

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6625950号
(P6625950)

(45) 発行日 令和1年12月25日(2019.12.25)

(24) 登録日 令和1年12月6日(2019.12.6)

(51) Int.Cl.

F I

FO2D	41/22	(2006.01)	FO2D	41/22	375
FO2D	19/06	(2006.01)	FO2D	19/06	B
FO2D	19/08	(2006.01)	FO2D	19/08	Z
FO2D	41/02	(2006.01)	FO2D	19/06	G
			FO2D	19/08	C

請求項の数 5 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-172837 (P2016-172837)
 (22) 出願日 平成28年9月5日(2016.9.5)
 (65) 公開番号 特開2018-40262 (P2018-40262A)
 (43) 公開日 平成30年3月15日(2018.3.15)
 審査請求日 平成30年12月21日(2018.12.21)

(73) 特許権者 000006781
 ヤンマー株式会社
 大阪府大阪市北区茶屋町1番32号
 (74) 代理人 100134751
 弁理士 渡辺 隆一
 (72) 発明者 洞井 正義
 大阪府大阪市北区茶屋町1番32号 ヤン
 マー株式会社内
 審査官 平井 功

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンジン装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガス燃料を空気に予め混合させた予混合燃料を気筒内に供給して燃焼させる予混合燃焼モード並びに液体燃料を前記気筒内に噴射して燃焼させる拡散燃焼モードの両方に対応可能なエンジンと、前記予混合燃焼モードで前記気筒内にガス燃料を供給するガス供給装置と、前記予混合燃焼モードで前記気筒内に液体燃料を噴射するパイロット噴射装置と、前記拡散燃焼モードで前記気筒内に液体燃料を噴射するメイン噴射装置とを備えたエンジン装置において、

前記拡散燃焼モードでは、前記メイン噴射装置から液体燃料を噴射すると共に前記パイロット噴射装置から液体燃料を噴射しており、アイドルリング運転状態のときの最高筒内圧値と、前記パイロット噴射装置の燃料噴射量を増加させかつ噴射タイミングを進角させたときの最高筒内圧値との差分に基づいて前記パイロット噴射装置の故障を診断する、
 エンジン装置。

【請求項2】

前記パイロット噴射装置の故障診断時に前記パイロット噴射装置の噴射量を前記アイドルリング運転状態のときの噴射量に比べて増加させる、
 請求項1に記載のエンジン装置。

【請求項3】

前記故障診断時に前記パイロット噴射装置の噴射タイミングを前記アイドルリング運転状態のときの噴射タイミングに比べて進角させる、

請求項 2 に記載のエンジン装置。

【請求項 4】

前記パイロット噴射装置の故障を検知したときは前記予混合燃焼モードへ移行せずに前記拡散燃焼モードで作動する、
請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のエンジン装置。

【請求項 5】

複数の前記気筒を備え、前記気筒ごとに前記パイロット噴射装置の故障を診断する、
請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のエンジン装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本願発明は、天然ガス等のガス燃料と重油等の液体燃料のいずれにも対応できる多種燃料採用型のエンジン装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、例えばタンカーや輸送船等の船舶や陸上の発電施設においては、その駆動源としてディーゼルエンジンが利用されている。しかしながら、ディーゼルエンジンの排気ガス中には、環境保全の妨げになる有害物質となる、窒素酸化物、硫黄酸化物及び粒子状物質等が多く含まれている。そのため、近年では、ディーゼルエンジンの代替となるエンジンとして、有害物質の発生量を低減できるガスエンジンなどが普及されつつある。

20

【0003】

天然ガスといった燃料ガスを用いて動力を発生させるいわゆるガスエンジンは、空気に燃料ガスを混合した混合ガスをシリンダに供給して燃焼させる（特許文献 1 参照）。更には、ディーゼルエンジンの特性とガスエンジンの特性それぞれを組み合わせたエンジン装置として、天然ガス等のガス燃料（燃料ガス）を空気と混合させて燃焼室に供給して燃焼させる予混合燃焼モードと、重油等の液体燃料を燃焼室内に噴射して燃焼させる拡散燃焼モードとを併用できるデュアルフューエルエンジンが提供されている（特許文献 2 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0004】

【特許文献 1】特開 2003 - 262139 号公報

【特許文献 2】特開 2015 - 187405 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 2 に記載のデュアルフューエルエンジンは、予混合燃焼モードで気筒内にガス燃料を供給するガス供給装置と、予混合燃焼モードで気筒内に液体燃料を噴射するパイロット噴射装置と、拡散燃焼モードで気筒内に液体燃料を噴射するメイン噴射装置を備えている。パイロット噴射装置は予混合燃焼モードの際に着火のために液体燃料を噴射する。したがって、予混合燃焼モードの際にパイロット噴射装置が作動しないと燃焼そのものが実施できなくなるため、パイロット噴射装置の故障検知は重要な技術課題である。

40

【0006】

そこで、本願発明は、上記のような現状を検討して改善を施した多種燃料採用型のエンジン装置を提供することを技術的課題とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本願発明は、ガス燃料を空気に予め混合させた予混合燃料を気筒内に供給して燃焼させる予混合燃焼モード並びに液体燃料を前記気筒内に噴射して燃焼させる拡散燃焼モードの両方に対応可能なエンジンと、前記予混合燃焼モードで前記気筒内にガス燃料を供給する

50

ガス供給装置と、前記予混合燃焼モードで前記気筒内に液体燃料を噴射するパイロット噴射装置と、前記拡散燃焼モードで前記気筒内に液体燃料を噴射するメイン噴射装置とを備えたエンジン装置であって、前記拡散燃焼モードでは、前記メイン噴射装置から液体燃料を噴射すると共に前記パイロット噴射装置から液体燃料を噴射しており、アイドリング運転状態のときの最高筒内圧値と、前記パイロット噴射装置の燃料噴射量を増加させかつ噴射タイミングを進角させたときの最高筒内圧値との差分に基づいて前記パイロット噴射装置の故障を診断するものである。

【0008】

本願発明のエンジン装置は、前記パイロット噴射装置の故障診断時に前記パイロット噴射装置の噴射量を前記アイドリング運転状態のときの噴射量に比べて増加させるようにしてもよい。

10

【0009】

さらに、本願発明のエンジン装置は、前記故障診断時に前記パイロット噴射装置の噴射タイミングを前記アイドリング運転状態のときの噴射タイミングに比べて進角させるようにしてもよい。

【0010】

また、本願発明のエンジン装置は、前記パイロット噴射装置の故障を検知したときは前記予混合燃焼モードへ移行せずに前記拡散燃焼モードで作動するようにしてもよい。

【0011】

また、本願発明のエンジン装置は、複数の前記気筒を備え、前記気筒ごとに前記パイロット噴射装置の故障を診断するようにしてもよい。

20

【発明の効果】

【0012】

本願発明のエンジン装置は、拡散燃焼モードでは、メイン噴射装置から液体燃料を噴射すると共にパイロット噴射装置から液体燃料を噴射することによって、パイロット噴射装置の故障を診断するので、パイロット噴射装置の故障診断用の専用部品を別途設けることなく、パイロット噴射装置の故障を検知できる。

【0013】

また、本願発明のエンジン装置は、パイロット噴射装置の故障診断時にパイロット噴射装置の噴射量を増加させるようにすれば、パイロット噴射装置が正常作動するときには気筒内に噴射される液体燃料量の増加により最高筒内圧が高くなり、パイロット噴射装置の噴射量の増加前後の筒内圧変化によりパイロット噴射装置の故障を検知できる。

30

【0014】

さらに、本願発明のエンジン装置は、上記故障診断時にパイロット噴射装置の噴射タイミングを進角させるようにすれば、最高筒内圧が上がりやすくなり、筒内圧変化によりパイロット噴射装置の故障をより確実に診断できる。

【0015】

また、本願発明のエンジン装置は、パイロット噴射装置の故障を検知したときは予混合燃焼モードへ移行せずに拡散燃焼モードで作動するようにすれば、パイロット噴射装置の故障に起因するエンジン装置の停止や出力低下を防止でき、エンジン装置を安全に作動できる。

40

【0016】

また、本願発明のエンジンは、複数の気筒を備え、気筒ごとにパイロット噴射装置の故障を診断するようにすれば、どのパイロット噴射装置が故障しているのかを判別でき、故障しているパイロット噴射装置のみを交換するなど、メンテナンス性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明の実施形態における船舶の全体側面図である。

【図2】機関室の平面説明図である。

【図3】本発明の実施形態におけるエンジン装置の燃料供給路の構成を示す概略図である

50

【図４】同エンジン装置における吸排気路の構成を示す概略図である。

【図５】同エンジン装置の制御ブロック図である。

【図６】同エンジン装置における過給機圧力比と空気流量の関係を示す図である。

【図７】６気筒で構成するエンジン装置における各シリンダの動作状態を示す状態遷移図である。

【図８】パイロット噴射装置チェックモード制御の一実施形態の流れを示すフローチャートである。

【図９】パイロット噴射装置チェックモード制御の他の実施形態の流れを示すフローチャートである。

【図１０】パイロット噴射装置チェックモード制御のさらに他の実施形態の流れを示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【００１８】

以下に、本願発明を具体化した実施形態を、２基２軸方式の船舶に搭載される一対の推進兼発電機構に適用した場合の図面に基づいて説明する。

【００１９】

まず始めに、船舶の概要について説明する。図１及び図２に示すように、本実施形態の船舶１は、船体２と、船体２の船尾側に設けられたキャビン３（船橋）と、キャビン３の後方に配置されたファンネル４（煙突）と、船体２の後方下部に設けられた一対のプロペラ５及び舵６とを備えている。この場合、船尾側の船底７に一対のスケグ８が一体形成されている。各スケグ８には、プロペラ５を回転駆動させる推進軸９が軸支される。各スケグ８は、船体２の左右幅方向を分割する船体中心線ＣＬ（図２参照）を基準にして左右対称状に形成されている。すなわち、この実施形態では、船体２の船尾形状としてツインスケグが採用されている。

【００２０】

船体２内の船首側及び中央部には船倉１０が設けられており、船体２内の船尾側には機関室１１が設けられている。機関室１１には、プロペラ５の駆動源と船舶１の電力供給源とを兼ねる推進兼発電機構１２が船体中心線ＣＬを挟んだ左右に振り分けて一対配置されている。各推進兼発電機構１２から推進軸９に伝達された回転動力にて、各プロペラ５は回転駆動する。機関室１１の内部は、上甲板１３、第２甲板１４、第３甲板１５及び内底板１６にて上下に仕切られている。この実施形態の各推進兼発電機構１２は、機関室１１最下段の内底板１６上に設置されている。なお、詳細は図示していないが、船倉１０は複数の区画に分割されている。

【００２１】

図２に示すように、各推進兼発電機構１２は、プロペラ５の駆動源であるエンジン装置２１（実施形態ではデュアルフェューエルエンジン）と、エンジン装置２１の動力を推進軸９に伝達する減速機２２と、エンジン装置２１の動力にて発電する軸駆動発電機２３とを組み合わせたものである。ちなみに、「低速」のエンジンは毎分５００回転以下の回転速度で駆動し、「中速」のエンジンは毎分５００～１０００回転程度の回転速度で駆動し、「高速」のエンジンは毎分１０００回転以上の回転速度で駆動する。実施形態のエンジン装置２１は中速の範囲内（毎分７００～７５０回転程度）で定速駆動するように構成されている。

【００２２】

エンジン出力軸２４は、船体２の前後長さ方向に沿う向きに延びている。すなわち、エンジン装置２１は、エンジン出力軸２４の向きを船体２の前後長さ方向に沿わせた状態で機関室１１内に配置されている。減速機２２及び軸駆動発電機２３がエンジン装置２１よりも船尾側に配置されている。エンジン装置２１の後面側からエンジン出力軸２４の後端側が突出している。エンジン出力軸２４の後端側に減速機２２が動力伝達可能に連結されている。減速機２２を挟んでエンジン装置２１と反対側に、軸駆動発電機２３が配置され

10

20

30

40

50

ている。機関室 1 1 内の前方からエンジン装置 2 1、減速機 2 2、軸駆動発電機 2 3 の順に並べて配置されている。この場合、船尾側にあるスケグ 8 内又はその近傍に減速機 2 2 及び軸駆動発電機 2 3 が配置されている。従って、船舶 1 のバドックラインの制約に拘らず、エンジン装置 2 1 をできるだけ船尾側に寄せて配置することが可能になっていて、機関室 1 1 のコンパクト化に寄与している。

【 0 0 2 3 】

減速機 2 2 の動力伝達下流側に推進軸 9 が設けられている。減速機 2 2 の外形は、エンジン装置 2 1 及び軸駆動発電機 2 3 よりも下側に張り出している。当該張り出し部分の後面側に、推進軸 9 の前端側が動力伝達可能に連結されている。エンジン出力軸 2 4 と推進軸 9 とは、平面視で同軸状に位置している。推進軸 9 は、エンジン出力軸 2 4 に対して鉛直方向に異芯した状態で、船体 2 の前後長さ方向に延びている。この場合、推進軸 9 は、側面視で軸駆動発電機 2 3 及びエンジン出力軸 2 4 (軸芯線) よりも低く内底板 1 6 に近い位置に置かれている。すなわち、軸駆動発電機 2 3 と推進軸 9 とが上下に振り分けられ、互いに干渉しない。従って、各推進兼発電機構 1 2 のコンパクト化が可能になる。

【 0 0 2 4 】

エンジン装置 2 1 の定速動力は、エンジン出力軸 2 4 の後端側から減速機 2 2 を介して、軸駆動発電機 2 3 と推進軸 9 とに分岐して伝達される。エンジン装置 2 1 の定速動力の一部は、減速機 2 2 によって例えば毎分 1 0 0 ~ 1 2 0 回転前後の回転速度に減速されて、推進軸 9 に伝達される。減速機 2 2 からの減速動力にてプロペラ 5 が回転駆動する。なお、プロペラ 5 には、プロペラ羽根の翼角変更によって船速を調節可能な可変ピッチプロペラが採用されている。また、エンジン装置 2 1 の定速動力の一部は、減速機 2 2 によって例えば毎分 1 2 0 0 か 1 8 0 0 回転程度の回転速度に増速されて、減速機 2 2 に回転可能に軸支された P T O 軸に伝達される。この減速機 2 2 の P T O 軸の後端側が軸駆動発電機 2 3 に動力伝達可能に連結されており、減速機 2 2 からの回転動力に基づいて軸駆動発電機 2 3 が発電駆動する。軸駆動発電機 2 3 の駆動にて生じた発電電力が船体 2 内の電気系統に供給される。

【 0 0 2 5 】

エンジン装置 2 1 には、空気取り込み用の吸気経路 (図示省略) と排気ガス排出用の排気経路 (図示省略) とが接続されている。吸気経路を通じて取り込まれた空気は、エンジン装置 2 1 の各気筒 3 6 (図 4 参照) 内に送られる。また、エンジン装置 2 1 は 2 基あるため、排気経路は 2 本存在する。各排気経路はそれぞれ延長経路 (図示省略) に接続されている。延長経路はファンネル 4 まで延びていて、外部に直接連通するように構成されている。各エンジン装置 2 1 からの排気ガスは、各排気経路及び延長経路を経由して、船舶 1 外に放出される。

【 0 0 2 6 】

以上の説明から明らかなように、エンジン装置 2 1 と、船舶推進用のプロペラ 5 を回転駆動させる推進軸 9 にエンジン装置 2 1 の動力を伝達する減速機 2 2 と、エンジン装置 2 1 の動力にて発電する軸駆動発電機 2 3 とを組み合わせた推進兼発電機構 1 2 を一対備えており、一対の推進兼発電機構 1 2 は、船体 2 内の機関室 1 1 に、船体中心線 C L を挟んだ左右に振り分けて配置されるから、複数台のエンジン (主機関及び補機関) を機関室内に配置する従来構造に比べて、機関室 1 1 のエンジン設置スペースを縮小できる。このため、機関室 1 1 の前後長を短縮して機関室 1 1 をコンパクトに構成でき、ひいては、船体 2 における船倉スペース (機関室 1 1 以外のスペース) の確保がし易い。2 つのプロペラ 5 の駆動によって、船舶 1 の推進効率向上も図れる。

【 0 0 2 7 】

しかも、主機関たるエンジン装置 2 1 が 2 基備わるため、例えば 1 基のエンジン装置 2 1 が故障して駆動不能になったとしても、もう 1 基のエンジン装置 2 1 によって航行可能であり、船舶用原動機装置ひいては船舶 1 の冗長性を確保できる。その上、前述の通り、エンジン装置 2 1 によってプロペラ 5 の回転駆動と軸駆動発電機 2 3 の駆動とを行えるから、通常航行時は、いずれか一方の軸駆動発電機 2 3 を予備にできる。従って、例えば 1

10

20

30

40

50

基のエンジン装置 2 1 又は軸駆動発電機 2 3 の故障によって電力供給が停止した場合、もう 1 基の軸駆動発電機 2 3 を起動させ、周波数及び電圧を確立して給電を復帰させればよい。また、1 基のエンジン装置 2 1 だけの航行時にエンジン装置 2 1 を停止させた場合は、もう 1 基の停止中のエンジン装置 2 1、ひいてはこれに対応した軸駆動発電機 2 3 を起動させ、周波数及び電圧を確立して給電を復帰させればよい。

【 0 0 2 8 】

次に、上記船舶 1 における主機関として用いられるデュアルフューエルエンジン 2 1 の概略構成について、図 3 ~ 図 5 を参照して説明する。デュアルフューエルエンジン 2 1 (以下、単に「エンジン装置 2 1」と呼ぶ)は、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を択一的に選択して駆動する。図 3 は、エンジン装置 2 1 に対する燃料系統を示す図であり、図 4 は、エンジン装置 2 1 における吸排気系統を示す図であり、図 5 は、エンジン装置 2 1 における制御ブロック図である。

10

【 0 0 2 9 】

図 3 に示すように、エンジン装置 2 1 は、二系統の燃料供給経路 3 0, 3 1 から燃料が供給されるものであって、一方の燃料供給経路 3 0 にガス燃料タンク 3 2 が接続されるとともに、他方の燃料供給経路 3 1 に液体燃料タンク 3 3 が接続される。即ち、エンジン装置 2 1 は、燃料供給経路 3 0 から燃料ガスがエンジン装置 2 1 に供給される一方、燃料供給経路 3 1 から燃料油がエンジン装置 2 1 に供給される。燃料供給経路 3 0 は、液化状態のガス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(燃料ガス)を気化させる気化装置 3 4 と、気化装置 3 4 からエンジン装置 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 とを備える。即ち、燃料供給経路 3 0 は、ガス燃料タンク 3 2 からエンジン装置 2 1 に向かって、気化装置 3 4 及びガスバルブユニット 3 5 が順番に配置されて構成される。

20

【 0 0 3 0 】

図 4 に示すように、エンジン装置 2 1 は、シリンダブロックに複数の気筒 3 6 (本実施形態では 6 気筒)を直列に並べた構成を有している。各気筒 3 6 は、シリンダブロック内に構成される吸気マニホールド(吸気流路) 6 7 と吸気ポート 3 7 を介して連通している。各気筒 3 6 は、シリンダヘッド上方に配置される排気マニホールド(排気流路) 4 4 と排気ポート 3 8 を介して連通している。各気筒 3 6 における吸気ポート 3 7 に、ガス供給装置 9 8 を配置する。従って、吸気マニホールド 6 7 からの空気が、吸気ポート 3 7 を介して各気筒 3 6 に供給される一方、各気筒 3 6 からの排気ガスが、排気ポート 3 8 を介して排気マニホールド 4 4 に吐出される。また、エンジン装置 2 1 を予混合燃焼モードで運転している場合には、ガス供給装置 9 8 から燃料ガスを吸気ポート 3 7 に供給し、吸気マニホールド 6 7 からの空気に燃料ガスを混合して、各気筒 3 6 に予混合ガスを供給する。

30

【 0 0 3 1 】

排気マニホールド 4 4 の排気出口側に、過給機 4 9 のタービン 4 9 a の排気入口を接続しており、吸気マニホールド 6 7 の空気入口側(新気入口側)に、インタークーラ 5 1 の空気吐出口(新気出口)を接続している。インタークーラ 5 1 の空気吸入口(新気入口)に、過給機 4 9 のコンプレッサ 4 9 b の空気吐出口(新気出口)を接続している。コンプレッサ 4 9 b 及びインタークーラ 5 1 の間に、メインスロットル弁 V 1 を配置しており、メインスロットル弁 V 1 の弁開度を調節して、吸気マニホールド 6 7 に供給する空気流量を調整する。

40

【 0 0 3 2 】

コンプレッサ 4 9 b 出口から排出される空気の一部をコンプレッサ 4 9 b 入口に再循環させる給気バイパス流路 1 7 が、コンプレッサ 4 9 b の空気吸入口(新気入口)側とインタークーラ 5 1 の空気排出口側とを連結している。すなわち、給気バイパス流路 1 7 は、コンプレッサ 4 9 b の空気吸入口よりも上流側で外気に解放される一方で、インタークーラ 5 1 と吸気マニホールド 6 7 との接続部分に接続される。この給気バイパス流路 1 7 上に、給気バイパス弁 V 2 を配置しており、給気バイパス弁 V 2 の弁開度を調節して、イン

50

タークーラ51下流側から吸気マニホールド67へ流れる空気流量を調整する。

【0033】

タービン49aをバイパスさせる排気バイパス流路18が、タービン49aの排気出口側と排気マニホールド44の排気出口側とを連結している。すなわち、排気バイパス流路18は、タービン49aの排気出口よりも下流側で外気に解放される一方で、タービン49aの排気出口とタービン49aの排気入口との接続部分に接続される。この排気バイパス流路18上に、排気バイパス弁V3を配置しており、排気バイパス弁V3の弁開度を調節することで、タービン49aに流れる排気ガス流量を調整して、コンプレッサ49bにおける空気圧縮量を調整する。

【0034】

エンジン装置21は、排気マニホールド44からの排気ガスにより空気を圧縮する過給機49と、過給機49で圧縮された圧縮空気を冷却して吸気マニホールド67に供給するインタークーラ51とを有している。エンジン装置21は、過給機49出口とインタークーラ51入口との接続箇所にメインスロットル弁V1を設けている。エンジン装置21は、排気マニホールド44出口と過給機49の排気出口とを結ぶ排気バイパス流路18を備えるとともに、排気バイパス流路18に排気バイパス弁V3を配置する。過給機49を拡散燃焼モード仕様に最適化した場合に、予混合燃焼モード時においても、エンジン負荷の変動に合わせて排気バイパス弁V3の開度を制御することで、エンジン負荷に最適な空燃比を実現できる。そのため、負荷変動時において、燃焼に必要な空気量の過不足を防止でき、エンジン装置21は、拡散燃焼モードで最適化した過給機49を使用した状態で、予混合燃焼モードでも最適に稼働する。

【0035】

エンジン装置21は、過給機49をバイパスする給気バイパス流路17を備え、給気バイパス流路17に給気バイパス弁V2を配置する。エンジン負荷の変動に合わせて給気バイパス弁V2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に供給できる。また、応答性の良い給気バイパス弁V2による制御動作を併用することで、予混合燃焼モードにおける負荷変動への応答速度を速めることができる。

【0036】

エンジン装置21は、インタークーラ51入口とメインスロットル弁V1との間となる位置に、給気バイパス流路17を接続し、コンプレッサ49bから吐出された圧縮空気をコンプレッサ49b入口に帰還させる。これにより、排気バイパス弁V3による流量制御の応答性を給気バイパス弁V2により補うと同時に、給気バイパス弁V2の制御幅を排気バイパス弁V3により補うことができる。従って、船用用途での負荷変動や運転モードの切替時において、予混合燃焼モードにおける空燃比制御の追従性を良好なものとできる。

【0037】

エンジン装置21は、図5に示すように、エンジン装置21の各部を制御するエンジン制御装置73を有している。エンジン装置21は、気筒36毎に、パイロット噴射装置82、燃料噴射ポンプ89及びガス供給装置98を設けている。エンジン制御装置73は、パイロット噴射装置82、燃料噴射ポンプ89及びガス供給装置98それぞれに制御信号を与えて、パイロット噴射装置82によるパイロット燃料噴射、燃料噴射ポンプ89による燃料油供給、及びガス供給装置98によるガス燃料供給それぞれを制御する。エンジン制御装置73は、各種演算処理や制御を実行するCPU(Central Processing Unit)の他、制御プログラムやデータを記憶させる記憶装置としてのROM(Read Only Memory)、制御プログラムやデータを一時的に記憶させるためのRAM(Random Access Memory)、及び入出力インターフェイス等を備えている。

【0038】

また、エンジン装置21は、図5に示すように、排気カム、吸気カム、及び燃料カム(図示省略)を気筒36毎に備えたカム軸200を備えている。カム軸200は、ギア機構(図示省略)を介して、エンジン出力軸24からの回転動力が伝達されることで、排気カム、吸気カム及び燃料カムを回転させて、気筒36毎に、吸気弁及び排気弁(図示省略)

10

20

30

40

50

を開閉させるとともに、燃料噴射ポンプ 8 9 を駆動させる。また、エンジン装置 2 1 は、燃料噴射ポンプ 8 9 におけるコントロールラック 2 0 2 のラック位置を調整する調速機 2 0 1 を備えている。調速機 2 0 1 は、カム軸 2 0 0 先端の回転数からエンジン装置 2 1 のエンジン回転数を測定し、燃料噴射ポンプ 8 9 におけるコントロールラック 2 0 2 のラック位置を設定し、燃料噴射量を調整する。

【 0 0 3 9 】

各パイロット噴射装置 8 2 は円筒状のコモンレール 4 7 を介してパイロット用燃料供給ポンプ 5 4 に接続されている。コモンレール 4 7 には、コモンレール 4 7 内の燃料圧力を検知する燃料圧力センサ 2 0 5 が設けられている。エンジン制御装置 7 3 の制御により、燃料圧力センサ 2 0 5 の出力からコモンレール 4 7 内の燃料圧力が監視されつつ、パイロット用燃料供給ポンプ 5 4 の燃料吐出量が調整されながら、液体燃料タンク 3 3 (図 3 参照) 内の燃料がパイロット用燃料供給ポンプ 5 4 によってコモンレール 4 7 に圧送され、高圧の燃料がコモンレール 4 7 に蓄えられる。各パイロット噴射装置 8 2 の制御弁をそれぞれ開閉制御することによって、コモンレール 4 7 内の高圧の燃料が各パイロット噴射装置 8 2 から各気筒 3 6 に噴射される。

10

【 0 0 4 0 】

エンジン制御装置 7 3 は、メインスロットル弁 V 1、給気バイパス弁 V 2、及び排気バイパス弁 V 3 それぞれに制御信号を与えて、それぞれ弁開度を調節し、吸気マニホールド 6 7 における空気圧力 (吸気マニホールド圧力) を調整する。エンジン制御装置 7 3 は、吸気マニホールド 6 7 における空気圧力を測定する圧力センサ 3 9 より測定信号を受け、吸気マニホールド圧力を検知する。エンジン制御装置 7 3 は、ワットトランスデューサやトルクセンサなどの負荷測定器 1 9 による測定信号を受け、エンジン装置 2 1 にかかる負荷を算出する。エンジン制御装置 7 3 は、エンジン出力軸 2 4 の回転数を測定するパルスセンサなどのエンジン回転センサ 2 0 による測定信号を受け、エンジン装置 2 1 のエンジン回転数を検知する。

20

【 0 0 4 1 】

図 4 及び図 5 に示すように、エンジン装置 2 1 には各気筒 3 6 の内圧を検知する筒内圧センサ 2 0 6 が気筒 3 6 ごとに設けられている。また、排気ポート 3 8 内の排気ガス温度を検知する排気温度センサ 2 0 7 が排気ポート 3 8 ごとに設けられている。各筒内圧センサ 2 0 6 及び各排気温度センサ 2 0 7 の出力はエンジン制御装置 7 3 に入力される。

30

【 0 0 4 2 】

拡散燃焼モード (ディーゼルモード) でエンジン装置 2 1 を運転する場合、エンジン制御装置 7 3 は、燃料噴射ポンプ 8 9 における制御弁を開閉制御して、各気筒 3 6 における燃焼を所定タイミングで発生させる。すなわち、各気筒 3 6 の噴射タイミングに合わせて、燃料噴射ポンプ 8 9 の制御弁を開くことで、メイン噴射装置 7 9 を通じて各気筒 3 6 内に燃料油を噴射させ、気筒 3 6 内で発火させる。また、拡散燃焼モードにおいて、エンジン制御装置 7 3 は、パイロット燃料及び燃料ガスの供給を停止させている。なお、拡散燃焼モードにおいて、パイロット噴射装置 8 2 から燃料油が噴射されてもよい。

【 0 0 4 3 】

拡散燃焼モードにおいて、エンジン制御装置 7 3 は、負荷測定器 1 9 で測定されたエンジン負荷 (エンジン出力) と、エンジン回転センサ 2 0 で測定されたエンジン回転数とに基づいて、各気筒 3 6 におけるメイン噴射装置 7 9 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、エンジン装置 2 1 は、推進兼発電機構 1 2 で必要とされるエンジン負荷を出力すると同時に、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、圧力センサ 3 9 で測定された吸気マニホールド圧力に基づいて、メインスロットル弁 V 1 の開度を制御することで、必要なエンジン出力に応じた空気流量となる圧縮空気を過給機 4 9 から吸気マニホールド 6 7 に供給させる。

40

【 0 0 4 4 】

予混合燃焼モード (ガスモード) でエンジン装置 2 1 を運転する場合は、エンジン制御装置 7 3 は、ガス供給装置 9 8 における弁開度を調節して、各気筒 3 6 内に供給する燃料

50

ガス流量を設定する。そして、エンジン制御装置 73 は、パイロット噴射装置 82 を開閉制御して、各気筒 36 における燃焼を所定タイミングで発生させる。すなわち、ガス供給装置 98 が、弁開度に応じた流量の燃料ガスを吸気ポート 37 に供給して、吸気マニホールド 67 からの空気に混合して、予混合燃料を気筒 36 に供給させる。そして、各気筒 36 の噴射タイミングに合わせて、パイロット噴射装置 82 の制御弁を開くことで、パイロット燃料の噴射による点火源を発生させ、予混合ガスを供給した気筒 36 内で発火させる。また、予混合燃焼モードにおいて、エンジン制御装置 73 は、メイン噴射装置 79 による燃料油の供給を停止させている。

【0045】

予混合燃焼モードにおいて、エンジン制御装置 73 は、負荷測定器 19 で測定されたエンジン負荷と、エンジン回転センサ 20 で測定されたエンジン回転数とに基づいて、ガス供給装置 98 による燃料ガス流量と、各気筒 36 におけるパイロット噴射装置 82 による噴射タイミングとをフィードバック制御する。また、エンジン制御装置 73 は、圧力センサ 39 で測定された吸気マニホールド圧力に基づいて、メインスロットル弁 V1、給気バイパス弁 V2、及び排気バイパス弁 V3 それぞれの開度を調節する。これにより、吸気マニホールド圧力を必要なエンジン出力に応じた圧力に調節し、ガス供給装置 98 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できる。

【0046】

過給機 49 は、拡散燃焼モード運転時におけるエンジン装置 21 に対応させた容量を備えている。そのため、エンジン装置 21 を予混合燃焼モードで運転する場合、過給機 49 の容量を擬似的に予混合燃焼モード運転時におけるエンジン装置 21 に対応させる必要がある。図 6 に、過給機 49 における圧力比（コンプレッサ 49b の吐出圧力と吸入圧力の比）と空気流量（コンプレッサ 49b の吐出流量又は吸気マニホールド 67 への給気流量）の関係を示す。図 6 に示すように、エンジン負荷を同一とした場合、予混合燃焼モードでの運転ポイント P2 における圧縮比及び空気流量のそれぞれが、拡散燃焼モードでの運転ポイント P1 よりも低くなる。

【0047】

エンジン装置 21 が拡散燃焼モードから予混合燃焼モードに運転を切り換えたとき、排気バイパス弁 V3 のみを制御して運転ポイントを変更する場合、排気バイパス弁 V3 を開くことで、タービン 49a の回転数を低くして、コンプレッサ 49b の圧縮比及び空気流量を下げる。この場合、図 6 に示すように、拡散燃焼モード及び予混合燃焼モードそれぞれにおける運転ポイント P1、P2 のベクトル量が大きく、予混合燃焼モードへの運転ポイントへの切換に時間を要する。

【0048】

それに対して、給気バイパス弁 V2 と排気バイパス弁 V3 を共に制御して運転ポイントを変更する場合、給気バイパス弁 V2 を開いて、コンプレッサ 49b から吐出される圧縮空気を給気バイパス流路 17 を介してコンプレッサ 49b の吸入口にバイパスさせると同時に、排気バイパス弁 V3 を開いて、タービン 49a の回転数を低くする。即ち、給気バイパス流路 17 によりコンプレッサ 49b の吐出口から吸入口へ圧縮空気を期間させることにより、図 6 に示すように、コンプレッサ 49b の圧縮比を下げる。従って、排気バイパス弁 V3 の制御によるコンプレッサ 49b の圧縮比の低下量を少なくすることができ、予混合燃焼モードへの運転ポイントへの切換時間を短縮できる。

【0049】

図 4 に示すように、本実施形態のエンジン装置 21 は、6 気筒の気筒 36 を備えており、各気筒 36 において、気筒 36 毎に決められたタイミングで、図 7 に示す吸気行程、圧縮行程、膨張行程、排気行程の順で状態が遷移する。すなわち、6 気筒の気筒 36（#1 ~ #6）はそれぞれ、図 7 に示すように、#1 #2 #4 #6 #5 #3 の順に、吸気行程、圧縮行程、膨張行程、排気行程それぞれの状態に遷移する。エンジン装置 21 が予混合燃焼モード（ガスモード）で動作している際には、吸気行程におけるガス供給装置 98 からの燃料ガス噴射、及び圧縮行程におけるパイロット噴射装置 82 による着火を

10

20

30

40

50

それぞれ、# 1 # 2 # 4 # 6 # 5 # 3の順に実行する。同様に、エンジン装置 2 1が拡散燃焼モード（ディーゼルモード）で動作している際には、圧縮行程におけるメイン噴射装置 7 9からの燃料油噴射を、# 1 # 2 # 4 # 6 # 5 # 3の順に実行する。

【 0 0 5 0 】

次に、拡散燃焼モードで運転中のエンジン装置 2 1を予混合燃焼モードによる運転に切り換える際の制御動作について、図 8を参照して説明する。図 8は、パイロット噴射装置チェックモード制御の一実施形態の流れを示すフローチャートである。

【 0 0 5 1 】

エンジン制御装置 7 3は、エンジン装置 2 1が拡散燃焼モードで運転中であって、エンジン装置 2 1の動力を伝達するメインクラッチが脱状態であるか否か、すなわちチェックモード前提条件が成立していることを確認する（ステップ S 1）。当該前提条件が成立していれば（ステップ S 1：Y e s）、エンジン装置 2 1のエンジン回転数がアイドル正常範囲内であるか否かを判定する（ステップ S 2）。当該アイドル正常範囲は、例えば、下限が毎分 3 5 0回転程度、上限が 4 5 0回転程度である。

10

【 0 0 5 2 】

エンジン装置 2 1のエンジン回転数がアイドル正常範囲内であれば（ステップ S 2：Y e s）、例えば数秒程度の設定遅延時間が経過した後（ステップ S 3：Y e s）、6つのパイロット噴射装置 8 2についてパイロット噴射装置 8 2ごとに故障の診断を行う。まず、いずれかのパイロット噴射装置 8 2を故障診断対象とし、そのパイロット噴射装置 8 2が配置されている気筒 3 6の筒内圧を筒内圧センサ 2 0 6により検知し、エンジン出力軸 2 4が少なくとも 1回転したときの最高筒内圧値 $P_{max}(i)_0$ を求める（ステップ S 4）。このとき、エンジン装置 2 1は拡散燃焼モードでアイドル運転状態である。なお、この実施形態では、拡散燃焼モードにおいてパイロット噴射装置 8 2は所定噴射タイミングで少量の燃料を噴射している。

20

【 0 0 5 3 】

故障診断対象のパイロット噴射装置 8 2の燃料噴射量を増加させ、かつ噴射タイミングを進角させる（ステップ S 5）。ここで、パイロット噴射装置 8 2の噴射増加量は、噴射量増加による最高筒内圧の上昇を検知可能な程度、例えば最高筒内圧が 5 b a r（パール）以上高くなる増加量である。なお、この実施形態では、例えばパイロット噴射装置 8 2の噴射時間を長くすると共に、パイロット噴射装置 8 2を連続的に噴射させることにより、パイロット噴射装置 8 2の噴射量を増加させる。また、パイロット噴射装置 8 2の噴射タイミングを例えば 5 度程度進角させることにより、気筒 3 6の最高筒内圧が上昇しやすくなる。

30

【 0 0 5 4 】

エンジン制御装置 7 3は、パイロット噴射装置 8 2の噴射量が増加されている気筒 3 6の筒内圧を筒内圧センサ 2 0 6により検知し、エンジン出力軸 2 4が少なくとも 1回転したときの最高筒内圧値 $P_{max}(i)_n$ を求める（ステップ S 6）。このとき、故障診断対象のパイロット噴射装置 8 2が正常に作動しているならば、噴射量の増加及び噴射タイミングの進角により、気筒 3 6内の最高筒内圧値 $P_{max}(i)_n$ は、アイドル運転時の最高筒内圧値 $P_{max}(i)_0$ よりも高くなる。

40

【 0 0 5 5 】

エンジン制御装置 7 3は、最高筒内圧値 $P_{max}(i)_n$ と最高筒内圧値 $P_{max}(i)_0$ の圧力差を求め、その圧力差が予め設定された正常判定値（例えば 5 b a r）以上であるか否かを判断する（ステップ S 7）。当該圧力差が正常判定値以上であるとき（ステップ S 7：Y e s）、エンジン制御装置 7 3は、当該圧力差が正常判定値以上である状態が予め設定された時間以上、例えば 5 ~ 2 0 秒間程度継続したか否かを判断する（ステップ S 8）。当該設定時間が経過していないとき（ステップ S 8：N o）、エンジン制御装置 7 3は最高筒内圧 $P_{max}(i)_n$ の算出と、上記圧力差と正常判定値の比較を行う（ステップ S 6, S 7）。上記圧力差が正常判定値以上である状態が継続したとき（ステッ

50

プ S 8 : Y e s)、エンジン制御装置 7 3 は、故障診断対象のパイロット噴射装置 8 2 が正常に作動していると判定し、パイロット噴射装置 8 2 の噴射量及び噴射タイミングを戻す(ステップ S 9)。

【 0 0 5 6 】

エンジン制御装置 7 3 は、すべての気筒 3 6 についてパイロット噴射装置 8 2 の故障チェックを行ったか否かを判断する(ステップ S 1 0)。未チェックの気筒 3 6 があるとき(ステップ S 1 0 : N o)、次の気筒 3 6 の故障チェックへ移行し(ステップ S 1 1)、次の気筒 3 6 についてパイロット噴射装置 8 2 の故障診断処理が実行される(ステップ S 4 ~ S 9)。すべての気筒 3 6 についてパイロット噴射装置 8 2 の故障チェックが実行され、かつ正常作動すると判定されたとき(ステップ S 1 0 : Y e s)、エンジン制御装置 7 3 はエンジン装置 2 1 を予混合燃焼モードへ移行させる(ステップ S 1 2)。

10

【 0 0 5 7 】

なお、いずれかのパイロット噴射装置 8 2 について最高筒内圧値 $P_{max}(i)_n$ と最高筒内圧値 $P_{max}(i)_0$ の圧力差が正常判定値未満であるとき(ステップ S 7 : N o)、エンジン制御装置 7 3 はパイロット噴射装置 8 2 が正常作動していないと判定する。そして、エンジン制御装置 7 3 は、例えば警報ブザーを鳴動させるなど、パイロット噴射装置 8 2 の作動が正常でない旨の警報を報知し(ステップ S 1 3)、パイロット噴射装置 8 2 の故障チェックを終了する。この場合、エンジン装置 2 1 は予混合燃焼モードへ移行されずに、拡散燃焼モードでの作動が維持される。

【 0 0 5 8 】

20

このように、この実施形態は、ガス燃料を空気に予め混合させた予混合燃料を気筒 3 6 内に供給して燃焼させる予混合燃焼モード並びに液体燃料を気筒 3 6 内に噴射して燃焼させる拡散燃焼モードの両方に対応可能なエンジン装置 2 1 と、予混合燃焼モードで気筒 3 6 内にガス燃料を供給するガス供給装置 9 8 と、予混合燃焼モードで気筒 3 6 内に液体燃料を噴射するパイロット噴射装置 8 2 と、拡散燃焼モードで気筒 3 6 内に液体燃料を噴射するメイン噴射装置 7 9 とを備え、拡散燃焼モードでは、メイン噴射装置 7 9 から液体燃料を噴射すると共にパイロット噴射装置 8 2 から液体燃料を噴射することによって、パイロット噴射装置 8 2 の故障を診断するので、パイロット噴射装置 8 2 の故障診断用の専用部品を別途設けることなく、パイロット噴射装置 8 2 の故障を検知できる。

【 0 0 5 9 】

30

また、この実施形態は、気筒 3 6 の内圧を検知する筒内圧センサ 2 0 6 を備え、パイロット噴射装置 8 2 の故障診断時にパイロット噴射装置 8 2 の噴射量を増加させるので、パイロット噴射装置 8 2 が正常作動するときには気筒 3 6 内に噴射される液体燃料量の増加により最高筒内圧が高くなり、パイロット噴射装置 8 2 の噴射量の増加前後の筒内圧変化によりパイロット噴射装置 8 2 の故障を検知できる。

【 0 0 6 0 】

さらに、この実施形態は、パイロット噴射装置 8 2 の故障診断時にパイロット噴射装置 8 2 の噴射タイミングを進角させるので、最高筒内圧が上がりやすくなり、筒内圧変化によりパイロット噴射装置 8 2 の故障をより確実に診断できる。

【 0 0 6 1 】

40

また、この実施形態は、パイロット噴射装置 8 2 の故障を検知したときは予混合燃焼モードへ移行せずに拡散燃焼モードで作動するので、パイロット噴射装置 8 2 の故障に起因するエンジン装置 2 1 の停止や出力低下を防止でき、エンジン装置 2 1 を安全に作動できる。

【 0 0 6 2 】

また、この実施形態は、複数の気筒 3 6 を備え、気筒 3 6 ごとにパイロット噴射装置 8 2 の故障を診断するので、どのパイロット噴射装置 8 2 が故障しているのかを判別でき、故障しているパイロット噴射装置 8 2 のみを交換するなど、メンテナンス性が向上する。

【 0 0 6 3 】

次に、図 9 を参照しながら、パイロット噴射装置チェックモード制御の他の実施形態の

50

流れを説明する。この実施形態は、気筒 36 ごとに排気ポート 38 内の排気温度を測定してパイロット噴射装置 82 の故障を診断する。

【0064】

エンジン制御装置 73 は、上記ステップ S1 ~ S3 と同様にして、チェックモード前提条件が成立していることを確認し（ステップ S21）、エンジン装置 21 のエンジン回転数がアイドル正常範囲内であるか否かを判定し（ステップ S22）、設定遅延時間が経過したか否かを判断する（ステップ S23）。設定遅延時間が経過した後（ステップ S23: Yes）、エンジン制御装置 73 は、いずれかのパイロット噴射装置 82 を故障診断対象とし、そのパイロット噴射装置 82 が配置されている気筒 36 につながる排気ポート 38 内の排気ガス温度を排気温度センサ 207 により検知する。そして、エンジン出力軸 24 が少なくとも 1 回転したときの最高排気温度値 $T_{max}(i)_0$ を求める（ステップ S24）。

10

【0065】

上記ステップ S5 と同様にして故障診断対象のパイロット噴射装置 82 の燃料噴射量を増加させ、かつ噴射タイミングを進角させる（ステップ S25）。その後、エンジン制御装置 73 は、パイロット噴射装置 82 の噴射量が増加されている気筒 36 につながる排気ポート 38 内の排気ガス温度を排気温度センサ 207 により検知し、エンジン出力軸 24 が少なくとも 1 回転したときの最高排気温度値 $T_{max}(i)_n$ を求める（ステップ S26）。このとき、故障診断対象のパイロット噴射装置 82 が正常に作動しているならば、噴射量の増加及び噴射タイミングの進角により、排気ポート 38 内の最高排気温度値 $T_{max}(i)_n$ はアイドル運転時の最高排気温度値 $T_{max}(i)_0$ よりも高くなる。

20

【0066】

エンジン制御装置 73 は、最高排気温度値 $T_{max}(i)_n$ と最高排気温度値 $T_{max}(i)_0$ の温度差を求め、その温度差が予め設定された正常判定値以上であるか否かを判断する（ステップ S27）。当該温度差が正常判定値以上であるとき（ステップ S27: Yes）、エンジン制御装置 73 は、上記ステップ S8 と同様に、当該温度差が正常判定値以上である状態が継続したか否かを判断する（ステップ S28）。当該温度差が正常判定値以上である状態が設定時間以上継続したとき（ステップ S28: Yes）、エンジン制御装置 73 は、故障診断対象のパイロット噴射装置 82 が正常に作動していると判定し、パイロット噴射装置 82 の噴射量及び噴射タイミングを戻す（ステップ S29）。

30

【0067】

エンジン制御装置 73 は、上記ステップ S10, S11 と同様に、未チェックの気筒 36 があるときは（ステップ S30: No）、次の気筒 36 の故障チェックへ移行し（ステップ S11）、6 つの気筒 36 についてパイロット噴射装置 82 の故障診断処理を順に実行する（ステップ S24 ~ S29）。すべてのパイロット噴射装置 82 の正常作動を検知したとき（ステップ S30: Yes）、エンジン制御装置 73 はエンジン装置 21 を予混合燃焼モードへ移行させる（ステップ S32）。いずれかのパイロット噴射装置 82 について最高排気温度値 $T_{max}(i)_n$ と最高排気温度値 $T_{max}(i)_0$ の温度差が正常判定値未満であるとき（ステップ S27: No）、エンジン制御装置 73 はパイロット噴射装置 82 の作動が正常でない旨の警報を報知し（ステップ S33）、パイロット噴射装置 82 の故障チェックを終了する。

40

【0068】

このように、この実施形態は、気筒 36 につながる排気ポート 38 内の排気ガス温度を検知する排気温度センサ 207 を備え、パイロット噴射装置 82 の故障診断時にパイロット噴射装置 82 の噴射量を増加させるので、パイロット噴射装置 82 が正常作動するときには気筒 36 内に噴射される液体燃料量の増加により排気ポート 38 内の最高排気ガス温度が高くなり、パイロット噴射装置 82 の噴射量の増加前後の排気ガス温度変化によりパイロット噴射装置 82 の故障を検知できる。

【0069】

次に、図 10 を参照しながら、パイロット噴射装置チェックモード制御のさらに他の実

50

施形態の流れを説明する。この実施形態は、6つのパイロット噴射装置82について噴射量を順に増加させ、コモンレール47内のレール内圧力の変化を検知して各パイロット噴射装置82の故障を診断する。

【0070】

この実施形態において、ステップS41～ステップS43は、上記ステップS1～S3、S21～S23と同様である。設定遅延時間の経過後（ステップS43：Yes）、エンジン制御装置73は、いずれかのパイロット噴射装置82を故障診断対象とすると共に、コモンレール47内のレール内圧力を燃料圧力センサ205により検知する。そして、エンジン出力軸24が少なくとも1回転したときの最低レール内圧力値 $P_{min}(i)_0$ を求める（ステップS44）。

10

【0071】

上記ステップS5と同様にして故障診断対象のパイロット噴射装置82の燃料噴射量を増加させ、かつ噴射タイミングを進角させる（ステップS45）。その後、エンジン制御装置73は、燃料圧力センサ205の出力により、エンジン出力軸24が少なくとも1回転したときの最低レール内圧力値 $P_{min}(i)_n$ を求める（ステップS46）。このとき、故障診断対象のパイロット噴射装置82が正常に作動しているならば、パイロット噴射装置82の噴射量の増加により、最低レール内圧力値 $P_{min}(i)_n$ はアイドリング運転時の最低レール内圧力値 $P_{min}(i)_0$ よりも低くなる。

【0072】

エンジン制御装置73は、最低レール内圧力値 $P_{min}(i)_0$ と最低レール内圧力値 $P_{min}(i)_n$ の圧力差を求め、その圧力差が予め設定された正常判定値以上であるかを判断する（ステップS47）。当該圧力差が正常判定値以上である状態が設定時間以上継続したとき（ステップS48：Yes）、エンジン制御装置73は、故障診断対象のパイロット噴射装置82が正常に作動していると判定し、パイロット噴射装置82の噴射量及び噴射タイミングを戻す（ステップS49）。

20

【0073】

エンジン制御装置73は、上記ステップS10～S13と同様に、未チェックの気筒36の有無の判定（ステップS50）、次の気筒36の故障チェックへの移行（ステップS51）、エンジン装置21の予混合燃焼モードへの移行（ステップS52）、パイロット噴射装置82の作動が正常でない旨の警報の報知（ステップS33）を適宜行う。

30

【0074】

このように、この実施形態は、コモンレール47内の燃料圧力を検知する燃料圧力センサ205を備え、パイロット噴射装置82の故障診断時にパイロット噴射装置82の噴射量を増加させるので、パイロット噴射装置82が正常作動するときには気筒36内に噴射される液体燃料量の増加によりコモンレール47内の最低レール内圧力が低くなり、パイロット噴射装置82の噴射量の増加前後のレール内圧力変化によりパイロット噴射装置82の故障を検知できる。

【0075】

なお、図8～図10を参照して説明した各実施形態では、ステップS5、S25、S45において、故障診断対象のパイロット噴射装置82の燃料噴射量が増加され、かつ噴射タイミングが進角されているが、アイドリング運転状態と比較して噴射タイミングは進角されずに噴射量が増加されてもよい。

40

【0076】

また、ステップS1、S21、S41におけるチェックモード前提条件として、(A)拡散燃焼モードで運転中であること、及び(B)メインクラッチ脱であることの他に、別の条件が課されてもよい。例えば、(C)エンジン装置21の始動開始後から所定時間が経過していること、(D)パイロット噴射装置82の故障診断で全てのパイロット噴射装置82が正常であると判定されていないこと、(E)パイロット噴射装置82が遮断されていないこと、(F)コモンレール47のレール圧がフィードバック制御(PID制御)されていること、(G)エンジン装置21のウォータージャケット水温が所定値以上であ

50

ること、(H)筒内圧センサ206に異常がないこと、(I)緊急状態などの拡散燃焼モードで運転すべき状態でないことなどの条件が課されてもよい。

【0077】

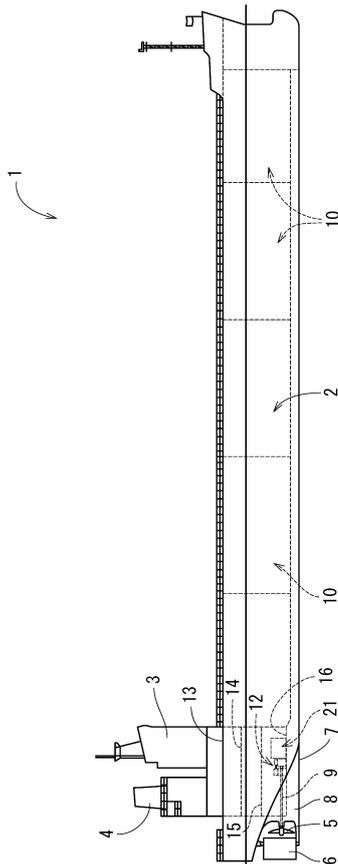
その他、各部の構成は図示の実施形態に限定されるものではなく、本願発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変更が可能である。また、本実施形態のエンジン装置は、船体内の電気系統に電力を供給するための発電装置や陸上の発電施設における駆動源として構成するなど、上述の推進兼発電機構以外の構成においても適用可能である。

【符号の説明】

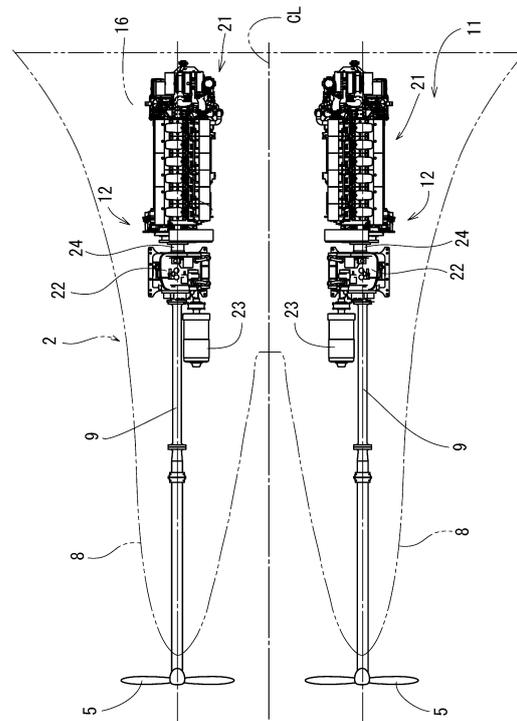
【0078】

- 21 エンジン装置
- 36 気筒
- 79 メイン噴射装置
- 82 パイロット噴射装置
- 98 ガス供給装置
- 206 筒内圧センサ

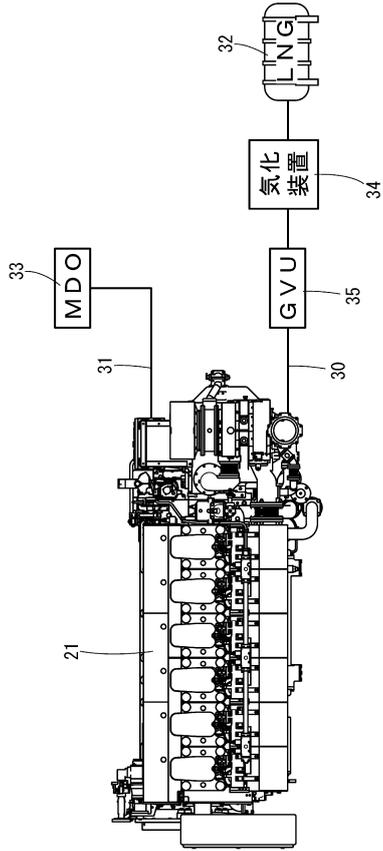
【図1】



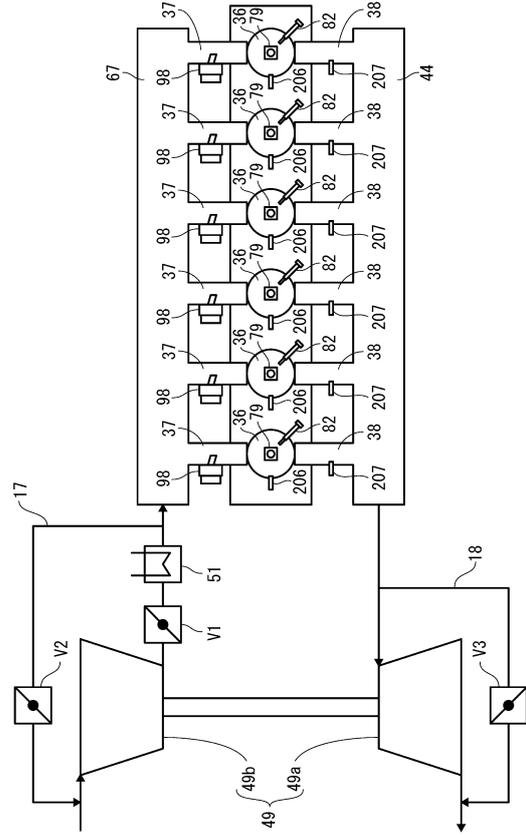
【図2】



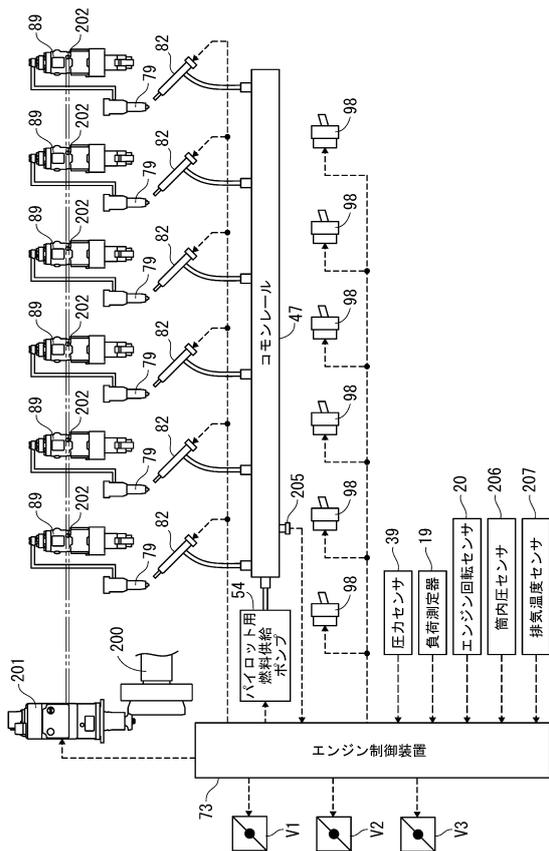
【図3】



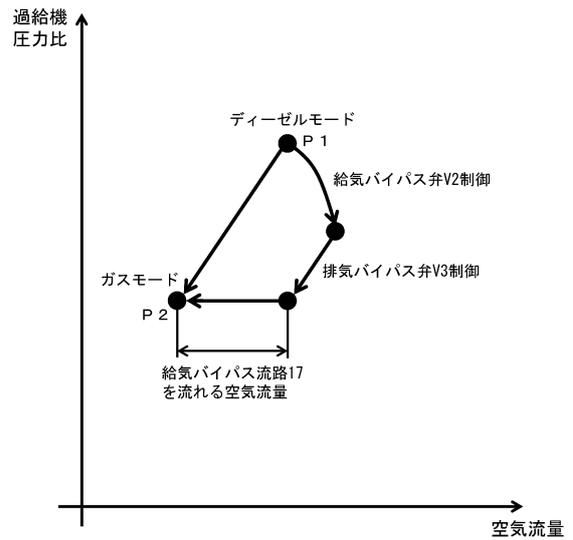
【図4】



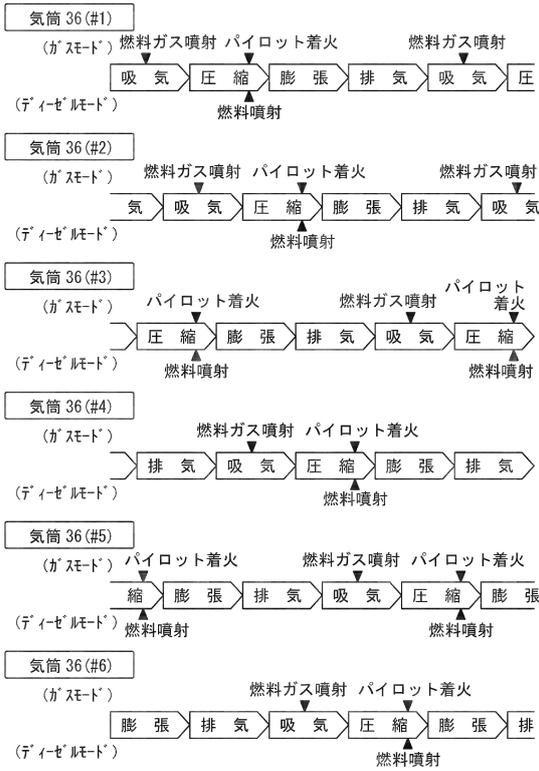
【図5】



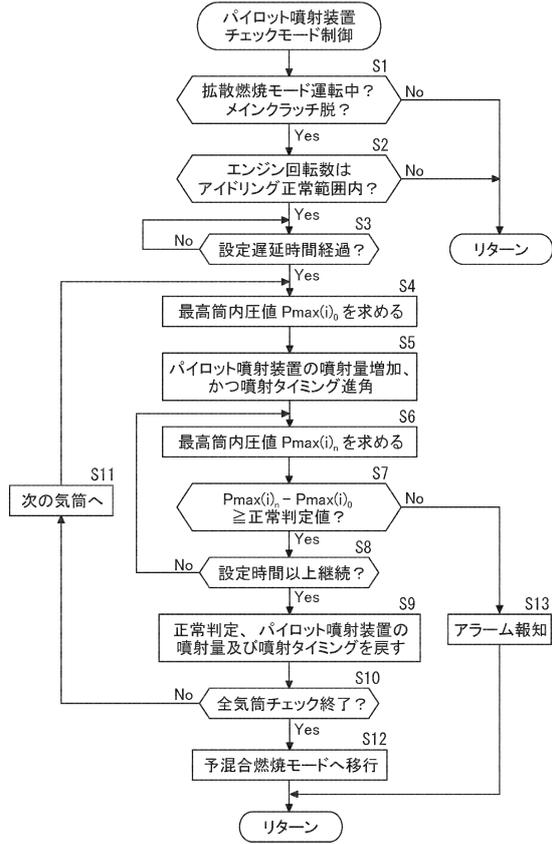
【図6】



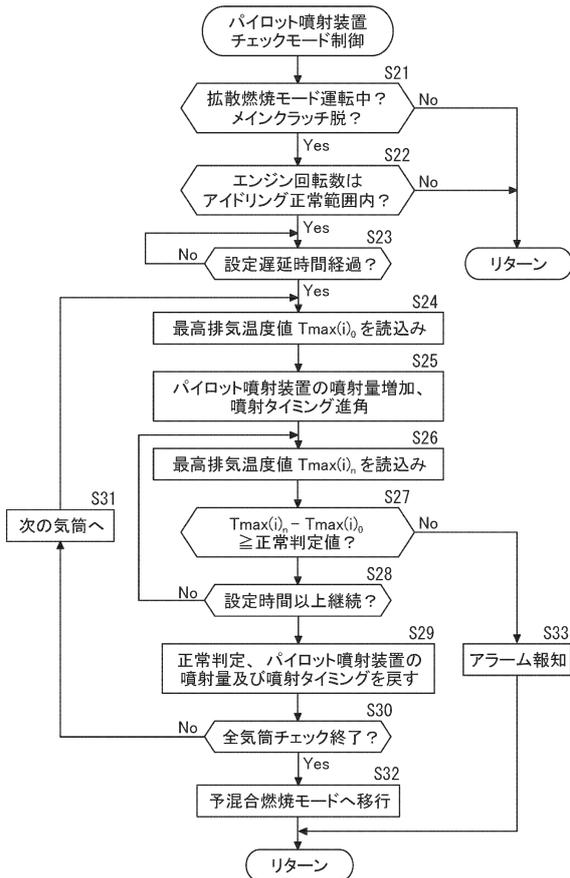
【図7】



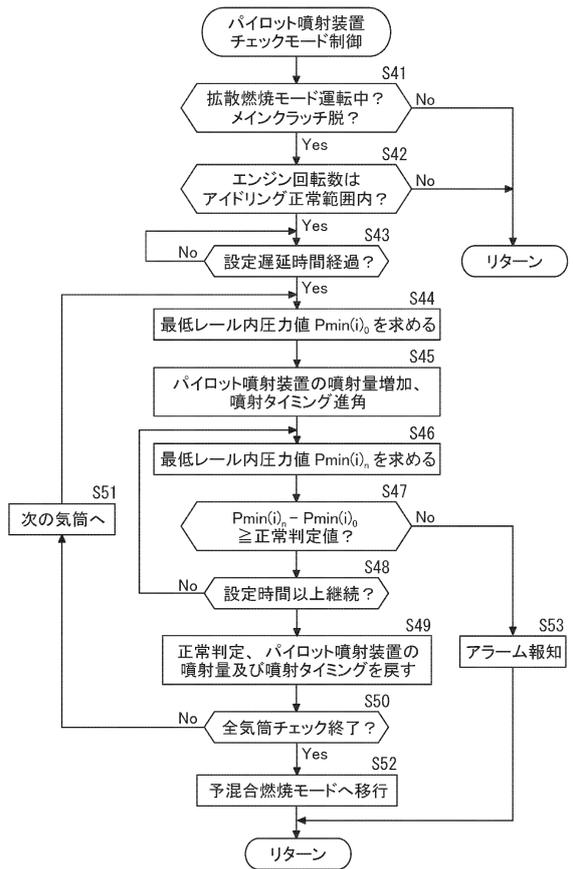
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 D 41/02 3 2 5 K

(56)参考文献 特開2015-230000(JP,A)
特開2005-330945(JP,A)
特開2010-106709(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F 0 2 D 1 3 / 0 0 - 2 9 / 0 6
F 0 2 D 4 1 / 0 0 - 4 5 / 0 0
F 0 2 M 3 9 / 0 0 - 7 1 / 0 4