

(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2017-133477

(P2017-133477A)

(43) 公開日 平成29年8月3日(2017.8.3)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2D 23/00 (2006.01)	FO2D 23/00 E	3G005
FO2D 19/02 (2006.01)	FO2D 19/02 F	3G092
FO2B 37/12 (2006.01)	FO2B 37/12 303G	3G301
FO2D 41/02 (2006.01)	FO2D 41/02 330K	
FO2D 41/04 (2006.01)	FO2D 41/04 330A	

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2016-16200 (P2016-16200)
 (22) 出願日 平成28年1月29日 (2016.1.29)
 (11) 特許番号 特許第6002339号 (P6002339)
 (45) 特許公報発行日 平成28年10月5日 (2016.10.5)

(71) 出願人 00000974
 川崎重工業株式会社
 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号
 (74) 代理人 110000556
 特許業務法人 有古特許事務所
 (72) 発明者 木塚 智昭
 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社 神戸工場内
 (72) 発明者 野中 洋輔
 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社 神戸工場内
 (72) 発明者 石井 宏佳
 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社 神戸工場内
 最終頁に続く

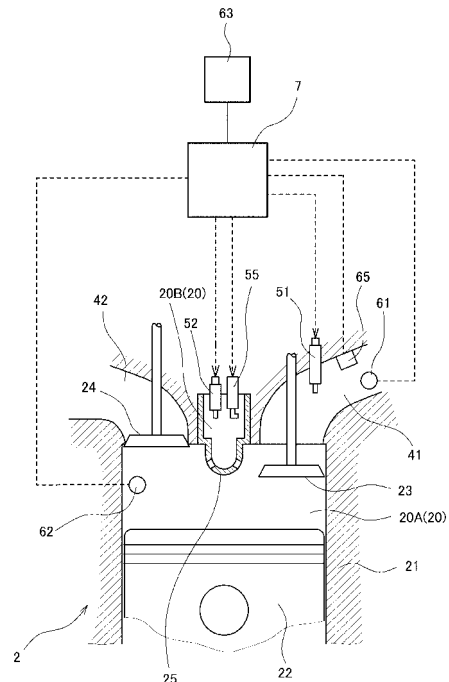
(54) 【発明の名称】 ガスエンジン駆動システムおよびガスエンジン制御方法

(57) 【要約】

【課題】 要求出力が低下したときに失火を防止して未燃燃料ガスの排出を抑制しながら燃料ガスを減少させることができるガスエンジン駆動システムを提供する。

【解決手段】 ガスエンジン駆動システムは、燃焼室を有するガスエンジンと、コンプレッサおよびタービンを含む過給機と、給気路を通じてコンプレッサから燃焼室に供給される給気中に燃料ガスを噴射する燃料噴射機構と、給気の圧力である過給圧を検出する圧力検出器と、給気の温度を検出する温度検出器と、燃焼噴射機構を制御する制御装置と、を備え、制御装置は、要求出力が低下したときに、低下後の要求出力に対する目標噴射量に応じた過給圧のリーン限界を決定し、過給圧がリーン限界以下であれば、燃料噴射量を目標噴射量まで減少させ、過給圧がリーン限界よりも大きければ、燃料噴射量をゼロにし、過給圧がリーン限界以下になったときに燃料噴射量を目標噴射量まで増加させる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

シリンダおよびピストンにより形成された燃焼室を有するガスエンジンと、
給気路を介して前記燃焼室と接続されたコンプレッサ、および排気路を介して前記燃焼室と接続されたタービン、を含む過給機と、

前記給気路を通じて前記コンプレッサから前記燃焼室に供給される給気中に燃料ガスを噴射する燃料噴射機構と、

前記給気の圧力である過給圧を検出する圧力検出器と、

前記燃焼噴射機構を制御する、要求出力に応じて燃料ガスの目標噴射量を算出する制御装置と、を備え、

前記制御装置は、要求出力が低下したときに、低下後の要求出力に対する目標噴射量に応じた過給圧のリーン限界を決定し、前記圧力検出器で検出される過給圧が前記リーン限界以下であれば、燃料噴射量を前記目標噴射量まで減少させ、前記圧力検出器で検出される過給圧が前記リーン限界よりも大きければ、燃料噴射量をゼロにし、前記圧力検出器で検出される過給圧が前記リーン限界以下になったときに燃料噴射量を前記目標噴射量まで増加させる、ガスエンジン駆動システム。

10

【請求項 2】

前記給気の温度を検出する温度検出器をさらに備え、

前記制御装置は、前記過給圧のリーン限界を決定した後に、前記温度検出器で検出される給気温度に応じて過給圧のリーン限界を補正する、請求項 1 に記載のガスエンジン駆動システム。

20

【請求項 3】

前記制御装置は、目標噴射量および前記ガスエンジンの回転数に応じてリーン限界値が定められたリーン限界マップを使用して、前記リーン限界を決定する、請求項 1 または 2 に記載のガスエンジン駆動システム。

【請求項 4】

前記給気路内の空気を大気中に逃がすための、開閉弁が設けられた開放路をさらに備え、

前記制御装置は、燃料噴射量をゼロにしている間に要求出力が上昇すると、上昇後の要求出力に対する目標噴射量に応じた過給圧のリーン限界を再決定し、前記圧力検出器で検出される過給圧が再決定されたリーン限界以下であれば、燃料噴射量を前記目標噴射量まで増加させ、前記圧力検出器で検出される過給圧が再決定されたリーン限界よりも大きければ、前記開閉弁を開く、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のガスエンジン駆動システム。

30

【請求項 5】

前記制御装置は、前記開閉弁を開いた後に、前記圧力検出器で検出される過給圧が再決定されたリーン限界以下となったときに前記開閉弁を閉じ、燃料噴射量を前記目標噴射量まで増加させる、請求項 4 に記載のガスエンジン駆動システム。

【請求項 6】

過給機付のガスエンジンの制御方法であって、

要求出力が低下したときに、前記過給機から前記ガスエンジンに供給される給気の圧力である過給圧のリーン限界を決定し、前記過給圧が前記リーン限界以下であれば、燃料噴射量を低下後の要求出力に対する目標噴射量まで減少させ、前記過給圧が前記リーン限界よりも大きければ、燃料噴射量をゼロにし、前記過給圧が前記リーン限界以下になったときに燃料噴射量を前記目標噴射量まで増加させる、ガスエンジン制御方法。

40

【請求項 7】

燃料噴射量をゼロにしている間に要求出力が上昇した場合、前記過給圧のリーン限界を再決定し、前記過給圧が再決定されたリーン限界以下であれば、燃料噴射量を上昇後の要求出力に対する目標噴射量まで増加させ、前記過給圧が再決定されたリーン限界よりも大きければ、前記過給機から前記ガスエンジンに供給されるべき空気を大気中に逃がす、請

50

求項 6 に記載のガスエンジン制御方法。

【請求項 8】

前記ガスエンジンは船舶の主機として用いられるものである、請求項 6 または 7 に記載のガスエンジンの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、過給機（ターボチャージャー）およびガスエンジンを含むガスエンジン駆動システムに関する。また、本発明は、過給機付のガスエンジンの制御方法に関する。

【背景技術】

10

【0002】

従来、天然ガスや都市ガス等の燃料ガスを燃焼させるガスエンジンは主に発電設備に用いられていた（例えば、特許文献 1 参照）。近年では、原油資源量の問題や排ガス規制の問題などから、船舶の主機として、重油を燃料とするディーゼルエンジンに代えてガスエンジンを用いることが試みられている。

【0003】

例えば、特許文献 2 には、4 ストロークガスエンジンを過給機と組み合わせた、船舶に搭載されることも想定されたガスエンジン駆動システムが開示されている。ガスエンジンは、シリンダおよびピストンにより形成された燃焼室を有し、過給機は、給気路を介して燃焼室と接続されたコンプレッサおよび排気路を介して燃焼室と接続されたタービンを含む。給気路にはスロットルバルブが設けられており、コンプレッサの上流側には燃料流量制御バルブから供給される燃料ガスと空気とを混合する混合器が設けられている。

20

【0004】

特許文献 2 に開示されたシステムでは、高精度の空燃比（空気過剰率ともいう）制御を維持しながら負荷応答性を向上させるために、エンジン回転数速度の目標値である速度指令値信号が変化したときに、燃料ガス流量およびスロットルバルブの開度を変更される。特に、特許文献 2 には、燃料ガス流量に関し、失火や異常燃焼を防止するために、燃料ガス流量の上限値を空気過剰率の下限値から決めてもよいことが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0005】

【特許文献 1】特開 2010 - 84681 号公報

【特許文献 2】特開 2009 - 57870 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

一般に、ガスエンジンにおいては、図 9 に示すように、空燃比と正味平均有効圧（BMEP）との関係でノッキング領域と失火領域が存在することが知られている。従って、高出力を得るには、図中に矢印 R で示すように、空燃比をノッキング領域と失火領域の間に制御することが重要である（いわゆる、リーンバーン）。

40

【0007】

特許文献 2 には、燃料ガス流量の上限値を空気過剰率の下限値から決めてもよいことが記載されているが、これは要求出力が上昇するときを想定したものと推測される。これに対し、要求出力が低下するときには、燃料ガスを減少させる必要がある。燃料ガスを減少させる際には、燃焼室に導入される空気量も減らさなければ、図 9 に示す範囲 R 中の作動点が右に移動して失火領域に突入するおそれがある。失火が生じると、ガスエンジンから未燃燃料ガスが排出されることになる。

【0008】

しかしながら、過給機付のガスエンジンでは、燃料ガスを減少させても過給機の慣性のためにコンプレッサから吐出される空気量は直ぐには低下しない。従って、コンプレッサ

50

と燃焼室の間の給気路にスロットルバルブが設けられていない場合には、如何にして失火を防止しながら燃料ガスを減少させるかが問題となる。

【0009】

そこで、本発明は、給気路にスロットルバルブが設けられていなくても、要求出力が低下したときに失火を防止して未燃燃料ガスの排出を抑制しながら燃料ガスを減少させることができるガスエンジン駆動システムおよびガスエンジン制御方法を提供することも目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

前記課題を解決するために、本発明のガスエンジン駆動システムは、シリンダおよびピストンにより形成された燃焼室を有するガスエンジンと、給気路を介して前記燃焼室と接続されたコンプレッサ、および排気路を介して前記燃焼室と接続されたタービン、を含む過給機と、前記給気路を通じて前記コンプレッサから前記燃焼室に供給される給気中に燃料ガスを噴射する燃料噴射機構と、前記給気の圧力である過給圧を検出する圧力検出器と、前記給気の温度を検出する温度検出器と、前記燃焼噴射機構を制御する、要求出力に応じて燃料ガスの目標噴射量を算出する制御装置と、を備え、前記制御装置は、要求出力が低下したときに、低下後の要求出力に対する目標噴射量に応じた過給圧のリーン限界を決定し、前記圧力検出器で検出される過給圧が前記リーン限界以下であれば、燃料噴射量を前記目標噴射量まで減少させ、前記圧力検出器で検出される過給圧が前記リーン限界よりも大きければ、燃料噴射量をゼロにし、前記圧力検出器で検出される過給圧が前記リーン限界以下になったときに燃料噴射量を前記目標噴射量まで増加させる。

10

20

【0011】

上記の構成によれば、要求出力が低下したときに、過給圧がリーン限界よりも大きければ燃料ガスが噴射されないため、失火を防止して未燃燃料ガスの排出を抑制することができる。また、要求出力が低下したときに過給圧がリーン限界以下であったとき、または燃料噴射量をゼロにしている間に過給圧がリーン限界以下になったときには、燃料噴射量が目標噴射量に設定されるため、燃料噴射量を最適なタイミングで目標噴射量にシフトさせることができる。

【0012】

例えば、上記のガスエンジン駆動システムは、前記給気の温度を検出する温度検出器をさらに備え、前記制御装置は、前記過給圧のリーン限界を決定した後に、前記温度検出器で検出される給気温度に応じて過給圧のリーン限界を補正してもよい。

30

【0013】

前記制御装置は、目標噴射量および前記ガスエンジンの回転数に応じてリーン限界値が定められたリーン限界マップを使用して、前記リーン限界を決定してもよい。

【0014】

上記のガスエンジン駆動システムは、前記給気路内の空気を大気中に逃がすための、開閉弁が設けられた開放路をさらに備え、前記制御装置は、燃料噴射量をゼロにしている間に要求出力が上昇すると、上昇後の要求出力に対する目標噴射量に応じた過給圧のリーン限界を再決定し、前記圧力検出器で検出される過給圧が再決定されたリーン限界以下であれば、燃料噴射量を前記目標噴射量まで増加させ、前記圧力検出器で検出される過給圧が再決定されたリーン限界よりも大きければ、前記開閉弁を開いてもよい。この構成によれば、開閉弁を開いたときには過給圧を直ちに下げることができるため、要求出力上昇に対するガスエンジンの応答性を向上させることができる。

40

【0015】

前記制御装置は、前記開閉弁を開いた後に、前記圧力検出器で検出される過給圧が再決定されたリーン限界以下となったときに前記開閉弁を閉じ、燃料噴射量を前記目標噴射量まで増加させてもよい。

【0016】

また、本発明は、過給機付のガスエンジンの制御方法であって、要求出力が低下したと

50

きに、前記過給機から前記ガスエンジンに供給される給気の圧力である過給圧のリーン限界を決定し、前記過給圧が前記リーン限界以下であれば、燃料噴射量を低下後の要求出力に対する目標噴射量まで減少させ、前記過給圧が前記リーン限界よりも大きければ、燃料噴射量をゼロにし、前記過給圧が前記リーン限界以下になったときに燃料噴射量を前記目標噴射量まで増加させる、ガスエンジン制御方法を提供する。この方法によれば、上記のガスエンジン駆動システムと同様に、要求出力が低下したときに失火を防止して未燃燃料ガスの排出を抑制しながら燃料ガスを減少させることができる。

【0017】

上記のガスエンジン制御方法において、燃料噴射量をゼロにしている間に要求出力が上昇した場合、前記過給圧のリーン限界を再決定し、前記過給圧が再決定されたリーン限界以下であれば、燃料噴射量を上昇後の要求出力に対する目標噴射量まで増加させ、前記過給圧が再決定されたリーン限界よりも大きければ、前記過給機から前記ガスエンジンに供給されるべき空気を大気中に逃がしてもよい。

10

【0018】

例えば、前記ガスエンジンは船舶の主機として用いられるものであってもよい。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、要求出力が低下したときに失火を防止して未燃燃料ガスの排出を抑制しながら燃料ガスを減少させることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】(a)は本発明の一実施形態に係るガスエンジン駆動システムが搭載された船舶の概略構成図、(b)は変形例の船舶の概略構成図である。

【図2】ガスエンジンの1つの燃焼室付近の断面図である。

【図3】燃料減少運転のフローチャートである。

【図4】燃料減少運転のフローチャートである。

【図5】燃料ガスの目標噴射量およびガスエンジンの回転数に応じてリーン限界値が定められたリーン限界マップである。

【図6】燃料噴射量 q を目標噴射量 Q まで直接的に減少させるときの、要求出力、過給圧 P および燃料噴射量 q の経時的变化を示すグラフである。

30

【図7】燃料噴射量 q をいったんゼロにした後に目標噴射量 Q まで増加させるときの、要求出力、過給圧 P および燃料噴射量 q の経時的变化を示すグラフである。

【図8】燃料噴射量をゼロにしている間に要求出力が上昇したときの、要求出力、過給圧 P および燃料噴射量 q の経時的变化を示すグラフである。

【図9】ガスエンジンにおけるノッキング領域および失火領域を示す、横軸に空燃比、縦軸に正味平均有効圧をとったグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0021】

図1(a)に、本発明の一実施形態に係るガスエンジン駆動システム1(以下、単に「システム1」という。)が搭載された船舶11を示す。システム1は、ガスエンジン2、過給機3および制御装置7(図2参照)を備えている。本実施形態では、プロペラ12が取り付けられた推進軸13がシステム1のガスエンジン2により直接的に駆動される。ただし、推進軸13は、図1(b)に示すように、モータ14および発電機15を介して間接的にガスエンジン2により駆動されてもよい。ガスエンジン2は、図1(a)に示す場合も図1(b)に示す場合も船舶11の主機として用いられる。

40

【0022】

ガスエンジン2は、例えば燃料ガス(例えば、天然ガス)のみを燃焼させるガス専焼エンジンである。ただし、ガスエンジン2は、状況によって燃料ガスと燃料油の一方または双方を燃焼させる二元燃料エンジンであってもよい。また、本実施形態では、ガスエンジン2が4ストロークエンジンであるが、ガスエンジン2は2ストロークエンジンであって

50

もよい。

【0023】

図2は、ガスエンジン2の要部の断面図である。ガスエンジン2は、複数のシリンダ21を有する(図2では1つのシリンダ21のみを図示)。各シリンダ21内にはピストン22が往復動自在に配設されており、シリンダ21およびピストン22によって燃焼室20が形成されている。ピストン22は、図略の連結棒により図略のクランク軸と連結されている。

【0024】

各シリンダ21において、ピストン22が二往復することにより、ガスエンジン2の1サイクル(給気、圧縮、膨張、排気)が行われる。各シリンダ21における1サイクルの間のガスエンジン2の位相角(0~720度)は、位相角検出器63により検出される。位相角としては、クランク軸の回転角(クランク角)やピストン22の位置などを用いることができる。例えば、位相角検出器63は、電磁ピックアップ、近接スイッチまたはロータリーエンコーダである。また、位相角検出器63からは、ガスエンジン2の実回転数Nも検出される。

10

【0025】

各燃焼室20は、給気路41を介して過給機3のコンプレッサ31と接続されているとともに、排気路42を介して過給機3のタービン32と接続されている。すなわち、給気路41は、コンプレッサ31で圧縮された空気を給気として各燃焼室20に導き、排気路42は、各燃焼室20から燃焼後の排気をタービン32に導く。なお、給気路41の下流側部分および排気路42の上流側部分は実際はシリンダ21と同数の分岐路にマニホールドから分岐しているが、図1では図面の簡略化のために給気路41および排気路42を1本の流路で描いている。

20

【0026】

給気路41には、コンプレッサ31から各燃焼室20に供給される給気を冷却するための放熱器43が設けられている。また、給気路41には、給気の圧力である過給圧を検出する第1圧力センサ61(本発明の圧力検出器に相当)と、給気の温度である過給温を検出する温度センサ65(本発明の温度検出器に相当)が設けられている。さらに、給気路41には、各シリンダ21ごとに、給気中に燃料ガスを噴射する主燃料噴射弁(本発明の燃料噴射機構に相当)51が設けられている。

30

【0027】

ただし、本発明の燃料噴射機構は、給気中に燃料ガスを噴射するものであれば、必ずしも燃料噴射弁51である必要はない。例えば、特許文献2と同様に、燃料噴射機構が、コンプレッサ31の吸入口につながれた空気供給路に合流する燃料ガス供給路と、この燃料ガス供給路に設けられた燃料流量制御弁を含み、コンプレッサ31に吸入される空気中に燃料ガスを噴射するように構成されていてもよい。

【0028】

各シリンダ21には、給気路41の燃焼室20に対する開口である給気ポートを開閉する給気弁23と、排気路42の燃焼室20に対する開口である排気ポートを開閉する排気弁24が設けられている。また、各シリンダ21には、燃焼室20内の空気と燃料ガスの混合気に点火するための点火プラグ(点火装置)55が設けられている。

40

【0029】

本実施形態では、燃焼室20が、給気路41および排気路42と連通する主燃焼室20Aと、連通孔が設けられた隔壁25により主燃焼室20Aと隔てられた副燃焼室20Bとからなる。点火プラグ55は副燃焼室20Bに配置されており、副燃焼室20B内には副燃料噴射弁52から燃料ガスが噴射される。副燃料噴射弁52からの燃料ガスの噴射により副燃焼室20B内にはリッチな混合気形成され、この混合気が点火プラグ55により点火される。これにより副燃焼室20B内に火炎が発生し、その火炎が隔壁25の連通孔を通じて主燃焼室20A内に伝播することにより主燃焼室20A内のリーンな混合気にも点火される。主燃焼室20Aには、当該主燃焼室20A内の圧力である筒内圧を検出する

50

第2圧力センサ62が設けられている。

【0030】

ただし、点火装置としては、副燃焼室20B内の混合気に点火する点火プラグ55の代わりに、主燃焼室20A内に高圧のパイロット燃料（オイルや燃料ガス）を直接的に噴射することにより当該パイロット燃料を自己発火させるパイロット燃料噴射弁を採用することも可能である。

【0031】

燃焼後の排気は、排気路42を通じて燃焼室20からタービン32に送られ、ここでコンプレッサ31を駆動する動力として使用される。

【0032】

さらに、本実施形態のシステム1は、給気路41内の空気を大気中に逃がすための開放路8を備えている。開放路8の一端は、給気路41における放熱器43よりも下流側につながれ、開放路8の他端は大気中に開放されている。また、開放路8には、開閉弁である放風弁81が設けられている。ただし、開放路8の一端は、給気路41における放熱器43よりも上流側につながれていてもよい。

【0033】

制御装置7は、主燃料噴射弁51から噴射すべき燃料ガスの目標噴射量を要求出力に応じて算出し、位相角検出器63で検出される位相角に基づいて燃料噴射弁51、52および点火プラグ55を制御する。具体的に、制御装置7は、要求出力がほとんど変化しない間は定常運転を行い、定常運転中に要求出力が低下すると燃料減少運転に移行する。定常運転および燃料減少運転の双方において、制御装置7は、実回転数Nを目標回転数N_Tに維持する制御も行う。要求出力が低下する要因としては、船舶の操縦者による船速ダウンの指令、船体が受ける風波が弱くなったときの船速維持の指令、プロペラ12が可変ピッチプロペラである場合にはプロペラピッチが小さくされることなどがある。

【0034】

定常運転とは、ガスエンジン2の負荷の高低に関係なく、燃料噴射量がほぼ一定の運転である。このような定常運転としては、特許文献1に記載されているようなノッキング制御運転を行うことが望ましい。ノッキング制御運転は、高い効率を得るために、空気過剰率を一定に保ったままで点火タイミングを最適化する運転である。ノッキング制御運転では、第2圧力センサ62で検出される筒内圧に基づく制御が行われる。なお、ノッキング制御運転における制御方法は、特許文献1に詳細に説明されている。

【0035】

上述したように、定常運転中に要求出力が低下すると、制御装置7は燃料減少運転に移行する。以下、燃料減少運転について詳細に説明する。ただし、以下では1つのシリンダ21に対する制御を代表して説明するが、全てのシリンダ21に対しても同様の制御が行われる。

【0036】

燃料減少運転では、第1圧力センサ61で検出される過給圧Pに基づく制御が行われる。図3および図4は燃料減少運転のフローチャートである。

【0037】

まず、制御装置7は、低下後の要求出力に対する目標噴射量Qを算出する（ステップS1）。ついで、制御装置7は、算出した目標噴射量Qとガスエンジン2の実回転数Nから過給圧のリーン限界 P_{lim} を決定する（ステップS2）。リーン限界は、失火を生じさせないための過給圧の上限値であり、実験または数値シミュレーションにより予め決定される。本実施形態では、図5に示す、燃料ガスの目標噴射量およびガスエンジン2の回転数に応じてリーン限界値 $P_{lim,i,j}$ （ $1 \leq i \leq n$ 、 $1 \leq j \leq m$ ）が定められたリーン限界マップを使用してリーン限界 P_{lim} が決定される。なお、決定されたリーン限界 P_{lim} は、温度センサ65で検出される過給温に基づいて補正されることが望ましい。例えば、給気温が比較的に高い場合はリーン限界 P_{lim} が大きくされ、給気温が比較的に低い場合はリーン限界 P_{lim} が小さくされる。あるいは、図5に示すマップの代わりに、燃料ガスの目標噴射量、ガスエンジ

10

20

30

40

50

ン 2 の回転数および給気温に応じてリーン限界値が定められた三次元マップが使用されてもよい。

【 0 0 3 8 】

その後、制御装置 7 は、第 1 圧力センサ 6 1 で検出される過給圧 P をリーン限界 と比較する (ステップ S 3)。過給圧 P がリーン限界 以下であれば (ステップ S 3 で NO)、制御装置 7 は、主燃料噴射弁 5 1 からの燃料噴射量 q を目標噴射量 Q まで直接的に減少させ (ステップ S 4)、定常運転に戻る。これが、通常減少モードである。

【 0 0 3 9 】

図 6 に、通常減少モードにおける要求出力、過給圧 P および燃料噴射量 q の経時的変化を示す。要求出力の低下幅が比較的小さい場合は、通常減少モードでの処理が行われる。

10

【 0 0 4 0 】

一方、要求出力の低下幅が比較的大きい場合は、過渡期減少モードでの処理が行われる。図 7 に、過渡期減少モードにおける要求出力、過給圧 P および燃料噴射量 q の経時的変化を示す。

【 0 0 4 1 】

ステップ S 3 での比較の結果、第 1 圧力センサ 6 1 で検出される過給圧 P がステップ S 2 で決定したリーン限界 よりも大きければ (ステップ S 3 で YES)、制御装置 7 は、燃料噴射量 q をゼロにする (ステップ S 5)。換言すれば、燃料がカットされる。当然ながら、主燃料噴射弁 5 1 からの燃料噴射量 q がゼロにされる間は、副燃料噴射弁 5 2 からの燃料噴射量もゼロにされる。その後、制御装置 7 は、第 1 圧力センサ 6 1 で検出される過給圧 P がリーン限界 以下になるまで燃料噴射量 q をゼロに維持する (ステップ S 6 で YES)。過給圧 P がリーン限界 以下になったときに (ステップ S 6 で NO)、制御装置 7 は、燃料噴射量 q を目標噴射量 Q まで増加させ (ステップ S 7)、定常運転に戻る。これが、過渡期減少モードである。

20

【 0 0 4 2 】

さらに、制御装置 7 は、燃料噴射量 q をゼロにしている間に、要求出力が上昇したか否かを判定する (ステップ S 8)。換言すれば、要求出力が上昇しない限り (ステップ S 8 で NO)、ステップ S 6 での比較が繰り返される。燃料噴射量 q をゼロにしている間に要求出力が上昇すると (ステップ S 8 で YES)、制御装置 7 は、図 4 に示す再判定モードでの処理を行う。図 8 に、再判定モードにおける要求出力、過給圧 P および燃料噴射量 q の経時的変化を示す。

30

【 0 0 4 3 】

まず、制御装置 7 は、上昇後の要求出力に対する目標噴射量 Q ' を算出する (ステップ S 9)。ついで、制御装置 7 は、再度図 5 に示すリーン限界 マップを使用して、算出した目標噴射量 Q ' と現在のガスエンジン 2 の回転数から過給圧のリーン限界 を再決定する (ステップ S 10)。

【 0 0 4 4 】

その後、制御装置 7 は、第 1 圧力センサ 6 1 で検出される過給圧 P を再決定されたリーン限界 と比較する (ステップ S 11)。過給圧 P がリーン限界 以下であれば (ステップ S 11 で NO)、制御装置 7 は、主燃料噴射弁 5 1 からの燃料噴射量 q を 0 から目標噴射量 Q ' まで増加させ (ステップ S 12)、定常運転に戻る。

40

【 0 0 4 5 】

一方、ステップ S 11 での比較の結果、第 1 圧力センサ 6 1 で検出される過給圧 P が再決定したリーン限界 よりも大きければ (ステップ S 11 で YES)、制御装置 7 は、放風弁 8 1 を開く (ステップ S 13)。これにより、過給圧 P が直ちに低下する。そして、制御装置 7 は、第 1 圧力センサ 6 1 で検出される過給圧 P が再決定されたリーン限界 以下となったときに (ステップ S 14 で NO) 放風弁 8 1 を閉じ (ステップ S 15)、燃料噴射量 q を 0 から目標噴射量 Q ' まで増加させて (ステップ S 16)、定常運転に戻る。

【 0 0 4 6 】

50

放風弁 8 1 を開かなかつた場合は、過給圧 P は図 8 に二点鎖線で示すように、要求出力が上昇してからリーン限界 以下になるまでにある程度の時間がかかることがある。これに対し、放風弁 8 1 を開けば、過給圧 P を直ちに下げることができるため、失火を生じさせずに燃料ガスを噴射することができるタイミングを図 8 中の矢印 A で示す分だけ早くすることができる。その結果、要求出力上昇に対するガスエンジン 2 の応答性を向上させることができる。

【 0 0 4 7 】

以上説明したように、本実施形態のガスエンジン駆動システム 1 では、要求出力が低下したときに、過給圧 P がリーン限界 よりも大きければ燃料ガスが噴射されないため、失火を防止して未燃燃料ガスの排出を抑制することができる。また、要求出力が低下したときに過給圧 P がリーン限界 以下であったとき、または燃料噴射量 q をゼロにしている間に過給圧 P がリーン限界 以下になったときには、燃料噴射量 q が目標噴射量 Q に設定されるため、燃料噴射量 q を最適なタイミングで目標噴射量 Q にシフトさせることができる。

10

【 0 0 4 8 】

本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能である。例えば、開放路 8 は省略されてもよい。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 4 9 】

本発明のガスエンジン駆動システムは、必ずしも船舶に用いられる必要はなく、例えば、発電設備、建設機械、鉄道などに用いられてもよい。

20

【 符号の説明 】

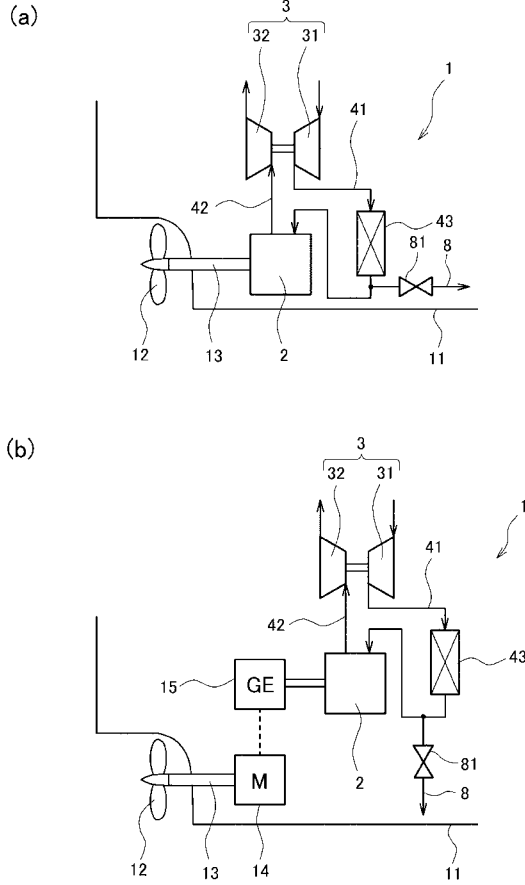
【 0 0 5 0 】

- 1 ガスエンジン駆動システム
- 1 1 船舶
- 2 ガスエンジン
- 2 0 燃焼室
- 2 1 シリンダ
- 2 2 ピストン
- 3 過給機
- 3 1 コンプレッサ
- 3 2 タービン
- 4 1 給気路
- 4 2 排気路
- 5 1 主燃料噴射弁（燃料噴射機構）
- 5 2 副燃料噴射弁
- 6 1 第 1 圧力センサ（圧力検出器）
- 6 2 第 2 圧力センサ
- 6 5 温度センサ（温度検出器）
- 7 制御装置
- 8 開放路
- 8 1 放風弁（開閉弁）

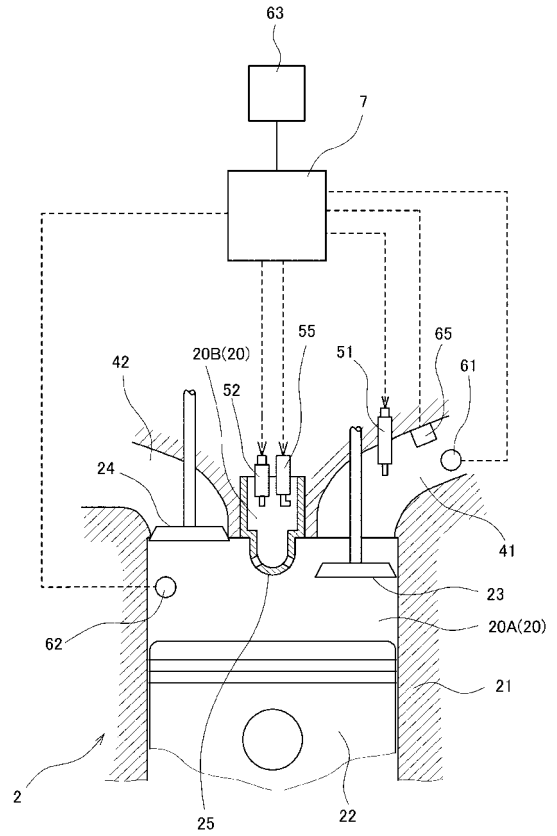
30

40

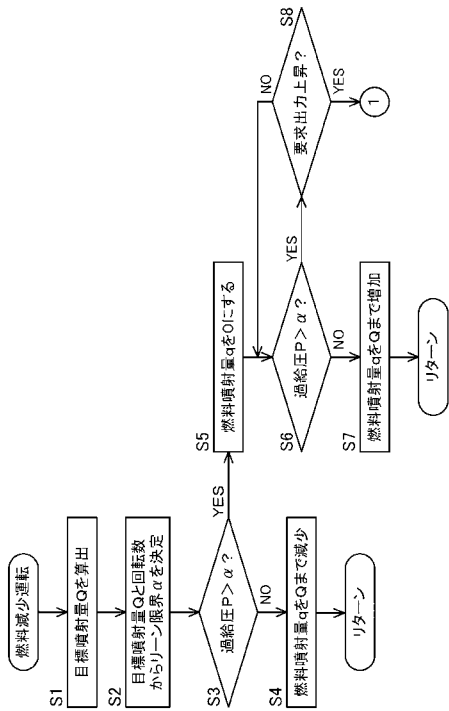
【図1】



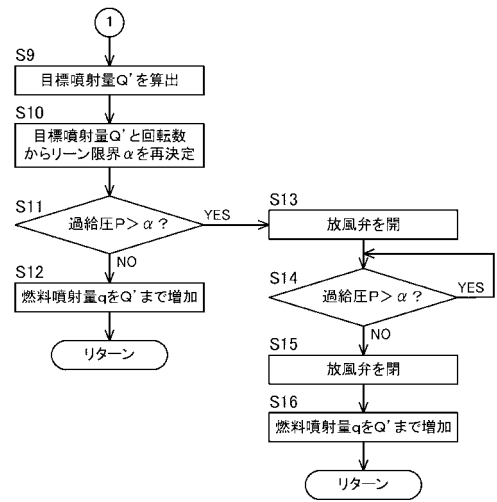
【図2】



【図3】



【図4】



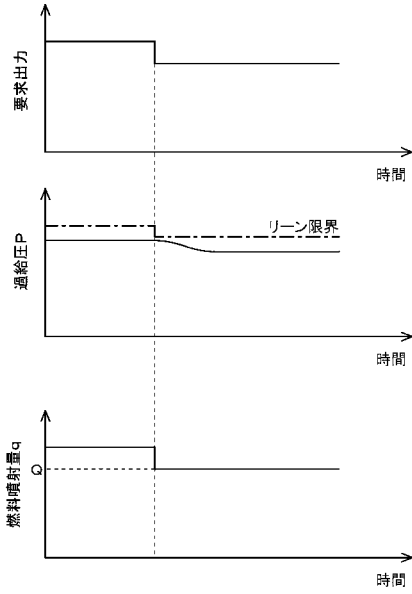
【図5】

リーン限界 α マップ

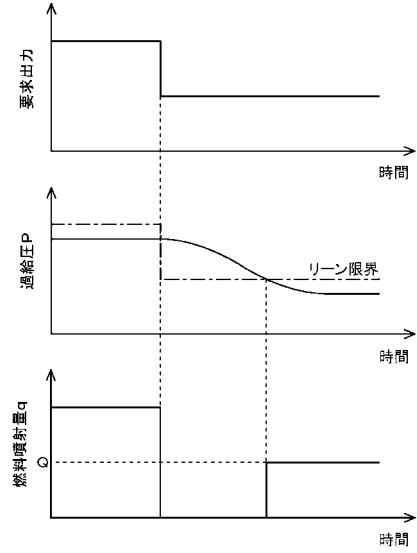
		目標噴射量 [m ³ /s]		
		小	...	大
回転数 [rpm]	小	$\alpha_{1,1}$...	$\alpha_{n,1}$

	大	$\alpha_{1,m}$...	$\alpha_{n,m}$

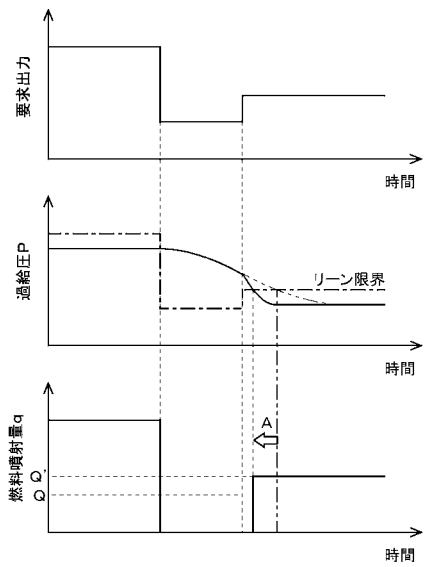
【 図 6 】



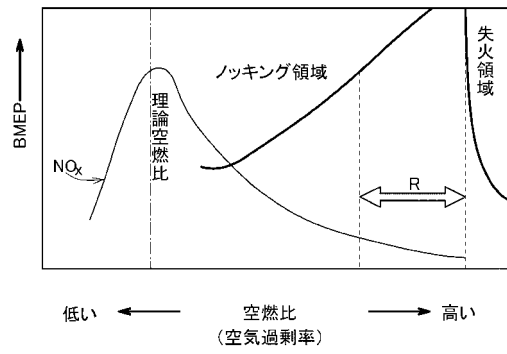
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 深尾 知

兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社 神戸工場内

(72)発明者 藤原 重治

兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社 神戸工場内

(72)発明者 平山 永遠

兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社 明石工場内

Fターム(参考) 3G005 DA06 EA16 FA35 FA37 GB18 HA04 HA05 JA24

3G092 AA01 AA07 AA18 AB08 AC10 BB01 DB03 DE01S DE03S EA01

EA02 FA18 FA24 HA04Z HA16Z HE01Z

3G301 HA01 HA05 HA11 HA22 HA26 JA02 JA23 JA26 LB02 LB04

MA11 NE01 NE06 PA10Z PA16Z PE01Z