

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-194013

(P2017-194013A)

(43) 公開日 平成29年10月26日 (2017. 10. 26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2M 21/02 (2006.01)	FO2M 21/02 301A	
FO2M 31/20 (2006.01)	FO2M 21/02 L	
B63H 21/14 (2006.01)	FO2M 31/20 E	
	FO2M 31/20 L	
	B63H 21/14	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2016-84905 (P2016-84905)
 (22) 出願日 平成28年4月21日 (2016. 4. 21)

(71) 出願人 000005902
 三井造船株式会社
 東京都中央区築地5丁目6番4号
 (74) 代理人 110000165
 グローバル・アイピー東京特許業務法人
 (72) 発明者 林 弘能
 岡山県玉野市玉3丁目1番1号 三井造船株式会社 玉野事業所内
 (72) 発明者 和田 裕太郎
 岡山県玉野市玉3丁目1番1号 三井造船株式会社 玉野事業所内

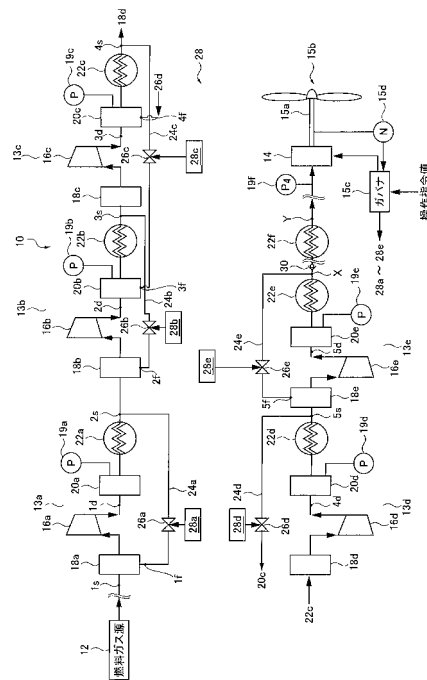
(54) 【発明の名称】 燃料ガス供給システム及び燃料ガス供給方法

(57) 【要約】

【課題】 推進エンジンの運転負荷が急激に変化しても、安定した燃料ガスの供給を実現する。さらに、天然ガスとは異なる種類の燃料ガスでも、安定した燃料ガスの供給を実現する。

【解決手段】 推進エンジンに燃料ガスを供給するために、前記燃料ガスを圧縮して前記推進エンジンの側に流す、直列に設けられた複数のガス圧縮機構を備え、前記ガス圧縮機構のそれぞれは、ガスコンプレッサと、吸引スナッパ及び吐出スナッパと、前記吐出スナッパより下流側に設けられた熱交換器と、を備える。前記複数のガス圧縮機構のうちの第1ガス圧縮機構は、前記第1ガス圧縮機構の熱交換器のガス出力端と、前記第1ガス圧縮機構のガスコンプレッサよりも前記流れ方向の上流側に設けられた別のガス圧縮機構のガスコンプレッサの吐出スナッパとを、前記第1ガス圧縮機構のガスコンプレッサを経由することなく繋ぐ第1バイパス管を備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

燃料ガスの供給を受けて船舶を推進させる推進エンジンに前記燃料ガスを供給するために、前記燃料ガスを圧縮して前記燃料ガスの供給源の側から前記推進エンジンの側に流す、直列に設けられた複数のガス圧縮機構を備え、

前記ガス圧縮機構のそれぞれは、

前記燃料ガスを前記推進エンジンに供給するために、前記燃料ガスを圧縮して前記燃料ガスの供給源の側から前記推進エンジンの側に流すガスコンプレッサと、

前記ガスコンプレッサに付随するように、前記ガスコンプレッサの吸引側及び吐出側に設けられた、圧縮前の前記燃料ガスを一時貯留する吸引スナッパ及び圧縮後の前記燃料ガスを一時貯留する吐出スナッパと、

前記ガスコンプレッサで圧縮された前記燃料ガスの温度を調整する、前記燃料ガスの前記推進エンジンへ向かう流れ方向において前記吐出スナッパより下流側に設けられた熱交換器と、を備え、

前記複数のガス圧縮機構のうちの第 1 ガス圧縮機構は、前記第 1 ガス圧縮機構の熱交換器のガス出力端と、前記第 1 ガス圧縮機構のガスコンプレッサよりも前記流れ方向の上流側に設けられた別のガス圧縮機構のガスコンプレッサの吐出スナッパとを、前記第 1 ガス圧縮機構のガスコンプレッサを経由することなく繋ぐ第 1 バイパス管を備える、

ことを特徴とする燃料ガス供給システム。

【請求項 2】

前記第 1 ガス圧縮機構は、前記第 1 バイパス管を流れる前記燃料ガスの単位時間当たりの流量を制御する第 1 制御バルブを備える、請求項 1 に記載の燃料ガス供給システム。

【請求項 3】

前記ガス圧縮機構のうちの第 2 ガス圧縮機構は、前記第 2 ガス圧縮機構の熱交換器のガス出力端と前記第 2 ガス圧縮機構の吸引スナッパとを、前記第 2 ガス圧縮機構のガスコンプレッサを経由することなく繋ぐ第 2 バイパス管を備える、請求項 1 または 2 に記載の燃料ガス供給システム。

【請求項 4】

前記燃料ガスの流れ方向の最下流に位置する最下流ガス圧縮機構は、前記第 2 圧縮機構であり、

前記最下流ガス圧縮機構における前記第 2 バイパス管を通過した前記燃料ガスの温度と、前記最下流ガス圧縮機構に隣り合う隣接ガス圧縮機構の熱交換器から出る前記燃料ガスの温度との間の温度差は、15 以内である、請求項 3 に記載の燃料ガス供給システム。

【請求項 5】

前記ガス圧縮機構のうち、前記燃料ガスの流れ方向の最下流に位置する最下流ガス圧縮機構は、前記第 2 バイパス管の他に、前記最下流ガス圧縮機構における吐出スナッパと吸引スナッパとを、前記最下流ガス圧縮機構におけるガスコンプレッサを経由することなく繋ぐ第 3 バイパス管を備え、

前記第 2 バイパス管と前記第 3 バイパス管を流れる前記燃料ガスの単位時間当たりの流量を制御する制御部を備える、請求項 3 または 4 に記載の燃料ガス供給システム。

【請求項 6】

前記第 1 ガス圧縮機構の前記第 1 バイパス管を流れる前記燃料ガスの温度及び圧力は、前記第 1 バイパス管を流れるにつれて低下し、

前記第 1 バイパス管の少なくとも 1 つにおける供給元側端及び供給先側端の少なくとも一方の、前記燃料ガスの温度と、前記燃料ガスの臨界温度との温度差は 20 以下であり、前記第 1 バイパス管の供給元端及び供給先端の少なくとも一方の、前記燃料ガスの圧力と、前記燃料ガスの臨界圧力との圧力差は 1.0 MPa 以下である、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の燃料ガス供給システム。

【請求項 7】

前記ガス圧縮機構のうち、前記燃料ガスの流れ方向の最下流に位置する最下流ガス圧縮

10

20

30

40

50

機構よりも前記推進エンジンの側に設けられ、前記最下流ガス圧縮機構から流れる前記燃料ガスの温度を前記推進エンジンが要求するガス温度に調整する最終熱交換器を備える、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の燃料ガス供給システム。

【請求項 8】

燃料ガスの供給を受けて船舶を推進させる推進エンジンに、前記燃料ガスを供給するために、前記燃料ガスを圧縮して前記燃料ガスの供給源の側から前記推進エンジンの側に流す、直列に設けられた複数のガス圧縮機構、を備え、

前記ガス圧縮機構のそれぞれは、

前記燃料ガスを前記推進エンジンに供給するために、前記燃料ガスを圧縮して前記燃料ガスの供給源の側から前記推進エンジンの側に流すガスコンプレッサと、

前記ガスコンプレッサに付随するように、前記ガスコンプレッサの吸引側及び吐出側に設けられた、圧縮前の前記燃料ガスを一時貯留する吸引スナッパ及び圧縮後の前記燃料ガスを一時貯留する吐出スナッパと、

前記ガスコンプレッサで圧縮された前記燃料ガスの温度を調整する、前記吐出スナッパよりも前記推進エンジンの側に設けられた熱交換器と、を備える、燃料ガス供給システムにおいて、

燃料ガスを、前記ガス圧縮機構で段階的に圧縮して推進エンジンに供給するステップと

、
前記ガス圧縮機構のうちの第 1 ガス圧縮機構の熱交換器のガス出力端から、第 1 バイパス管を通して、前記第 1 ガス圧縮機構のガスコンプレッサよりも前記流れ方向の上流側に設けられた別のガス圧縮機構のガスコンプレッサの吐出スナッパに、前記第 1 ガス圧縮機構のガスコンプレッサを経由することなく前記燃料ガスが逆流するステップと、を備えることを特徴とする燃料ガス供給方法。

【請求項 9】

前記燃料ガスが逆流するステップでは、前記燃料ガスが逆流する単位時間当たりの流量が制御される、請求項 8 に記載の燃料ガス供給方法。

【請求項 10】

前記ガス圧縮機構のうちの第 2 ガス圧縮機構の熱交換器のガス出力端から、前記第 2 ガス圧縮機構の吸引スナッパに、前記第 2 ガス圧縮機構のガスコンプレッサを経由することなく前記燃料ガスが逆流するステップと、を備える、請求項 8 または 9 に記載の燃料ガス供給方法。

【請求項 11】

前記複数のガス圧縮機構のうち、前記燃料ガスの流れ方向の最下流に位置する最下流ガス圧縮機構は、前記第 2 ガス圧縮機構であり、

前記最下流ガス圧縮機構における前記第 2 バイパス管を通過した前記燃料ガスの温度と、前記最下流ガス圧縮機構に隣り合う隣接ガス圧縮機構の熱交換器から出る前記燃料ガスの温度との間の温度差は 15 以内である、請求項 10 に記載の燃料ガス供給方法。

【請求項 12】

前記ガス圧縮機構のうち、前記燃料ガスの流れ方向の最下流に位置する最下流ガス圧縮機構は、前記第 2 バイパス管の他に、前記最下流ガス圧縮機構における吐出スナッパと吸引スナッパとを、前記最下流ガス圧縮機構におけるガスコンプレッサを経由することなく繋ぐ第 3 バイパス管を備え、

前記第 2 バイパス管と前記第 3 バイパス管を流れる前記燃料ガスの単位時間当たりの流量を制御する、請求項 10 に記載の燃料ガス供給方法。

【請求項 13】

前記第 1 バイパス管では、前記燃料ガスが前記第 1 バイパス管を流れるにつれて前記燃料ガスの温度及び圧力は低下し、前記第 1 バイパス管の少なくとも 1 つは、前記燃料ガスの供給元側端及び供給先側端の少なくとも一方の、前記燃料ガスの温度と、前記燃料ガスの臨界温度との温度差は 20 以下であり、前記燃料ガスの供給元側端及び供給先側端の少なくとも一方の、前記燃料ガスの圧力と、前記燃料ガスの臨界圧力との圧力差は 1.0 MP

10

20

30

40

50

a 以下である管である、請求項 8 ~ 12 のいずれか 1 項に記載の燃料ガス供給方法。

【請求項 14】

前記ガス圧縮機構のうち、前記燃料ガスの流れ方向の最下流に位置する最下流ガス圧縮機構から流れる前記燃料ガスの温度を前記推進エンジンが要求するガス温度に調整するステップをさらに備える、請求項 8 ~ 13 のいずれか 1 項に記載の燃料ガス供給方法。

【請求項 15】

前記燃料ガスは、複数の燃料ガスの種類から選択され、
選択された燃料ガスの種類に応じて、前記燃料ガスが逆流する単位時間当たりの流量を制御する、請求項 8 ~ 14 のいずれか 1 項に記載の燃料ガス供給方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、船舶の推進エンジンに圧縮した燃料ガスを供給する燃料ガス供給システム及び燃料ガス供給方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、メタンを主成分とした天然ガスを燃料ガスとして船舶の推進エンジンに供給する燃料ガス供給装置が種々提案されている。例えば、LNG を運搬する際、LNG から自然気化するボイルオフガスは再液化されて LNG として運搬するだけでなく、ボイルオフガスは船舶の推進エンジンの燃料ガスとして有効に用いられる。例えば、LNG を運搬する LNG 運搬船において、LNG の運搬中に発生するボイルオフガスは所定の圧力に加圧して、燃料ガスとして推進エンジンに供給される。

【0003】

ボイルオフガスのような低圧のガスを高圧のガスとするには、多段圧縮機を用いてガスを圧縮することが行われる。多段圧縮機は、例えば直列接続された複数の圧縮機からなる(特許文献 1)。

さらに、燃料ガスを多段の圧縮機を用いて約 30 MPa まで加圧して、エンジン(MC-GIエンジン)のガス噴射弁に供給することも知られている(非特許文献 1)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 8 - 219088 号公報

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献 1】「大型ガスインジェクションディーゼル機関(MC-GI機関)の実績」、福田哲吾他、Journal of the JIME Vol.36, No.9, pp.64-70

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述の多段の圧縮機を用いて燃料ガスを約 30 MPa まで加圧してガス噴射弁に供給するエンジン(MC-GIエンジン)は、陸上発電用エンジンであり、基本的に略一定負荷の運転を前提とした低速ディーゼルエンジンであり、多段のガスコンプレッサも略一定圧力の燃料ガスを供給すればよい。

一方、このような多段の圧縮機(ガスコンプレッサ)を船舶推進用の低速ディーゼルエンジンに適用した場合、このエンジンの負荷は急速に変化するため、多段の圧縮機(ガスコンプレッサ)の運転も急激に変化する必要がある。例えば、操船による減速、加速、旋回によって、あるいは、気象、海象の風、波高等の自然状況の変化によって、船舶のプロペラの負荷トルクは変動し、エンジンはこの変動を直接受け、エンジンの運転負荷は急激に変化する。このエンジン負荷の急激な変化に対応するように、多段の圧縮機(ガスコンプレッサ)を有する燃料供給システムにおいても、安定した燃料ガスを供給することが求

10

20

30

40

50

められる。

近年、船舶用推進エンジンの燃料ガスとして、メタンを主成分とする天然ガスの他に、エタン等の燃料ガスも注目されている。しかし、メタンと異なる燃料ガスでは、臨界点（気相 - 液相間の相転移が起こりうる温度および圧力の範囲の限界を表す相図上の点）等の物性がメタンと異なるため、天然ガスと同じ条件（温度、圧力）で、燃料ガスを多段の圧縮機（ガスコンプレッサ）を通過させても、低速ディーゼルエンジンに適した圧力にならないことが生じ、安定した燃料ガスの供給ができない場合もある。

【0007】

そこで、本発明は、推進エンジンの運転負荷が急激に変化しても、安定した燃料ガスの供給を実現する燃料ガス供給システム及び燃料ガス供給方法を提供し、さらに、天然ガスとは異なる種類の燃料ガスでも、安定した燃料ガスの供給を実現する燃料ガス供給システム及び燃料ガス供給方法を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一態様は、燃料ガス供給システムである。当該燃料ガス供給システムは、燃料ガスの供給を受けて船舶を推進させる推進エンジンに前記燃料ガスを供給するために、前記燃料ガスを圧縮して前記燃料ガスの供給源の側から前記推進エンジンの側に流す、直列に設けられた複数のガス圧縮機構を備える。

前記ガス圧縮機構のそれぞれは、

前記燃料ガスを前記推進エンジンに供給するために、前記燃料ガスを圧縮して前記燃料ガスの供給源の側から前記推進エンジンの側に流すガスコンプレッサと、

20

前記ガスコンプレッサに付随するように、前記ガスコンプレッサの吸引側及び吐出側に設けられた吸引スナッパ及び吐出スナッパと、

前記ガスコンプレッサで圧縮された前記燃料ガスの温度を調整する、前記燃料ガスの前記推進エンジンへ向かう流れ方向において前記吐出スナッパより下流側に設けられた熱交換器と、を備える。

前記複数のガス圧縮機構のうちの第1ガス圧縮機構は、前記第1ガス圧縮機構の熱交換器のガス出力端と、前記第1ガス圧縮機構のガスコンプレッサよりも前記流れ方向の上流側に設けられた別のガス圧縮機構のガスコンプレッサの吐出スナッパとを、前記第1ガス圧縮機構のガスコンプレッサを経由することなく繋ぐ第1バイパス管を備える。

30

【0009】

前記第1ガス圧縮機構は、前記第1バイパス管を流れる前記燃料ガスの単位時間当たりの流量を制御する第1制御バルブを備える、ことが好ましい。

【0010】

前記ガス圧縮機構のうちの第2ガス圧縮機構は、前記第2ガス圧縮機構の熱交換器のガス出力端と前記第2ガス圧縮機構の吸引スナッパとを、前記第2ガス圧縮機構のガスコンプレッサを経由することなく繋ぐ第2バイパス管を備える、ことが好ましい。

【0011】

前記燃料ガスの流れ方向の最下流に位置する最下流ガス圧縮機構は、前記第2圧縮機構であり、

40

前記最下流圧縮機構における前記第2バイパス管を通過した前記燃料ガスの温度と、前記最下流ガス圧縮機構に隣り合う隣接ガス圧縮機構の熱交換器から出る前記燃料ガスの温度との間の温度差は、15以内である、ことが好ましい。

【0012】

前記ガス圧縮機構のうち、前記燃料ガスの流れ方向の最下流に位置する最下流ガス圧縮機構は、前記第2バイパス管の他に、前記最下流ガス圧縮機構における吐出スナッパと吸引スナッパとを、前記最下流ガス圧縮機構におけるガスコンプレッサを経由することなく繋ぐ第3バイパス管を備え、

前記第2バイパス管と前記第3バイパス管を流れる前記燃料ガスの単位時間当たりの流量を制御する制御部を備える、ことが好ましい。

50

【 0 0 1 3 】

前記第 1 ガス圧縮機構の前記第 1 バイパス管を流れる前記燃料ガスの温度及び圧力は、前記第 1 バイパス管を流れるにつれて低下し、

前記第 1 バイパス管の少なくとも 1 つにおける供給元側端及び供給先側端の少なくとも一方の、前記燃料ガスの温度と、前記燃料ガスの臨界温度との温度差は 20 以下であり、前記第 1 バイパス管の供給元端及び供給先端の少なくとも一方の、前記燃料ガスの圧力と、前記燃料ガスの臨界圧力との圧力差は 1 . 0 M P a 以下である、ことが好ましい。

【 0 0 1 4 】

前記ガス圧縮機構のうち、前記燃料ガスの流れ方向の最下流に位置する最下流ガス圧縮機構よりも前記推進エンジンの側に設けられ、前記最下流ガス圧縮機構から流れる前記燃料ガスの温度を前記推進エンジンが要求するガス温度に調整する最終熱交換器を備える、ことが好ましい。

10

【 0 0 1 5 】

本発明の他の一態様は、燃料ガス供給方法である。当該燃料ガス供給方法では、下記の燃料ガス供給システムが用いられる。

前記燃料ガス供給システムは、燃料ガスの供給を受けて船舶を推進させる推進エンジンに、前記燃料ガスを供給するために、前記燃料ガスを圧縮して前記燃料ガスの供給源の側から前記推進エンジンの側に流す、直列に設けられた複数のガス圧縮機構、を備え、

前記ガス圧縮機構のそれぞれは、

前記燃料ガスを前記推進エンジンに供給するために、前記燃料ガスを圧縮して前記燃料ガスの供給源の側から前記推進エンジンの側に流すガスコンプレッサと、

20

前記ガスコンプレッサに付随するように、前記ガスコンプレッサの吸引側及び吐出側に設けられた吸引スナップ及び吐出スナップと、

前記ガスコンプレッサで圧縮された前記燃料ガスの温度を調整する、前記吐出スナップよりも前記推進エンジンの側に設けられた熱交換器と、を備える。

このとき、燃料ガス供給方法は、

燃料ガスを、前記ガス圧縮機構で段階的に圧縮して推進エンジンに供給するステップと、

前記ガス圧縮機構のうちの第 1 ガス圧縮機構の熱交換器のガス出力端から、第 1 バイパス管を通して、前記第 1 ガス圧縮機構のガスコンプレッサよりも前記流れ方向の上流側に設けられた別のガス圧縮機構のガスコンプレッサの吐出スナップに、前記第 1 ガス圧縮機構のガスコンプレッサを経由することなく前記燃料ガスが逆流するステップと、を備える。

30

【 0 0 1 6 】

前記燃料ガスが逆流するステップでは、前記燃料ガスが逆流する単位時間当たりの流量が制御される、ことが好ましい。

【 0 0 1 7 】

前記ガス圧縮機構のうちの第 2 ガス圧縮機構の熱交換器のガス出力端から、前記第 2 ガス圧縮機構の吸引スナップに、前記第 2 ガス圧縮機構のガスコンプレッサを経由することなく前記燃料ガスが逆流するステップと、を備える、ことが好ましい。

40

【 0 0 1 8 】

前記複数のガス圧縮機構のうち、前記燃料ガスの流れ方向の最下流に位置する最下流ガス圧縮機構は、前記第 2 ガス圧縮機構であり、

前記最下流ガス圧縮機構における前記第 2 バイパス管を通過した前記燃料ガスの温度と、前記最下流ガス圧縮機構に隣り合う隣接ガス圧縮機構の熱交換器から出る前記燃料ガスの温度との間の温度差は 15 以内である、ことが好ましい。

【 0 0 1 9 】

前記ガス圧縮機構のうち、前記燃料ガスの流れ方向の最下流に位置する最下流ガス圧縮機構は、前記第 2 バイパス管の他に、前記最下流ガス圧縮機構における吐出スナップと吸引スナップとを、前記最下流ガス圧縮機構におけるガスコンプレッサを経由することなく

50

繋ぐ第 3 バイパス管を備え、

前記第 2 バイパス管と前記第 3 バイパス管を流れる前記燃料ガスの単位時間当たりの流量を制御する、ことが好ましい。

【 0 0 2 0 】

前記第 1 バイパス管では、前記燃料ガスが前記第 1 バイパス管を流れるにつれて前記燃料ガスの温度及び圧力は低下し、前記第 1 バイパス管の少なくとも 1 つは、前記燃料ガスの供給元側端及び供給先側端の少なくとも一方の、前記燃料ガスの温度と、前記燃料ガスの臨界温度との温度差は 20 以下であり、前記燃料ガスの供給元側端及び供給先側端の少なくとも一方の、前記燃料ガスの圧力と、前記燃料ガスの臨界圧力との圧力差は 1 . 0 M P a 以下である管である、ことが好ましい。

10

【 0 0 2 1 】

前記ガス圧縮機構のうち、前記燃料ガスの流れ方向の最下流に位置する最下流ガス圧縮機構から流れる前記燃料ガスの温度を前記推進エンジンが要求するガス温度に調整するステップをさらに備える、ことが好ましい。

【 0 0 2 2 】

前記燃料ガスは、複数の燃料ガスの種類から選択され、
選択された燃料ガスの種類に応じて、前記燃料ガスが逆流する単位時間当たりの流量を制御する、ことが好ましい。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 3 】

上記態様の燃料ガス供給システム及び燃料ガス供給方法によれば、推進エンジンの運転負荷が急激に変化しても、安定した燃料ガスの供給を実現することができる。さらに、天然ガスとは異なる種類の燃料ガスでも、安定した燃料ガスの供給を実現することができる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 4 】

【 図 1 】本実施形態の船舶の推進エンジンに高圧の燃料ガスを供給する燃料ガス供給システム 10 の構成の一例を示す図である。

【 図 2 】本実施形態のガスコンプレッサが下流方向に吐出する燃料ガスの流量と、第 2 バイパス管を上流方向に向かって逆流する燃料ガスの流量を説明する図である。

30

【 図 3 】本実施形態の燃料ガス供給システムに、燃料ガスとしてエタンガスを用いたときの一例の p h 線図である。

【 図 4 】本実施形態の燃料ガス供給システムに、燃料ガスとしてメタンガスを用いたときの一例の p h 線図である。

【 図 5 】本実施形態における最下流のガス圧縮機構の構成の変形例を説明する図である。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 5 】

以下、本発明の燃料ガス供給システム及び燃料ガス供給方法を詳細に説明する。

図 1 は、本実施形態の船舶の推進エンジンに高圧の燃料ガスを供給する燃料ガス供給システム 10 の構成の一例を示す図である。燃料ガス供給システム 10 は燃料ガスとしてエタンガスを用いるが、エタンガスに限定されず、メタンガスや天然ガス等を用いることができる。燃料ガスは、液体燃料が自然入熱によって気化したガスの他に、液体燃料を意図的に加熱して強制的に気化したガスも含まれる。

40

【 0 0 2 6 】

燃料ガス供給システム 10 は、船舶において、燃料ガスを加圧して推進エンジン 14 に供給するのに用いられる。本実施形態では、燃料ガスが燃料ガス源 12 から推進エンジン 14 に供給される方向を下流方向、その反対方向を上流方向といい、ある基準とする位置から下流方向の側を下流側といい、ある基準とする位置から上流方向の側を上流側という。

【 0 0 2 7 】

50

本実施形態の燃料ガス供給システム10は、燃料ガスの供給を受けて船舶を推進させる推進エンジン14に、燃料ガスを供給するために、燃料ガスを加圧して燃料ガス源12の側から推進エンジン14の側に流す複数のガス圧縮機構13a~13eを備える。複数のガス圧縮機構13a~13eは直列に設けられている。

ガス圧縮機構13a~13eは、ガスコンプレッサ16a~16eと、吸引スナッパ18a~18eと、吐出スナッパ20a~20eと、熱交換器22a~22eと、第1バイパス管24c, 24dと、第2バイパス管24a, 24b, 24eと、制御バルブ26a~26eと、制御装置28a~28eと、を主に備える。この他に、燃料ガス供給システム10は、ガス圧縮機構13eの下流側に熱交換器22fを備える。

【0028】

燃料ガス源12は、エタンガスを燃料ガスとして貯蔵している。燃料ガス源12は、液化したエタンを貯蔵してもよく、ガスを貯蔵してもよい。燃料ガス源12が液化したエタンを貯蔵する場合、燃料ガス供給システム10には、液体のエタンをガスにするための図示されない熱交換器が設けられる。

本実施形態を適用する船舶はエタンを荷物として運搬する運搬船であってもよいし、上記運搬船以外の船舶に適用することもできる。

【0029】

推進エンジン14は供給される燃料ガスを燃焼室で燃焼させて動力を取り出し、主軸15aおよびプロペラ15bを回転させる。推進エンジン14には、例えば2ストロークサイクルの低速ディーゼルエンジンを用いることができる。

推進エンジン14は、ガバナ15cと接続されて、ガバナ15cにより推進エンジン14の駆動が制御されている。ガバナ15cは、主軸15aの回転を計測するように設けられた回転計15dにより計測された主軸回転数が目標回転数になるように、推進エンジン14に燃料ガスを供給する供給ラインに設けられた図示しない流量制御弁の開度を制御することで、推進エンジン14の駆動を制御する。すなわち、ガバナ15cは、推進エンジン14と推進用のプロペラ15bを接続した主軸15aの主軸回転数が目標回転数になるように、推進エンジン14の負荷を定め、これに基づいて燃料ガスの燃料供給量を制御する装置である。ガバナ15cは、気象、海象の風、波高等の自然状況の変化によって変化する主軸回転数が目標回転数に維持されるように、推進エンジン14の負荷を定める他、オペレータの減速、加速、旋回等の指示によって提供されるプロペラ回転数の操作指令値に応じて、推進エンジン14の負荷を定めることもできる。ガバナ15cは、定めた負荷に基づいて、最下流に位置するガスコンプレッサ16eの吐出側の目標圧力を設定する。

【0030】

ガスコンプレッサ16a~16eは、燃料ガスを推進エンジン14に供給するために、燃料ガスを圧縮して燃料ガス源12の側から推進エンジン14の側に流す直列に接続された多段のコンプレッサである。ガスコンプレッサ16a~16eは、吸引スナッパ18a~18e内の燃料ガスを吸引して加圧する部分である。ガスコンプレッサ16a~16eは、例えば、ガスコンプレッサ16a~16e内の可動部(プランジャ又はピストン)が直線往復運動をすることによって気体を吸い込み、その後圧縮する、往復圧縮機を用いることができる。ガスコンプレッサ16a~16eのうち、ガスコンプレッサ16a~16dは、無給油式圧縮機が用いられ、高圧に燃料ガスを加圧するガスコンプレッサ16eには給油式圧縮機が用いられる。ガスコンプレッサ16a~16eの可動部は、図示されない駆動源(例えば電動モータ)の動力で回転するクランク軸を介して連動して駆動される。ガスコンプレッサ16a~16eにおいて、燃料ガスはそれぞれ同程度の圧縮率で段階的に圧縮されることで、燃料ガスは圧縮率の5乗まで圧縮される。例えば、ガスコンプレッサ16a~16eのそれぞれにおいて3~4倍に圧縮することで、燃料ガスは $3^5 \sim 4^5$ 倍に圧縮される。例えば、ガスコンプレッサ16aの吸引側における燃料ガスの圧力が0.1MPaであれば、ガスコンプレッサ16aの吐出側の圧力は約0.4MPa、ガスコンプレッサ16bの吐出側の圧力は約1.3MPa、ガスコンプレッサ16cの吐出側の圧力は約4MPa、ガスコンプレッサ16dの吐出側の圧力は約12~13MPaとな

10

20

30

40

50

る。そして、ガスコンプレッサ 16 e の吐出側の圧力は設定された目標圧力まで上昇される。

【0031】

吸引スナップ 18 a ~ 18 e は、ガスコンプレッサ 16 a ~ 16 e それぞれに付随して設けられ、ガスコンプレッサ 16 a ~ 16 e それぞれの上流側に設けられる、圧縮前の燃料ガスを一時貯留する容器である。したがって、吸引スナップ 18 a ~ 18 e 内の圧力は、ガスコンプレッサ 16 a ~ 16 e それぞれで加圧する直前の燃料ガスの圧力に相当する。

【0032】

吐出スナップ 20 a ~ 20 e は、ガスコンプレッサ 16 a ~ 16 e それぞれに付随して設けられ、ガスコンプレッサ 16 a ~ 16 e それぞれの下流側に設けられる、圧縮後の燃料ガスを一時貯留する容器である。吐出スナップ 20 a ~ 20 e には、貯留する燃料ガスの圧力を計測する圧力計 19 a ~ 19 e が設けられている。さらに、圧力計 19 f が、推進エンジン 14 に供給する圧力を計測するために、推進エンジン 14 の接続直前の供給ラインに設けられている。圧力計 19 a ~ 19 f の計測結果は、後述する制御部 28 a ~ 28 e に送られる。吐出スナップ 20 a ~ 20 e には、予め定めた圧力で弁が開放する図示されない安全弁が設けられている。

10

【0033】

熱交換器 22 a ~ 22 e は、ガスコンプレッサ 16 a ~ 16 e それぞれに付随するように、ガスコンプレッサ 16 a ~ 16 e それぞれで燃料ガスが圧縮されることにより高温になった燃料ガスの温度を、燃料ガスと冷媒との熱交換により温度を調整する装置である。熱交換器 22 a ~ 22 e は、燃料ガスの推進エンジン 14 へ向かう流れ方向において吐出スナップ 20 a ~ 20 e より下流側に設けられている。熱交換器 22 a ~ 22 e における冷媒は、特に制限されないが、燃料ガス源 12 から供給される低温の燃料ガスを用いることができる。熱交換器 22 a ~ 22 d は、それぞれの下流側に位置する吸引スナップ 18 b ~ 18 e と供給ラインを介して接続される。

20

熱交換器 22 f は、ガス圧縮機構 13 a ~ 13 e のうち最下流に位置するガス圧縮機構 13 e の熱交換器 22 e のさらに下流側に設けられ、ガス圧縮機構 13 e の熱交換器 22 e から流れる燃料ガスの温度を推進エンジン 14 が要求するガス温度に調整する最終熱交換器である。

30

熱交換器 22 e と熱交換器 22 f との間には、逆止弁 30 が設けられている。逆止弁 30 は、推進エンジン 14 の負荷変動に伴って燃料ガスが熱交換器 22 e、さらには第 2 バイパス管 24 e を通って上流側に流れる（逆流する）ことを防止する。

【0034】

第 1 バイパス管 24 c, 24 d は、ガスコンプレッサ 16 c, 16 d のそれぞれに付随した熱交換器 22 c, 22 d の燃料ガスの出力端と、ガスコンプレッサ 16 c, 16 d それぞれよりも燃料ガスの流れ方向の上流側に設けられたガスコンプレッサ 16 b, 16 c に付随した吐出スナップ 20 b, 20 c との間を、ガスコンプレッサ 16 c, 16 d を経由することなく繋いでいる。

第 2 バイパス管 24 a, 24 b, 24 e は、ガスコンプレッサ 16 a, 16 b, 16 e のそれぞれに付随した熱交換器 22 a, 22 b, 22 e の燃料ガスの出力端と、ガスコンプレッサ 16 a, 16 b, 16 e それぞれに付随した吸引スナップ 18 a, 18 b, 18 e との間を、ガスコンプレッサ 16 a, 16 b, 16 e を経由することなく繋いでいる。

40

【0035】

第 1 バイパス管 24 c, 24 d 及び第 2 バイパス管 24 a, 24 b, 24 e には、燃料ガスが流れる量を制御する制御バルブ 26 a ~ 26 e が設けられている。

制御バルブ 26 a ~ 26 e それぞれの開度は、対応するガスコンプレッサ 16 a ~ 16 e に付随する吐出スナップ 20 a ~ 20 e の圧力が予め設定された圧力の目標値になるように、制御される。すなわち、第 1 バイパス管 24 c, 24 d 及び第 2 バイパス管 24 a, 24 b, 24 e を流れる燃料ガスの流量は、対応する吐出スナップ 20 a ~ 20 e 内の

50

燃料ガスの圧力に基づいて制御される。この燃料ガスの流量の制御は、制御部 28 a ~ e から送られる制御バルブ 26 a ~ 26 e の開度の、吐出スナップ 20 a ~ 20 e 内の燃料ガスの圧力に基づく制御信号によって行われる。

【0036】

図 2 は、ガスコンプレッサ 16 b が下流方向に吐出する燃料ガスの流量と、第 2 バイパス管 24 b を上流方向に向かって逆流する燃料ガスの流量を説明する図である。図 2 では、2 段目のガスコンプレッサ 16 b と第 2 バイパス管 24 b の流れを説明しているが、これ以外のガスコンプレッサ 16 a, 16 c, 16 d, 16 e、第 2 バイパス管 24 a, 24 e 及び第 1 バイパス管 24 c, 24 d においても同様の挙動をするので、ガスコンプレッサ 16 b 及び第 2 バイパス管 24 b を代表して説明する。図 2 に示されるように、例えば、上流側から 1 時間当たり 1500 kg の燃料ガスが供給され、ガスコンプレッサ 16 b が 1 時間当たり 2000 kg の燃料ガスを圧縮して下流側に吐出する時、第 2 バイパス管 24 b を介して 1 時間当たり 500 kg の燃料ガスを逆流させて吸引スナップ 18 b に戻す。このように、吐出スナップ 20 b から熱交換器 22 b を通過させて 1 時間当たり 500 kg の燃料ガスが逆流するように、制御バルブ 26 b の開度は制御されている。これにより、熱交換器 22 b の出力端から下流側に 1 時間当たり 1500 kg の燃料ガスを定期的に流すことができる。したがって、吐出スナップ 20 b における燃料ガスの圧力は一定に保つことができる。

10

【0037】

本実施形態では、上流側から第 3 番目及び第 4 番目のガス圧縮機構 13 c, 13 d には、第 1 バイパス管 24 c, 24 d が設けられている。第 1 バイパス管 24 c, 24 d は、熱交換器 22 c, 22 d の燃料ガスの出力端と、熱交換器 22 b, 22 c の上流側にある吐出スナップ 20 b, 20 c との間を繋ぐ。熱交換器 22 c, 22 d の出力端における燃料ガスの圧力は、吐出スナップ 20 b, 20 c における圧力に比べて高いので、第 1 バイパス管 24 c, 24 d 内を燃料ガスが上流方向に向かって流れる（逆流する）とき、燃料ガスは等エンタルピー変化を行って燃料ガスの温度は低下する。

20

ここで、推進エンジン 14 の負荷が変化してガスコンプレッサ 16 a ~ 16 e の駆動が変化すると、吐出スナップ 20 a ~ 20 e における燃料ガスの圧力は変化し、その結果、吐出スナップ 20 a ~ 20 e における燃料ガスの圧力に応じて制御される制御バルブ 26 a ~ 26 e の開度も変化する。このため、第 1 バイパス管 24 c, 24 d 及び第 2 バイパス管 24 a, 24 b, 24 e を通過して低温となった燃料ガスの流量も変化する。第 1 バイパス管 24 c, 24 d 及び第 2 バイパス管 24 a, 24 b, 24 e を通過して低温となった燃料ガスの流量が変化すると、その燃料ガスの供給先における温度も変化する。本実施形態は、第 1 バイパス管 24 c, 24 d を用いて、吸引スナップ 18 c, 18 d ではなく、吸引スナップ 18 c, 18 d 及び熱交換器 22 b, 22 c より上流側にある吐出スナップ 20 b, 20 c に燃料ガスを供給し、熱交換器 22 b, 22 c を再度通過させるように構成されている。このため、ガスコンプレッサ 16 a ~ 16 e の駆動が変化しても、燃料ガスの温度を目標温度から大きくずれることなく安定的に維持することができる。

30

【0038】

本実施形態において、第 3 番目及び第 4 番目のガス圧縮機構 13 c, 13 d に第 1 バイパス管 24 c, 24 d が設けられるのは、本実施形態で用いる燃料ガスがエタンガスであることに依拠している。具体的には、第 3 番目のガス圧縮機構 13 c の熱交換器 22 c の出力端及び第 4 番目のガス圧縮機構 13 d の吸引スナップ 18 d における燃料ガスの状態（圧力及び温度）は、エタンの臨界点（臨界圧力 = 4.73 MPa、臨界温度 = 32.3）に極めて近くなっている。一般に臨界点にガスが近づくほど、ガス温度に対するガス密度の変化は大きくなる。本実施形態では、上述したように、吐出スナップ 20 c, 20 d の圧力に基づいて制御バルブ 26 c, 26 d の開度を制御して燃料ガスの流量を制御しているので、臨界点付近の燃料ガスの温度は目標温度に安定して維持させなければ、ガスの密度が変化することになり、この結果、燃料ガスの目標量を推進エンジン 14 に供給することはできない。この理由から、本実施形態では、第 3 番目及び第 4 番目のガス圧縮機

40

50

構 1 3 c , 1 3 d に第 1 バイパス管 2 4 c , 2 4 d が設けられている。

本実施形態のガス圧縮機構 1 3 c , 1 3 d では、制御バルブ 2 6 c , 2 6 d (第 1 制御バルブ) は、第 1 バイパス管 2 4 c , 2 4 d を流れる燃料ガスの単位時間当たりの流量を制御するので、ガスコンプレッサ 1 6 c , 1 6 d の駆動が変化しても、燃料ガスの圧力を目標圧力に制御しつつ、安定した温度の燃料ガスを吐出させることができる。これにより燃料ガスの目標量を、推進エンジン 1 4 に供給することができる。

【 0 0 3 9 】

図 3 は、本実施形態の燃料ガス供給システム 1 0 に、燃料ガスとしてエタンガスを用いたときの一例の p h 線図である。エタンガスは、吸引スナッパ 1 8 a に供給される直前の状態 1 s (図 1 参照) を出発状態とする。

図 3 では、各状態の圧力及び温度は以下の通りである。

状態 1 s : 圧力 0 . 1 M P a 、 温度 - 3 0 、

状態 1 d : 圧力 0 . 4 M P a 、 温度 4 0 、

状態 2 s : 圧力 0 . 4 M P a 、 温度 4 0 、

状態 2 d : 圧力 1 . 3 M P a 、 温度 1 0 5 、

状態 3 s : 圧力 1 . 3 M p a 、 温度 4 5 、

状態 3 d : 圧力 4 . 2 5 M P a 、 温度 1 1 0 、

状態 4 s : 圧力 4 . 2 5 M P a 、 温度 4 5 、

状態 4 d : 圧力 1 2 . 8 M P a 、 温度 1 2 0 、

状態 5 s : 圧力 1 2 . 8 M P a 、 温度 9 0 、

状態 5 d : 圧力 4 3 . 0 M P a 、 温度 1 4 0

状態 X : 圧力 4 3 . 0 M P a 、 温度 9 0 、

状態 Y : 圧力 4 3 . 0 M P a 、 温度 4 5 、

状態 1 f : 圧力 0 . 1 M P a 、 温度 3 5 、

状態 2 f : 圧力 0 . 4 M P a 、 温度 3 5 、

状態 3 f : 圧力 1 . 3 M P a 、 温度 5 、

状態 4 f : 圧力 4 . 2 5 M P a 、 温度 3 0 、

状態 5 f : 圧力 1 2 . 8 M P a 、 温度 8 0 。

【 0 0 4 0 】

ここで、熱交換器 2 2 a は、実質的に作動させないため、状態 1 d と状態 2 s は略同じである。

上述の各状態において、エタンガスの流れ方向の最下流に位置する第 5 番目のガス圧縮機構 1 3 e (最下流ガス圧縮機構) は、第 2 バイパス管 2 4 e を備える圧縮機構 (第 2 圧縮機構) であり、第 2 バイパス管 2 4 e を通過したエタンガスの温度と、ガス圧縮機構 1 3 e に隣り合うガス圧縮機構 1 3 d (隣接ガス圧縮機構) の熱交換器 2 3 d の出力端から出るエタンガスの温度との間の温度差は、1 0 (状態 5 s の温度 9 0 と状態 5 f の温度 8 0 の温度差) である。本実施形態では、上記温度差は 1 5 以内であることが好ましい。上記温度差は 1 5 以内であるので、制御バルブ 2 6 e の開度により第 2 バイパス管 2 4 e を流れるエタンガスの流量が大きく変化しても、吸引スナッパ 1 8 e におけるエタンガスの温度は安定している。したがって、ガスコンプレッサ 1 6 e による加圧後のエタンガスの温度も安定しているので、推進エンジン 1 4 に供給するエタンガスの温度は、熱交換器 2 2 e , 2 2 f の熱交換の機能を調整しなくても安定させることができる。また、エタンガスの温度は安定するので、飽和蒸気線 S v と飽和液線 S l とで囲まれた領域 (液体とガスが混在する状態) に入らないようにすることが確実にでき、燃料ガスの一部が液化することを防止できる。

【 0 0 4 1 】

第 1 バイパス管を流れる燃料ガスの温度及び圧力は、燃料ガスが第 1 バイパス管を流れるにつれて徐々に低下する。このとき、本実施形態では、第 1 バイパス管の少なくとも 1 つにおける供給元側の端及び供給先側の端の少なくとも一方の、燃料ガスの温度と、燃料ガスの臨界温度との温度差は 2 0 以下であり、第 1 バイパス管の供給元側の端及び供給先

10

20

30

40

50

側の端の少なくとも一方の、燃料ガスの圧力と、燃料ガスの臨界圧力との圧力差は 1.0 MPa 以下であることが好ましい。本実施形態では、第1バイパス管24dを流れる燃料ガスの温度及び圧力は等エントロピー変化により低下し、第1バイパス管24dの供給先側の端の、燃料ガスの温度(状態4fの温度)と、エタンの臨界温度との温度差は 2.3 であり、第1バイパス管24dの供給先側の端の、燃料ガスの圧力と、エタンの臨界圧力との圧力差は 0.48 MPa である。このように臨界点に近い状態の燃料ガスを、第1バイパス管24dを流れた燃料ガスを熱交換器22cに再度通過させるので燃料ガスの温度を安定させて維持させることができる。このため、臨界点に燃料ガスが近づくほど、ガス温度に対するガス密度の変化は大きくなっても、燃料ガスの温度を安定的に維持することにより、ガス密度の変化を抑制することができる。さらに、吐出スナッパ20dにおける燃料ガスの圧力に基づいて制御バルブ26dの開度を制御して燃料ガスの流量の制御を行っても、燃料ガスの目標量を推進エンジン14の側に安定して供給することができる。第1バイパス管24c, 24dのいずれか一方の管のうち、供給先側の端及び供給元側の端の一方における燃料ガスの温度及び圧力は、第1バイパス管24c, 24d及び第2バイパス管24a, 24b, 24eの供給先側の端及び供給元側の端における燃料ガスの温度及び圧力の中で、燃料ガスの臨界温度及び臨界圧力に最も近いことが好ましい。

10

20

30

40

50

【0042】

本実施形態では、図1に示すように、ガス圧縮機構13a~13eのうち、燃料ガスの流れ方向の最下流に位置するガス圧縮機構13eよりも推進エンジン14の側に設けられ、ガス圧縮機構13eから流れる燃料ガスの温度を推進エンジン14が要求するガス温度に調整する熱交換器22fを備えることが好ましい。これにより、推進エンジン14に安定した温度の燃料ガスを供給することができる。

【0043】

本実施形態では、図1に示すように、第1バイパス管24c, 24dを備えるガス圧縮機構13c, 13dは、第1バイパス管24c, 24dを流れる燃料ガスの単位時間当たりの流量を制御する制御バルブ26c, 26dを備えることが、燃料ガスの逆流する流量を制御する点で好ましい。この場合、第1バイパス管24c, 24dを燃料ガスが逆流する単位時間当たりの流量を制御することができる。

さらに、図1に示すように、本実施形態では、ガス圧縮機構13a~13eのうちの一部のガス圧縮機構13a, 13b, 13e(第2ガス圧縮機構)は、熱交換器22a, 22b, 22eのガス出力端と吸引スナッパ18a, 18b, 18eとを、ガスコンプレッサ16a, 16b, 16eを経由することなく繋ぐ第2バイパス管24a, 24b, 24eを備えることが好ましい。この場合、ガス圧縮機構13a, 13b, 13eの熱交換器22a, 22b, 22eのガス出力端から、吸引スナッパ18a, 18b, 18eに、ガスコンプレッサ16a, 16b, 16eを経由することなく燃料ガスを逆流させることができる。これにより、第2バイパス管24a, 24b, 24e内で燃料ガスを逆流させることができ、推進エンジン14の側へ流す燃料ガスの流量を制御することができる。

【0044】

図4は、本実施形態の燃料ガス供給システム10に、燃料ガスとしてメタンガスを用いたときの一例のp-h線図である。

メタンガスは、吸引スナッパ18aに供給される直前の状態1s(図1参照)を出発状態とする。

図4では、各状態の圧力及び温度は以下の通りである。

状態1s : 圧力 0.1 MPa 、温度 -70 、
 状態1d : 圧力 0.4 MPa 、温度 15 、
 状態2s : 圧力 0.4 MPa 、温度 45 、
 状態2d : 圧力 1.2 MPa 、温度 135 、
 状態3s : 圧力 1.2 MPa 、温度 45 、
 状態3d : 圧力 4 MPa 、温度 135 、
 状態4s : 圧力 4 MPa 、温度 45 、

状態 4 d : 圧力 1 2 . 3 M P a、温度 1 3 5 、
 状態 5 s : 圧力 1 2 . 3 M P a、温度 4 5 、
 状態 5 d : 圧力 4 3 M P a、温度 1 4 5
 状態 X : 圧力 4 3 M P a、温度 7 0 、
 状態 Y : 圧力 4 3 M P a、温度 4 5 、
 状態 1 f : 圧力 0 . 1 M P a、温度 4 4 、
 状態 2 f : 圧力 0 . 4 M P a、温度 4 2 、
 状態 3 f : 圧力 1 . 2 M P a、温度 3 2 、
 状態 4 f : 圧力 4 M P a、温度 1 8 、
 状態 5 f : 圧力 1 2 . 3 M P a、温度 4 0 。

10

【 0 0 4 5 】

ここで、熱交換器 2 2 a は、燃料ガスを加熱して燃料ガスの温度を上げている。

上述の各状態において、メタンガスの流れ方向の最下流に位置する第 5 番目のガス圧縮機構 1 3 e (最下流ガス圧縮機構) は、第 2 バイパス管 2 4 e を備える圧縮機構 (第 2 圧縮機構) であり、第 2 バイパス管 2 4 e を通過したメタンガスの温度と、ガス圧縮機構 1 3 e に隣り合うガス圧縮機構 1 3 d (隣接ガス圧縮機構) の熱交換器 2 3 d から出るメタンガスの温度との間の温度差は、5 (状態 5 s の温度 4 5 と状態 5 f の温度 4 0 の温度差) である。この場合においても、上記温度差は 1 5 以内であることが好ましい。上記温度差は 1 5 以内であるので、制御バルブ 2 6 e の開度により第 2 バイパス管 2 4 e を流れるメタンガスの流量が大きく変化しても、吸引スナッパ 1 8 e におけるメタンガスの温度は安定している。したがって、ガスコンプレッサ 1 6 e による加圧後のメタンガスの温度も安定しているので、推進エンジン 1 4 に供給するメタンガスの温度は、熱交換器 2 2 e , 2 2 f の熱交換の機能を調整しなくても安定させることができる。なお、メタンの臨界圧力は 4 . 6 M P a であり、臨界温度は - 8 2 . 6 であり、燃料ガスのいずれの状態の温度も臨界温度から離れているので、エタンガスの場合のように、臨界点を考慮して燃料ガスの温度を制御する必要はない。図 4 に示す例では、状態 2 s , 3 s , 4 s , 5 s では、推進エンジン 1 4 の要求する燃料ガスのガス温度である、略 4 5 に定めている。

20

【 0 0 4 6 】

このように、本実施形態では、使用する燃料ガスの種類に応じて、燃料ガス供給システム 1 0 における燃料ガスの各状態の温度は異なり、燃料ガスが、複数の燃料ガスの種類から選択される場合、選択された燃料ガスの種類に応じて、燃料ガスが第 1 バイパス管 2 4 c , 2 4 d 及び第 2 バイパス管 2 4 a , 2 4 b , 2 4 e を逆流する単位時間当たりの流量を制御することが好ましい。

30

【 0 0 4 7 】

なお、図 1 に示す燃料ガス供給システム 1 0 の中で、最下流に位置するガス圧縮機構 1 3 e の代わりに、図 5 に示すガス圧縮機構 1 3 e ' を用いることも好ましい。図 5 は、本実施形態における最下流のガス圧縮機構の構成の変形例を説明する図である。

ガス圧縮機構 1 3 e ' は、ガス圧縮機構 1 3 e と同じ構成の吸引スナッパ 1 8 e、ガスコンプレッサ 1 6 e、吐出スナッパ 2 0 e、熱交換器 2 2 e、第 2 バイパス管 2 4 e、制御バルブ 2 6 e を備える他、第 3 バイパス管 2 4 f 及び制御バルブ 2 6 f を備える。第 3 バイパス管 2 4 f は、吐出スナッパ 2 0 e と吸引スナッパ 1 8 e を繋ぐ。制御バルブ 2 6 f は、第 3 バイパス管 2 4 f を流れる燃料ガスの流量を制御することで、第 2 バイパス管 2 4 e から吸引スナッパ 1 8 e に流れ込む燃料ガスの量と第 3 バイパス管 2 4 f から吸引スナッパ 1 8 e に流れ込む燃料ガスの量の比率を変えて、吸引スナッパ 1 8 e の燃料ガスの温度を目標温度に近づけ維持させるために用いられる。燃料ガスがエタンガスである場合、上記等エンタルピー変化によって低下した燃料ガスの温度は例えば 9 0 に近づくように、また、燃料ガスがメタンガスである場合、上記等エンタルピー変化によって低下した燃料ガスの温度は例えば 4 5 に近づくように、第 3 バイパス管 2 4 f 内を吸引スナッパ 1 8 e に向かって逆流する燃料ガスの単位時間当たりの流量が制御部 2 8 e により制

40

50

御されることが好ましい。これにより、熱交換器 22 d から吸引スナップ 18 e に流れ込む燃料ガスの温度（エタンガスの場合 90 、メタンガスの場合 45 ）に近づけることができ、ガスコンプレッサ 16 e の駆動が変化した場合であっても、安定した温度の燃料ガスを推進エンジン 14 の側に供給することができる。

すなわち、ガス圧縮機構 13 e ' は、第 2 バイパス管 24 e の他に、吐出スナップ 20 e と吸引スナップ 18 e とを、ガスコンプレッサ 16 e を経由することなく繋ぐ第 3 バイパス管 24 f を備え、第 2 バイパス管 24 e と第 3 バイパス管 24 f を流れる燃料ガスの単位時間当たりの流量をそれぞれ制御する制御部 28 e を備えることが好ましい。

【 0048 】

以上、本発明の燃料ガス供給システム及び燃料ガス供給方法について詳細に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されず、本発明の主旨を逸脱しない範囲において、種々の改良や変更をしてもよいのはもちろんである。

10

【符号の説明】

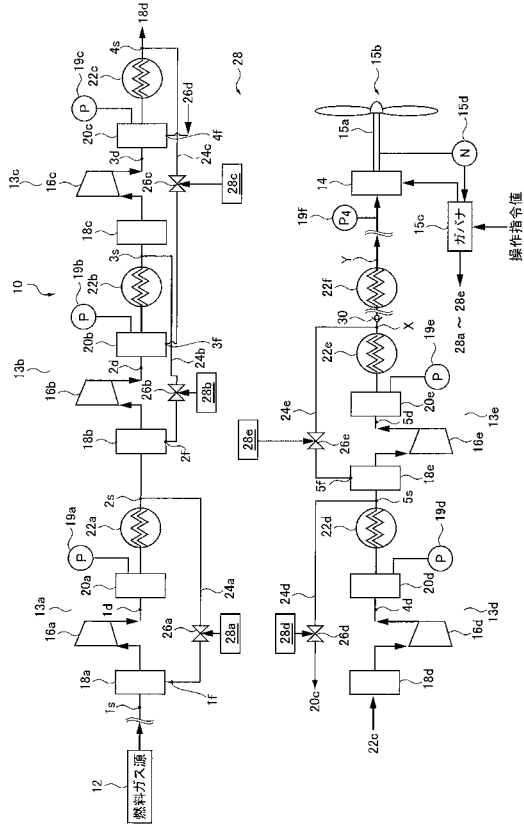
【 0049 】

- 10 燃料ガス供給システム
- 12 LNG タンク
- 14 推進エンジン
- 15 a 主軸
- 15 b プロペラ
- 15 c ガバナ
- 15 d 回転計
- 16 a ~ 16 e ガスコンプレッサ
- 18 a ~ 18 e 吸引スナップ
- 19 a ~ 19 f 圧力計
- 20 a ~ 20 e 吐出スナップ
- 22 a ~ 22 f 熱交換器
- 24 c , 24 d 第 1 バイパス管
- 24 a , 24 b , 24 d 第 2 バイパス管
- 24 f 第 3 バイパス管
- 26 a ~ 26 f 制御バルブ
- 28 a ~ 28 e 制御部
- 30 逆止弁

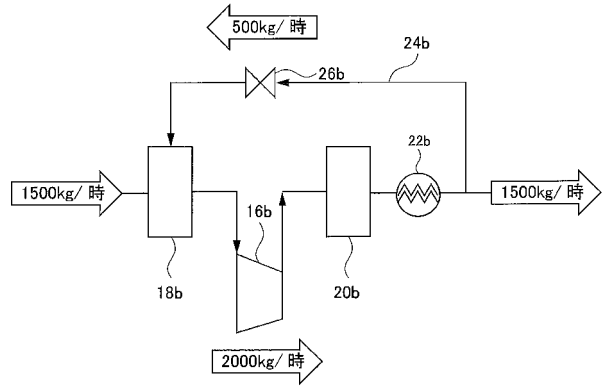
20

30

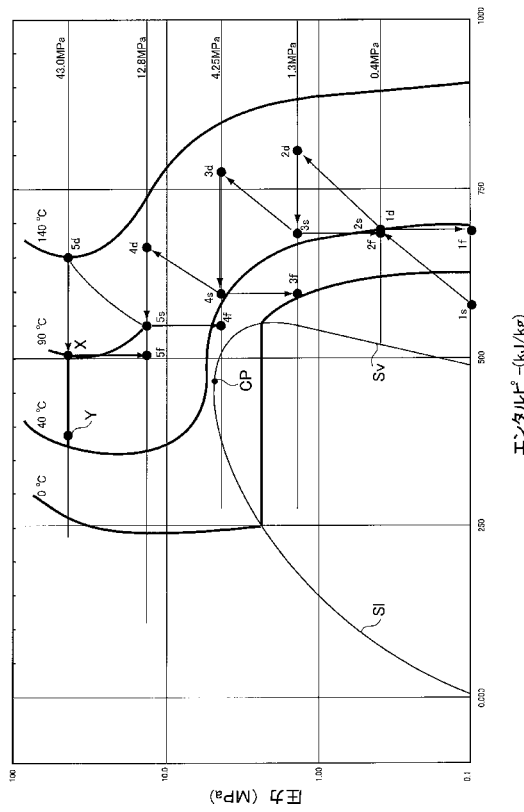
【図 1】



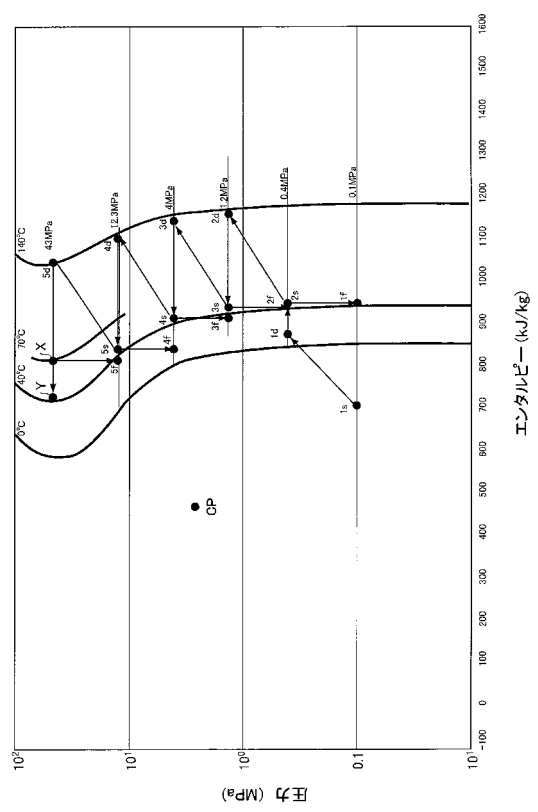
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【 図 5 】

