

(51) Int.Cl.			F I		
F 0 2 D	19/08	(2006.01)	F 0 2 D	19/08	C
F 0 2 M	21/02	(2006.01)	F 0 2 M	21/02	N
F 0 2 M	37/00	(2006.01)	F 0 2 M	37/00	3 4 1 D
F 2 3 K	5/00	(2006.01)	F 2 3 K	5/00	3 0 3
請求項の数3					
(21)出願番号 特願2023-37216(P2023-37216)			(73)特許権者 000221834		
(22)出願日 令和5年3月10日(2023.3.10)			東邦瓦斯株式会社		
審査請求日 令和5年8月24日(2023.8.24)			愛知県名古屋市熱田区桜田町 1 9 番 1 8 号		
			(74)代理人 110000648		
			弁理士法人あいち国際特許事務所		
			(72)発明者 川口 元頌		
			愛知県名古屋市熱田区桜田町 1 9 番 1 8 号		
			東邦瓦斯株式会社内		
			(72)発明者 紺野 大統		
			愛知県名古屋市熱田区桜田町 1 9 番 1 8 号		
			東邦瓦斯株式会社内		
			(72)発明者 笹俣 優一		
			愛知県名古屋市熱田区桜田町 1 9 番 1 8 号		
			東邦瓦斯株式会社内		
最終頁に続く					

(54)【発明の名称】混合燃料供給装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

主燃料に対して副燃料を混合した混合燃料を混合燃料利用機器に供給するための混合燃料供給装置であって、

上記主燃料の流量に対して供給する上記副燃料の流量を制御して供給可能に構成されており、

上記主燃料および上記副燃料の合計流量に対する上記副燃料の流量の体積割合を混合比

、単位時間当たりの上記混合比の変化量の絶対値を混合比変化レート、

目標の上記混合比である目標混合比となるように上記混合比を増加させるときの上記混合比変化レートを混合比増加時変化レート、

上記目標混合比に達した後から上記副燃料の混合終了が指示されるまでの間の上記混合比変化レートを目標混合比到達後変化レートとしたとき、

上記混合比増加時変化レートの設定値<上記目標混合比到達後変化レートの設定値の関係を満たしており、かつ、

現在の上記混合比が上記目標混合比に達した後において、現在の上記混合比と上記目標混合比とを比較して、両者に乖離が生じている場合に、現在の上記混合比が上記目標混合比に復帰するように上記目標混合比到達後変化レートの設定値を用いて上記副燃料の流量を制御するよう構成されている、

混合燃料供給装置。

【請求項 2】

上記副燃料の混合を終了するために上記混合比を減少させるときの上記混合比変化レートを混合比減少時変化レートとしたとき、

上記混合比増加時変化レートの設定値 < 上記混合比減少時変化レートの設定値 < 上記目標混合比到達後変化レートの設定値の関係を満たしている、

請求項 1 に記載の混合燃料供給装置。

【請求項 3】

上記主燃料は、都市ガスであり、

上記副燃料は、水素であり、

上記混合燃料利用機器は、ガスエンジンである、

請求項 1 または請求項 2 に記載の混合燃料供給装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、混合燃料供給装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、都市ガスなどの主燃料に対して水素などの副燃料を混合した混合燃料を、混合燃料供給装置を介して、ガスエンジンやバーナなどの混合燃料利用機器に供給し、混合燃料利用機器を混焼運転することが行われている。

【0003】

先行する特許文献 1 には、以下のようにしてガスエンジンを運転する技術が開示されている。まず、第 1 燃料をガスエンジンに供給し、第 1 燃料に対応する第 1 運転パラメータに基づきガスエンジンを駆動する。次いで、第 1 燃料のガスエンジンへの供給量を連続的に減少させながら、第 1 燃料のガスエンジンへの供給量の減少割合に応じて定まる量に基づき、第 1 燃料とは異なる第 2 燃料をガスエンジンに供給し、第 1 燃料の供給量減少開始点から第 1 燃料の供給終了点までの時間に応じて定まる第 3 運転パラメータに基づきガスエンジンを運転する。次いで、第 2 燃料をガスエンジンに供給し、第 2 燃料に対応する第 2 運転パラメータに基づきガスエンジンを運転する。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

【特許文献 1】特開 2020 - 101124 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

主燃料と副燃料との混合燃料による混焼運転が行われる混合燃料利用機器では、安定した状態で混焼運転することができるよう、主燃料と副燃料との混合比の管理が重要となる。例えば、主燃料に対して副燃料の混合を開始し、混合比が予め設定された目標混合比に達した後、混合比の制御を行わない場合には、次のような問題が生じる。

【0006】

すなわち、上記目標混合比に達した後から副燃料の混合終了が指示されるまでの間の混合比静定時においては、混合比をできる限り一定にしておきたいところ、実際には、主燃料流量に微小な変動が生じる。そのため、混合比静定時に混合比の制御を行わない場合には、主燃料流量の変動によって変化した混合比は、狙いの目標混合比に復帰することなく成り行き任せとなる。そのため、目標混合比到達後に混合比の制御を行わない混合燃料供給装置では、混合燃料利用機器を安定した状態で混焼運転させることができない。

【0007】

本発明は、かかる課題に鑑みてなされたものであり、混合燃料利用機器の安定した混焼運転を実現可能な混合燃料供給装置を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明に係る混合燃料供給装置は、以下の通りである。

【 0 0 0 9 】

[1]

主燃料に対して副燃料を混合した混合燃料を混合燃料利用機器に供給するための混合燃料供給装置であって、

上記主燃料の流量に対して供給する上記副燃料の流量を制御して供給可能に構成されており、

上記主燃料および上記副燃料の合計流量に対する上記副燃料の流量の体積割合を混合比 10

、単位時間当たりの上記混合比の変化量の絶対値を混合比変化レート、

目標の上記混合比である目標混合比となるように上記混合比を増加させるときの上記混合比変化レートを混合比増加時変化レート、

上記目標混合比に達した後から上記副燃料の混合終了が指示されるまでの間の上記混合比変化レートを目標混合比到達後変化レートとしたとき、

上記混合比増加時変化レートの設定値 < 上記目標混合比到達後変化レートの設定値の関係を満たしており、かつ、

現在の上記混合比が上記目標混合比に達した後において、現在の上記混合比と上記目標混合比とを比較して、両者に乖離が生じている場合に、現在の上記混合比が上記目標混合比に復帰するように上記目標混合比到達後変化レートの設定値を用いて上記副燃料の流量を制御するよう構成されている、 20

混合燃料供給装置。

【 0 0 1 0 】

[2]

上記副燃料の混合を終了するために上記混合比を減少させるときの上記混合比変化レートを混合比減少時変化レートとしたとき、

上記混合比増加時変化レートの設定値 < 上記混合比減少時変化レートの設定値 < 上記目標混合比到達後変化レートの設定値の関係を満たしている、

上記 [1] に記載の混合燃料供給装置。 30

【 0 0 1 1 】

[3]

上記主燃料は、都市ガスであり、

上記副燃料は、水素であり、

上記混合燃料利用機器は、ガスエンジンである、

上記 [1] または上記 [2] に記載の混合燃料供給装置。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

上記 [1] に記載の混合燃料供給装置においては、現在の混合比が目標混合比に達した後において、現在の混合比と目標混合比とを比較して、両者に乖離が生じている場合に、副燃料を混合して混合比を増加させるときの混合比増加時変化レートよりも高く設定された目標混合比到達後変化レートの設定値を用いて、現在の混合比が目標混合比に復帰するように副燃料の流量が制御される。そのため、上記 [1] に記載の混合燃料供給装置によれば、主燃料の流量変動に対して副燃料の流量を迅速に追従させることができ、混合比静定時における現在の混合比をできる限り一定に近づけることが可能となり、混合燃料利用機器の安定した混焼運転を実現することが可能となる。 40

【 0 0 1 3 】

上記 [2] に記載の混合燃料供給装置においては、混合比増加時変化レートおよび混合比減少時変化レートの設定値が、目標混合比到達後変化レートの設定値よりも低い。そのため、上記 [2] に記載の混合燃料供給装置によれば、上記 [1] に記載の混合燃料供給 50

装置の効果に加えて、さらに、混合比の増減時に急激な熱量変動が発生するのを抑制することができる。なお、迅速に混焼運転に移行させるために、混合燃料利用機器が耐えられる範囲内で、十分に高い混合比増加時変化レートの設定値を採用することが望ましい。

【 0 0 1 4 】

また、上記 [2] に記載の混合燃料供給装置においては、副燃料の混合終了指示から副燃料の混合終了までにかかる時間を、副燃料の混合開始から目標混合比到達までの時間よりも早くすることができる。そのため、上記 [2] に記載の混合燃料供給装置によれば、上記 [1] に記載の混合燃料供給装置の効果に加えて、さらに、混焼運転から主燃料による単一燃焼運転に速やかに移行することが可能となる。

【 0 0 1 5 】

10

上記 [3] に記載の混合燃料供給装置においては、主燃料が都市ガス、副燃料が水素、混合燃料利用機器がガスエンジンとされる。水素は高い燃焼性を有するため、混合比の管理が適切でない場合には、混合燃料の異常燃焼に繋がるおそれがある。これに対し、上記 [3] に記載の混合燃料供給装置によれば、上記 [1] または上記 [2] に記載の混合燃料供給装置の効果に加えて、さらに、混合比静定時における都市ガスの流量変動に対して水素の流量を迅速に追従させることができ、ガスエンジンにおいて安定した都市ガス・水素の混焼運転を実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

【図 1】図 1 は、実施形態 1 の混合燃料供給装置、および、これを用いた混合燃料供給システムの概略構成を示した説明図である。

20

【図 2】図 2 は、実施形態 1 の混合燃料供給装置における、混合比および混合比変化レートの遷移の一例を模式的に示した説明図である。

【図 3】図 3 は、実施形態 1 の混合燃料供給装置において、主燃料に対して副燃料の混合を開始し、主燃料と副燃料との混合比が目標混合比に到達するまでの制御フローの一例を示した説明図である。

【図 4】図 4 は、実施形態 1 の混合燃料供給装置において、主燃料と副燃料との混合比が目標混合比に到達した後から主燃料に対する副燃料の混合終了が指示されるまでの間の混合比静定時における制御フローの一例を示した説明図である。

【図 5】図 5 は、実施形態 1 の混合燃料供給装置において、主燃料に対する副燃料の混合終了を指示し、副燃料の混合を終了するまでの制御フローの一例を示した説明図である。

30

【図 6】図 6 は、目標混合比到達後に混合比を制御せずに成り行き任せとする比較形態 1 の混合燃料供給装置における、混合比および混合比変化レートの遷移の一例を模式的に示した説明図である。

【図 7】図 7 は、目標混合比到達後に混合比増加時と同じ混合比変化レート（混合比増加時変化レート）にて制御を行うように構成された比較形態 2 の混合燃料供給装置における、混合比および混合比変化レートの遷移の一例を模式的に示した説明図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 7 】

（実施形態 1）

40

実施形態 1 の混合燃料供給装置について、図 1 ～ 図 7 を用いて説明する。図 1 ～ 図 5 に例示されるように、本実施形態の混合燃料供給装置 1 は、主燃料 G m に対して副燃料 G s を混合した混合燃料 G を混合燃料利用機器 2 に供給するための装置である。以下、これを詳説する。

【 0 0 1 8 】

なお、本実施形態では、主燃料（ガス）G m が都市ガスであり、副燃料（ガス）G s が水素であり、混合燃料利用機器 2 がガスエンジンである場合を例に用いて説明するが、これに限定されるものではない。他にも、主燃料 G m として、例えば、プロパン、副燃料 G s として、例えば、アンモニア、混合燃料利用機器 2 として、例えば、ガスバーナなどを例示することができる。

50

【 0 0 1 9 】

先ず、本実施形態の混合燃料供給装置 1 の概略装置構成について説明する。

【 0 0 2 0 】

図 1 に例示されるように、混合燃料利用機器 2 には、主燃料 G m を供給するための配管 2 1 が接続されている。配管 2 1 の途中部分には、副燃料 G s を供給するための配管 2 2 が接続されている。配管 2 1 と配管 2 2 との接続部分は、主燃料 G m に対して副燃料 G s を混合する混合点 2 3 とされている。したがって、混合点 2 3 から主燃料 G m のガス流れ上流側の配管 2 1 の部分には、主燃料 G m のみが流れる。混合点 2 3 から副燃料 G s のガス流れ上流側の配管 2 2 には、副燃料 G s のみが流れる。混合点 2 3 から混合燃料利用機器 2 に至る配管 2 1 の部分には、副燃料 G s が混合されないときには主燃料 G m が流れ、主燃料 G m に副燃料 G s が混合されるときには混合燃料 G が流れる。図 1 では、混合点 2 3 の周辺に混合燃料供給装置 1 が設けられている例が示されている。

10

【 0 0 2 1 】

混合燃料供給装置 1 は、主燃料 G m の流量に対して供給する副燃料 G s の流量を制御して供給可能に構成されている。具体的には、混合燃料供給装置 1 は、図 1 に例示されるように、流量計 1 1 と、流量調節部 1 2 と、制御部 1 3 とを有している。

【 0 0 2 2 】

流量計 1 1 は、配管 2 1 に設けられており、配管 2 1 内を流れている主燃料 G m の現在の流量を制御部 1 3 に出力する（矢印 a）。流量調節部 1 2 は、配管 2 2 に設けられており、配管 2 2 内を流れている副燃料 G s の現在の流量を制御部 1 3 に出力する（矢印 c）。流量調節部 1 2 は、制御部 1 3 からの指示を受けて（矢印 b）、混合点 2 3 に供給する副燃料 G s の流量を増減可能に構成されている。流量調節部 1 2 には、具体的には、マスフローコントローラを用いることができる。

20

【 0 0 2 3 】

制御部 1 3 は、シーケンス制御を行うことが可能なものであり、具体的には、シーケンスを用いることができる。制御部 1 3 には、流量計 1 1 から、配管 2 1 内を流れている現在的主燃料 G m の流量が入力される（矢印 a）。制御部 1 3 には、流量調節部 1 2 から、配管 2 2 内を流れている現在の副燃料 G s の流量が入力される（矢印 c）。制御部 1 3 には、混合燃料利用機器 2 から、副燃料 G s の混合開始の指示や副燃料 G s の混合終了の指示（矢印 e）が入力される。他にも、制御部 1 3 には、副燃料 G s の混合を緊急停止するなどのために、混合燃料利用機器 2 の故障情報などが入力されてもよい。

30

【 0 0 2 4 】

また、制御部 1 3 は、指定した流量の副燃料 G s が混合点 2 3 に供給されるように流量調節部 1 2 に指示を出力する（矢印 b）。他にも、制御部 1 3 は、主燃料 G m および副燃料 G s の合計流量に対する副燃料 G s の流量の体積割合（体積％）である混合比の現在の値や、混合燃料供給装置 1 の故障情報などの制御情報を混合燃料利用機器 2 に出力してもよい（矢印 d）。

【 0 0 2 5 】

次に、本実施形態の混合燃料供給装置 1 の制御部 1 3 による制御について、図 2 ～ 図 5 を用いて具体的に説明する。

40

【 0 0 2 6 】

主燃料 G m に対して副燃料 G s を供給するにあたり、以下のようにパラメータを定義する。すなわち、主燃料 G m および副燃料 G s の合計流量に対する副燃料 G s の流量の体積割合（体積％）を混合比とする。単位時間当たりの混合比の変化量の絶対値を混合比変化レートとする。目標の混合比である目標混合比となるように混合比を増加させるときの混合比変化レートを混合比増加時変化レートとする。目標混合比に達した後から副燃料 G s の混合終了が指示されるまでの間の混合比変化レートを目標混合比到達後変化レートとする。副燃料 G s の混合を終了するために混合比を減少させるときの混合比変化レートを混合比減少時変化レートとする。

【 0 0 2 7 】

50

図 2 に例示されるように、まず、配管 2 1 内に主燃料 G m のみが流れている状況、つまり、主燃料 G m 1 0 0 体積 % の状態で混合燃料利用機器 2 が動作している状況を考える。この前提の下、ある任意の時間が経過した時点において、制御部 1 3 が、混合燃料利用機器 2 から副燃料 G s の混合開始の指示を受け、配管 2 2 および混合点 2 3 を通じて、主燃料 G m に対して副燃料 G s の混合を開始するとする。副燃料 G s の混合開始時には混合比は 0 体積 % であり、副燃料 G s の混合開始から任意の時間経過後に任意の目標混合比に到達させるものとする。この際、副燃料 G s の混合開始から目標混合比到達までの間における混合比増加時変化レートは、任意の混合比変化レートに事前に設定される。

【 0 0 2 8 】

目標混合比到達後から副燃料 G s の混合終了が混合燃料利用機器 2 から指示されるまでの間の混合比静定時においては、混合比をできる限り一定にしておきたいところ、実際には、主燃料 G m の供給量の変化等により主燃料 G m の流量の変動が生じるため、図 2 に例示するように混合比に変動が生じる。図 2 中、符号 V 1 は、主燃料 G m の供給量が増加して混合比が低下した場合を例示したものであり、符号 V 2 は、主燃料 G m の供給量が減少して混合比が上昇した場合を例示したものである。この混合比静定時における混合比変化レート、つまり、目標混合比に達した後の混合比変化レートである目標混合比到達後変化レートは、目標混合比到達時に、混合比増加時変化レートの設定値 < 目標混合比到達後変化レートの設定値の関係を満たすように、任意の混合比変化レートに事前に設定される。

【 0 0 2 9 】

図 2 に例示されるように、混合比静定時におけるある任意の時間が経過した時点において、制御部 1 3 が、混合燃料利用機器 2 から副燃料 G s の混合終了の指示を受けたとする。この時点から任意の時間経過後に混合比を 0 体積 % とし、主燃料 G への副燃料 G s の混合を終了する。この際、副燃料 G s の混合終了指示を受けた時点から副燃料 G s の混合を終了するまでの間における混合比減少時変化レートは、混合比減少時変化レートの設定値
目標混合比到達後変化レートの設定値を満たすように、任意の混合比変化レートに事前に設定される。

【 0 0 3 0 】

ここで、混合燃料供給装置 1 では、現在の混合比が目標混合比に達した後において、現在の混合比と目標混合比とを比較して、両者に乖離が生じている場合に、現在の混合比が目標混合比に復帰するように目標混合比到達後変化レートの設定値を用いて副燃料の流量が制御される。以下、図 3 ~ 図 5 を用いて制御の流れをより具体的に説明する。

【 0 0 3 1 】

図 3 に、混合燃料供給装置 1 において、主燃料 G m に対して副燃料 G s の混合を開始し、主燃料 G m と副燃料 G s との混合比が目標混合比に到達するまでの制御フローの一例を示す。

【 0 0 3 2 】

図 3 に例示されるように、制御部 1 3 は、混合燃料利用機器 2 から副燃料 G s の混合開始の指示を受け、主燃料 G m に対して副燃料 G s の混合を開始する (S 1)。制御部 1 3 は、流量計 1 1 から入力される主燃料 G m の現在の流量に応じて、事前に設定した混合比増加時変化レートとなるように混合すべき副燃料 G s の流量を計算し、当該流量の副燃料 G s を混合点 2 3 に供給するように流量調節部 1 2 に指示を出力する。流量調節部 1 2 は、制御部 1 3 からの指示を受け、必要な流量の副燃料 G s を混合点 2 3 に供給 (投入) する (S 2)。制御部 1 3 は、現在の混合比が目標混合比に到達したか否かを判断する (S 3)。現在の混合比が目標混合比に到達していない場合 (N o) には、S 2 に戻り、主燃料 G m に対して副燃料 G s の混合を続ける。現在の混合比が目標混合比に到達した場合 (Y e s) には、制御部 1 3 は、混合比増加時変化レートの設定値を、より高い混合比変化レートである目標混合比到達後変化レートに設定変更する (S 4)。その後は、次の制御に移行する。

【 0 0 3 3 】

なお、主燃料 G m として都市ガス (1 3 A)、副燃料 G s として水素を用い、ガスエン

10

20

30

40

50

ジンの混焼運転を行う場合における混合比の計算例を次に示す。すなわち、はじめに、前提として、都市ガス（13A）100体積%の状態ではガスエンジンを起動しておく。次に、都市ガス（13A）と水素の混焼運転に移行していく。ここで、目標混合比を、仮に20体積%、混合比増加時変化レートを5体積%/minに設定する。この際、混合比は、 $H_2 \text{ 流量} / (H_2 \text{ 流量} + 13A \text{ 流量})$ にて計算される。このように計算される混合比と混合比増加時変化レートとを常に計算し、事前に設定した混合比増加時変化レート（5体積%/min）になるように、制御部13の指示により、流量調節部12にて副燃料Gsの流量を制御し、目標混合比（20体積%）になるまで、 H_2 流量を増加させ続ける。

【0034】

この際、例えば、混合比を0体積%から5体積%に増加させるときと、混合比を15体積%から20体積%に増加させるときでは、5体積%相当の H_2 流量が異なっている。例えば、都市ガス（13A）と水素の熱量比を都市ガス（13A）：水素 = $40.6 \text{ MJ} / \text{Nm}^3$ （都市ガス（13A）の低位発熱量）： $10.8 \text{ MJ} / \text{Nm}^3$ （水素の低位発熱量）とし、都市ガス（13A）が100体積%での混合燃料利用機器2の運転時に必要な都市ガス（13A）の流量を $100 \text{ m}^3 / \text{min}$ とする。このとき、ガスエンジンによる発電出力を一定にすべく、燃料の熱量は一定にする必要があるため、投入する H_2 流量の $10.8 / 40.6$ の13A流量が減少することになる。そのため、 H_2 流量をXとすると、混合比を0体積%から5体積%に増加させるときには、 $X / (X + 100 - 10.8X / 40.6) = 0.05$ の式から $X = 5.19 \text{ m}^3 / \text{min}$ の水素を投入する必要がある。同様に計算すると、混合比が15体積%では、 $16.86 \text{ m}^3 / \text{min}$ の水素を投入する必要がある。混合比が20体積%では、 $23.44 \text{ m}^3 / \text{min}$ の水素を投入する必要がある。したがって、混合比を15体積%から20体積%に増加させるときには、 $23.44 \text{ m}^3 / \text{min} - 16.86 \text{ m}^3 / \text{min} = 6.58 \text{ m}^3 / \text{min}$ の水素を投入する必要がある。この水素投入量は、混合比を0体積%から5体積%に増加させるときの水素投入量とは異なっている。このように、本実施形態の混合燃料供給装置1では、単純に直線的に水素投入量を増加させるわけではないことが理解される。

【0035】

次に、図4に、混合燃料供給装置1において、主燃料Gmと副燃料Gsとの混合比が目標混合比に到達した後から主燃料Gmに対する副燃料Gsの混合終了が指示されるまでの間の混合比静定時における制御フローの一例を示す。

【0036】

図4に例示されるように、制御部13は、混合比が目標混合比に到達し、混合比増加時変化レートの設定値をこれよりも高い値の目標混合比到達後変化レートに設定変更した後（S4）、引き続き、流量計11から入力される主燃料Gmの現在の流量と、流量調節部12から入力される副燃料Gsの現在の流量とから、現在の混合比を計算する（S5）。そして、現在の混合比と目標混合比とを比較し、両者が一致しているかどうかを判断する（S6）。現在の混合比と目標混合比とが一致している場合（Yes）、つまり、両者に乖離が生じていない場合には、再びS5に戻り、引き続き現在の混合比を計算する。一方、現在の混合比と目標混合比とが一致していない場合（No）、つまり、両者に乖離が生じている場合には、目標混合比到達後変化レートの設定値を用いて、目標混合比に復帰するのに必要な流量の副燃料Gsを供給（投入）する、あるいは、目標混合比に復帰するのに過剰な流量の副燃料Gsを減少させた後（S7）、再びS5に戻り、引き続き現在の混合比を計算する。かかる制御は、制御部13が混合燃料利用機器2から副燃料Gsの混合終了の指示を受けるまで続けられる。

【0037】

次に、図5に、混合燃料供給装置1において、主燃料Gmに対する副燃料Gsの混合終了を指示し、副燃料Gsの混合を終了するまでの制御フローの一例を示す。

【0038】

図5に例示されるように、制御部13は、混合燃料利用機器2から副燃料Gsの混合終了の指示を受け、主燃料Gmに対する副燃料Gsの混合終了を開始する（S8）。具体的

10

20

30

40

50

には、制御部 13 は、目標混合比到達後変化レートの設定値を、混合比減少時変化レートに設定変更する (S 9)。制御部 13 は、流量計 11 から入力される主燃料 G m の現在の流量に応じて、上記設定変更された混合比減少時変化レートとなるような副燃料 G s の流量を計算し、供給中の副燃料 G s の流量を減少するように流量調節部 12 に指示を出力する。流量調節部 12 は、制御部 13 からの指示を受け、副燃料 G s の流量を減少させる (S 10)。制御部 13 は、現在の混合比が目標混合比、つまり、混合比が 0 体積 % に到達したかを判断する (S 11)。現在の混合比が 0 体積 % に到達していない場合 (N o) には、S 10 に戻り、副燃料 G s の流量の減少を続ける。現在の混合比が 0 に到達した場合 (Y e s) には、制御部 13 は、一連の制御を終了して混合燃料 G の供給を終了し (S 12)、例えば、次に混合燃料利用機器 2 から副燃料 G s の混合指示を受けるまで待機状態に入る。

10

【 0 0 3 9 】

次に、本実施形態の混合燃料供給装置 1 の作用効果について、以下に示す比較形態 1 の混合燃料供給装置、および、比較形態 2 の混合燃料供給装置と対比しつつ説明する。

【 0 0 4 0 】

図 6 に、比較形態 1 の混合燃料供給装置について、本実施形態の混合燃料供給装置 1 で説明した図 2 に対応する混合比および混合比変化レートの遷移の一例を示す。図 6 に例示されるように、比較形態 1 の混合燃料供給装置では、現在の混合比が目標混合比に到達後、副燃料 G s の混合終了が指示されるまでの間は、混合比の制御が行われない (目標混合比到達後変化レートの設定値 = 0)。この場合、主燃料 G m の流量の変動によって変化した混合比は、狙いの目標混合比に復帰することなく成り行き任せとなる。なお、図 6 では、主燃料 G m の供給量が増加して混合比が低下した場合を例示しており、一旦混合比が低下した以降は、成り行き任せであるために、混合比が低下したまま目標混合比に復帰することなく副燃料 G s の混合終了に至る。したがって、比較形態 1 の混合燃料供給装置では、混合燃料利用機器 2 の安定した混焼運転を実現することができない。

20

【 0 0 4 1 】

また、図 7 に、比較形態 2 の混合燃料供給装置について、本実施形態の混合燃料供給装置 1 で説明した図 2 に対応する混合比および混合比変化レートの遷移の一例を示す。図 7 に例示されるように、比較形態 2 の混合燃料供給装置では、現在の混合比が目標混合比に到達後、副燃料 G s の混合終了が指示されるまでの間、混合比の制御が一応は行われる。しかしながら、混合比増加時変化レートの設定値 < 目標混合比到達後変化レートの設定値の関係を満たしておらず、混合比増加時変化レートの設定値 = 目標混合比到達後変化レートの設定値の条件にて混合比の制御が行われる。この場合、主燃料 G m の流量の変動によって変化した混合比は、狙いの目標混合比に復帰はするものの、復帰までの時間が相対的に長くかかり、その間、混合燃料利用機器 2 の安定した混焼運転を実現することが困難である。

30

【 0 0 4 2 】

これらに対し、本実施形態の混合燃料供給装置 1 においては、図 2 ~ 図 5 に例示したように、現在の混合比が目標混合比に達した後において、現在の混合比と目標混合比とを比較して、両者に乖離が生じている場合に、副燃料 G s を混合して混合比を増加させるときの混合比増加時変化レートよりも高く設定された目標混合比到達後変化レートの設定値を用いて、現在の混合比が目標混合比に復帰するように副燃料 G s の流量が制御される。そのため、本実施形態の混合燃料供給装置 1 によれば、主燃料 G m の流量変動に対して副燃料 G s の流量を迅速に追従させることができ、混合比静定時における現在の混合比をできる限り一定に近づけることが可能となり、混合燃料利用機器 2 の安定した混焼運転を実現することが可能となる。

40

【 0 0 4 3 】

また、本実施形態の混合燃料供給装置 1 においては、混合比増加時変化レートおよび混合比減少時変化レートの設定値が、目標混合比到達後変化レートの設定値よりも低い。そのため、本実施形態の混合燃料供給装置 1 によれば、混合比の増減時に急激な熱量変動が

50

発生するのを抑制することができる。また、本実施形態の混合燃料供給装置 1 においては、副燃料 G s の混合終了指示から副燃料 G s の混合終了までにかかる時間を、副燃料 G s の混合開始から目標混合比到達までの時間よりも早くすることができる。そのため、本実施形態の混合燃料供給装置 1 によれば、混焼運転から主燃料 G m による単一燃焼運転に速やかに移行することが可能となる。

【 0 0 4 4 】

また、本実施形態の混合燃料供給装置 1 においては、主燃料 G m が都市ガス、副燃料 G s が水素、混合燃料利用機器 2 がガスエンジンとされる。水素は高い燃焼性を有するため、混合比の管理が適切でない場合には、混合燃料 G の異常燃焼に繋がるおそれがある。これに対し、本実施形態の混合燃料供給装置 1 によれば、混合比静定時における都市ガスの流量変動に対して水素の流量を迅速に追従させることができ、ガスエンジンにおいて安定した都市ガス・水素の混焼運転を実現することが可能となる。なお、本実施形態では、都市ガス (1 3 A) を用いて説明を行ったが、都市ガスの成分変更などにより発熱量が増減した場合においても、本開示の内容は成立するものである。

10

【 0 0 4 5 】

本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。また、上記実施形態に示される各構成は、それぞれ任意に組み合わせることができる。また、出願当初の特許請求の範囲に記載の各請求項同士は、それぞれ任意に組み合わせることができる。

【 符号の説明 】

20

【 0 0 4 6 】

- 1 混合燃料供給装置
- 2 混合燃料利用機器
- G m 主燃料
- G s 副燃料
- G 混合燃料

【 要約 】

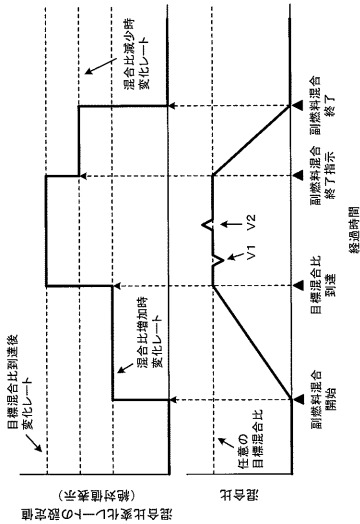
【 課題 】 混合燃料利用機器の安定した混焼運転を実現可能な混合燃料供給装置を提供する。

【 解決手段 】 混合燃料供給装置 1 は、主燃料 G m に対して副燃料 G s を混合した混合燃料 G を混合燃料利用機器 2 に供給するためのものであって、主燃料 G m の流量に対して供給する副燃料 G s の流量を制御して供給可能に構成されている。混合燃料供給装置 1 では、混合比増加時変化レートの設定値 < 目標混合比到達後変化レートの設定値の関係を満たす。混合燃料供給装置 1 は、現在の混合比が目標混合比に達した後において、現在の混合比と目標混合比とを比較して、両者に乖離が生じている場合に、現在の混合比が目標混合比に復帰するように目標混合比到達後変化レートの設定値を用いて副燃料の流量を制御するよう構成されている。

30

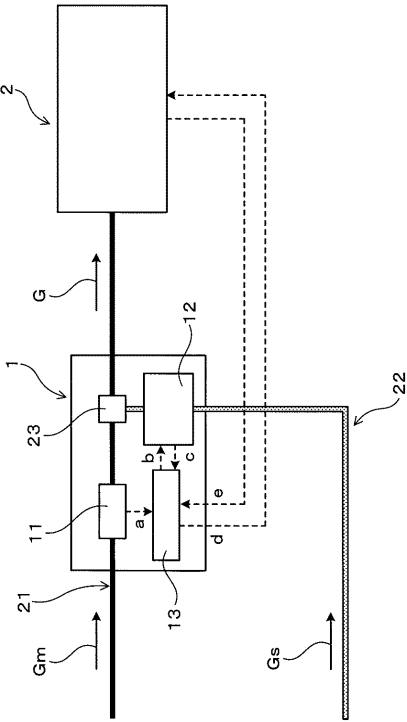
【 選択図 】 図 2

(図 2)



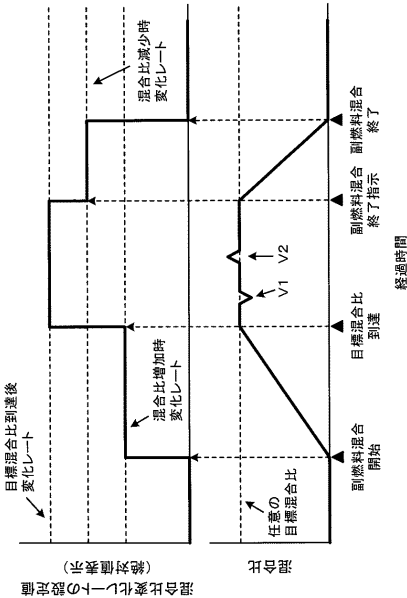
【 図 1 】

(図 1)

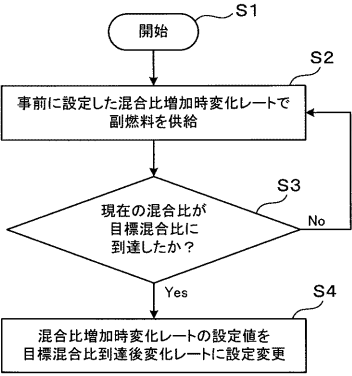


【 図 2 】

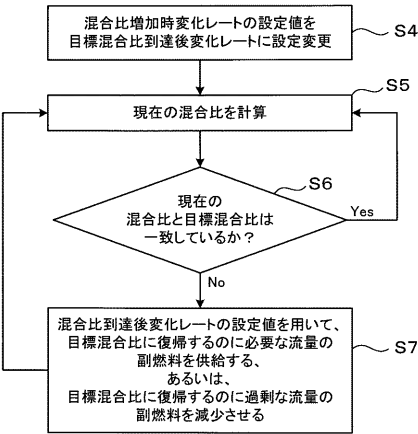
(図 2)



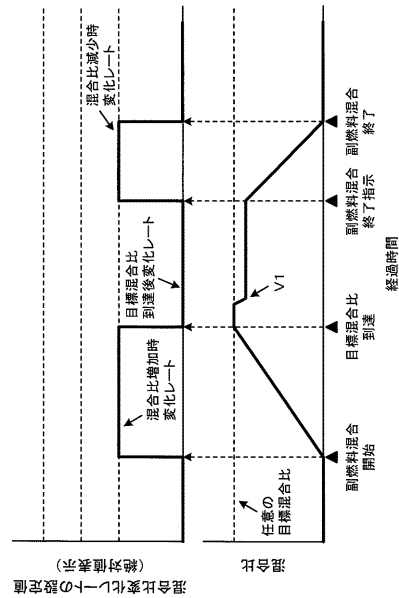
【 図 3 】
(図 3)



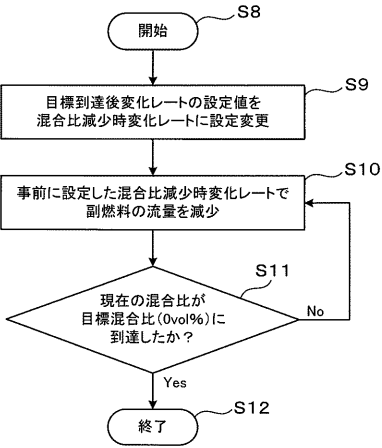
【 図 4 】
(図 4)



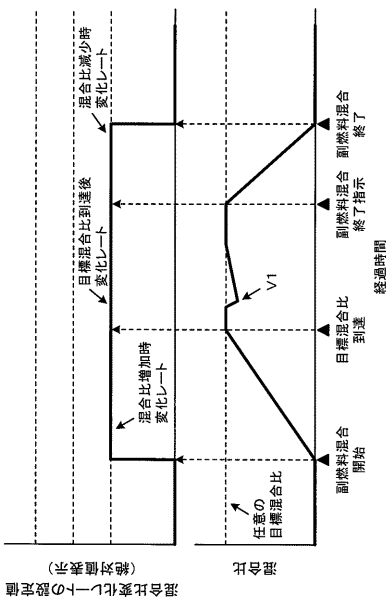
【 図 6 】
(図 6)



【 図 5 】
(図 5)



【 図 7 】
(図 7)



フロントページの続き

審査官 小関 峰夫

(56)参考文献 特開昭53-122150(JP,A)
特開2010-14112(JP,A)
特開2011-157860(JP,A)
特開2011-169294(JP,A)
特開2012-211514(JP,A)
特開2013-47497(JP,A)
特開2020-101124(JP,A)
特開2023-148358(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F02B 43/00
F02D 19/06
F02M 21/02
F02M 37/00
F23K 5/00
F23N 1/00