JP 7462695 B2 2024.4.5

(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12)特　許　公　報（Ｂ２）　(11)特許番号

特許第7462695号

（Ｐ７４６２６９５）

(45)発行日　令和6年4月5日(2024.4.5)　(24)登録日　令和6年3月28日(2024.3.28)

(51)Int.Cl.			FI		
Ｆ０２Ｍ	*21/02*	*(2006.01)*	Ｆ０２Ｍ	21/02	Ｎ
Ｆ０２Ｄ	*19/08*	*(2006.01)*	Ｆ０２Ｄ	19/08	Ｃ
Ｆ０２Ｂ	*43/00*	*(2006.01)*	Ｆ０２Ｂ	43/00	Ｚ
Ｆ２３Ｋ	*5/00*	*(2006.01)*	Ｆ２３Ｋ	5/00	３０３
Ｆ２３Ｎ	*1/00*	*(2006.01)*	Ｆ２３Ｎ	1/00	１０２Ｚ

請求項の数11

(21)出願番号　特願2022-56328(P2022-56328)
(22)出願日　令和4年3月30日(2022.3.30)
(65)公開番号　特開2023-148358(P2023-148358A)
(43)公開日　令和5年10月13日(2023.10.13)
審査請求日　令和5年8月24日(2023.8.24)

(73)特許権者　000221834
東邦瓦斯株式会社
愛知県名古屋市熱田区桜田町１９番１８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　永井　恒輝
愛知県名古屋市熱田区桜田町１９番１８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１９番１８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１９番１８号
東邦瓦斯株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ガス混合装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

燃料使用機器へ供給する主燃料ガスに、副燃料ガスを目標とする目標混合比率で混合させるガス混合装置であって、

前記副燃料ガスを貯留するタンクと、

前記タンク内の圧力を検出する圧力計と、

前記主燃料ガスに混合する前記副燃料ガスの流量を調整する流量調整弁と、

前記圧力計による前記圧力を利用して、前記流量調整弁の開度を制御する制御装置と、を備え、

前記制御装置は、

前記圧力が許容上限値以上である場合に、前記主燃料ガスに対する前記副燃料ガスの混合比率が前記目標混合比率に保たれるよう前記流量調整弁の開度を制御する定常制御と、

前記圧力が前記許容上限値未満になるとともに継続して低下する場合に、前記主燃料ガスに対する前記副燃料ガスの混合比率が設定低下率で低下するよう前記流量調整弁の開度を制御する低下時制御と、を行うよう構成されている、ガス混合装置。

【請求項２】

前記制御装置は、

前記圧力が前記許容上限値よりも低い許容下限値以上になるとともに継続して上昇する場合に、前記主燃料ガスに対する前記副燃料ガスの混合比率が設定上昇率で上昇するよう前記流量調整弁の開度を制御する上昇時制御と、

前記圧力が前記許容下限値未満に低下する場合に、前記主燃料ガスに対する前記副燃料ガスの混合比率がゼロになるよう、又は前記設定低下率で低下するよう前記流量調整弁の開度を制御する混合停止制御と、を行うよう構成されている、請求項１に記載のガス混合装置。

【請求項３】

前記制御装置は、

前記低下時制御を行うときに、前記圧力の低下速度が所定範囲内に小さくなった低下抑制時には、前記主燃料ガスに対する前記副燃料ガスの混合比率を、前記低下抑制時が認定されたときの混合比率に維持するよう前記流量調整弁の開度を制御する低下抑制時制御を行うよう構成されている、請求項１又は２に記載のガス混合装置。

【請求項４】

前記制御装置は、

前記上昇時制御を行うときに、前記圧力の上昇速度が所定範囲内に小さくなった上昇抑制時には、前記主燃料ガスに対する前記副燃料ガスの混合比率を、前記上昇抑制時が認定されたときの混合比率に維持するよう前記流量調整弁の開度を制御する上昇抑制時制御を行うよう構成されている、請求項２に記載のガス混合装置。

【請求項５】

前記制御装置においては、前記主燃料ガスに対する前記副燃料ガスの混合比率の許容上限値に基づいて前記目標混合比率が設定されるとともに、前記主燃料ガスに対する前記副燃料ガスの混合比率を低下させるときの低下速度の許容値に基づいて前記設定低下率が設定される、請求項１～４のいずれか１項に記載のガス混合装置。

【請求項６】

前記制御装置においては、前記主燃料ガスに対する前記副燃料ガスの混合比率の許容上限値に基づいて前記目標混合比率が設定されるとともに、前記主燃料ガスに対して前記副燃料ガスの混合比率を低下させるときの低下速度の許容値に基づいて前記設定低下率が設定され、かつ、前記主燃料ガスに対して前記副燃料ガスの混合比率を上昇させるときの上昇速度の許容値に基づいて前記設定上昇率が設定される、請求項２又は４に記載のガス混合装置。

【請求項７】

前記制御装置は、前記ガス混合装置の外部からの指令に基づいて、前記定常制御又は前記低下時制御を行う混合制御モードと、前記主燃料ガスへの前記副燃料ガスの混合を停止する混合停止制御モードとに切り替えが可能である、請求項１～６のいずれか１項に記載のガス混合装置。

【請求項８】

前記制御装置は、前記ガス混合装置の外部からの指令に基づいて、前記定常制御、前記低下時制御又は前記上昇時制御を行う混合制御モードと、前記主燃料ガスへの前記副燃料ガスの混合を停止する混合停止制御モードとに切り替えが可能である、請求項２、４又は６のいずれか１項に記載のガス混合装置。

【請求項９】

燃料使用機器へ供給する主燃料ガスに、副燃料ガスを目標とする目標混合比率で混合させるガス混合装置であって、

前記副燃料ガスを貯留するタンクと、

前記タンク内の圧力を検出する圧力計と、

前記主燃料ガスに混合する前記副燃料ガスの流量を調整する流量調整弁と、

前記圧力計による前記圧力を利用して、前記流量調整弁の開度を制御する制御装置と、を備え、

前記制御装置は、

前記圧力が許容上限値以上である場合に、前記主燃料ガスに対する前記副燃料ガスの混合比率が前記目標混合比率に保たれるよう前記流量調整弁の開度を制御する定常制御と、

前記圧力が前記許容上限値未満であるとともに前記許容上限値よりも低い許容下限値以

上である場合には、前記圧力が高いほど前記主燃料ガスに対する前記副燃料ガスの混合比率を大きくするとともに、前記主燃料ガスに対する前記副燃料ガスの混合比率が設定変化率で変化するよう前記流量調整弁の開度を制御する比例制御と、を行うよう構成されている、ガス混合装置。

【請求項１０】

前記主燃料ガスの流量を検出する流量計をさらに備え、

前記制御装置は、

前記流量計による前記主燃料ガスの流量に対して、前記流量調整弁による前記副燃料ガスの流量を調整することによって、前記主燃料ガスに対する前記副燃料ガスの混合比率を調整するよう構成されている、請求項１～９のいずれか１項に記載のガス混合装置。

【請求項１１】

前記制御装置は、前記タンク内の圧力の情報、前記流量調整弁の開度の情報、前記主燃料ガスに対する前記副燃料ガスの混合比率、及び前記流量計による前記主燃料ガスの流量の情報のうちの少なくともいずれかを、前記燃料使用機器へ送信するよう構成されている、請求項１０に記載のガス混合装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、ガス混合装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

都市ガス等の燃料ガスを用いる燃料使用機器においては、都市ガスだけでなく、例えば水素、プロパン等の燃料ガスも用いて燃焼を行いたい場合がある。この場合には、燃料使用機器へ供給される混合燃料ガスを、２種類の燃料ガスを混合させて生成するガス混合装置が用いられる。混合燃料を用いる自動車用エンジンに関するものとしては、例えば、特許文献１に記載されたエンジン制御装置がある。このエンジン制御装置においては、水素ガス及びガソリンの２種類の燃料を、水素モード又はガソリンモードとして単独で用いる、又は遷移モードとして混合させて用いることが記載されている。さらに、このエンジン制御装置においては、エンジンに供給する水素ガスの残量を検知し、検知した残量が所定値以下になったときに、水素モードから遷移モードに切り替え、その後ガソリンモードに切り替えることが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開２００６－１０４９４１号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

しかしながら、特許文献１に記載されたエンジン制御装置は、遷移モードにおいてエンジンに供給する水素ガスとガソリンの混合比率は、エンジンにおける要求トルク及び吸気充填量に応じて設定している。つまり、エンジン等の燃料使用機器における燃焼制御と連動して、水素ガスとガソリンの混合比率を変更している。そのため、特許文献１のエンジン制御装置においては、混合比率の急激な変化を防止すること、及び燃料使用機器における燃焼制御と独立して混合比率を変更することはできない。

【０００５】

本発明は、かかる課題に鑑みてなされたもので、副燃料ガスの混合比率の急激な変化を防止するとともに、主燃料ガスと副燃料ガスの混合比率を燃料使用機器から独立して単独で変更することができるガス混合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】

【０００６】

本発明の一態様は、
燃料使用機器へ供給する主燃料ガスに、副燃料ガスを目標とする目標混合比率で混合させるガス混合装置であって、
前記副燃料ガスを貯留するタンクと、
前記タンク内の圧力を検出する圧力計と、
前記主燃料ガスに混合する前記副燃料ガスの流量を調整する流量調整弁と、
前記圧力計による前記圧力を利用して、前記流量調整弁の開度を制御する制御装置と、を備え、
前記制御装置は、
前記圧力が許容上限値以上である場合に、前記主燃料ガスに対する前記副燃料ガスの混合比率が前記目標混合比率に保たれるよう前記流量調整弁の開度を制御する定常制御と、
前記圧力が前記許容上限値未満になるとともに継続して低下する場合に、前記主燃料ガスに対する前記副燃料ガスの混合比率が設定低下率で低下するよう前記流量調整弁の開度を制御する低下時制御と、を行うよう構成されている、ガス混合装置にある。

【０００７】

本発明の他の態様は、
燃料使用機器へ供給する主燃料ガスに、副燃料ガスを目標とする目標混合比率で混合させるガス混合装置であって、
前記副燃料ガスを貯留するタンクと、
前記タンク内の圧力を検出する圧力計と、
前記主燃料ガスに混合する前記副燃料ガスの流量を調整する流量調整弁と、
前記圧力計による前記圧力を利用して、前記流量調整弁の開度を制御する制御装置と、を備え、
前記制御装置は、
前記圧力が許容上限値以上である場合に、前記主燃料ガスに対する前記副燃料ガスの混合比率が前記目標混合比率に保たれるよう前記流量調整弁の開度を制御する定常制御と、
前記圧力が前記許容上限値未満であるとともに前記許容上限値よりも低い許容下限値以上である場合には、前記圧力が高いほど前記主燃料ガスに対する前記副燃料ガスの混合比率を大きくするとともに、前記主燃料ガスに対する前記副燃料ガスの混合比率が設定変化率で変化するよう前記流量調整弁の開度を制御する比例制御と、を行うよう構成されている、ガス混合装置にある。

【発明の効果】

【０００８】

（一態様のガス混合装置）
前記一態様のガス混合装置の制御装置は、圧力計によって検出される、副燃料ガスを貯留するタンク内の圧力の状態に応じて、流量調整弁によって主燃料ガスに混合する副燃料ガスの流量を調整する。具体的には、制御装置は、圧力が許容上限値以上である場合には定常制御を行い、圧力が許容上限値未満になるとともに継続して低下する場合には低下時制御を行う。

【０００９】

制御装置が定常制御を行うことにより、主燃料ガスに対する副燃料ガスの混合比率が目標混合比率に保たれる。主燃料ガスに対する副燃料ガスの混合比率は、主燃料ガス及び副燃料ガスの混合燃料ガスにおける副燃料ガスの混合比率として捉えてもよい。また、制御装置が低下時制御を行うことにより、主燃料ガスに対する副燃料ガスの混合比率が設定低下率で低下する。この低下時制御により、副燃料ガスのタンク内の圧力が、許容上限値未満になるとともに継続して低下する場合には、タンクにおける副燃料ガスの貯留量が少なくなっていく状態に応じて、副燃料ガスの混合比率を設定低下率で低下させることができる。

【００１０】

これにより、タンクにおける副燃料ガスの貯留量が少なくなっていく状態において、副

燃料ガスの混合比率を、急激に低下させることなく、適切な速度で低下させることができる。また、ガス混合装置は、主燃料ガスと副燃料ガスの混合比率を燃料使用機器から独立して単独で変更することができる。

【００１１】

それ故、前記一態様のガス混合装置によれば、副燃料ガスの混合比率の急激な変化を防止するとともに、主燃料ガスと副燃料ガスの混合比率を燃料使用機器から独立して単独で変更することができる。

【００１２】

（他の態様のガス混合装置）

前記他の態様のガス混合装置の制御装置は、比例制御を行うことによって、副燃料ガスのタンク内の圧力が高いほど主燃料ガスに対する副燃料ガスの混合比率を大きくし、かつ主燃料ガスに対する副燃料ガスの混合比率が設定変化率で低下するようにする。この比例制御により、副燃料ガスのタンク内の圧力が、許容上限値未満であるとともに許容下限値以上である場合には、タンクにおける副燃料ガスの貯留量の増減に応じて、副燃料ガスの混合比率を設定変化率で変化させることができる。

【００１３】

これにより、タンクにおける副燃料ガスの貯留量が増減する状態において、副燃料ガスの混合比率を、急激に変化させることなく、適切な速度で変化させることができる。また、ガス混合装置は、主燃料ガスと副燃料ガスの混合比率を燃料使用機器から独立して単独で変更することができる。

【００１４】

それ故、前記他の態様のガス混合装置によっても、副燃料ガスの混合比率の急激な変化を防止するとともに、主燃料ガスと副燃料ガスの混合比率を燃料使用機器から独立して単独で変更することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１５】

【図１】実施形態１にかかる、ガス混合装置を示す説明図。

【図２】実施形態１にかかる、タンク内の副燃料ガスの圧力の時間的変化と、副燃料ガスの混合比率の時間的変化とを示すグラフ。

【図３】実施形態１にかかる、流量調整弁の開度と副燃料ガスの混合比率との関係を模式的に示すグラフ。

【図４】実施形態１にかかる、メイン制御ルーチンを示すフローチャート。

【図５】実施形態１にかかる、定常制御ルーチンを示すフローチャート。

【図６】実施形態１にかかる、低下時制御ルーチンを示すフローチャート。

【図７】実施形態１にかかる、低下抑制時制御ルーチンを示すフローチャート。

【図８】実施形態１にかかる、上昇時制御ルーチンを示すフローチャート。

【図９】実施形態１にかかる、上昇抑制時制御ルーチンを示すフローチャート。

【図１０】実施形態２にかかる、タンク内の副燃料ガスの圧力と副燃料ガスの混合比率との関係を模式的に示すグラフ。

【図１１】実施形態２にかかる、メイン制御ルーチンを示すフローチャート。

【図１２】実施形態２にかかる、比例制御ルーチンを示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【００１６】

前述したガス混合装置にかかる好ましい実施形態について、図面を参照して説明する。

＜実施形態１＞

本形態のガス混合装置１は、図１に示すように、燃料使用機器７へ供給する主燃料ガスＦ１に、副燃料ガスＦ２を目標とする目標混合比率Ｒ０で混合させるものである。ガス混合装置１は、副燃料ガスＦ２を貯留するタンク２と、タンク２内の圧力Ｐを検出する圧力計３と、主燃料ガスＦ１に混合する副燃料ガスＦ２の流量Ｑ２を調整する流量調整弁４と、圧力計３による圧力Ｐを利用して、流量調整弁４の開度Ｋを制御する制御装置６とを備

える。
【００１７】
図２に示すように、制御装置６は、定常制御と低下時制御とを適宜切り替えることが可能である。定常制御は、タンク２内の圧力Ｐが許容上限値Ｐ１以上である場合に、主燃料ガスＦ１に対する副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒが目標混合比率Ｒ０に保たれるよう流量調整弁４の開度Ｋを制御するものである。低下時制御は、タンク２内の圧力Ｐが許容上限値Ｐ１未満になるとともに継続して低下する場合に、主燃料ガスＦ１に対する副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒが設定低下率αで低下するよう流量調整弁４の開度Ｋを制御するものである。
【００１８】
以下に、本形態のガス混合装置１について詳説する。
（ガス混合装置１）
図１に示すように、ガス混合装置１は、燃料ガスを使用する燃料使用機器７へ、主燃料ガスＦ１と副燃料ガスＦ２との混合燃料ガスＦ３を供給するために用いられる。ガス混合装置１は、燃料使用機器７と独立して形成されており、種々の燃料使用機器７に対して混合燃料ガスＦ３を供給する装置として設置可能である。燃料使用機器７には、バーナ等の燃焼機器、ガスエンジンを含むコージェネレーション機器などがある。
【００１９】
（主燃料ガスＦ１及び副燃料ガスＦ２）
本形態においては、主燃料ガスＦ１には都市ガスが用いられ、副燃料ガスＦ２には水素ガスが用いられる。副燃料ガスＦ２の単位体積当たりの発熱量は、主燃料ガスＦ１の単位体積当たりの発熱量に比べて低い。そのため、主燃料ガスＦ１に対する副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒが高くなるほど、燃料使用機器７に供給される混合燃料ガスＦ３の発熱量が低くなる。燃料使用機器７において消費される混合燃料ガスＦ３の発熱量は、燃料使用機器７における制御弁の開度の調整によって、必要とされる発熱量に調整される。なお、主燃料ガスＦ１及び副燃料ガスＦ２には、互いに異なる組成を有する種々の燃料ガスを用いることができる。
【００２０】
主燃料ガスＦ１に対する副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒは、流量比、質量比、モル比等のいずれの割合から決定してもよい。本形態においては、後述するように、主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１を流量計５によって検出する一方、副燃料ガスＦ２の流量Ｑ２は直接検出しない。副燃料ガスＦ２の流量Ｑ２は、流量調整弁４の開度Ｋと副燃料ガスＦ２の流量Ｑ２との関係を関係マップとして求めておき、流量調整弁４の開度Ｋを関係マップに照合して算出すればよい。そして、主燃料ガスＦ１に対する副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒは、流量比として求めればよい。また、混合比率Ｒは、主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１１、副燃料ガスＦ２の流量Ｑ２を用いて、Ｑ２／Ｑ１、Ｑ２／（Ｑ１＋Ｑ２）、Ｑ１／Ｑ２等から求めればよい。
【００２１】
流量調整弁４は、体積流量又は質量流量を検出可能なものとしてもよい。この場合には、流量計５による主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１１と、流量調整弁４による副燃料ガスＦ２の流量Ｑ２とによって、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒが検出される。
【００２２】
（制御装置６以外の構成要素）
図１に示すように、ガス混合装置１は、主燃料ガスＦ１が供給される主配管１１に接続され、副燃料ガスＦ２のタンク２から主配管１１に副燃料ガスＦ２を混合させるよう構成されている。タンク２は、貯蔵タンク２１から副燃料ガスＦ２の供給を受けて、副燃料ガスＦ２を一時的に貯蔵するバッファタンクとして使用される。貯蔵タンク２１とタンク２との間の配管には、副燃料ガスＦ２の流量を絞る絞り弁２２が配置されている。タンク２には、タンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐを検出する圧力計３が設けられている。圧力計３による圧力Ｐの情報は、制御装置６へ送信されるよう構成されている。

【００２３】
主配管１１と、タンク２に繋がる副配管１２との合流位置には、主配管１１を流れる主燃料ガスＦ１に副燃料ガスＦ２を混合させるミキサ１３が配置されている。ミキサ１３は、主配管１１を流れる主燃料ガスＦ１がノズルを通過するときに、ノズルの外周に発生する負圧によって副配管１２を流れる副燃料ガスＦ２を吸引して、主燃料ガスＦ１に副燃料ガスＦ２を混合するものである。
【００２４】
主配管１１における、ミキサ１３の配置位置の上流側の位置には、主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１を検出する流量計５が配置されている。主配管１１における、流量計５の配置位置の上流側の位置には、主燃料ガスＦ１の流量を絞る絞り弁１１１が配置されている。流量計５による流量Ｑ１の情報は、制御装置６へ送信されるよう構成されている。また、主配管１１における、ミキサ１３の配置位置の下流側の位置には、主配管１１において逆火が生じることを防止するための逆火防止機構１４が配置されている。
【００２５】
副配管１２には、副配管１２を流れる副燃料ガスＦ２の流量Ｑ２を調整するための流量調整弁４が配置されている。流量調整弁４は、副燃料ガスＦ２が通過する流路の開度Ｋを調整して、副燃料ガスＦ２の流量Ｑ２を調整可能である。流量調整弁４は、制御装置６によって操作可能なコントロールバルブによって構成されている。
【００２６】
副配管１２における、タンク２と流量調整弁４との間の位置には、流量調整弁４に流れる副燃料ガスＦ２の圧力Ｐを一定にするための減圧弁１５が配置されている。減圧弁１５を用いることにより、貯蔵タンク２１内の圧力Ｐが許容上限値Ｐ１以上の範囲で変動しても、流量調整弁４に供給される副燃料ガスＦ２の圧力Ｐが変動しないようにすることができる。
【００２７】
（制御装置６）
図２に示すように、本形態の制御装置６は、定常制御、低下時制御の他に、上昇時制御、混合停止制御、低下抑制時制御又は上昇抑制時制御に適宜切り替えることが可能である。上昇時制御は、圧力Ｐが許容上限値Ｐ１よりも低い許容下限値Ｐ２以上になるとともに継続して上昇する場合に、主燃料ガスＦ１に対する副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒが設定上昇率βで上昇するよう流量調整弁４の開度Ｋを制御するものである。混合停止制御は、圧力Ｐが許容下限値Ｐ２未満に低下する場合に、主燃料ガスＦ１に対する副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒがゼロになるよう、又は設定低下率αで低下するよう流量調整弁４の開度Ｋを制御するものである。
【００２８】
低下抑制時制御は、低下時制御を行うときに、圧力Ｐの低下速度が所定範囲内に小さくなった低下抑制時には、主燃料ガスＦ１に対する副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒを、低下抑制時が認定されたときの混合比率Ｒに維持するよう流量調整弁４の開度Ｋを制御するものである。上昇抑制時制御は、上昇時制御を行うときに、圧力Ｐの上昇速度が所定範囲内に小さくなった上昇抑制時には、主燃料ガスＦ１に対する副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒを、上昇抑制時が認定されたときの混合比率Ｒに維持するよう流量調整弁４の開度Ｋを制御するものである。
【００２９】
制御装置６は、流量計５による主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１に対して、流量調整弁４による副燃料ガスＦ２の流量Ｑ２を調整することによって、主燃料ガスＦ１に対する副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒを調整するよう構成されている。この構成により、制御装置６は、主配管１１に供給される主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１が変動しても、この変動に応じて流量調整弁４の開度Ｋを微調整して、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒを微調整することができる。
【００３０】
本形態の流量調整弁４は、副燃料ガスＦ２の流量Ｑ２を直接検出するものではない。そ

のため、次に示す関係マップＭ１を用いて、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒの制御を行えばよい。具体的には、図３には、主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１をパラメータとした、流量調整弁４の開度Ｋと副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒとの関係を模式的に示す。この関係は、関係マップＭ１として制御装置６に記憶させておけばよい。

【００３１】

制御装置６においては、主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１が増加する方向に変動するときには、流量調整弁４の開度Ｋが大きくなる方向に補正されることによって、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒが変動しないように制御される。一方、主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１が減少する方向に変動するときには、流量調整弁４の開度Ｋが小さくなる方向に補正されることによって、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒが変動しないように制御される。

【００３２】

制御装置６は、ガス混合装置１の外部からの指令に基づいて、定常制御、低下時制御又は上昇時制御を行う混合制御モードと、主燃料ガスＦ１への副燃料ガスＦ２の混合を停止する混合停止制御モードとに切り替えが可能である。ガス混合装置１の外部からの指令は、本形態においては、燃料使用機器７からの指令とする。混合制御モードにおいては、主燃料ガスＦ１と副燃料ガスＦ２との混合燃料ガスＦ３が生成され、混合燃料ガスＦ３を燃料使用機器７へ供給可能である。混合停止制御モードにおいては、主燃料ガスＦ１を燃料使用機器７へ供給可能である。なお、ガス混合装置１の制御装置６が上昇時制御を行わない場合には、混合制御モードは、定常制御又は低下時制御を行う制御モードとしてもよい。

【００３３】

制御装置６は、タンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐの情報、流量調整弁４の開度Ｋの情報、及び流量計５による主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１の情報を、燃料使用機器７へ送信するよう構成してもよい。また、制御装置６は、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒの情報を、燃料使用機器７へ送信するよう構成してもよい。また、燃料使用機器７においては、流量調整弁４の開度Ｋの情報及び流量計５による主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１の情報に基づいて、主燃料ガスＦ１に対する副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒを推定してもよい。

【００３４】

（定常制御）

圧力計３によるタンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐが許容上限値Ｐ１以上に維持される場合には、制御装置６は定常制御を行う。貯蔵タンク２１からタンク２への副燃料ガスＦ２の供給が十分に行われるときには、タンク２内の圧力Ｐは許容上限値Ｐ１以上に保たれる。許容上限値Ｐ１は、タンク２における副燃料ガスＦ２の圧力Ｐが十分に高いために、主燃料ガスＦ１に対する副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒを低下させる必要がない圧力値として設定されている。許容上限値Ｐ１は、例えば、タンク２の標準設定圧力Ｐの７０～９５％の圧力値として設定してもよい。

【００３５】

定常制御における目標混合比率Ｒ０は、所定の許容変動範囲を有して設定される。この許容変動範囲は、主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１の変動及び副燃料ガスＦ２の流量Ｑ２の変動を考慮して決定すればよい。

【００３６】

主燃料ガスＦ１に都市ガスを用いるとともに副燃料ガスＦ２に水素を用いる場合には、副燃料ガスＦ２の単位体積当たりの発熱量は、主燃料ガスＦ１の単位体積当たりの発熱量に比べて低く、燃料使用機器７に供給される混合燃料ガスＦ３の発熱量を適切に確保するためには、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒには許容上限値が設定される。また、制御装置６においては、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒの許容上限値に基づいて目標混合比率Ｒ０が設定される。本形態の目標混合比率Ｒ０は、許容上限値とする。目標混合比率Ｒ０は、燃料使用機器７からの要求に応じて、許容上限値以下の範囲内で適宜変更してもよい。

【００３７】

なお、例えば、主燃料ガスＦ１に都市ガスを用いるとともに副燃料ガスＦ２にプロパン

を用いる場合には、副燃料ガスＦ２の単位体積当たりの発熱量は、主燃料ガスＦ１の単位体積当たりの発熱量に比べて高くなる。この場合にも、燃料使用機器７に供給される混合燃料ガスＦ３の発熱量を適切にするために、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒには許容上限値が設定される。

【００３８】

（低下時制御）

低下時制御は、貯蔵タンク２１における副燃料ガスＦ２の貯蔵量が減少し、貯蔵タンク２１からタンク２への副燃料ガスＦ２の供給量が不足する場合に、燃料使用機器７を故障から保護するために、主燃料ガスＦ１に対する副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒを緩やかに低下させるものである。この場合には、混合燃料ガスＦ３における主燃料ガスＦ１の混合比率Ｒが緩やかに上昇するようにし、燃料使用機器７に供給される混合燃料ガスＦ３の発熱量の急激な変化を抑制する。

【００３９】

本形態の低下時制御は、圧力計３によるタンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐが、許容上限値Ｐ１未満になった後、許容上限値Ｐ１以上に回復せず、継続して低下する場合に実行される。圧力Ｐが継続して低下する状態は、圧力計３による圧力Ｐが、許容上限値Ｐ１未満になって所定時間経過した後に、所定量以上低下していることによって認定される。本形態においては、燃料使用機器７に供給される主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１はほぼ一定に保たれる。そのため、低下時制御における設定低下率αは、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒが一定の速度で低下するよう、流量調整弁４の開度Ｋを一定の速度で小さくすることによって設定される。

【００４０】

図３に示したように、定常制御において、燃料使用機器７に供給される主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１が変動する場合には、流量計５による主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１の変動に応じた補正も行って、流量調整弁４の開度Ｋが調整される。低下時制御においても、燃料使用機器７に供給される主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１が変動する場合には、流量計５による主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１の変動に応じた補正も行って、流量調整弁４の開度Ｋを小さくする速度が調整される。

【００４１】

タンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐが継続して低下することが認定された低下時には、低下時の流量調整弁４の開度Ｋが初期開度Ｋ０として認定される。そして、低下時制御においては、流量調整弁４の開度Ｋを、所定時間ごとに初期開度Ｋ０から所定量ずつ小さくする制御が行われる。所定時間ごとに流量調整弁４の開度Ｋを小さくする所定量は、混合比率Ｒが設定低下率αで低下するように設定される。流量調整弁４の開度Ｋが小さく変更されるときには、流量計５による主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１の変動に応じた補正が行われて、混合比率Ｒが設定低下率αで低下するための、流量調整弁４の開度Ｋを小さくする所定量が決定される。

【００４２】

低下時制御の設定低下率αは、低下時制御において、主燃料ガスＦ１に対する副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒを低下させるときの低下速度の許容値に基づいて設定される。混合比率Ｒの低下速度は、混合比率Ｒの単位時間当たりの低下量として示される。混合比率Ｒの低下速度の許容値は、燃料使用機器７における、燃料の単位体積当たりの発熱量の許容変化量等の仕様に応じて、大きくなり過ぎない範囲で適宜設定される。本形態の設定低下率αは、混合比率Ｒの低下速度の許容値とする。設定低下率αは、燃料使用機器７からの要求に応じて、混合比率Ｒの低下速度の許容値以下の範囲内で適宜変更してもよい。

【００４３】

（上昇時制御）

上昇時制御は、貯蔵タンク２１に副燃料ガスＦ２が補充され、貯蔵タンク２１からタンク２への副燃料ガスＦ２が供給されることによって、タンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐが上昇する場合に、燃料使用機器７を故障から保護するために、主燃料ガスＦ１に対す

る副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒを緩やかに上昇させるものである。この場合には、混合燃料ガスＦ３における主燃料ガスＦ１の混合比率Ｒが緩やかに低下するようにし、燃料使用機器７に供給される混合燃料ガスＦ３の発熱量の急激な変化を抑制する。

【００４４】

本形態の上昇時制御は、圧力計３によるタンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐが、許容下限値Ｐ２未満になった後、許容下限値Ｐ２以上に継続して上昇する場合に実行される。圧力Ｐが継続して上昇する状態は、圧力計３による圧力Ｐが、許容下限値Ｐ２未満から許容下限値Ｐ２以上になって所定時間経過した後に、所定量以上上昇していることによって認定される。本形態においては、燃料使用機器７に供給される主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１はほぼ一定に保たれる。そのため、上昇時制御における設定上昇率βは、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒが一定の速度で上昇するよう、流量調整弁４の開度Ｋを一定の速度で大きくすることによって設定される。

【００４５】

上昇時制御においても、燃料使用機器７に供給される主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１が変動する場合には、主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１の変動に応じた補正も行って、流量調整弁４の開度Ｋを大きくする速度が調整される。

【００４６】

タンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐが継続して上昇することが認定された上昇時には、上昇時の流量調整弁４の開度Ｋが初期開度Ｋ０として認定される。そして、上昇時制御においては、流量調整弁４の開度Ｋを、所定時間ごとに初期開度Ｋ０から所定量ずつ大きくする制御が行われる。所定時間ごとに流量調整弁４の開度Ｋを大きくする所定量は、混合比率Ｒが設定上昇率βで上昇するように設定される。流量調整弁４の開度Ｋが大きく変更されるときには、流量計５による主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１の変動に応じた補正が行われて、混合比率Ｒが設定上昇率βで上昇するための、流量調整弁４の開度Ｋを大きくする所定量が決定される。

【００４７】

上昇時制御の設定上昇率βは、上昇時制御において、主燃料ガスＦ１に対する副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒを上昇させるときの上昇速度の許容値に基づいて設定される。混合比率Ｒの上昇速度は、混合比率Ｒの単位時間当たりの上昇量として示される。混合比率Ｒの上昇速度の許容値は、燃料使用機器７における、燃料の単位体積当たりの発熱量の許容変化量等の仕様に応じて、大きくなり過ぎない範囲で適宜設定される。本形態の設定上昇率βは、混合比率Ｒの上昇速度の許容値とする。設定上昇率βは、燃料使用機器７からの要求に応じて、混合比率Ｒの上昇速度の許容値以下の範囲内で適宜変更してもよい。

【００４８】

（混合停止制御）

混合停止制御は、圧力計３によるタンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐが許容下限値Ｐ２未満に低下する場合に、燃料使用機器７を故障から保護するために、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒを速やかに低下させるものである。この場合に、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒが既に大きく低下しているときには、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒがゼロになるようにしても、燃料使用機器７における混合燃料ガスＦ３の供給に大きな支障はない。また、混合停止制御は、低下時制御の延長上として、圧力計３による圧力Ｐが許容下限値Ｐ２にあるときからゼロに低下するまで、低下時制御の場合と同じ設定低下率αで、流量調整弁４の開度Ｋを小さくしてもよい。

【００４９】

（低下抑制時制御）

低下抑制時制御は、低下時制御を行う場合に、圧力計３によるタンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐの低下速度が所定範囲内に小さくなったとき、換言すれば圧力Ｐの低下がほぼなくなったときに実行される。このときには、制御装置６が低下抑制時を認定し、流量調整弁４の開度Ｋを低下抑制時が認定されたときの混合比率Ｒに維持する。

【００５０】

（上昇抑制時制御）
上昇抑制時制御は、上昇時制御を行う場合に、圧力計３によるタンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐの上昇速度が所定範囲内に小さくなったとき、換言すれば圧力Ｐの上昇がほぼなくなったときに実行される。このときには、制御装置６が上昇抑制時を認定し、流量調整弁４の開度Ｋを上昇抑制時が認定されたときの混合比率Ｒに維持する。
【００５１】
（ガス混合装置１の動作の一例）
図２には、タンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐ及び副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒの時間的変化を示す。図２のｔ１、ｔ２の期間において、混合停止制御モードから混合制御モードに変更されるときには、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒが設定上昇率βで上昇するよう、流量調整弁４の開度Ｋが徐々に大きく変化する。次いで、ｔ３の期間において、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒが目標混合比率Ｒ０になったときには、定常制御が行われる。
【００５２】
次いで、ｔ４の期間において、タンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐが許容上限値Ｐ１未満になるときには、低下時制御が行われ、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒが設定低下率αで低下するよう、流量調整弁４の開度Ｋが徐々に小さく変化する。次いで、ｔ５の期間において、タンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐがほとんど低下しなくなったときには、低下抑制時制御が行われ、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒが変化しないよう、流量調整弁４の開度Ｋがほとんど変化しない。
【００５３】
次いで、ｔ６の期間において、タンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐが再び低下するときには、低下時制御が行われ、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒが設定低下率αで低下するよう、流量調整弁４の開度Ｋが徐々に小さく変化する。次いで、ｔ７の期間において、タンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐが上昇するときには、上昇時制御が行われ、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒが設定上昇率βで上昇するよう、流量調整弁４の開度Ｋが徐々に大きく変化する。
【００５４】
次いで、ｔ８の期間において、タンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐがほとんど上昇しなくなったときには、上昇抑制時制御が行われ、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒが変化しないよう、流量調整弁４の開度Ｋがほとんど変化しない。次いで、ｔ９の期間において、タンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐが再び上昇するときには、上昇時制御が行われ、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒが設定上昇率βで上昇するよう、流量調整弁４の開度Ｋが徐々に大きく変化する。
【００５５】
次いで、ｔ１０の期間において、タンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐが上限値に到達したときには、定常制御が行われ、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒが目標混合比率Ｒ０になるよう、流量調整弁４の開度Ｋが制御される。次いで、ｔ１１の期間において、混合制御モードから混合停止制御モードに変更されるときには、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒが設定低下率αで低下するよう、流量調整弁４の開度Ｋが徐々に小さく変化する。
【００５６】
（制御方法）
ガス混合装置１による混合燃料ガスＦ３を生成する制御方法の一例について、図４～図９のフローチャートを参照して説明する。以下の各ステップにおける動作は、制御装置６によって行われる。ガス混合装置１の制御を行うに当たっては、図４に示すように、メイン制御ルーチンにおいて、圧力計３によってタンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐが検出される（ステップＳ１０１）。次いで、タンク２内の圧力Ｐが許容上限値Ｐ１以上であるか否かが判定される（ステップＳ１０２）。タンク２内の圧力Ｐが許容上限値Ｐ１以上である場合には、定常制御が実行される（ステップＳ１０３）。
【００５７】
タンク２内の圧力Ｐが許容上限値Ｐ１以上でない場合には、タンク２内の圧力Ｐが継続

して低下したか否かが判定される（ステップＳ１０４）。タンク２内の圧力Ｐが継続して低下した場合には、低下時制御が実行される（ステップＳ１０５）。次いで、タンク２内の圧力Ｐが継続して低下していない場合には、タンク２内の圧力Ｐが許容下限値Ｐ２未満であるか否かが判定される（ステップＳ１０６）。

【００５８】

タンク２内の圧力Ｐが許容下限値Ｐ２未満である場合には、混合停止制御が実行される（ステップＳ１０７）。次いで、タンク２内の圧力Ｐが許容下限値Ｐ２未満でない場合には、タンク２内の圧力Ｐが継続して上昇したか否かが判定される（ステップＳ１０８）。タンク２内の圧力Ｐが継続して上昇した場合には、上昇時制御が実行される（ステップＳ１０９）。なお、図示は省略するが、燃料使用機器７等からの指令があった場合には、ガス混合装置１の制御が停止される。

【００５９】

（定常制御ルーチン）

定常制御ルーチンにおいては、図５に示すように、流量計５によって主配管１１を流れる主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１が検出される（ステップＳ２０１）。次いで、主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１が関係マップＭ１に照合され、関係マップＭ１に基づいて、主燃料ガスＦ１に対する副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒを目標混合比率Ｒ０に保つための流量調整弁４の設定開度が決定される（ステップＳ２０２）。次いで、流量調整弁４の開度Ｋが設定開度に操作され、副配管１２を流れる副燃料ガスＦ２の流量Ｑ２が設定される（ステップＳ２０３）。

【００６０】

（低下時制御）

低下時制御ルーチンにおいては、図６に示すように、タンク２内の圧力Ｐが低下する低下時が認定される（ステップＳ３０１）。また、低下時における流量調整弁４の開度Ｋが初期開度Ｋ０として記憶される（ステップＳ３０２）。そして、低下時における主配管１１を流れる主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１が流量計５によって検出される（ステップＳ３０３）。次いで、流量計５による主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１に応じた補正が行われて、混合比率Ｒが設定低下率αで低下するための、流量調整弁４の開度Ｋを小さくする所定量が決定され、流量調整弁４の開度Ｋが所定量だけ小さくなるよう操作される（ステップＳ３０４）。

【００６１】

次いで、圧力計３によってタンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐが検出される（ステップＳ３０５）。次いで、圧力計３よるタンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐの低下が所定の範囲内に小さくなったか否かが判定される（ステップＳ３０６）。圧力Ｐの低下が所定の範囲内に小さくなった場合には、低下抑制時制御が実行される（ステップＳ３０７）。一方、圧力Ｐの低下が所定の範囲内に小さくなっていない場合には、圧力計３によるタンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐが許容下限値Ｐ２未満になったか否かが判定される（ステップＳ３０８）。圧力Ｐが許容下限値Ｐ２未満になった場合には、低下時制御が終了し、図４の混合停止制御として、流量調整弁４の開度Ｋがゼロに絞られる（ステップＳ１０７）。

【００６２】

圧力Ｐが許容下限値Ｐ２未満になっていない場合には、流量調整弁４の開度Ｋがゼロになったか否かが判定される（ステップＳ３０９）。流量調整弁４の開度Ｋがゼロになった場合には、主燃料ガスＦ１のみが燃料使用機器７へ供給されることになり、低下時制御が終了する。この場合は、流量調整弁４の開度Ｋが所定時間ごとに小さくなっていくことにより、流量調整弁４の開度Ｋがゼロになる場合である。

【００６３】

次いで、所定時間が経過したか否かが判定される（ステップＳ３１０）。所定時間が経過したときには、主配管１１を流れる主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１が流量計５によって再び検出され（ステップＳ３０３）、流量調整弁４の開度Ｋがさらに所定量だけ小さくなるよ

う操作される（ステップＳ３０４）。所定時間が経過するまでは、ステップＳ３０５～Ｓ３１０が繰り返し実行される。また、低下時制御が終了するまでは、ステップＳ３０３～Ｓ３１０が繰り返し実行される。

【００６４】

（低下抑制時制御）

低下抑制時制御ルーチンにおいては、図７に示すように、圧力計３よるタンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐの低下が所定の範囲内に小さくなったときが低下抑制時と認定される（ステップＳ４０１）。次いで、低下抑制時における主配管１１を流れる主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１が流量計５によって検出される（ステップＳ４０２）。次いで、流量計５による主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１に応じた補正が行われて、低下抑制時の混合比率Ｒが維持されるよう、流量調整弁４の開度Ｋが操作される（ステップＳ４０３）。

【００６５】

次いで、圧力計３によるタンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐが所定の範囲を超えて変動したか否かが判定される（ステップＳ４０４）。圧力Ｐが所定の範囲を超えて変動した場合には、低下抑制時制御が終了する。圧力Ｐが所定の範囲を超えて変動するまでは、ステップＳ４０２～Ｓ４０４が繰り返し実行される。

【００６６】

（混合停止制御）

図４の混合停止制御ルーチン（ステップＳ１０７）においては、流量調整弁４の開度Ｋをゼロにする。これにより、燃料使用機器７には、主燃料ガスＦ１のみが供給され、燃料使用機器７において、主燃料ガスＦ１の専用燃焼運転が行われる。なお、混合停止制御ルーチンにおいては、圧力計３による圧力Ｐがゼロに低下するまで、低下時制御の場合と同じ設定低下率αで、流量調整弁４の開度Ｋを小さくしてもよい。

【００６７】

（上昇時制御）

上昇時制御ルーチンにおいては、図８に示すように、タンク２内の圧力Ｐが上昇する上昇時が認定される（ステップＳ５０１）。また、上昇時における流量調整弁４の開度Ｋが初期開度Ｋ０として記憶される（ステップＳ５０２）。そして、上昇時における主配管１１を流れる主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１が流量計５によって検出される（ステップＳ５０３）。次いで、流量計５による主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１に応じた補正が行われて、混合比率Ｒが設定上昇率βで上昇するための、流量調整弁４の開度Ｋを大きくする所定量が決定され、流量調整弁４の開度Ｋが所定量だけ大きくなるよう操作される（ステップＳ５０４）。

【００６８】

次いで、圧力計３によってタンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐが検出される（ステップＳ５０５）。次いで、圧力計３よるタンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐの上昇が所定の範囲内に小さくなったか否かが判定される（ステップＳ５０６）。圧力Ｐの上昇が所定の範囲内に小さくなった場合には、上昇抑制時制御が実行される（ステップＳ５０７）。一方、圧力Ｐの上昇が所定の範囲内に小さくなっていない場合には、圧力計３によるタンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐが許容上限値Ｐ１以上になったか否かが判定される（ステップＳ５０８）。圧力Ｐが許容上限値Ｐ１以上になった場合には、上昇時制御が終了し、図４の定常制御が実行される（ステップＳ１０３）。

【００６９】

圧力Ｐが許容上限値Ｐ１以上になっていない場合には、流量調整弁４の開度Ｋが、定常制御を行う場合の目標混合比率Ｒ０を実現するための設定開度になったか否かが判定される（ステップＳ５０９）。流量調整弁４の開度Ｋが設定開度になった場合には、目標混合比率Ｒ０の主燃料ガスＦ１及び副燃料ガスＦ２が燃料使用機器７へ供給されることになり、上昇時制御が終了する。この場合は、図４の定常制御（ステップＳ１０３）が実行されることになる。

【００７０】

次いで、所定時間が経過したか否かが判定される（ステップＳ５１０）。所定時間が経過したときには、主配管１１を流れる主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１が流量計５によって再び検出され（ステップＳ５０３）、流量調整弁４の開度Ｋがさらに所定量だけ大きくなるよう操作される（ステップＳ５０４）。所定時間が経過するまでは、ステップＳ５０５～Ｓ５１０が繰り返し実行される。また、上昇時制御が終了するまでは、ステップＳ５０３～Ｓ５１０が繰り返し実行される。

【００７１】

（上昇抑制時制御）

上昇抑制時制御ルーチンにおいては、図９に示すように、圧力計３よるタンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐの上昇が所定の範囲内に小さくなったときが上昇抑制時と認定される（ステップＳ６０１）。次いで、上昇抑制時における主配管１１を流れる主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１が流量計５によって検出される（ステップＳ６０２）。次いで、流量計５による主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１に応じた補正が行われて、上昇抑制時の混合比率Ｒが維持されるよう、流量調整弁４の開度Ｋが操作される（ステップＳ６０３）。

【００７２】

次いで、圧力計３によるタンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐが所定の範囲を超えて変動したか否かが判定される（ステップＳ６０４）。圧力Ｐが所定の範囲を超えて変動した場合には、上昇抑制時制御が終了する。圧力Ｐが所定の範囲を超えて変動するまでは、ステップＳ６０２～Ｓ６０４が繰り返し実行される。

【００７３】

（作用効果）

本形態のガス混合装置１の制御装置６は、圧力計３によって検出される、副燃料ガスＦ２を貯留するタンク２内の圧力Ｐの状態に応じて、流量調整弁４によって主燃料ガスＦ１に混合する副燃料ガスＦ２の流量Ｑ２を調整する。具体的には、制御装置６は、目標混合比率Ｒ０で生成する混合燃料ガスＦ３を燃料使用機器７に供給する定常制御、及び主燃料ガスＦ１のみを燃料使用機器７に供給する混合停止制御の他に、所定の設定低下率αで副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒを低下させる低下時制御、又は所定の設定上昇率βで副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒを上昇させる上昇時制御を実行する。

【００７４】

制御装置６が低下時制御を行うことにより、主燃料ガスＦ１に対する副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒが設定低下率αで低下する。この低下時制御により、副燃料ガスＦ２のタンク２内の圧力Ｐが、許容上限値Ｐ１未満になるとともに継続して低下する場合には、タンク２における副燃料ガスＦ２の貯留量が少なくなっていく状態に応じて、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒを設定低下率αで低下させることができる。これにより、タンク２における副燃料ガスＦ２の貯留量が少なくなっていく状態において、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒの急激な低下を防止することができる。

【００７５】

制御装置６が上昇時制御を行うことにより、主燃料ガスＦ１に対する副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒが設定上昇率βで上昇する。この上昇時制御により、副燃料ガスＦ２のタンク２内の圧力Ｐが、許容下限値Ｐ２未満に低い状態から許容下限値Ｐ２以上に継続して上昇する場合には、タンク２における副燃料ガスＦ２の貯留量が多くなっていく状態に応じて、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒを設定上昇率βで上昇させることができる。これにより、タンク２における副燃料ガスＦ２の貯留量が多くなっていく状態において、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒの急激な上昇を防止することができる。

【００７６】

また、ガス混合装置１は、主燃料ガスＦ１に対して副燃料ガスＦ２を目標混合比率Ｒ０で混合させた混合燃料ガスＦ３を単独で生成するよう構成されている。そして、ガス混合装置１は、燃料使用機器７から独立して、目標混合比率Ｒ０の混合燃料ガスＦ３を生成し、混合燃料ガスＦ３の混合比率Ｒを変更することができる。これにより、ガス混合装置１は、種々の燃料使用機器７に対して適用することができる。

【００７７】
それ故、本形態のガス混合装置１によれば、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒの急激な変化を防止するとともに、燃料使用機器７から独立して、目標混合比率Ｒ０の混合燃料ガスＦ３を生成し、混合燃料ガスＦ３の混合比率Ｒを変更することができる。
【００７８】
＜実施形態２＞
本形態においては、ガス混合装置１の制御装置６が、定常制御の他に、低下時制御、上昇時制御、低下抑制時制御、上昇抑制時制御の代わりに、比例制御を行う場合について示す。比例制御は、圧力計３によるタンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐが許容上限値Ｐ１未満であるとともに許容下限値Ｐ２以上である場合には、圧力Ｐが高いほど主燃料ガスＦ１に対する副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒを大きくするとともに、主燃料ガスＦ１に対する副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒが設定変化率γで変化するよう流量調整弁４の開度Ｋを制御するものである。
【００７９】
比例制御においては、タンク２内の圧力Ｐが許容上限値Ｐ１とほぼ同じであるときに、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒが目標混合比率Ｒ０になるよう、流量調整弁４の開度Ｋが調整される。そして、タンク２内の圧力Ｐが許容上限値Ｐ１から低くなるに連れて、流量調整弁４の開度Ｋが、目標混合比率Ｒ０の場合に比べて小さくなるよう決定される。流量調整弁４の開度Ｋは、実施形態１と同様に、流量計５による主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１の変動を加味して補正される。
【００８０】
比例制御における流量調整弁４の開度Ｋの変化は、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒが所定の設定変化率γで変化するように制御される。設定変化率γは、流量調整弁４の開度Ｋを一定の速度で変化させること、換言すれば、単位時間当たりの流量調整弁４の開度Ｋの変化量を一定にすることによって設定される。本形態の設定変化率γは、燃料使用機器７において許容される、混合比率Ｒの変化速度の許容値とする。
【００８１】
図１０に示すように、比例制御においては、圧力Ｐと副燃料ガスの混合比率Ｒとの関係を示す関係マップＭ２が用いられる。関係マップＭ２は、制御装置６内に記憶されている。比例制御における流量調整弁４の開度Ｋは、関係マップＭ２に圧力Ｐが照合され、圧力Ｐに応じた副燃料ガスの混合比率Ｒが読み取られることによって決定される。圧力Ｐが高くなるほど、流量調整弁４の開度Ｋを大きくして、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒが大きくなるよう流量調整弁４の開度Ｋが変更される。
【００８２】
タンク２内の圧力Ｐが許容上限値Ｐ１以上である場合には、実施形態１と同様に、定常制御が行われる。また、タンク２内の圧力Ｐが許容下限値Ｐ２未満である場合には、実施形態１と同様に、混合停止制御を行えばよい。
【００８３】
（制御方法）
ガス混合装置１による混合燃料ガスＦ３を生成する制御方法の一例について、図１１及び図１２のフローチャートを参照して説明する。以下の各ステップにおける動作は、制御装置６によって行われる。ガス混合装置１の制御を行うに当たっては、図１１に示すように、圧力計３によってタンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐが検出される（ステップＳ７０１）。次いで、タンク２内の圧力Ｐが許容上限値Ｐ１以上であるか否かが判定される（ステップＳ７０２）。タンク２内の圧力Ｐが許容上限値Ｐ１以上である場合には、定常制御が実行される（ステップＳ７０３）。
【００８４】
タンク２内の圧力Ｐが許容上限値Ｐ１以上でない場合には、タンク２内の圧力Ｐが許容下限値Ｐ２未満であるか否かが判定される（ステップＳ７０４）。タンク２内の圧力Ｐが許容下限値Ｐ２未満である場合には、混合停止制御が実行される（ステップＳ７０５）。

一方、タンク２内の圧力Ｐが許容下限値Ｐ２未満でない場合には、比例制御が実行される（ステップＳ７０６）。なお、図示は省略するが、燃料使用機器７等からの指令があった場合には、ガス混合装置１の制御が停止される。

【００８５】

（比例制御）

比例制御ルーチンにおいては、図１２に示すように、まず、流量計５によって主配管１１を流れる主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１が検出される（ステップＳ８０１）。また、圧力計３によってタンク２内の副燃料ガスＦ２の圧力Ｐが検出される（ステップＳ８０２）。次いで、圧力Ｐが関係マップＭ２に照合され、圧力Ｐに応じた副燃料ガスの混合比率Ｒが読み取られ、主燃料ガスＦ１の流量Ｑ１の変動に応じた補正を行って、この混合比率Ｒを実現するための流量調整弁４の開度Ｋが決定される（ステップＳ８０３）。次いで、流量調整弁４の開度Ｋが、所定の設定変化率γで変更操作され、副配管１２を流れる副燃料ガスＦ２の流量Ｑ２が設定される（ステップＳ８０４）。

【００８６】

本形態においては、比例制御により、副燃料ガスＦ２のタンク２内の圧力Ｐが、許容上限値Ｐ１未満であるとともに許容下限値Ｐ２以上である場合には、タンク２における副燃料ガスＦ２の貯留量の増減に応じて、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒを設定変化率γで変化させることができる。これにより、タンク２における副燃料ガスＦ２の貯留量が増減する状態において、副燃料ガスＦ２の混合比率Ｒを、急激に変化させることなく、適切な速度で変化させることができる。

【００８７】

本形態のガス混合装置１における、その他の構成、作用効果等については、実施形態１の構成、作用効果等と同様である。また、本形態においても、実施形態１に示した符号と同一の符号が示す構成要素は、実施形態１の構成要素と同様である。

【００８８】

＜他の実施形態＞

ガス混合装置１は、燃料混焼機器として構成された燃料使用機器７の燃料供給配管に接続し、燃料使用機器７と一体化されたガス混合燃焼システムを構成していてもよい。

【００８９】

また、主配管１１を流れる主燃料ガスＦ１の流量がほとんど変動しない場合には、流量計５は使用しないことも可能である。また、タンク２は使用せず、貯蔵タンク２１をタンク２として使用し、圧力計３は、貯蔵タンク２１の圧力を検出してもよい。

【００９０】

また、水素の貯蔵タンク２１の代わりに、又は貯蔵タンク２１と併用して、水電解、化石燃料の改質等によって水素を製造するオンサイト水素製造装置を用いてもよい。この場合には、オンサイト水素製造装置に不具合が生じること、メンテナンスが必要になること等がある。特に、水電解を行う場合には、天候等により水素の製造ができないこともある。これらの事態においては、ガス混合装置１への水素の供給ができなくなることが想定される。これらの事態においては、ガス混合装置１から燃料使用機器７へは、主燃料ガスＦ１としての都市ガスのみを供給することになる。なお、オンサイト水素製造装置を用いる場合には、圧力計３が設けられた、タンク２又は貯蔵タンク２１を用いる。

【００９１】

本発明は、各実施形態のみ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さらに異なる実施形態を構成することが可能である。また、本発明は、様々な変形例、均等範囲内の変形例等を含む。

【符号の説明】

【００９２】

１　ガス混合装置

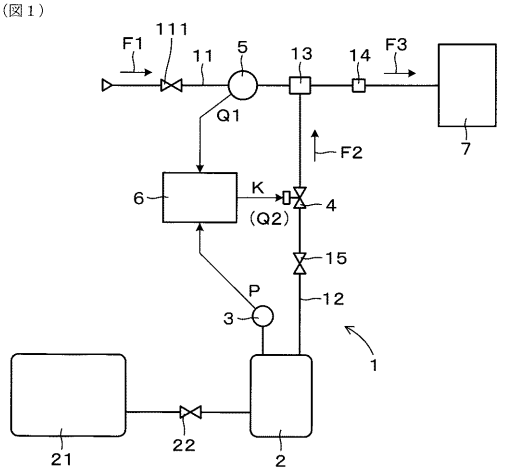
１１　主配管

１２　副配管

１３　ミキサ
１４　逆火防止機構
１５　減圧弁
２　タンク
２１　貯蔵タンク
３　圧力計
４　流量調整弁
５　流量計
６　制御装置
７　燃料使用機器
Ｆ１　主燃料ガス
Ｆ２　副燃料ガス
Ｆ３　混合燃料ガス

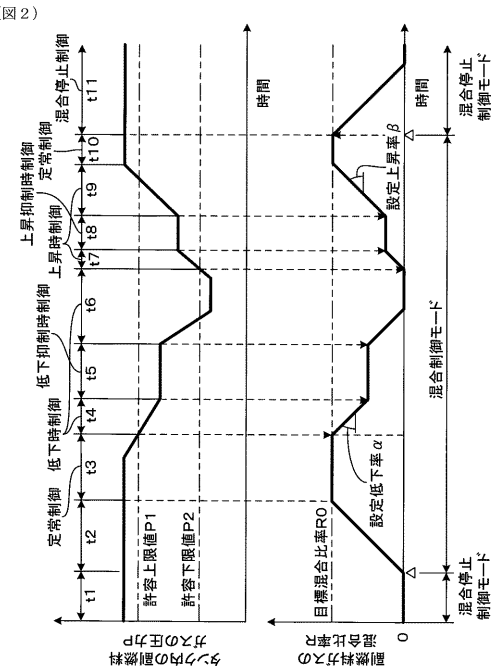
【図１】

（図１）



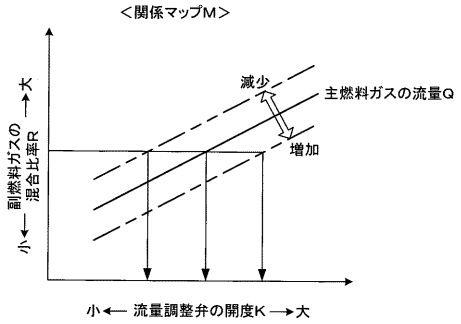
【図２】

（図２）



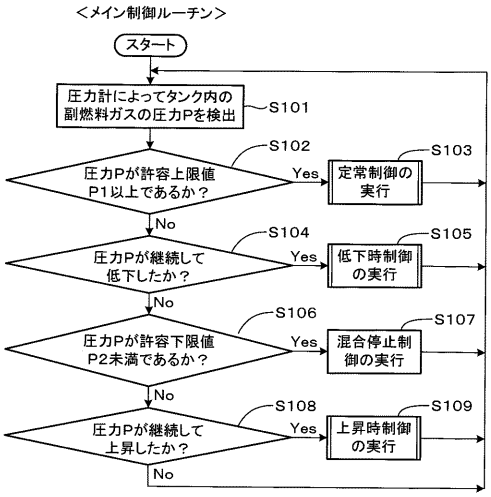
【図３】

（図３）



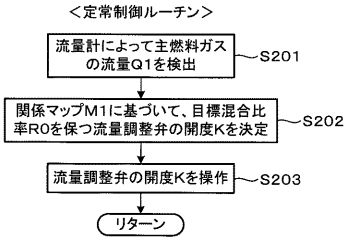
【図４】

（図４）



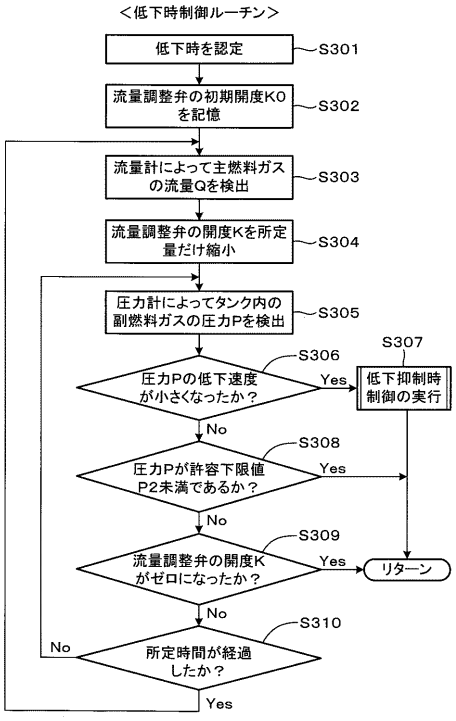
【図５】

（図５）



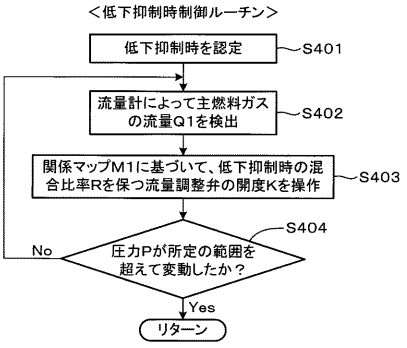
【図６】

（図６）



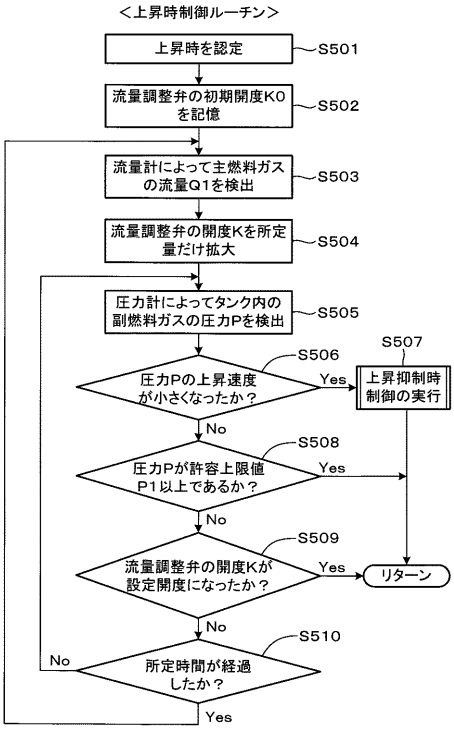
【図７】

（図７）



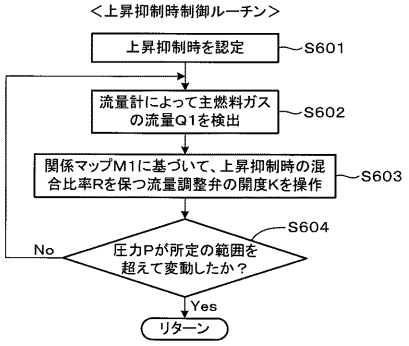
【図８】

（図８）



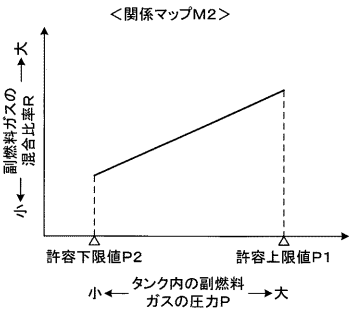
【図９】

（図９）



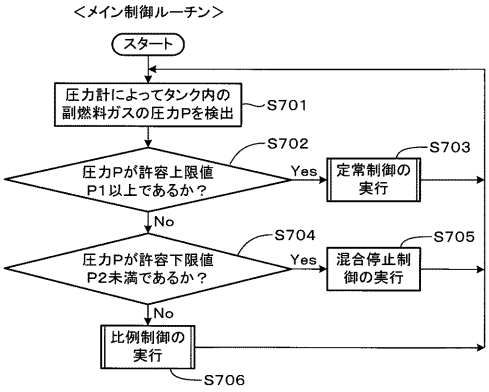
【図１０】

（図１０）



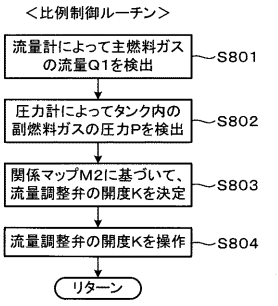
【図１１】

（図１１）



【図１２】

（図１２）


＜比例制御ルーチン＞
流量計によって主燃料ガスの流量Q1を検出
S801
圧力計によってタンク内の副燃料ガスの圧力Pを検出
S802
関係マップM2に基づいて、流量調整弁の開度Kを決定
S803
流量調整弁の開度Kを操作
S804
リターン

フロントページの続き

(72)発明者　川口　元頌
愛知県名古屋市熱田区桜田町１９番１８号　東邦瓦斯株式会社内

審査官　櫻田　正紀

(56)参考文献　特開２０１０－０７１２２０（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１５／０１０１５６６（ＵＳ，Ａ１）
特開２０１１－１５７８６０（ＪＰ，Ａ）
特開２０１３－０４７４９５（ＪＰ，Ａ）
特開２０１３－０４７４９７（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ０２Ｍ　２１／００－２１／１２
Ｆ０２Ｂ　４３／００－４５／１０
Ｆ０２Ｄ　１３／００－２８／００
Ｆ２３Ｋ　５／００－５／２２
Ｆ２３Ｎ　１／００
５／２６