスタービン出力が変化していないと判断した場合には、その旨を示す「0」を出力する。補正值演算器 170 の切替器 177 は、出力変化検知器 173 から「1」が出力されると、ガスタービン出力が上昇しているときの第一補正值 KMB_c1 を補正值 KMB_c として補正器 179 に出力する。切替器 177 は、出力変化検知器 173 から「2」が出力されると、ガスタービン出力が下降しているときの第二補正值 KMB_c2 を補正值 KMB_c として補正器 179 に出力する。切替器 177 は、出力変化検知器 173 から「0」が出力されると、補正值「0」を補正值 KMB_c として補正器 179 に出力する。

[0099] 補正器 179 は、ノズル群流量比演算器 160 からのノズル群流量比 KMB_{01} に補正值演算器 170 からの補正值 KMB_c を加えて、このノズル群流量比 KMB_{01} を補正する (S3: 補正工程)。補正器 179 は、補正值演算器 170 からガスタービン出力が上昇しているときの第一補正值 KMB_c1 を受け付けた場合、ノズル群流量比演算器 160 からのノズル群流量比 KMB_{01} に、この第一補正值 KMB_c1 を加える (S3a)。補正器 179 は、補正值演算器 170 からガスタービン出力が下降しているときの第二補正值 KMB_c2 を受け付けた場合、ノズル群流量比演算器 160 からのノズル群流量比 KMB_{01} に、この第二補正值 KMB_c2 を加える (S3b)。補正器 179 は、補正值演算器 170 から補正值「0」を受け付けた場合、ノズル群流量比演算器 160 からのノズル群流量比 KMB_{01} に、この補正值「0」を加える (S3c)。すなわち、S3c では、実際には、ノズル群流量比演算器 160 からのノズル群流量比 KMB_{01} を補正しない。

[0100] ノズル群流量演算器 180 は、メイン流量演算器 143 が求めたメイン流量 $MCSO$ と補正器 179 からのノズル群流量比 KMB とを用いて、メイン A 流量 $MACSO$ 及びメイン B 流量 $MBCSO$ を求める (S4: 流量演算工程)。ノズル群流量演算器 180 のメイン A 流量演算器 181 は、「1」から補正器 179 からのノズル群流量比 KMB を減算し、この値にメイン流量演算器 143 が求めたメイン流量 $MCSO$ を乗算して、メイン A 流量 MAC

S Oを求める。ノズル群流量演算器180のメインB流量演算器182は、補正器179からのノズル群流量比KMBにメイン流量演算器143が求めたメイン流量MCSOを乗算して、メインB流量MBCSOを求める。

[0101] 弁制御器190は、メインA流量MACSOを受け付けて、このメインA流量MACSOに応じたメインA燃料弁66aの開度を求め、この開度をメインA燃料弁66aに指示する。さらに、弁制御器190は、メインB流量MBCSOを受け付けて、このメインB流量MBCSOに応じたメインB燃料弁66bの開度を求め、この開度をメインB燃料弁66bに指示する（S5：弁制御工程）。メインA燃料弁66aは、この指示を受け付けて、指示された開度になる。この結果、メインA燃料弁66aを通過して、メインノズルA群54Aを構成する全メインノズル54に供給されるメインA流量は、ノズル群流量演算器180が求めたメインA流量MACSOとなる。また、メインB燃料弁66bは、この指示を受け付けて、指示された開度になる。この結果、メインB燃料弁66bを通過して、メインノズルB群54Bを構成する全メインノズル54に供給されるメインB流量は、ノズル群流量演算器180が求めたメインB流量MBCSOとなる。

[0102] ガスタービン出力が所定の範囲内で且つノズル群流量比KMBが所定の範囲内の領域には、前述したように、燃焼振動領域CVRが発生することがある。本実施形態では、以上のように、ガスタービン出力と相関性を有する燃焼負荷指令値CLCSOに応じて、ノズル群流量比KMBを変えることで、燃料の燃焼過程での燃焼振動の発生を抑えている。また、本実施形態では、燃焼負荷指令値CLCSOとノズル群流量比KMB₀との関係を定めた関数 $F \times 1$ が、燃焼負荷指令値CLCSOの変化に対してノズル群流量比KMB₀が連続性を持って変化する関数である。このため、本実施形態では、ノズル群流量比KMBは、急激に変化しない。よって、本実施形態では、燃料Fの燃焼安定性を高めることができる。

[0103] また、ガスタービン出力が変化している場合、前述したように、この変化に伴って燃焼振動領域CVRが変化する。そこで、本実施形態では、ガスタ

ービン出力が変化している場合、ノズル群流量比 KMB_{01} を補正することで、燃料Fの燃焼過程での燃焼振動を避け、燃料Fの燃焼安定性を図っている。

[0104] 「変形例」

上記実施形態において、燃焼負荷指令値 $CLCSO$ とノズル群流量比 KMB_0 との関係を定めた関数 $F \times 1$ は、燃焼振動領域 CVR を避けるために、燃焼負荷指令値 $CLCSO$ の変化に対して、ノズル群流量比 KMB_{01} が燃焼振動領域 CVR の外縁の下側（ノズル群流量比 KMB が小さい側）に沿って変化する関数である。しかしながら、燃焼器の形態や燃料の種類等によっては、関数 $F \times 1$ として、図13に示すように、燃焼振動領域 CVR を避けるために、燃焼負荷指令値 $CLCSO$ の変化に対して、ノズル群流量比 KMB_{01} が燃焼振動領域 CVR の外縁の上側（ノズル群流量比 KMB が大きい側）に沿って変化する関数を用いてもよい。

[0105] 出力上昇時及び出力下降時の燃焼振動領域 $CVR1$ 、 $CVR2$ は、図13に示すように、ガスタービン出力が変化していないときの燃焼振動領域 CVR の外縁の上側（ノズル群流量比 KMB が大きい側）が上側に広がった領域になる場合がある。仮に、関数 $F \times 1$ として、図13に示す関数を用いている場合、ガスタービン出力が変化しているときの燃焼振動領域 CVR を避けるために、出力上昇時用の第一補正值 $KMBc1$ 及び出力下降時用の第二補正值 $KMBc2$ は、いずれも、図13及び図14に示すように、ノズル群流量比演算器160からのノズル群流量比 KMB_{01} を大きくする正の値であることが好ましい。

[0106] よって、ノズル群流量比演算器160からのノズル群流量比 KMB_{01} を補正する補正值 $KMBc$ は、ガスタービン出力が変化しているときの燃焼振動領域 CVR の変化に応じて、ノズル群流量比 KMB_{01} を大きくするものでも、これを小さくするものでもよい。

[0107] 上記実施形態では、8本のメインノズル54を、3本のメインノズル54で構成されるメインノズルA群54Aと、5本のメインノズル54で構成さ

れるメインノズルB群54Bとに分けている。しかしながら、8本のノズルを、1本のメインノズル54で構成されるメインノズル群と、7本のメインノズルで構成されるメインノズル群とに分けてもよい。さらに、8本のノズルを、2本のメインノズル54で構成されるメインノズル群と、6本のメインノズルで構成されるメインノズル群とに分けてもよいし、4本のメインノズル54で構成されるメインノズル群と、4本のメインノズルで構成されるメインノズル群とに分けてもよい。

[0108] また、メインノズル54の本数は、8本でなくてもよく、8本より少ない本数でも、8本より多い本数でもよい。

[0109] また、上記実施形態では、複数のメインノズル54を二つのメインノズル群に分けたが、三以上のノズル群に分けてもよい。

[0110] 上記実施形態では、関数を用いて、二つのパラメータの関係を定めている。しかしながら、一のパラメータの各種値毎に他のパラメータの値を示すマップを用いて、二つのパラメータの関係を定めてもよい。

[0111] 上記実施形態では、ガスタービン出力に相関性を有するパラメータとして、燃焼負荷指令値CLCSOを用いている。しかしながら、ガスタービン出力に相関性を有するパラメータであれば、他のパラメータを用いてもよい。例えば、ガスタービン出力に相関性を有するパラメータとして、例えば、発電機出力や、全燃料流量指令値CSOを用いてもよい。

[0112] 上記実施形態において、トップハットノズル51も予混合ノズルである。従って、本実施形態における複数のトップハットノズル51も、上記実施形態と同様、複数のノズル群に分け、ガスタービン出力と相関性を有するパラメータに応じて、ノズル群相互のノズル群流量比を変えてもよい。

産業上の利用可能性

[0113] 本発明の一態様によれば、予混合燃焼させる燃料を噴射する複数の予混合ノズルを備えるガスタービンにおいて、燃料の燃焼安定性を高めることができる。

符号の説明

- [0114] 10 : ガスタービン
- 11 : 圧縮機
 - 14 : IGV
 - 21 : タービン
 - 31 : 燃焼器
 - 33 : 燃焼筒（又は尾筒）
 - 43 : パイロットバーナ
 - 44 : パイロットノズル
 - 51 : トップハットノズル（予混合ノズル）
 - 53 : メインバーナ
 - 53A : メインバーナA群
 - 53B : メインバーナB群
 - 54 : メインノズル（予混合ノズル）
 - 54A : メインノズルA群
 - 54B : メインノズルB群
 - 58a : ガス流路枠
 - 60 : 燃料メインライン
 - 61 : パイロット燃料ライン
 - 62a : メインA燃料ライン
 - 62b : メインB燃料ライン
 - 63 : トップハット燃料ライン
 - 65 : パイロット燃料弁
 - 66a : メインA燃料弁
 - 66b : メインB燃料弁
 - 67 : トップハット燃料弁
 - 71 : 回転数計
 - 72 : 出力計
 - 73 : 吸気温度計

- 7 4 : 吸気圧計
- 7 5 : ブレードパス温度計
- 7 6 : 排気ガス温度計
- 1 0 0 : 制御装置（燃料流量設定装置）
- 1 1 0 : 燃焼負荷指令発生器（パラメータ発生器）
- 1 3 0 : 全燃料流量発生器
- 1 4 1 : パイロット流量演算器
- 1 4 2 : トップハット流量演算器
- 1 4 3 : メイン流量演算器（総予混合燃料演算器）
- 1 6 0 : ノズル群流量比演算器（流量比演算器）
- 1 6 1 : ノズル群流量比発生器
- 1 6 2 : 補正值発生器
- 1 6 3 : 補正器
- 1 7 0 : 補正值演算器
- 1 7 1 : 第一補正值発生器
- 1 7 2 : 第二補正值発生器
- 1 7 3 : 出力変化検知器
- 1 7 6 : 変化判断器
- 1 7 7 : 切替器
- 1 7 9 : 補正器
- 1 8 0 : ノズル群流量演算器（流量演算器）
- 1 8 1 : メイン A 流量演算器
- 1 8 2 : メイン B 流量演算器
- 1 9 0 : 弁制御器

請求の範囲

- [請求項1] 予混合燃焼させる燃料を噴射する 1 以上の予混合ノズルで構成される予混合ノズル群を複数備えるガスタービンの燃料流量設定装置において、
- ガスタービン出力と相関性を有するパラメータを受け付け、前記パラメータと複数の前記予混合ノズル群相互の燃料流量比との予め定められた流量比関係を用いて、受け付けた前記パラメータに応じた前記燃料流量比を定める流量比演算器と、
- 前記流量比演算器で定められた前記燃料流量比を用いて、複数の前記予混合ノズル群毎に供給する燃料流量を求める流量演算器と、
- を備え、
- 前記流量比関係は、前記パラメータの変化に対して前記燃料流量比が連続性を持って変化する関係である、
- 燃料流量設定装置。
- [請求項2] 請求項 1 に記載の燃料流量設定装置において、
- 複数の前記予混合ノズル群毎に設けられ、前記予混合ノズル群に供給する燃料流量を調節する燃料流量調節弁に対して、開度を指示する弁制御器を備え、
- 前記弁制御器は、複数の前記予混合ノズル群毎の前記燃料流量を用いて、複数の前記予混合ノズル群毎に設けられている前記燃料流量調節弁の開度を定める、
- 燃料流量設定装置。
- [請求項3] 請求項 1 又は 2 に記載の燃料流量設定装置において、
- 前記流量比関係は、前記パラメータと前記燃料流量比で定義される領域のうちで燃焼振動が発生する燃焼振動領域を避けるように定められた関係である、
- 燃料流量設定装置。
- [請求項4] 請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の燃料流量設定装置において

、

前記ガスタービン出力が変化しているときの前記燃料流量比に関する補正値を求める補正値演算器と、

前記補正値演算器で求めた前記補正値を用いて、前記流量比演算器で定めた前記燃料流量比を補正する補正器と、

を備え、

前記流量演算器は、前記ガスタービン出力が変化している場合に、前記補正器で補正された前記燃料流量比を用いて、複数の前記予混合ノズル群毎の前記燃料流量を求める、

燃料流量設定装置。

[請求項5]

請求項4に記載の燃料流量設定装置において、

前記補正値演算器は、前記パラメータを受け付け、前記パラメータと前記補正値との予め定められた補正値関係を用いて、受け付けた前記パラメータに応じた前記補正値を求める、

燃料流量設定装置。

[請求項6]

請求項5に記載の燃料流量設定装置において、

前記補正値演算器は、前記ガスタービン出力の変化が出力上昇であるか出力下降であるかを判断し、前記ガスタービン出力の変化が前記出力上昇である場合には、前記補正値関係として出力上昇時用の補正値関係を用いて前記補正値を求め、前記ガスタービン出力の変化が前記出力下降である場合には、前記補正値関係として出力下降時用の補正値関係を用いて前記補正値を求める、

燃料流量設定装置。

[請求項7]

請求項5又は6に記載の燃料流量設定装置において、

前記補正値関係は、前記補正器で補正された前記燃料流量比で、前記パラメータと前記補正値とで定義される領域のうちで、前記ガスタービン出力変化時における燃焼振動が発生する燃焼振動領域を避け得るように定められた関係である、

燃料流量設定装置。

[請求項8] 請求項 5 から 7 のいずれか一項に記載の燃料流量設定装置において

、

複数の前記予混合ノズル群のうち、一の予混合ノズル群は、他の予混合ノズル群よりも予混合ノズルの数が多く、

前記補正值関係で定められる前記補正值は、前記一の予混合ノズル群へ供給する前記燃料の流量を減らす値である、

燃料流量設定装置。

[請求項9] 請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の燃料流量設定装置において

、

前記ガスタービンのタービン中で、前記ガスタービンの燃焼器からの燃焼ガスが流入するタービン入口の温度と正の相関性を持つ入口温度相関値を前記パラメータとして発生するパラメータ発生器を有する

、

燃料流量設定装置。

[請求項10] 請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の燃料流量設定装置において

、

複数の前記予混合ノズル群の全てに供給する燃料流量を求める総予混合燃料演算器を備え、

前記流量演算器は、前記総予混合燃料演算器で求められた前記燃料流量と前記流量比演算器で定められた前記燃料流量比を用いて、複数の前記予混合ノズル群毎の燃料流量を求める、

燃料流量設定装置。

[請求項11] 請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の燃料流量設定装置と、前記ガスタービンと、を備え、

前記ガスタービンは、空気を圧縮する圧縮機と、前記圧縮機で圧縮された空気中で燃料を燃焼させて燃焼ガスを生成する燃焼器と、前記燃焼ガスにより駆動するタービンと、を有し、

前記燃焼器は、燃料が燃焼する燃焼筒と、燃料と空気とが混合した予混合ガスを前記燃焼筒内に噴射する複数のメインバーナと、を有し、

複数の前記メインバーナは、それぞれ、前記予混合ノズルとしての一つのメインノズルと、前記一のメインノズルから噴射された燃料と前記圧縮機で圧縮された前記空気とを混合させて前記予混合ガスを生成し、前記燃焼筒内に前記予混合ガスを噴射するガス流路枠と、を有し、

前記燃焼器は、1以上の前記メインバーナで構成されるメインバーナ群を複数備え、

前記燃料流量設定装置は、複数の前記メインバーナ群毎の燃料流量を定める、

ガスタービンプラント。

[請求項12]

請求項1から10のいずれか一項に記載の燃料流量設定装置と、前記ガスタービンと、を備え、

前記ガスタービンは、空気を圧縮する圧縮機と、前記圧縮機で圧縮された空気中で燃料を燃焼させて燃焼ガスを生成する燃焼器と、前記燃焼ガスにより駆動するタービンと、を有し、

前記燃焼器は、燃料が燃焼する燃焼筒と、燃料と前記圧縮機からの前記空気とが混合した予混合ガスを前記燃焼筒内に噴射する複数のメインバーナと、前記メインバーナに流入する前記圧縮機から空気中に前記燃料を噴射し、前記予混合ノズルとしての複数のトップハットノズルと、を備え、

前記燃焼器は、1以上の前記トップハットノズルで構成されるトップハットノズル群を複数備え、

前記燃料流量設定装置は、複数の前記トップハットノズル群毎の燃料流量を定める、

ガスタービンプラント。

[請求項13] 予混合燃焼させる燃料を噴射する1以上の予混合ノズルで構成される予混合ノズル群を複数備えるガスタービンの燃料流量設定方法において、

ガスタービン出力と相関性を有するパラメータを受け付け、前記パラメータと複数の前記予混合ノズル群相互の燃料流量比との予め定められた流量比関係を用いて、受け付けた前記パラメータに応じた前記燃料流量比を定める流量比演算工程と、

前記流量比演算工程で定められた前記燃料流量比を用いて、複数の前記予混合ノズル群毎の燃料流量を求める流量演算工程と、

を実行し、

前記流量比関係は、前記パラメータの変化に対して前記燃料流量比が連続性を持って変化する関係である、

燃料流量設定方法。

[請求項14] 請求項13に記載の燃料流量設定方法において、

複数の前記予混合ノズル群毎に設けられ、前記予混合ノズル群に供給する燃料流量を調節する燃料流量調節弁に対して、開度を指示する弁制御工程を実行し、

前記弁制御工程では、複数の前記予混合ノズル群毎の前記燃料流量を用いて、複数の前記予混合ノズル群毎に設けられている前記燃料流量調節弁の開度を定める、

燃料流量設定方法。

[請求項15] 請求項13又は14に記載の燃料流量設定方法において、

前記パラメータと前記燃料流量比で定義される領域のうちで燃焼振動が発生する燃焼振動領域を予め調べておき、

前記流量比関係は、前記パラメータに対する前記燃料流量比が前記燃焼振動領域を避けるように定めた関係である、

燃料流量設定方法。

[請求項16] 請求項13から15のいずれか一項に記載の燃料流量設定方法にお

いて、

前記ガスタービン出力が変化しているときの前記燃料流量比に関する補正値を求める補正値演算工程と、

前記補正値演算工程で求められた前記補正値を用いて、前記流量比演算工程で定められた前記燃料流量比を補正する補正工程と、

を実行し、

前記流量演算工程では、前記ガスタービン出力が変化している場合に、前記補正工程で補正された前記燃料流量比を用いて、複数の前記予混合ノズル群毎の燃料流量を定める、

燃料流量設定方法。

[請求項17]

請求項 1 6 に記載の燃料流量設定方法において、

前記補正値演算工程では、前記パラメータを受け付け、前記パラメータと前記補正値との予め定められた補正値関係を用いて、受け付けた前記パラメータに応じた前記補正値を求める、

燃料流量設定方法。

[請求項18]

請求項 1 7 に記載の燃料流量設定方法において、

前記補正値演算工程では、前記ガスタービン出力の変化が出力上昇であるか出力下降であるかを判断し、前記ガスタービン出力の変化が前記出力上昇である場合には、前記補正値関係として出力上昇時用の補正値関係を用いて前記補正値を求め、前記ガスタービン出力の変化が前記出力下降である場合には、前記補正値関係として出力下降時用の補正値関係を用いて前記補正値を求める、

燃料流量設定方法。

[請求項19]

請求項 1 7 又は 1 8 に記載の燃料流量設定方法において、

前記パラメータと前記補正値とで定義される領域のうちで前記ガスタービン出力変化時における燃焼振動が発生する燃焼振動領域を予め調べており、

前記補正値関係は、前記補正工程後の前記燃料流量比が前記燃焼振

動領域を避け得るように定められた関係である、

燃料流量設定方法。

[請求項20] 請求項 1 7 から 1 9 のいずれか一項に記載の燃料流量設定方法において、

複数の前記予混合ノズル群のうち、一の予混合ノズル群は、他の予混合ノズル群よりも予混合ノズルの数が多く、

前記補正值関係で定められる前記補正值は、前記一の予混合ノズル群へ供給する前記燃料の流量を減らす値である、

燃料流量設定方法。

[請求項21] 請求項 1 3 から 2 0 のいずれか一項に記載の燃料流量設定方法において、

前記ガスタービンのタービン中で、前記ガスタービンの燃焼器からの燃焼ガスが流入するタービン入口の温度と正の相関性を持つ入口温度相関値を前記パラメータとして発生するパラメータ発生工程を実行する、

燃料流量設定方法。

補正された請求の範囲
[2016年11月25日(25.11.2016) 国際事務局受理]

[請求項 1] (補正後) 予混合燃焼させる燃料を噴射する 1 以上の予混合ノズルで構成される予混合ノズル群を複数備えるガスタービンの燃料流量設定装置において、

ガスタービン出力と相関性を有するパラメータを受け付け、前記パラメータと複数の前記予混合ノズル群相互の燃料流量比との予め定められた流量比関係を用いて、受け付けた前記パラメータに応じた前記燃料流量比を定める流量比演算器と、

前記流量比演算器で定められた前記燃料流量比を用いて、複数の前記予混合ノズル群毎に供給する燃料流量を求める流量演算器と、

前記ガスタービン出力が変化しているときの前記燃料流量比に関する補正値を求める補正値演算器と、

前記補正値演算器で求めた前記補正値を用いて、前記流量比演算器で求めた前記燃料流量比を補正する補正器と、

を備え、

前記流量比関係は、前記パラメータの変化に対して前記燃料流量比が連続性を持って変化する関係であり、

前記流量演算器は、前記ガスタービン出力が変化している場合に、前記補正器で補正された前記燃料流量比を用いて、複数の前記予混合ノズル群毎の前記燃料流量を求める、

燃料流量設定装置。

[請求項 2] (補正後) 請求項 1 に記載の燃料流量設定装置において、

前記補正値演算器は、前記パラメータを受け付け、前記パラメータと前記補正値との予め定められた補正値関係を用いて、受け付けた前記パラメータに応じた前記補正値を求める、

燃料流量設定装置。

[請求項 3] (補正後) 請求項 2 に記載の燃料流量設定装置において、

前記補正値演算器は、前記ガスタービン出力の変化が出力上昇であるか出力下降であるかを判断し、前記ガスタービン出力の変化が前記出力上昇であ

る場合には、前記補正值関係として出力上昇時用の補正值関係を用いて前記補正值を求め、前記ガスタービン出力の変化が前記出力下降である場合には、前記補正值関係として出力下降時用の補正值関係を用いて前記補正值を求める、

燃料流量設定装置。

[請求項 4] (補正後) 請求項 2 又は 3 に記載の燃料流量設定装置において、

前記補正值関係は、前記補正器で補正された前記燃料流量比で、前記パラメータと前記補正值とで定義される領域のうちで、前記ガスタービン出力変化時における燃焼振動が発生する燃焼振動領域を避け得るように定められた関係である、

燃料流量設定装置。

[請求項 5] (補正後) 請求項 2 から 4 のいずれか一項に記載の燃料流量設定装置において、

複数の前記予混合ノズル群のうち、一の予混合ノズル群は、他の予混合ノズル群よりも予混合ノズルの数が多く、

前記補正值関係で定められる前記補正值は、前記一の予混合ノズル群へ供給する前記燃料の流量を減らす値である、

燃料流量設定装置。

[請求項 6] (補正後) 請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の燃料流量設定装置において、

複数の前記予混合ノズル群毎に設けられ、前記予混合ノズル群に供給する燃料流量を調節する燃料流量調節弁に対して、開度を指示する弁制御器を備え、

前記弁制御器は、複数の前記予混合ノズル群毎の前記燃料流量を用いて、複数の前記予混合ノズル群毎に設けられている前記燃料流量調節弁の開度を定める、

燃料流量設定装置。

[請求項 7] (補正後) 請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の燃料流量設定装置において、

前記流量比関係は、前記パラメータと前記燃料流量比で定義される領域のうちで燃焼振動が発生する燃焼振動領域を避けるように定められた関係である、

燃料流量設定装置。

[請求項 8] (補正後) 請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の燃料流量設定装置において、

前記ガスタービンのタービン中で、前記ガスタービンの燃焼器からの燃焼ガスが流入するタービン入口の温度と正の相関性を持つ入口温度相関値を前記パラメータとして発生するパラメータ発生器を有する、

燃料流量設定装置。

[請求項 9] (補正後) 請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の燃料流量設定装置において、

複数の前記予混合ノズル群の全てに供給する燃料流量を求める総予混合燃料演算器を備え、

前記流量演算器は、前記総予混合燃料演算器で求められた前記燃料流量と前記流量比演算器で定められた前記燃料流量比を用いて、複数の前記予混合ノズル群毎の燃料流量を求める、

燃料流量設定装置。

[請求項 10] (補正後) 請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の燃料流量設定装置と、前記ガスタービンと、を備え、

前記ガスタービンは、空気を圧縮する圧縮機と、前記圧縮機で圧縮された空気中で燃料を燃焼させて燃焼ガスを生成する燃焼器と、前記燃焼ガスにより駆動するタービンと、を有し、

前記燃焼器は、燃料が燃焼する燃焼筒と、燃料と空気とが混合した予混合ガスを前記燃焼筒内に噴射する複数のメインバーナと、を有し、

複数の前記メインバーナは、それぞれ、前記予混合ノズルとしての一つの

メインノズルと、前記一のメインノズルから噴射された燃料と前記圧縮機で圧縮された前記空気とを混合させて前記予混合ガスを生成し、前記燃焼筒内に前記予混合ガスを噴射するガス流路枠と、を有し、

前記燃焼器は、1以上の前記メインバーナで構成されるメインバーナ群を複数備え、

前記燃料流量設定装置は、複数の前記メインバーナ群毎の燃料流量を定める、

ガスタービンプラント。

[請求項 11] (補正後) 請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の燃料流量設定装置と、前記ガスタービンと、を備え、

前記ガスタービンは、空気を圧縮する圧縮機と、前記圧縮機で圧縮された空気中で燃料を燃焼させて燃焼ガスを生成する燃焼器と、前記燃焼ガスにより駆動するタービンと、を有し、

前記燃焼器は、燃料が燃焼する燃焼筒と、燃料と前記圧縮機からの前記空気とが混合した予混合ガスを前記燃焼筒内に噴射する複数のメインバーナと、前記メインバーナに流入する前記圧縮機から空気中に前記燃料を噴射し、前記予混合ノズルとしての複数のトップハットノズルと、を備え、

前記燃焼器は、1以上の前記トップハットノズルで構成されるトップハットノズル群を複数備え、

前記燃料流量設定装置は、複数の前記トップハットノズル群毎の燃料流量を定める、

ガスタービンプラント。

[請求項 12] (補正後) 予混合燃焼させる燃料を噴射する 1 以上の予混合ノズルで構成される予混合ノズル群を複数備えるガスタービンの燃料流量設定方法において、

ガスタービン出力と相関性を有するパラメータを受け付け、前記パラメータと複数の前記予混合ノズル群相互の燃料流量比との予め定められた流量比関係を用いて、受け付けた前記パラメータに応じた前記燃料流量比を定める

流量比演算工程と、

前記流量比演算工程で定められた前記燃料流量比を用いて、複数の前記予混合ノズル群毎の燃料流量を求める流量演算工程と、

前記ガスタービン出力が変化しているときの前記燃料流量比に関する補正値を求める補正値演算工程と、

前記補正値演算工程で求められた前記補正値を用いて、前記流量比演算工程で定められた前記燃料流量比を補正する補正工程と、

を実行し、

前記流量比関係は、前記パラメータの変化に対して前記燃料流量比が連続性を持って変化する関係であり、

前記流量演算工程では、前記ガスタービン出力が変化している場合に、前記補正工程で補正された前記燃料流量比を用いて、複数の前記予混合ノズル群毎の燃料流量を定める、

燃料流量設定方法。

[請求項 1 3] (補正後) 請求項 1 2 に記載の燃料流量設定方法において、

前記補正値演算工程では、前記パラメータを受け付け、前記パラメータと前記補正値との予め定められた補正値関係を用いて、受け付けた前記パラメータに応じた前記補正値を求める、

燃料流量設定方法。

[請求項 1 4] (補正後) 請求項 1 3 に記載の燃料流量設定方法において、

前記補正値演算工程では、前記ガスタービン出力の変化が出力上昇であるか出力下降であるかを判断し、前記ガスタービン出力の変化が前記出力上昇である場合には、前記補正値関係として出力上昇時用の補正値関係を用いて前記補正値を求め、前記ガスタービン出力の変化が前記出力下降である場合には、前記補正値関係として出力下降時用の補正値関係を用いて前記補正値を求める、

燃料流量設定方法。

[請求項 1 5] (補正後) 請求項 1 3 又は 1 4 に記載の燃料流量設定方法において、

前記パラメータと前記補正值とで定義される領域のうちで前記ガスタービン出力変化時における燃焼振動が発生する燃焼振動領域を予め調べており、

前記補正值関係は、前記補正工程後の前記燃料流量比が前記燃焼振動領域を避け得るように定められた関係である、

燃料流量設定方法。

[請求項 16] (補正後) 請求項 13 から 15 のいずれか一項に記載の燃料流量設定方法において、

複数の前記予混合ノズル群のうち、一の予混合ノズル群は、他の予混合ノズル群よりも予混合ノズルの数が多く、

前記補正值関係で定められる前記補正值は、前記一の予混合ノズル群へ供給する前記燃料の流量を減らす値である、

燃料流量設定方法。

[請求項 17] (補正後) 請求項 12 から 16 のいずれか一項に記載の燃料流量設定方法において、

複数の前記予混合ノズル群毎に設けられ、前記予混合ノズル群に供給する燃料流量を調節する燃料流量調節弁に対して、開度を指示する弁制御工程を実行し、

前記弁制御工程では、複数の前記予混合ノズル群毎の前記燃料流量を用いて、複数の前記予混合ノズル群毎に設けられている前記燃料流量調節弁の開度を定める、

燃料流量設定方法。

[請求項 18] (補正後) 請求項 12 から 17 のいずれか一項に記載の燃料流量設定方法において、

前記パラメータと前記燃料流量比で定義される領域のうちで燃焼振動が発生する燃焼振動領域を予め調べておき、

前記流量比関係は、前記パラメータに対する前記燃料流量比が前記燃焼振動領域を避けるように定めた関係である、

燃料流量設定方法。

[請求項 19] (補正後) 請求項 12 から 18 のいずれか一項に記載の燃料流量設定方法において、

前記ガスタービンのタービン中で、前記ガスタービンの燃焼器からの燃焼ガスが流入するタービン入口の温度と正の相関性を持つ入口温度相関値を前記パラメータとして発生するパラメータ発生工程を実行する、
燃料流量設定方法。

[請求項 20] (削除)

[請求項 21] (削除)

条約第19条（1）に基づく説明書

1. 補正箇所の明示

請求の範囲の[請求項1]～[請求項19]を別紙の通り補正する。

請求の範囲の[請求項20][請求項21]を補正により削除する。

2. 補正の根拠

[請求項1]は、国際出願時の請求項1及び請求項4の記載に基づく。

[請求項2]は、国際出願時の請求項5の記載に基づく。

[請求項3]は、国際出願時の請求項6の記載に基づく。

[請求項4]は、国際出願時の請求項7の記載に基づく。

[請求項5]は、国際出願時の請求項8の記載に基づく。

[請求項6]は、国際出願時の請求項2の記載に基づく。

[請求項7]は、国際出願時の請求項3の記載に基づく。

[請求項8]は、国際出願時の請求項9の記載に基づく。

[請求項9]は、国際出願時の請求項10の記載に基づく。

[請求項10]は、国際出願時の請求項11の記載に基づく。

[請求項11]は、国際出願時の請求項12の記載に基づく。

[請求項12]は、国際出願時の請求項13及び請求項16の記載に基づく。

[請求項13]は、国際出願時の請求項17の記載に基づく。

[請求項14]は、国際出願時の請求項18の記載に基づく。

[請求項15]は、国際出願時の請求項19の記載に基づく。

[請求項16]は、国際出願時の請求項20の記載に基づく。

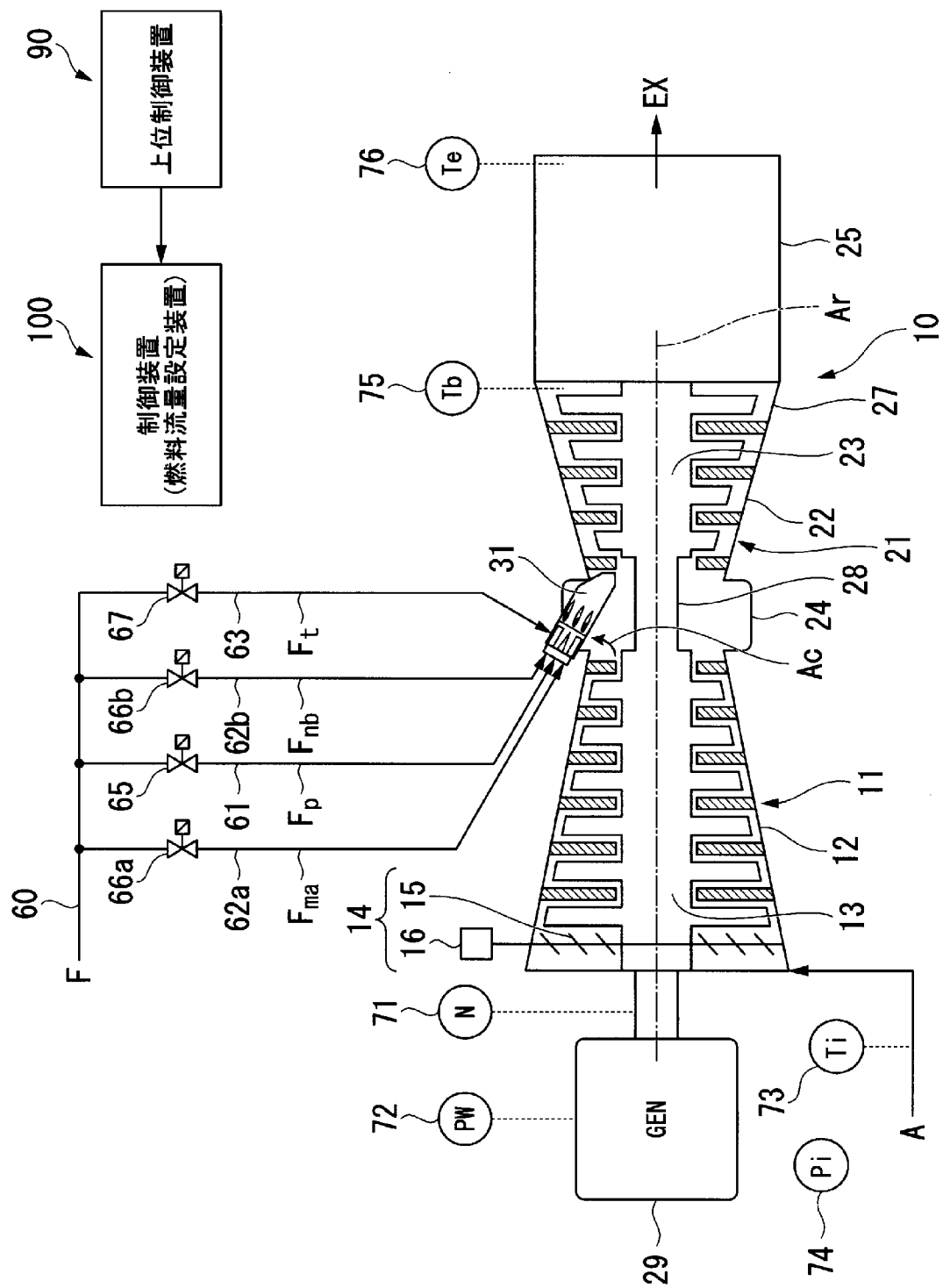
[請求項17]は、国際出願時の請求項14の記載に基づく。

[請求項18]は、国際出願時の請求項15の記載に基づく。

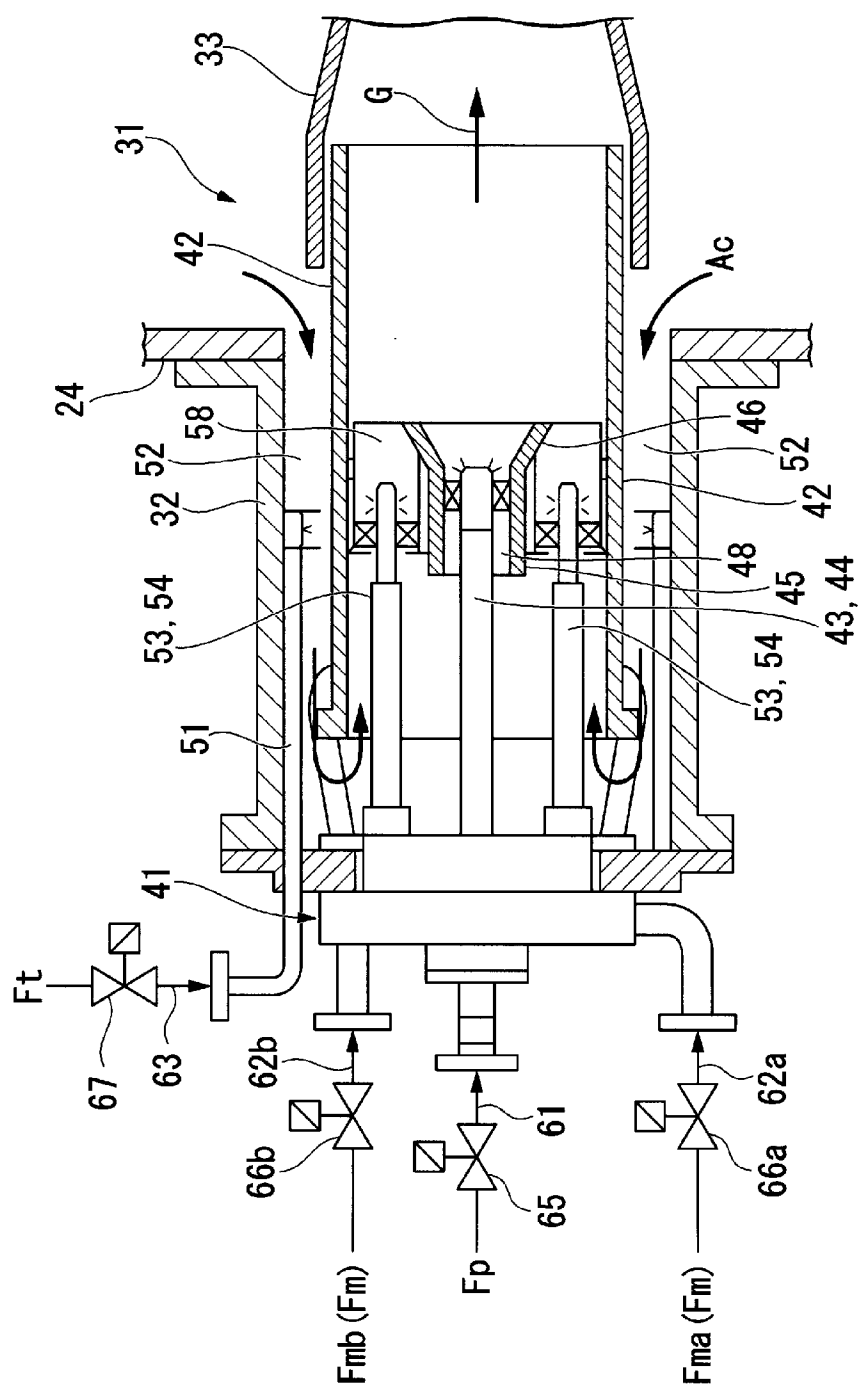
[請求項19]は、国際出願時の請求項21の記載に基づく。

以上

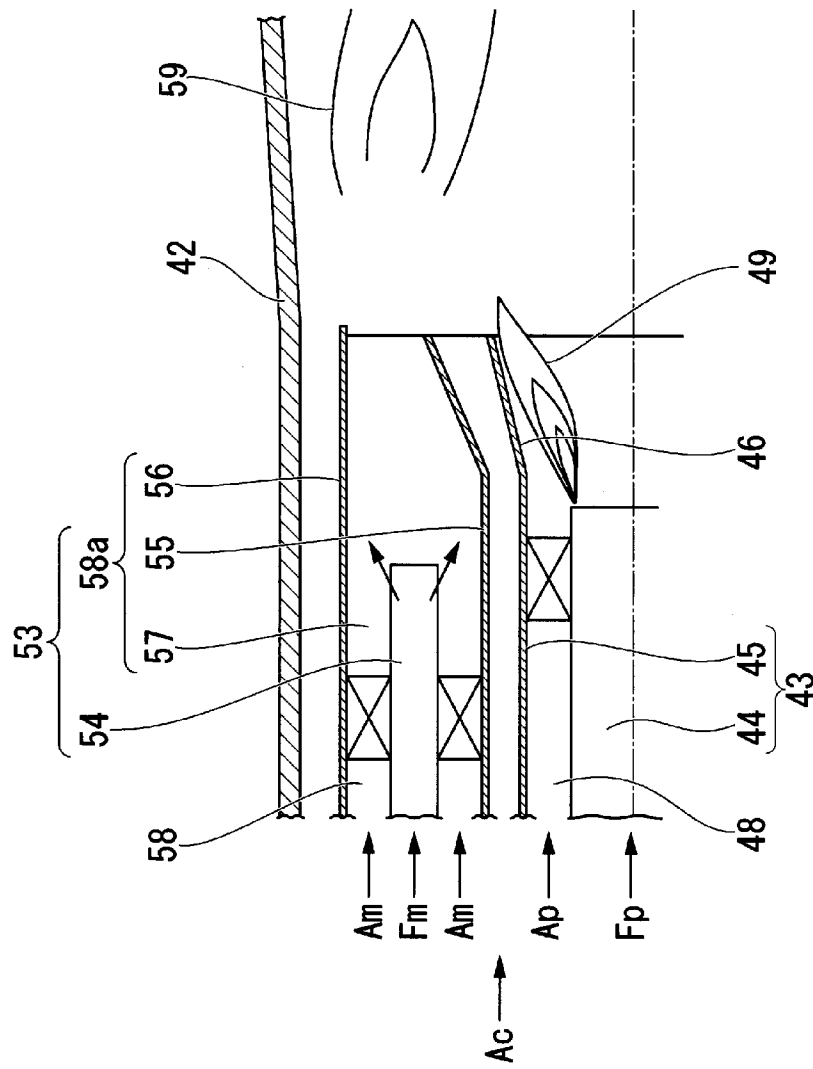
[図1]



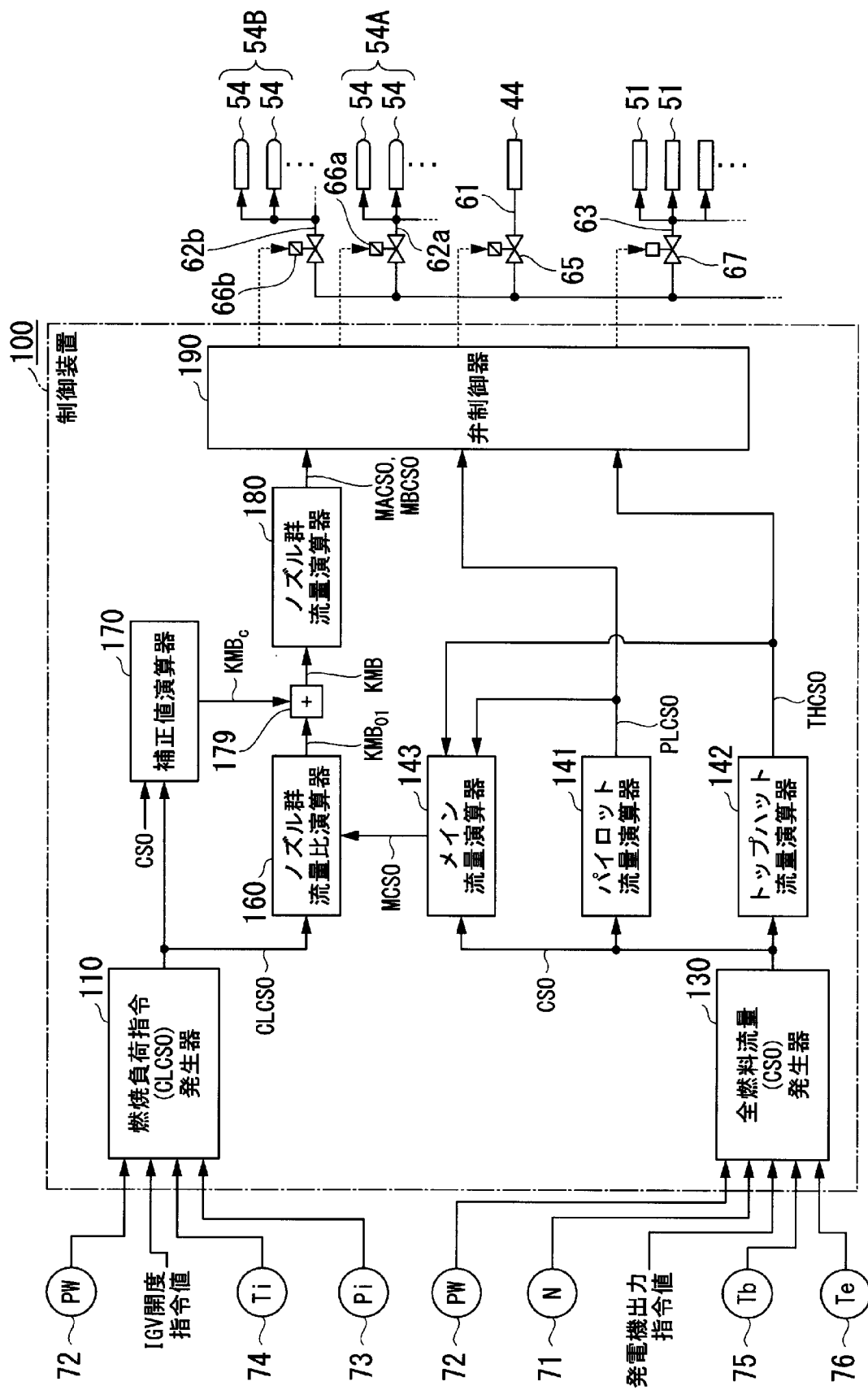
[図2]



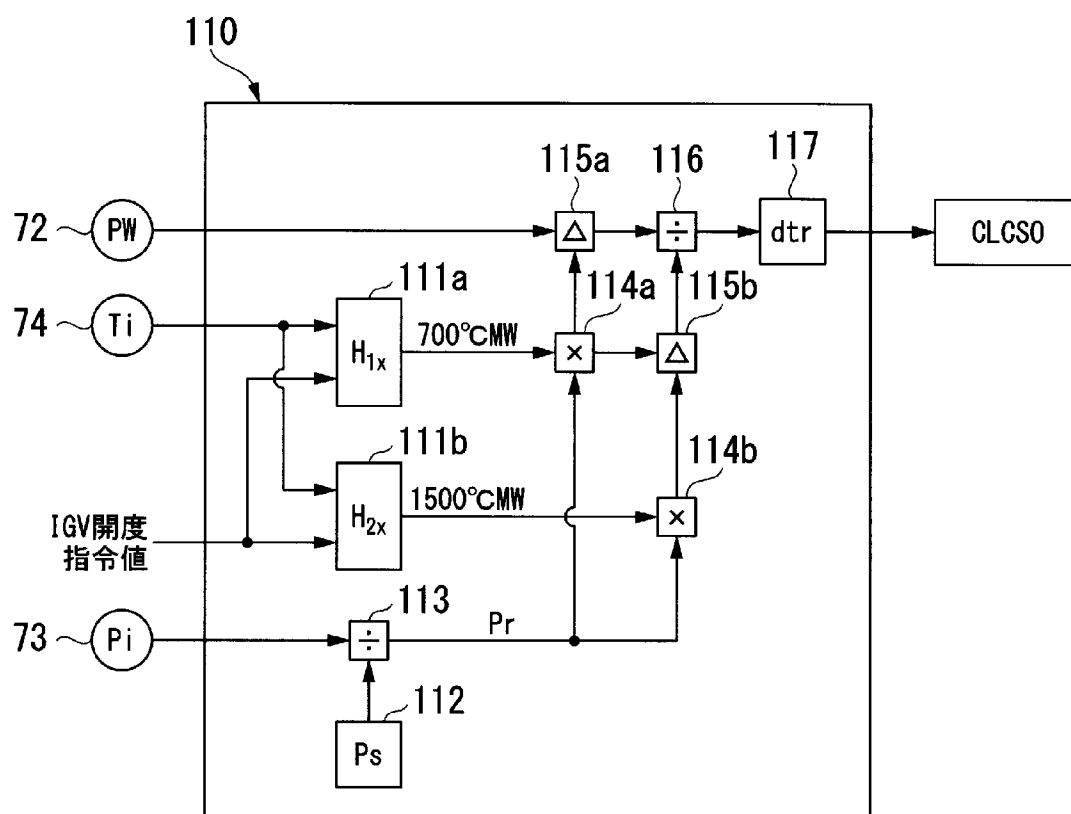
[図3]



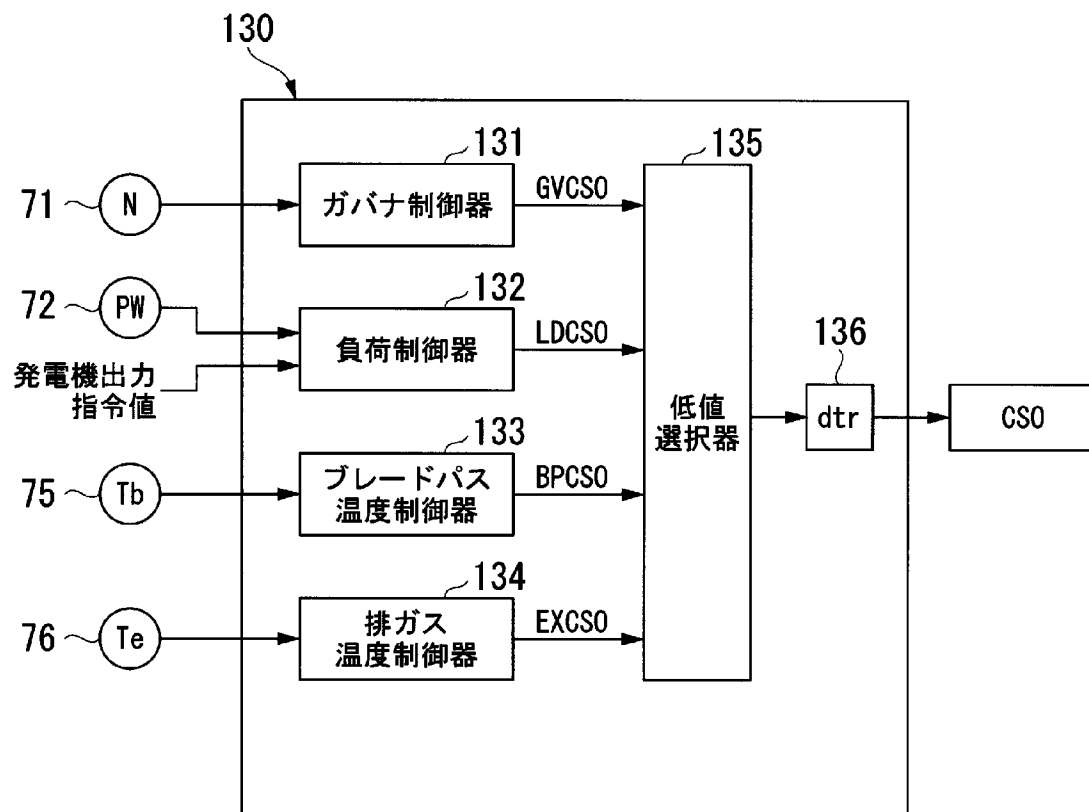
[図5]



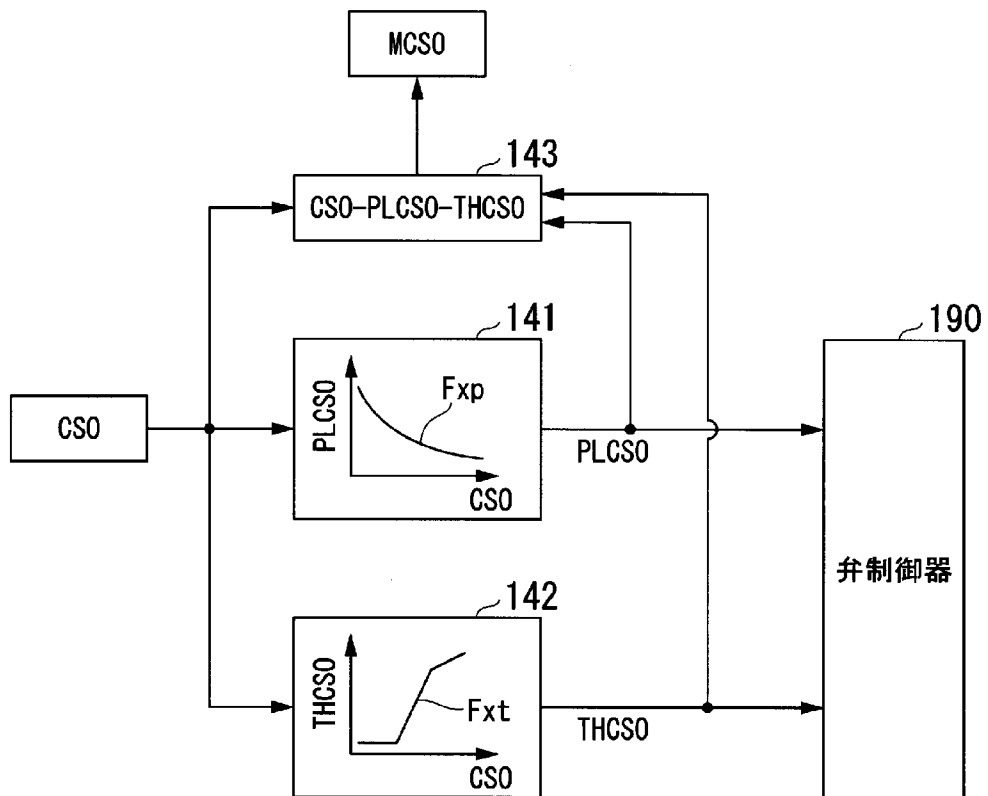
[図6]



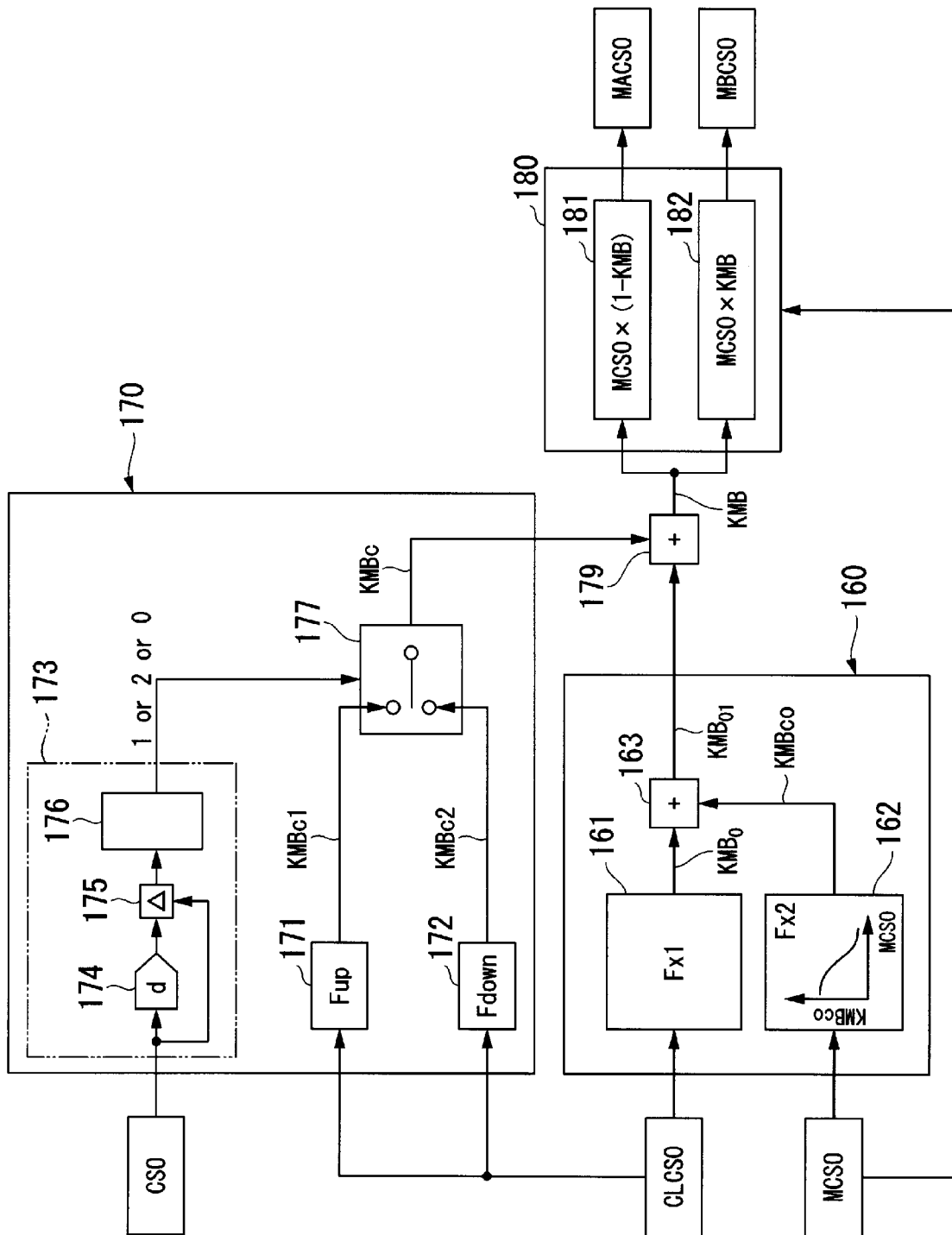
[図7]



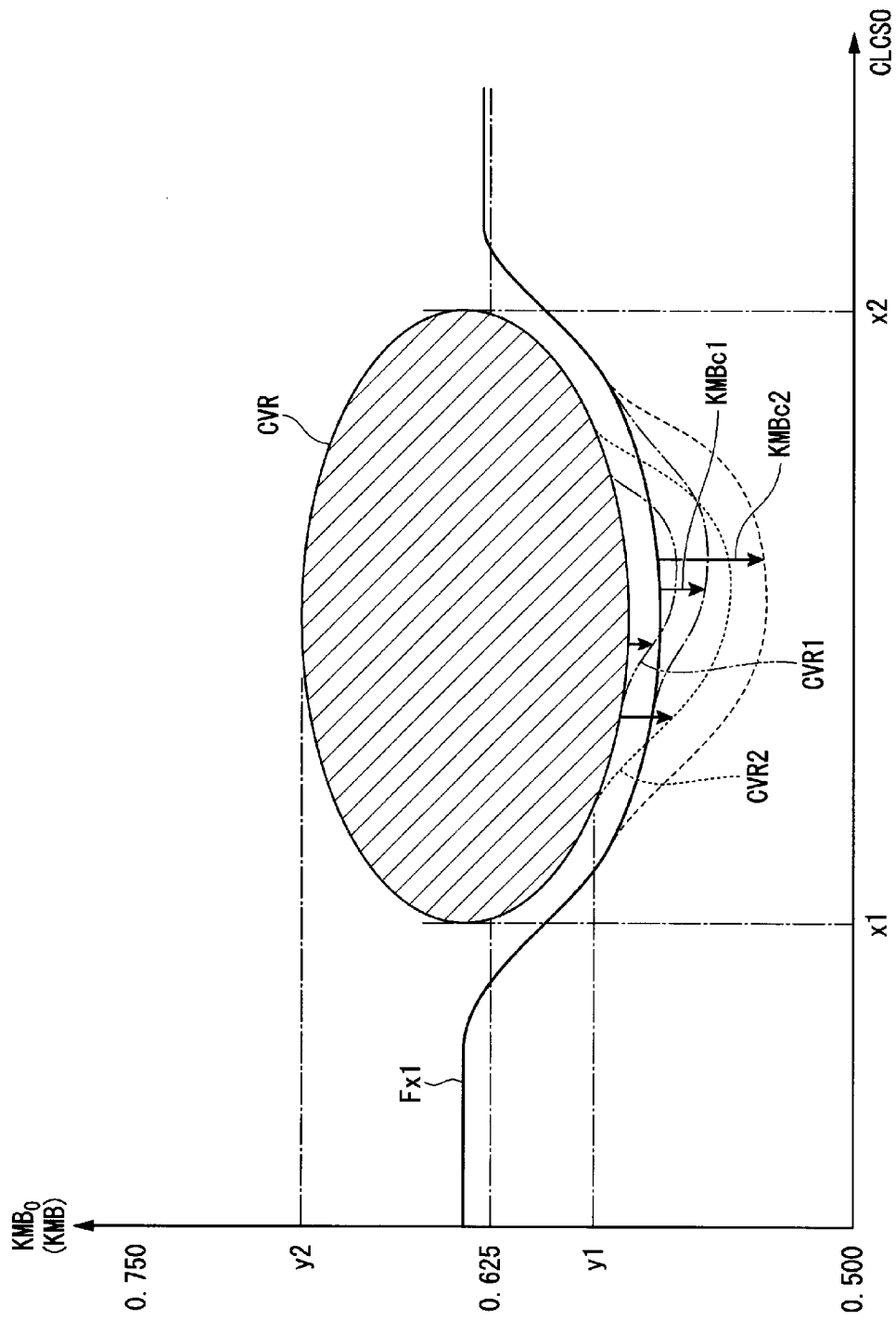
[図8]



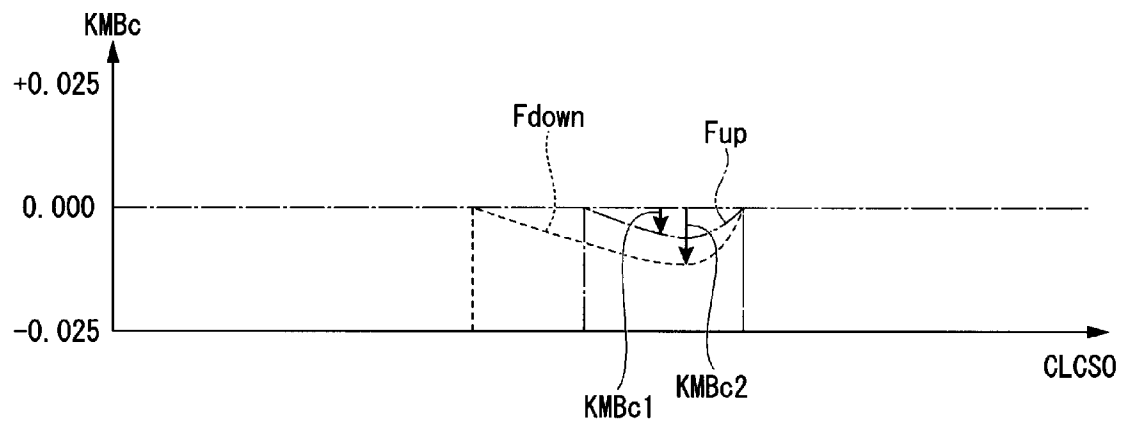
[図9]



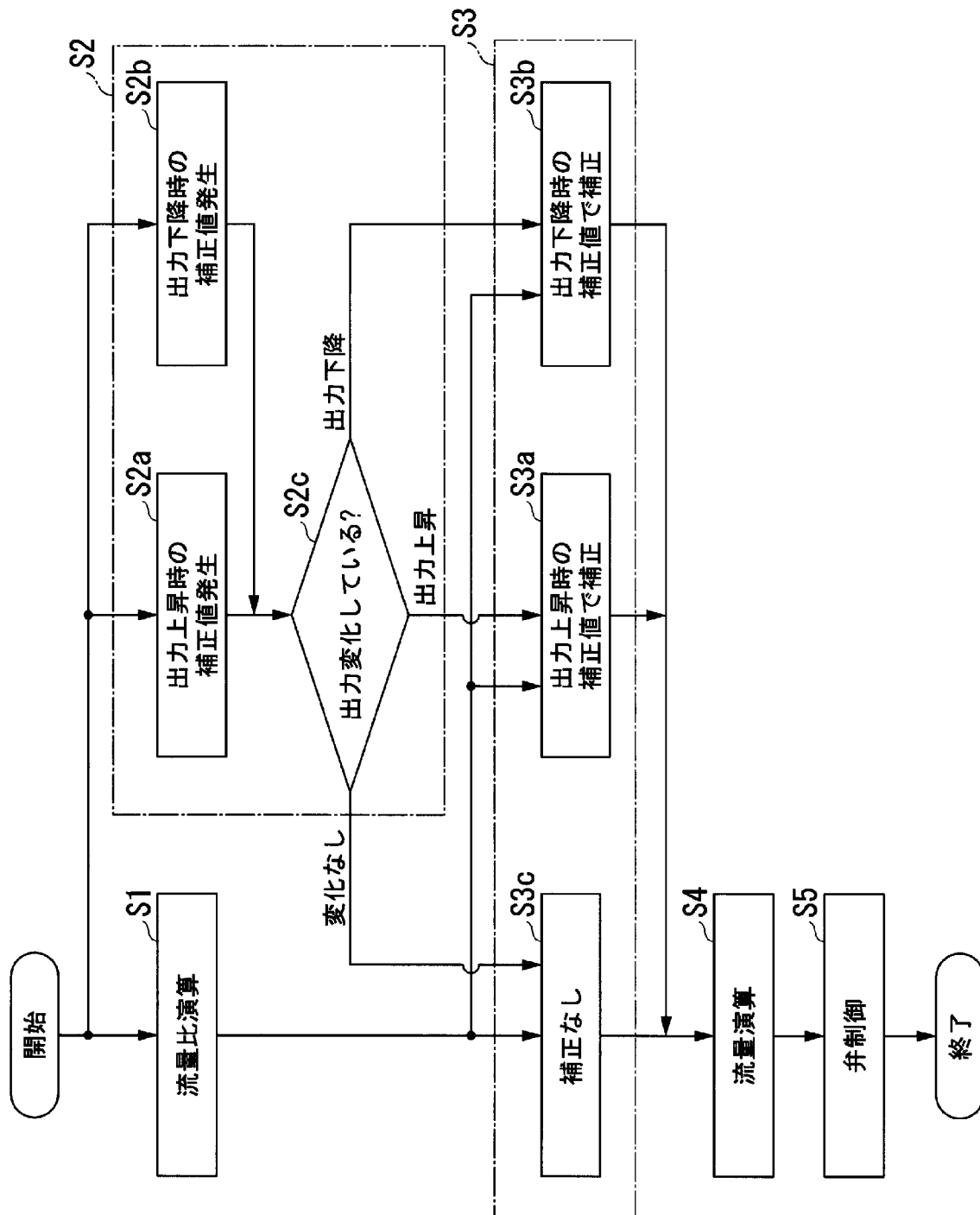
[図10]



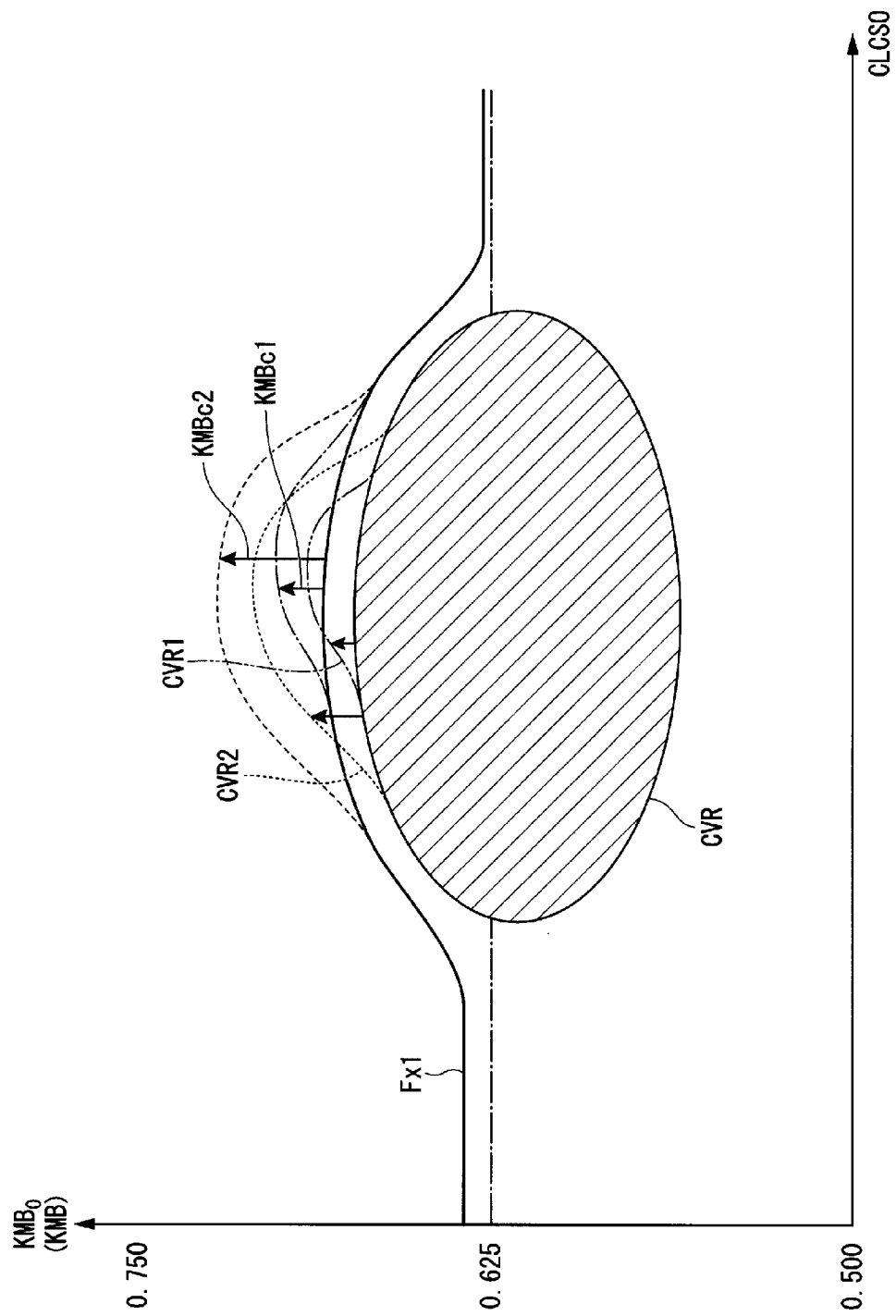
[図11]



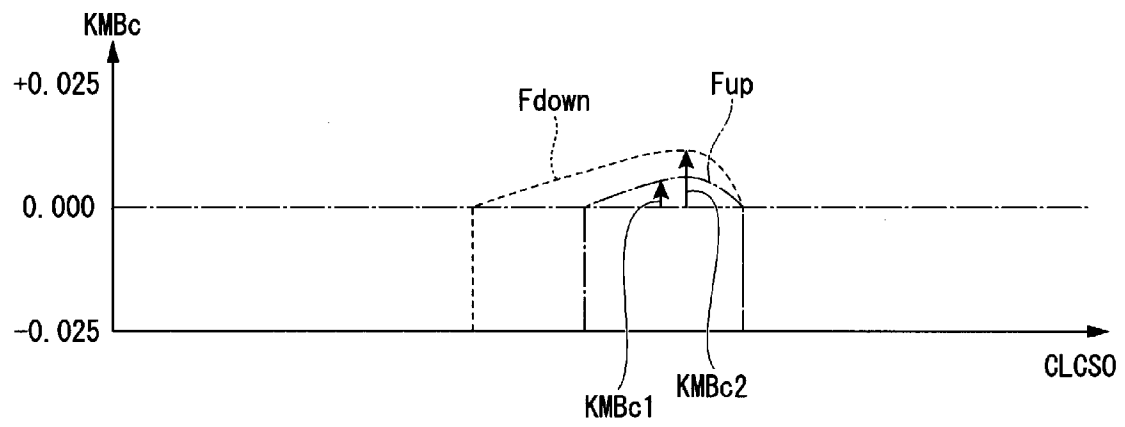
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/070119

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02C9/28(2006.01)i, F02C7/228(2006.01)i, F23R3/28(2006.01)i, F23R3/32(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)

F02C3/20-3/30, F02C7/22-7/236, F02C9/26-9/46, F23R3/26-3/38

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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

DWPI(Thomson Innovation)

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 6-10711 A (Toshiba Corp.), 18 January 1994 (18.01.1994), paragraphs [0007] to [0011], [0016] to [0026]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-3, 9-10, 13-15, 21 4-8, 11-12, 16-20
X A	JP 2007-77867 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 29 March 2007 (29.03.2007), paragraphs [0003] to [0004], [0032] to [0112], [0136] to [0141], [0148]; fig. 1 to 2, 4 to 8, 13 to 16, 23 to 24, 27 & US 2007/0079593 A1 paragraphs [0005] to [0006], [0085] to [0166], [0189] to [0195], [0202]; fig. 1 to 2, 4 to 8, 13 to 16, 23 to 24, 27 & DE 102006008714 A1 & CN 1932265 A	1-3, 9-10, 13-15, 21 4-8, 11-12, 16-20

☒ 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
21 September 2016 (21.09.16)

Date of mailing of the international search report
04 October 2016 (04.10.16)

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/JP2016/070119

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-127242 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 10 June 2010 (10.06.2010), entire text; all drawings & US 2011/0056180 A1 entire text; all drawings & WO 2010/061646 A1 & EP 2261487 A1 & KR 10-2010-0133999 A & CN 101999037 A	1-21
A	JP 2013-96303 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 20 May 2013 (20.05.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-21
A	JP 2010-84703 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 15 April 2010 (15.04.2010), entire text; all drawings & US 2011/0016873 A1 entire text; all drawings & WO 2010/038528 A1 & EP 2202396 A1 & CN 101772628 A & KR 10-2010-0074102 A	1-21
A	JP 2006-29162 A (Toshiba Corp.), 02 February 2006 (02.02.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-21
A	US 2004/0060301 A1 (CHEN, Alexander G.), 01 April 2004 (01.04.2004), paragraphs [0021], [0026]; fig. 1, 3 (Family: none)	1-21
A	US 2013/0014514 A1 (ROMIG, Bryan Wesley), 17 January 2013 (17.01.2013), paragraphs [0015] to [0027]; fig. 1 & EP 2546575 A2 & CN 102877948 A	1-21

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F02C9/28(2006.01)i, F02C7/228(2006.01)i, F23R3/28(2006.01)i, F23R3/32(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. F02C3/20-3/30, F02C7/22-7/236, F02C9/26-9/46, F23R3/26-3/38

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 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 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)

DWPI (Thomson Innovation)

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 6-10711 A (株式会社東芝) 1994.01.18, 段落[0007]-[0011], [0016]-[0026], 図 1-5 (ファミリーなし)	1-3, 9-10, 13-15, 21 4-8, 11-12, 16 -20
X A	JP 2007-77867 A (三菱重工業株式会社) 2007.03.29, 段落[0003]- [0004], [0032]-[0112], [0136]-[0141], [0148], 図 1-2, 4-8, 13-16, 23 -24, 27 & US 2007/0079593 A1, 段落[0005]-[0006], [0085]-[0166], [0189]-[0195], [0202], 図 1-2, 4-8, 13-16, 23-24, 27 & DE 102006008714 A1 & CN 1932265 A	1-3, 9-10, 13-15, 21 4-8, 11-12, 16 -20

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

2 1 . 0 9 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

0 4 . 1 0 . 2 0 1 6

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

佐藤 健一

3 S

3 4 2 0

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 9 1

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 2010-127242 A (三菱重工業株式会社) 2010.06.10, 全文, 全図 & US 2011/0056180 A1, 全文, 全図 & WO 2010/061646 A1 & EP 2261487 A1 & KR 10-2010-0133999 A & CN 101999037 A	1-21
A	JP 2013-96303 A (三菱重工業株式会社) 2013.05.20, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-21
A	JP 2010-84703 A (三菱重工業株式会社) 2010.04.15, 全文, 全図 & US 2011/0016873 A1, 全文, 全図 & WO 2010/038528 A1 & EP 2202396 A1 & CN 101772628 A & KR 10-2010-0074102 A	1-21
A	JP 2006-29162 A (株式会社東芝) 2006.02.02, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-21
A	US 2004/0060301 A1 (CHEN, Alexander G.) 2004.04.01, 段落 [0021], [0026], 図 1, 3 (ファミリーなし)	1-21
A	US 2013/0014514 A1 (ROMIG, Bryan Wesley) 2013.01.17, 段落 [0015]-[0027], 図 1 & EP 2546575 A2 & CN 102877948 A	1-21