



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))

---

(57) 要約: ガスタービン燃料供給システムは、燃料を加熱する燃料加熱装置を備え、前記燃料加熱装置によって加熱された前記燃料を第1ノズル及び第2ノズルに供給する燃料供給流路と、前記燃料供給流路を介さずに前記第1ノズルに前記燃料を供給するバイパス流路と、前記バイパス流路を流れる前記燃料の流量を調節するバイパス燃料流量調節弁と、を備える。

## 明 細 書

発明の名称：

燃料供給システム、ガスタービン、発電プラント、制御方法及びプログラム

### 技術分野

[0001] 本発明は、燃料供給システム、ガスタービン、発電プラント、制御方法及びプログラムに関する。

本願は、2018年1月12日に、日本に出願された特願2018-003422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] ガスタービンと、ガスタービンから排出される排熱を利用して生成した蒸気を利用して蒸気タービンとを駆動させ発電を行うGTCC（ガスタービンコンバインドサイクル）発電プラントが提供されている。このような発電プラントの運転中に非常事態が生じた場合、負荷を切り離して運転を継続する負荷遮断と呼ばれる運用を行うことがある。負荷遮断を行うと、ガスタービンの回転数が上昇する。このとき、回転数の過度な上昇を防ぐため、燃焼器に供給する燃料を急速に低下させ、回転数を所定の閾値以下に抑制する制御が行われる場合がある。ガスタービンには、役割の異なる複数の燃料供給系統を有するものがある。複数の燃料供給系統を有するガスタービンでは、負荷遮断時に燃料供給量を急速に低下させるときにも、燃焼器の失火を防ぐために、種火となる火炎を供給するパイロット系統に対する燃料供給量を増加させる制御を行うことがある。

[0003] 関連する技術として、特許文献1には、パイロット系統の燃料供給量を調節する弁の上流側に燃料貯蔵部を設け、この燃料貯蔵部に気体の燃料を予め貯蔵しておき、ガスタービンの始動時や負荷遮断時に燃料貯蔵部から燃料を供給して、パイロット系統に供給される燃料を増加させる制御方法が記載されている。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0004] 特許文献1：特表2013-545022号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0005] 近年、コスト削減の要請等により、燃焼器に供給する燃料の供給圧が低い圧力に制限されることがある。このような設備で負荷遮断が生じると、パイロット系統に対する燃料供給量を増加させようとしても、元々の燃料の供給圧力が十分ではない為に、火炎を保つのに十分な燃料が供給されない可能性がある。

[0006] 本発明は、上述の課題を解決することのできる燃料供給システム、ガスタービン、発電プラント、制御方法及びプログラムを提供する。

## 課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一態様によれば、燃料供給システムは、ガスタービンの燃料を加熱する燃料加熱装置を備え、前記燃料加熱装置によって加熱された前記燃料を第1ノズル及び第2ノズルに供給する燃料供給流路と、前記燃料供給流路を介さずに前記第1ノズルに前記燃料を供給するバイパス流路と、前記バイパス流路を流れる前記燃料の流量を調節するバイパス燃料流量調節弁と、を備える。

[0008] 本発明の一態様によれば、前記燃料供給システムにおいて、前記バイパス流路を介して前記第1ノズルに供給される燃料の密度が、前記燃料供給流路を介して前記第1ノズルに供給される燃料の密度よりも高い。

[0009] 本発明の一態様によれば、前記燃料供給システムにおいて、前記バイパス流路の圧力損失が、前記燃料供給流路の圧力損失よりも少ない。

[0010] 本発明の一態様によれば、前記燃料供給システムにおいて、前記バイパス流路と前記燃料供給流路とを接続するドレンの排出流路がさらに設けられる。

- [0011] 本発明の一態様によれば、前記バイパス燃料流量調節弁が、前記バイパス流路における前記排出流路の接続位置と前記第 1 ノズルが接続されたマニホールドの間に設けられる。
- [0012] 本発明の一態様によれば、前記バイパス燃料流量調節弁が、前記排出流路の接続位置よりも前記マニホールドに近い位置に設けられる。
- [0013] 本発明の一態様によれば、前記燃料供給システムにおいて、前記バイパス燃料流量調節弁と前記第 1 ノズルが接続されたマニホールドとの間の配管距離を第 1 距離、前記燃料供給流路に設けられ前記第 1 ノズルへ供給される燃料の流量を調節する第 1 燃料流量調節弁と前記マニホールドとの間の配管距離を第 2 距離とすると、前記バイパス燃料流量調節弁が、前記第 1 距離が前記第 2 距離以下となる位置に設けられる。
- [0014] 本発明の一態様によれば、前記燃料供給システムは、前記バイパス燃料流量調節弁の開度を調節する制御装置、をさらに備える。
- [0015] 本発明の一態様によれば、前記燃料供給流路には、前記第 1 ノズルへ供給される燃料流量を調節する第 1 燃料流量調節弁が設けられ、前記制御装置は、前記ガスタービンの負荷低下の時に前記第 1 燃料流量調節弁および前記バイパス燃料流量調節弁を、前記負荷低下の前よりも大きな開度で開く。
- [0016] 本発明の一態様によれば、前記制御装置は、前記負荷低下の時に、前記第 1 燃料流量調節弁を所定の時間だけ全開とし、前記負荷低下の前は閉状態の前記バイパス燃料流量調節弁を所定の開度を開く制御を行う。
- [0017] 本発明の一態様によれば、前記制御装置は、前記負荷低下の後の前記バイパス燃料流量調節弁の開度を、前記負荷低下の後の経過時間に応じて定められた燃料流量の変化指標に基づいて制御する。
- [0018] 本発明の一態様によれば、前記制御装置は、前記負荷低下の時の前記第 1 ノズルの燃空比および前記第 2 ノズルの燃空比と、失火が生じる前記第 1 ノズルの燃空比および前記第 2 ノズルの燃空比の関係を示す情報とに基づいて、前記バイパス燃料流量調節弁の開度を調整する係数を学習する。
- [0019] 本発明の一態様によれば、前記制御装置は、前記ガスタービンが吸入する

空気の状態を示す環境条件に基づいて、前記バイパス燃料流量調節弁の開度を補正する。

[0020] 本発明の一態様によれば、前記制御装置は、前記燃料の性質を示す燃料条件に基づいて、前記バイパス燃料流量調節弁の開度を補正する。

[0021] 本発明の一態様によれば、燃料供給システムは、ガスタービンの通常の負荷運転時に燃料を第1ノズル及び第2ノズルに供給する燃料供給流路と、前記燃料供給流路を介さずに前記第1ノズルに前記燃料を供給するバイパス流路と、前記バイパス流路を流れる前記燃料の流量を調節するバイパス燃料流量調節弁と、を備え、前記通常の負荷運転時は、前記バイパス燃料流量調節弁が閉とされ、前記通常の負荷運転時より負荷を低下させる時に前記バイパス燃料流量調節弁が開とされる。

[0022] 本発明の一態様によれば、ガスタービンは、圧縮機と、燃焼器と、タービンと、上記の何れかに記載の燃料供給システムと、を備える。

[0023] 本発明の一態様によれば、発電プラントは、上記のガスタービンと、蒸気タービンと、発電機と、を備える。

[0024] 本発明の一態様によれば、制御方法は、ガスタービンの燃料を加熱する燃料加熱装置を備え、前記燃料加熱装置によって加熱された燃料を第1ノズル及び第2ノズルに供給する燃料供給流路と、前記燃料供給流路を介さずに前記第1ノズルに前記燃料を供給するバイパス流路と、前記バイパス流路を流れる前記燃料の流量を調節するバイパス燃料流量調節弁と、を備える燃料供給システムにおいて、前記ガスタービンの負荷低下の時に、前記バイパス燃料流量調節弁を閉から開へ制御する。

[0025] 本発明の一態様によれば、プログラムは、ガスタービンの燃料を加熱する燃料加熱装置を備え、前記燃料加熱装置によって加熱された燃料を第1ノズル及び第2ノズルに供給する燃料供給流路と、前記燃料供給流路を介さずに前記第1ノズルに前記燃料を供給するバイパス流路と、前記バイパス流路を流れる前記燃料の流量を調節するバイパス燃料流量調節弁と、を備える燃料供給システムの制御装置のコンピュータを、前記ガスタービンの負荷低下の

時に、前記バイパス燃料流量調節弁を閉から開へ制御する手段、として機能させる。

## 発明の効果

[0026] 上記した燃料供給システム、ガスタービン、発電プラント、制御方法及びプログラムによれば、ガスタービンの負荷を急速に低下させるにあたって燃料供給量を低下させる場面でも、必要な燃料供給量を確保し、失火を防ぐことができる。

## 図面の簡単な説明

[0027] [図1]本発明に係る第一実施形態におけるコンバインドサイクル発電プラントの系統図である。

[図2]負荷遮断時の一般的な燃料供給の制御方法を説明する第1の図である。

[図3]負荷遮断時の一般的な燃料供給の制御方法を説明する第2の図である。

[図4]負荷遮断時の一般的な燃料供給の制御方法を説明する第3の図である。

[図5]本発明に係る第一実施形態における制御装置の一例を示すブロック図である。

[図6]本発明に係る第一実施形態における予混パイロット系統へ供給する燃料の制御方法を説明する図である。

[図7]本発明に係る第一実施形態における制御の一例を示すフローチャートである。

[図8]本発明に係る第一実施形態における燃料調節弁の開度制御の一例を示す第1の図である。

[図9]本発明に係る第一実施形態における燃料調節弁の開度制御の一例を示す第2の図である。

[図10]本発明に係る第一実施形態における制御の効果を説明する図である。

[図11]本発明に係る第二実施形態における制御装置の一例を示すブロック図である。

[図12]本発明に係る第二実施形態における予混パイロット系統へ供給する燃料の制御方法を説明する図である。

[図13]本発明に係る第三実施形態における制御装置の一例を示すブロック図である。

[図14]本発明に係る第三実施形態における予混パイロット系統へ供給する燃料の制御方法を説明する図である。

[図15]本発明に係る第三実施形態における弁開度調整係数の学習処理の一例を示すフローチャートである。

[図16]本発明の各実施形態における制御装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

### 発明を実施するための形態

#### [0028] <第一実施形態>

以下、本発明の第一実施形態による負荷遮断時の制御方法について図1～図10を参照して説明する。

図1は、本発明に係る第一実施形態におけるコンバインドサイクル発電プラントの系統図である。

本実施形態のガスタービンコンバインドサイクル発電プラント1（以下、発電プラント1と記載する）は、図1に示すように、ガスタービン10と、蒸気タービン20と、ガスタービン10および蒸気タービン20のロータ16に接続して設けられた発電機40と、発電プラント1を制御する制御装置100と、を備えている。

[0029] ガスタービン10は、空気入口系統18から流入する空気量を調整するIGV (inlet guide vane) 15と、空気を圧縮して圧縮空気を生成する圧縮機11と、圧縮空気が流入する車室12と、圧縮空気に燃料ガスを混合して燃焼させ高温の燃焼ガスを生成する燃焼器13と、燃焼ガスによりロータ16を回転駆動するタービン14と、燃料タンクP3および複数の燃料系統F1～F5と、燃料系統F1～F5に燃料を供給する燃料ラインL1と、燃料系統F1に燃料を供給する燃料ラインL0等を備える。燃料ラインL1には、遮断弁V6、フィルターFL1、ドレン受入口P1、遮断弁出口P2、燃料加熱装置（FGH: Fuel Gas Heater）23、圧力供給系統17が供給する

燃料供給圧を制御する圧力調節弁V 7 及び圧力調節弁V 8、安全弁V 9 及び安全弁V 1 0 が設けられている。

[0030] 複数の燃料系統F 1 ～F 5 はそれぞれ、予混パイロット系統F 1、拡散パイロット系統F 2、メインA系統F 3、メインB系統F 4、トップハット系統F 5 であってよい。予混パイロット系統F 1 には、燃料タンクP 3 からの燃料供給量を調整する燃料流量調節弁V 1、予混パイロット用マニホールドP P、予混パイロット用マニホールドP P に接続された燃料ノズルN 1 が含まれる。拡散パイロット系統F 2 には、燃料タンクP 3 からの燃料供給量を調整する燃料流量調節弁V 2、拡散パイロット用マニホールドD P、拡散パイロット用マニホールドD P に接続された燃料ノズルN 2 が含まれる。メインA系統F 3 には、燃料タンクP 3 からの燃料供給量を調整する燃料流量調節弁V 3、メインA用マニホールドM A、メインA用マニホールドM A に接続された燃料ノズルN 3 が含まれる。メインB系統F 4 には、燃料タンクP 3 からの燃料供給量を調整する燃料流量調節弁V 4、メインB用マニホールドM B、メインB用マニホールドM B に接続された燃料ノズルN 4 が含まれる。トップハット系統F 5 には、燃料タンクP 3 からの燃料供給量を調整する燃料流量調節弁V 5、トップハット用マニホールドT H A、トップハット用マニホールドT H A に接続された燃料ノズルN 5 が含まれている。

[0031] 予混パイロット系統F 1 は、予混合燃焼を行って燃焼器1 3 の低NO<sub>x</sub>化を向上する。拡散パイロット系統F 2 は、拡散燃焼を行って火炎の安定化を図る。メインA系統F 3、メインB系統F 4 は、ガスタービン1 0 の負荷の大きさに応じた予混ガスを供給する主力の燃料系統である。トップハット系統F 5 は、燃焼効率の向上や火炎の安定化を図るため、燃焼器1 3 の上流（車室1 2 側）から燃料ガスを噴射する。制御装置1 0 0 は、ガスタービン1 0 の負荷や運転状態に応じて、これら複数の燃料系統F 1 ～F 5 から供給する燃料供給量を制御する。

[0032] 燃料ラインL 0 には、フィルターF L 0、ドレン排出口P 0、予混パイロット用マニホールドP P へ供給する燃料供給量を調節する燃料流量調節弁V

0が設けられている。燃料ラインL 0は、本実施形態のガスタービン1 0に係る特徴的な構成であるが、燃料加熱装置2 3や各バルブ等をバイパスする為、燃料ラインL 1と比較すると、燃料ラインL 0を通過する燃料には圧力損失が少ない。燃料ラインL 0を通過する燃料は、燃料加熱装置2 3によって加熱されることが無いため、燃料ラインL 1を介して供給される燃料に比べ低温で密度が高い。つまり、予混パイロット用マニホールドP Pへは、燃料ラインL 0を通過し燃料流量調節弁V 0で流量が調節される燃料と、燃料ラインL 1を通過し燃料流量調節弁V 1で流量が調節される燃料の2つの系統からの燃料が供給されるが、燃料ラインL 0側から供給される燃料は、燃料ラインL 1側から供給される燃料に比べ低温、高密度、高圧である。燃料ラインL 0側から供給される燃料が相対的に高密度、高圧であることにより、燃料ラインL 0側からは、燃料ラインL 1側に比べより多くの燃料を供給することができる。

ドレン排出口P 0とドレン受入口P 1を接続するラインL 3は、燃料ラインL 0に燃料が溜まるのを防ぐためにドレンを燃料ラインL 1へ排出するためのものである。ラインL 3を通過して燃料ラインL 1へ供給される燃料の流量は微量に制限されている。

燃料流量調節弁V 0は、ドレン排出口P 0と予混パイロット用マニホールドP Pとの間に位置に設けられ、できるだけ予混パイロット用マニホールドP Pに近い位置に設けられることが好ましく、燃料流量調節弁V 0は、例えば、ドレン排出口P 0よりも予混パイロット用マニホールドP Pに近い位置に設けられてもよい。燃料流量調節弁V 0と予混パイロット用マニホールドP Pとの間の配管距離を第1距離、燃料流量調節弁V 1と予混パイロット用マニホールドP Pとの間の配管距離を第2距離、とすると、燃料流量調節弁V 0は、第1距離と第2距離が同程度となる位置、あるいは、第1距離が前記第2距離より短くなる位置に設けられていてもよい。燃料流量調節弁V 0が予混パイロット用マニホールドP Pに近い位置に設けられることが好ましい理由は、燃料流量調節弁V 0を開としてから速やかに燃料を供給するため

である。

[0033] タービン 14 の排気口は蒸気タービン 20 の排熱回収ボイラー 21 と接続されている。

蒸気タービン 20 は、タービン 14 から排出される排熱を利用して排熱回収ボイラー 21 で蒸気を生成し、この蒸気でタービン 22 を回転駆動させる。

[0034] 排熱回収ボイラー 21 と上述の燃料加熱装置 23 とは加熱水供給ライン L2 を介して接続されている。燃料加熱装置 23 は、燃焼器 13 における熱効率の向上のため、100 度以下の燃料の温度を数 100 度に上昇させる。燃料加熱装置 23 へは、排熱回収ボイラー 21 から加熱水が加熱水供給ライン L2 を通過して供給される。燃料加熱装置 23 では、この加熱水と、燃料ライン L1 を流れる燃料とが熱交換を行う。このとき、加熱水から燃料へと熱が移動し、燃料の温度が上昇する。燃料加熱装置 23 の下流側（燃料が流れる方向の下流側）には、図示しない温度センサが設けられ、制御装置 100 は、温度センサが計測する燃料の温度が、所望の温度となるように制御する。温度センサは、ドレン受入口 P1 の下流側に設けられ、ライン L3 から流入する燃料を含んで温度制御される。

[0035] 具体的には、燃料加熱装置 23 の内部には、加熱水と燃料が熱交換を行うための熱交換器（図示せず）と、この熱交換器をバイパスする燃料のバイパス流路が設けられている。制御装置 100 は、燃料の流路を、バイパス流路と熱交換器側との間で切り替えることにより、燃料の温度が所定の範囲内となるよう制御する。本実施形態に特有の燃料ライン L0 は、燃料加熱装置 23 が備える熱交換器のバイパス流路とは異なり、燃料ライン L1 全体（燃料加熱装置 23 および各種バルブ類）をバイパスし、マニホールド PP へ接続される流路である。燃料ライン L0 を流れる燃料は、燃料加熱装置 23 による温度制御の影響下には無く、加熱され高温となることがない。従って、燃料ライン L0 を流れる燃料の密度は、燃料ライン L1 を流れる燃料ガスの密度よりも大きい。

[0036] 次に図 1 を参照しつつ、図 2 ～図 4 を用いて一般的な負荷遮断時における燃料供給制御の一例を説明する。一般的なガスタービンは、燃料ライン L O を備えていない。

図 2 は、負荷遮断時の一般的な燃料供給の制御方法を説明する第 1 の図である。

図 2 は、負荷遮断後の時間の経過に伴う、全燃料流量指令値（C S O : control signal output）の推移の一例を示したグラフである。図示するように時刻 T O に負荷遮断が発生すると、制御装置 1 0 0 は、ガスタービン 1 0 の回転数の上昇を抑えるために C S O の値を瞬時に低下させる。その後は、制御装置 1 0 0 は、回転数が所定の目標値（例えば、定格運転時と同程度の回転数）となるように C S O を調整する。

[0037] 図 3 は、負荷遮断時の一般的な燃料供給の制御方法を説明する第 2 の図である。

図 3 に図 2 で示した C S O の内訳の一例を示す。グラフ M A は、メイン A 系統 F 3 に供給される燃料の割合を示す。グラフ M B は、メイン B 系統 F 4 に供給される燃料の割合を示す。グラフ P P は、予混パイロット系統 F 1 に供給される燃料の割合を示す。グラフ T H A は、トップハット系統 F 5 に供給される燃料の割合を示す。拡散パイロット系統 F 2 は、起動時等に用いられ運転中は燃料が供給されない。図示するように制御装置 1 0 0 は、時刻 T O に負荷遮断が生じると、メイン B 系統 F 4 の燃料流量調節弁 V 4 と、トップハット系統 F 5 の燃料流量調節弁 V 5 とを全閉とする。メイン A 系統 F 3 の燃料流量調節弁 V 3 の開度を絞り（グラフ M A）、予混パイロット系統 F 1 の燃料流量調節弁 V 1 を全開とする（グラフ P P）。これにより燃焼器 1 3 への燃料供給量を低下させて回転数を抑制しつつ、予混パイロット系統 F 1 の燃料を増加させ、燃焼器 1 3 の種火を維持する。

[0038] ここで、メイン A 系統 F 3 の燃空比と予混パイロット系統 F 1 の燃空比と失火の関係について説明する。

図 4 は、負荷遮断時の一般的な燃料供給の制御方法を説明する第 3 の図で

ある。

図4のグラフC1およびグラフC2は、負荷遮断後に予混パイロット系統F1の燃料ノズルN1が噴出した燃料ガスの燃空比（予混パイロット燃空比）と、メインA系統F3の燃料ノズルN3が噴出した燃料ガスの燃空比（メインA燃空比）との関係を示している。

グラフC<sub>ri</sub>は、予混パイロット系統F1における火災が失火するかどうかの閾値となる値（燃空比クライテリア）を示している。予混パイロット燃空比が少なくともある1点で燃空比クライテリア以上となると燃料ノズルN1での失火を防ぐことができる。

上記のとおり、負荷遮断が生じると、メインB系統F4および拡散パイロット系統F2およびトップハット系統F5から供給する燃料を0とし、メインA系統F3から供給する燃料を減らし、予混パイロット系統F1から供給する燃料を増加させることで、ガスタービン10の出力を抑えつつ、燃焼器13の保炎を図る制御が行われる。

[0039] グラフC1は、負荷遮断後に予混パイロット燃空比が上昇し、燃空比クライテリアに達する様子を示している。負荷遮断後に燃料供給が継続される2つの系統間でグラフC1が示すような燃空比が実現できれば、失火を防ぐことができる。一方、予混パイロット系統F1の燃料ノズルN1から供給する燃料が不足し、負荷遮断後の2つの燃料系統間の燃空比の関係がグラフC2のような関係となると、グラフC2の予混パイロット燃空比の値が、燃空比クライテリア（グラフC<sub>ri</sub>）以下となるため、燃料ノズルN1において失火が生じる可能性が高くなる。失火が生じると負荷遮断後の運転が実現できない。運転中の失火の有無は、例えば、火災検知器や排ガス温度、ブレードパス温度などから判定することができるが、事前の検討においては、図4で例示する燃空比クライテリアを達成するような予混パイロット燃空比とメインA燃空比との関係から、燃料流量調節弁V1および燃料流量調節弁V3の弁開度が算出される。制御装置100は、このようにして算出された弁開度に基づいて燃料流量調節弁V1および燃料流量調節弁V3を制御する。

[0040] ところが、例えば、圧力供給系統 17 の燃料供給圧が十分ではない設備などの場合、上記のような方法で算出された弁開度に従って負荷遮断後の燃料流量調節弁 V1 および燃料流量調節弁 V3 の開度を制御したとしても、燃料ノズル N1 から供給する燃料が不足し、予混パイロット燃空比が燃空比クライテリアに到達しない可能性がある。

[0041] これに対し、本実施形態では、負荷遮断後に十分な量の燃料を予混パイロット系統 F1 に供給するための燃料ライン L0 を、燃料ライン L1 とは独立して設ける構成とする。制御装置 100 は、通常の負荷運転時（例えば、負荷が 40%～100%）には燃料流量調節弁 V0 を閉とし、燃料ライン L0 を介しての燃料供給を行わない。一方、負荷遮断が発生すると、燃料ライン L1 の燃料流量調節弁 V1 を全開する制御に加え、燃料ライン L0 の燃料流量調節弁 V0 を開く。

すると、燃料ライン L1 に比べ圧力損失が少ない燃料ライン L0 を介して、高密度な燃料が相対的に高い供給圧を保ったまま予混パイロット系統 F1 に供給される。これにより、圧力供給系統 17 の燃料供給圧が低い設備であっても、予混パイロット系統 F1 へ供給すべき燃料供給量を確保することができ、失火を回避することができる。

制御装置 100 は、予混パイロット燃空比とメイン A 燃空比との関係が、図 4 のグラフ C1 のような関係となるような燃料流量を実現すべく、負荷遮断後も燃料流量調節弁 V0 の開度を調整する。

[0042] 図 4 では、予混パイロット燃空比に関する指標とメイン A 燃空比に関する指標との関係を表すグラフとして例示したが、図 4 のグラフは、予混パイロット系統 F1 の火炎温度の計算値とメイン A 系統 F3 の火炎温度の計算値との関係として同様に表すことができる。

[0043] 次に制御装置 100 による負荷遮断時の制御について説明する。

図 5 は、本発明に係る第一実施形態における制御装置の一例を示すブロック図である。

図示するように制御装置 100 は、負荷遮断検知部 101 と、燃料制御部

１０２と、予混バイパス弁制御部１０３と、タイマ１０４と、記憶部１０５とを備える。

負荷遮断検知部１０１は、負荷遮断を検知する。例えば、負荷遮断検知部１０１は、ガスタービン１０の運転中に負荷を切り離す負荷遮断信号を取得する。

燃料制御部１０２は、燃料ラインＬ１を介して燃料ノズルＮ１～Ｎ５から噴射する燃料の供給量を制御する。例えば、燃料制御部１０２は、負荷遮断検知部１０１が負荷遮断を検知すると、ガスタービン１０の回転数が所定の閾値以下となるように、燃料ノズルＮ１～Ｎ５から噴射する燃料の供給量が所定の供給量以下となるよう制御する。例えば、燃料制御部１０２は、負荷遮断が生じると、燃料流量調節弁Ｖ２，Ｖ４，Ｖ５を全閉とし、燃料流量調節弁Ｖ３の開度を通常の負荷運転時よりも絞り、燃料流量調節弁Ｖ１を所定の時間、全開とする制御を行う。

[0044] 予混バイパス弁制御部１０３は、燃料ラインＬ０の燃料流量調節弁Ｖ０を制御する。具体的には、予混バイパス弁制御部１０３は、通常の負荷運転時には燃料流量調節弁Ｖ０を全閉とする。予混バイパス弁制御部１０３は、負荷遮断検知部１０１が負荷遮断を検知すると、燃料流量調節弁Ｖ０を閉状態から開状態に制御し、燃焼器１３における燃料ノズルＮ１からの予混燃料ガスの燃空比が、失火が発生を回避できる所定の燃空比（燃空比クライテリア）以上となるように燃料流量調節弁Ｖ０の開度を調節する。

タイマ１０４は、時間を計測する。

記憶部１０５は、負荷遮断後の燃料流量調節弁Ｖ０～Ｖ５の開度の算出に必要な関数など、種々の情報を記憶する。

制御装置１００は、ガスタービン１０および蒸気タービン２０の制御に関するさまざまな機能を備えているが、本実施形態に関係のない機能についての説明は省略する。

[0045] 図６は、本発明に係る第一実施形態における予混パイロット系統へ供給する燃料の制御方法を説明する図である。

タイマ 104 は、負荷遮断後の経過時間を計測し、燃料制御部 102、予混バイパス弁制御部 103 に出力する。燃料制御部 102 は、負荷遮断後の目標負荷等に基づいて CSO を算出する。

燃料制御部 102 は、例えば、負荷遮断後の経過時間に応じた燃料流量調節弁 V1 の弁開度を定めた関数  $F \times 102$  を有しており、タイマ 104 から取得した負荷遮断後の経過時間と関数  $F \times 102$  とに基づいて、燃料流量調節弁 V1 の開度を算出する。燃料制御部 102 は、算出した燃料流量調節弁 V1 の開度に対応する弁開度指令値を出力する。関数  $F \times 102$  は、例えば、負荷遮断後 0～1 秒の間の所定の値（例えば、0.5 秒）は、燃料流量調節弁 V1 を全開とし、その後、全閉とすることを示す開度を出力する。負荷遮断後、所定の間だけ燃料流量調節弁 V1 を全開とするのは、燃焼器 13 の保炎のためには予混パイロット系統 F1 の燃料ノズル N1 に十分な燃料を供給する必要があるところ、燃料流量調節弁 V0 を開いて必要な燃料流量が実現するまでの遅れを補償するためである。燃料制御部 102 は、負荷遮断時に燃料ノズル N1 から供給される燃料供給量が確保できるよう燃料流量調節弁 V1 を全開とする。

[0046] 予混バイパス弁制御部 103 は、例えば、負荷遮断後の経過時間に応じた燃料供給量の必要量の変動を示す変化指標を算出する関数  $F \times 103$  を有しており、タイマ 104 から取得した負荷遮断後の経過時間と関数  $F \times 103$  とに基づいて、経過時間に応じた燃料流量の変化指標  $\alpha$  を算出する。予混バイパス弁制御部 103 は、燃料制御部 102 が計算した負荷遮断後に必要な全燃料流量を示す CSO に予混パイロット比率を乗じた燃料流量指令値  $\beta$  を算出する。

[0047] ここで、予混パイロット比率とは、負荷遮断後に全燃料流量のうちどれぐらいの割合を、予混パイロット系統 F1 に割り当てるかを示す値である。同様に、負荷遮断後に全燃料流量のうちどれぐらいの割合を、メイン A 系統 F3 に割り当てるかを示すメイン比率が定められている。これらの値は、図 4 の燃空比クライテリアに基づいて定められている。

[0048] 予混バイパス弁制御部 103 は、燃料流量の経時的な変化を示す変化指標  $\alpha$  と燃料流量指令値  $\beta$  とを乗じて、負荷遮断後の経過時間に応じた燃料流量調節弁 V0 を通じて供給される燃料供給量に対応する燃料流量指令値  $\gamma$  を算出する。予混バイパス弁制御部 103 は、算出した燃料流量指令値  $\gamma$  に対応する弁開度指令値を出力する。

[0049] 燃料制御部 102 は、負荷遮断後の経過時間と関数  $F \times 103$  と CSO とメイン比率とに基づいて、負荷遮断後のメイン A 系統 F3 からの燃料供給量を算出する。

このようにして算出された予混パイロット系統 F1 からの燃料供給量およびメイン A 系統 F3 からの燃料供給量を実現したときの、予混パイロット燃空比とメイン A 燃空比は図 4 の燃空比クライテリアを満足するように設計されている。

[0050] 図 7 は、本発明に係る第一実施形態における制御の一例を示すフローチャートである。

図 7 のフローチャートを用いて本実施形態における負荷遮断時の予混パイロット系統 F1 に対する燃料供給制御の流れについて説明する。

まず、通常の負荷運転時には、燃料制御部 102 は、燃料流量調節弁 V0、燃料流量調節弁 V2（拡散パイロット）を閉とし、燃料流量調節弁 V1（予混パイロット）、V3（メイン A）、V4（メイン B）、V5（トップハット）については、CSO と各燃料系統への燃料の配分比に基づいて所望の開度に制御している（例えば、図 3 の T0 より前の時刻）。ここで、発電プラント 1 に負荷遮断が生じたとする。すると、負荷遮断検知部 101 が負荷遮断信号を取得し、負荷遮断を検知する（ステップ S11）。負荷遮断検知部 101 は、燃料制御部 102 および予混バイパス弁制御部 103 に負荷遮断の発生を通知し、負荷遮断時の燃料供給制御を行うよう指示を行う。すると、燃料制御部 102 は、燃料流量調節弁 V1 の負荷遮断後の初期開度を算出する。予混バイパス弁制御部 103 は、燃料流量調節弁 V0 の負荷遮断後の初期開度を算出する（ステップ S12）。例えば、燃料制御部 102 は、

燃料流量調節弁V1の開度を100%と算出する。予混バイパス弁制御部103は、燃料流量調節弁V0の開度を、図6で説明したようにCSOと、予混パイロット系統F1への配分比と、関数 $F \times 102$ と経過時間とに基づいて算出する。

[0051] 次に、燃料制御部102は、ステップS12で算出した弁開度指令値（初期開度）を燃料流量調節弁V1に出力する。予混バイパス弁制御部103は、算出した弁開度指令値（初期開度）を燃料流量調節弁V0に出力する（ステップS13）。これにより、燃料流量調節弁V0を通じて所望の流量の相対的に高密度な燃料が供給されるようになる。燃料流量調節弁V0が全閉から所定の開度を開き、燃料が供給されるまでに遅れが生じるが、燃料流量調節弁V1を全開とすることで、その間の予混パイロット系統F1への燃料供給を補う。これらの制御により、予混パイロット系統F1の失火を防ぐことができる。

[0052] 予混パイロット系統F1以外の燃料系統について、燃料制御部102は、燃料流量調節弁V3を、CSOにメインA系統F3への配分比を乗じた値に基づく開度で開き、燃料流量調節弁V2、V4、V5の開度を0%に制御する。

[0053] その後、燃料制御部102は、タイマ104が計測する時間に基づいて負荷遮断から所定の時間（例えば、0.5秒）が経過するのを待って（ステップS14）、燃料流量調節弁V1を全閉とする（ステップS15）。

一方、予混バイパス弁制御部103は、タイマ104が計測する負荷遮断後の経過時間に応じて、予混パイロット系統F1から噴射される燃料の燃空比が、失火が発生を回避できる燃空比クライテリア以上となるように燃料流量調節弁V0の開度を制御する（ステップS16）。燃料流量調節弁V0の開度の算出方法は、図6で説明したとおりである。予混バイパス弁制御部103は、負荷遮断後、例えば所定の時間が経過するまで、ステップS16の制御を継続する。

[0054] 同様に燃料制御部102は、メインA系統F3から噴射される燃料の燃空比と予混パイロット系統F1から噴射される燃料の燃空比との関係が、失火

の発生を回避できる関係となるように燃料流量調節弁V 3の開度を調節する。燃料制御部1 0 2は、負荷遮断後、例えば所定の時間が経過するまで、燃料流量調節弁V 3の開度制御を継続する。

[0055] 図8は、本発明に係る第一実施形態における燃料調節弁の開度制御の一例を示す第1の図である。図8に上記のステップS 1 2～S 1 3、ステップS 1 6の処理による燃料流量調節弁V 0の開度の推移を示す。時刻T 0に負荷遮断が発生すると、燃料供給量の急速な低下による失火を防ぐため、燃料流量調節弁V 0の開度が図6で説明したように制御される。燃料流量調節弁V 0からは密度の高い燃料が、圧力損失が少ない状態で供給される為、燃料流量調節弁V 1を介して加熱後の燃料を供給するよりも多くの燃料を供給することができる。負荷遮断後、なるべく早いタイミングで燃料ノズルN 1に燃料が供給される必要があるため、図1を用いて説明したように燃料流量調節弁V 0は、予混パイロット用マニホールドP Pに近い位置に設けられることが望ましい。

[0056] 図9は、本発明に係る第一実施形態における燃料調節弁の開度制御の一例を示す第2の図である。図9に上記のステップS 1 2～S 1 5の処理による燃料流量調節弁V 1の開度の推移を示す。上記のとおり、燃料流量調節弁V 0を介した燃料供給が安定するまでの間、燃料流量調節弁V 1は全開とされ、予混パイロット系統F 1から供給される燃料流量を補う。

[0057] 図10は、本発明に係る第一実施形態における制御の効果を説明する図である。

図10に本実施形態の制御の適用前後における予混パイロット系統F 1から供給される燃料流量の変化を示す。

図10のグラフの縦軸は燃料流量、横軸は時間を示す。グラフP P 1は、本実施形態の燃料ラインL 0を介した予混パイロット系統F 1への燃料供給を追加した場合の燃料流量を示す。グラフP P 2は、燃料ラインL 0を介した予混パイロット系統F 1への燃料供給を行なわない従来の制御による燃料流量を示す。図10が示すように、時刻T 0に負荷遮断が発生した後、本実

施形態に係るグラフ P P 1 が示す燃料流量が、従来の制御によるグラフ P P 2 が示す燃料流量を上回ることが分かる。

[0058] 本実施形態の燃料ライン L 0 によれば、(1) 燃料加熱前の低い温度の燃料を、(2) 圧力損失を少なくして予混パイロット系統 F 1 へ供給することができる。つまり、燃料ライン L 0 により、(1) 密度の高い燃料を(2) 高い供給圧のまま投入することができる。そのため、燃料ライン L 0 を介すると、燃料ライン L 1 以上に燃料を供給することができる。従って、本実施形態の制御方法によれば、負荷遮断直後に燃料ライン L 0 からの予混パイロット系統 F 1 への燃料供給を追加することで、負荷遮断後の燃料流量の減少を防止し、必要な燃料を確保することができる。また、種火となる予混パイロット系統 F 1 の火炎を安定させ、失火を防ぐことができる。これにより、例えば、圧力供給系統 1 7 の燃料供給圧力が低い場合でも、負荷遮断時の失火を抑制し、負荷遮断後の運転を成功させることができる。

[0059] <第二実施形態>

以下、本発明の第二実施形態による負荷遮断時の制御方法について図 1 1 ~ 図 1 2 を参照して説明する。

図 1 1 は、本発明に係る第二実施形態における制御装置の一例を示すブロック図である。

本発明の第二実施形態に係る構成のうち、第一実施形態に係る発電プラント 1 の構成と同じものには同じ符号を付し、それぞれの説明を省略する。第二実施形態に係る制御装置 1 0 0 A は、第一実施形態の構成に加えて補正係数算出部 1 0 6 を備えている。制御装置 1 0 0 A は、予混バイパス弁制御部 1 0 3 に代えて予混バイパス弁制御部 1 0 3 A を備える。

補正係数算出部 1 0 6 は、予混バイパス弁制御部 1 0 3 A が算出する燃料流量調節弁 V 0 の弁開度を大気温度、大気圧力、相対湿度などのガスタービンが吸入する空気の状態を示す環境条件に応じて補正するための補正係数を算出する。補正係数算出部 1 0 6 は、燃料流量調節弁 V 0 の弁開度を燃料カロリー、燃料密度などの燃料の性質を示す燃料条件に応じて補正する。予混バ

バイパス弁制御部 103A は、第一実施形態の方法で算出する燃料流量調節弁 V0 の弁開度に補正係数を乗じて、補正後の弁開度を算出する。補正係数算出部 106 は、環境条件や燃料条件に応じた補正係数を定めたテーブル（例えば、後述する  $F \times 1061 \sim F \times 1064$ ）を有している。

[0060] 図 12 は、本発明に係る第一実施形態における予混パイロット系統へ供給する燃料の制御方法を説明する図である。

まず、環境条件のうち特に影響が大きい大気温度に関する補正係数の算出について説明を行う。大気温度によって圧縮機 11 に流入する空気の質量流量は変化する。例えば大気温度が上昇すると空気の密度が低下し、圧縮機 11 に流入する空気の質量流量が減少する。空気の質量流量が減少すると同じ体積の空気が流入したとしても、燃焼器 13 に供給される空気の量は低下し、燃空比、火炎温度に影響が生じる。一方、大気温度が低下すると、空気の密度が高くなり、圧縮機 11 が吸い込む空気の質量流量が増加する。空気の質量流量が増加すると燃空比（ $Fuel / Air$ ）が低下し、火炎温度が下がる。そこで、本実施形態では、これを補償すべく大気温度に応じて燃料流量調節弁 V0 の弁開度を補正し、適切な燃空比が実現できるようにする。

[0061] 補正係数算出部 106 は、例えば、圧縮機 11 の入口側に設けられた温度センサ（図示せず）から空気入口系統 18 付近の大気温度を取得する。補正係数算出部 106 は、補正係数テーブル  $F \times 1061$  から、取得した大気温度に対応する弁開度の補正係数  $K_1$  を算出する。補正係数テーブル  $F \times 1061$  の横軸は大気温度、縦軸は弁開度の補正係数である。大気温度が高ければ圧縮機 11 へ流入する空気の密度が低下するため、それに応じて燃料流量も低下させる必要がある。従って、図示するように補正係数テーブル  $F \times 1061$  には、大気温度が高い程、補正係数  $K_1$  の値が小さい値となるよう設定されている。補正係数算出部 106 は、大気温度に対応する補正係数  $K_1$  を予混バイパス弁制御部 103A へ出力する。

[0062] 予混バイパス弁制御部 103A は、負荷遮断後の経過時間をタイマ 104 から取得して、関数  $F \times 103$  を用いて負荷遮断後の経過時間に応じた燃料

流量の経時的な変化指標 $\alpha$ を算出する。予混バイパス弁制御部103Aは、変化指標 $\alpha$ に補正係数 $K_1$ を乗じて変化指標 $\alpha_1$ を算出する。

[0063] 同様にして補正係数算出部106は、大気圧力、燃料密度、燃料カロリーに応じた補正係数を算出してもよい。例えば、大気圧力の場合、補正係数テーブルF×1062に示すように補正係数（縦軸）は、大気圧力（横軸）と正の相関を有するように設定される。補正係数算出部106は、補正係数テーブルF×1062から、大気圧力に対応する弁開度の補正係数 $K_2$ を算出する。補正係数算出部106は、補正係数 $K_2$ を予混バイパス弁制御部103Aへ出力する。予混バイパス弁制御部103Aは、変化指標 $\alpha_1$ に補正係数 $K_2$ を乗じて変化指標 $\alpha_2$ を算出する。

[0064] 燃料カロリーについては、補正係数テーブルF×1063に示すように、補正係数（縦軸）は、燃料カロリー（横軸）と負の相関を有するように設定される。補正係数算出部106は、補正係数テーブルF×1063から、燃料カロリーに対応する弁開度の補正係数 $K_3$ を算出する。予混バイパス弁制御部103Aは、変化指標 $\alpha_2$ に補正係数 $K_3$ を乗じて変化指標 $\alpha_3$ を算出する。

[0065] 燃料密度については、補正係数テーブルF×1064に示すように、補正係数（縦軸）は、燃料密度（横軸）と負の相関を有するように設定される。補正係数算出部106は、補正係数テーブルF×1064から、燃料密度に対応する弁開度の補正係数 $K_4$ を算出する。予混バイパス弁制御部103Aは、変化指標 $\alpha_3$ に補正係数 $K_4$ を乗じて変化指標 $\alpha_4$ を算出する。

[0066] 予混バイパス弁制御部103Aは、変化指標 $\alpha_4$ と燃料流量指令値 $\beta$ とを乗じて、負荷遮断後の経過時間に応じた燃料流量指令値 $\gamma'$ を算出する。予混バイパス弁制御部103Aは、算出した燃料流量指令値 $\gamma'$ に対応する燃料流量調節弁V0に対する弁開度指令値を出力する。

[0067] 図12では上記の4つのパラメータに基づいて燃料流量調節弁V0に対する補正係数を算出する場合を例に説明を行ったがこれに限定されない。例えば、補正係数算出部106は、さらに大気湿度に応じた補正係数を算出してもよい。上記の全てのパラメータについて補正係数を算出する実施形態に限

定されず、補正係数算出部 106 は、大気温度、大気圧力、大気湿度、燃料密度、燃料カロリー等のうち一つ又は複数の任意のパラメータについての補正係数を算出し、予混バイパス弁制御部 103A は、それらの補正係数を変化指標  $\alpha$  に乗じて燃料流量調節弁 V0 の弁開度指令値を算出するように構成されていてもよい。燃料制御部 102 は、補正係数算出部 106 が算出した補正係数を乗じて、メイン A 系統 F3 の燃料流量調節弁 V3 の弁開度を算出してもよい。

[0068] 次に第二実施形態における負荷遮断時の予混パイロット系統 F1 に対する燃料供給制御の流れについて、図 7 を参照しつつ説明を行う。本実施形態では、ステップ S12、ステップ S16 の処理で、図 12 を用いて説明した大気温度等に応じた燃料流量調節弁 V0 の弁開度指令値の補正を行う。全体の処理の流れや他のステップにおける処理については第一実施形態と同様である。

[0069] 本実施形態によれば、大気温度、大気圧力、燃料カロリー等に応じた燃料流量調節弁 V0 の弁開度を算出することができる。これにより、負荷遮断時の様々な環境条件や燃料条件に適切に対応し、より確実に失火を防ぐことができる。

[0070] <第三実施形態>

以下、本発明の第三実施形態によるガスタービン燃焼制御装置を図 13～図 15 を参照して説明する。第三実施形態は、第一実施形態～第二実施形態の何れとも組み合わせることが可能であるが、第一実施形態と組み合わせた場合を例に説明を行う。

図 13 は、本発明に係る第三実施形態における制御装置の一例を示すブロック図である。本発明の第三実施形態に係る構成のうち、第一実施形態、第二実施形態に係る発電プラント 1 の構成と同じものには同じ符号を付し、それぞれの説明を省略する。第三実施形態に係る制御装置 100B は、第一実施形態の構成に加えて学習部 107 を備えている。制御装置 100B は、予混バイパス弁制御部 103 に代えて予混バイパス弁制御部 103B を備える

。

[0071] 学習部 107 は、予混バイパス弁制御部 103B が算出する燃料流量調節弁 V0 の弁開度をガスタービン 10 の実際の動作に合わせて調整する機能を有している。例えば、学習部 107 は、負荷遮断が生じる度に実際の予混パイロット燃空比およびメイン A 燃空比の関係と、図 4 で例示した燃空比クライテリアとの偏差に基づいて、調整係数  $k(t)$  を学習する（学習機能 107b）。学習部 107 は、次に負荷遮断が発生したときに学習した調整係数  $k(t)$  を予混バイパス弁制御部 103B に出力する（調整機能 107a）

。

予混バイパス弁制御部 103B は、第一実施形態の方法で算出する弁開度に調整係数  $k(t)$  を乗じて、調整後の弁開度を算出する。

[0072] 図 14 は、本発明に係る第三実施形態における予混パイロット系統へ供給する燃料の制御方法を説明する図である。

（学習機能）

学習部 107 の学習機能 107b について説明する。学習部 107 は、負荷遮断が生じる度に、予混パイロット燃空比と、メイン A の燃空比を算出する。例えば、学習部 107 は、燃料ノズル N1 の上流側の圧力センサと下流側の圧力センサの計測値から燃料ノズル N1 への燃料流量を算出する。例えば、学習部 107 は、IGV15 の開度、大気温度、大気圧等に基づいて、燃料ノズル N1 への空気流量を算出する。学習部 107 は、燃料ノズル N1 への燃料流量を燃料ノズル N1 への空気流量で除算して燃料ノズル N1 に対応する燃空比（予混パイロット燃空比）を算出する。

[0073] 同様にして、学習部 107 は、例えば、燃料ノズル N3 の上流側と下流側の圧力センサの計測値から燃料ノズル N3 への燃料流量を算出し、IGV15 の開度等に基づいて、燃料ノズル N3 への空気流量を算出する。学習部 107 は、燃料ノズル N3 への燃料流量を燃料ノズル N3 への空気流量で除算して燃料ノズル N3 に対応する燃空比（メイン A 燃空比）を算出する。学習部 107 は、実際のメイン A 燃空比と予混パイロット燃空比との関係を記憶

部 105 に記録する（図 14 のグラフ C3）。

[0074] そして、学習部 107 は、予め用意してある燃空比クライテリア  $C_{ri}$  とグラフ C3 を比較し、予混パイロット燃空比が燃空比クライテリア  $C_{ri}$  に到達しない場合、その偏差を算出する。学習部 107 は、負荷遮断後の経過時間ごとに偏差  $\Delta C$  を算出し、経過時間と対応付けて偏差  $\Delta C$  を記憶部 105 に記録する。

[0075] 学習部 107 は、例えば、以下の式（1）によって各時刻における調整係数を学習する。

$$k(t)_{new} = k(t)_{now} + K \times$$

（実際の予混パイロット燃空比（ $t$ ）－目標予混パイロット燃空比（ $t$ ））

・・・（1）

ここで、 $t$  は負荷遮断からの経過時間、 $k(t)_{new}$  は学習後の経過時間  $t$  における新たな調整係数、 $k(t)_{now}$  は経過時間  $t$  における学習前の最新の調整係数、 $K$  は学習の効き目を定める所定の定数、実際の予混パイロット燃空比（ $t$ ）は時間  $t$  における上記の手順で算出した予混パイロット燃空比、目標予混パイロット燃空比（ $t$ ）は、実際の予混パイロット燃空比（ $t$ ）と実際のメイン A 燃空比（ $t$ ）に対応する燃空比クライテリア  $C_{ri}$  の予混パイロット燃空比の値（実際のメイン A 燃空比（ $t$ ）と同じ X 軸方向の値を持つ位置でのグラフ  $C_{ri}$  の Y 軸の値）である。

このようにして、調整係数  $k(t)$  を学習することにより、燃空比クライテリアに到達する予混パイロット燃空比を保つための調整係数を得ることができる。負荷遮断が生じると、学習部 107 は、 $k(t)$  の値を更新する。

[0076] （調整機能）

学習部 107 の調整機能 107a について説明する。学習部 107 は、次に負荷遮断が生じると、記憶部 105 を参照し、タイマ 104 が計測した経過時間に基づいて、学習の結果得られた最新の調整係数  $k(t)$  を読み出して取得する。学習部 107 は取得した調整係数  $k(t)$  を予混バイパス弁制

御部 103B に出力する。

[0077] 予混バイパス弁制御部 103B は、負荷遮断後の経過時間を取得して、関数  $F \times 103$  を用いて負荷遮断後の経過時間に応じた燃料流量の変化指標  $\alpha$  を算出する。予混バイパス弁制御部 103B は、変化指標  $\alpha$  に経過時間ごとの調整係数  $k(t)$  を乗じて変化指標  $\alpha''$  を算出する。予混バイパス弁制御部 103B は、変化指標  $\alpha''$  と燃料流量指令値  $\beta$  とを乗じて、負荷遮断後の経過時間に応じた燃料流量指令値  $\gamma''$  を算出する。予混バイパス弁制御部 103B は、算出した燃料流量指令値  $\gamma''$  に対応する燃料流量調節弁 V0 に対する弁開度指令値を出力する。

[0078] 予混バイパス弁制御部 103B は、さらに第二実施形態の補正係数算出部 106 が算出した大気温度、大気圧力、大気湿度、燃料密度、燃料カロリー等に応じた補正係数を乗じて、燃料流量調節弁 V0 に対する弁開度指令値を環境条件や燃料条件にあわせて補正することができる。

[0079] 次に第三実施形態における負荷遮断時の予混パイロット系統 F1 に対する燃料供給制御の流れについて、図 7 を参照しつつ説明を行う。本実施形態では、ステップ S12、ステップ S16 の処理で、図 14 を用いて説明した調整係数による燃料流量調節弁 V0 の弁開度指令値の補正を行う。全体の処理の流れや他のステップにおける処理については第一実施形態と同様である。次に学習機能 107b の処理の流れについて説明する。

[0080] 図 15 は、本発明に係る第三実施形態における弁開度調整係数の学習処理の一例を示すフローチャートである。

まず、発電プラント 1 に負荷遮断が生じたとする。すると、負荷遮断検知部 101 が負荷遮断を検知する（ステップ S21）。すると、予混バイパス弁制御部 103B が図 6 で説明した燃料流量調節弁 V0 の制御を開始する。すると、学習部 107 が、予混パイロット燃空比、メイン A 燃空比を所定の時間ごとに算出し、記憶部 105 に記録する（ステップ S22）。ステップ S22 の処理は、ステップ S12、ステップ S16 の処理と並行して行われる。これ以降の処理は、ステップ S12、ステップ S16 の処理と並行して、

あるいは、負荷遮断時の運転後に行われる。

[0081] 次に学習部107は、記憶部105に記録された燃空比クライテリアが示す予混パイロット比の目標値と、ステップS22で記録した負荷遮断後の経過時間ごとの予混パイロット比との偏差 $\Delta C$ を算出する（ステップS23）。次に学習部107は、上記の式（1）によって、調整係数 $k(t)$ を更新する（ステップS24）。

式（1）について、実際の予混パイロット燃空比と目標予混パイロット燃空比の偏差 $\Delta C$ は、実際の予混パイロット火炎温度の計算値と目標予混パイロット火炎温度の計算値との偏差でもよい。あるいは、実際の予混パイロット燃空比および実際の車室12の温度に基づく値（例えば、予混パイロット燃空比と車室12の温度を入力値とする関数の出力値）とその目標値との偏差でもよい。

[0082] 本実施形態によれば、負荷遮断を実施するたびに、より最適な燃料流量調節弁V0の弁開度を実現するための調整係数を学習することができ、失火の可能性を低減することができる。例えば、発電プラント1の経年変化や、運転環境および負荷条件などのプラントの特性を反映した調整係数を学習することにより、失火を回避しつつ、負荷遮断後の運転をより適切に制御することができる。

[0083] 上記の第一実施形態～第三実施形態では、燃料ラインL0および燃料ラインL1を通じた予混パイロット系統F1への燃料の供給を負荷遮断時に行う場合を挙げたが、各実施形態の適用先は負荷遮断に限定されない。例えば、急速に負荷を低下させる運用で、燃料の供給量を低下させる制御と組合せて用いることができる。急速に負荷を低下させるとは、例えば、ガスタービン10の負荷低下速度が100%毎分より高速の場合である。

[0084] 図16は、本発明の各実施形態における制御装置のハードウェア構成の一例を示す図である。

コンピュータ900は、CPU901、主記憶装置902、補助記憶装置903、入出力インタフェース904、通信インタフェース905を備える

例えばPC (Personal Computer) やサーバ端末装置である。上述の制御装置100、100A、100Bは、コンピュータ900に実装される。そして、上述した各処理部の動作は、プログラムの形式で補助記憶装置903に記憶されている。CPU901は、プログラムを補助記憶装置903から読み出して主記憶装置902に展開し、当該プログラムに従って上記処理を実行する。CPU901は、プログラムに従って、記憶部105に対応する記憶領域を主記憶装置902に確保する。CPU901は、プログラムに従って、処理中のデータを記憶する記憶領域を補助記憶装置903に確保する。

[0085] 少なくとも1つの実施形態において、補助記憶装置903は、一時的でない有形の媒体の一例である。一時的でない有形の媒体の他の例としては、入出力インタフェース904を介して接続される磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD-ROM、半導体メモリ等が挙げられる。このプログラムが通信回線によってコンピュータ900に配信される場合、配信を受けたコンピュータ900が当該プログラムを主記憶装置902に展開し、上記処理を実行しても良い。当該プログラムは、前述した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、当該プログラムは、前述した機能を補助記憶装置903に既に記憶されている他のプログラムとの組み合わせで実現するもの、いわゆる差分ファイル（差分プログラム）であっても良い。

[0086] 上記の負荷遮断検知部101と、燃料制御部102と、予混バイパス弁制御部103、103A、103Bと、タイマ104と、記憶部105と、補正係数算出部106と、学習部107の全て又は一部は、マイコン、LSI (Large Scale Integration)、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、PLD (Programmable Logic Device)、FPGA (Field-Programmable Gate Array) 等のハードウェアを用いて実現されてもよい。

[0087] その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、上記した実施の形態における構成要素を周知の構成要素に置き換えることは適宜可能である。この発明の技術範囲は上記の実施形態に限られるものではなく、本発明の趣旨を逸脱し

ない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

- [0088] 第1ノズルは燃料ノズルN1の一例、第2ノズルは燃料ノズルN3の一例、燃料ラインL1は燃料供給流路の一例、燃料ラインL0はバイパス流路の一例、燃料流量調節弁V0はバイパス燃料流量調節弁の一例、燃料流量調節弁V1は第1燃料流量調節弁の一例、燃空比クライテリアは失火が生じる前記第1ノズルの燃空比および前記第2ノズルの燃空比の関係を示す情報の一例である。ラインL3は、ドレンの排出流路の一例である。燃料供給システムは、制御装置100、燃料ラインL0、燃料ラインL1、燃料系統F1～F5を含んで構成される。

### 産業上の利用可能性

- [0089] 上記した燃料供給システム、ガスタービン、発電プラント、制御方法及びプログラムによれば、ガスタービンの負荷を急速に低下させるにあたって燃料供給量を低下させる場面でも、必要な燃料供給量を確保し、失火を防ぐことができる。

### 符号の説明

- [0090] 1 ガスタービンコンバインドサイクル発電プラント、100、100A、100B 制御装置、101 負荷遮断検知部、102 燃料制御部、103、103A、103B 予混バイパス弁制御部、104 タイマ、105 記憶部、106 補正係数算出部、107 学習部、10 ガスタービン、11 圧縮機、12 車室、13 燃焼器、14 タービン、15 IGV、16 ロータ、17 圧力供給系統、18 空気入口系統、20 蒸気タービン、21 排熱回収ボイラー、22 タービン、23 燃料加熱装置、40 発電機、P3 燃料タンク、L0、L1 燃料ライン、L3 ライン、V6 遮断弁、P0 ドレン排出口、P1 ドレン受入口、P2 遮断弁出口、V7 圧力調節弁、V8 圧力調節弁、V9 安全弁、V10 安全弁、FL0、FL1 フィルター、F1 予混パイロット系統、F2 拡散パイロット系統、F3 メインA系統、F4 メインB系統、F5 トップハット系統、PP 予混パイロット用マニホールド、DP 拡散パイロツ

ト用マニホールド、M A   メインA用マニホールド、M B   メインB用マニホールド、T H A   トップハット用マニホールド、V 0, V 1, V 2, V 3, V 4, V 5   燃料流量調節弁、N 1, N 2, N 3, N 4, N 5   燃料ノズル、9 0 0   コンピュータ、9 0 1   C P U、9 0 2   主記憶装置、9 0 3   補助記憶装置、9 0 4   入出力インタフェース、9 0 5   通信インタフェース

## 請求の範囲

- [請求項1]           ガスタービンの燃料を加熱する燃料加熱装置を備え、前記燃料加熱装置によって加熱された前記燃料を第1ノズル及び第2ノズルに供給する燃料供給流路と、
- 前記燃料供給流路を介さずに前記第1ノズルに前記燃料を供給するバイパス流路と、
- 前記バイパス流路を流れる前記燃料の流量を調節するバイパス燃料流量調節弁と、
- を備える燃料供給システム。
- [請求項2]           前記バイパス流路を介して前記第1ノズルに供給される燃料の密度が、前記燃料供給流路を介して前記第1ノズルに供給される燃料の密度よりも高い、
- 請求項1に記載の燃料供給システム。
- [請求項3]           前記バイパス流路の圧力損失が、前記燃料供給流路の圧力損失よりも少ない、
- 請求項1または請求項2に記載の燃料供給システム。
- [請求項4]           前記バイパス流路と前記燃料供給流路とを接続するドレンの排出流路がさらに設けられる、
- 請求項1から請求項3の何れか1項に記載の燃料供給システム。
- [請求項5]           前記バイパス燃料流量調節弁が、前記バイパス流路における前記排出流路の接続位置と前記第1ノズルが接続されたマニホールドの間に設けられる、
- 請求項4に記載の燃料供給システム。
- [請求項6]           前記バイパス燃料流量調節弁が、前記排出流路の接続位置よりも前記マニホールドに近い位置に設けられる、
- 請求項5に記載の燃料供給システム。
- [請求項7]           前記バイパス燃料流量調節弁と前記第1ノズルが接続されたマニホールドとの間の配管距離を第1距離、前記燃料供給流路に設けられ前

記第 1 ノズルへ供給される燃料の流量を調節する第 1 燃料流量調節弁と前記マニホールドとの間の配管距離を第 2 距離とすると、

前記バイパス燃料流量調節弁が、前記第 1 距離が前記第 2 距離以下となる位置に設けられる、

請求項 1 から請求項 6 の何れか 1 項に記載の燃料供給システム。

[請求項 8] 前記バイパス燃料流量調節弁の開度を調節する制御装置、をさらに備える請求項 1 から請求項 7 の何れか 1 項に記載の燃料供給システム。

[請求項 9] 前記燃料供給流路には、前記第 1 ノズルへ供給される燃料流量を調節する第 1 燃料流量調節弁が設けられ、

前記制御装置は、前記ガスタービンの負荷低下の時に前記第 1 燃料流量調節弁および前記バイパス燃料流量調節弁を、前記負荷低下の前よりも大きな開度で開く、

請求項 8 に記載の燃料供給システム。

[請求項 10] 前記制御装置は、前記負荷低下の時に前記第 1 燃料流量調節弁を所定の時間だけ全開とし、前記負荷低下の前は閉状態の前記バイパス燃料流量調節弁を前記負荷低下の時に所定の開度を開く制御を行う、

請求項 9 に記載の燃料供給システム。

[請求項 11] 前記制御装置は、前記負荷低下の後の前記バイパス燃料流量調節弁の開度を、前記負荷低下の後の経過時間に応じて定められた燃料流量の変化指標に基づいて制御する、

請求項 10 に記載の燃料供給システム。

[請求項 12] 前記制御装置は、前記負荷低下の時の前記第 1 ノズルの燃空比および前記第 2 ノズルの燃空比と、失火が生じる前記第 1 ノズルの燃空比および前記第 2 ノズルの燃空比の関係を示す情報とに基づいて、前記バイパス燃料流量調節弁の開度を調整する係数を学習する、

請求項 9 から請求項 11 の何れか 1 項に記載の燃料供給システム。

[請求項 13] 前記制御装置は、前記ガスタービンが吸入する空気の状態を示す環

境条件に基づいて、前記バイパス燃料流量調節弁の開度を補正する、  
請求項 8 から請求項 12 の何れか 1 項に記載の燃料供給システム。

[請求項14] 前記制御装置は、前記燃料の性質を示す燃料条件に基づいて、前記  
バイパス燃料流量調節弁の開度を補正する、

請求項 8 から請求項 13 の何れか 1 項に記載の燃料供給システム。

[請求項15] ガスタービンの通常の負荷運転時に燃料を第 1 ノズル及び第 2 ノズル  
に供給する燃料供給流路と、

前記燃料供給流路を介さずに前記第 1 ノズルに前記燃料を供給する  
バイパス流路と、

前記バイパス流路を流れる前記燃料の流量を調節するバイパス燃料  
流量調節弁と、

を備え、

前記通常の負荷運転時は、前記バイパス燃料流量調節弁が閉とされ  
、前記通常の負荷運転時より負荷を低下させる時に前記バイパス燃料  
流量調節弁が開とされる、燃料供給システム。

[請求項16] 圧縮機と、  
燃焼器と、  
タービンと、  
請求項 1 から請求項 15 の何れか 1 項に記載の燃料供給システムと  
、

を備えたガスタービン。

[請求項17] 請求項 16 に記載のガスタービンと、  
蒸気タービンと、  
発電機と、  
を備えた発電プラント。

[請求項18] ガスタービンの燃料を加熱する燃料加熱装置を備え、前記燃料加熱  
装置によって加熱された燃料を第 1 ノズル及び第 2 ノズルに供給する  
燃料供給流路と、前記燃料供給流路を介さずに前記第 1 ノズルに前記

燃料を供給するバイパス流路と、前記バイパス流路を流れる前記燃料の流量を調節するバイパス燃料流量調節弁と、を備える燃料供給システムにおいて、

前記ガスタービンの負荷低下の時に、前記バイパス燃料流量調節弁を閉から開へ制御する、制御方法。

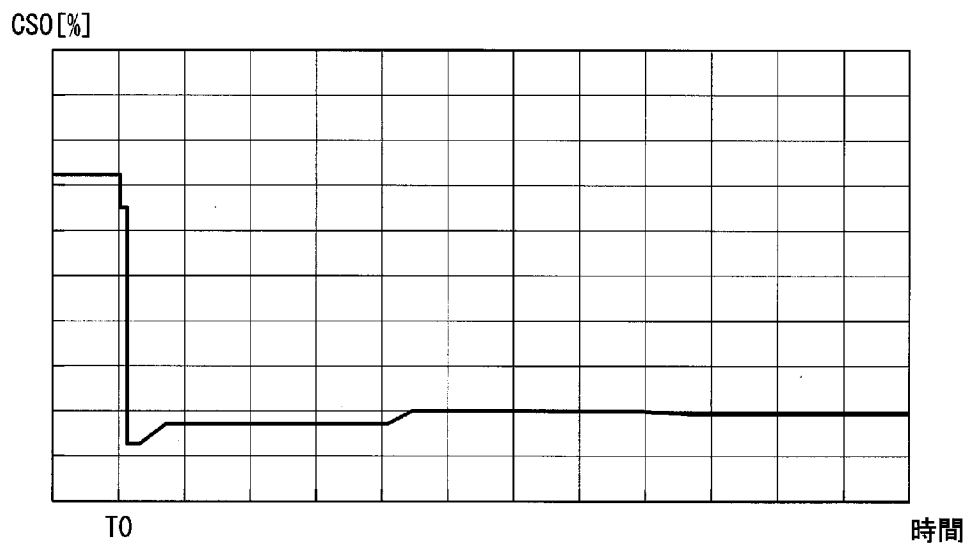
[請求項19]

ガスタービンの燃料を加熱する燃料加熱装置を備え、前記燃料加熱装置によって加熱された燃料を第1ノズル及び第2ノズルに供給する燃料供給流路と、前記燃料供給流路を介さずに前記第1ノズルに前記燃料を供給するバイパス流路と、前記バイパス流路を流れる前記燃料の流量を調節するバイパス燃料流量調節弁と、を備える燃料供給システムの制御装置のコンピュータを、

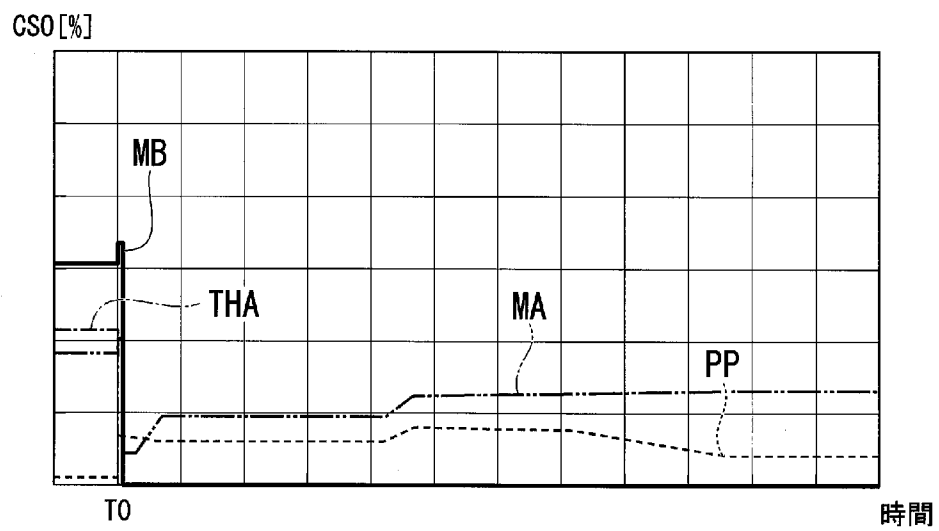
前記ガスタービンの負荷低下の時に、前記バイパス燃料流量調節弁を閉から開へ制御する手段、として機能させるためのプログラム。



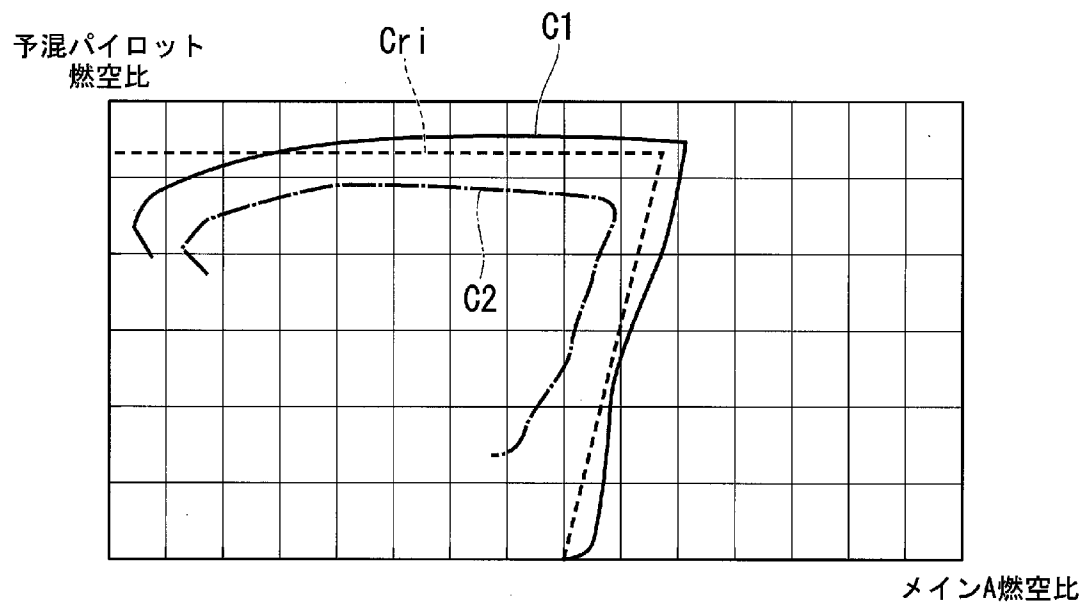
[図2]



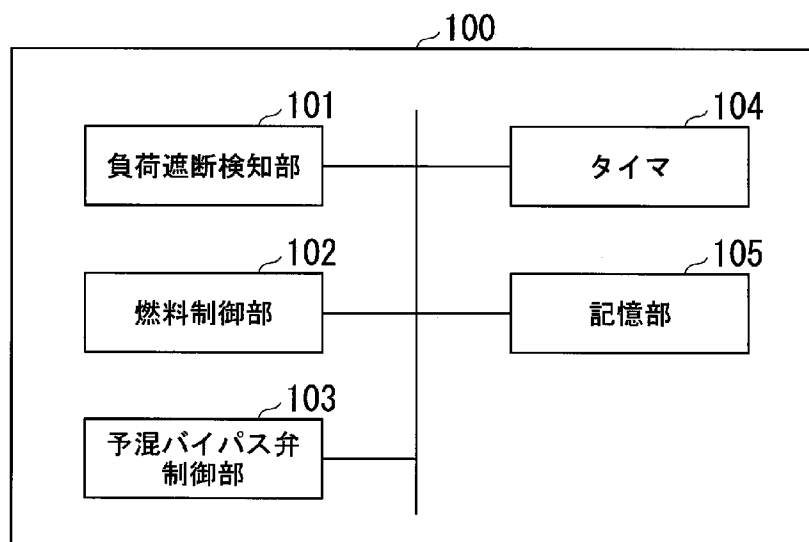
[図3]



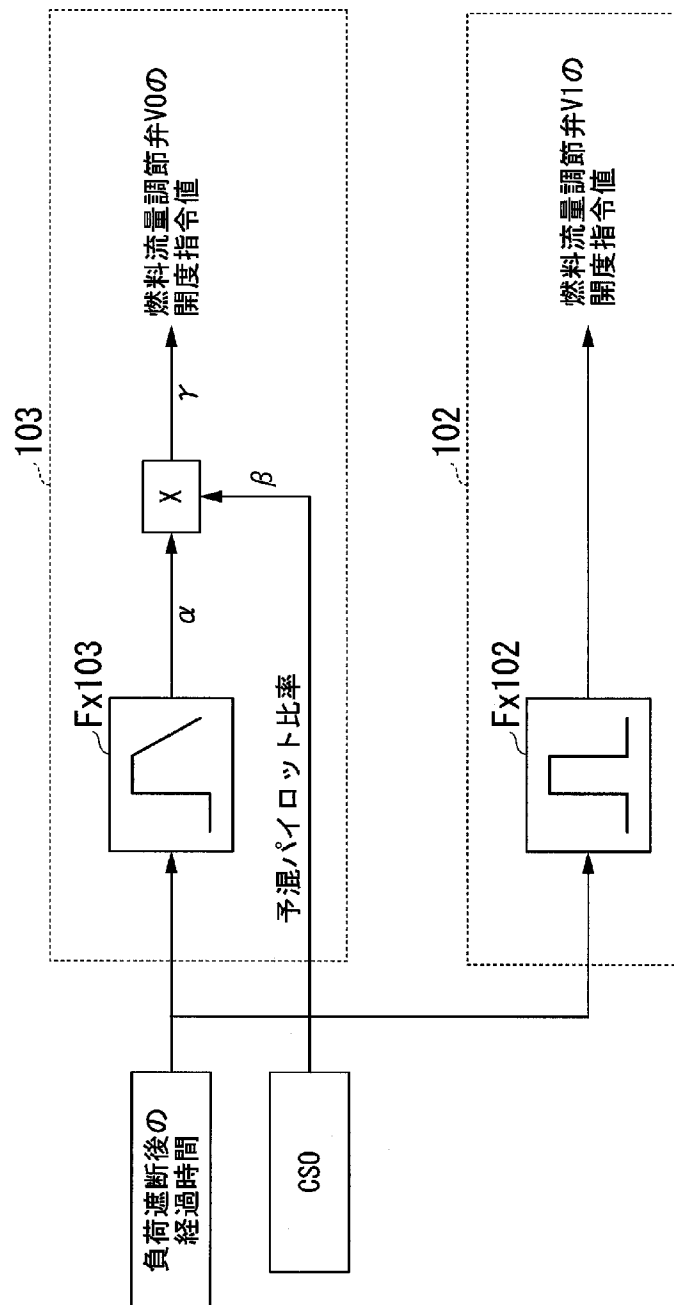
[図4]



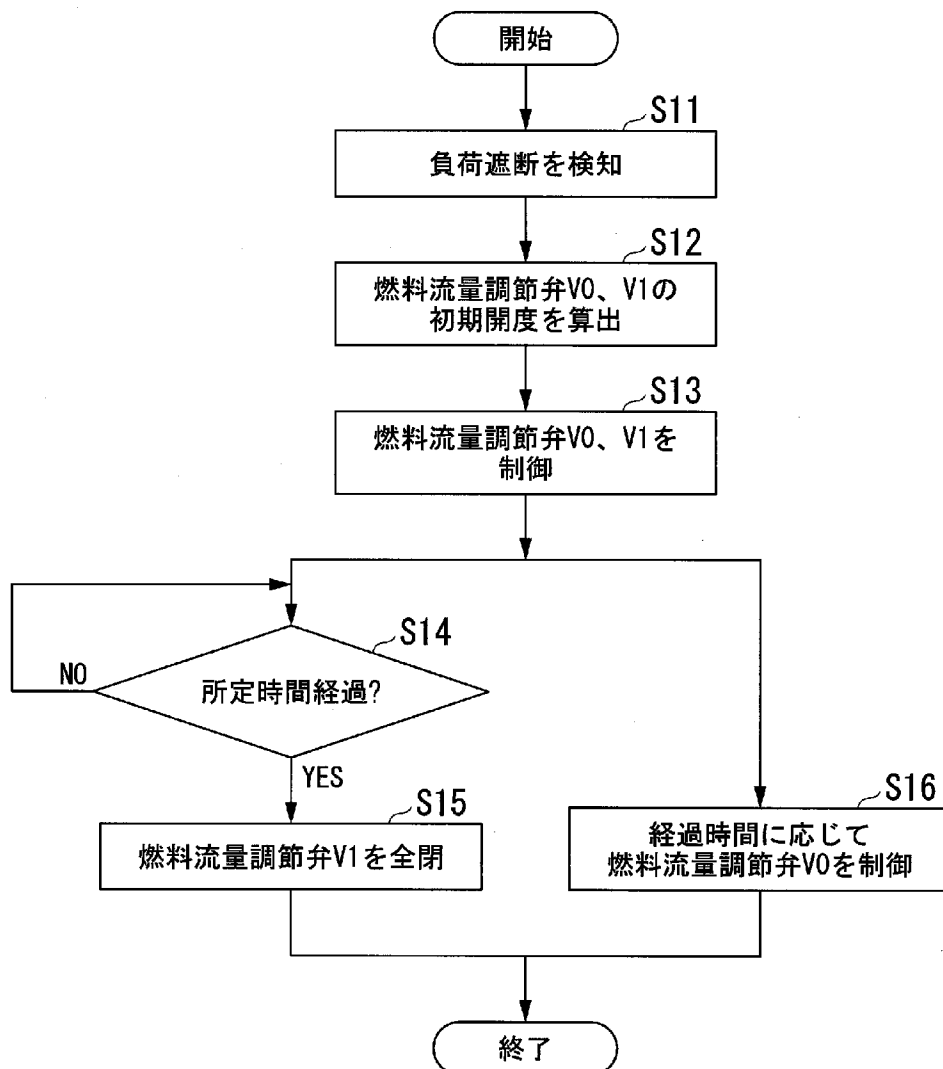
[図5]



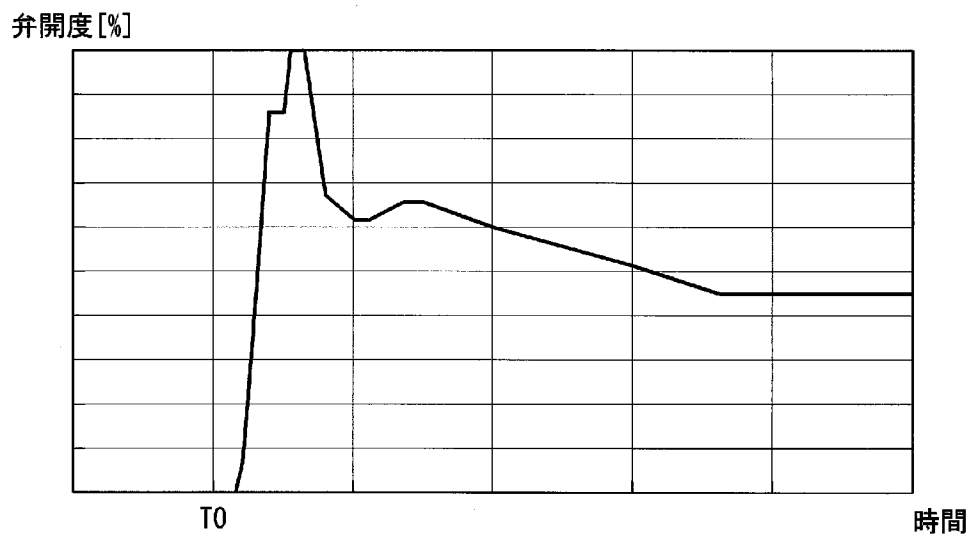
[図6]



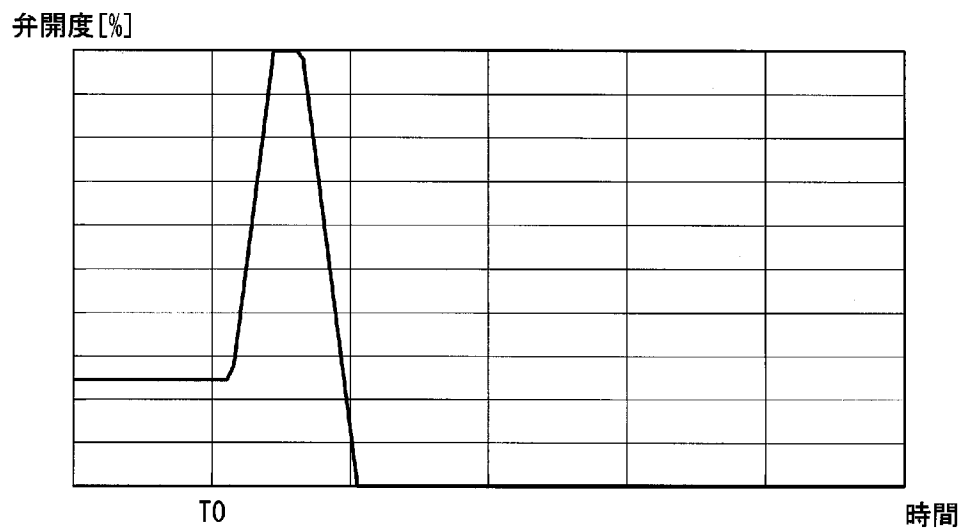
[図7]



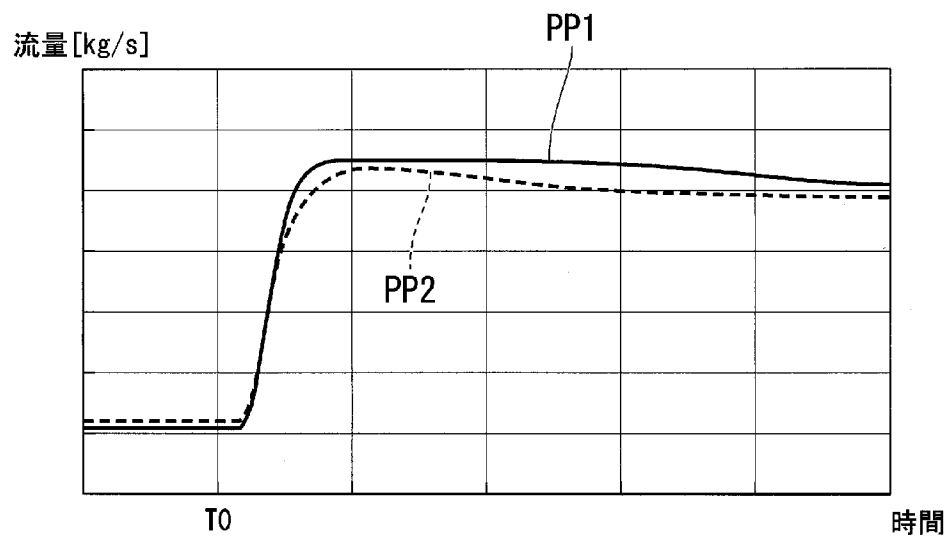
[図8]



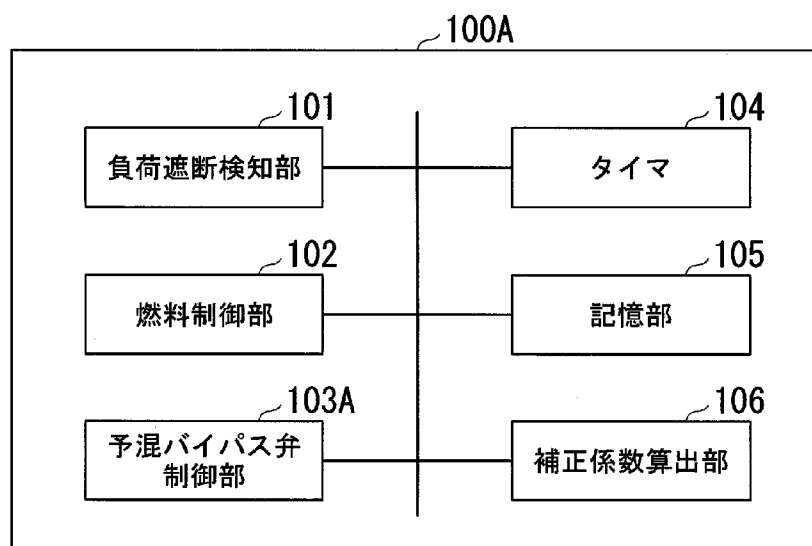
[図9]



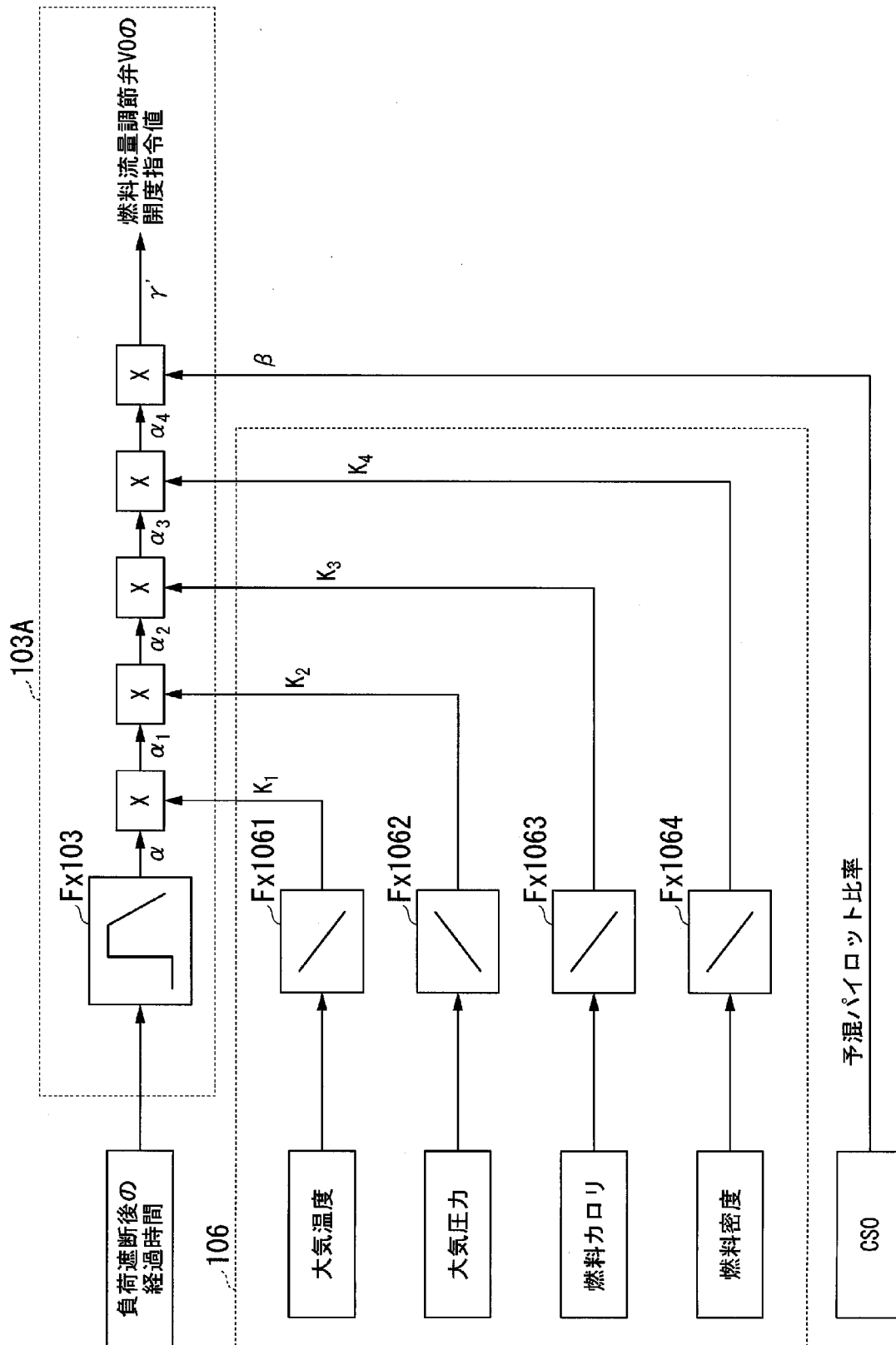
[図10]



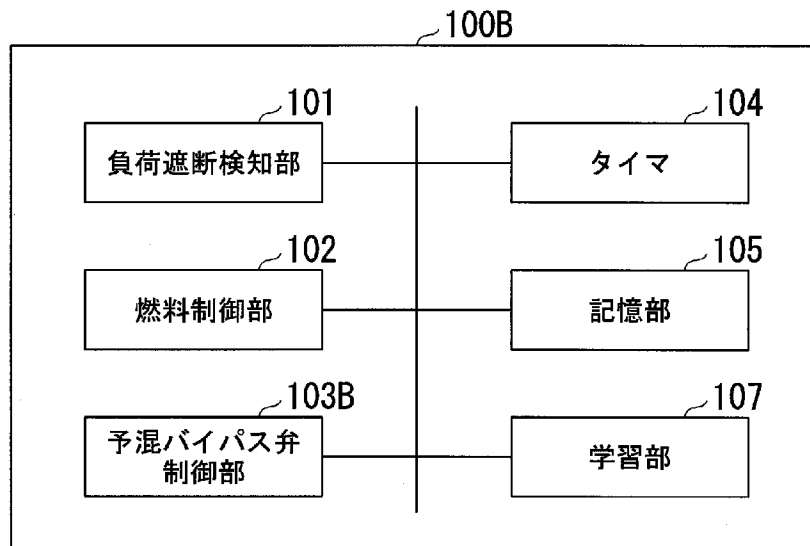
[図11]



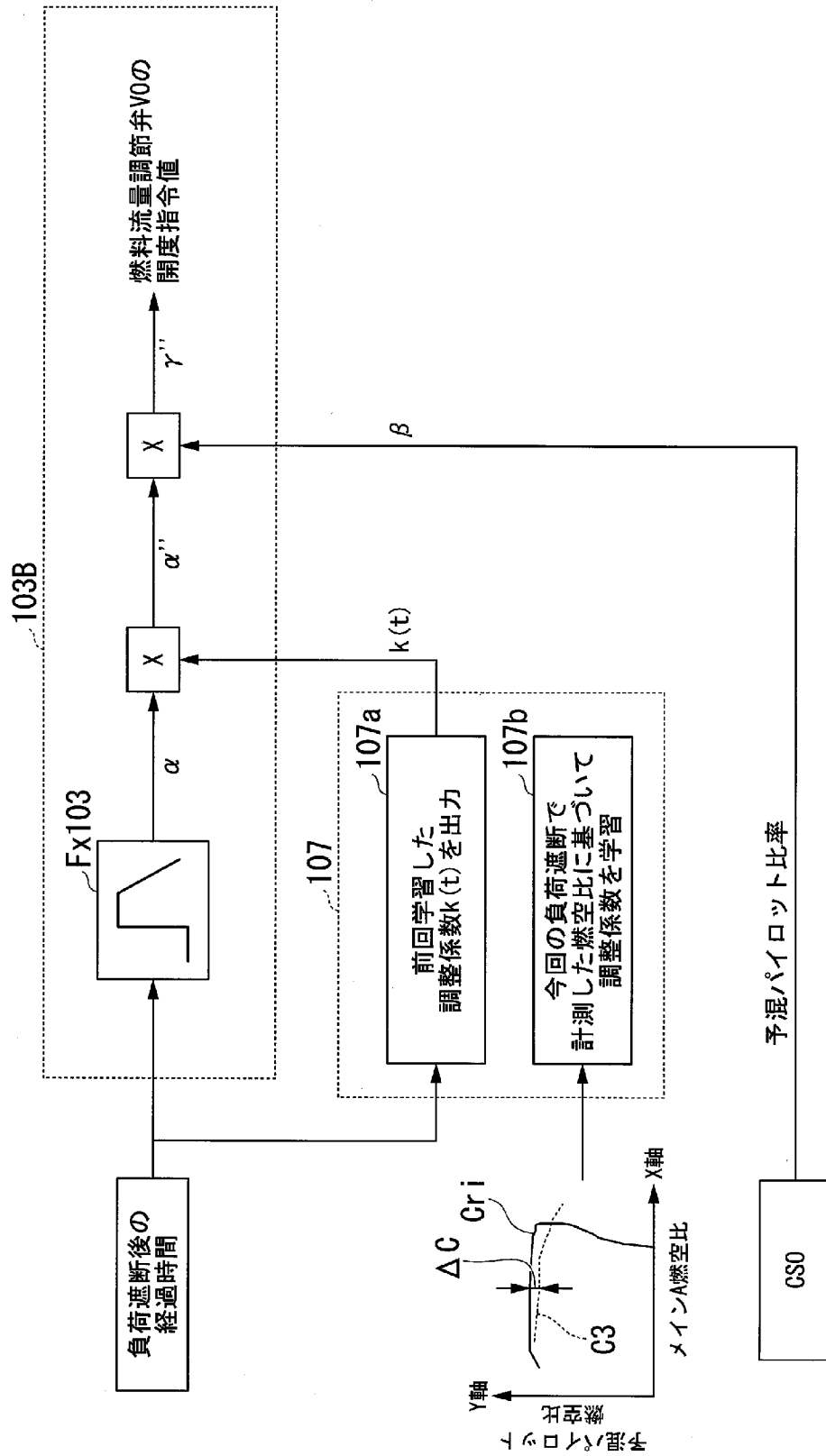
[図12]



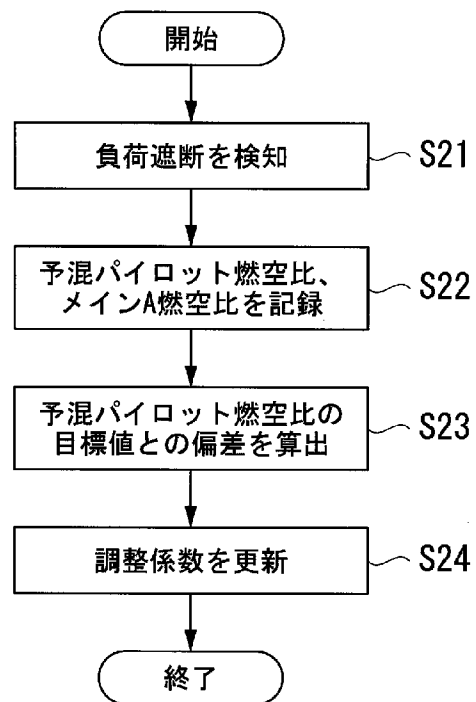
[図13]



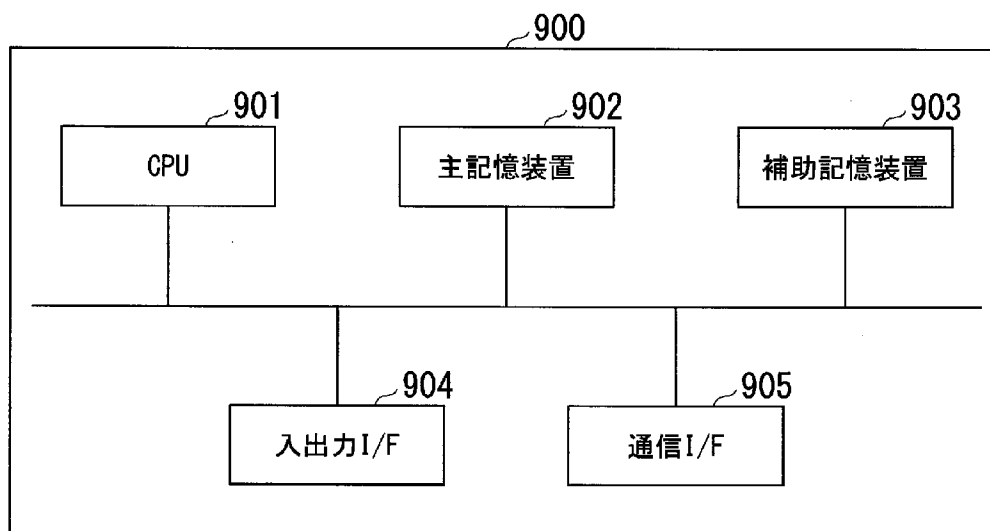
[図14]



[図15]



[図16]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/043574

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F02C9/28 (2006.01) i, F02C7/224 (2006.01) i, F02C9/46 (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. F02C9/28, F02C7/224, F02C9/46

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 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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 2014-163390 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 08                                     | 1-4, 8, 14,           |
| Y         | September 2014, paragraphs [0011]-[0018], fig. 1-4                                 | 16-17                 |
| A         | & US 2014/0238041 A1, paragraphs [0017]-[0024],                                    | 13                    |
|           | fig. 1-4 & DE 102014101990 A1                                                      | 5-7, 9-12, 15,        |
|           |                                                                                    | 18-19                 |



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

06.02.2019

Date of mailing of the international search report

19.02.2019

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/JP2018/043574

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                     | Relevant to claim No.      |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Y<br>A    | JP 2013-113201 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 10 June 2013, paragraphs [0034]-[0039], [0077]-[0084], fig. 1, 9 & US 2014/0230449 A1, paragraphs [0047]-[0054], [0098]-[0108], fig. 1, 9 & EP 2752568 A1 & KR 10-2014-0071385 A & CN 103946516 A | 13<br>1-12, 14-19          |
| X<br>A    | JP 11-270850 A (TOSHIBA CORPORATION) 05 October 1999, paragraphs [0033]-[0056], [0064]-[0066], [0070], fig. 3, 8<br>(Family: none)                                                                                                                     | 1-3, 8, 13-19<br>4-7, 9-12 |
| X<br>A    | JP 8-61095 A (ABB MANAGEMENT AG) 05 March 1996, paragraphs [0008]-[0018], drawings & US 5680753 A, column 2, line 34 to column 4, line 5, drawings & EP 697507 A2 & DE 4429539 A1 & CN 1122409 A                                                       | 15<br>1-14, 16-19          |
| A         | JP 2014-163300 A (HITACHI, LTD.) 08 September 2014<br>(Family: none)                                                                                                                                                                                   | 1-19                       |
| A         | JP 2013-185454 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 19 September 2013<br>(Family: none)                                                                                                                                                               | 1-19                       |
| A         | WO 2015/124909 A1 (COMBINED CYCLE ENHANCEMENTS LIMITED) 27 August 2015<br>& GB 2523324 A                                                                                                                                                               | 1-19                       |
| A         | JP 2010-281325 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 16 December 2010<br>& US 2010/0307158 A1 & EP 2261484 A2 & CN 101922356 A                                                                                                                                  | 1-19                       |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F02C9/28(2006.01)i, F02C7/224(2006.01)i, F02C9/46(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. F02C9/28, F02C7/224, F02C9/46

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 | 1971-2019年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2019年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2019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<br>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<br>請求項の番号          |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| X               | JP 2014-163390 A（ゼネラル・エレクトリック・カンパニー）<br>2014.09.08, 段落[0011]-[0018], 図 1-4 | 1-4, 8, 14,<br>16-17    |
| Y               | & US 2014/0238041 A1, 段落[0017]-[0024], 図 1-4                               | 13                      |
| A               | & DE 102014101990 A1                                                       | 5-7, 9-12, 15,<br>18-19 |

☒ 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

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.02.2019

国際調査報告の発送日

19.02.2019

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）

齊藤 彬

3 S

5072

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<br>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<br>請求項の番号             |
| Y<br>A                | JP 2013-113201 A (三菱重工業株式会社) 2013. 06. 10,<br>段落[0034]-[0039], [0077]-[0084], 図 1, 9<br>& US 2014/0230449 A1, 段落[0047]-[0054], [0098]-[0108], 図 1, 9<br>& EP 2752568 A1 & KR 10-2014-0071385 A & CN 103946516 A | 13<br>1-12, 14-19          |
| X<br>A                | JP 11-270850 A (株式会社東芝) 1999. 10. 05,<br>段落[0033]-[0056], [0064]-[0066], [0070], 図 3, 8<br>(ファミリーなし)                                                                                                            | 1-3, 8, 13-19<br>4-7, 9-12 |
| X<br>A                | JP 8-61095 A (エー ビー ビー マネージメント アクチエンゲ<br>ゼルシャフト) 1996. 03. 05, 段落[0008]-[0018], 図面<br>& US 5680753 A, 第 2 欄第 34 行-第 4 欄第 5 行, 図面<br>& EP 697507 A2 & DE 4429539 A1 & CN 1122409 A                               | 15<br>1-14, 16-19          |
| A                     | JP 2014-163300 A (株式会社日立製作所) 2014. 09. 08<br>(ファミリーなし)                                                                                                                                                          | 1-19                       |
| A                     | JP 2013-185454 A (三菱重工業株式会社) 2013. 09. 19<br>(ファミリーなし)                                                                                                                                                          | 1-19                       |
| A                     | WO 2015/124909 A1 (COMBINED CYCLE ENHANCEMENTS LIMITED)<br>2015. 08. 27 & GB 2523324 A                                                                                                                          | 1-19                       |
| A                     | JP 2010-281325 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニー)<br>2010. 12. 16<br>& US 2010/0307158 A1 & EP 2261484 A2 & CN 101922356 A                                                                                                  | 1-19                       |