

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7546085号
(P7546085)

(45)発行日 令和6年9月5日(2024.9.5)

(24)登録日 令和6年8月28日(2024.8.28)

(51)国際特許分類		F I	
F 0 2 M	37/00 (2006.01)	F 0 2 M	37/00 3 2 1 B
F 0 2 D	19/10 (2006.01)	F 0 2 D	19/10
F 0 2 D	19/06 (2006.01)	F 0 2 D	19/06 B
F 0 2 M	21/02 (2006.01)	F 0 2 M	21/02 F
F 0 2 B	43/00 (2006.01)	F 0 2 B	43/00
請求項の数 3 (全18頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2023-12224(P2023-12224)	(73)特許権者	000006781 ヤンマーパワーテクノロジー株式会社 大阪府大阪市北区茶屋町 1 番 3 2 号
(22)出願日	令和5年1月30日(2023.1.30)	(74)代理人	100118784 弁理士 桂川 直己
(62)分割の表示	特願2021-73727(P2021-73727)の 分割	(72)発明者	洞井 正義 大阪府大阪市北区茶屋町 1 番 3 2 号 ヤ ンマー株式会社内
原出願日	平成28年7月12日(2016.7.12)	(72)発明者	村上 大志 大阪府大阪市北区茶屋町 1 番 3 2 号 ヤ ンマー株式会社内
(65)公開番号	特開2023-55818(P2023-55818A)	審査官	家喜 健太
(43)公開日	令和5年4月18日(2023.4.18)		
審査請求日	令和5年1月30日(2023.1.30)		
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 エンジン

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

気体燃料を空気と混合させてから各気筒の燃焼室に流入させる予混合燃焼方式と、液体燃料を各気筒の前記燃焼室内に噴射して燃焼する拡散燃焼方式と、に対応可能なエンジンにおいて、

前記拡散燃焼方式での燃焼時に前記燃焼室に液体燃料を供給するメイン燃料噴射弁と、前記予混合燃焼方式での燃焼時に気体燃料の着火を目的として前記燃焼室にパイロット燃料を供給するパイロット燃料噴射弁と、

前記拡散燃焼方式で、前記メイン燃料噴射弁に向けて液体燃料を供給する液体燃料供給用レール配管と、

前記予混合燃焼方式で、前記パイロット燃料噴射弁に向けてパイロット燃料を供給するパイロット燃料供給用レール配管と、

各気筒の前記燃焼室での燃焼により発生した排気を集めて外部に排出する排気マニホールドと、

を備え、

前記液体燃料供給用レール配管及び前記パイロット燃料供給用レール配管は、前記排気マニホールドより低い位置に配置され、

前記液体燃料供給用レール配管及び前記パイロット燃料供給用レール配管は、シリンダヘッドを挟んで前記排気マニホールドの反対側に配置されていることを特徴とするエンジン。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のエンジンであって、

前記液体燃料供給用レール配管に供給された液体燃料は、前記各気筒に対応して設けられた燃料供給ポンプに分配して供給され、それぞれの気筒には、前記燃料供給ポンプから供給された液体燃料を噴射する前記メイン燃料噴射弁が配置されており、

前記燃料供給ポンプと前記メイン燃料噴射弁とは、前記シリンダヘッドに形成された液体燃料供給路を介して接続されることを特徴とするエンジン。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載のエンジンであって、

前記パイロット燃料供給用レール配管及び前記液体燃料供給用レール配管を覆う被覆部材を備えることを特徴とするエンジン。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エンジンの構成に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、エンジン負荷を測定するための負荷測定器が設けられたエンジンが知られている。特許文献 1 は、この種のエンジンを開示する。この特許文献 1 のエンジンは、エンジンの各部を制御するエンジン制御装置を有し、当該エンジン制御装置は、ワットトランスデューサやトルクセンサ等の負荷測定器による測定信号を受け、エンジン装置の負荷を算出する構成となっている。

20

【0003】

特許文献 1 のようにエンジンに掛かる負荷を測定することは、エンジンの適切な燃焼制御を行うために欠かせないものである。仮に、当該負荷測定器が故障した状態でエンジンを稼働させると、燃焼に必要な空気量の過不足が生じて燃焼の安定性を低下させる原因となる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2015 - 230000 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的は、ガスモードとディーゼルモードを切り替えて稼働させることが可能なエンジンを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の解決しようとする課題は以上の如くであり、次にこの課題を解決するための手段を説明する。

【0007】

40

本発明の観点によれば、以下の構成のエンジンが提供される。即ち、前記エンジンは、気体燃料を空気と混合させてから各気筒の燃焼室に流入させる予混合燃焼方式と、液体燃料を各気筒の前記燃焼室内に噴射して燃焼する拡散燃焼方式と、に対応可能である。前記エンジンは、メイン燃料噴射弁と、パイロット燃料噴射弁と、液体燃料供給用レール配管と、パイロット燃料供給用レール配管と、排気マニホールドと、を備える。前記メイン燃料噴射弁は、前記拡散燃焼方式での燃焼時に前記燃焼室に液体燃料を供給する。前記パイロット燃料噴射弁は、前記予混合燃焼方式での燃焼時に気体燃料の着火を目的として前記燃焼室にパイロット燃料を供給する。前記液体燃料供給用レール配管は、前記拡散燃焼方式で、前記メイン燃料噴射弁に向けて液体燃料を供給する。前記パイロット燃料供給用レール配管は、前記予混合燃焼方式で、前記パイロット燃料噴射弁に向けてパイロット燃料

50

を供給する。前記排気マニホールドは、各気筒の前記燃焼室での燃焼により発生した排気を集めて外部に排出する。前記液体燃料供給用レール配管及び前記パイロット燃料供給用レール配管は、前記排気マニホールドより低い位置に配置される。前記液体燃料供給用レール配管及び前記パイロット燃料供給用レール配管は、シリンダヘッドを挟んで前記排気マニホールドの反対側に配置されている。

【 0 0 0 8 】

前記のエンジンにおいては、以下の構成とすることが好ましい。即ち、前記液体燃料供給用レール配管に供給された液体燃料は、前記各気筒に対応して設けられた燃料供給ポンプに分配して供給され、それぞれの気筒には、前記燃料供給ポンプから供給された液体燃料を噴射する前記メイン燃料噴射弁が配置されている。前記燃料供給ポンプと前記メイン燃料噴射弁とは、シリンダヘッドに形成された液体燃料供給路を介して接続される。

10

【 0 0 0 9 】

前記のエンジンにおいては、前記パイロット燃料供給用レール配管及び前記液体燃料供給用レール配管を覆う被覆部材を備えることが好ましい。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】本発明の一実施形態に係るエンジン及び 2 系統の燃料供給経路を概略的に示す説明図。

【図 2】燃焼室の周辺の構成を詳細に示す背面一部断面図。

【図 3】エンジンの平面図。

20

【図 4】液体燃料供給経路を示す模式的な前方斜視図。

【図 5】エンジンの吸排気系統の構成を示す図。

【図 6】エンジンを制御するための電氣的な構成を示すブロック図。

【図 7】エンジンをガスモードで稼動したときの、吸気マニホールドにおける吸気流量の調整制御を説明するグラフ。

【図 8】トルクセンサの異常を検出するためにエンジン制御装置が行う判定処理を示すフローチャート。

【図 9】トルクセンサの異常が検出された結果としてガスモードからディーゼルモードに切り替わる場合の、燃料ガス及び燃料油の供給制御を説明する図。

【発明を実施するための形態】

30

【 0 0 1 1 】

次に、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図 1 は、本発明の一実施形態に係るエンジン 2 1 及び 2 系統の燃料供給経路 3 0 , 3 1 を概略的に示す説明図である。図 2 は、燃焼室 1 1 0 の周辺の構成を詳細に示す背面一部断面図である。図 3 は、エンジン 2 1 の平面図である。図 4 は、液体燃料供給経路を示す模式的な前方斜視図である。

【 0 0 1 2 】

図 1 に示す本実施形態のエンジン（多気筒エンジン）2 1 は、気体燃料を空気と混合させてから燃焼室に流入させる予混合燃焼方式と、液体燃料を燃焼室内に噴射して燃焼する拡散燃焼方式と、の何れにも対応可能な、いわゆるデュアルフューエルエンジンである。本実施形態のエンジン 2 1 は、図示しない船舶の推進兼発電機構の駆動源として、船舶の機関室の内底板上に、ベース台を介して据え付けられる。

40

【 0 0 1 3 】

エンジン 2 1 の後端部からは、エンジン出力軸としてのクランク軸 2 4 が後方に向かって突出している。クランク軸 2 4 の一端には、図示しない減速機が動力伝達可能に連結される。この減速機を間に挟んで、船舶の図示しない推進軸が、クランク軸 2 4 と軸線を一致させるように配置される。推進軸の端部には、船舶の推進力を発生させるプロペラが取り付けられる。前記減速機は P T O 軸を有しており、この P T O 軸に、図示しない軸駆動発電機が動力伝達可能に連結される。

【 0 0 1 4 】

この構成により、エンジン 2 1 の動力が減速機を介して、推進軸と軸駆動発電機とに分

50

岐して伝達される。これにより、船舶の推進力を発生させるとともに、軸駆動発電機の駆動にて生じた電力が船舶内の電気系統に供給される。

【 0 0 1 5 】

次に、エンジン 2 1 について、図面を参照して詳細に説明する。エンジン 2 1 は、上述したようにデュアルフューエルエンジンであり、天然ガス等の燃料ガスを空気に混合させて燃焼させる予混合燃焼方式と、重油等の液体燃料（燃料油）を拡散させて燃焼させる拡散燃焼方式と、の何れかを選択して駆動させることができる。

【 0 0 1 6 】

以下の説明では、予混合燃焼方式による稼動モード（予混合燃焼モード）を「ガスモード」と、拡散燃焼方式による稼動モード（拡散燃焼モード）を「ディーゼルモード」と、それぞれ呼ぶ場合がある。ガスモードでは、天然ガスを利用することによる環境負荷物質（窒素酸化物、硫黄酸化物及び粒子状物質等）の低減を実現して環境規制への適合を容易にする一方、ディーゼルモードでは、高効率での稼動を実現することができる。

10

【 0 0 1 7 】

また、以下では、減速機と接続される側を後側として、エンジン 2 1 の構成における前後左右の位置関係を説明する。従って、前後方向は、クランク軸 2 4 の軸線に平行な方向と言い換えることができ、左右方向は、クランク軸 2 4 の軸線に垂直な方向と言い換えることができる。ただし、この説明はエンジン 2 1 の向きを限定するものではなく、エンジン 2 1 は用途等に応じて様々な向きで設置することができる。

【 0 0 1 8 】

20

エンジン 2 1 には、図 1 に示すように、2 系統の燃料供給経路 3 0 , 3 1 が接続されている。一方の燃料供給経路 3 0 には、液化天然ガス（LNG）を貯留するガス燃料タンク 3 2 が接続されるとともに、他方の燃料供給経路 3 1 には、船舶用ディーゼルオイル（MDO）を貯留する液体燃料タンク 3 3 が接続される。この構成で、一方の燃料供給経路 3 0 はエンジン 2 1 に燃料ガスを供給し、他方の燃料供給経路 3 1 はエンジン 2 1 に燃料油を供給する。

【 0 0 1 9 】

燃料供給経路 3 0 には、上流側から順に、液化状態の気体燃料を貯蔵するガス燃料タンク 3 2 と、ガス燃料タンク 3 2 の液化燃料を気化させる気化装置 3 4 と、気化装置 3 4 からエンジン 2 1 への燃料ガスの供給量を調整するガスバルブユニット 3 5 と、が配置されている。

30

【 0 0 2 0 】

エンジン 2 1 は、図 2 及び図 4 に示すように、シリンダブロック 2 5 の上にシリンダヘッド 2 6 を組み付けて構成される直列多気筒エンジンである。シリンダブロック 2 5 の下部には、前記クランク軸 2 4 が、図 4 に示すように軸線 2 4 c を前後方向に向けた状態で回転可能に支持されている。

【 0 0 2 1 】

シリンダブロック 2 5 には、複数（本実施形態では、6 つ）の気筒がクランク軸 2 4 の軸線に沿うように一列（直列）に並べて形成される。各気筒には、図 2 に示すように、ピストン 7 8 が上下方向にスライド可能に収容される。このピストン 7 8 は、図示しないロッドを介して前記クランク軸 2 4 に連結される。

40

【 0 0 2 2 】

図 3 に示すように、それぞれの気筒を上側から覆うように、シリンダブロック 2 5 には 6 つのシリンダヘッド 2 6 が取り付けられる。シリンダヘッド 2 6 はそれぞれの気筒に対して設けられ、ヘッドボルト 9 9 を用いてシリンダブロック 2 5 に固定される。図 2 に示すように、それぞれの気筒において、ピストン 7 8 の上面とシリンダヘッド 2 6 で取り囲まれた空間に燃焼室 1 1 0 が形成される。

【 0 0 2 3 】

複数のヘッドカバー 4 0 は、図 3 に示すように、各気筒に対応するように、クランク軸 2 4 の軸線 2 4 c の方向（前後方向）に沿って一列に並んでシリンダヘッド 2 6 上に配置

50

されている。図 2 に示すように、それぞれのヘッドカバー 40 の内部には、吸気弁及び排気弁を動作させるためのプッシュロッド及びロッカーアーム等からなる動弁機構が収容されている。前記吸気弁を開いた状態では、燃焼室 110 に吸気マニホールド 67 からの吸気を取り込むことができる。前記排気弁を開いた状態では、燃焼室 110 からの排気を排気マニホールド 44 に排出することができる。

【0024】

図 2 に示すように、ヘッドカバー 40 の右側の近傍には、後述するパイロット燃料噴射弁 82 の上端部が配置されている。このパイロット燃料噴射弁 82 は、シリンダヘッド 26 の内部に挿入され、燃焼室 110 に向かって斜下方に延びている。

【0025】

図 2 に示すように、シリンダヘッド 26 の右側には、ガスモード（予混合燃焼モード）での稼動時に各気筒の燃焼室 110 にガス燃料を分配して供給するためのガスマニホールド 41 が設けられる。ガスマニホールド 41 は、シリンダヘッド 26 の右側面に沿って前後方向に延びるように配置される。ガスマニホールド 41 には、各気筒の燃焼室 110 に対応する 6 つのガス枝管 41a が接続され、当該ガス枝管 41a の先端部には、図 2 に示すように、ガス燃料を噴射するためのガスインジェクタ 98 が設けられる。ガスインジェクタ 98 の先端部は、気筒に対応してシリンダヘッド 26 の内部に形成される吸気枝管 67a に臨んでいる。ガスインジェクタ 98 からガス燃料を噴射することにより、吸気マニホールド 67 の吸気枝管 67a にガス燃料を供給することができる。

【0026】

図 2 及び図 4 に示すように、シリンダブロック 25 の左側には、ディーゼルモード（拡散燃焼モード）での稼動時に各気筒の燃焼室 110 に液体燃料を分配して供給するための液体燃料供給用レール配管 42 が設けられる。液体燃料供給用レール配管 42 は、シリンダブロック 25 の左側面に沿って前後方向に延びるように配置されている。液体燃料供給用レール配管 42 に供給された液体燃料は、各気筒に対応して設けられた燃料供給ポンプ 89 に分配して供給される。それぞれの気筒には、図 2 に示すように、燃料供給ポンプ 89 から供給された液体燃料を噴射するメイン燃料噴射弁 79 が配置されている。メイン燃料噴射弁 79 はシリンダヘッド 26 に上方から垂直に差し込まれるように配置され、その上端部はヘッドカバー 40 の内部に配置され、下端部は気筒の燃焼室 110 に臨んでいる。燃料供給ポンプ 89 とメイン燃料噴射弁 79 とは、シリンダヘッド 26 に形成された液体燃料供給路 106 を介して接続される。

【0027】

液体燃料供給用レール配管 42 の下方近傍の位置に、それぞれの燃料供給ポンプ 89 から戻された余分な燃料を集めるための液体燃料戻し集約管 48 が設けられる。液体燃料戻し集約管 48 は、液体燃料供給用レール配管 42 と平行に配置され、燃料供給ポンプ 89 に接続される。液体燃料戻し集約管 48 の端部には、液体燃料を液体燃料タンク 33 まで戻すための燃料戻し管 115 が接続される。

【0028】

図 2 及び図 4 に示すように、シリンダブロック 25 の左側であって、液体燃料供給用レール配管 42 よりも上方の位置には、ガスモード（予混合燃焼モード）での燃焼時にガス燃料着火を目的として各気筒の燃焼室 110 にパイロット燃料を分配して供給するためのパイロット燃料供給用レール配管 47 が設けられる。パイロット燃料供給用レール配管 47 は、シリンダブロック 25 の左側面に沿って前後方向に延びるように配置されている。それぞれの気筒には、図 2 及び図 4 に示すように、パイロット燃料供給用レール配管 47 から供給された液体燃料（パイロット燃料）を噴射するパイロット燃料噴射弁 82 が配置されている。パイロット燃料噴射弁 82 はシリンダヘッド 26 に上方から斜めに差し込まれるように配置され、その上端部はヘッドカバー 40 のすぐ右脇の位置に配置され、下端部は気筒の燃焼室 110 に臨んでいる。図 4 に示すように、それぞれの気筒に対応して、パイロット燃料枝管 109 がパイロット燃料供給用レール配管 47 から分岐するように設けられている。パイロット燃料枝管 109 は、並べて配置されたヘッドカバー 40 の間を

10

20

30

40

50

通過するように配置され、パイロット燃料噴射弁 8 2 の上端部に接続される。パイロット燃料枝管 1 0 9 は、漏れた燃料の飛散を防止するための枝管カバー 1 0 5 によって覆われている。

【 0 0 2 9 】

図 2 及び図 4 に示すように、シリンダブロック 2 5 及びシリンダヘッド 2 6 で構成されるエンジン 2 1 の左側面の上部には段差が形成されており、この段差の部分に、パイロット燃料供給用レール配管 4 7 と液体燃料供給用レール配管 4 2 と燃料供給ポンプ 8 9 とが配置されている。シリンダブロック 2 5 及びシリンダヘッド 2 6 には、この段差部分を覆うようにサイドカバー 4 3 が取り付けられている。パイロット燃料供給用レール配管 4 7 、液体燃料供給用レール配管 4 2 、及び燃料供給ポンプ 8 9 は、サイドカバー 4 3 で被覆されている。

10

【 0 0 3 0 】

図 3 等に示すように、燃料供給ポンプ 8 9 が並べられる方向の一端部の近傍には、燃料供給ポンプ 8 9 における燃料噴射量を調整するための調速機 2 0 1 が配置されている。この調速機 2 0 1 は、サイドカバー 4 3 の内部において液体燃料供給用レール配管 4 2 等と平行に配置されるコントロール伝達軸 2 0 2 を回転させることができる。このコントロール伝達軸 2 0 2 は、気筒の数だけ備えられている燃料供給ポンプ 8 9 が有するコントロールラックに連結されている。調速機 2 0 1 は、コントロール伝達軸 2 0 2 を回転させることで、燃料供給ポンプ 8 9 の前記コントロールラックを変位させ、これにより燃料供給ポンプ 8 9 の圧送量（メイン燃料噴射弁 7 9 の噴射量）を変更することができる。

20

【 0 0 3 1 】

図 2 に示すように、シリンダヘッド 2 6 の右上方であって、ガスマニホールド 4 1 よりも上方の位置には、各気筒の燃焼室 1 1 0 での燃焼により発生した排気を集めて外部に排出するための排気マニホールド 4 4 が、ガスマニホールド 4 1 と平行に配置される。排気マニホールド 4 4 の外周は、遮熱カバー 4 5 で覆われている。図 2 に示すように、排気マニホールド 4 4 には各気筒に対応する排気枝管 4 4 a が接続されている。この排気枝管 4 4 a は、各気筒の燃焼室 1 1 0 に通じている。

【 0 0 3 2 】

シリンダブロック 2 5 の内部の右側寄りには、外部からの空気（吸気）を各気筒の燃焼室 1 1 0 に分配して供給するための吸気マニホールド 6 7 が、ガスマニホールド 4 1 と平行に配置される。図 2 に示すように、吸気マニホールド 6 7 から分岐するように 6 つの吸気枝管 6 7 a がシリンダヘッド 2 6 の内部に形成され、それぞれの吸気枝管 6 7 a は燃焼室 1 1 0 に通じている。

30

【 0 0 3 3 】

この構成により、ディーゼルモード（拡散燃焼モード）での稼動時には、各気筒に吸気マニホールド 6 7 から供給された空気がピストン 7 8 のスライドにより圧縮された適宜のタイミングで、メイン燃料噴射弁 7 9 から燃焼室 1 1 0 内に適宜の量の液体燃料が噴射されるようになっている。液体燃料を燃焼室 1 1 0 内に噴射することにより、ピストン 7 8 は、燃焼室 1 1 0 で生じる爆発から得られる推進力によって気筒内を往復運動し、ピストン 7 8 の往復運動がロッドを介してクランク軸 2 4 の回転運動に変換されて動力が得られる。

40

【 0 0 3 4 】

一方、ガスモード（予混合燃焼方式）での稼動時には、ガスマニホールド 4 1 からのガス燃料がガスインジェクタ 9 8 から吸気枝管 6 7 a 内で噴射されることにより、吸気マニホールド 6 7 から供給された空気と、ガス燃料とが混合される。気筒に導入された空気とガス燃料の混合気がピストン 7 8 のスライドにより圧縮された適宜のタイミングで、パイロット燃料噴射弁 8 2 から燃焼室 1 1 0 内に少量のパイロット燃料が噴射されることにより、ガス燃料に着火される。ピストン 7 8 は、燃焼室 1 1 0 での爆発により得られる推進力によって気筒内を往復運動し、ピストン 7 8 の往復運動がロッドを介してクランク軸 2 4 の回転運動に変換されて動力が得られる。

50

【 0 0 3 5 】

ディーゼルモードで稼動した場合にも、ガスモードで稼動した場合にも、燃焼により生じた排気はピストン 7 8 の運動により気筒から押し出され、排気マニホールド 4 4 に集められた後、外部に排出される。

【 0 0 3 6 】

エンジン 2 1 の前端面（正面）には、クランク軸 2 4 の前端部分を取り囲むようにして、燃料油ポンプ 5 6 と、図略の冷却水ポンプと、潤滑油ポンプと、がそれぞれ設けられている。クランク軸 2 4 からの回転動力が適宜伝達されることにより、クランク軸 2 4 の外周側に設けられた冷却水ポンプ、潤滑油ポンプ、及び燃料油ポンプ 5 6 がそれぞれ駆動される。

10

【 0 0 3 7 】

図 4 に示す燃料油ポンプ 5 6 は、回転駆動されることにより、図 1 の液体燃料タンク 3 3 から供給される燃料油（液体燃料）を、パイロット燃料供給用主管 1 0 7 を経由して、パイロット燃料供給用レール配管 4 7 に送る。液体燃料タンク 3 3 から燃料油ポンプ 5 6 への燃料経路の中途部には、燃料油を濾過するパイロット燃料用フィルタが設けられている。

【 0 0 3 8 】

また、（燃料油ポンプ 5 6 とは別の）図略の燃料油ポンプがクランク軸 2 4 の回転に伴って回転駆動されることにより、当該燃料ポンプは液体燃料タンク 3 3 からの燃料油を吸い込んで、図 4 等 に示す液体燃料供給用主管 1 0 8 を経由して液体燃料供給用レール配管 4 2 に送る。液体燃料タンク 3 3 から液体燃料供給用レール配管 4 2 への燃料油の供給経路の中途部には、燃料油を濾過するメイン燃料用フィルタが設けられている。

20

【 0 0 3 9 】

図 4 に示すように、パイロット燃料供給用主管 1 0 7、液体燃料供給用主管 1 0 8 及び燃料戻し管 1 1 5 は、シリンダブロック 2 5 の左側面に沿うように、シリンダブロック 2 5 のすぐ前方に配置されている。パイロット燃料供給用主管 1 0 7、液体燃料供給用主管 1 0 8 及び燃料戻し管 1 1 5 は、シリンダブロック 2 5 の前端面から左方に突出するように設けられた複数のクランプ部材 1 1 1 を介して、シリンダブロック 2 5 の左側面に沿って上下方向に延びるように配置される。

【 0 0 4 0 】

シリンダブロック 2 5 の後方の右側寄りには、エンジン 2 1 の各部の動作を制御するエンジン制御装置（制御装置）7 3 が図略の支持部材を介して設けられている。このエンジン制御装置 7 3 は、図 6 に示すように、エンジン 2 1 の各部に設けられたセンサ（圧力センサ、トルクセンサ等）からデータを取得して、エンジン 2 1 の各種動作（燃料の噴射、流量調整弁の開度の変更等）を制御するように構成されている。

30

【 0 0 4 1 】

次に、エンジン 2 1 における吸気及び排気のための構成について、図 5 を参照しながら説明する。図 5 は、エンジン 2 1 の吸排気システムの構成を示す模式図である。

【 0 0 4 2 】

図 5 に示すように、エンジン 2 1 において、6 つの気筒が一行に並べて配置されている。それぞれの気筒は、吸気枝管 6 7 a を介して吸気マニホールド 6 7 と接続されるとともに、排気枝管 4 4 a を介して排気マニホールド 4 4 と接続されている。

40

【 0 0 4 3 】

吸気マニホールド 6 7 は、エンジン 2 1 の外部に通じる吸気流路 1 5 と接続され、外部の空気をそれぞれの気筒に取り込むことができるようになっている。吸気流路 1 5 の中途には、過給機 4 9 のコンプレッサ 4 9 b と、インタークーラ 5 1 と、が配置されている。

【 0 0 4 4 】

コンプレッサ 4 9 b とインタークーラ 5 1 の間には、吸気マニホールド 6 7 に供給される空気流量を調整するためのメインスロットルバルブ（メインスロットル弁）V 1 が設けられている。メインスロットルバルブ V 1 は流量調整弁として構成されており、その開度

50

をエンジン制御装置 7 3 からの電気信号によって制御可能に構成されている。

【 0 0 4 5 】

吸気流路 1 5 には、インタークーラ 5 1 の空気出口側と、コンプレッサ 4 9 b の空気入口側と、を接続する吸気バイパス流路 1 7 が設けられている。コンプレッサ 4 9 b を通過した空気の一部は、この吸気バイパス流路 1 7 を経由して再循環される。吸気バイパス流路 1 7 には、当該吸気バイパス流路 1 7 を通過する空気の流量を調節するための吸気バイパス弁 V 2 が設けられている。吸気バイパス弁 V 2 は、メインスロットルバルブ V 1 と同様に流量調整弁として構成されており、その開度をエンジン制御装置 7 3 からの電気信号によって制御可能に構成されている。吸気バイパス弁 V 2 の弁開度を変更することにより、吸気マニホールド 6 7 に供給される空気流量を調整することができる。

10

【 0 0 4 6 】

排気マニホールド 4 4 は、エンジン 2 1 の外部に通じる排気流路 1 6 と接続され、各気筒から排気された空気を外部に排出することができる。排気流路 1 6 の中途には、過給機 4 9 のタービン 4 9 a が配置されている。

【 0 0 4 7 】

排気流路 1 6 には、排気マニホールド 4 4 の排気出口側と、タービン 4 9 a の排気出口側と、を接続する（タービン 4 9 a を迂回する）排気バイパス流路 1 8 が設けられている。排気マニホールド 4 4 から排気流路 1 6 に送られた排気の一部は、排気バイパス流路 1 8 を経由してタービン 4 9 a の排気出口側よりも下流に至った後、外部に排出される。排気バイパス流路 1 8 には、当該排気バイパス流路 1 8 を通過する排気の流量を調節するための排気バイパス弁 V 3 が設けられている。排気バイパス弁 V 3 は、メインスロットルバルブ V 1 と同様に流量調整弁として構成されており、その開度をエンジン制御装置 7 3 からの電気信号によって制御可能に構成されている。排気バイパス弁 V 3 の弁開度を変更することにより、タービン 4 9 a に流入する排気流量を調整し、コンプレッサ 4 9 b における空気の圧縮量を調整することができる。即ち、排気バイパス弁 V 3 の弁開度を調節することによって、吸気マニホールド 6 7 に供給される空気流量を調整することができる。

20

【 0 0 4 8 】

次に、流量調整弁の弁開度におけるフィードバック制御について、図 6 及び図 7 を参照しながら説明する。図 6 は、エンジン 2 1 を制御するための電氣的な構成を示すブロック図である。図 7 は、エンジン 2 1 をガスモードで稼動したときの、吸気マニホールド 6 7 における吸気流量の調整制御を説明するグラフである。

30

【 0 0 4 9 】

図 6 に示すように、エンジン制御装置 7 3 は、パイロット燃料噴射弁 8 2 と、燃料供給ポンプ 8 9 と、ガスインジェクタ 9 8 と、を制御可能に構成されている。エンジン制御装置 7 3 は、パイロット燃料噴射弁 8 2 を開閉制御することで、燃焼室 1 1 0 に液体燃料（パイロット燃料）を供給することができる。エンジン制御装置 7 3 は、燃料供給ポンプ 8 9 の制御弁を開閉制御することで、燃料供給ポンプ 8 9 からメイン燃料噴射弁 7 9 を介して燃焼室 1 1 0 に液体燃料（メイン燃料）を供給することができる。エンジン制御装置 7 3 は、調速機 2 0 1 を制御することで、メイン燃料噴射弁 7 9 からの液体燃料の噴射量を調節することができる。エンジン制御装置 7 3 は、ガスインジェクタ 9 8 を制御することで、吸気マニホールド 6 7 の吸気枝管 6 7 a にガス燃料を供給することができる。

40

【 0 0 5 0 】

また、エンジン制御装置 7 3 は、メインスロットルバルブ V 1 と、吸気バイパス弁 V 2 と、排気バイパス弁 V 3 と、を制御可能に構成されている。前述したように、エンジン制御装置 7 3 は、メインスロットルバルブ V 1、吸気バイパス弁 V 2、及び排気バイパス弁 V 3 それぞれの弁開度を制御することで、吸気マニホールド 6 7 に流入する空気流量を調整することができる。

【 0 0 5 1 】

図 6 に示すように、エンジン制御装置 7 3 は、エンジン 2 1 の各部に備えられた各種センサからの信号を入力可能に構成されている。また、エンジン制御装置 7 3 は、機側操作

50

用制御装置 7 1 と相互に通信可能に構成されている。

【 0 0 5 2 】

エンジン 2 1 が備える 6 つの気筒のうち一部又は全部には、筒内圧センサ 6 3 が配置されている。この筒内圧センサ 6 3 は、圧電素子又は歪ゲージ等を備えて構成されており、気筒の内部の圧力（図示平均有効圧、I M E P）を検出することができる。筒内圧センサ 6 3 が検出した筒内圧は、エンジン制御装置 7 3 に出力される。

【 0 0 5 3 】

エンジン 2 1 の吸気マニホールド 6 7 には、当該吸気マニホールド 6 7 における空気圧力を測定する吸気圧センサ 3 9 が設けられている。この吸気圧センサ 3 9 は、例えば半導体歪ゲージを用いた構成とすることができる。吸気圧センサ 3 9 が検出した吸気圧力は、

10

【 0 0 5 4 】

エンジン 2 1 の適宜の位置（例えば、クランク軸 2 4 の近傍）には、トルクセンサ（負荷検出器）6 4 が取り付けられている。トルクセンサ 6 4 としては、例えば、歪ゲージを用いてトルクを検出するフランジ型のものを用いることができる。トルクセンサ 6 4 が検出したエンジン負荷（エンジントルク）は、エンジン制御装置 7 3 に出力される。

【 0 0 5 5 】

エンジン 2 1 の適宜の位置（例えば、シリンダブロック 2 5）には、エンジン回転数センサ 6 5 が取り付けられている。エンジン回転数センサ 6 5 は、例えばセンサとパルス発生器により構成され、クランク軸 2 4 の回転に応じてパルス信号を発生するように構成することができる。エンジン回転数センサ 6 5 が検出したエンジン回転数は、エンジン制御装置 7 3 に出力される。

20

【 0 0 5 6 】

ディーゼルモードでエンジン 2 1 を稼働させる場合、エンジン制御装置 7 3 は、燃料供給ポンプ 8 9 における制御弁を開閉制御して、各気筒における燃焼を所定のタイミングで発生させる。即ち、各気筒の噴射タイミングに合わせて燃料供給ポンプ 8 9 の制御弁を開くことで、メイン燃料噴射弁 7 9 を通じて各気筒内に燃料油を噴射させ、気筒内で発火させる。一方、ガスインジェクタ 9 8 からの燃料ガスの噴射、及び、パイロット燃料噴射弁 8 2 からのパイロット燃料の噴射は、ディーゼルモードにおいては停止されている。

【 0 0 5 7 】

ディーゼルモードにおいては、エンジン制御装置 7 3 は、トルクセンサ 6 4 が検出したエンジン負荷と、エンジン回転数センサ 6 5 が検出したエンジン回転数と、に基づいて、各気筒におけるメイン燃料噴射弁 7 9 からの噴射タイミングをフィードバック制御する。これにより、エンジン 2 1 のクランク軸 2 4 は、船舶の推進兼発電機構で必要とされるトルクが得られるように、船舶の推進速度に応じたエンジン回転数で回転する。また、エンジン制御装置 7 3 は、吸気圧センサ 3 9 で検出された吸気マニホールド 6 7 内の空気圧力に基づいて、メインスロットルバルブ V 1 の弁開度を制御する。これにより、エンジン出力に必要とされる空気流量となるようにコンプレッサ 4 9 b から圧縮空気を吸気マニホールド 6 7 に供給する。

30

【 0 0 5 8 】

ガスモードでエンジン 2 1 を稼働させる場合、エンジン制御装置 7 3 は、ガスインジェクタ 9 8 における弁を開閉制御して、吸気枝管 6 7 a に燃料ガスを供給することで、当該燃料ガスを吸気マニホールド 6 7 からの空気に混合し、各気筒内に予混合燃料を供給させる。また、エンジン制御装置 7 3 は、パイロット燃料噴射弁 8 2 を開閉制御して、所定のタイミングでパイロット燃料を各気筒に噴射することで着火源を発生させ、予混合ガスが供給された各気筒内で燃焼を行わせる。一方、メイン燃料噴射弁 7 9 からのメイン燃料の噴射は、ガスモードにおいては停止されている。

40

【 0 0 5 9 】

ガスモードにおいては、エンジン制御装置 7 3 は、トルクセンサ 6 4 が検出したエンジン負荷と、エンジン回転数センサ 6 5 が検出したエンジン回転数と、に基づいて、ガスイ

50

ンジェクタ 98 による燃料ガスの噴射流量と、各気筒におけるパイロット燃料噴射弁 82 による噴射タイミングと、をフィードバック制御する。

【0060】

また、エンジン制御装置 73 は、トルクセンサ 64 により検出されるエンジン負荷、及び、吸気圧センサ 39 により検出される吸気マニホールド 67 内の空気圧力等に基づいて、メインスロットルバルブ V1、吸気バイパス弁 V2、及び排気バイパス弁 V3 それぞれの弁開度を例えば図 7 のように制御する。

【0061】

まず、メインスロットルバルブ V1 の制御について、図 7 (a) を参照して説明する。なお、図 7 のグラフに示す L1, L2, L3, L4 は予め定められたエンジン負荷の所定値（ただし、 $L1 < L2 < L3 < L4$ ）であって、そのうち所定値 L4 は低負荷領域と中高負荷領域との境界に相当するエンジン負荷である。

10

【0062】

エンジン負荷が所定値 L1 未満である場合は、エンジン制御装置 73 は、エンジン負荷に応じて吸気マニホールド 67 の目標圧力を図 7 (d) に示す関係に基づいて設定した上で、吸気圧センサ 39 により検出された実際の圧力が上記の目標圧力に近づくように、メインスロットルバルブ V1 の弁開度を PID 制御（フィードバック制御）する。

【0063】

エンジン負荷が所定値 L1 以上かつ所定値 L2 未満である場合は、エンジン制御装置 73 は、エンジン負荷に対するメインスロットルバルブ V1 の弁開度を記憶した第 1 データテーブル D1 を参照し、エンジン負荷に対応したメインスロットルバルブ V1 の弁開度となるようにマップ制御する。第 1 データテーブル D1 は、エンジン負荷が増大するのに従ってメインスロットルバルブ V1 の弁開度を徐々に増大させるように定められる。

20

【0064】

エンジン負荷が所定値 L2 以上である場合は、エンジン制御装置 73 は、メインスロットルバルブ V1 が全開となるように制御する。なお、エンジン負荷の所定値 L2 は、吸気マニホールド 67 の空気圧力が大気圧となる値 L_t よりも低く設定されている。

【0065】

次に、吸気バイパス弁 V2 の制御について、図 7 (b) を参照して説明する。

【0066】

エンジン負荷が所定値 L3 未満である場合は、エンジン制御装置 73 は、吸気バイパス弁 V2 が全閉となるように制御する。

30

【0067】

エンジン負荷が所定値 L3 以上である場合は、エンジン制御装置 73 は、エンジン負荷に応じて吸気マニホールド 67 の目標圧力を図 7 (d) に示す関係に基づいて設定した上で、吸気圧センサ 39 により検出された実際の圧力が上記の目標圧力に近づくように、吸気バイパス弁 V2 の弁開度を PID 制御（フィードバック制御）する。

【0068】

次に、排気バイパス弁 V3 の制御について、図 7 (c) を参照して説明する。

【0069】

エンジン負荷が所定値 L1 未満である場合は、エンジン制御装置 73 は、排気バイパス弁 V3 が全閉となるように制御する。

40

【0070】

エンジン負荷が所定値 L1 以上である場合は、エンジン制御装置 73 は、エンジン負荷に対する排気バイパス弁 V3 の弁開度を記憶した第 2 データテーブル D2 を参照し、エンジン負荷に対応した排気バイパス弁 V3 の弁開度となるようにマップ制御する。第 2 データテーブル D2 は、エンジン負荷が所定値 L1 から所定値 L2 に増大するのに従って排気バイパス弁 V3 の弁開度を徐々に減少させ、所定値 L2 から所定値 L3 までは排気バイパス弁 V3 を全閉とし、所定値 L3 から増大するのに従って排気バイパス弁 V3 の開度を徐々に増大させるように定められる。

50

【 0 0 7 1 】

以上のように、エンジン制御装置 7 3 は、メインスロットルバルブ V 1 と、吸気バイパス弁 V 2 と、排気バイパス弁 V 3 と、を制御することで、吸気マニホールド 6 7 の空気圧力を調整する。これにより、エンジン出力に必要なとされる空気流量となるようにコンプレッサ 4 9 b から圧縮空気を吸気マニホールド 6 7 に供給するとともに、ガスインジェクタ 9 8 から供給される燃料ガスとの空燃比をエンジン出力に応じた値に調整することができる。

【 0 0 7 2 】

ところで、本実施形態のようなデュアルフューエルエンジンにおいては、ディーゼルモードとガスモードとで空燃比が異なり、同一の大きさの負荷に対して、ガスモードではディーゼルモードと比較して必要な空気流量が少ない。従って、過給機 4 9 についてはディーゼルモードで使用することを基本に設計する必要がある一方で、ガスモードにおいても、当該ガスモードの空燃比に適した流量の空気を供給する必要がある。

10

【 0 0 7 3 】

この点、本実施形態では、上記の構成とすることで、過給機 4 9 の構成をディーゼルモードでの稼動に対して最適化した場合でも、ガスモードでの稼動時に、エンジン負荷の変動に応じて吸気バイパス弁 V 2 の弁開度を制御することにより、吸気マニホールド 6 7 の圧力制御の応答性を高めることができる。従って、負荷変動時においても、燃焼に必要な空気量の過不足を防止できるので、ディーゼルモードでの稼動に最適化した構成の過給機 4 9 を用いた場合でも、ガスモードで良好に稼動することができる。

20

【 0 0 7 4 】

また、エンジン負荷の変動に応じて排気バイパス弁 V 3 の開度を制御することにより、燃料ガスの燃焼に必要な空燃比に合わせた空気をエンジン 2 1 に供給することができる。また、応答性の良い吸気バイパス弁 V 2 の制御を併せて行うことで、ガスモードにおいて負荷変動に対する応答速度を増大させることができるので、負荷が変動した場合でも、燃焼に必要な空気量の不足を原因とするノッキング等を回避することができる。

【 0 0 7 5 】

ところで、エンジン負荷を適切に検出することはエンジン 2 1 の適切な燃焼制御のために重要であり、トルクセンサ 6 4 によるエンジン負荷の検出が何らかの理由でできなくなると、出力低下、燃料消費量の悪化等の原因となる。特に、本実施形態のようなデュアルフューエルエンジンをガスモードで稼動する場合において、上述のように負荷変動が生じた場合でもノッキング及び失火を回避するためには、エンジン負荷を正確に検出して空気流量を制御することが必要になる。

30

【 0 0 7 6 】

本実施形態においてエンジン負荷は、図 6 のトルクセンサ 6 4 により、例えば 4 m A ~ 2 0 m A の範囲で、負荷が増大するに従って電流値が増大する信号として検出される。従って、トルクセンサ 6 4 の電流値が 4 m A である場合はエンジン負荷が実質的にゼロであることを意味するが、トルクセンサ 6 4 の断線等の理由によってエンジン負荷をゼロと誤検出している可能性も否定できない。

【 0 0 7 7 】

この点、本実施形態では、エンジン制御装置 7 3 が、筒内圧センサ 6 3 が筒内圧を検出することにより得られたデータ列により図示平均有効圧を計算し、得られた図示平均有効圧が所定の閾値以上であるにもかかわらずトルクセンサ 6 4 のエンジン負荷検出値が無負荷を示している場合、トルクセンサ 6 4 によるエンジン負荷の検出に異常が発生したと判定する。

40

【 0 0 7 8 】

即ち、筒内圧センサ 6 3 が検出する筒内圧が所定の大きさ以上であれば、少なくともある程度の大きさの負荷がエンジン 2 1 に対して投入されているはずであるが、それにもかかわらずトルクセンサ 6 4 のエンジン負荷の検出結果がゼロを示しているなら、トルクセンサ 6 4 でのエンジン負荷の検出に何らかの異常が発生している可能性が高い。このこと

50

を利用して、エンジン制御装置 7 3 は、上記の状況が生じればトルクセンサ 6 4 が異常であると判定し、その旨を、機側操作用制御装置 7 1 が備えるディスプレイ 7 2 に表示するように構成されている。これにより、エンジン負荷の検出に関する異常を適切に発見して、早期の対応を促すことができる。

【 0 0 7 9 】

次に、上述したトルクセンサ 6 4 の異常を検出するための具体的な制御について、図 8 を主に参照しながら詳細に説明する。図 8 は、トルクセンサ 6 4 の異常を検出するためにエンジン制御装置 7 3 が行う判定処理を示すフローチャートである。図 9 は、トルクセンサ 6 4 の異常が検出された結果としてガスモードからディーゼルモードに切り替わる場合の、燃料ガス及び燃料油の供給制御を説明する図である。

10

【 0 0 8 0 】

図 8 に示すように、ガスモードで稼動するエンジン 2 1 においてエンジン制御装置 7 3 は、エンジン回転数センサ 6 5 が検出するエンジン回転数を目標値に近づけるように、ガスインジェクタ 9 8 が噴射する燃料ガスの量を調整する制御を行う（調速制御、ステップ S 1 0 1 ）。

【 0 0 8 1 】

次に、エンジン制御装置 7 3 は、トルクセンサ 6 4 により検出したエンジン負荷に応じて、メインスロットルバルブ V 1、吸気バイパス弁 V 2 及び排気バイパス弁 V 3 の開度を制御する（ステップ S 1 0 2 ）。制御の方法としては、図 7 を参照して説明したように、エンジン負荷の大きさに応じて、全開で固定する制御、全閉で固定する制御、マップ制御、P I D 制御（フィードバック制御）の何れかが選択される。

20

【 0 0 8 2 】

その後、エンジン制御装置 7 3 は、ステップ S 1 0 2 において得られたエンジン負荷が実質的に無負荷であったか否かを判断する（ステップ S 1 0 3 ）。

【 0 0 8 3 】

ステップ S 1 0 3 の判断で、検出されたエンジン負荷が実質的にゼロでなかった場合は、ステップ S 1 0 1 に戻り、処理を繰り返す。

【 0 0 8 4 】

ステップ S 1 0 3 の判断で、検出されたエンジン負荷が実質的にゼロであった場合は、筒内圧センサ 6 3 の検出圧力から図示平均有効圧を計算し、この図示平均有効圧が所定の閾値以上であるか否かを判断する（ステップ S 1 0 4 ）。

30

【 0 0 8 5 】

ステップ S 1 0 4 の判断で、図示平均有効圧が閾値未満である場合、ステップ S 1 0 1 に戻り、処理を繰り返す。

【 0 0 8 6 】

ステップ S 1 0 4 の判断で、図示平均有効圧が閾値以上である場合、エンジン制御装置 7 3 は、トルクセンサ 6 4 に何らかの異常が発生していると判断し、その旨を示すメッセージを、機側操作用制御装置 7 1 のディスプレイ 7 2 に表示させる（ステップ S 1 0 5 ）。これにより、エンジン負荷の検出に異常が生じていることをエンジン 2 1 のオペレータが早期に気付いて適切な処置を行うことができる。

40

【 0 0 8 7 】

その後、エンジン制御装置 7 3 は、エンジン制御装置 7 3 は、燃焼モードをディーゼルモードに切り替えて（ステップ S 1 0 6 ）、ガスモードでの処理を終了する。このように、エンジン負荷の検出に異常が発生するとガスモードからディーゼルモードに切り替えることで、船舶用の大型エンジンに求められる運転継続性を確保することができる。

【 0 0 8 8 】

なお、デュアルフューエルエンジンにおいてガスモードからディーゼルモードへの切替は、直ちに切り替える場合と、徐々に切り替える場合と、が考えられる。

【 0 0 8 9 】

例えば、エンジン 2 1 がガスモードで稼動していたが、船舶の航行の結果、窒素酸化物

50

等の排出量が制限されている規制海域から外に出た場合は、ガスモードからディーゼルモードへ徐々に切り替えることが好ましい。この場合、ガスインジェクタ 98 から噴射される燃料ガスの量を徐々に減少させ、また、メイン燃料噴射弁 79 から噴射される液体燃料の量を徐々に増大させる制御が行われる。

【0090】

一方で、ガスモードでの稼動中に異常が発生した場合は、ガスモードからディーゼルモードに直ちに切り替えることが好ましい。考えられる異常としては、例えば、燃料ガスの圧力の低下、吸気マニホールド 67 の圧力の低下、ガス温度の上昇、空気温度の上昇、又は各種センサの異常（上記のトルクセンサ 64 の異常を含む）を挙げることができる。この場合、ガスインジェクタ 98 から噴射される燃料ガスの量は急激にゼロとされ、それとほぼ同時に、メイン燃料噴射弁 79 から噴射される液体燃料の量をゼロから急激に増大させる制御が行われる。

10

【0091】

本実施形態においても、トルクセンサ 64 に異常が発生したのを検知した後のガスモードからディーゼルモードへの切替え（ステップ S106）は、図 9 に示すように、徐々にではなく瞬時に行われる。

【0092】

一般的に、ディーゼルモードにおいてメイン燃料噴射弁 79 から噴射される液体燃料（メイン燃料）の量は、エンジン回転数とエンジン負荷からマップにより求められる。しかしながら、トルクセンサ 64 には上記のとおり異常があるので、ステップ S106 においてガスモードからディーゼルモードへ遷移した後の初期のメイン燃料の噴射量（図 9 の燃料油供給量 F01）を求めるにあたって、トルクセンサ 64 が検出したエンジン負荷は信頼することができない。そこで、エンジン制御装置 73 は、筒内圧センサ 63 が検出した気筒の内部の圧力から図示平均有効圧を求め、これから更に正味平均有効圧（BMEP）を計算して、当該正味平均有効圧からエンジン負荷を推定するように構成されている。なお、図示平均有効圧と正味平均有効圧の関係、及び正味平均有効圧とエンジン負荷の関係は良く知られているので、具体的な計算については説明を省略する。

20

【0093】

その後、エンジン制御装置 73 は、初期のメイン燃料の噴射量（図 9 に示す燃料油供給量 F01）を、エンジン回転数と、推定したエンジン負荷と、を用いて上記のマップにより求め、当該量の液体燃料をメイン燃料噴射弁 79 から噴射するように調速機 201 を制御する。このように構成することで、エンジン負荷をトルクセンサ 64 で正常に検出できない状況においても、ディーゼルモードへの切替直後に適切な量の液体燃料をメイン燃料噴射弁 79 から噴射することができ、エンジン回転数を良好に維持することができる。

30

【0094】

以上に説明したように、本実施形態のエンジン 21 は、筒内圧センサ 63 と、トルクセンサ 64 と、エンジン制御装置 73 と、を備える。筒内圧センサ 63 は、気筒の内部の圧力を検出する。トルクセンサ 64 は、エンジン負荷を検出する。エンジン制御装置 73 には、筒内圧センサ 63 の検出結果及びトルクセンサ 64 の検出結果が入力される。エンジン制御装置 73 は、トルクセンサ 64 によって検出された負荷がゼロ（無負荷）であり、且つ、筒内圧センサ 63 の検出結果から得られる筒内圧力（具体的には、図示平均有効圧）が閾値以上である場合、トルクセンサ 64 による検出に異常があると判定する。

40

【0095】

これにより、筒内圧力とエンジン負荷との間にある程度の相関があることを利用して、トルクセンサ 64 の異常の有無を簡素な構成で判定することができる。この結果、例えば、異常への対応をオペレータに早期に促すことができる。

【0096】

また、本実施形態のエンジン 21 は、吸気マニホールド 67 と、ガスインジェクタ 98 と、メイン燃料噴射弁 79 と、を備える。吸気マニホールド 67 は、気筒内へ空気を供給する。ガスインジェクタ 98 は、吸気マニホールド 67 から供給される空気に燃料ガスを

50

噴射して混合させる。メイン燃料噴射弁 7 9 は、気筒に液体燃料を噴射する。エンジン 2 1 は、ガスインジェクタ 9 8 が噴射した気体燃料を空気と混合させてから気筒内の燃焼室 1 1 0 に流入させるガスモード（予混合燃焼モード）と、メイン燃料噴射弁 7 9 が液体燃料を燃焼室 1 1 0 内に噴射することにより燃焼するディーゼルモード（拡散燃焼モード）と、を切り替えて稼動可能である。エンジン制御装置 7 3 は、ガスモードでの稼動中にトルクセンサ 6 4 による検出に異常があると判定した場合、ガスモードからディーゼルモードに切り替える。

【 0 0 9 7 】

これにより、トルクセンサ 6 4 によるエンジン負荷の検出に異常がある状態で、エンジン 2 1 がガスモードで稼動するのを回避することができる。この結果、エンジン 2 1 の稼動の継続性を確保することができる。

10

【 0 0 9 8 】

また、本実施形態のエンジン 2 1 において、エンジン制御装置 7 3 は、ガスモードでの稼動中にトルクセンサ 6 4 による検出に異常があると判定し、ガスモードからディーゼルモードに切り替える場合に、筒内圧センサ 6 3 の検出値に基づいてエンジン負荷を計算により推定し、推定されたエンジン負荷に基づいて、ディーゼルモードへの切替直後にメイン燃料噴射弁 7 9 が噴射する液体燃料の量を算出する。

【 0 0 9 9 】

これにより、ガスモードからディーゼルモードに切り替わった初期において、メイン燃料噴射弁 7 9 から適切な量の液体燃料を噴射することができる。この結果、モード切替時のエンジン回転数の低下等を防止して、エンジン 2 1 を安定して稼動することができる。

20

【 0 1 0 0 】

以上に本発明の好適な実施の形態を説明したが、上記の構成は例えば以下のように変更することができる。

【 0 1 0 1 】

トルクセンサ 6 4 は、エンジン負荷に応じた電流値の信号を出力することに代えて、例えばエンジン負荷に応じた電圧値の信号を出力するように構成することができる。

【 0 1 0 2 】

図 8 のフローに示す S 1 0 4 において、図示平均有効圧（IMEP）ではなく、例えば正味平均有効圧（BMEP）を閾値と比較するようにしても良い。

30

【 0 1 0 3 】

負荷検出器としては、上記のトルクセンサ 6 4 に限定されず、例えばワットトランスデューサを用いることができる。

【 0 1 0 4 】

上記の実施形態では、ガスモードにおける予混合気の着火は、パイロット燃料噴射弁 8 2 から液体燃料を少量噴射することによって行われる（マイクロパイロット着火）。しかしながらこれに代えて、例えば火花による点火が行われても良い。

【 0 1 0 5 】

上記の実施形態では、エンジン 2 1 は、船舶の推進兼発電機構の駆動源として用いられているが、これに限るものではなく、他の用途に用いられてもよい。

40

【符号の説明】

【 0 1 0 6 】

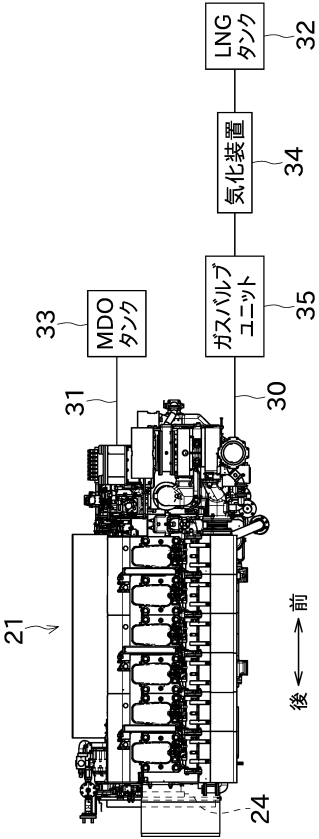
- 2 1 エンジン
- 2 4 クランク軸
- 4 3 サイドカバー（被覆部材）
- 6 3 筒内圧センサ
- 6 4 トルクセンサ（負荷検出器）
- 7 3 エンジン制御装置（制御装置）
- 7 8 ピストン
- 7 9 メイン燃料噴射弁（燃料噴射弁）

50

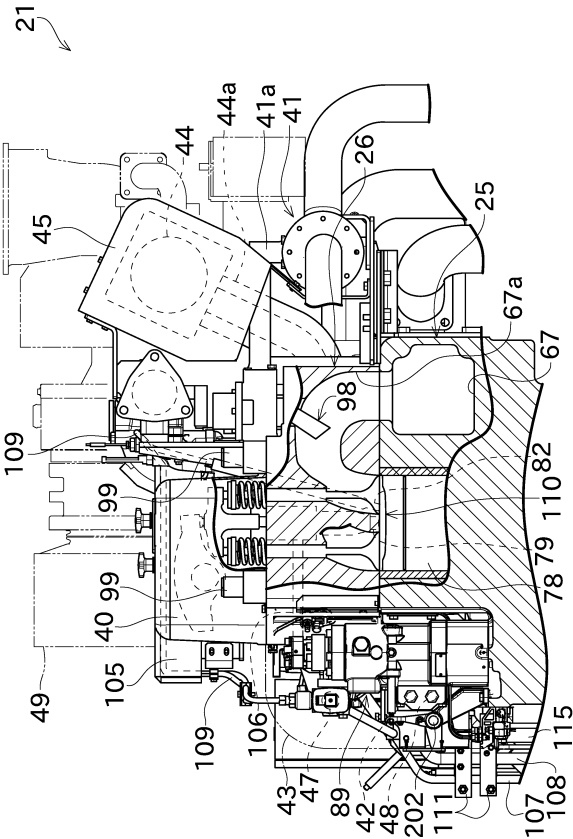
9 8 ガスインジェクタ
1 1 0 燃焼室

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

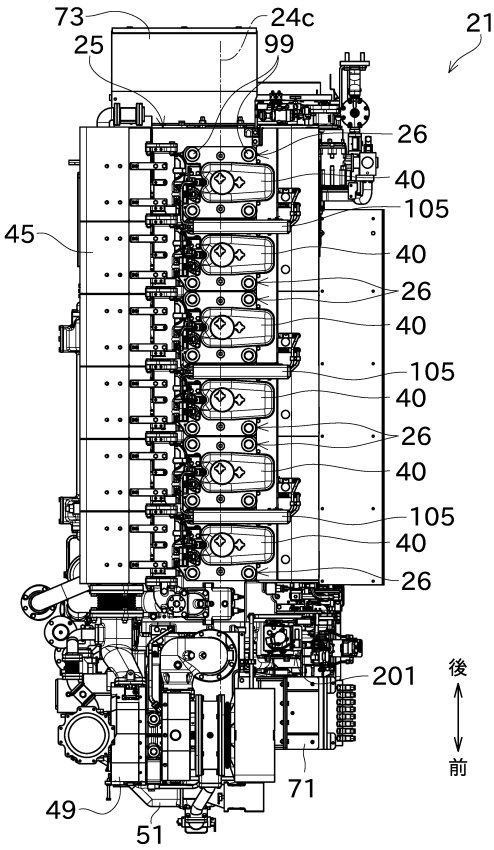
20

30

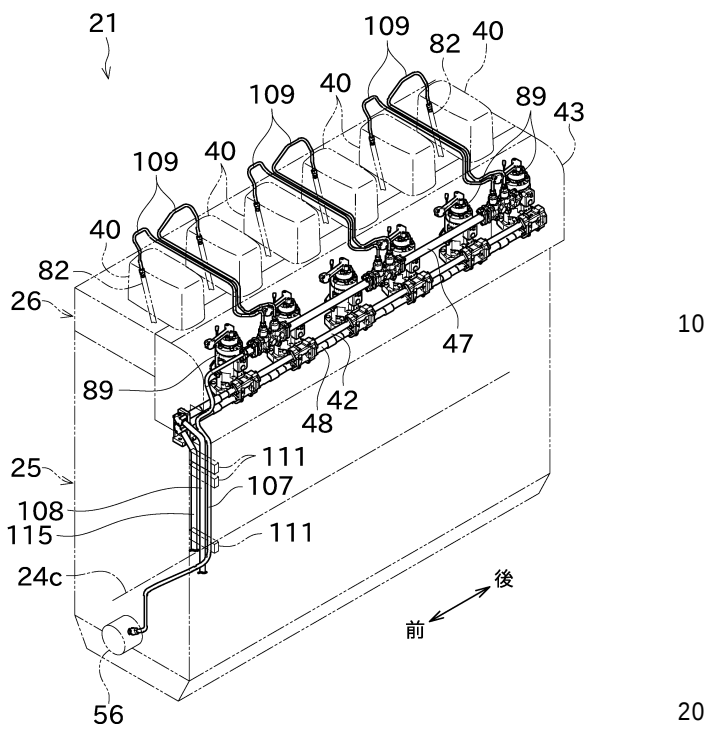
40

50

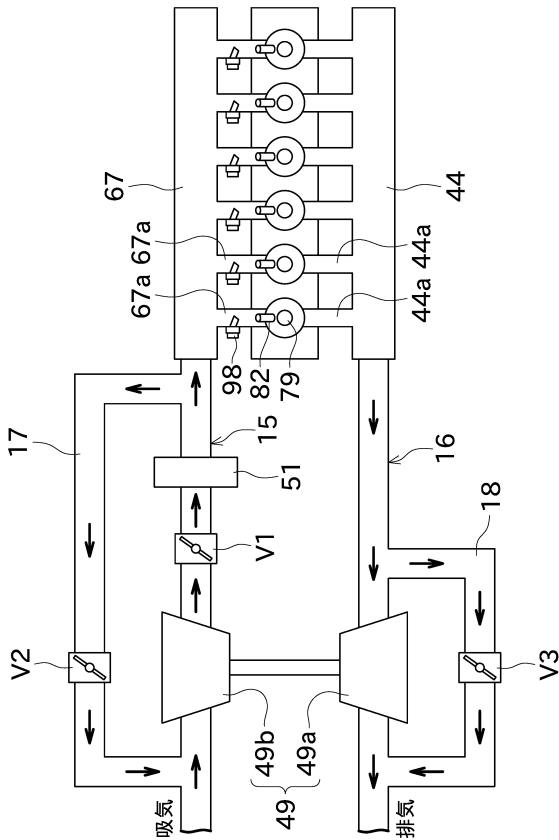
【図3】



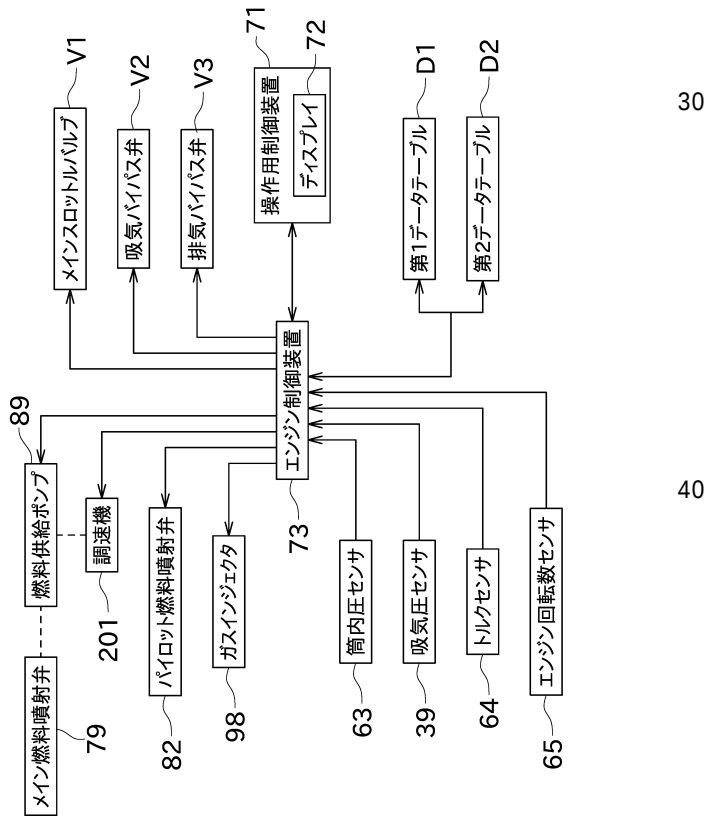
【図4】



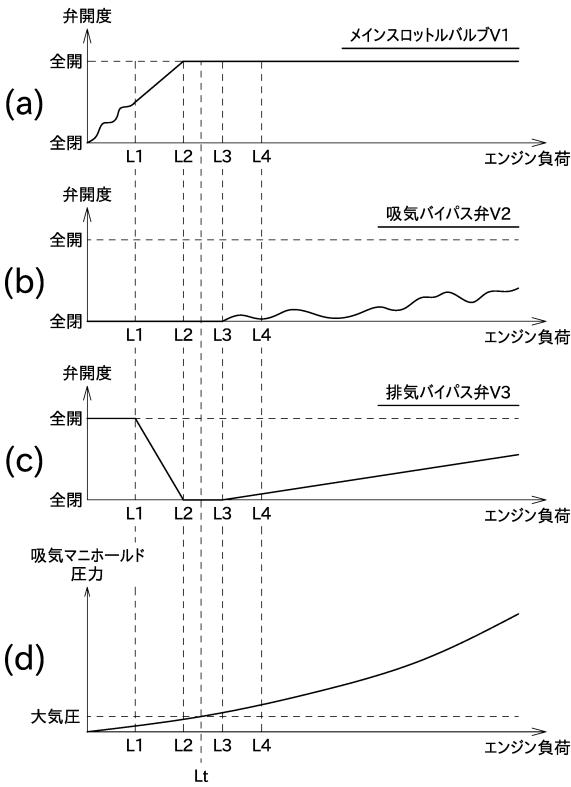
【図5】



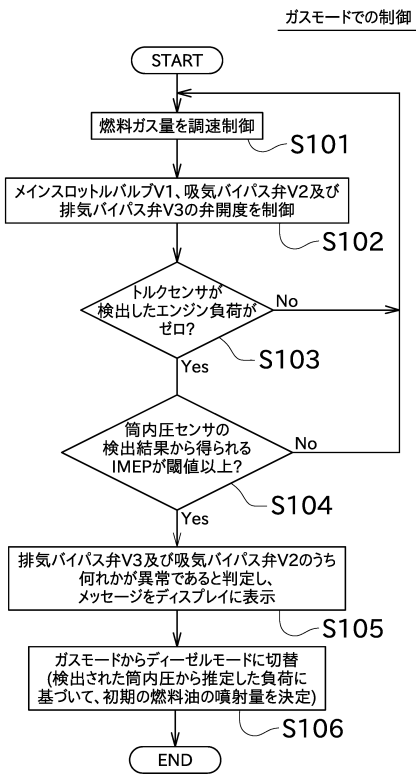
【図6】



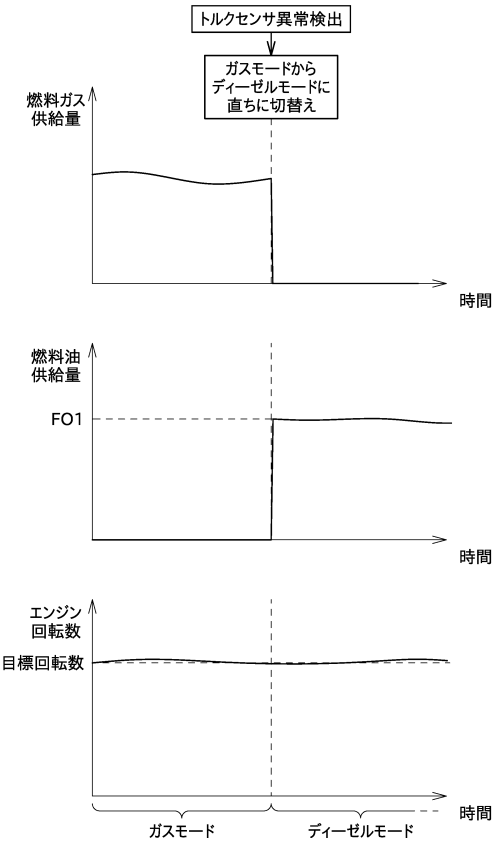
【図 7】



【図 8】



【図 9】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (51)国際特許分類

F I

F 0 2 M

61/14

(2006.01)

F 0 2 M

61/14

3 1 0 U
- (56)参考文献

特開 2 0 1 5 - 0 8 6 7 2 8 (J P , A)

特開 2 0 0 8 - 2 9 7 9 8 9 (J P , A)

特開 2 0 0 5 - 2 6 4 8 4 6 (J P , A)

米国特許出願公開第 2 0 1 6 / 0 1 1 5 9 2 2 (U S , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

F 0 2 M 3 7 / 0 0

F 0 2 M 6 1 / 0 0

F 0 2 D 1 9 / 0 0

F 0 2 M 2 1 / 0 0

F 0 2 B 4 3 / 0 0