

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年9月21日(21.09.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/159139 A1

- (51) 国際特許分類:
F02M 26/34 (2016.01) *F02M 26/06* (2016.01)
F02D 21/08 (2006.01) *F02M 26/46* (2016.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/004775
- (22) 国際出願日: 2017年2月9日(09.02.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-055720 2016年3月18日(18.03.2016) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目1番5号 Tokyo (JP). 株式会社ジャパンエンジンコーポレーション (JAPAN ENGINE CORPORATION) [JP/JP]; 〒6740093 兵庫県明石市二見町南二見1番地 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 中川 貴裕 (NAKAGAWA, Takahiro); 〒8508610 長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工船用機械エンジン株式会社内 Nagasaki (JP). 伊藤 和久 (ITO, Kazuhisa); 〒8508610 長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工船用機械エンジン株式会社内 Nagasaki (JP). 三柳 晃洋 (MIY-

ANAGI, Akihiro); 〒8508610 長崎県長崎市飽の浦町1番1号 三菱重工船用機械エンジン株式会社内 Nagasaki (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング Tokyo (JP).

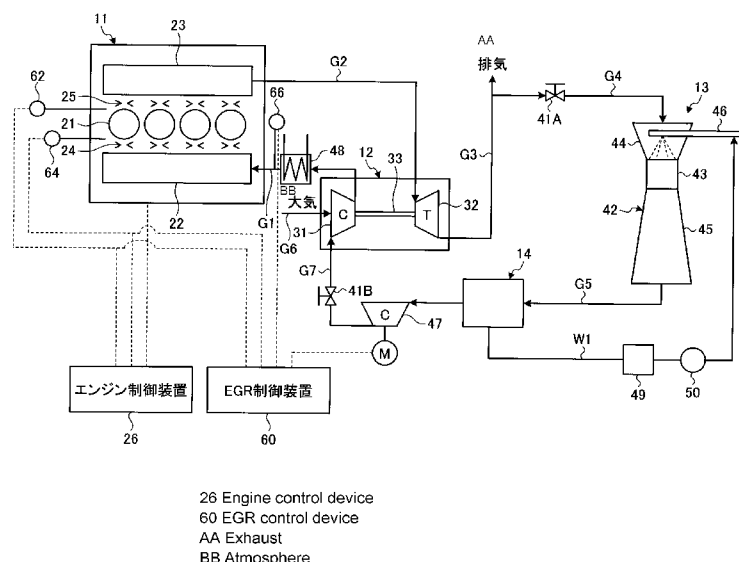
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[続葉有]

(54) Title: EGR SYSTEM

(54) 発明の名称: EGRシステム



(57) Abstract: An EGR system is provided which enables appropriately operating an engine. This EGR system is provided with: an exhaust gas recirculation line which recirculates, to the engine main body as combustion gas, part of the exhaust gas emitted from the engine main body; an EGR blower which is provided in the exhaust gas recirculation line; and a control device which controls the flow rate of the combustion gas, which is a mixture of air and the exhaust gas supplied to the engine main body via the exhaust gas recirculation line, wherein the control device determines a first limit value of the frequency of the EGR blower on the basis of the rotational speed of the engine main body and the frequency of the EGR blower, and operates with the EGR lower frequency at less than or equal to the first limit value.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/159139 A1



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
- 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第 19 条(1))

エンジンを適切に稼働させることができる EGR システムを提供する。EGR システムは、エンジン本体から排出された排ガスの一部を燃焼用気体としてエンジン本体に再循環する排ガス再循環ラインと、排ガス再循環ラインに設けられる EGR ブロワと、排ガス再循環ラインを介してエンジン本体に供給する排ガスと空気を混合した燃焼用気体の流量を制御する制御装置と、を備え、制御装置は、エンジン本体の回転数と EGR ブロワの周波数に基づいて、EGR ブロワの周波数の第 1 リミット値を決定し、EGR ブロワの周波数を第 1 リミット値以下で運転する。

明 細 書

発明の名称： E G Rシステム

技術分野

[0001] 本発明は、エンジンの排ガスをエンジンに供給する E G Rシステムに関するものである。

背景技術

[0002] エンジンからの排出される排ガス中の N O x を低減するものとしては、排ガス再循環（E G R）システムがある。この E G Rシステムは、内燃機関の燃焼室から排出された排ガスの一部を、燃焼用気体として、燃焼室に戻すものである（例えば、特許文献 1）。そのため、燃焼用気体は、酸素濃度が低下し、燃料と酸素との反応である燃焼の速度を遅らせることで燃焼温度が低下し、N O x の発生量を減少させることができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 1 0 - 1 7 4 6 6 1 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ここで、E G Rシステムを有する燃焼機器は、E G Rシステムからエンジンに排ガスが過剰に供給されるとエンジンでの燃焼条件の低下が大きくなり、燃料の不完全燃焼が生じる恐れがある。

[0005] 本発明は上述した課題を解決するものであり、エンジンに適切な量の排ガスを供給することができ、再循環ガスを供給する状態でもエンジンをより良い条件で運転させることができる E G Rシステムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記の目的を達成するための本発明は、E G Rシステムであって、エンジン本体から排出された排ガスの一部を燃焼用気体として前記エンジン本体に

再循環する排ガス再循環ラインと、前記排ガス再循環ラインに設けられるEGRブロワと、前記排ガス再循環ラインを介して前記エンジン本体に供給する前記排ガスの流量を制御する制御装置と、を備え、前記制御装置は、前記エンジン本体の回転数と前記EGRブロワの周波数に基づいて、前記EGRブロワの周波数の第1リミット値を決定し、前記EGRブロワの周波数を前記第1リミット値以下で運転することを特徴とする。

[0007] EGRシステムは、エンジン本体の回転数に基づいて第1リミット値を設定し、EGRブロワの周波数を第1リミット値以下にすることで、エンジン本体の回転数の変動が小さい状態で、他の条件が変化し、負荷等が変化した場合でも、EGRブロワの回転数が上昇することを抑制できる。これにより、エンジン本体に過剰な量の排ガスを供給することを抑制でき、エンジンの運転状態が極端に悪化することを抑制することができる。

[0008] また、前記制御装置は、前記エンジン本体の燃料投入量と前記EGRブロワの周波数に基づいて、前記EGRブロワの周波数の第2リミット値を決定し、前記EGRブロワの周波数を前記第2リミット値以下で運転することが好ましい。燃料投入量に基づいて第2リミット値を設定することで、燃料投入量の変動が小さい状態で、他の条件が変化し、負荷等が変化した場合でも、EGRブロワの回転数が上昇することを抑制できる。これにより、エンジン本体に過剰な量の排ガスを供給することを抑制でき、エンジン本体の運転状態が極端に悪化することを抑制することができる。

[0009] また、前記制御装置は、前記エンジン本体の負荷と前記EGRブロワの周波数に基づいて、前記EGRブロワの周波数の第3リミット値を決定し、前記EGRブロワの周波数を前記第3リミット値以下で運転することが好ましい。負荷に基づいて第3リミット値を設定することで、負荷の変動が小さい状態で、他の条件が変化し、回転数等が変化した場合でも、EGRブロワの回転数が上昇することを抑制できる。これにより、エンジン本体に過剰な量の排ガスを供給することを抑制でき、エンジン本体の運転状態が極端に悪化することを抑制することができる。

[0010] また、前記エンジン本体に供給される前記燃焼用気体の酸素濃度を計測する酸素濃度検出部を備え、前記制御装置は、前記エンジン本体の負荷と酸素濃度の目標値との関係とに基づいて前記酸素濃度の目標値を算出し、算出した酸素濃度の目標値と前記酸素濃度検出部の計測結果との関係と現在のEGRブロワの周波数とに基づいて、前記EGRブロワの周波数を算出し、算出した前記EGRブロワの周波数が、リミット値を超える場合、前記算出した前記EGRブロワの周波数を前記リミット値とすることが好ましい。エンジン本体に供給する空気の酸素濃度を制御しつつ、リミット値を超える場合は、リミット値以下の周波数として、供給する排ガスの量を制限することで、エンジン本体に過剰な排ガスを供給することを抑制しつつ、酸素濃度を低減して窒素酸化物の発生を抑制することができる。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、エンジンに適切な量の排ガスを供給することができ、排ガスを供給する状態でもエンジンをより良い条件で稼働させることができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図1は、本実施形態のEGRシステムを備えたディーゼルエンジンを表す概略図である。

[図2]図2は、本実施形態のEGRシステムを表す概略構成図である。

[図3]図3は、EGR制御装置の概略構成を示すブロック図である。

[図4]図4は、エンジン回転数とブロワ周波数のリミット値との関係を示すグラフである。

[図5]図5は、燃料投入量とブロワ周波数のリミット値との関係を示すグラフである。

[図6]図6は、負荷とブロワ周波数のリミット値との関係を示すグラフである。

[図7]図7は、ブロワの運転制御の一例を示すフローチャートである。

[図8]図8は、リミット値の設定方法の一例を示すフローチャートである。

[図9]図9は、負荷のみのリミット値を用いた場合の動作の一例を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0013] 以下に添付図面を参照して、本発明の好適な実施形態を詳細に説明する。

なお、この実施形態により本発明が限定されるものではなく、また、実施形態が複数ある場合には、各実施形態を組み合わせるものも含むものである。

[0014] 図1は、EGRシステムを備えたディーゼルエンジンを表す概略図、図2は、EGRシステムを表す概略構成図である。

[0015] 図1に示すように、本実施形態の船用ディーゼルエンジン10は、エンジン本体（エンジン）11と、過給機12と、EGRシステム13を備えている。

[0016] 図2に示すように、エンジン本体11は、図示しないが、プロペラ軸を介して推進用プロペラを駆動回転させる推進用の機関（主機関）である。このエンジン本体11は、ユニフロー掃排気式のディーゼルエンジンであって、2ストロークディーゼルエンジンであり、シリンダ内の吸排気の流れを下方から上方への一方向とし、排気の残留を無くすようにしたものである。エンジン本体11は、ピストンが上下移動する複数のシリンダ（燃焼室）21と、各シリンダ21に連通する掃気トランク22と、各シリンダ21に連通する排気マニホールド23とを備えている。そして、各シリンダ21と掃気トランク22との間に掃気ポート24が設けられ、各シリンダ21と排気マニホールド23との間に排気流路25が設けられている。そして、エンジン本体11は、掃気トランク22に給気ラインG1が連結され、排気マニホールド23に排気ラインG2が連結されている。

[0017] エンジン本体11には、回転数検出部62と、燃料投入量検出部64とが配置されている。回転数検出部62は、エンジン本体11の回転数（プロペラ軸と接続された回転軸の回転数）を検出する。回転数検出部62は、エンジン本体11に挿入された回転軸の回転数を検出してもよいが、プロペラ軸

の回転数を検出してもよい。燃料投入量検出部 64 は、エンジン本体 11 の燃料投入量を検出する。

[0018] エンジン制御装置 26 は、エンジン本体 11 の運転を制御する。エンジン制御装置 26 は、要求負荷等の各種入力条件及び回転数検出部 62 と燃料投入量検出部 64 等の各種センサで検出した結果とに基づいて、エンジン本体 11 の運転を制御する。エンジン制御装置 26 は、シリンダ 21 への燃料の噴射タイミングや、噴射量を制御して、エンジン本体 11 の燃料投入量や回転数を制御する。エンジン制御装置 26 は、燃料投入量や回転数を制御することで、エンジン本体 11 の出力を制御する。

[0019] 過給機 12 は、コンプレッサ 31 とタービン 32 とが回転軸 33 により一体に回転するように連結されて構成されている。この過給機 12 は、エンジン本体 11 の排気ライン G2 から排出された排ガスによりタービン 32 が回転し、タービン 32 の回転が回転軸 33 により伝達されてコンプレッサ 31 が回転し、このコンプレッサ 31 が空気及び／または再循環ガスを圧縮して給気ライン G1 からエンジン本体 11 に供給する。コンプレッサ 31 は外部（大気）から空気を吸入する吸入ライン G6 に接続されている。

[0020] 過給機 12 は、タービン 32 を回転した排ガスを排出する排気ライン G3 が連結されており、この排気ライン G3 は、図示しない煙突（ファンネル）に連結されている。また、排気ライン G3 から給気ライン G1 までの間に EGR システム 13 が設けられている。

[0021] EGR システム 13 は、排ガス再循環ライン G4、G5、G7 と、スクラバ 42 と、デミスタユニット 14 と、EGR ブロワ（送風機）47 と、EGR 制御装置 60 と、を備えている。この EGR システム 13 は、エンジン本体 11 から排出された排ガスの一部を空気と混合した後、過給機 12 により圧縮して燃焼用気体として船用ディーゼルエンジン 10 に再循環させることで、燃焼による NOx の生成を抑制するものである。なお、ここでは、タービン 32 の下流側から排ガスの一部を抽気したが、タービン 32 の上流側から排ガスの一部を抽気してもよい。

- [0022] なお、以下の説明にて、排ガスとは、エンジン本体 11 から排気ライン G2 に排出された後、排気ライン G3 から外部に排出されるものであり、再循環ガスとは、排気ライン G3 から分離された一部の排ガスが排ガス再循環ライン G4、G5、G7 によりエンジン本体 11 に戻されるものである。
- [0023] 排ガス再循環ライン G4 は、一端が排気ライン G3 の中途部に接続されている。排ガス再循環ライン G4 は、EGR 入口バルブ（開閉弁）41A が設けられており、他端がスクラバ 42 に接続されている。EGR 入口バルブ 41A は、排ガス再循環ライン G4 を開閉することで、排気ライン G3 から排ガス再循環ライン G4 に分流する排ガスを ON/OFF する。なお、EGR 入口バルブ 41A を流量調整弁とし、排ガス再循環ライン G4 を通過する排ガスの流量を調整するようにしてもよい。
- [0024] スクラバ 42 は、ベンチュリ式のスクラバであり、中空形状をなすスロート部 43 と、排ガスが導入されるベンチュリ部 44 と、元の流速に段階的に戻す拡大部 45 とを備えている。スクラバ 42 は、ベンチュリ部 44 に導入された排ガスに対して水を噴射する水噴射部 46 を備えている。スクラバ 42 は、SO_x や煤塵などの微粒子（PM）といった有害物質が除去された排ガス及び有害物質を含む排水を排出する排ガス再循環ライン G5 が連結されている。なお、本実施形態では、スクラバとしてベンチュリ式を採用しているが、この構成に限定されるものではない。
- [0025] 排ガス再循環ライン G5 は、デミスタユニット 14 と EGR ブロワ 47 が設けられている。
- [0026] デミスタユニット 14 は、水噴射により有害物質が除去された再循環ガスと排水を分離するものである。デミスタユニット 14 は、排水をスクラバ 42 の水噴射部 46 に循環する排水循環ライン W1 が設けられている。そして、この排水循環ライン W1 は、ミスト（排水）を一時的に貯留するホールドタンク 49 とポンプ 50 が設けられている。
- [0027] EGR ブロワ 47 は、スクラバ 42 内の再循環ガスを排ガス再循環ライン G5 からデミスタユニット 14 に導くものである。EGR ブロワ 47 は、デ

ミスタユニット 14 を通過した排ガスをコンプレッサ 31 に送る。

[0028] 排ガス再循環ライン G7 は、一端が EGR ブロワ 47 に接続されると共に、他端が混合器（図示略）を介してコンプレッサ 31 に接続されており、EGR ブロワ 47 により排ガスがコンプレッサ 31 に送られる。排ガス再循環ライン G7 は、EGR 出口バルブ（開閉弁または流量調整弁）41B が設けられている。吸入ライン G6 からの空気と、排ガス再循環ライン G7 からの再循環ガスは、混合器で混合されることで燃焼用気体が生成される。なお、この混合器は、サイレンサと別に設けられてもよいし、混合器を別途設けることなく、再循環ガスと空気を混合する機能を付加するようにサイレンサを構成してもよい。そして、過給機 12 は、コンプレッサ 31 が圧縮した燃焼用気体を給気ライン G1 からエンジン本体 11 に供給可能であり、給気ライン G1 にエアクーラ（冷却器）48 が設けられている。このエアクーラ 48 は、コンプレッサ 31 により圧縮されて高温となった燃焼用気体と冷却水とを熱交換することで、燃焼用気体を冷却するものである。また、EGR システム 13 は、給気ライン G1 に酸素濃度検出部 66 が配置されている。本実施形態の酸素濃度検出部 66 は、エアクーラ 48 よりもエンジン本体 11 側に配置されている。酸素濃度検出部 66 は、エンジン本体 11 に供給される空気の酸素濃度、つまり EGR システム 13 が稼働している場合は、燃焼用気体の酸素濃度を検出する。

[0029] EGR 制御装置 60 は、EGR システム 13 の各部の動作を制御する。以下、図 3 を用いて、EGR 制御装置 60 について説明する。図 3 は、EGR 制御装置の概略構成を示すブロック図である。

[0030] EGR 制御装置 60 は、回転数取得部 72 と、燃料投入量取得部 74 と、酸素濃度取得部 76 と、EGR 制御部 78 と、リミット値設定部 80 と、を有する。回転数取得部 72 は、回転数検出部 62 からエンジン本体 11 の回転数の情報を取得する。燃料投入量取得部 74 は、燃料投入量検出部 64 からエンジン本体 11 の燃料投入量の情報を取得する。酸素濃度取得部 76 は、酸素濃度検出部 66 からエンジン本体 11 に供給される燃焼用気体の酸素

濃度の情報を取得する。回転数取得部 7 2 と、燃料投入量取得部 7 4 と、酸素濃度取得部 7 6 と、は、取得した情報を EGR 制御部 7 8 とリミット値設定部 8 0 とに送る。

[0031] EGR 制御部 7 8 は、回転数取得部 7 2 と、燃料投入量取得部 7 4 と、酸素濃度取得部 7 6 とで取得した、エンジン本体 1 1 の回転数と燃料投入量と、エンジン本体 1 1 に供給される空気の酸素濃度とに基づいて、EGR ブロワ 4 7 の運転状態、具体的にはコンプレッサ 3 1 を回転させるモータの周波数を制御して、EGR システム 1 3 からエンジン本体 1 1 に供給する再循環ガスの量を制御する。EGR 制御部 7 8 は、エンジン本体 1 1 の負荷と酸素濃度の目標値との関係を記憶しており、負荷に応じて酸素濃度の目標値を算出する。エンジン本体 1 1 の負荷と酸素濃度の目標値との関係は、負荷が大きくなるほど、酸素濃度が低くなる。EGR 制御部 7 8 は、エンジン本体 1 1 の回転数と燃料投入量とに基づいて、エンジン本体 1 1 の負荷（出力）を算出する。EGR 制御部 7 8 は、エンジン本体 1 1 の負荷と酸素濃度の目標値との関係とに基づいて酸素濃度の目標値を算出し、算出した酸素濃度の目標値と取得した酸素濃度との関係と現在の EGR ブロワ 4 7 の周波数とに基づいて、EGR ブロワ 4 7 の周波数（運転周波数）を算出する。EGR 制御部 7 8 は、算出した EGR ブロワ 4 7 の周波数で EGR ブロワ 4 7 を回転させる。EGR 制御部 7 8 は、算出した EGR ブロワ 4 7 の周波数が、リミット値設定部 8 0 で設定したリミット値を超える場合、リミット値の周波数で EGR ブロワ 4 7 を回転させる。本実施形態の EGR 制御部 7 8 は、EGR ブロワ 4 7 のモータの周波数を制御するとしたが、モータの回転数を制御し、コンプレッサ 3 1 の回転数を制御してもよい。なお、EGR 制御部 7 8 は、EGR ブロワ 4 7 以外の各部、例えば、EGR 入口バルブ 4 1 A、EGR 出口バルブ 4 1 B の開閉や、スクラバ 4 2 の運転、エアクーラ 4 8 の運転も制御する。

[0032] リミット値設定部 8 0 は、EGR ブロワ 4 7 の周波数の上限値であるリミット値を設定する。リミット値設定部 8 0 は、リミット値決定部 9 0 と、第

１リミット値算出部９２と、第２リミット値算出部９４と、第３リミット値算出部９６と、を有する。リミット値決定部９０は、第１リミット値算出部９２と、第２リミット値算出部９４と、第３リミット値算出部９６と、のそれぞれで算出した値を比較して、比較結果からリミット値を決定する。具体的には、リミット決定部９０は、第１リミット値算出部９２と、第２リミット値算出部９４と、第３リミット値算出部９６と、のそれぞれで算出した第１リミット値、第２リミット値及び第３リミット値を比較して、最も低い値のリミット値を適用するリミット値（適用リミット値）とする。

[0033] 第１リミット値算出部９２は、図４に示すように、エンジン本体１１の回転数とＥＧＲブロワ４７の周波数のリミット値である第１リミット値との関係を記憶している。第１リミット値は、エンジン本体１１の回転数が高くなるほど高くなる。図４は、エンジン本体１１の回転数とブロワ周波数のリミット値との関係を示すグラフである。図４は、縦軸がブロワ周波数であり、横軸がエンジン本体１１の回転数である。第１リミット値算出部９２は、図４に示す関係と、回転数取得部７２で取得した回転数とに基づいて、回転数取得部７２で取得した回転数に対して設定されているＥＧＲブロワの周波数のリミット値を第１リミット値に決定する。

[0034] 第２リミット値算出部９４は、図５に示すように、エンジン本体１１の燃料投入量（Ｌ１）とＥＧＲブロワ４７の周波数のリミット値である第２リミット値との関係を記憶している。図５は、エンジン本体１１の燃料投入量とブロワ周波数のリミット値との関係を示すグラフである。図５は、縦軸がブロワ周波数であり、横軸が燃料投入量である。第２リミット値算出部９４は、図５に示す関係と燃料投入量取得部７４で取得した燃料投入量とに基づいて、燃料投入量取得部７４で取得した燃料投入量に対して設定されているＥＧＲブロワの周波数のリミット値を第２リミット値に決定する。

[0035] 第３リミット値算出部９６は、図６に示すように、エンジン本体１１の負荷とＥＧＲブロワ４７の周波数のリミット値である第３リミット値との関係を記憶している。図６は、エンジン本体１１の負荷とブロワ周波数のリミッ

ト値との関係を示すグラフである。図6は、縦軸がブロワ周波数であり、横軸が負荷である。第3リミット値算出部96は、回転数取得部72で取得した回転数と燃料投入量取得部74で取得した燃料投入量とに基づいてエンジン本体11の負荷を算出する。第3リミット値算出部96は、図6に示す関係と算出した負荷とに基づいて、算出した負荷に対して設定されているEGRブロワの周波数のリミット値を第3リミット値に決定する。

[0036] 以下、本実施形態のEGRシステム13の作用を説明する。

[0037] 図2に示すように、エンジン本体11は、掃気バンク22からシリンダ21内に燃焼用気体が供給されると、ピストンによってこの燃焼用気体が圧縮され、この高温の燃焼用気体に対して燃料が噴射することで自然着火し、燃焼する。そして、発生した燃焼ガスは、排ガスとして排気マニホールド23から排気ラインG2に排出される。エンジン本体11から排出された排ガスは、過給機12におけるタービン32を回転した後、排気ラインG3に排出され、EGR入口バルブ41A及びEGR出口バルブ41Bが閉止しているときは、全量が排気ラインG3から外部に排出される。

[0038] 一方、EGR入口バルブ41A及びEGR出口バルブ41Bが開放しているとき、排ガスは、その一部が排気ラインG3から排ガス再循環ラインG4に流れる。排ガス再循環ラインG4に流れた再循環ガスは、スクラバ42により、有害物質が除去される。即ち、スクラバ42は、再循環ガスがベンチュリ部44を高速で通過するとき、水噴射部46から水を噴射することで、この水により再循環ガスを冷却すると共に、有害物質を水と共に落下させて除去する。そして、有害物質を含むミスト（排水）は、再循環ガスと共にデミスタユニット14に流入する。

[0039] スクラバ42により有害物質が除去された再循環ガスは、排ガス再循環ラインG5に排出され、デミスタユニット14によりミスト（排水）が分離された後、排ガス再循環ラインG7により過給機12に送られる。そして、この再循環ガスは、吸入ラインG6から吸入された空気と混合されて燃焼用気体となり、過給機12のコンプレッサ31で圧縮された後、エアクーラ48

で冷却され、給気ラインG 1 からエンジン本体 1 1 に供給される。

[0040] 次に、図 7 を用いて、EGR 制御装置 6 0 による EGR ブロワ 4 7 の制御の一例を説明する。図 7 は、ブロワの運転制御の一例を示すフローチャートである。図 7 に示す処理は、EGR 制御装置 6 0 が各部の動作を制御することで実現することができる。

[0041] EGR 制御装置 6 0 は、エンジン本体 1 1 の運転状態の情報を取得する（ステップ S 1 2）。具体的には、回転数取得部 7 2 で回転数を取得し、燃料投入量取得部 7 4 で燃料投入量を取得し、酸素濃度取得部 7 6 で酸素（ O_2 ）濃度を取得する。

[0042] EGR 制御装置 6 0 は、運転状態に基づいて、EGR ブロワ 4 7 の運転周波数を決定する（ステップ S 1 4）。EGR 制御装置 6 0 は、上述したように、エンジン本体 1 1 の回転数と燃料投入量とに基づいて、エンジン本体 1 1 の負荷（出力）を算出する。EGR 制御部 7 8 は、エンジン本体 1 1 の負荷と酸素濃度の目標値との関係とに基づいて酸素濃度の目標値を算出し、算出した酸素濃度の目標値と取得した酸素濃度との関係と現在の EGR ブロワの周波数とに基づいて、EGR ブロワ 4 7 の周波数（運転周波数）を算出する。

[0043] EGR 制御装置 6 0 は、運転周波数を算出したら、運転状態に基づいてリミット値を決定する（ステップ S 1 6）。なお、ステップ S 1 4 の処理とステップ S 1 6 の処理は、並列で実行しても、逆の順番で実行してもよい。

[0044] 図 8 を用いて、ステップ S 1 6 のリミット値の決定処理について説明する。図 8 は、リミット値の設定方法の一例を示すフローチャートである。図 8 の処理は、EGR 制御装置 6 0 のリミット値設定部 8 0 が各種処理を実行することで実現することができる。リミット値設定部 8 0 は、第 1 リミット値算出部 9 2 がエンジン本体 1 1 の回転数に基づいて第 1 リミット値を算出する（ステップ S 3 2）。リミット値設定部 8 0 は、第 2 リミット値算出部 9 4 がエンジン本体 1 1 の燃料投入量に基づいて第 2 リミット値を算出する（ステップ S 3 4）。リミット値設定部 8 0 は、第 3 リミット値算出部 9 6 が

エンジン本体 11 の負荷に基づいて第 3 リミット値を算出する（ステップ S 36）。リミット値設定部 80 は、算出した第 1 リミット値、第 2 リミット値及び第 3 リミット値のうち、値が最も小さいリミット値をリミット値（適用するリミット値）に決定する（ステップ S 38）。

[0045] 図 7 に戻り、EGR 制御装置 60 の処理について説明する。EGR 制御装置 60 は、リミット値を決定した場合、運転周波数<リミット値であるかを判定する（ステップ S 18）。EGR 制御装置 60 は、運転周波数<リミット値である（ステップ S 18 で Yes）と判定した場合、運転周波数で EGR ブロワ 47 を運転する（ステップ S 20）。つまり、EGR 制御装置 60 は、運転状態に基づいて算出した運転周波数で EGR ブロワ 47 を運転する。EGR 制御装置 60 は、運転周波数 $\geq$ リミット値である（ステップ S 18 で No）と判定した場合、リミット値の周波数で EGR ブロワ 47 を運転する（ステップ S 22）。つまり、EGR 制御装置 60 は、運転状態に基づいて算出した運転周波数よりも低いリミット値の周波数で EGR ブロワ 47 を運転する。

[0046] EGR 制御装置 60 は、リミット値設定部 80 でリミット値を設定することで、EGR 制御部 78 で算出した運転周波数が、実際のエンジン本体 11 の運転状態に対して、過剰な量の再循環ガスを供給する運転周波数となった場合に、その値よりも小さい値であるリミット値とすることができる。これにより、実際のエンジン本体 11 の運転状態に対して、過剰な量の再循環ガスを供給することを抑制することができる。

[0047] また、EGR 制御装置 60 は、エンジン本体 11 の回転数に基づいて第 1 リミット値を算出することで、実際のエンジン本体 11 の運転状態に対して、過剰な量の再循環ガスを供給することをより確実に抑制することができる。

[0048] ここで、図 9 は、負荷のみのリミット値を用いた場合の動作の一例を示すグラフである。図 9 は、線分 100 がエンジン本体 11 の負荷（算出馬力）であり、線分 102 がエンジン本体 11 の回転数であり、線分 104 がエン

ジン本体 11 への燃料投入量である。なお、エンジン本体 11 の負荷は、負荷をセンサで直接検出したものではなく、回転数と燃料投入量から算出される値である。図 9 に示す例は、負荷のみのリミット値、つまり第 3 リミット値のみを用いて制御を行っている。ここで、第 3 リミット値は、負荷が高くなるとリミット値も高くなる。

[0049] 図 9 に示すように、何らかの原因により運転状態の検出が不適切な状態となり、EGR システム 13 で供給する再循環ガスの量が多くなると、エンジン本体 11 での燃焼条件が悪化するため、回転数を維持するために燃料投入量が増加する。運転状態の検出が不適切な状態としては、一例として酸素濃度検出部 66 の故障により、混合気の酸素濃度が適切に検出できない状態がある。EGR システム 13 は、燃料投入量が増加すると算出するエンジン本体 11 の負荷も大きくなる。ここで、負荷が増大するとその負荷で算出されるリミット値も高くなる。そのため、負荷が増大された状態で算出された運転周波数はリミット値よりも小さくなり、算出された負荷の増大に対応して増加した運転周波数で EGR ブロワ 47 が運転される。増加した運転周波数で EGR ブロワ 47 が運転されると、エンジン本体 11 に供給される再循環ガスの量が増加するため、エンジン本体 11 での燃焼条件が悪化するため、回転数を維持するために燃料投入量が増加する運転条件が算出される。新たに算出される運転条件は、燃料投入量が増加するため、その分リミット値も高くなり、運転周波数がリミット値以下となり、再循環ガスの供給量が増加する。このように、第 3 リミット値のみで制御を行うと、運転周波数がリミット値で制限されず、EGR システム 13 から供給される再循環ガスの供給量が増加し、その状態で回転数を維持するため、燃料の投入量が増加する処理が繰り返される。

[0050] これに対して、本実施形態の EGR 制御装置 60 は、運転状態の検出が不適切な状態となり、EGR システム 13 で供給する再循環ガスの量が多くなると、エンジン本体 11 での燃焼条件が悪化するため、回転数を維持するために燃料投入量が増加した場合も、回転数に対する第 1 リミット値を用いる

ことで、燃料投入量の増加に対応して大きな値になる運転周波数がある時点で第1リミット値よりも大きい値となり、その時点でEGRブロワ47の周波数の上昇を抑制することができる。これにより、エンジン本体11に供給される再循環ガスの量が多くなることを抑制し、エンジン本体11の運転状態が悪化することを抑制できる。

[0051] また、EGR制御装置60は、エンジン本体の燃料投入量に基づいて第2リミット値を算出することで、実際のエンジン本体11の運転状態に対して、過剰な量の再循環ガスを供給することをより確実に抑制することができる。例えば、燃料投入量の変動が小さい状態で、他の条件が変化し、負荷等が変化した場合でも、EGRブロワ47の回転数が上昇することを抑制できる。より具体的には、船舶の速度が出やすい状態、例えば、積荷が軽い状態、潮流に沿って航行している場合は、少ない燃料投入量でも回転数が高くなり、負荷が高く算出される。この状態で回転数や負荷に基づいてエンジン本体に供給する再循環ガスの量が多くと、燃焼する燃料が少ないため、燃焼条件が悪化する。この場合も燃料投入量でリミット値を設定することで、EGRブロワ47の回転数が上昇することを抑制できる。これにより、エンジン本体に過剰な量の再循環ガスを供給することを抑制でき、エンジン本体の運転状態が極端に悪化することを抑制することができる。

[0052] また、EGR制御装置60は、エンジン本体11の負荷に基づいて第3リミット値を算出することで、実際のエンジン本体11の運転状態に対して、過剰な量の再循環ガスを供給することをより確実に抑制することができる。例えば、負荷の変動が小さい状態で、他の条件が変化し、燃料投入量等が変化した場合でも、EGRブロワ47の回転数が上昇することを抑制できる。これにより、エンジン本体11に過剰な量の再循環ガスを供給することを抑制でき、エンジン本体11の運転状態が極端に悪化することを抑制することができる。

[0053] 本実施形態のEGR制御装置60は、第1リミット値と第2リミット値と第3リミット値とを比較し、最も低い値をリミット値として用いたが本発明

はこれに限定されない。EGR制御装置60は、第1リミット値と第2リミット値との両方を用いることが好ましいが、第1リミット値のみを用いてもよい。また、EGR制御装置60は、第2リミット値のみを用いてもよい。それぞれのリミット値を用いることで、上述した効果を得ることができ、リミット値を組み合わせ、最小値を適用するリミット値とすることで、エンジン本体11に過剰な量の再循環ガスを供給することを抑制でき、エンジン本体11の運転状態が極端に悪化することをより確実に抑制することができる。

[0054] また、EGR制御装置60は、エンジン本体11の負荷と酸素濃度の目標値との関係とに基づいて酸素濃度の目標値を算出し、算出した酸素濃度の目標値と酸素濃度検出部66の計測結果との関係と現在のEGRブロワ47の周波数とに基づいて、EGRブロワ47の周波数（運転周波数）を算出することで、エンジン本体11に供給する混合気の O_2 濃度を適切な濃度とすることができ、窒素酸化物の発生を低減することができる。また、EGR制御装置60は、算出したEGRブロワ47の周波数が、リミット値を超える場合、算出した前記EGRブロワ47の周波数を前記リミット値とすることで、上述したように、エンジンに供給する空気の酸素濃度を制御しつつ、リミット値を超える場合は、リミット値以下の周波数として、供給する再循環ガスの量を制限することで、エンジン本体11に過剰な再循環ガスを供給することを抑制しつつ、酸素濃度を低減して窒素酸化物の発生を抑制することができる。

[0055] また、上述した実施形態では、船用ディーゼルエンジンとして、主機関を用いて説明したが、発電機として用いられるディーゼルエンジンにも適用することができる。

符号の説明

- [0056] 10 船用ディーゼルエンジン
 11 エンジン本体
 12 過給機

1 3 E G R システム
1 4 デミスタユニット
2 6 エンジン制御装置
4 1 A E G R 入口バルブ
4 1 B E G R 出口バルブ
4 2 スクラバ
4 7 E G R ブロワ
4 8 エアクーラ（冷却器）
6 0 E G R 制御装置
6 2 回転数検出部
6 4 燃料投入量検出部
6 6 酸素濃度検出部
7 2 回転数取得部
7 4 燃料投入量取得部
7 6 酸素濃度取得部
7 8 E G R 制御部
8 0 リミット値設定部
9 0 リミット値決定部
9 2 第 1 リミット値算出部
9 4 第 2 リミット値算出部
9 6 第 3 リミット値算出部
1 0 0 負荷
1 0 2 回転数
1 0 4 燃料投入量
G 4, G 5, G 7 排ガス再循環ライン
G 6 吸入ライン
W 1 排水循環ライン

請求の範囲

- [請求項1] エンジン本体から排出された排ガスの一部を燃焼用気体として前記エンジン本体に再循環する排ガス再循環ラインと、
 前記排ガス再循環ラインに設けられるEGRブロワと、
 前記排ガス再循環ラインを介して前記エンジン本体に供給する前記排ガスの流量を制御する制御装置と、を備え、
 前記制御装置は、前記エンジン本体の回転数と前記EGRブロワの周波数に基づいて、前記EGRブロワの周波数の第1リミット値を決定し、前記EGRブロワの周波数を前記第1リミット値以下で運転することを特徴とするEGRシステム。
- [請求項2] 前記制御装置は、前記エンジン本体の燃料投入量と前記EGRブロワの周波数に基づいて、前記EGRブロワの周波数の第2リミット値を決定し、前記EGRブロワの周波数を前記第2リミット値以下で運転することを特徴とする請求項1に記載のEGRシステム。
- [請求項3] 前記制御装置は、前記エンジン本体の負荷と前記EGRブロワの周波数に基づいて、前記EGRブロワの周波数の第3リミット値を決定し、前記EGRブロワの周波数を前記第3リミット値以下で運転することを特徴とする請求項1または2に記載のEGRシステム。
- [請求項4] 前記エンジン本体に供給される前記燃焼用気体の酸素濃度を計測する酸素濃度検出部を備え、
 前記制御装置は、前記エンジン本体の負荷と酸素濃度の目標値との関係とに基づいて前記酸素濃度の目標値を算出し、算出した酸素濃度の目標値と前記酸素濃度検出部の計測結果との関係と現在のEGRブロワの周波数とに基づいて、前記EGRブロワの周波数を算出し、
 算出した前記EGRブロワの周波数が、リミット値を超える場合、前記算出した前記EGRブロワの周波数を前記リミット値とすることを特徴とする請求項1から3のいずれか一項に記載のEGRシステム。

補正された請求の範囲
[2017年7月13日 (13.07.2017) 国際事務局受理]

〔請求項 1〕(補正後) エンジン本体から排出された排ガスの一部を燃焼用気体として前記エンジン本体に再循環する排ガス再循環ラインと、

前記排ガス再循環ラインに設けられる EGR ブロワと、

前記排ガス再循環ラインを介して前記エンジン本体に供給する前記排ガスの流量を制御する制御装置と、を備え、

前記制御装置は、前記エンジン本体の負荷と酸素濃度の目標値に基づいて、前記 EGR ブロワの周波数を算出し、かつ、前記エンジン本体の回転数に基づいて、前記 EGR ブロワの周波数の第 1 リミット値を決定し、前記 EGR ブロワの周波数を前記第 1 リミット値以下で運転し、

前記第 1 リミット値は、前記エンジン本体の運転状態に対し、前記エンジン本体に供給する前記排ガスの流量が過剰な量となることを抑制する値であることを特徴とする EGR システム。

〔請求項 2〕(補正後) 前記制御装置は、前記エンジン本体の燃料投入量に基づいて、前記 EGR ブロワの周波数の第 2 リミット値を決定し、前記 EGR ブロワの周波数を前記第 2 リミット値以下で運転することを特徴とする請求項 1 に記載の EGR システム。

〔請求項 3〕(補正後) 前記制御装置は、前記エンジン本体の負荷に基づいて、前記 EGR ブロワの周波数の第 3 リミット値を決定し、前記 EGR ブロワの周波数を前記第 3 リミット値以下で運転することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の EGR システム。

〔請求項 4〕(補正後) 前記エンジンに供給される前記燃焼用気体の酸素濃度を計測する酸素濃度検出部を備え、

前記制御装置は、複数のリミット値が算出されている場合、最も低いリミット値を設定されているリミット値とし、

前記エンジン本体の負荷と酸素濃度の目標値との関係とに基づいて前記酸素濃度の目標値を算出し、算出した酸素濃度の目標値と前記酸素濃度検出部の計測結果との関係と現在の EGR ブロワの周波数とに基づいて、前記 EGR ブロワの周波数を算出し、

算出した前記 EGR ブロワの周波数が、前記設定されているリミット値を超える場合、前記算出した前記 EGR ブロワの周波数を前記設定されているリミット値の周波数とすることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の EGR システム。

条約第19条(1)に基づく説明書

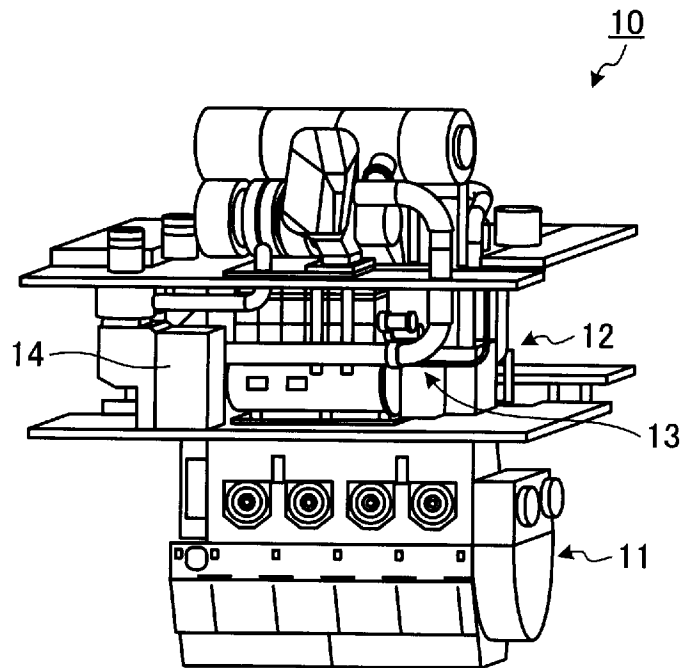
請求の範囲の請求項1を「前記エンジン本体の負荷と酸素濃度の目標値に基づいて、前記EGRブロワの周波数を算出し、かつ、」「前記第1リミット値は、前記エンジン本体の運転状態に対し、前記エンジン本体に供給する前記排ガスの流量が過剰な量となることを抑制する値である」と限定し、「前記エンジン本体の回転数に基づいて」と明細書の記載に基づいて「EGRブロワの周波数」を削除した。

請求の範囲の請求項2の「前記エンジン本体の燃料投入量に基づいて」と明細書の記載に基づいて「EGRブロワの周波数」を削除した。

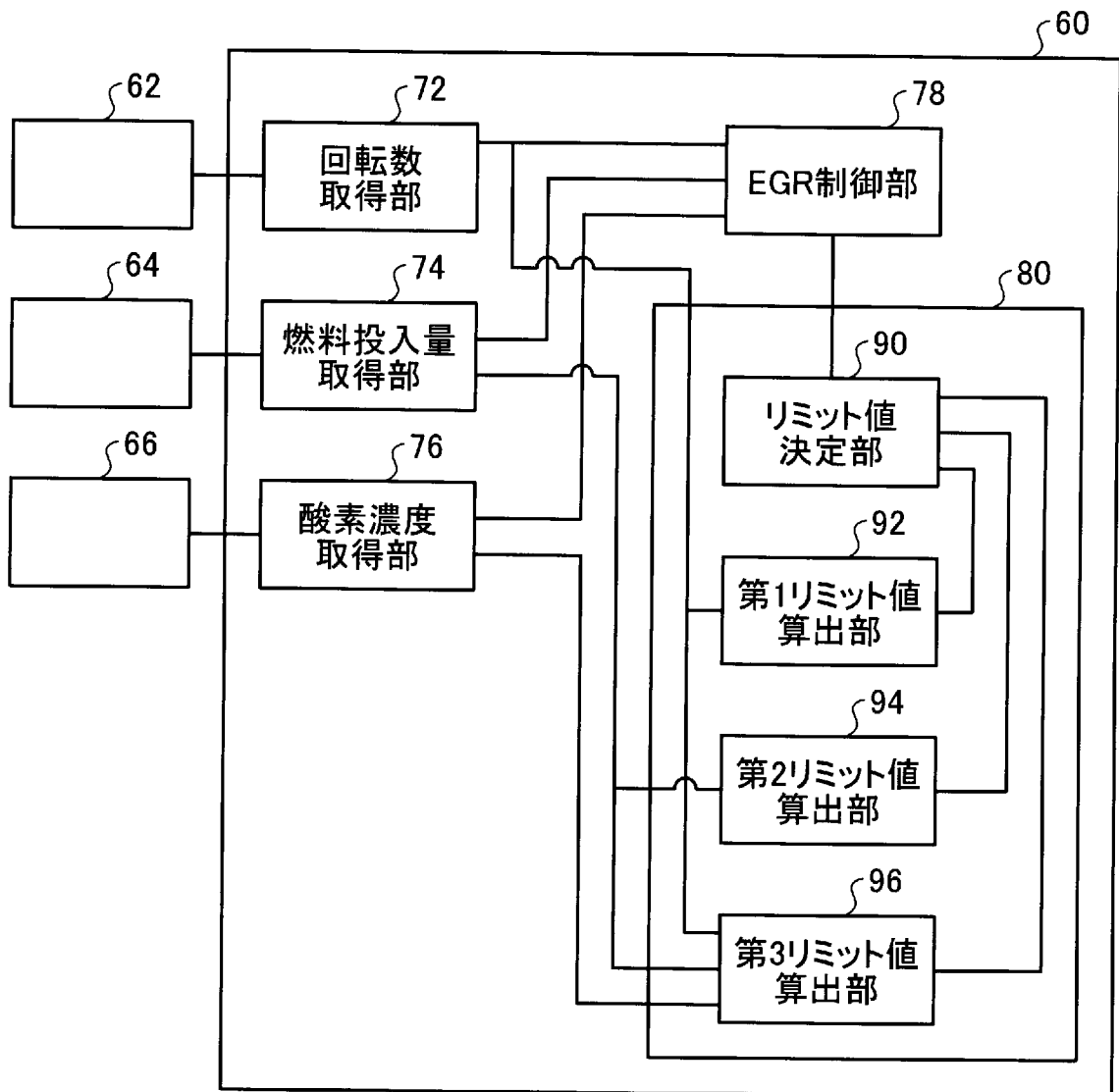
請求の範囲の請求項3の「前記エンジン本体の負荷に基づいて」と明細書の記載に基づいて「EGRブロワの周波数」を削除した。

請求の範囲の請求項4を「前記制御装置は、複数のリミット値が算出されている場合、最も低いリミット値を設定されているリミット値とし、」「算出した前記EGRブロワの周波数が、前記設定されているリミット値を超える場合、前記算出した前記EGRブロワの周波数を前記設定されているリミット値の周波数とすること」とし、請求項4の記載及びリミット値を明確にした。

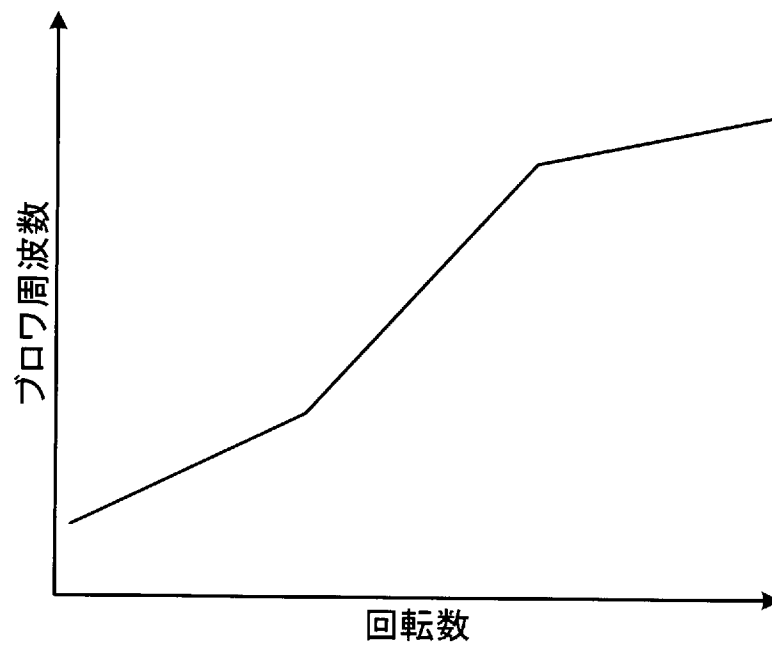
[図1]



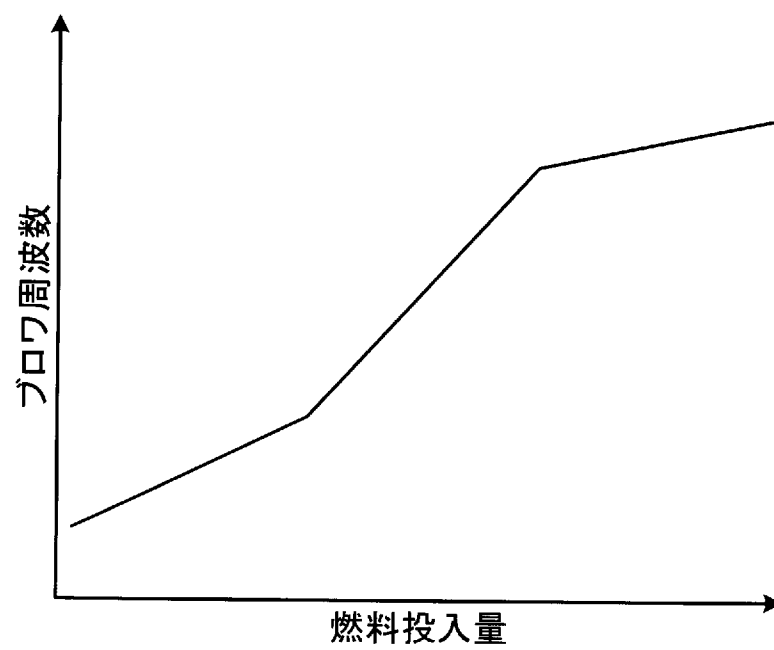
[図3]



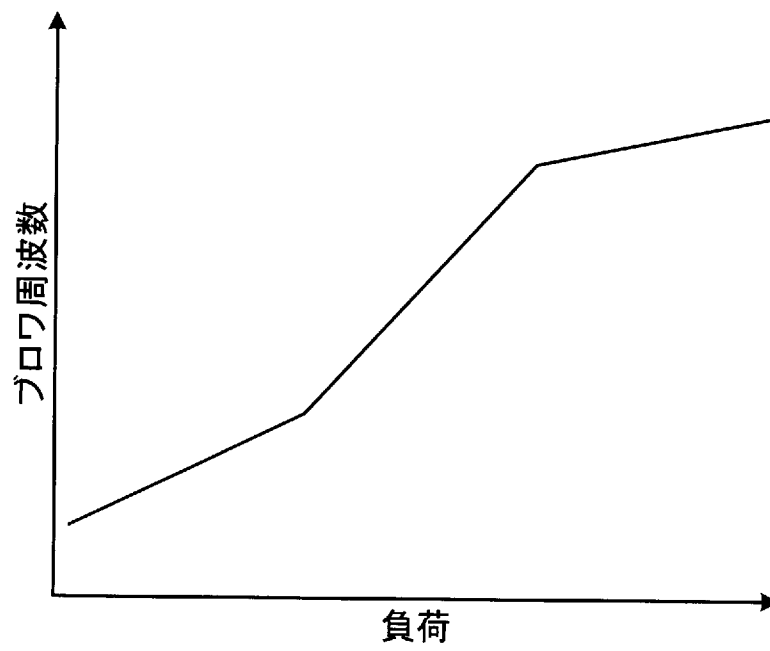
[図4]



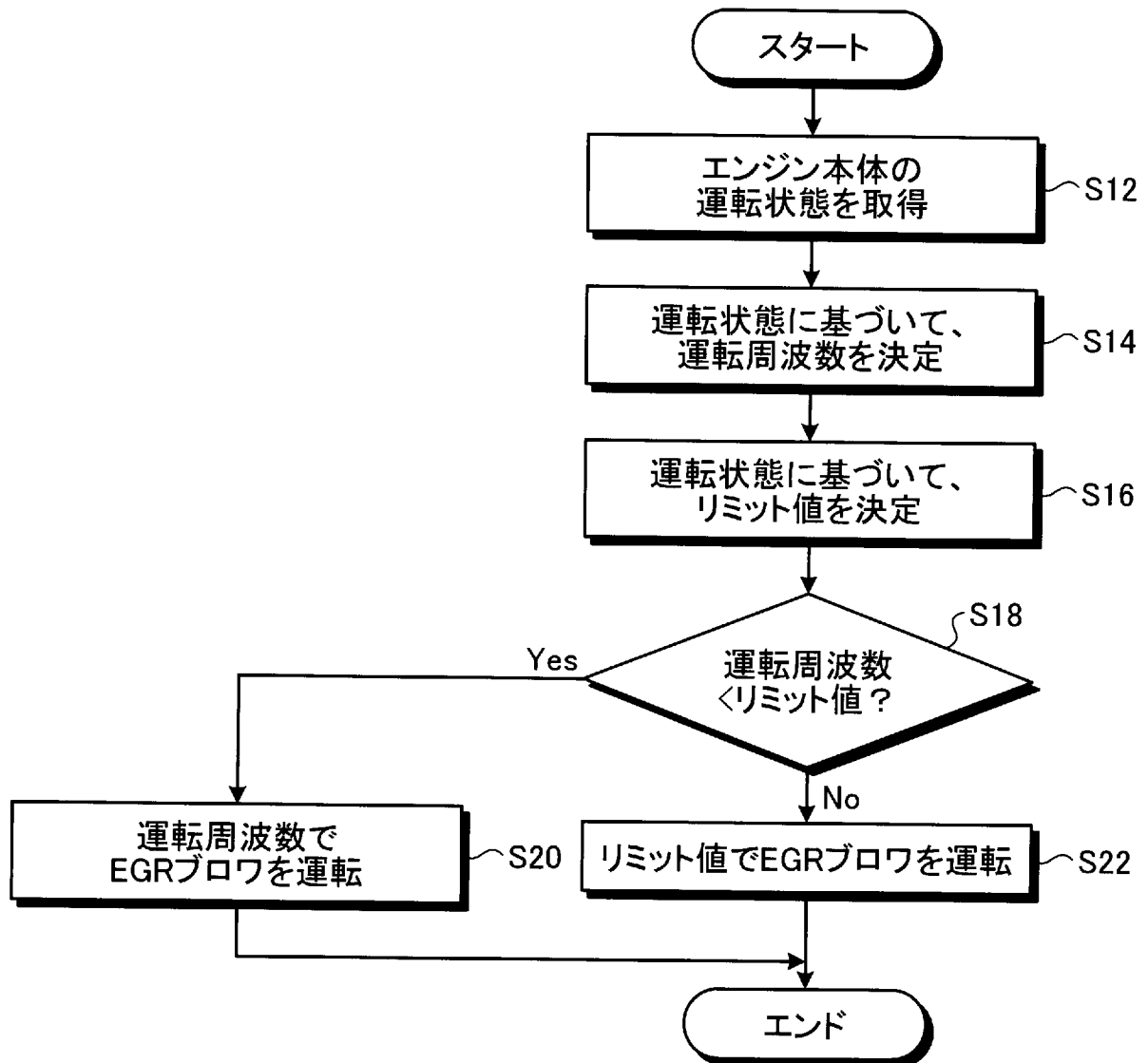
[図5]



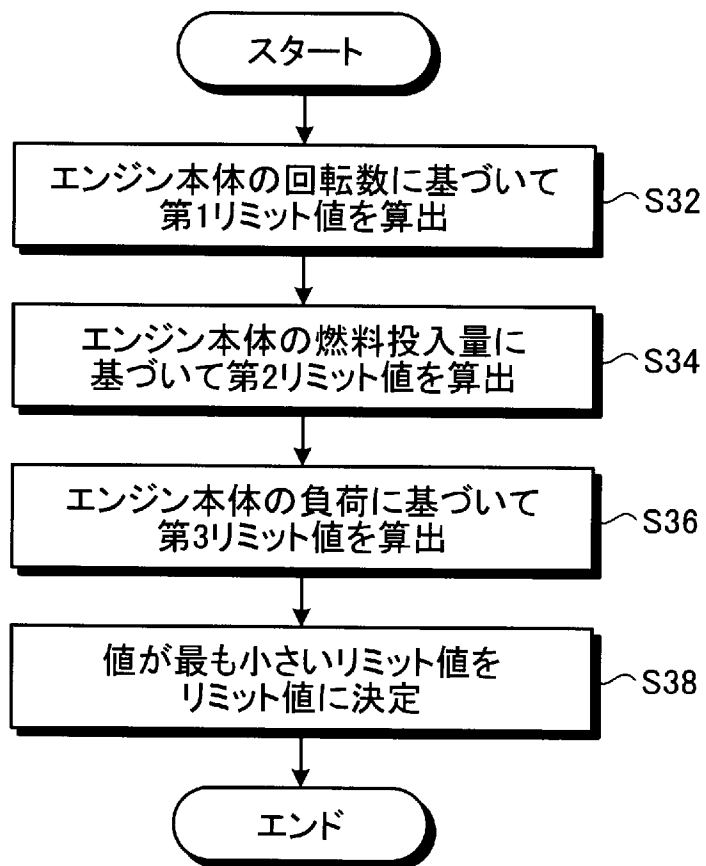
[図6]



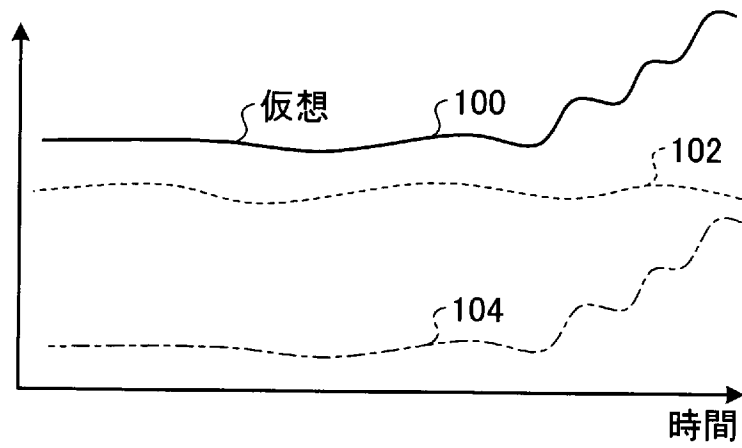
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/004775

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02M26/34(2016.01)i, F02D21/08(2006.01)i, F02M26/06(2016.01)i, F02M26/46(2016.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02B47/08-47/10, F02D13/00-28/00, F02M26/00-26/74

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2014-234746 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 15 December 2014 (15.12.2014), paragraphs [0030], [0057], [0073]; fig. 1 & WO 2014/192669 A1 & KR 10-2015-0110750 A & CN 105051361 A	1-4
A	JP 2011-157960 A (MAN Diesel & Turbo, Filial af Man Diesel & Turbo Se, Tyskland), 18 August 2011 (18.08.2011), paragraphs [0043], [0056]; fig. 1 to 2 & KR 10-2011-0089074 A	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27 March 2017 (27.03.17)

Date of mailing of the international search report
04 April 2017 (04.04.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F02M26/34(2016.01)i, F02D21/08(2006.01)i, F02M26/06(2016.01)i, F02M26/46(2016.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F02B47/08-47/10, F02D13/00-28/00, F02M26/00-26/74

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2014-234746 A (三菱重工業株式会社) 2014.12.15, [0030], [0057], [0073], 図1 & WO 2014/192669 A1 & KR 10-2015-0110750 A & CN 105051361 A	1-4
A	JP 2011-157960 A (エムエーエヌ・ディーゼル・アンド・ターボ・フィリアル・アフ・エムエーエヌ・ディーゼル・アンド・ターボ・エスイー・ティスクランド) 2011.08.18, [0043], [0056], 図1-2 & KR 10-2011-0089074 A	1-4

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27.03.2017

国際調査報告の発送日

04.04.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小林 勝広

3 S

9061

電話番号 03-3581-1101 内線 3391