

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4175483号  
(P4175483)

(45) 発行日 平成20年11月5日(2008.11.5)

(24) 登録日 平成20年8月29日(2008.8.29)

(51) Int. Cl.		F I	
<b>FO2C</b>	<b>9/00</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2C 9/00 B
<b>FO1D</b>	<b>25/00</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1D 25/00 V
<b>FO2C</b>	<b>7/18</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2C 7/18 C
<b>F23R</b>	<b>3/00</b>	<b>(2006.01)</b>	F23R 3/00 E

請求項の数 9 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2005-199846 (P2005-199846)	(73) 特許権者	000006208
(22) 出願日	平成17年7月8日(2005.7.8)		三菱重工工業株式会社
(65) 公開番号	特開2007-16708 (P2007-16708A)		東京都港区港南二丁目16番5号
(43) 公開日	平成19年1月25日(2007.1.25)	(74) 代理人	100134544
審査請求日	平成17年11月24日(2005.11.24)		弁理士 森 隆一郎
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100110892
			弁理士 佐藤 秀昭
		(74) 代理人	100126893
			弁理士 山崎 哲男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 逆火検出装置、逆火検出方法、及びガスタービン

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

供給された燃料を燃焼して得られる燃焼ガスを噴出するとともに円周上に等間隔で配置される複数の燃焼器で発生する逆火を検出する逆火検出装置において、

前記燃焼器を構成する筐体を循環して冷却した後に該筐体から排出される冷却用流体の温度を測定するとともに、複数の前記燃焼器のそれぞれに設置された温度測定器と、

該温度測定器で測定された前記冷却用流体の温度に基づいて、前記燃焼器での逆火の発生を検出する逆火検出部と、

を備え、

前記逆火検出部において、前記逆火検出部において、前記温度測定器で測定された前記冷却用流体の温度が第1所定値以上高くなったことを確認したときに、前記冷却用流体の温度が前記第1所定値以上高くなったことが確認された第1燃焼器の両隣に配置された第2燃焼器における前記冷却用流体の温度が第2所定値以上低くなったことが、前記第2燃焼器の温度測定部の測定結果より確認されると、前記第1燃焼器における逆火の発生を検出することを特徴とする逆火検出装置。

【請求項2】

前記逆火検出部において、前記温度測定器で現在測定した前記冷却用流体の第1温度と、現時点から第1所定時間前に前記温度測定器で測定した前記冷却用流体の第2温度とを比較することにより、前記逆火の発生の検出動作を行うことを特徴とする請求項1に記載の逆火検出装置。

## 【請求項 3】

前記逆火検出部において、前記冷却用流体の前記第 1 温度と前記第 2 温度との関係が逆火の発生条件となる関係のまま、第 2 所定時間の間連続して確認されたときに、前記逆火の発生を検出することを特徴とする請求項 2 に記載の逆火検出装置。

## 【請求項 4】

前記冷却用流体が冷却用蒸気であることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれかに記載の逆火検出装置。

## 【請求項 5】

前記燃焼器が、拡散燃焼を行うパイロットノズルと、該パイロットノズルの周囲に配置されるとともに予混合燃焼を行うメインノズルと、を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれかに記載の逆火検出装置。

10

## 【請求項 6】

供給された燃料を燃焼して得られる燃焼ガスを噴出するとともに円周上に等間隔で配置される複数の燃焼器で発生する逆火を検出する逆火検出方法において、

前記複数の燃焼器それぞれに対して、前記燃焼器を構成する筐体を循環して冷却した後、に該筐体から排出される冷却用流体の温度を測定する温度測定ステップと、

前記複数の燃焼器それぞれに対して測定された前記冷却用流体の温度に基づいて、前記燃焼器での逆火の発生を検出する逆火検出ステップと、

を備え、

前記逆火検出ステップにおいて、前記温度測定ステップで測定された前記冷却用流体の温度が第 1 所定値以上高くなったことを確認したときに、前記冷却用流体の温度が第 1 所定値以上高くなったことが確認された第 1 燃焼器の両隣に配置された第 2 燃焼器における前記冷却用流体の温度が第 2 所定値以上低くなったことが確認されると、前記第 1 燃焼器における逆火の発生を検出することを特徴とする逆火検出方法。

20

## 【請求項 7】

現在測定した前記冷却用流体の第 1 温度と、現時点から第 1 所定時間前に測定した前記冷却用流体の第 2 温度とを比較することにより、前記逆火の発生の検出動作を行うことを特徴とする請求項 6 に記載の逆火検出方法。

## 【請求項 8】

前記冷却用流体の前記第 1 温度と前記第 2 温度との関係が逆火の発生条件となる関係のまま、第 2 所定時間の間連続して確認されたときに、前記逆火の発生を検出することを特徴とする請求項 7 に記載の逆火検出方法。

30

## 【請求項 9】

外部からの空気を圧縮する圧縮機と、

該圧縮機からの圧縮空気によって燃料を燃焼する複数の燃焼器と、

該燃焼器からの燃焼ガスによって回転する前記圧縮機と同軸のタービンと、

請求項 1 ~ 請求項 5 のいずれかに記載の逆火検出装置と、

を備え、

前記逆火検出装置において、前記複数の燃焼器それぞれを冷却する冷却用流体の温度が検出され、検出された該冷却用流体の温度に基づいて逆火の発生が検出されることを特徴とするガスタービン。

40

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、燃焼器の燃焼時に発生する逆火を検出する逆火検出装置及び逆火検出方法に関するもので、特に、冷却用の流体によって冷却される燃焼器における逆火を検出する逆火検出装置及び逆火検出方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、大気汚染を低減させるために、ガスタービンを利用した発電施設において、その

50

排気ガス中に含まれるNO<sub>x</sub>の低減が求められている。ガスタービンにおけるNO<sub>x</sub>は、ガスタービンを回転させるために燃焼動作を行う燃焼器において発生する。そのため、従来より、燃焼器で発生するNO<sub>x</sub>の低減を図るために、燃料と空気とを混合して燃焼（予混燃焼）させるメインノズルを備えた燃焼器が用いられている。

【0003】

このメインノズルによる予混燃焼を行うことによって、燃焼器からのNO<sub>x</sub>排出量を低減させることができるが、その燃焼状態は不安定であり、燃焼振動が発生する。そのため、この燃焼振動を抑制して安定な燃焼状態とするために、燃料を拡散して燃焼（拡散燃焼）させるパイロットノズルを更に備えた燃焼器が用いられている。このようにパイロットノズル及びメインノズルが備えられた燃焼器の概略構成図を、図5に示す。

10

【0004】

図5の燃焼器は、パイロット燃料と燃焼用空気とが反応して拡散火炎を形成するコーンを備えたパイロットノズル101の周囲に、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ノズル102を複数配置される。そして、パイロットノズル101及びメインノズル102が挿入される内筒103と、この内筒103が挿入されるとともに燃焼ガスを排出する尾筒104とによって構成される。このように、メインノズル102を備えることで、予混合気体を燃焼することで燃焼温度を制御して、尾筒104から排出する燃焼ガスを高温化する。この燃焼ガスの高温化に対して、本出願人は、冷却蒸気によって尾筒を冷却する冷却構造を備えた燃焼器を提供している（特許文献1参照）。

20

【特許文献1】特開2001-263092号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、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、予混合火炎が形成される位置が上流側に移動して、逆火現象が起こる。この逆火を検出するために、燃焼器の出口温度を検出することで逆火を検出する逆火検出センサなどがあるが、排出する燃焼ガスが高温化されているため、逆火検出センサの設置可能な位置が限定される。又、限定された位置に逆火検出センサとなる各センサを設置したとしても、直接逆火を検出するものでないため、正確に検出することは困難である。

30

【0006】

このような問題を鑑みて、本発明は、燃焼器を冷却する冷却流体の温度変化を検出することで、正確に逆火を検出することのできる逆火検出装置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に、本発明の逆火検出装置は、供給された燃料を燃焼して得られる燃焼ガスを噴出するとともに円周上に等間隔で配置される複数の燃焼器で発生する逆火を検出する逆火検出装置において、前記燃焼器を構成する筐体を循環して冷却した後該筐体から排出される冷却用流体の温度を測定するとともに、複数の前記燃焼器のそれぞれに設置された温度測定器と、該温度測定器で測定された前記冷却用流体の温度に基づいて、前記燃焼器での逆火の発生を検出する逆火検出部と、を備え、前記逆火検出部において、前記逆火検出部において、前記温度測定器で測定された前記冷却用流体の温度が第1所定値以上高くなったことを確認したときに、前記冷却用流体の温度が前記第1所定値以上高くなったことが確認された第1燃焼器の両隣に配置された第2燃焼器における前記冷却用流体の温度が第2所定値以上低くなったことが、前記第2燃焼器の温度測定部の測定結果より確認されると、前記第1燃焼器における逆火の発生を検出することを特徴とする。

40

【0009】

又、このとき、前記温度測定器で現在測定した前記冷却用流体の第1温度と、現時点が

50

ら第1所定時間前に前記温度測定器で測定した前記冷却用流体の第2温度とを比較することにより、前記逆火の発生の検出動作を行うものとしても構わない。更に、前記冷却用流体の前記第1温度と前記第2温度との関係が逆火の発生条件となる関係のまま、第2所定時間の間連続して確認されたときに、前記逆火の発生を検出するものとしても構わない。

【0010】

又、前記冷却用流体が冷却用蒸気であるものとしても構わない。

【0011】

又、前記燃焼器が、拡散燃焼を行うパイロットノズルと、該パイロットノズルの周囲に配置されるとともに予混合燃焼を行うメインノズルと、を備える。

【0012】

又、本発明の逆火検出方法は、供給された燃料を燃焼して得られる燃焼ガスを噴出するとともに円周上に等間隔で配置される複数の燃焼器で発生する逆火を検出する逆火検出方法において、前記複数の燃焼器それぞれに対して、前記燃焼器を構成する筐体を循環して冷却した後に該筐体から排出される冷却用流体の温度を測定する温度測定ステップと、前記複数の燃焼器それぞれに対して測定された前記冷却用流体の温度に基づいて、前記燃焼器での逆火の発生を検出する逆火検出ステップと、を備え、前記逆火検出ステップにおいて、前記温度測定ステップで測定された前記冷却用流体の温度が第1所定値以上高くなったことを確認したときに、前記冷却用流体の温度が第1所定値以上高くなったことが確認された第1燃焼器の両隣に配置された第2燃焼器における前記冷却用流体の温度が第2所定値以上低くなったことが確認されると、前記第1燃焼器における逆火の発生を検出することを特徴とする。

【0013】

又、本発明のガスタービンは、外部からの空気を圧縮する圧縮機と、該圧縮機からの圧縮空気によって燃料を燃焼する複数の燃焼器と、該燃焼器からの燃焼ガスによって回転する前記圧縮機と同軸のタービンと、上述のいずれかの逆火検出装置と、を備え、前記逆火検出装置において、前記複数の燃焼器それぞれを冷却する冷却用流体の温度が検出され、検出された該冷却用流体の温度に基づいて逆火の発生が検出されることを特徴とする

【発明の効果】

【0014】

本発明によると、冷却用流体の温度に基づいて逆火検出を行うため、燃焼ガスの温度を直接検出する場合に比べて、温度検出器の設置位置における温度雰囲気を下げる事ができる。そのため、燃焼器からの燃焼ガスの高温化に対応した逆火検出を正確に行うことができる。又、この冷却用流体の温度変化を隣接する燃焼器とともに確認することにより、逆火検出をより正確なものとする事ができる。更に、逆火が発生したと仮定される変化状態が所定時間連続して確認されたときに、逆火の発生を検出するものとする事により、この逆火検出動作をより正確なものとする事ができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

本発明の実施の形態について、以下に図面を参照して説明する。図1は、ガスタービンの構成を示すブロック図である。図2は、図1のガスタービンにおける燃焼器の冷却構造と逆火検出装置との概略的な関係を示すブロック図である。

【0016】

図1に示すガスタービンは、外部から供給される空気を圧縮する圧縮機1と、圧縮機1からの圧縮空気によって燃料を燃焼し燃焼ガスを噴出する燃焼器2と、燃焼器2からの燃焼ガスにより回転駆動するタービン3と、を備える。このガスタービンにおいて、圧縮機1とタービン3とが同軸に接続され、タービン3の回転により圧縮機1が回転し、空気の圧縮を行う。又、発電機4がタービン3と同軸で接続されることで、タービン3の回転により発電機4が発電動作を行う。

【0017】

このような構成ガスタービンにおいて、燃焼器2は、図1では、1台しか図示していな

10

20

30

40

50

いが、圧縮機 1 及びタービン 3 を接続する軸の周方向に等間隔となるように、複数台配置される。そして、この燃焼器 2 は、従来と同様、図 5 のように、パイロットノズル 101 及びメインノズル 102 それぞれによって拡散燃焼及び予混合燃焼が行われるものであるとともに、パイロットノズル 101 及びメインノズル 102 が挿入された内筒 103 が尾筒 104 に挿入されることで構成される。又、燃焼器 2 の尾筒 104 は、冷却用流体となる水蒸気（冷却蒸気）が壁面を循環するように流れることによって冷却される。

【0018】

この冷却蒸気が尾筒 104 の壁面を流れることで燃焼器 2 の冷却を行う冷却構造に、熱電対などの温度計測器を設置することによって逆火検出を行うことができる。このとき、図 2 に示すように、冷却蒸気供給路 11 から冷却蒸気が燃焼器 2 に供給され、燃焼器 2 の尾筒 104 の壁面を循環して燃焼器 2 の冷却を行った後、冷却蒸気回収路 12 より回収される。そして、冷却蒸気回収路 12 によって回収される冷却蒸気の温度を測定する温度計測器 13 を冷却蒸気回収路 12 に設置する。この温度計測器 13 で測定された各燃焼器 2 の冷却蒸気の温度を示す計測信号が逆火検出部 14 に与えられ、逆火検出部 14 において、各燃焼器 2 の冷却蒸気の温度変化を確認することで、逆火の発生している燃焼器 2 を検出する。

【0019】

図 2 のように構成されるとき、図 3 のように、複数の燃焼器 2 - 1 ~ 2 - 8 それぞれに設置された温度計測器 13 と逆火検出部 14 とによって、逆火検出装置が構成されることとなる。尚、図 3 の例では、8 台の燃焼器 2 - 1 ~ 2 - 8 がガスタービンに設置されるものとする。又、逆火検出装置における逆火検出部 14 には、タービン 3 の回転速度を示す信号と発電機 4 からの出力を示す信号とが与えられる。

【0020】

この逆火検出部 14 は、燃焼器 2 - 1 ~ 2 - 8 それぞれの温度計測部 13 からの信号及びガスタービン 3 の回転速度や発電機 4 の出力を示す信号が入力されるとともに逆火の検出を行う制御部 141 と、燃焼器 2 - 1 ~ 2 - 8 それぞれの温度計測部 13 からの信号を取得する時間を計測するタイマ 142 と、燃焼器 2 - 1 ~ 2 - 8 それぞれの状態が所定の状態で継続した時間を計測するタイマ 143 と、燃焼器 2 - 1 ~ 2 - 8 それぞれの温度計測部 13 からの計測値を記憶するメモリ 144 と、を備える。このような逆火検出装置の動作について、図面を参照して以下に説明する。尚、図 4 は、逆火検出装置の動作を示すフローチャートである。

【0021】

ガスタービンのタービン 3 が回転駆動されると、逆火検出部 14 の制御部 141 において、タービン 3 の回転速度が確認され、所定回転速度  $f$  以上となったか否かが確認される（STEP 1）。即ち、タービン 3 の回転速度が昇速域にあるのかを確認することで、定格回転速度域に達しているか否かが確認される。そして、所定回転速度  $f$  以上となるまで、STEP 1 の確認動作が行われ、所定回転速度  $f$  となったことを確認すると（Yes）、燃焼器 2 - 1 ~ 2 - 8 それぞれにおいて冷却蒸気回収路 12 より回収される冷却蒸気の温度が温度計測器 13 で計測される（STEP 2）。このとき、燃焼器 2 - 1 ~ 2 - 8 それぞれの温度計測器 13 で得られた計測値  $t_x$  が逆火検出部 14 の制御部 141 に与えられ、逆火検出部 14 内にログ値としてメモリ 144 に記憶される。

【0022】

その後、逆火検出部 14 において、燃焼器 2 - 1 ~ 2 - 8 それぞれの温度計測器 13 での計測値を取得する時間を計時するためのタイマ 142 を初期化した後（STEP 3）、発電機 4 からの出力値が所定出力  $X$ （例えば、70 MW）以上であるか否かを制御部 141 で確認する（STEP 4）。尚、この所定出力  $X$  は、逆火が発生する可能性のある最低出力に設定される。そして、発電機 4 からの出力値が所定出力  $X$  以上であることが確認されると（Yes）、燃焼器 2 - 1 ~ 2 - 8 それぞれについて時間  $T_1$ （例えば、30 秒）だけ前に記憶された温度計測器 13 による計測ログ値  $t_y$  が、メモリ 144 内に存在するか否かが確認される（STEP 5）。この燃焼器 2 - 1 ~ 2 - 8 それぞれに対する計測口

10

20

30

40

50

グ値  $t_y$  がメモリ 144 に記憶されているとき (Yes)、燃焼器 2-1 ~ 2-8 それぞれに対して、メモリ 144 より読み出された計測ログ値  $t_y$  と STEP 2 で現在計測されて得られた温度計測器 13 による計測値  $t_x$  との差 ( $t_x - t_y$ ) が制御部 141 で求められる (STEP 6)。

【0023】

そして、燃焼器 2-1 ~ 2-8 それぞれについて求められた計測値の差 ( $t_x - t_y$ ) が、所定値  $t_{h1}$  (例えば、4) 以上であるか否かが制御部 141 で確認される (STEP 7)。このとき、計測値の差 ( $t_x - t_y$ ) が  $t_{h1}$  以上となる燃焼器 2-x (燃焼器 2-1 ~ 2-8 のいずれかを表す) を確認すると、ガスタービンの軸の周方向に対して燃焼器 2-x の両方に隣接した 2 つの燃焼器 2-y (燃焼器 2-x 以外の燃焼器 2-1 ~ 2-8 のいずれかを表す)、2-z (燃焼器 2-x, 2-y 以外の燃焼器 2-1 ~ 2-8 のいずれかを表す) における計測値の差 ( $t_x - t_y$ ) が  $t_{h2}$  (例えば、-1) 以下であるか否かが制御部 141 で確認される (STEP 8)。

10

【0024】

更に、STEP 8 において、燃焼器 2-x の両隣となる燃焼器 2-y, 2-z における計測値の差 ( $t_x - t_y$ ) が  $t_{h2}$  以下であることが確認されると (Yes)、燃焼器 2-x の温度計測部 13 による計測温度が 30 秒前よりも  $t_{h1}$  以上高く、燃焼器 2-y, 2-z の温度計測部 13 による計測温度が 30 秒前よりも  $t_{h2}$  以上低い状態が継続した時間を測定するタイマ 143 による計時動作が開始しているか否かが、制御部 141 によって確認される (STEP 9)。このとき、タイマ 143 による計時動作が行われていないことが確認されると (No)、タイマ 143 による計時動作を開始する (STEP 10)。

20

【0025】

そして、STEP 9 において、タイマ 143 による計時動作が確認されたとき (Yes)、又は、STEP 10 において、タイマ 143 による計時動作が開始したとき、タイマ 143 の計時された時間が所定時間  $T_2$  (例えば、8 秒) 経過したか否かが制御部 141 で確認される (STEP 11)。即ち、燃焼器 2-x の温度計測部 13 による計測温度が所定時間  $T_1$  前の温度よりも  $t_{h1}$  以上高く、燃焼器 2-y, 2-z の温度計測部 13 による計測温度が所定時間  $T_1$  前の温度よりも  $t_{h2}$  以上低い状態が、所定時間  $T_2$  だけ持続されたか否かが確認される。

30

【0026】

このとき、タイマ 143 により所定時間  $T_2$  が経過したことが確認されると (Yes)、燃焼器 2-x において逆火が発生されたことが逆火検出部 14 において検出される (STEP 12)。このようにして、逆火が発生したことが検出されると、逆火検出部 14 によって、逆火が発生したことを示す警報を発令するか、又は、燃焼器 2 の燃料を変化させることで、タービン 3 を自動的に負荷降下又は停止させる。

【0027】

又、STEP 4 において、発電機 4 の出力値が所定出力  $X$  に達していないとき (No)、又は、STEP 5 において、時間  $T_1$  だけ前の計測ログ値  $t_y$  が逆火検出部 14 に記憶されていないとき (No)、又は、STEP 7 において、計測値の差 ( $t_x - t_y$ ) が所定値  $t_{h1}$  以上となる燃焼器 2-x が確認されなかったとき (No)、又は、STEP 8 において、燃焼器 2-x に隣接した燃焼器 2-y, 2-z の計測値の差 ( $t_x - t_y$ ) が所定値  $t_{h2}$  よりも大きいとき (No)、タイマ 142 を初期化する (STEP 13)。

40

【0028】

そして、STEP 11 において、タイマ 143 で計時された時間が所定時間  $T_2$  に至っていないとき (No)、STEP 13 において、タイマ 142 を初期化したとき、タイマ 142 で計時された時間が所定時間  $t$  ( $t < T_2$ ) だけ経過したか否かが制御部 141 において確認される (STEP 14)。そして、この STEP 10 におけるタイマ 142 で計時された時間の確認動作は、時間  $t$  が経過するまで行われ、時間  $t$  の経過が確認されると (Yes)、STEP 2 に移行し、STEP 2 以降の動作を再び行う。

50

## 【 0 0 2 9 】

このように動作することで、冷却蒸気温度が時間 T 1 前よりも t h 1 以上高くなる燃焼器 2 - x に隣接する燃焼器 2 - y , 2 - z それぞれの冷却蒸気温度が時間 T 1 前の冷却蒸気温度よりも t h 2 以上低くなり、この燃焼器 2 - x ~ 2 - z の状態が時間 T 2 継続すると、逆火検出装置において、燃焼器 2 - x で逆火が発生したことが確認される。このとき、燃焼器 2 - x ~ 2 - z の状態が時間 T 2 継続したときに逆火の発生を確認するため、温度計測部 1 3 からの信号に重畳するノイズ成分などの高調波成分に左右されることなく、逆火の発生をより確実に確認することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 3 0 】

10

【 図 1 】は、ガスタービンの構成を示すブロック図である。

【 図 2 】は、本発明の実施形態における逆火検出装置と燃焼器の冷却構造との関係を示す図である。

【 図 3 】は、図 2 の逆火検出装置の構成を示す図である。

【 図 4 】は、図 2 の逆火検出装置の動作を示すフローチャートである。

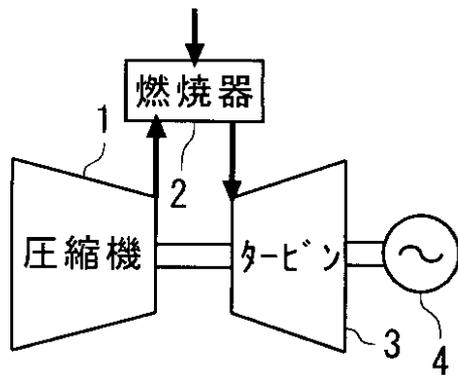
【 図 5 】は、燃焼器の構成を示す概略構成図である。

## 【 符号の説明 】

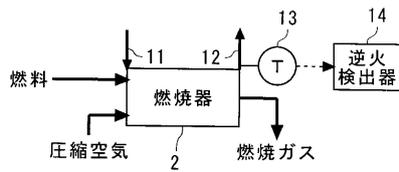
## 【 0 0 3 1 】

- |               |          |    |
|---------------|----------|----|
| 1             | 圧縮機      |    |
| 2             | 燃焼器      | 20 |
| 3             | タービン     |    |
| 4             | 発電機      |    |
| 1 1           | 冷却蒸気供給路  |    |
| 1 2           | 冷却蒸気回収路  |    |
| 1 3           | 温度計測器    |    |
| 1 4           | 逆火検出部    |    |
| 1 0 1         | パイロットノズル |    |
| 1 0 2         | メインノズル   |    |
| 1 0 3         | 内筒       |    |
| 1 0 4         | 尾筒       | 30 |
| 1 4 1         | 制御部      |    |
| 1 4 2 , 1 4 3 | タイマ      |    |
| 1 4 4         | メモリ      |    |

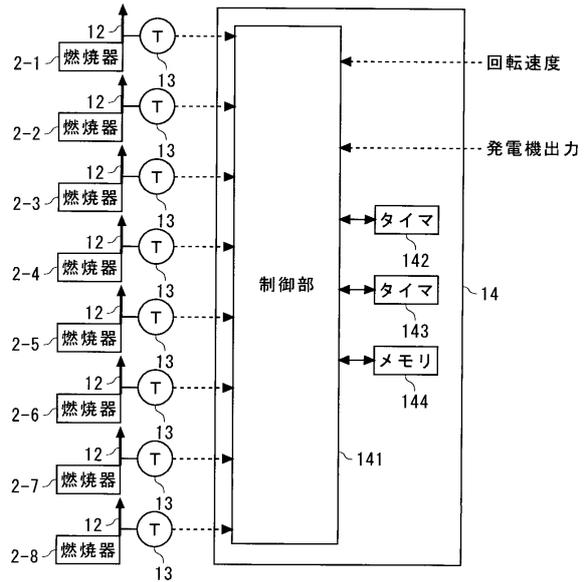
【図1】



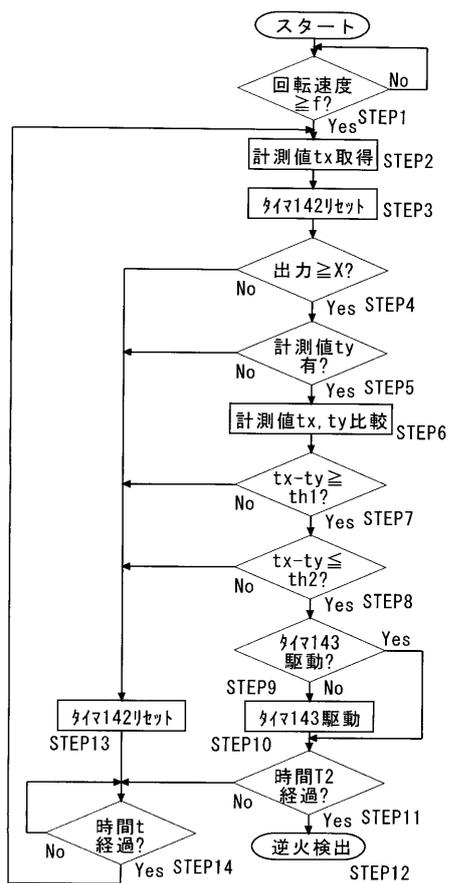
【図2】



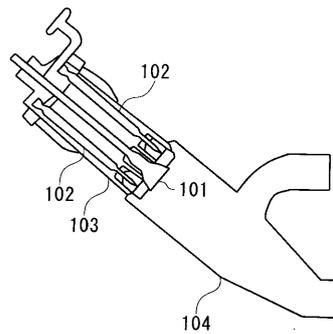
【図3】



【図4】



【図5】



---

フロントページの続き

(72)発明者 藤井 健太郎

兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目1番1号 三菱重工業株式会社高砂製作所内

審査官 藤原 弘

(56)参考文献 特開2004-324548(JP,A)

特開2001-108237(JP,A)

特開平11-101134(JP,A)

特開平08-110050(JP,A)

特開2000-018050(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 25/00

F02C 7/18

F02C 9/00

F23R 3/00