

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年7月2日(02.07.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/097861 A1

- (51) 国際特許分類:
F02C 9/00 (2006.01) F23R 3/00 (2006.01)
F02C 7/00 (2006.01) F23R 3/28 (2006.01)
F02C 9/34 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/085104
- (22) 国際出願日: 2013年12月27日(27.12.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 木村 勇一郎 (KIMURA Yuichiro); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 齋藤 敏彦 (SAITO Toshihiko); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 赤松 真児 (AKAMATSU Shinji); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 森 隆一郎, 外(MORI Ryuichirou et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, 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:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: COMBUSTION CONTROL DEVICE, COMBUSTION SYSTEM, COMBUSTION CONTROL METHOD AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 燃焼制御装置、燃焼システム、燃焼制御方法及びプログラム

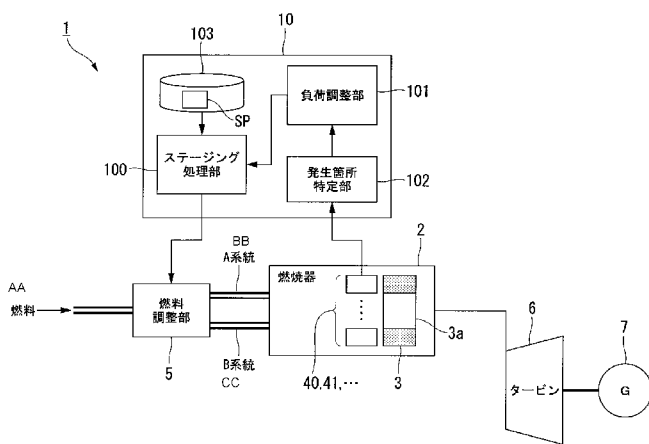


FIG. 1:
 2 Combustor
 5 Fuel adjustment unit
 6 Turbine
 100 Staging processing unit
 101 Load adjustment unit
 102 Occurrence location identification unit
 AA Fuel
 BB A line
 CC B line

(57) Abstract: A combustion system (1) comprises: a combustor (2) having a plurality of staging blocks and flashback sensors (40, 41,...) for sensing for flashbacks occurring at the staging blocks; and a combustion control device (10) for stopping fuel to a staging block where flashback has occurred on the basis of a sensing signal from a flashback sensor (40, 41,...). The combustion control device (10) comprises: a staging processing unit (100) for issuing instructions to start or stop supplying fuel to the staging blocks on the basis of a staging pattern in which operating lines are defined; and a load adjustment unit (101) which, when a sensing signal is inputted from a flashback sensor (40, 41,...), reduces the amount of load to a level at which the supply of fuel to the staging block corresponding to that flashback sensor (40, 41,...) stops.

(57) 要約: 燃焼システム (1) は、複数のステージングブロックと、当該ステージングブロックにおいて発生したフラッシュバックを検知する逆火検知部 (40、41、...) と、を有する燃焼器 (2) と、逆火検知部 (40、41、...) からの検知信号に基づいてフラッシュバックが発生したステージングブロックへの燃料を停止する燃焼制御装置 (10) と、を備え、燃焼制御装置 (10) は、運転ラインを定めたステージングパターンに基づいて、当該ステージングブロック各々への燃料供給または

その停止を指示するステージング処理部 (100) と、逆火検知部 (40、41、...) が入力された場合に、当該逆火検知部 (40、41、...) に対応するステージングブロックへの燃料供給が停止されるレベルまで負荷量を低減する処理を行う負荷調整部 (101) と、を備えている。

WO 2015/097861 A1

明 細 書

発明の名称：

燃焼制御装置、燃焼システム、燃焼制御方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、燃焼制御装置、燃焼システム、燃焼制御方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 一般に、ガスタービン燃焼システムは、低NO_x化のために予混合燃焼方式が採用しているものが多い。このようなガスタービン燃焼システムは、中央に1本の拡散燃焼パイロットノズル、その周りに予混合燃焼させる複数本の予混合ノズル（メインノズル）という配置構造となっている。

[0003] 予混合燃焼方式によるガスタービン燃焼システムでは、予混合器内の燃料温度が可燃域に入るため、予混合器内に火炎がさかのぼる逆火現象（フラッシュバック）が生じる可能性がある。したがって、ガスタービン燃焼システムの安全な運転を維持するため、逆火現象を防止する設計、または、逆火現象を検知してすぐに復帰可能とする設計が求められている。

例えば、逆流火炎（逆火）が発生している状態となっているか否かを逆火解析装置より解析する燃焼システムが開示されている（特許文献1参照）。当該燃焼システムは、解析の結果、逆流火炎の発生の場合、メイン燃料による予混合燃焼を停止し、このメイン燃料を切替え燃料としてパイロット燃料ノズルから噴射する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平8-68537号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1に記載の燃焼システムによれば、フラッシュバツ

クが生じたノズルの燃料供給を遮断するとともに、遮断した燃料を他のノズル（パイロット燃料ノズル等）から流出させる。そうすると、燃焼システム全体の出力の変化は小さいものの、その分当該他のノズルにおいて定格以上の燃焼をする動作を必要とする場合が懸念され、装置に高負荷がかかり得るという問題がある。

[0006] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、その目的は、フラッシュバックが生じた際の復帰、停止処理における装置への負担を軽減することができる燃焼制御装置、燃焼システム、燃焼制御方法及びプログラムを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の第1の態様によれば、燃焼制御装置は、燃焼システムに用いられ、フラッシュバックを検知する逆火検知部からの検知信号に基づいて前記フラッシュバックが発生したメイン燃料ノズルを含むステージングブロックへの燃料供給を停止する燃焼制御装置であって、前記燃焼システムの負荷量と、前記ステージングブロック各々への燃料供給量と、の対応関係を示す運転ラインを定めたステージングパターンに基づいて、当該ステージングブロック各々への燃料供給またはその停止を指示するステージング処理部と、前記逆火検知部から前記検知信号が入力された場合に、当該逆火検知部に対応するステージングブロックへの燃料供給が停止されるレベルまで前記負荷量を低減する処理を行う負荷調整部と、を備える。

[0008] また本発明の第2の態様によれば、上記第1の態様の燃焼制御装置において、前記負荷調整部が、燃料供給が停止するステージングブロックごとに異なるレベルまで前記負荷量を低減する処理を行う。

[0009] また本発明の第3の態様によれば、上記第1または第2の態様の燃焼制御装置において、前記負荷調整部が、前記負荷量を低減する処理の後、前記フラッシュバックが消失した場合において、さらに負荷量を下げて前記燃焼システムの停止処理を実施する。

[0010] また本発明の第4の態様によれば、上記第1または第2の態様の燃焼制御装

置において、前記負荷調整部が、前記負荷量を低減する処理の後、前記フラッシュバックが消失した場合において、再度、負荷量を上昇させて前記燃焼システムの通常運転を再開する。

[0011] また本発明の第5の態様によれば、上記第4の態様の燃焼制御装置において、前記フラッシュバックが発生した後、当該フラッシュバックにより前記燃焼システムが故障していないか否かを、前記燃焼システムの状態量から判定する故障判定部を更に備え、前記負荷調整部は、前記負荷量を低減する処理の後、前記フラッシュバックが消失し、かつ、前記燃焼システムが故障していないと判定した場合に、再度、負荷量を上昇させて前記燃焼システムの通常運転を再開する。

[0012] また本発明の第6の態様によれば、上記第5の態様の燃焼制御装置において、前記故障判定部が、前記フラッシュバック発生前に取得した前記状態量の推移と、当該フラッシュバック発生後に取得した前記状態量の推移と、に基づいて、当該フラッシュバックにより前記燃焼システムが故障していないか否かの判定を行う。

[0013] また本発明の第7の態様によれば、上記第4から第6の態様のいずれかの燃焼制御装置において、前記ステージング処理部が、前記負荷調整部による前記負荷量を低減する処理により前記フラッシュバックが消失した時点における運転状態が、前記ステージングパターンで定められた前記運転ラインから外れている場合に、燃料供給が停止しているステージングブロックと、燃料供給がなされ燃焼処理を継続しているステージングブロックと、の燃料供給先を切り替える処理を行う。

[0014] また本発明の第8の態様によれば、上記第4から第6の態様のいずれかの燃焼制御装置において、前記ステージング処理部が、前記負荷調整部による前記負荷量を低減する処理により前記フラッシュバックが消失した時点における運転状態に応じて、複数の異なるステージングパターンから一を選択し、当該選択されたステージングパターンに基づいて、当該ステージングブロック各々への燃料供給またはその停止を指示する。

- [0015] また本発明の第9の態様によれば、燃焼システムは、上記第1から第8の何れかに記載の燃焼制御装置と、軸線に沿って延びてパイロット燃料が供給されるパイロット燃料ノズルと、前記軸線と平行に延びて前記パイロット燃料ノズルの周囲に複数設けられ、メイン燃料が供給されるメイン燃料ノズルの一以上の組で構成される複数のステージングブロックと、前記複数のステージングブロックのそれぞれに対応して複数設けられ、当該対応するステージングブロックを構成する少なくとも一のメイン燃料ノズルにおいて発生したフラッシュバックを検知する逆火検知部と、を有する燃焼器と、を備える。
- [0016] また本発明の第10の態様によれば、上記第9の態様に記載の燃焼システムは、前記逆火検知部が、前記メイン燃料ノズルの対ごとに設けられ、当該対において発生する前記フラッシュバックが検知可能となるように配されている。
- [0017] 本発明の第11の態様によれば、燃焼制御方法は、燃焼システムに用いられ、フラッシュバックを検知する逆火検知部からの検知信号に基づいて前記フラッシュバックが発生したメイン燃料ノズルを含むステージングブロックへの燃料供給を停止する燃焼制御方法であって、ステージング処理部が、前記燃焼システムの負荷量と、前記ステージングブロック各々への燃料供給量と、の対応関係を示す運転ラインを定めたステージングパターンに基づいて、当該ステージングブロック各々への燃料供給またはその停止を指示し、負荷調整部が、前記逆火検知部から前記検知信号が入力された場合に、当該逆火検知部に対応するステージングブロックへの燃料供給が停止されるレベルまで前記負荷量を低減する処理を行う。
- [0018] 本発明の第12の態様によれば、プログラムは、燃焼システムに用いられ、フラッシュバックを検知する逆火検知部からの検知信号に基づいて前記フラッシュバックが発生したメイン燃料ノズルを含むステージングブロックへの燃料供給を停止する燃焼制御装置のコンピュータを、前記燃焼システムの負荷量と、前記ステージングブロック各々への燃料供給量と、の対応関係を示す運転ラインを定めたステージングパターンに基づいて、当該ステージング

ブロック各々への燃料供給またはその停止を指示するステージング処理手段、前記逆火検知部から前記検知信号が入力された場合に、当該逆火検知部に対応するステージングブロックへの燃料供給が停止されるレベルまで前記負荷量を低減する処理を行う負荷調整手段、として機能させる。

発明の効果

[0019] 上述の燃焼制御装置、燃焼システム、燃焼制御方法及びプログラムによれば、フラッシュバックが生じた際の復帰、停止処理における装置への負担を軽減することができる。

図面の簡単な説明

- [0020] [図1]第1の実施形態に係る燃焼システムの機能構成を示す概略図である。
- [図2]第1の実施形態に係る燃焼器の構造を示す図である。
- [図3]第1の実施形態に係るメイン燃料ノズル群及び逆火検知部の構造を模式的に表した図である。
- [図4]第1の実施形態に係るステージングパターンの例を説明する図である。
- [図5A]第1の実施形態に係る燃焼制御装置の機能を説明する第1の図である。
- 。
- [図5B]第1の実施形態に係る燃焼制御装置の機能を説明する第2の図である。
- 。
- [図6]第1の実施形態に係る燃焼制御装置の処理フローを説明する図である。
- [図7]第2の実施形態に係る燃焼システムの機能構成を示す概略図である。
- [図8]第2の実施形態に係るメイン燃料ノズル群及び逆火検知部の構造を模式的に表した図である。
- [図9A]第2の実施形態に係る燃焼制御装置の機能を説明する第1の図である。
- 。
- [図9B]第2の実施形態に係る燃焼制御装置の機能を説明する第2の図である。
- 。
- [図10]第3の実施形態に係る燃焼システムの機能構成を示す概略図である。
- [図11]第3の実施形態に係る故障判定部の機能を説明する図である。

[図12]第3の実施形態に係る燃焼制御装置の処理フローを説明する図である。
。

[図13]第4の実施形態に係る燃焼システムの機能構成を示す概略図である。

[図14]第4の実施形態に係る燃焼制御装置の機能を説明する図である。

[図15]第4の実施形態に係る燃焼制御装置の処理フローを説明する図である。
。

[図16]第5の実施形態に係る燃焼システムの機能構成を示す概略図である。

[図17A]第5の実施形態に係るステージングパターンの例を説明する第1の図である。

[図17B]第5の実施形態に係るステージングパターンの例を説明する第2の図である。

[図18]第5の実施形態に係る燃焼制御装置の機能を説明する第1の図である。
。

[図19]第5の実施形態に係る燃焼制御装置の機能を説明する第2の図である。
。

[図20]第5の実施形態に係る燃焼制御装置の処理フローを説明する図である。
。

発明を実施するための形態

[0021] <第1の実施形態>

以下、第1の実施形態に係る燃焼システムの一例について図面を参照して説明する。

図1は、第1の実施形態に係る燃焼システムの機能構成を示す概略図である。
。

図1に示すように、第1の実施形態に係る燃焼システム1は、燃焼制御装置10、燃焼器2、燃料調整部5を備えている。

燃焼システム1は、灯油や天然ガスなどの燃料を燃焼し、動力を生成する装置である。燃焼システム1は、生成した動力によりタービン6を回転させ、発電機7を通じて電力を生み出すことができる。

[0022] 燃焼制御装置 10 は、燃焼システム 1 全体の動作を管理する機能部であって、所定のステージングパターン（後述）に基づいて燃焼器 2 への燃料供給を制御し、必要なタービン負荷 L に応じた燃焼器 2 の出力を制御する。

燃焼器 2 は、供給される燃料を実際に燃焼させて熱エネルギーを生成する。燃焼器 2 は、NO_x 排出量低減を目的とした予混合燃焼方式を採用し、パイロット燃料を燃焼室に噴射して拡散燃焼を行うパイロット燃料ノズル 3 a と、これと共にメイン燃料を燃焼用空気と予混合して予混合燃焼を行う複数のメイン燃料ノズル群 3 と、を有する構成としている。また、燃焼器 2 は、メイン燃料ノズル群 3 への 2 つの燃料供給系統（A 系統、B 系統）ごとに燃料が供給される構成となっている（図 2 参照）。

燃料調整部 5 は、燃焼制御装置 10 からの制御信号に応じて、燃焼器 2 への燃料供給量を調整する。具体的には、燃料調整部 5 は、例えば燃料供給系統（A 系統、B 系統等（図 1））を構成する配管の各所に設けられた流量調整弁である。燃料調整部 5 は、A 系統、B 系統それぞれを通じた燃料供給量を独立して調整可能としている。これにより、燃焼制御装置 10 は、燃料調整部 5 へ所望の制御信号を出力することで、A 系統を通じた燃料供給量、B 系統を通じた燃料供給量をそれぞれ独立して制御することができる。

[0023] 図 1 に示すように、燃焼器 2 には、複数の逆火検知部 40、41、・・・が備えられている。逆火検知部 40、41、・・・は、メイン燃料ノズル群 3 において発生したフラッシュバック（逆火現象）を検知する。ここで、フラッシュバックとは、火炎が上流にさかのぼる現象である（図 2 参照）。予混合気体を燃焼させる予混合燃焼は、安定燃焼範囲が狭く、予混合気体の流量の増減による流速変化や燃空比の変動によって、火炎が形成される位置が上流側に移動して、逆火現象が起こり得る。

逆火検知部 40、41、・・・は、このフラッシュバックの発生を検知して、その検知信号を燃焼制御装置 10 に出力する。具体的には、逆火検知部 40、41、・・・は、例えば火炎の発光スペクトルを、光学的検知手段（光ファイバー等）を通じて取得することでフラッシュバックの発生を検知する

。

なお、逆火検知部40、41、・・・は、上記以外の手段（例えば、温度センサ等）によってフラッシュバックの発生を検知するものであっても構わない。

[0024] また図1に示すように、燃焼制御装置10は、ステージング処理部100、負荷調整部101、発生箇所特定部102、及び、所定のステージングパターンSPが記憶された記憶部103を備えている。

ステージング処理部100は、燃料調整部5に対し、予め記憶部103に記憶されたステージングパターンSPに基づいて、メイン燃料ノズル群3（後述するステージングブロック3A、3B）各々への燃料供給またはその停止を指示する。

また、負荷調整部101は、発生箇所特定部102が、フラッシュバックが発生したステージングブロック3A、3Bを特定した場合に、そのフラッシュバックが発生したステージングブロック3A、3Bへの燃料供給が停止されるレベルまで負荷量を低減する処理を行う。

発生箇所特定部102は、逆火検知部40、41、・・・のいずれかから検知信号が入力された場合に、その検知信号を出力した逆火検知部40、41、・・・に対応するステージングブロック3A、3Bを特定することで、いずれのステージングブロックでフラッシュバックが発生したかを特定する。ステージングパターンSP、及び、ステージング処理部100、負荷調整部101の具体的な処理内容については、図4、図5A、図5Bを参照しながら後に説明する。

[0025] 図2は、第1の実施形態に係る燃焼器の構造を示す図である。

図2に示すように、燃焼器2は、軸線20に沿って延びて、パイロット燃料が燃焼し、拡散火炎を形成するコーンを備えたパイロット燃料ノズル3aを備える。そして、パイロット燃料ノズル3aの周囲には、メイン燃料と燃焼用空気との予混合気体を形成し噴出して予混合火炎を形成するメイン燃料ノズル群3が、軸線20と平行に延びて複数配置される。このように、メイン

燃料ノズル群3を備えることで、予混合気体の燃焼により燃焼温度を制御して、排出する燃焼ガスを高温化する。

なお、燃焼器2は、正常動作時、燃焼室Sにおいてコーン状の拡散火炎を形成するが、バックフラッシュ発生時は、その火炎がメイン燃料ノズル群3の先端にまでさかのぼる(図2)。

なお、メイン燃料は、メイン燃料供給口21から、パイロット燃料は、パイロット燃料供給口22から各々供給される。また、メイン燃料は、2つの燃料供給システムにより所定のメイン燃料ノズル群3ごと(ステージングブロックごと)に供給される(図3参照)。

[0026] 図3は、第1の実施形態に係るメイン燃料ノズル群及び逆火検知部の構造を模式的に表した図である。

図3は、図2におけるパイロット燃料ノズル3a及びメイン燃料ノズル群3を正面(軸線20に沿う方向)から見た様子を模式的に表している。

図3に示すように、メイン燃料ノズル群3(8個のメイン燃料ノズル30~37)は、中央のパイロット燃料ノズル3aを中心に円周状に配されている。ここで、3個のメイン燃料ノズル30、31、32は、上述したA系統を通じて燃料が供給されるステージングブロック3Aを構成し、残りの5個のメイン燃料ノズル33~37は、B系統を通じて燃料が供給されるステージングブロック3Bを構成している。つまり、各メイン燃料ノズル30~37は、ステージングブロック3A、3Bごとに燃料が供給されて点火をする構成となっている。

[0027] また、図3に示すように、燃焼器2内部には、複数の逆火検知部40、41、・・・、44を有し、これら逆火検知部40~44が、複数のメイン燃料ノズル30~37で構成されるステージングブロック3A、3Bごとに対応して設けられている。

例えば、図3に示す逆火検知部40は、メイン燃料ノズル30とメイン燃料ノズル31との間に設けられ、これらメイン燃料ノズル30、31でフラッシュバックが発生したときに、検知信号を燃焼制御装置10に出力する。同

様に、逆火検知部42は、メイン燃料ノズル33とメイン燃料ノズル34との間に設けられ、これらメイン燃料ノズル33、34でフラッシュバックが発生したときに、検知信号を燃焼制御装置10の発生箇所特定部102に出力する。このようにすることで、発生箇所特定部102は、いずれの逆火検知部40～44から検知信号が入力されたか、を判別することで、フラッシュバックが発生した箇所が、ステージングブロック3Aか、ステージングブロック3Bか、を特定することができる。例えば、燃焼制御装置10は、逆火検知部40または逆火検知部41から検知信号が入力された場合は、ステージングブロック3Aに属するメイン燃料ノズル30、31、32の何れかでバックフラッシュが発生したものと認識できる。

なお、図3に示すように、逆火検知部40～44が、メイン燃料ノズル30～37の対ごとに設けられ、当該対において発生するフラッシュバックが検知可能となるように配されていることで、逆火検知部40～44の配置数を削減することができる。ただし、逆火検知部40～44の配置の仕方は、図3の態様に限定されるものではなく、例えば、一つのメイン燃料ノズル30、31、・・・のそれぞれに対応するように、逆火検知部40、41、・・・が設けられる態様であってもよい。

[0028] 図4は、第1の実施形態に係るステージングパターンの例を説明する図である。

記憶部103に記憶されるステージングパターンSPは、燃焼システム1への負荷量と、ステージングブロック3A、3B各々への燃料供給量と、の対応関係を示す運転ラインを定めたプログラムである。なお、このステージングパターンSPに則って運転（燃料供給）が行われている状態を「運転ラインに乗っている」等と表現し、ステージングパターンSPに則って運転が行われていない状態を「運転ラインから外れている」等と表現する。

ステージング処理部100は、このステージングパターンSPに基づいて、タービン負荷Lに応じた燃料供給を実施する。例えば、タービン負荷Lが0のとき、ステージングパターンSPによればA系統（ステージングブロック

3 A)、B系統(ステージングブロック3 B)への燃料供給はともにゼロである。ここから負荷調整部101がタービン負荷Lを上昇させると、ステージング処理部100は、ステージングパターンSPに基づいて、まずA系統に燃料を供給し、ステージングブロック3 Aにおける燃焼処理を実施する。ここで例えば、タービン負荷LがL1であったとすると、A系統への燃料供給量はPa1となる。

次に、負荷LがL1からL2($L1 < L2$)に達すると、燃料供給先がB系統へ切り替わり、ステージングブロック3 Bにおける燃焼処理が実施される。さらに、負荷LがL2からL3まで達すると、A系統への燃料供給が再度開始され、ステージングブロック3 A、3 B両方で燃焼処理が実施される。このように、燃焼システム1は、タービン負荷Lの上昇に応じて、A系統、B系統へのそれぞれの燃料の供給量、ひいてはステージングブロック3 A、3 Bにおける燃焼量を、予め定められたステージングパターンSPに基づきながら燃焼システム1を動作させる。

[0029] 図5 A、図5 Bは、第1の実施形態に係る燃焼制御装置の機能を説明する第1、第2の図である。

図5 A、図5 B上段には、逆火検知部40~44(図3)のいずれかが出力する検知信号の時間推移を、図5 A、図5 B下段には、負荷調整部101によるタービン負荷Lの調整と、それに基づいて変動するA系統、B系統への燃料供給量の時間推移を示している。

[0030] ここで、燃焼システム1の運転中、ある時刻tにおいて、ステージングブロック3 Aに属するメイン燃料ノズル30、31、32(図3)のいずれかでフラッシュバックが発生した場合を例として、図5 Aを参照しながら説明する。

時刻tにおいてステージングブロック3 Aでフラッシュバックの発生が生じると、まず逆火検知部40、41のいずれかが、所定の閾値THを上回る検知信号を出力する(図5 A上段参照)。この閾値THを上回る検知信号が入力された発生箇所特定部102は、その出力元が逆火検知部40または41

であることを受け、フラッシュバックがステージングブロック3 A（A系統）で発生したと判定し、負荷調整部101へその旨を通知する。そして、負荷調整部101は、ステージングブロック3 Aへの燃料供給を停止すべく、直ちにタービン負荷LをL2まで低減する処理を行う（図5 A下段参照）。次に、ステージング処理部100は、このタービン負荷Lの低減処理を受け、直ちに低減後のタービン負荷L2に応じた燃料供給を行う。具体的には、ステージング処理部100は、ステージングパターンSP（図4）に基づいて、B系統への燃料供給をPb2とし、A系統への燃料供給をゼロ（停止）とする。

これにより、フラッシュバックがステージングブロック3 Aにおいて発生した瞬間、直ちにA系統への燃料供給が停止される処理が成され、ステージングブロック3 Aにおける燃焼を停止させることができる。

[0031] 同様に、燃焼システム1の運転中、ある時刻tにおいて、ステージングブロック3 Bに属するメイン燃料ノズル33～37（図3）のいずれかでフラッシュバックが発生した場合を例として、図5 Bを参照しながら説明する。時刻tにおいてステージングブロック3 Bでフラッシュバックの発生が生じると、まず逆火検知部42、43、44のいずれかが、所定の閾値THを上回る検知信号を出力する（図5 B上段参照）。この閾値THを上回る検知信号が入力された発生箇所特定部102は、その出力元が逆火検知部42、43、44のいずれかであることを受け、フラッシュバックがステージングブロック3 B（B系統）で発生したと判定し、負荷調整部101へその旨を通知する。そして、負荷調整部101は、ステージングブロック3 Bへの燃料供給を停止すべく、直ちにタービン負荷LをL1まで低減する処理を行う（図5 B下段参照）。

次に、ステージング処理部100は、このタービン負荷Lの低減処理を受け、直ちに低減後のタービン負荷L1に応じた燃料供給を行う。具体的には、ステージング処理部100は、ステージングパターンSP（図4）に基づいて、A系統への燃料供給をPa1とし、B系統への燃料供給をゼロ（停止）

とする。

これにより、フラッシュバックがステージングブロック 3 Bにおいて発生した瞬間、直ちに B 系統への燃料供給が停止される処理が成され、ステージングブロック 3 Bにおける燃焼を停止させることができる。

[0032] 以上のように、負荷調整部 1 0 1 は、ステージングパターン S P が定める運転ラインに基づき、燃料供給が停止するステージングブロック 3 A、3 B ごとに異なるレベル (L 1、L 2) まで負荷量を低減する処理を行う。

[0033] 図 6 は、第 1 の実施形態に係る燃焼制御装置の処理フローを説明する図である。

図 6 に示す処理フローは、燃焼システム 1 の正常運転時、すなわち燃料供給により燃焼室 S (図 2) において正常に燃焼がなされている場合において開始される。

燃焼制御装置 1 0 の発生箇所特定部 1 0 2 (図 1) は、逆火検知部 4 0 ~ 4 4 (図 3) 各々からの検出信号をモニタリングし、当該検出信号が閾値 T H を上回るか否かを判定することで、メイン燃料ノズル群 3 におけるフラッシュバックの発生を検知する (ステップ S 1 0)。ここで、フラッシュバックの発生が検知されない場合 (ステップ S 1 0 : N O) は、発生箇所特定部 1 0 2 は、引き続き検出信号のモニタリングを継続する。

一方、フラッシュバックの発生が検知されたとき (ステップ S 1 0 : Y E S) は、燃焼制御装置 1 0 は、直ちに、フラッシュバックを除去するためのステップ S 1 1 以降の処理に移行する。

[0034] 具体的には、発生箇所特定部 1 0 2 は、フラッシュバックの発生を検知すると、閾値 T H を上回る検出信号を出力した逆火検知部 4 0 ~ 4 4 を特定することで、いずれのステージングブロックでフラッシュバックが発生したかを判定する (ステップ S 1 1)。

発生箇所特定部 1 0 2 が、フラッシュバックがステージングブロック 3 A で発生したと判定した場合 (ステップ S 1 1 : Y E S)、負荷調整部 1 0 1 は、発生箇所特定部 1 0 2 からそのことを示す信号を入力すると、タービン負

荷LをL2まで引き下げる処理を行う。すると、ステージング処理部100は、このタービン負荷LのL2への変更に応じて、Aシステムを介したステージングブロック3Aへの燃料供給を停止する（ステップS12a、図4参照）。

一方、発生箇所特定部102が、フラッシュバックがステージングブロック3Bで発生したと判定した場合（ステップS11：NO）、負荷調整部101は、発生箇所特定部102からそのことを示す信号を入力すると、タービン負荷LをL1まで引き下げる処理を行う。すると、ステージング処理部100は、このタービン負荷LのL1への変更に応じて、Bシステムを介したステージングブロック3Bへの燃料供給を停止する（ステップS12a、図4参照）。

[0035] 続いて、発生箇所特定部102は、引き続き逆火検知部40～44各々からの検出信号をモニタリングし、ステップS12aまたはステップS12bの処理後において、確実にフラッシュバックが消失したか否かを判定する（ステップS13）。

ここで、発生箇所特定部102が、ステップS12aまたはステップS12bの処理後において、確実にフラッシュバックが消失したと判定した場合（ステップS13：YES）、負荷調整部101は、タービン負荷Lを徐々に下げていき、ステージングブロック3A、3Bのうち、燃焼を継続している側の燃料供給も徐々に減らして停止させる（ステップS14）。このように、負荷調整部101がさらに負荷量を下げて自装置の停止処理を実施することで、燃焼システム1は、トリップ（非常時における燃焼の急停止）を行うことなく、通常の運転ラインに乗りながら安全に停止させることができる。一方、発生箇所特定部102が、ステップS12aまたはステップS12bの処理後において、確実にフラッシュバックが消失していないと判定した場合（ステップS13：NO）、非常の燃焼停止手段として、全ての燃料供給を即時遮断し、トリップを実施する（ステップS15）。

[0036] 以上のように、本実施形態に係る燃焼システム1は、フラッシュバックが発

生じた際に、直ちにその発生箇所を特定し（ステップS 1 1）、部分的に燃料供給の停止を行う（ステップS 1 2 a、S 1 2 b）。そして、部分的に燃料供給が停止され、フラッシュバックが適切に消失されたことを検知すると、燃焼システム 1 は、装置の安全確認のため、残った部分による燃焼処理を安全停止させる（ステップS 1 4）。

このように、燃焼システム 1 によれば、フラッシュバックが発生した場合であっても、トリップを行わずに自装置を安全に停止させることができるため、フラッシュバックが生じた際の復帰、停止処理における燃焼システム 1 自身への負担を軽減でき、結果として、装置としての寿命を改善することができる。なお、非常の急停止処理であるトリップを行うと、急激な温度変化に伴い、装置の摩耗、耐久性劣化が進行し、装置の寿命を悪化させることが知られている。

[0037] また、本実施形態に係る燃焼システム 1 は、負荷調整部 1 0 1 の処理の下、フラッシュバックが発生したステージングブロックに応じてタービン負荷 L のみを適切に調整することで、部分的に燃料供給を停止し、フラッシュバック発生状態から回復させる。これにより、フラッシュバック発生時における処理が簡素化され、燃焼システム 1 の制御系全体の信頼性を向上させることができる。

[0038] <第 2 の実施形態>

次に、第 2 の実施形態に係る燃焼システムの一例について図面を参照して説明する。

図 7 は、第 2 の実施形態に係る燃焼システムの機能構成を示す概略図である。

図 7 に示すように、第 2 の実施形態に係る燃焼システム 1 は、第 1 の実施形態（図 1）と同様に、燃焼制御装置 1 0、燃焼器 2、燃料調整部 5 を備えている。なお第 1 の実施形態と同一の機能構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

[0039] 図 7 において、本実施形態に係る燃焼システム 1 は、ステージング処理部 1

00が、ブロック選択部1001を備えている点で、第1の実施形態と異なる。

ブロック選択部1001は、発生箇所特定部102からフラッシュバックが発生したステージングブロック3A、3Bの情報を受け取ると、ステージングブロック3A、3Bのうち、フラッシュバックが発生していない方のステージングブロックを選択する。ステージング処理部100は、ブロック選択部1001が選択したステージングブロックのみで燃焼を継続するように、燃料調整部5を制御する。

ここで、本実施形態に係るステージングブロック3A、3Bは、後述するように、同数のメイン燃料ノズル群3が割り当てられているため、ステージングパターンSPの如何なる段階にあっても、各々が同等の燃焼を実施することができる。

[0040] 図8は、第2の実施形態に係るメイン燃料ノズル群及び逆火検知部の構造を模式的に表した図である。

図8は、第1の実施形態における図3と同様、図2におけるパイロット燃料ノズル3a及びメイン燃料ノズル群3を正面（軸線20に沿う方向）から見た様子を模式的に表している。

図8に示すように、4個のメイン燃料ノズル30～33は、A系統を通じて燃料が供給されるステージングブロック3Aを構成し、残りの4個のメイン燃料ノズル34～37は、B系統を通じて燃料が供給されるステージングブロック3Bを構成している。つまり、ステージングブロック3A、3Bは、第1の実施形態と異なり、それぞれ同数（4個）のメイン燃料ノズル群3を有して構成される。

[0041] また、図8に示すように、燃焼器2内部には、複数の逆火検知部40、41、42、43を有し、これら逆火検知部40～43が、複数のメイン燃料ノズル30～37で構成されるステージングブロック3A、3Bごとに対応して設けられている。

例えば、図8に示す逆火検知部40、41は、メイン燃料ノズル30～33

(ステージングブロック3A)でフラッシュバックが発生したときに、検知信号を燃焼制御装置10に出力する。同様に、逆火検知部42、43は、メイン燃料ノズル34~37(ステージングブロック3B)でフラッシュバックが発生したときに、検知信号を燃焼制御装置10の発生箇所特定部102に出力する。このようにすることで、発生箇所特定部102は、いずれの逆火検知部40~44から検知信号が入力されたか、を判別することで、フラッシュバックが発生した箇所が、ステージングブロック3Aか、ステージングブロック3Bか、を特定することができる。

なお、逆火検知部40~44の配置の仕方は、第1の実施形態と同様、図8の態様に限定されるものではなく、例えば、一つのメイン燃料ノズル30、31、...のそれぞれに対応するように、逆火検知部40、41、...が設けられる態様であってもよい。

[0042] 図9A、図9Bは、第2の実施形態に係る燃焼制御装置の機能を説明する第1、第2の図である。

図9A、図9B上段には、逆火検知部40~43(図8)のいずれかが出力する検知信号の時間推移を、図9A、図9B下段には、負荷調整部101によるタービン負荷Lの調整と、それに基づいて変動するA系統、B系統への燃料供給量の時間推移を示している。

[0043] ここで、燃焼システム1の運転中、ある時刻tにおいて、ステージングブロック3Aに属するメイン燃料ノズル30~33(図8)のいずれかでフラッシュバックが発生した場合を例として、図9Aを参照しながら説明する。時刻tにおいてステージングブロック3Aでフラッシュバックの発生が生じると、まず逆火検知部40、41のいずれかが、所定の閾値THを上回る検知信号を出力する(図9A上段参照)。この閾値THを上回る検知信号が入力された発生箇所特定部102は、その出力元が逆火検知部40または41であることを受け、フラッシュバックがステージングブロック3A(A系統)で発生したと判定し、負荷調整部101へその旨を通知する。本実施形態に係る負荷調整部101は、その通知が入力されると、ステージングブロッ

ク 3 A、3 B の何れか一方の燃焼のみで対応可能なタービン負荷 $L 1'$ (図 9 A 下段) まで低下させる。

一方、発生箇所特定部 102 は、フラッシュバックがステージングブロック 3 A で発生したとの判定を、ステージング処理部 100 のブロック選択部 1001 にも通知する。ブロック選択部 1001 は、この通知により、フラッシュバックが発生していない側のステージングブロック (ステージングブロック 3 B) を選択する。そして、本実施形態に係るステージング処理部 100 は、ブロック選択部 1001 が選択したステージングブロック 3 B のみの燃焼により、負荷調整部 101 で設定されたタービン負荷 $L 1'$ に対応する燃焼を実施する (図 9 A 下段参照)。

これにより、フラッシュバックがステージングブロック 3 A において発生した瞬間、直ちに A 系統への燃料供給が停止される処理が成され、ステージングブロック 3 A における燃焼を停止させることができる。

[0044] 同様に、燃焼システム 1 の運転中、ある時刻 t において、ステージングブロック 3 B に属するメイン燃料ノズル 34 ~ 37 (図 8) のいずれかでフラッシュバックが発生した場合を例として、図 9 B を参照しながら説明する。時刻 t においてステージングブロック 3 B でフラッシュバックの発生が生じると、まず逆火検知部 42、43 のいずれかが、所定の閾値 T_H を上回る検知信号を出力する (図 9 B 上段参照)。この閾値 T_H を上回る検知信号が入力された発生箇所特定部 102 は、その出力元が逆火検知部 42 または 43 であることを受け、フラッシュバックがステージングブロック 3 B (B 系統) で発生したと判定し、負荷調整部 101 へその旨を通知する。このとき、本実施形態に係る負荷調整部 101 は、図 9 A の場合と同一のタービン負荷 $L 1'$ (図 9 B 下段) まで低下させる。

一方、発生箇所特定部 102 は、フラッシュバックがステージングブロック 3 B で発生したとの判定を、ブロック選択部 1001 にも通知する。ブロック選択部 1001 は、この通知により、フラッシュバックが発生していない側のステージングブロック (ステージングブロック 3 A) を選択する。そし

て、本実施形態に係るステージング処理部100は、ブロック選択部1001が選択したステージングブロック3Aのみの燃焼により、負荷調整部101で設定されたタービン負荷L1'に対応する燃焼を実施する（図9B下段参照）。

これにより、フラッシュバックがステージングブロック3Bにおいて発生した瞬間、直ちにB系統への燃料供給が停止される処理が成され、ステージングブロック3Bにおける燃焼を停止させることができる。

[0045] なお、図9A、図9Bを用いて説明した燃焼制御装置10の各処理は、第1の実施形態における処理フロー（図6）のうち、ステージングブロック3Aまたはステージングブロック3Bへの燃料供給停止処理（ステップS12aまたはステップS12b）に対応するものである。本実施形態に係る燃焼制御装置10の処理フローは、それ以外の処理ステップにおいては、第1の実施形態と同等であるため、その説明を省略する。

[0046] 以上のように、第2の実施形態に係る燃焼システム1によっても、フラッシュバックが発生した場合であっても、トリップを行わずに自装置を安全に停止させることができるため、燃焼システム1自身への負担を軽減でき、結果として、装置としての寿命を改善することができる。

[0047] また、本実施形態に係る燃焼システム1は、ステージングブロック3A、3Bが、互いに同等の燃焼能力を有しているため、単一のステージングブロックで対応可能なタービン負荷（タービン負荷L1'）であれば、ステージングブロック3A、3Bの何れにおける燃焼であってもよい。したがって、負荷調整部101は、フラッシュバックが発生したステージングブロックに合わせてタービン負荷Lの値を変更する必要がないので、フラッシュバック発生時の処理を一層簡素化することができる。

[0048] <第3の実施形態>

次に、第3の実施形態に係る燃焼システムの一例について図面を参照して説明する。

図10は、第3の実施形態に係る燃焼システムの機能構成を示す概略図であ

る。

図10に示すように、第3の実施形態に係る燃焼システム1は、第1の実施形態(図1)、第2の実施形態(図7)と同様に、燃焼制御装置10、燃焼器2、燃料調整部5を備えている。なお第1の実施形態及び第2の実施形態と同一の機能構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

[0049] 図10において、本実施形態に係る燃焼システム1は、燃焼制御装置10が故障判定部104を備え、また、燃焼器2からの燃焼ガスの流路に状態量センサ23を備えている点で、第2の実施形態と異なる。

故障判定部104は、フラッシュバックが発生した後、当該フラッシュバックにより燃焼器2が損傷していないか否かを、燃焼システム1の状態量から間接的に判定する。この状態量とは、状態量センサ23を介して取得されるパラメータであって、具体的には、例えば、燃焼器2からタービン6へ向かう排ガスの組成(NO_x 、CO等の濃度)である。

以下、本実施形態においては、状態量センサ23は、排ガスの NO_x 濃度を取得可能なガスセンサであることを例に説明する。ただし、状態量センサ23は、その他、燃焼処理中の燃焼システム1の振動を検出する振動センサ、金属の温度分布を取得する温度センサ、またはこれらの組み合わせ等であってもよく、故障判定部104も、これらの変形に応じて評価の対象とするパラメータを変形可能である。

[0050] 図11は、第3の実施形態に係る故障判定部の機能を説明する図である。

本実施形態に係る故障判定部104は、図11の実線又は破線に示すような状態量(NO_x 濃度)の推移をフラッシュバック発生の前後において取得し、これらを比較する。具体的には、故障判定部104は、まず燃焼システム1の正常運転時において、状態量センサ23を介して取得される NO_x 濃度の推移を記憶する(図11実線)。そして、何れかのメイン燃料ノズル群3においてフラッシュバックが発生し、燃焼制御装置10による回復処理(ステップS11~S13(図6))が実施された後、故障判定部104は、燃焼制御装置10による正常運転への復帰の際に、再度、 NO_x 濃度の推移を

取得し（図 1 1 破線）、フラッシュバック発生前の推移（図 1 1 実線）と比較する。

例えば、図 1 1 の場合、故障判定部 1 0 4 は、フラッシュバック発生前に取得した NO_x 濃度の推移（実線）と、フラッシュバック発生後に取得した NO_x の推移（破線）とが、大きく異なっていることを検出する。より具体的には、故障判定部 1 0 4 は、フラッシュバック発生前の NO_x 濃度の推移（実線）を中心とした一定幅の閾値 P、Q（図 1 1）を設定し、フラッシュバック発生後の NO_x 濃度の推移が、当該閾値 P、Q の範囲内に収まっていないことを検出する。

この場合、故障判定部 1 0 4 は、フラッシュバックにより、燃焼器 2 内部において何らかの破損、損傷が生じているものと判断し、その旨を通知する信号を負荷調整部 1 0 1 に出力する。

[0051] 図 1 2 は、第 3 の実施形態に係る燃焼制御装置の処理フローを説明する図である。

ここで、第 1 の実施形態及び第 2 の実施形態と同一の処理ステップについては、同一の符号を付してその説明を省略する。

[0052] 図 1 2 に示す処理フローは、燃焼システム 1 の正常運転時、すなわち燃料供給により燃焼室 S（図 2）において正常に燃焼がなされている場合において開始される。なお本実施形態に係る故障判定部 1 0 4 は、この正常運転時の段階において、状態量センサ 2 3 を介して NO_x 濃度の推移（図 1 1 の実線）を取得している。

[0053] 第 1 の実施形態（第 2 の実施形態）に係る燃焼制御装置 1 0 は、ステップ S 1 3（図 6）において、発生箇所特定部 1 0 2 が、確実にフラッシュバックが消えたことを判定すると、安全確認のために、ステップ S 1 4（図 6）において、正常運転を維持しながら燃焼システム 1 を停止する処理を行った。しかし、本実施形態に係る燃焼制御装置 1 0 は、ステップ S 1 3 において、発生箇所特定部 1 0 2 が、確実にフラッシュバックが消えたことを判定すると、負荷調整部 1 0 1 は、引き下げたタービン負荷 L を再度上昇させ、正常

運転を再開する（ステップS30）。このとき、ステージング処理部100は、ステージングパターンSP（図4）を参照しながら、再度上昇するタービン負荷Lに応じてA系統、B系統を通じての燃料供給を増加させていく。

[0054] 本実施形態に係る故障判定部104は、ステップS30における正常運転再開処理において、再度、状態量センサ23を介してNOx濃度の推移（図11の破線）を取得する。そして、故障判定部104は、最初の正常運転時において取得したNOx濃度の推移（図11の実線）と、フラッシュバック状態から回復した後の正常運転再開時において取得したNOx濃度の推移（図11の破線）とを比較して、フラッシュバック発生による燃焼器2の故障、損傷がないかを判定する（ステップS31）。具体的には、上述したように、故障判定部104は、フラッシュバック発生前のNOx濃度の推移（実線）を中心とした一定幅の閾値P、Q（図11）を設定し、フラッシュバック発生後のNOx濃度の推移が、当該閾値P、Qの範囲内に収まっているか、否かに基づいて、故障、損傷の有無を判定する。

[0055] NOx濃度の推移を比較した結果、故障判定部104がフラッシュバック発生による燃焼器2の故障、損壊があると判定すると（ステップS31：YES）、負荷調整部101及びステージング処理部100は、タービン負荷Lを徐々に下げて燃料供給量を減らし、燃焼システム1を安全に停止させる（ステップS14）。

一方、フラッシュバック発生前後におけるNOx濃度の推移に差異が無く、故障判定部104がフラッシュバック発生による燃焼器2の故障、損壊がないと判定すると（ステップS31：NO）、負荷調整部101及びステージング処理部100は、ステップS30の正常運転をそのまま継続する（ステップS32）。このように、負荷調整部101が再度、負荷量を上昇させて自装置の通常運転を再開することで、燃焼システム1をフラッシュバック発生前の運転段階に復帰させることができる。

[0056] 第1、第2の実施形態に係る燃焼システム1は、フラッシュバック状態からの回復後、安全確認のため、常に、燃焼処理を安全停止させていた（図6の

ステップS14)。しかし、本実施形態に係る燃焼システム1は、フラッシュバック状態からの回復後は、正常運転を再開する。そして、本実施形態に係る燃焼システム1は、その正常運転再開の過程において、状態量（NO_x濃度）の推移に異常があれば、燃焼器2が損壊したものとして、運転停止処理に移行する。このようにすることで、本実施形態に係る燃焼システム1は、フラッシュバック回復処理後において燃焼器2の故障、損壊が見られない場合、すぐに正常運転を再開することができる。

[0057] <第4の実施形態>

次に、第4の実施形態に係る燃焼システムの一例について図面を参照して説明する。

図13は、第4の実施形態に係る燃焼システムの機能構成を示す概略図である。

図13に示すように、第4の実施形態に係る燃焼システム1は、第1～第3の実施形態と同様に、燃焼制御装置10、燃焼器2、燃料調整部5を備えている。なお第1～第3の実施形態と同一の機能構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

[0058] 図13に示すように、本実施形態に係る燃焼システム1は、第2の実施形態に係る燃焼システム1において、ステージング処理部100が、さらにステージング切替部1002を備えている。

ステージング切替部1002は、フラッシュバック状態から回復し、直ちに正常運転を再開させる際に、予め用意されたステージングパターンSPが定める運転ラインから外れたか否かを判定する。そして、ステージング切替部1002は、フラッシュバック状態から回復した時点において、ステージングパターンSPが定める運転ラインから外れていると判定したときは、現在燃料供給が停止しているステージングブロックと、燃料供給がなされ燃焼処理を継続しているステージングブロックと、を切り替えて、ステージングパターンSPが定める運転ラインに乗せる処理を行う。

[0059] 図14は、第4の実施形態に係る燃焼制御装置の機能を説明する図である。

図14は、燃焼システム1がステージングパターンSP1に従って正常運転している場合において、時刻 t_1 で、ステージングブロック3Bを構成するメイン燃料ノズル34、35、36、37（図8参照）のいずれかでフラッシュバックが発生した場合における燃焼制御装置10の復帰処理を表している。

このとき、負荷調整部101は、直ちにタービン負荷 L を L_1' まで低減させるとともに、ステージング処理部100は、フラッシュバックが発生していない方のステージングブロック3Aを選択してタービン負荷 L_1' に対応する燃焼を行う。タービン負荷 L_1' は、単一のステージングブロックのみで対応可能な負荷量であるから、時刻 t_1' において、ステージング処理部100によりステージングブロック3Bへの燃料供給が停止され、ステージングブロック3Bで発生したフラッシュバックは消失する。

[0060] 次に、時刻 t_2 において、発生箇所特定部102が、確実にフラッシュバックが消失したと判定すると、負荷調整部101は、正常運転を再開すべく、再び負荷を上昇させる処理を行う。この際、ステージング処理部100のステージング切替部1002は、ステージングパターンSPが定める運転ラインから外れているか否かを判定し、外れていると判定したときは、現在燃料供給が停止しているステージングブロック3Bと、燃料供給がなされ燃焼処理を継続しているステージングブロック3Aと、を切り替える処理を行う。例えば、ステージングパターンSPが定める通常の運転ラインにおいて、タービン負荷 L_1' に対しては、ステージングブロック3Bのみの燃焼で対応する場合、時刻 $t_1' \sim t_2$ における運転状態は、通常の運転ラインから外れていることになる。したがって、ステージング切替部1002は、燃料供給がなされているステージングブロック3Aと、フラッシュバック発生により燃料供給が停止されたステージングブロック3Bと、の燃料供給先を切り替える処理を行う。これにより、ステージング処理部100は、タービン負荷 L_1' に対応して、ステージングブロック3Bへの燃料供給を開始するとともに、ステージングブロック3Aへの燃料供給を停止し、ステージングパ

ターンSPで定められた通常の運転ラインに復帰する処理を行う。

[0061] 図15は、第4の実施形態に係る燃焼制御装置の処理フローを説明する図である。

ここで、第1～第3の実施形態と同一の処理ステップについては、同一の符号を付してその説明を省略する。

[0062] 本実施形態に係る燃焼制御装置10の処理フローは、第3の実施形態と同様に、フラッシュバック状態からの回復後（ステップS13：YES）に、燃焼システム1の通常運転を再開する（ステップS30）。ただし、本実施形態においては、燃焼システム1の通常運転を再開する前に、ステージング切替部1002が、フラッシュバック回復後（図14、時刻 t_1' ～ t_2 ）の運転状態がステージングパターンSPで定められている運転ラインから外れているか否かを判定する（ステップS40）。具体的には、ステージング切替部1002は、フラッシュバック回復後の時点において実際に燃焼を維持しているステージングブロックと、ステージングパターンSPが定める通常の運転ラインにおいてタービン負荷 L_1' に対応して燃焼すべきステージングブロックと、が一致しているか否かを判定する。

そして、運転状態がステージングパターンSPで定められている通常の運転ラインから外れていると判定した場合（ステップS40：NO）、ステージング切替部1002は、燃焼するステージングブロックを切り替える処理を行う（ステップS41）。

[0063] 例えば、フラッシュバック発生からの回復運転（時刻 t_1' 以降（図14））において燃焼中のステージングブロックが「ステージングブロック3A」であって、一方、ステージングパターンSPが定める通常の運転ラインにおいてタービン負荷 L_1' に対応して燃焼すべきステージングブロックが「ステージングブロック3B」であった場合、ステージング切替部1002は、その運転状態がステージングパターンSPで定められている運転ラインから外れていると判定する（ステップS40：NO）。そして、ステージング切替部1002は、その判定と共に、燃料の供給先をステージングブロック3

Aからステージングブロック3 Bへと切り替える（図14、時刻t2）。なお、このとき、ステージング処理部100は、燃料の供給量自体は変化させないようにし、タービン負荷L1'が変動しないようにする。

[0064] 一方、フラッシュバックからの回復後の運転状態がステージングパターンSPで定められている通常の運転ラインと一致している判定した場合（ステップS40：YES）、ステージング切替部1002は、そのまま、ステージングパターンSPで定められた通常の運転ラインにしたがって正常運転を再開する（ステップS30）。

[0065] 以上の処理により、燃焼システム1は、フラッシュバック回復処理により通常の運転ラインから外れたときは、燃焼すべきステージングブロックを切り替えて、強制的に通常の運転ラインに復帰させる処理を行う。これにより、燃焼システム1は、以降の運転については、通常の運転ライン（ステージングパターンSP）にしたがって正常運転を再開することができる。

このようにすることで、燃焼システム1は、通常の運転ラインを定めた一種類のステージングパターンSPのみで、フラッシュバック発生後も正常運転を再開することができ、装置の低コスト化を図ることができる。

[0066] <第5の実施形態>

次に、第5の実施形態に係る燃焼システムの一例について図面を参照して説明する。

図16は、第5の実施形態に係る燃焼システムの機能構成を示す概略図である。

図16に示すように、第5の実施形態に係る燃焼システム1は、第1～第4の実施形態と同様に、燃焼制御装置10、燃焼器2、燃料調整部5を備えている。なお第1～第4の実施形態と同一の機能構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

[0067] 図16に示すように、本実施形態に係る燃焼システム1は、第2の実施形態に係る燃焼システム1において、ステージング処理部100が、さらにパターン選択部1003を備えている。また、記憶部103には、ステージング

プログラムSP1と、ステージングプログラムSP2の2パターンが記憶されている。

パターン選択部1003は、フラッシュバック状態から回復した後の運転状態に応じて、燃焼システム1の正常運転再開時に適用する運転ラインを、ステージングプログラムSP1、SP2から選択する。

[0068] 図17A、図17Bは、第5の実施形態に係るステージングパターンの例を説明する第1、第2の図である。

本実施形態に係る記憶部103には、2種類のステージングパターンSP1、SP2が記憶される。

本実施形態に係るステージング処理部100は、例えば、通常運転時には、ステージングパターンSP1に基づいて、タービン負荷Lに応じた燃料供給を実施する。具体的には、運転開始時、負荷調整部101がタービン負荷Lを上昇させると、ステージング処理部100は、ステージングパターンSP1に基づいて、最初にA系統にのみ燃料を供給し、ステージングブロック3Aにおける燃焼処理を実施する。そして、一定以上タービン負荷Lが上昇すると、B系統にも燃料供給が開始され、タービン負荷L2'の段階においては、A系統へ供給量Pa2'、B系統へ供給量Pb2' (Pa2'、Pb2' > 0)の燃料が供給される。

[0069] 一方、ステージングパターンSP2は、ステージングパターンSP1と異なる運転ラインを定めている。図17A、図17Bに示すステージングプログラムSP2によれば、負荷調整部101がタービン負荷Lを上昇させると、ステージング処理部100は、最初にB系統にのみ燃料を供給し、ステージングブロック3Bにおける燃焼処理を実施する。そして、一定以上タービン負荷Lが上昇すると、A系統にも燃料供給が開始され、タービン負荷L2'の段階においては、A系統へ供給量Pa2'、B系統へ供給量Pb2'の燃料が供給される。つまり、ステージングパターンSP1、SP2は、タービン負荷Lに対応して燃焼すべきステージングブロック3A、3Bが相互に入れ替わって定められている。

[0070] なお、ステージング処理部100がステージングパターンSP2にしたがって運転を行っているときは、パターン選択部1003は、運転状態がステージングパターンSP1に基づく運転ラインと一致（交差）する時点（例えば、タービン負荷LがL2'に達した時点）において、運転中のステージングパターンをSP2からSP1に切り替える処理を行ってもよい。この場合、ステージングパターンSP2は、少なくとも、タービン負荷Lが0～L2'の間における運転ラインが定められていればよい。

[0071] 図18、図19は、第5の実施形態に係る燃焼制御装置の機能を説明する第1の図、第2の図である。

図18は、燃焼システム1がステージングプログラムSP1にしたがって、正常運転している場合において、時刻t1で、ステージングブロック3Bを構成するメイン燃料ノズル34、35、36、37（図8参照）のいずれかでフラッシュバックが発生した場合における燃焼制御装置10の復帰処理を表している。

このとき、負荷調整部101は、直ちにタービン負荷LをL1'まで低減させるとともに、ステージング処理部100は、フラッシュバックが発生していない方のステージングブロック3Aを選択してタービン負荷L1'に対応する燃焼を行う。タービン負荷L1'は、単一のステージングブロックのみで対応可能な負荷量であるから、時刻t1'において、ステージング処理部100によりステージングブロック3Bへの燃料供給が停止され（図18参照）、ステージングブロック3Bで発生したフラッシュバックは消失する。

[0072] 次に、時刻t2において、発生箇所特定部102が、確実にフラッシュバックが消失したと判定すると、負荷調整部101は、正常運転を再開すべく、再び負荷を上昇させる処理を行う。この際、ステージング処理部100のパターン選択部1003は、フラッシュバック回復時における運転状態に応じて、正常運転再開時に使用するステージングパターンを選択する処理を行う。

例えば、図18によれば、時刻t1'～t2において、タービン負荷L1'

に対応してステージングブロック3Aのみが燃焼処理を実施している。この場合、パターン選択部1003は、フラッシュバック回復後の時刻t2における運転状態が、ステージングパターンSP2よりもステージングパターンSP1のほうに近いと判断し、時刻t2以降の正常運転を、ステージングパターンSP1にしたがって実施することを選択する(図18参照)。

[0073] 一方、図19は、燃焼システム1がステージングプログラムSP1にしたがって、正常運転している場合において、時刻t1で、ステージングブロック3Aを構成するメイン燃料ノズル30、31、32、33(図8参照)のいずれかでフラッシュバックが発生した場合における燃焼制御装置10の復帰処理を表している。

このとき、図18に示した場合と同様に、負荷調整部101は、直ちにタービン負荷LをL1'まで低減させ、さらにステージング処理部100は、フラッシュバックが発生していない方のステージングブロック3Bを選択してタービン負荷L1'に対応する燃焼を行う。これにより、ステージングブロック3Aへの燃料供給が停止され(図19参照)、ステージングブロック3Aで発生したフラッシュバックは消失する。

[0074] 次に、時刻t2において、発生箇所特定部102が、確実にフラッシュバックが消失したと判定すると、負荷調整部101は、正常運転を再開すべく、再び負荷を上昇させる処理を行う。

図19によれば、時刻t1'~t2において、タービン負荷L1'に対応してステージングブロック3Bのみが燃焼処理を実施している。この場合、パターン選択部1003は、フラッシュバック回復後の時刻t2における運転状態が、ステージングパターンSP1よりもステージングパターンSP2のほうに近いと判断し、時刻t2以降の正常運転を、ステージングパターンSP2にしたがって実施することを選択する(図19参照)。

[0075] 図20は、第5の実施形態に係る燃焼制御装置の処理フローを説明する図である。

ここで、第1~第4の実施形態と同一の処理ステップについては、同一の符

号を付してその説明を省略する。

[0076] 本実施形態に係る燃焼制御装置10の処理フローは、第3の実施形態と同様に、フラッシュバック状態からの回復後（ステップS13：YES）に、燃焼システム1の通常運転を再開する（ステップS30）。ただし、本実施形態においては、燃焼システム1の通常運転を再開する前に、パターン選択部1003が、フラッシュバック回復後（図14、時刻 t_1' ～ t_2 ）の運転状態が、ステージングパターンSP1、SP2のいずれに近いかを判定する（ステップS50）。そして、時刻 t_2 における運転状態がステージングパターンSP1に近い場合（ステップS50：YES）、パターン選択部1003は、ステージングパターンSP1を選択する（ステップS51a）。また、時刻 t_2 における運転状態がステージングパターンSP2に近い場合（ステップS50：NO）、パターン選択部1003は、ステージングパターンSP2を選択する（ステップS51b）。

ステップS50～S51a、S51bにおける処理の例として、パターン選択部1003は、フラッシュバック回復後（時刻 t_2 ）の時点において、タービン負荷 L_1' に対応して実際に燃焼を維持しているステージングブロックが、ステージングブロック3Aである場合にはステージングパターンSP1を、ステージングブロック3Bである場合にはステージングパターンSP2を選択するようにしてもよい。

[0077] パターン選択部1003がステージングパターンSP1、SP2の何れかを選択すると、ステージング処理部100は、そのステージングパターンにしたがって燃料供給を行う。これにより、燃焼システム1の正常運転が開始される（ステップS30）。なお、ステップS30においてステージングパターンSP2にしたがって運転しているときは、パターン選択部1003は、上述したように、ステージングパターンSP1と一致（交差）する段階で、ステージングパターンSP1に移行してもよい。

[0078] 以上の処理により、燃焼システム1は、フラッシュバック回復処理の後、通常の運転ラインに復帰するにあたり、その時点における運転状態から最も近

い運転ラインを選択しながら軌道修正を行う。このようにすることで、いずれのステージングブロックでフラッシュバックが発生したとしても、そこから通常運転を再開するにあたり、燃料供給先の急峻な切り替えが起こらない。つまり、第5の実施形態に係る燃焼システム1は、第4の実施形態に係る燃焼システム1と比較して、ステージングパターンを予め複数用意しておく必要があるものの、その分、フラッシュバック回復処理に合わせたステージングパターンの選択が可能となり、より負荷変動量の小さい運転再開を実現することができる。

[0079] なお、上述した第4、第5の実施形態に係る燃焼制御装置10の処理フローは、それぞれ図15、図20に示したものに限定されることはない。例えば、正常運転再開処理（図15、図20のステップS30）がなされる場合に、さらに第3の実施形態に係る燃焼制御装置10のように、フラッシュバックによる燃焼器2の故障有無判定処理（図12のステップS31）を実施してもよい。この場合、第4、第5の実施形態に係る燃焼制御装置10は、故障判定部104を備えるものとする。

[0080] なお、上述の各実施形態に係る燃焼システム1は、いずれも、2つのステージングブロック3A、3Bを有し、ステージングブロック3A、3Bごとに燃焼処理を実施する態様として説明した。しかし、当該実施形態に係る燃焼システム1は、この態様に限定されず、例えば、3つ以上のステージングブロックを有する態様であってもよい。この場合、ステージングパターンSP（SP1、SP2）は、タービン負荷Lに応じた3つ以上の各ステージングブロックへの燃料の供給量を定めるものとする。

[0081] なお、上述の燃焼制御装置10は、内部にコンピュータシステムを有している態様であってもよい。そして、上述した燃焼制御装置10の各処理の過程は、プログラムの形式でコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記憶されており、このプログラムをコンピュータが読み出して実行することによって、上記処理が行われる。ここで、コンピュータ読み取り可能な記録媒体とは、磁気ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM（Compact Disk Read Only Me

mory) または半導体メモリ等をいう。また、このコンピュータプログラムを通信回線によってコンピュータに配信し、この配信を受けたコンピュータが当該プログラムを実行するようにしても良い。

また燃焼制御装置10は、上述した各機能部が、さらにネットワークを介して接続された複数の装置に分散して具備されるものであってもよい。

[0082] 以上、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものとする。

産業上の利用可能性

[0083] 上述の燃焼システム、燃焼制御装置、燃焼制御方法及びプログラムによれば、フラッシュバックが生じた際の復帰、停止処理における装置への負担を軽減することができる。

符号の説明

[0084] 1・・・燃焼システム
10・・・燃焼制御装置
100・・・ステージング処理部
101・・・負荷調整部
102・・・発生箇所特定部
103・・・記憶部
104・・・故障判定部
1001・・・ブロック選択部
1002・・・ステージング切替部
1003・・・パターン選択部
2・・・燃焼器
21・・・メイン燃料供給口

- 2 2 . . . パイロット燃料供給口
- 2 3 . . . 状態量センサ
- 3 . . . メイン燃料ノズル群
- 3 a . . . パイロット燃料ノズル
- 3 0 ~ 3 7 . . . メイン燃料ノズル
- 4 0 ~ 4 4 . . . 逆火検知部
- 5 . . . 燃料調整部
- 6 . . . タービン
- 7 . . . 発電機

請求の範囲

- [請求項1] 燃焼システムに用いられ、フラッシュバックを検知する逆火検知部からの検知信号に基づいて前記フラッシュバックが発生したメイン燃料ノズルを含むステージングブロックへの燃料供給を停止する燃焼制御装置であって、
前記燃焼システムの負荷量と、前記ステージングブロック各々への燃料供給量と、の対応関係を示す運転ラインを定めたステージングパターンに基づいて、当該ステージングブロック各々への燃料供給またはその停止を指示するステージング処理部と、
前記逆火検知部から前記検知信号が入力された場合に、当該逆火検知部に対応するステージングブロックへの燃料供給が停止されるレベルまで前記負荷量を低減する処理を行う負荷調整部と、
を備える燃焼制御装置。
- [請求項2] 前記負荷調整部は、
燃料供給が停止するステージングブロックごとに異なるレベルまで前記負荷量を低減する処理を行う
請求項1に記載の燃焼制御装置。
- [請求項3] 前記負荷調整部は、
前記負荷量を低減する処理の後、前記フラッシュバックが消失した場合において、さらに負荷量を下げて前記燃焼システムの停止処理を実施する
ことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の燃焼制御装置。
- [請求項4] 前記負荷調整部は、
前記負荷量を低減する処理の後、前記フラッシュバックが消失した場合において、再度、負荷量を上昇させて前記燃焼システムの通常運転を再開する
ことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の燃焼制御装置。
- [請求項5] 前記フラッシュバックが発生した後、当該フラッシュバックにより前

記燃焼システムが故障していないか否かを、前記燃焼システムの状態量から判定する故障判定部を更に備え、

前記負荷調整部は、

前記負荷量を低減する処理の後、前記フラッシュバックが消失し、かつ、前記燃焼システムが故障していないと判定した場合に、再度、負荷量を上昇させて前記燃焼システムの通常運転を再開することを特徴とする請求項4に記載の燃焼制御装置。

[請求項6]

前記故障判定部は、

前記フラッシュバック発生前に取得した前記状態量の推移と、当該フラッシュバック発生後に取得した前記状態量の推移と、に基づいて、当該フラッシュバックにより前記燃焼システムが故障していないか否かの判定を行う

ことを特徴とする請求項5に記載の燃焼制御装置。

[請求項7]

前記ステージング処理部は、

前記負荷調整部による前記負荷量を低減する処理により前記フラッシュバックが消失した時点における運転状態が、前記ステージングパターンで定められた前記運転ラインから外れている場合に、燃料供給が停止しているステージングブロックと、燃料供給がなされ燃焼処理を継続しているステージングブロックと、の燃料供給先を切り替える処理を行う

ことを特徴とする請求項4から請求項6の何れか一項に記載の燃焼制御装置。

[請求項8]

前記ステージング処理部は、

前記負荷調整部による前記負荷量を低減する処理により前記フラッシュバックが消失した時点における運転状態に応じて、複数の異なるステージングパターンから一を選択し、当該選択されたステージングパターンに基づいて、当該ステージングブロック各々への燃料供給またはその停止を指示する

ことを特徴とする請求項4から請求項6の何れか一項に記載の燃焼制御装置。

[請求項9] 請求項1から請求項8の何れか一項に記載の燃焼制御装置と、軸線に沿って延びてパイロット燃料が供給されるパイロット燃料ノズルと、前記軸線と平行に延びて前記パイロット燃料ノズルの周囲に複数設けられ、メイン燃料が供給されるメイン燃料ノズルの一以上の組で構成される複数のステージングブロックと、前記複数のステージングブロックのそれぞれに対応して複数設けられ、当該対応するステージングブロックを構成する少なくとも一のメイン燃料ノズルにおいて発生したフラッシュバックを検知する逆火検知部と、を有する燃焼器と、を備えることを特徴とする燃焼システム。

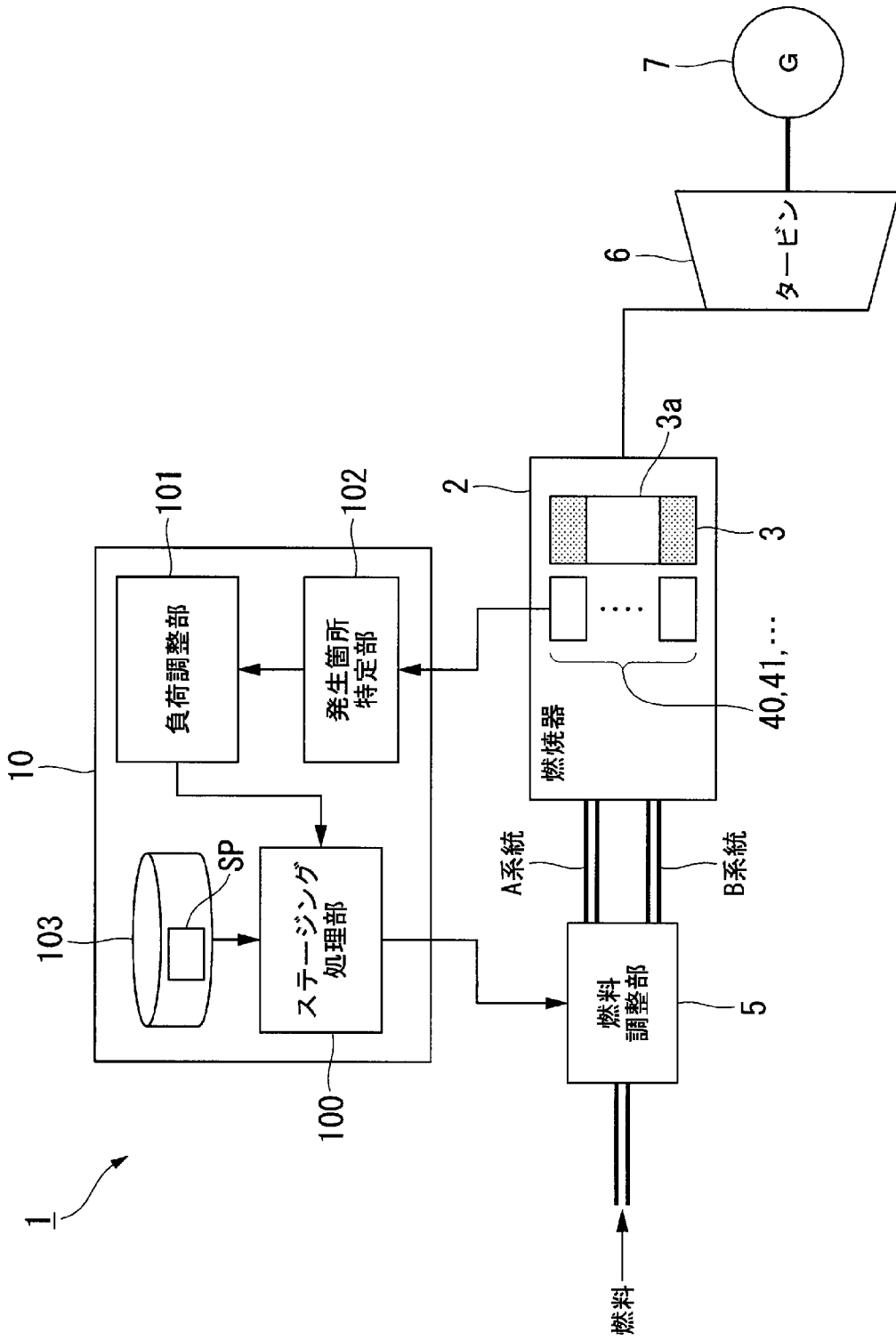
[請求項10] 前記逆火検知部は、前記メイン燃料ノズルの対ごとに設けられ、当該対において発生する前記フラッシュバックが検知可能となるように配されていることを特徴とする請求項9に記載の燃焼システム。

[請求項11] 燃焼システムに用いられ、フラッシュバックを検知する逆火検知部からの検知信号に基づいて前記フラッシュバックが発生したメイン燃料ノズルを含むステージングブロックへの燃料供給を停止する燃焼制御方法であって、ステージング処理部が、前記燃焼システムの負荷量と、前記ステージングブロック各々への燃料供給量と、の対応関係を示す運転ラインを定めたステージングパターンに基づいて、当該ステージングブロック各々への燃料供給またはその停止を指示し、負荷調整部が、前記逆火検知部から前記検知信号が入力された場合に、当該逆火検知部に対応するステージングブロックへの燃料供給が停

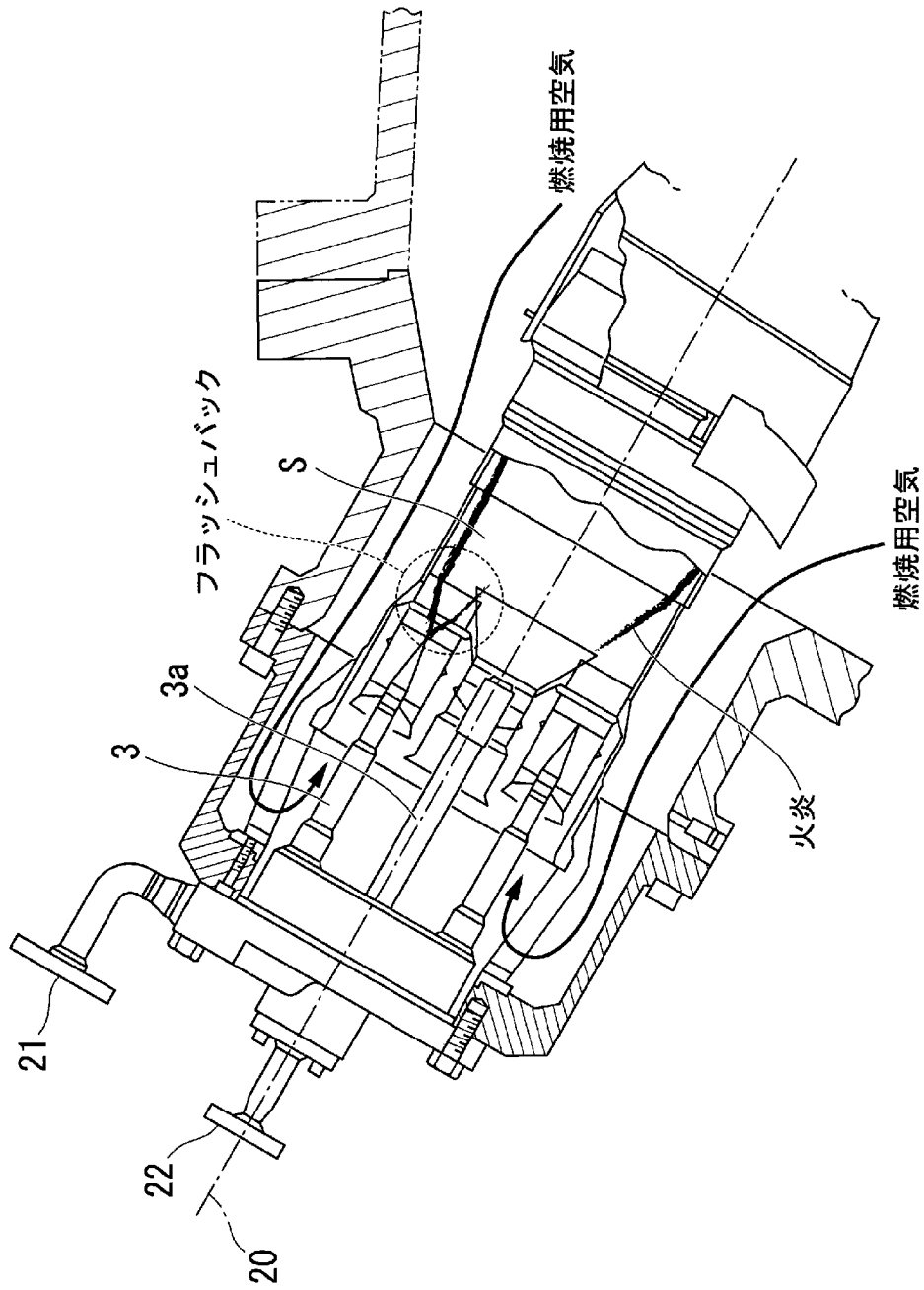
止されるレベルまで前記負荷量を低減する処理を行うことを特徴とする燃焼制御方法。

- [請求項12] 燃焼システムに用いられ、フラッシュバックを検知する逆火検知部からの検知信号に基づいて前記フラッシュバックが発生したメイン燃料ノズルを含むステージングブロックへの燃料供給を停止する燃焼制御装置のコンピュータを、
- 前記燃焼システムの負荷量と、前記ステージングブロック各々への燃料供給量と、の対応関係を示す運転ラインを定めたステージングパターンに基づいて、当該ステージングブロック各々への燃料供給またはその停止を指示するステージング処理手段、
- 前記逆火検知部から前記検知信号が入力された場合に、当該逆火検知部に対応するステージングブロックへの燃料供給が停止されるレベルまで前記負荷量を低減する処理を行う負荷調整手段、
- として機能させることを特徴とするプログラム。

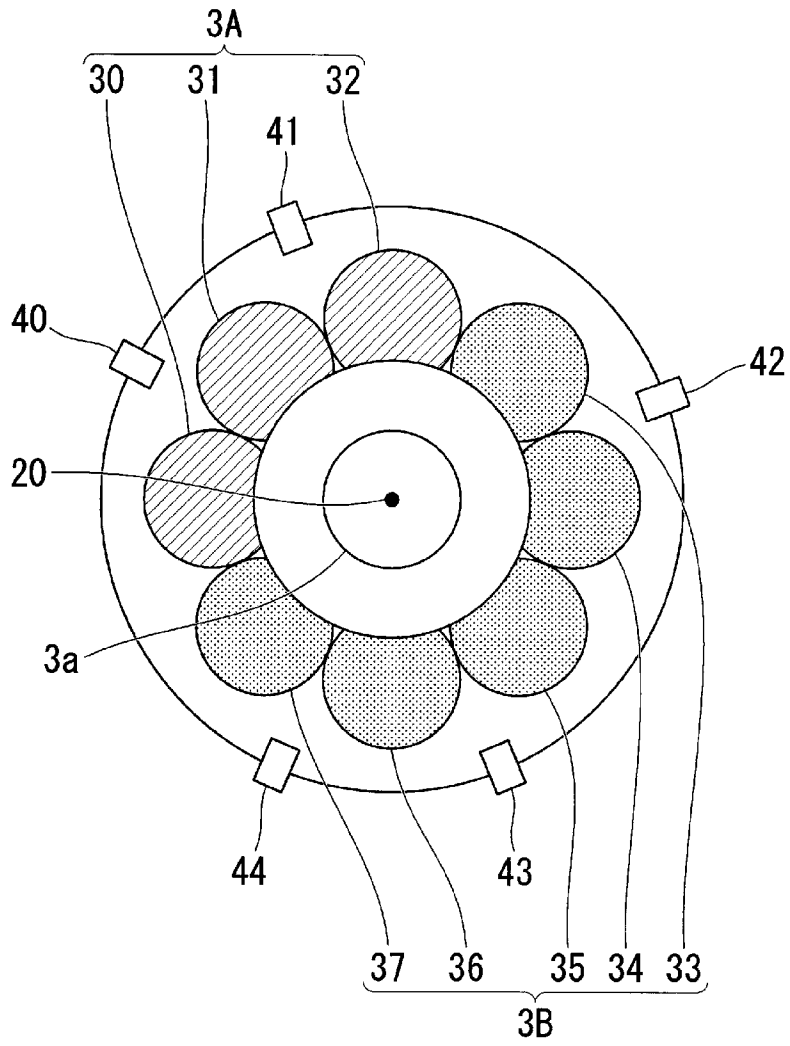
[図1]



[図2]



[図3]



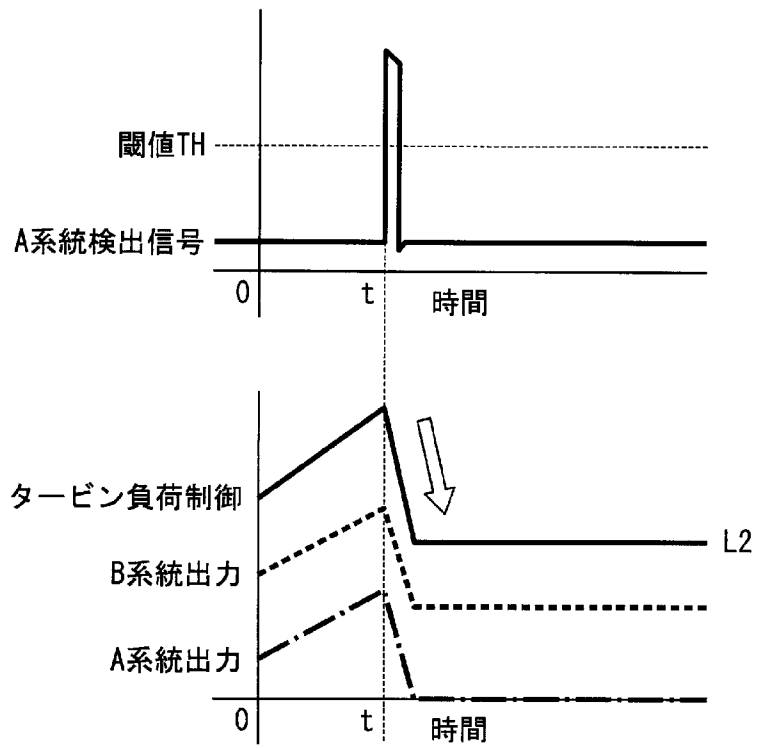
[図4]

<ステージングパターンSP>

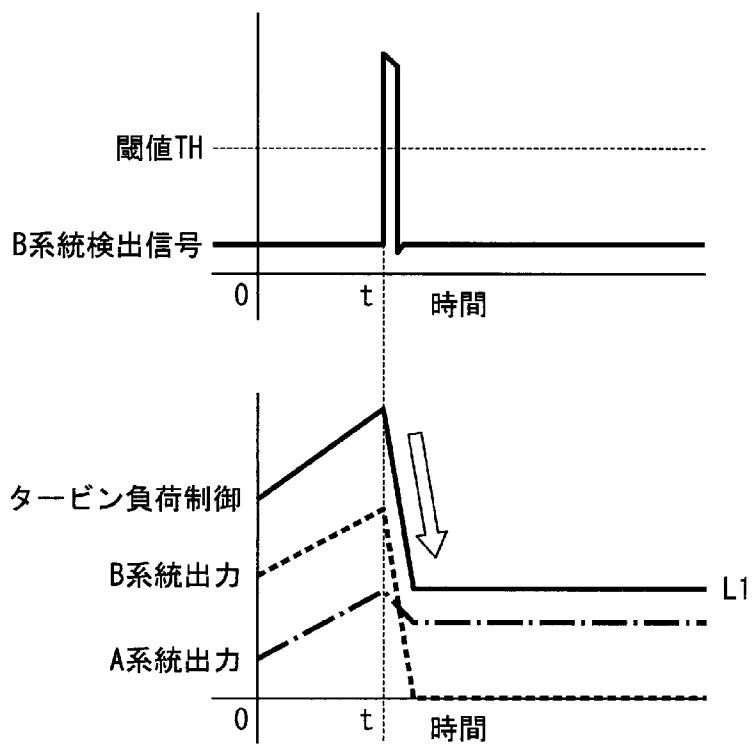
タービン負荷 L	A系統	B系統
0	供給量0 (停止)	供給量0 (停止)
⋮	⋮	⋮
L1	供給量Pa1	供給量0 (停止)
⋮	⋮	⋮
L2	供給量0 (停止)	供給量Pb2
⋮	⋮	⋮
L3	供給量Pa3	供給量Pb3

※ $L3 > L2 > L1 > 0$ ※ $Pa1, Pb2, Pa3, Pb3 > 0$

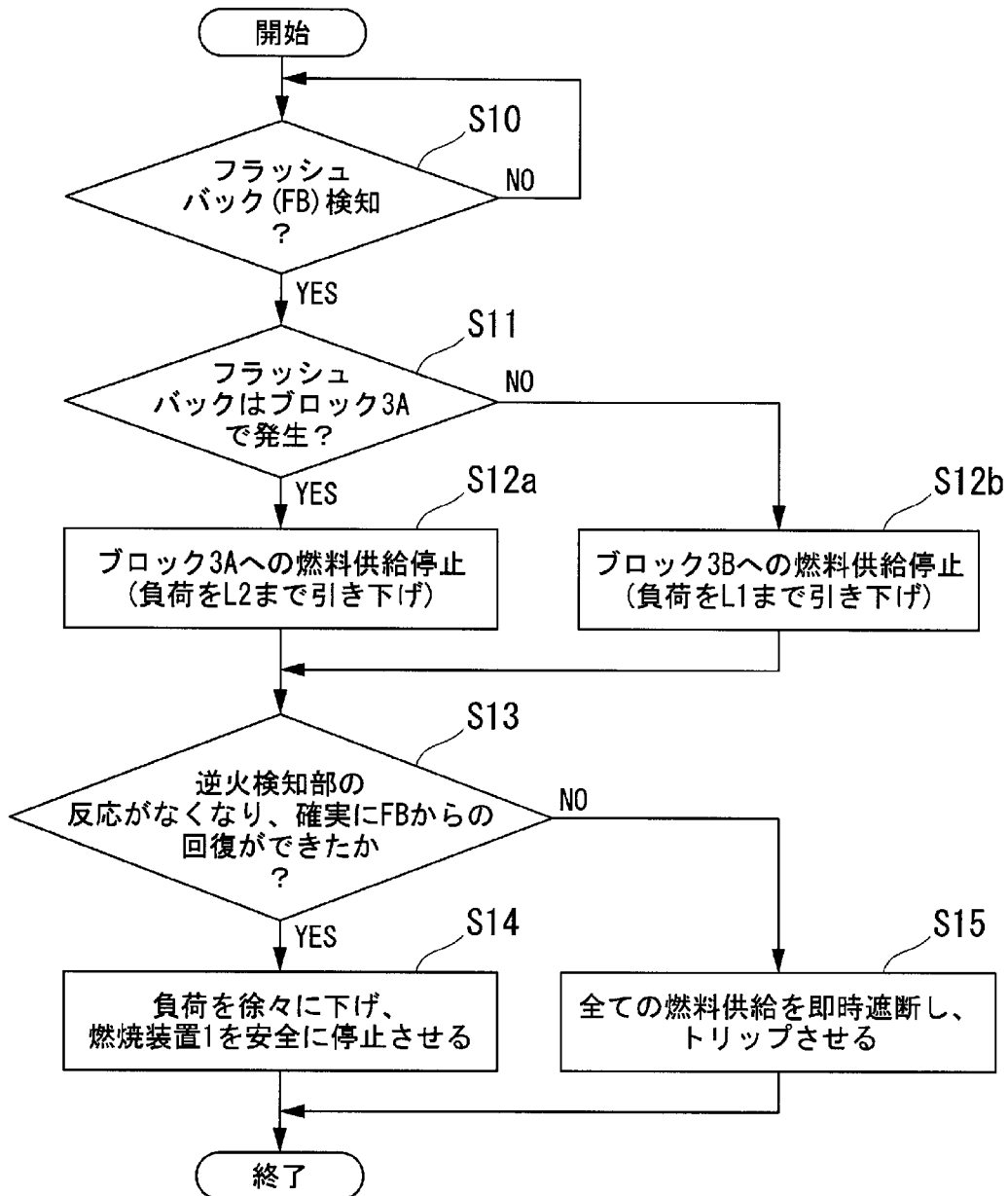
[図5A]



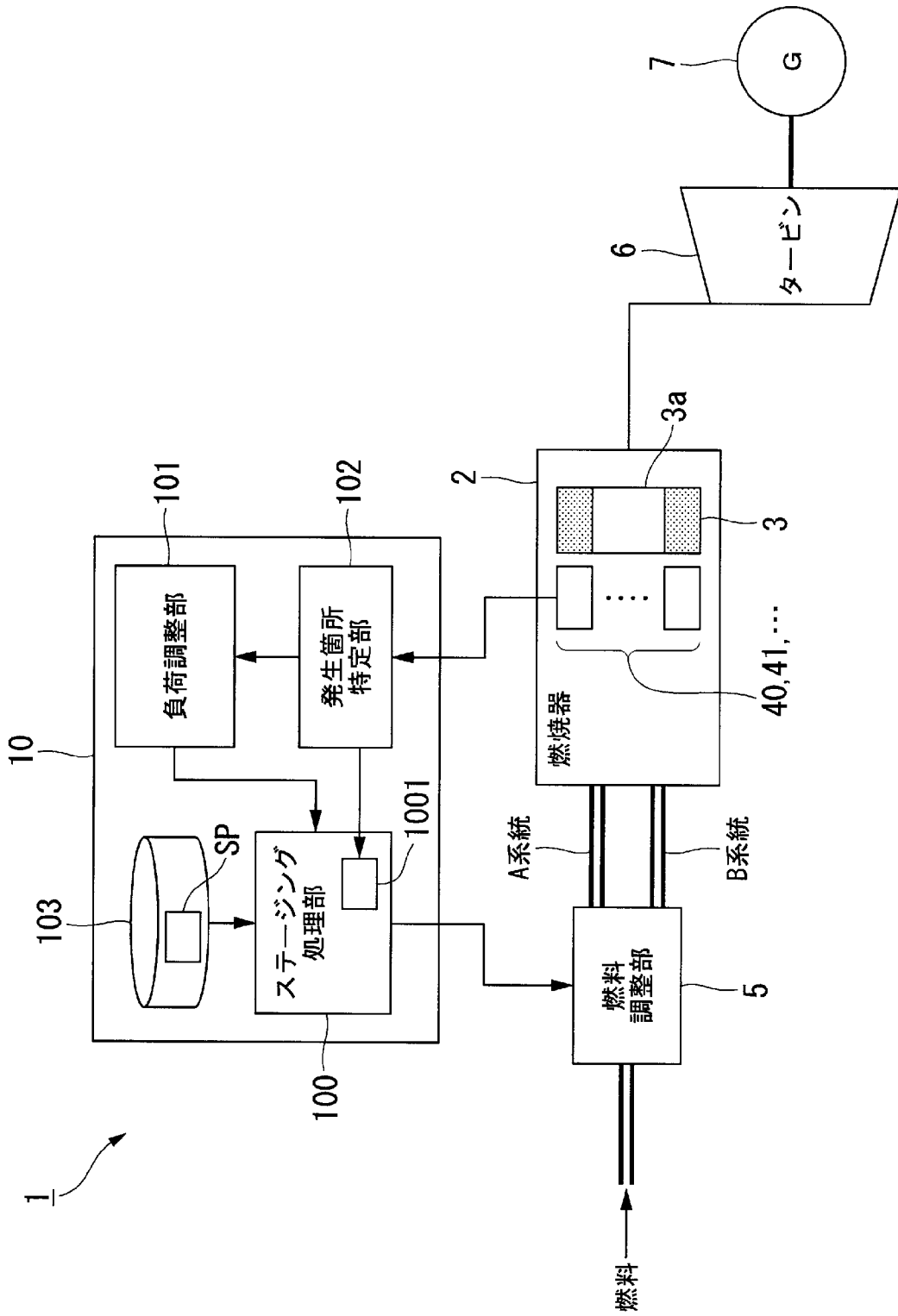
[図5B]



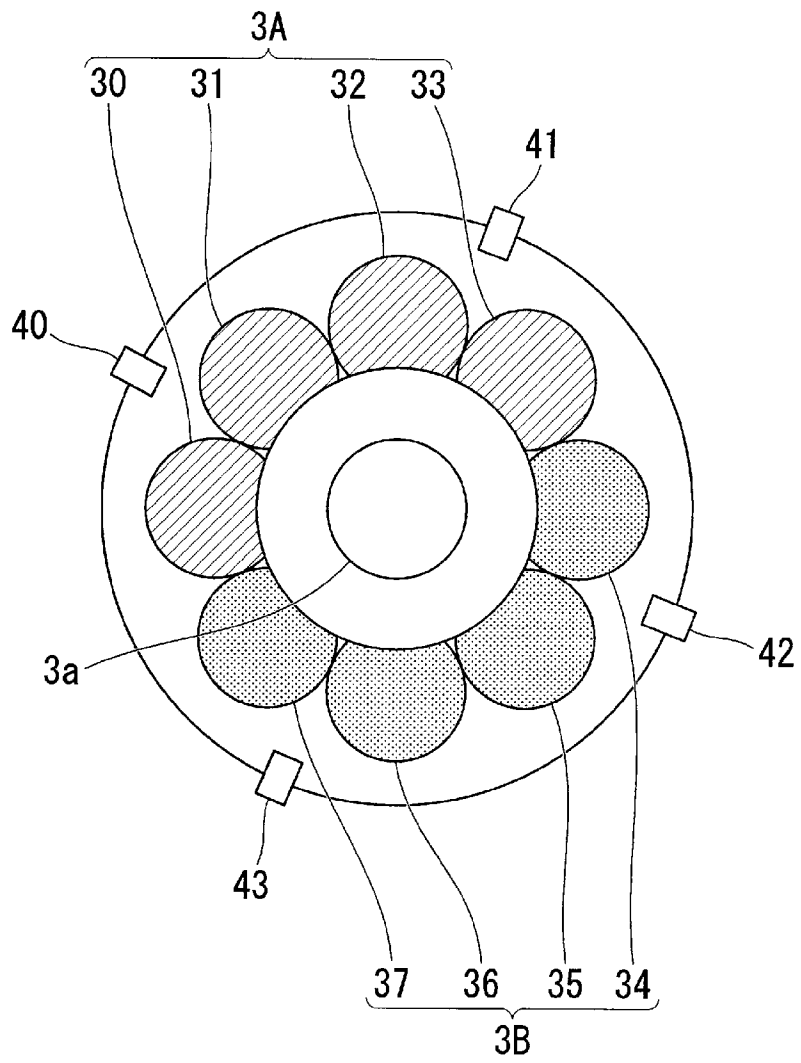
[図6]



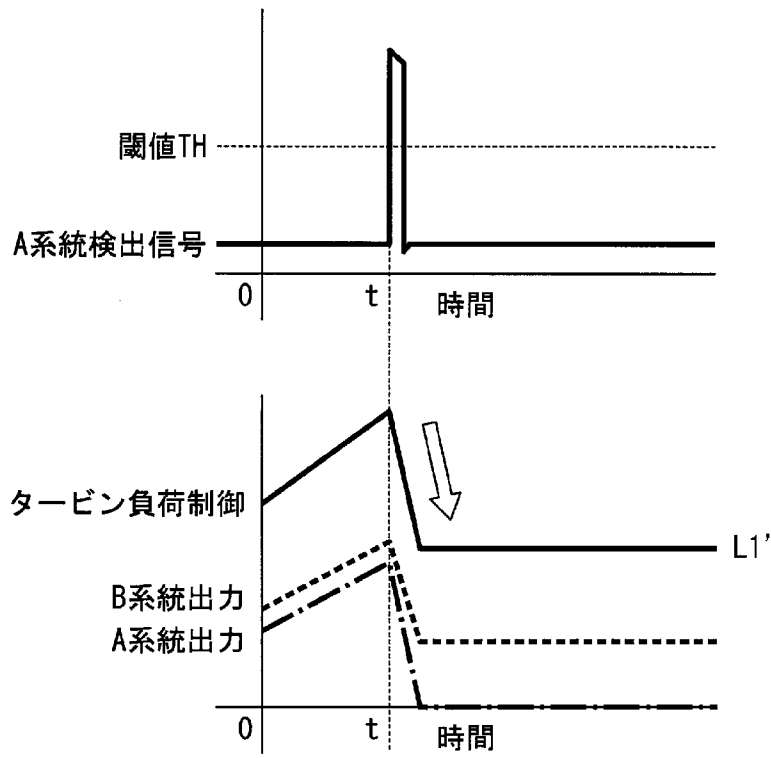
[図7]



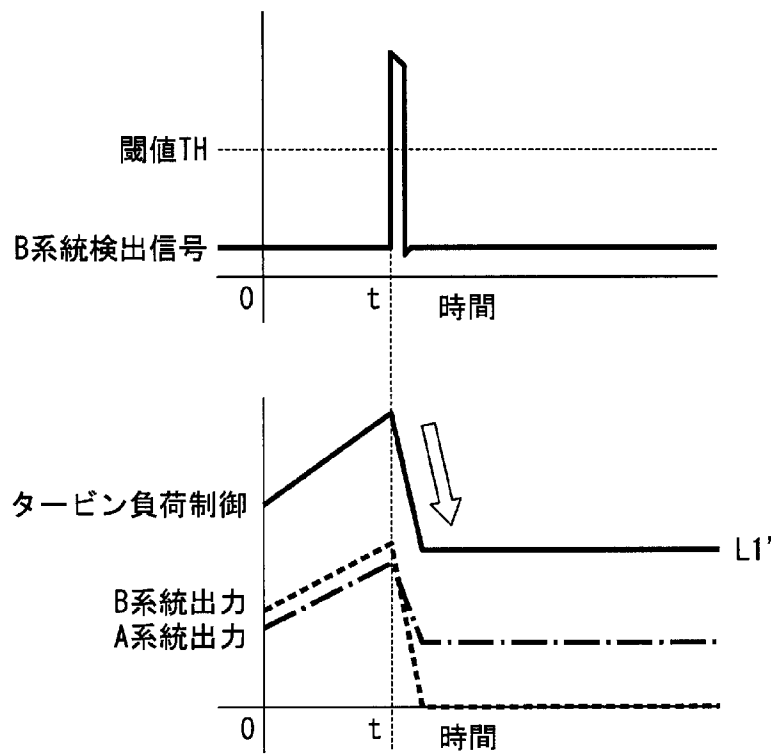
[図8]



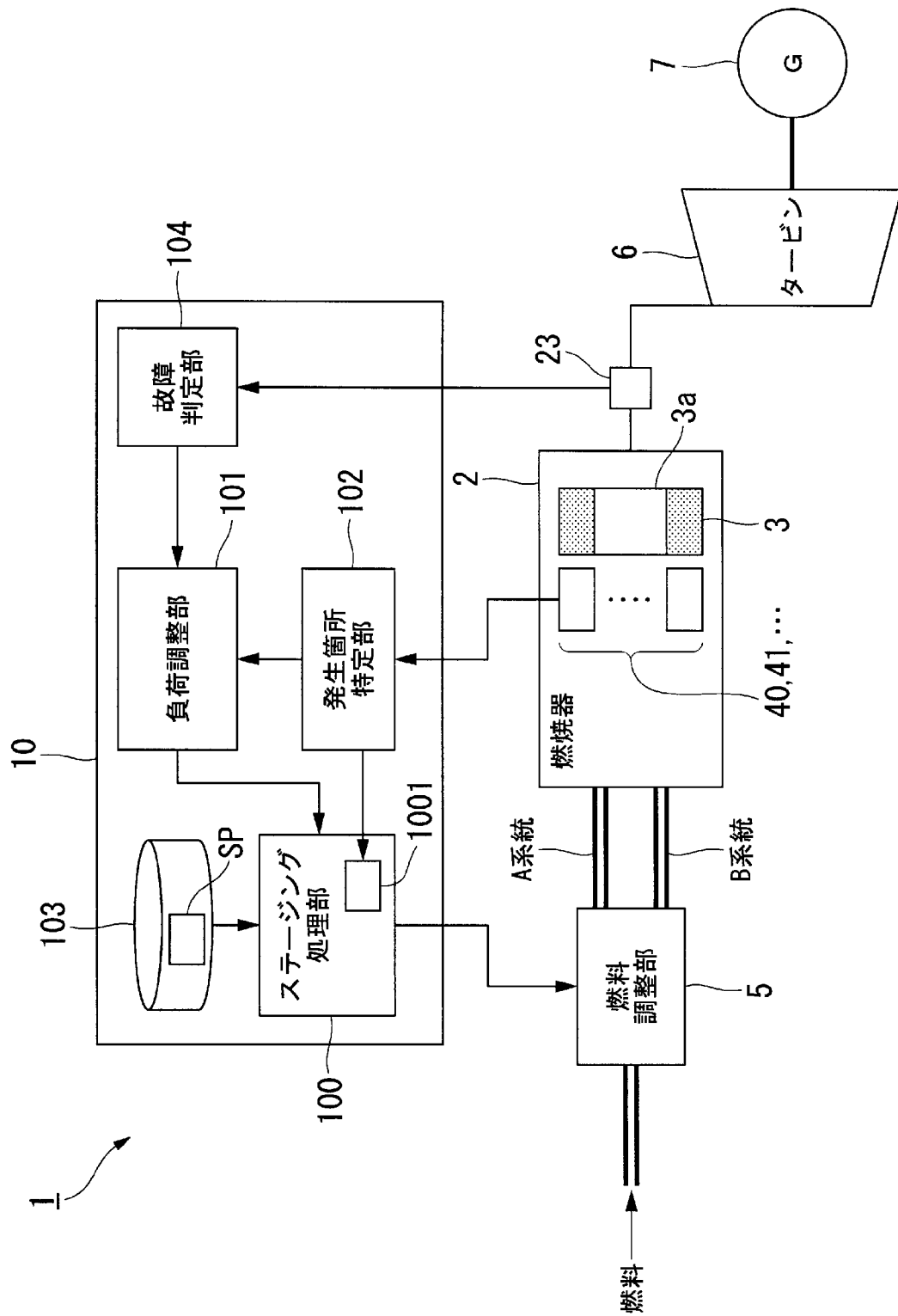
[図9A]



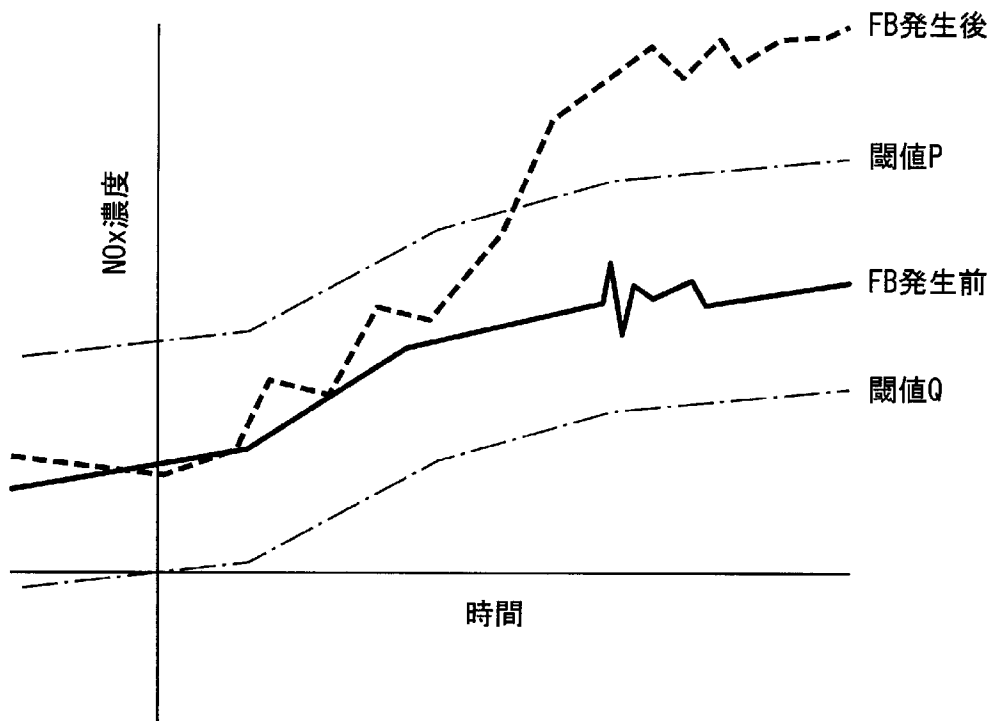
[図9B]



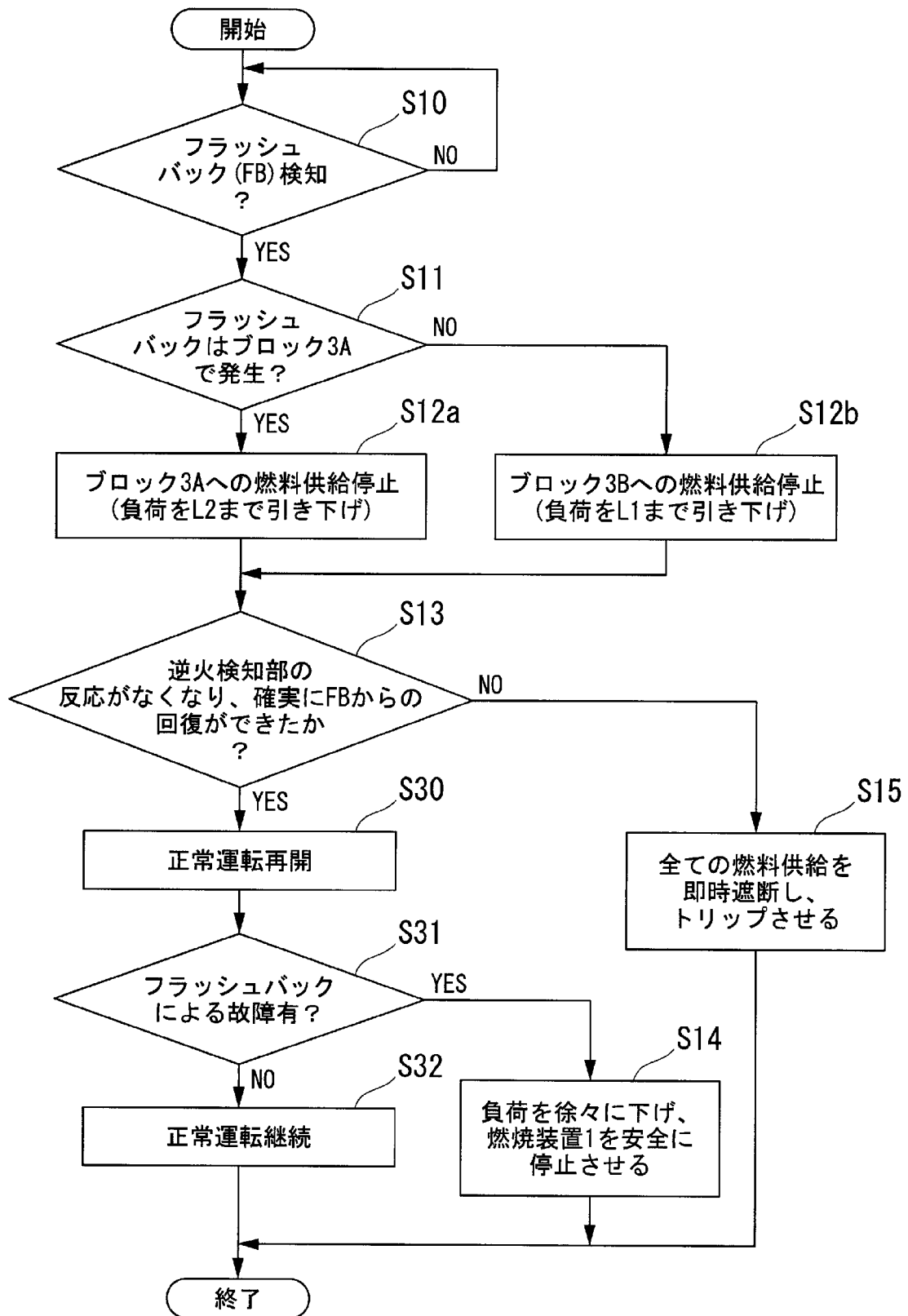
[図10]



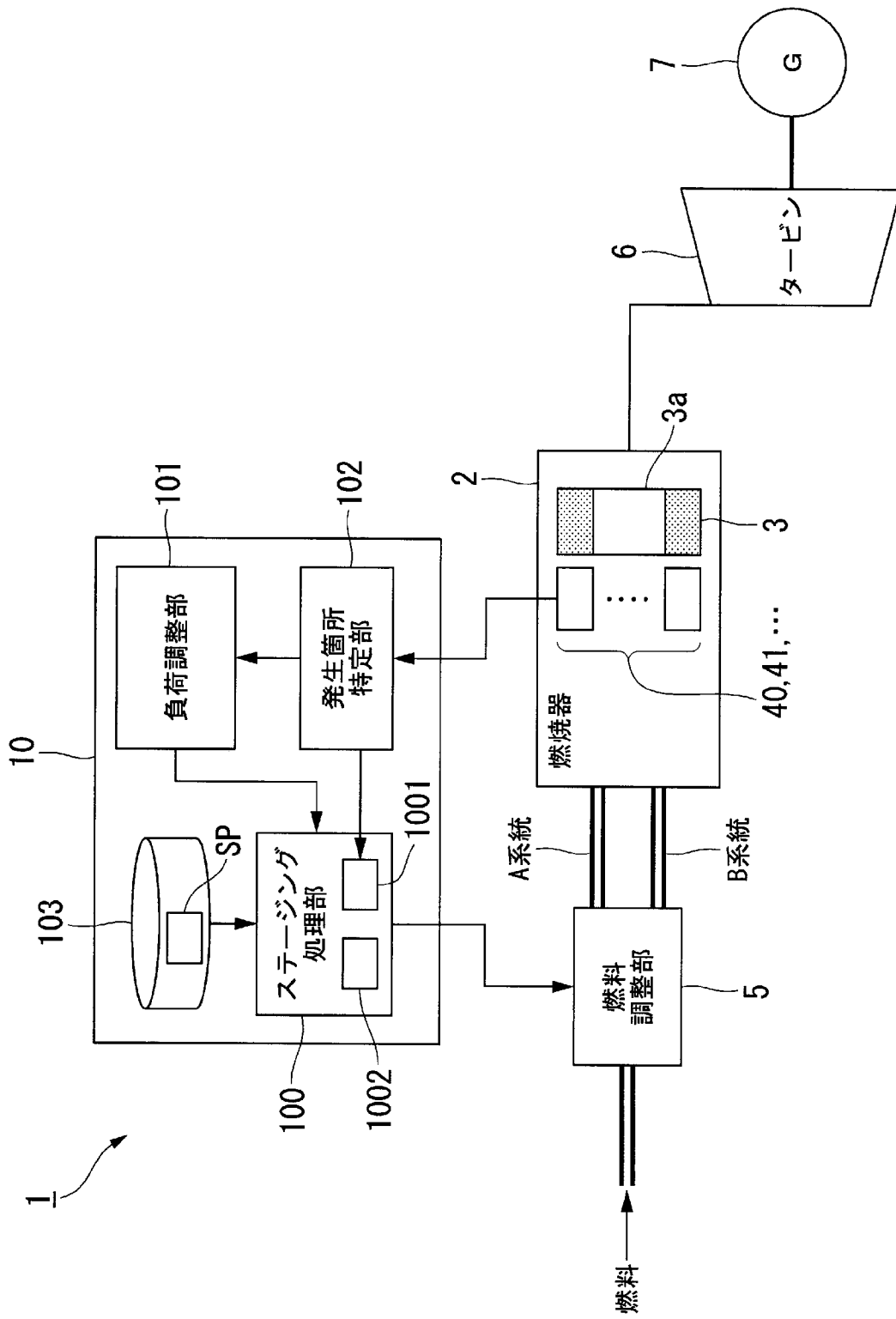
[図11]



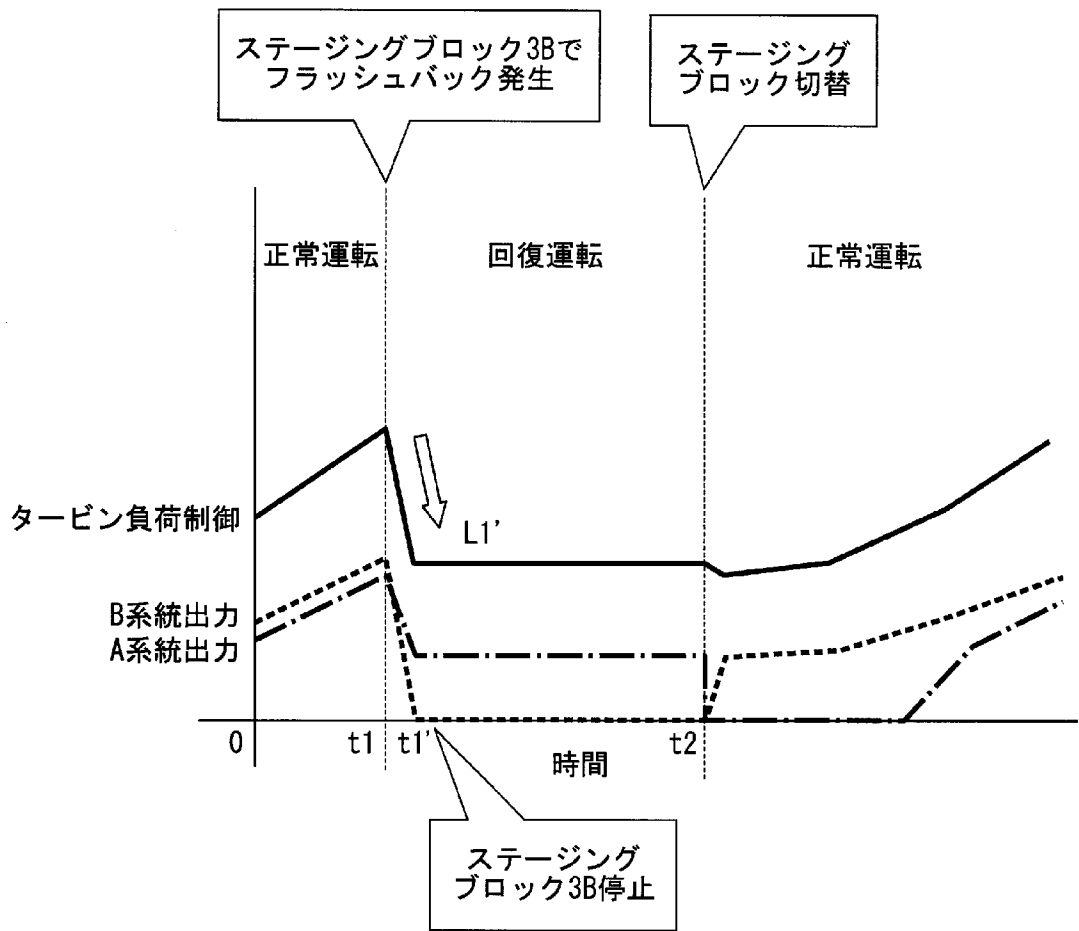
[図12]



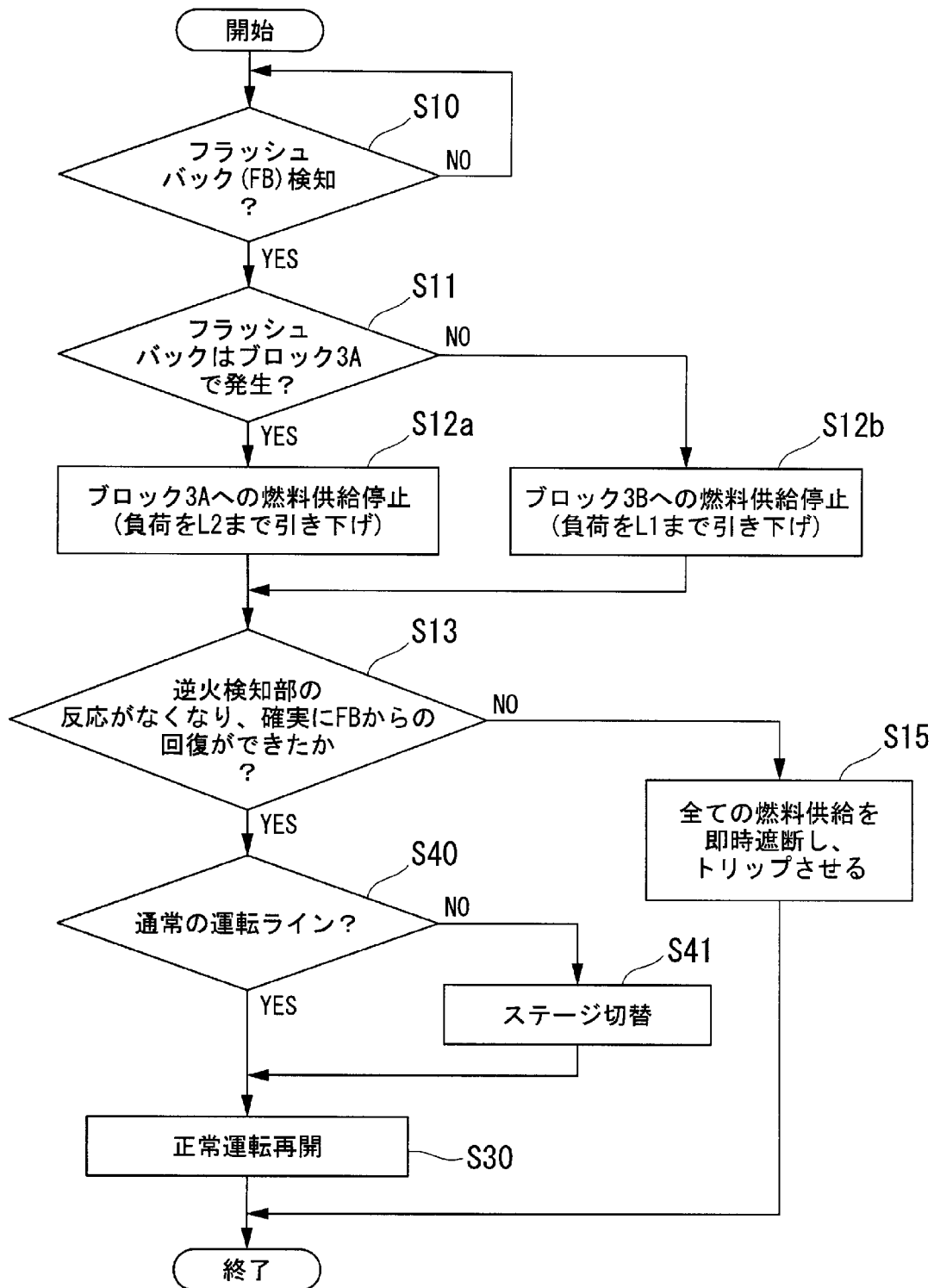
[図13]



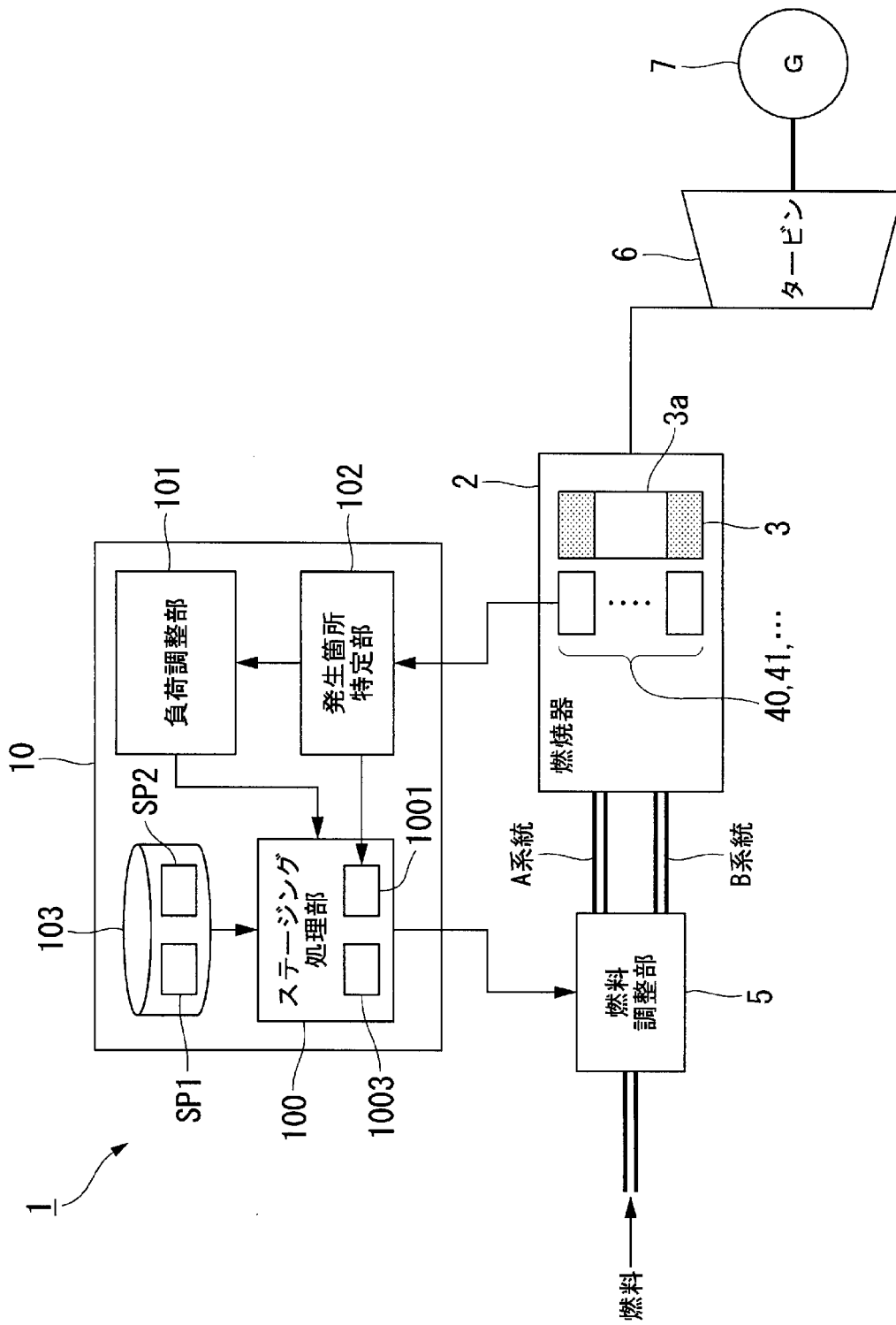
[図14]



[図15]



[図16]



[図17A]

<ステージングパターンSP1>

タービン負荷 L	A系統	B系統
0	供給量 0 (停止)	供給量 0 (停止)
⋮	⋮	⋮
L1'	供給量 Pa1'	供給量 0 (停止)
⋮	⋮	⋮
L2'	供給量 Pa2'	供給量 Pb2'
⋮	⋮	⋮

※ $L2' > L1' > 0$

※ $Pa1', Pa2', Pb2' > 0$

[図17B]

<ステージングパターンSP2>

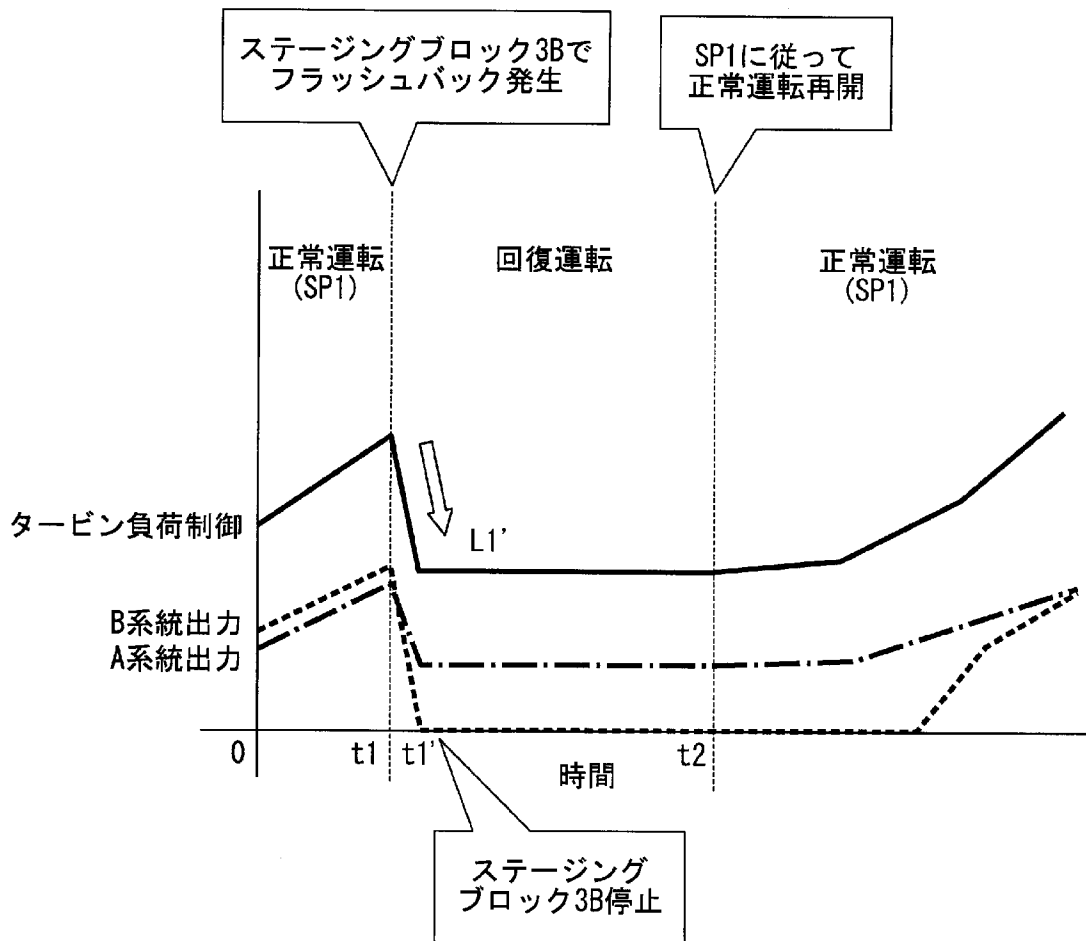
タービン負荷 L	A系統	B系統
0	供給量 0 (停止)	供給量 0 (停止)
⋮	⋮	⋮
L1'	供給量 0 (停止)	供給量 Pb1'
⋮	⋮	⋮
L2'	供給量 Pa2'	供給量 Pb2'

※ $L2' > L1' > 0$

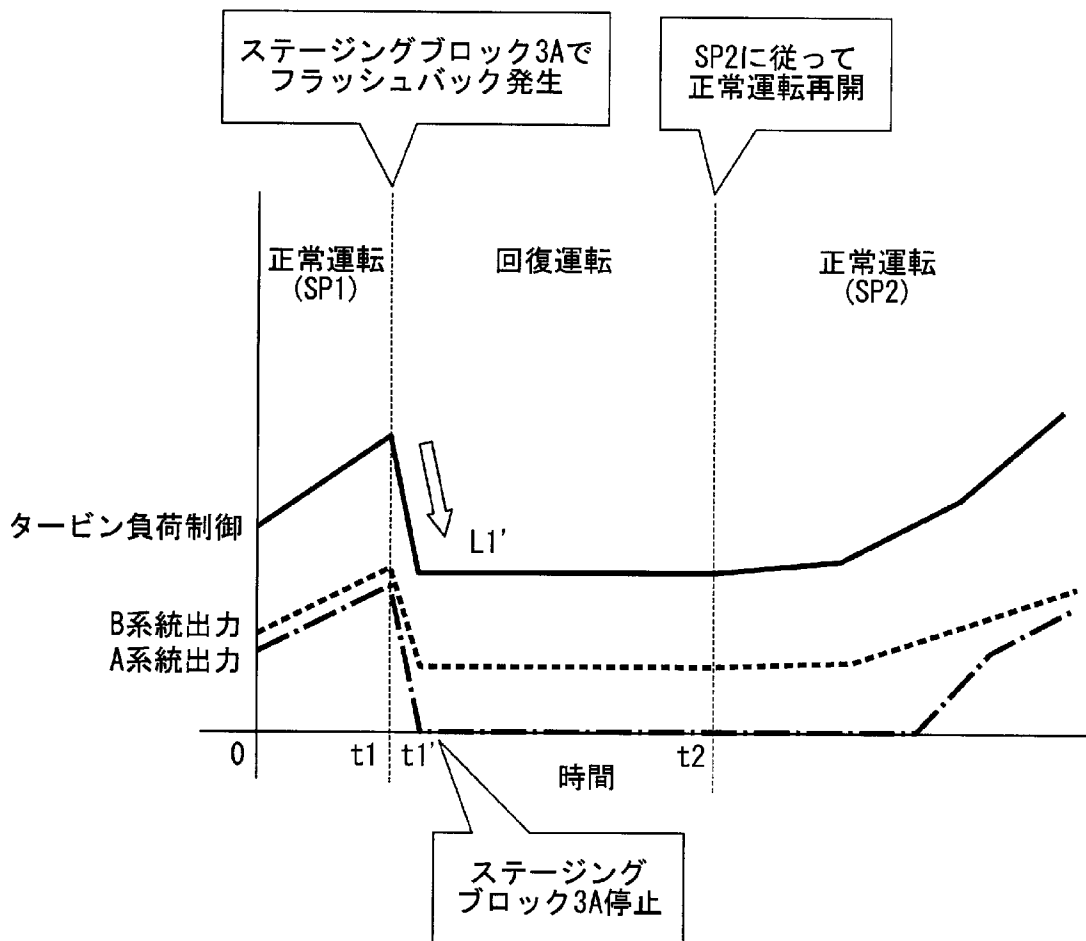
※ $Pb1', Pa2', Pb2' > 0$

※ $L > L2'$ の場合は、SP1が適用される。

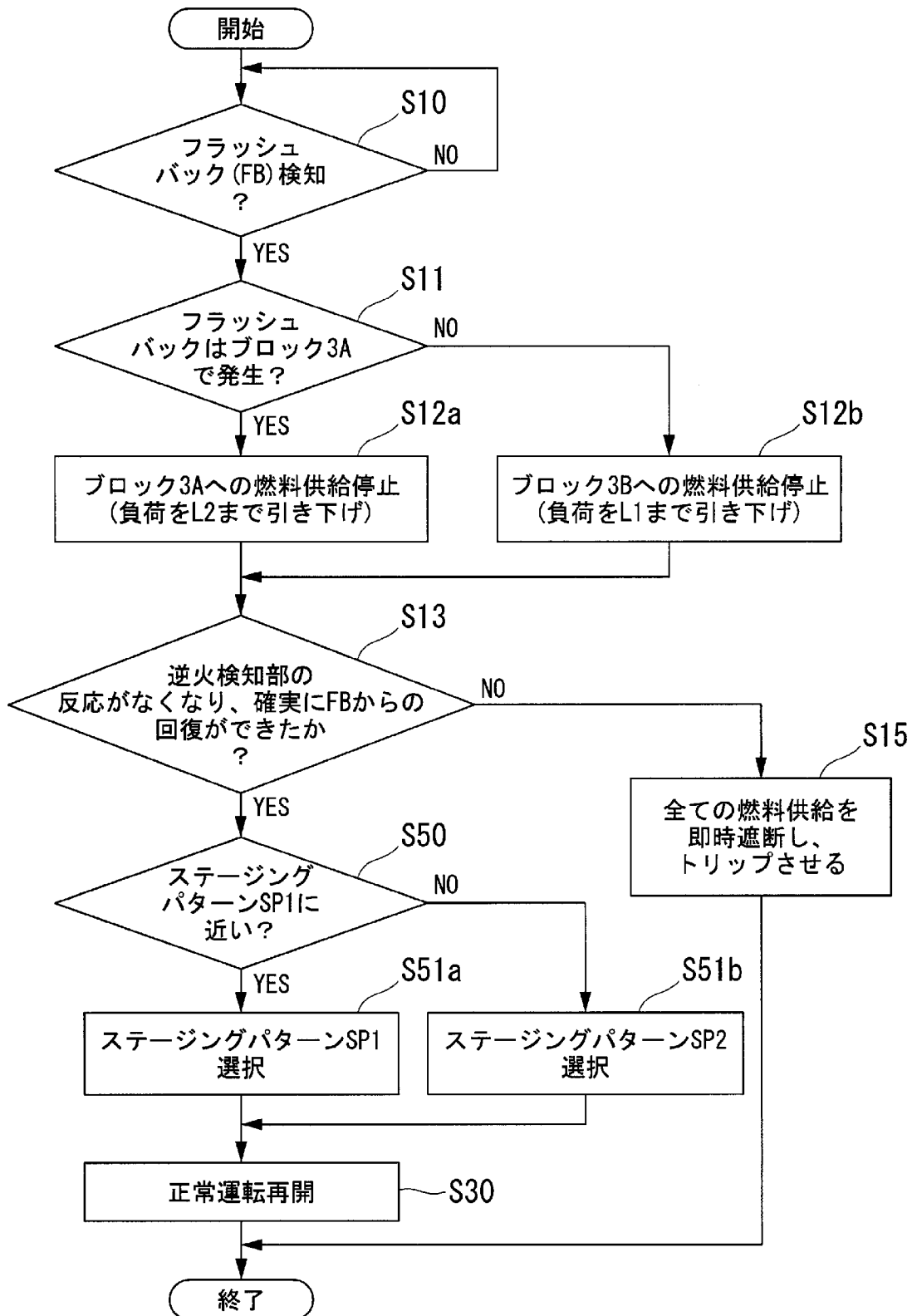
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/085104

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F02C9/00(2006.01)i, F02C7/00(2006.01)i, F02C9/34(2006.01)i, F23R3/00(2006.01)i, F23R3/28(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)
F02C9/00, F02C7/00, F02C9/34, F23R3/00, F23R3/28

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
Y	JP 2010-261445 A (General Electric Co.), 18 November 2010 (18.11.2010), paragraphs [0002] to [0004], [0013] to [0022]; fig. 1 to 5 & US 2010/0275573 A1 & DE 102010016440 A1 & CN 101876434 A	1-12
Y	JP 2010-164296 A (General Electric Co.), 29 July 2010 (29.07.2010), paragraphs [0002], [0015], [0024] to [0026]; fig. 1 to 7 & EP 2208932 A2 & US 2010/0175384 A1 & CN 101846317 A	1-12

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 13 February, 2014 (13.02.14)	Date of mailing of the international search report 25 February, 2014 (25.02.14)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/085104

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-143942 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 20 May 2004 (20.05.2004), claims 5 to 6; paragraphs [0019] to [0040]; fig. 1 to 3 & US 2004/0255594 A1 & WO 2004/038199 A1 & EP 1555407 A1 & CA 2468242 A1	1-12
Y	JP 2006-145073 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 08 June 2006 (08.06.2006), paragraphs [0044] to [0049]; fig. 9 to 10 & US 2006/0101814 A1 & DE 102005054442 A1 & CN 102519055 A	1-12
Y	JP 2013-2451 A (Alstom Technology Ltd.), 07 January 2013 (07.01.2013), paragraphs [0001] to [0007], [0015] to [0034]; fig. 3 to 4 & EP 2538139 A2 & US 2012/0317986 A1 & CH 705179 A1	1-12
Y	JP 2010-261434 A (General Electric Co.), 18 November 2010 (18.11.2010), paragraph [0024] & EP 2249005 A2 & US 2010/0280732 A1 & CN 101881221 A	3
Y	JP 2002-70584 A (Toshiba Corp., Toshiba Engineering Corp.), 08 March 2002 (08.03.2002), paragraphs [0011] to [0018] & FR 2813342 A1 & US 2002/029557 A1 & DE 10142514 A1	3
Y	JP 2007-16708 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 25 January 2007 (25.01.2007), paragraph [0026] & US 2007/0006596 A1 & DE 102006031551 A1 & CN 1892001 A	3
A	JP 2010-91259 A (General Electric Co.), 22 April 2010 (22.04.2010), paragraphs [0002] to [0005] & DE 102009026338 A1 & US 2010/0089367 A1 & CN 101725983 A	5-6
A	JP 2009-115081 A (General Electric Co.), 28 May 2009 (28.05.2009), paragraphs [0027] to [0032]; fig. 1 to 5 & DE 102008037505 A1 & US 2010/0043387 A1 & CN 101424405 A & CH 698044 A2	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. F02C9/00(2006.01)i, F02C7/00(2006.01)i, F02C9/34(2006.01)i, F23R3/00(2006.01)i, F23R3/28(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. F02C9/00, F02C7/00, F02C9/34, F23R3/00, F23R3/28

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 1971-2014年
 日本国実用新案登録公報 1996-2014年
 日本国登録実用新案公報 1994-2014年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2010-261445 A（ゼネラル・エレクトリック・カンパニー） 2010.11.18, 段落【0002】 - 【0004】 , 【0013】 - 【0022】 , 図1-5 & US 2010/0275573 A1 & DE 102010016440 A1 & CN 101876434 A	1-12
Y	JP 2010-164296 A（ゼネラル・エレクトリック・カンパニー） 2010.07.29, 段落【0002】 , 【0015】 , 【0024】 - 【0026】 , 図1-7 & EP 2208932 A2 & US 2010/0175384 A1 & CN 101846317 A	1-12

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	の日の後に公表された文献
「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 13.02.2014	国際調査報告の発送日 25.02.2014
--------------------------	--------------------------

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） 米澤 篤 電話番号 03-3581-1101 内線 3395	3 T	4 1 3 2
--	--	-----	---------

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
Y	JP 2004-143942 A (川崎重工業株式会社) 2004. 05. 20, 請求項 5-6, 段落【0019】 - 【0040】, 図 1-3 & US 2004/0255594 A1 & WO 2004/038199 A1 & EP 1555407 A1 & CA 2468242 A1	1-12
Y	JP 2006-145073 A (三菱重工業株式会社) 2006. 06. 08, 段落【0044】 - 【0049】, 図 9-10 & US 2006/0101814 A1 & DE 102005054442 A1 & CN 102519055 A	1-12
Y	JP 2013-2451 A (アルストム テクノロジー リミテッド) 2013. 01. 07, 段落【0001】 - 【0007】, 【0015】 - 【0034】, 図 3-4 & EP 2538139 A2 & US 2012/0317986 A1 & CH 705179 A1	1-12
Y	JP 2010-261434 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニー) 2010. 11. 18, 段落【0024】 & EP 2249005 A2 & US 2010/0280732 A1 & CN 101881221 A	3
Y	JP 2002-70584 A (株式会社東芝, 東芝エンジニアリング株式会社) 2002. 03. 08, 段落【0011】 - 【0018】 & FR 2813342 A1 & US 2002/029557 A1 & DE 10142514 A1	3
Y	JP 2007-16708 A (三菱重工業株式会社) 2007. 01. 25, 段落【0026】 & US 2007/0006596 A1 & DE 102006031551 A1 & CN 1892001 A	3
A	JP 2010-91259 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニー) 2010. 04. 22, 段落【0002】 - 【0005】 & DE 102009026338 A1 & US 2010/0089367 A1 & CN 101725983 A	5-6
A	JP 2009-115081 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニー) 2009. 05. 28, 段落【0027】 - 【0032】, 図 1-5 & DE 102008037505 A1 & US 2010/0043387 A1 & CN 101424405 A & CH 698044 A2	1-12