

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7048088号
(P7048088)

(45)発行日 令和4年4月5日(2022.4.5)

(24)登録日 令和4年3月28日(2022.3.28)

(51)国際特許分類

F 0 2 D	41/14 (2006.01)	F 0 2 D	41/14
F 0 2 D	23/02 (2006.01)	F 0 2 D	23/02
F 0 2 D	43/00 (2006.01)	F 0 2 D	43/00
F 0 2 D	45/00 (2006.01)	F 0 2 D	43/00
		F 0 2 D	3 0 1 H
		F 0 2 D	45/00
		F 0 2 D	3 0 1 R

F I

請求項の数 12 (全13頁)

(21)出願番号 特願2018-61631(P2018-61631)
 (22)出願日 平成30年3月28日(2018.3.28)
 (65)公開番号 特開2019-173633(P2019-173633)
 A)
 (43)公開日 令和1年10月10日(2019.10.10)
 審査請求日 令和3年3月11日(2021.3.11)

(73)特許権者 501204525
 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
 東京都三鷹市新川6丁目38番1号
 (74)代理人 100098545
 弁理士 阿部 伸一
 100087745
 弁理士 清水 善廣
 100106611
 弁理士 辻田 幸史
 100189717
 弁理士 太田 貴章
 (72)発明者 ボンダレンコ オレクシ一
 東京都三鷹市新川6丁目38番1号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術
 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 燃料供給制御方法及び燃料供給制御システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

過給機を含む原動機への燃料の供給を制御する燃料供給制御方法であって、前記原動機の回転数を設定し、前記原動機の回転数を検出し、設定された設定回転数と検出した検出回転数との偏差に基づいてフィードバック制御により前記原動機へ供給する燃料量を調節するに当たり、前記原動機の掃気圧を検出し、前記偏差を前記検出回転数と検出掃気圧から導出される補正值をもって補正し、補正された補正偏差に基づいて前記フィードバック制御を行うことを特徴とする燃料供給制御方法。

【請求項2】

前記原動機の前記回転数に対応する燃料の回転数限界値及び前記原動機の前記掃気圧に対応する燃料の掃気圧限界値に基づいて前記補正值を導出することを特徴とする請求項1に記載の燃料供給制御方法。

【請求項3】

前記回転数に対応する前記燃料量の回転数リミット量及び前記掃気圧に対応する前記燃料量の掃気圧リミット量を導出し、前記回転数リミット量と前記掃気圧リミット量に基づいて前記補正值を導出することを特徴とする請求項2に記載の燃料供給制御方法。

【請求項4】

前記フィードバック制御の出力としての前記燃料量をフィードバックし、前記回転数リミット量及び前記掃気圧リミット量とフィードバックした前記燃料量との関係に基づいて前記補正值を導出することを特徴とする請求項3に記載の燃料供給制御方法。

【請求項 5】

前記回転数リミット量とフィードバックした前記燃料量との差分及び前記掃気圧リミット量とフィードバックした前記燃料量との差分に基づいて重み付けを行い、前記補正值を導出することを特徴とする請求項 4 に記載の燃料供給制御方法。

【請求項 6】

前記回転数リミット量とフィードバックした前記燃料量との差分及び前記掃気圧リミット量とフィードバックした前記燃料量との差分を相当回転数に変換し前記補正值を導出することを特徴とする請求項 4 又は請求項 5 に記載の燃料供給制御方法。

【請求項 7】

過給機を含む原動機への燃料の供給を制御する燃料供給制御システムであって、前記原動機の回転数を設定する回転数設定手段と、前記原動機の回転数を検出する回転数検出手段と、前記回転数設定手段で設定した設定回転数と前記回転数検出手段で検出した検出回転数との偏差に基づいてフィードバック制御により前記原動機へ供給する燃料量を調節する電子ガバナー手段と、前記原動機の掃気圧を検出する掃気圧検出手段とを備え、前記電子ガバナー手段が、前記偏差を前記検出回転数と検出掃気圧とから導出される補正值をもって補正し、補正された補正偏差に基づいて前記フィードバック制御を行うことを特徴とする燃料供給制御システム。

10

【請求項 8】

前記電子ガバナー手段が、前記原動機の前記回転数に対応する燃料の回転数限界値を設定する回転数限界値設定部及び前記原動機の前記掃気圧に対応する燃料の掃気圧限界値を設定する掃気圧限界値設定部を有し、設定された前記回転数限界値及び前記掃気圧限界値に基づいて前記補正值を導出することを特徴とする請求項 7 に記載の燃料供給制御システム。

20

【請求項 9】

前記電子ガバナー手段が、前記回転数に対応する前記燃料量の回転数リミット量、及び前記掃気圧に対応する前記燃料量の掃気圧リミット量を導出し、前記回転数リミット量と前記掃気圧リミット量に基づいて前記補正值を導出する補正值導出部を有することを特徴とする請求項 8 に記載の燃料供給制御システム。

【請求項 10】

前記電子ガバナー手段が、前記フィードバック制御の出力としての前記燃料量をフィードバックし、前記補正值導出部が、前記回転数リミット量及び前記掃気圧リミット量とフィードバックした前記燃料量との関係に基づいて前記補正值を導出することを特徴とする請求項 9 に記載の燃料供給制御システム。

30

【請求項 11】

前記補正值導出部が、前記回転数リミット量とフィードバックした前記燃料量との差分、及び前記掃気圧リミット量とフィードバックした前記燃料量との差分に基づいて重み付けを行い、前記補正值を導出することを特徴とする請求項 10 に記載の燃料供給制御システム。

【請求項 12】

前記補正值導出部が、前記回転数リミット量とフィードバックした前記燃料量との差分、及び前記掃気圧リミット量とフィードバックした前記燃料量との差分を相当回転数に変換し前記補正值を導出することを特徴とする請求項 10 又は請求項 11 に記載の燃料供給制御システム。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、過給機を含む原動機への燃料の供給を制御する燃料供給制御方法及び燃料供給制御システムに関する。

【背景技術】**【0002】**

ガバナーは、ディーゼル機関等の原動機へ供給する燃料量を調節して原動機の回転数の制

50

御を行う。

原動機の回転数制御は、100年以上前から遠心ボルによるスピードガバナーでフィードバック制御が行われてきた。スピードガバナーはその後、油圧機械ガバナーに置き換わり、現在はマイクロプロセッサーによる電子ガバナーが主流となっている。

しかし、ガバナーの制御理論は、依然として設定回転数と実回転数の差でフィードバック制御を行うものであり変わっていない。このフィードバック制御には、PID演算部を有するPIDガバナー等が用いられる。

【0003】

ガバナーには、原動機保護の観点から燃料量を制限する各種リミッターが設けられている。図3は、過給機を含む原動機への燃料の供給を制御する従来のガバナーの構成例を示す図である。PID演算部100と並列に、リミッターとしての回転数リミット部110及び掃気圧リミット部120が配置されている。

10

偏差演算部140は、原動機に設定された設定回転数 n_{sp} と、原動機から検出された検出回転数 n_{act} を入力として偏差を算出し、算出した偏差を出力する。

PID演算部100は、偏差演算部140から出力された偏差に比例動作P、積分動作I、微分動作Dを施して原動機へ供給する燃料量を算出し、算出した燃料量を出力する。

回転数リミット部110は、原動機へ供給する燃料量を検出回転数 n_{act} に応じて制限する。回転数リミット部110は、検出回転数 n_{act} を入力としてあらかじめ指定されたグラフより制限燃料量となる燃料量を制限する指令値となる回転数リミット量 h_p' を設定し、設定した回転数リミット量 h_p' を出力する。

20

掃気圧リミット部120は、原動機へ供給する燃料量を原動機から検出された検出掃気圧 P_s に応じて制限する。掃気圧リミット部120は、検出掃気圧 P_s を入力としてあらかじめ指定されたグラフより制限燃料量となる燃料量を制限する指令値となる掃気圧リミット量 h_p'' を設定し、設定した掃気圧リミット量 h_p'' を出力する。

信号切替器(LSS:Lower signal selector)130は、PID演算部100から出力された燃料量と、回転数リミット部110から出力された回転数リミット量 h_p' と、掃気圧リミット部120から送信された掃気圧リミット量 h_p'' のうち、最小シグナル(最小の燃料量)を選択して、燃料量 h_p を出力する。

このように、従来のガバナーはPID演算部100と、回転数リミット部110及び掃気圧リミット部120が並列に配置されており、回転数リミット量 h_p' 及び掃気圧リミット量 h_p'' はPID演算部100での演算においては考慮されていない。この方法では、回転数リミット部110又は掃気圧リミット部120によって燃料量が制限されるか否かのオン/オフ動作であるため、燃料量 h_p をスムーズに調節することができず原動機の回転数が急激に変動する可能性がある。近年は特に省エネ運航の要請や、環境規制の強化等の影響から回転数リミット部110又は掃気圧リミット部120によって燃料量が制限される回数が増えており、ガバナーによる原動機の回転数制御の信頼性が問われるようになってきた。

30

【0004】

ここで、特許文献1には、回転数指令とエンジン実回転数の間の偏差に基づきガバナー指令を演算してターボ過給機を備えたエンジンを制御する構成において、PID演算部の出力とPID制御規制部の出力をスイッチに入力し、一方の出力を選択的にガバナー指令として燃料供給装置に出力するようにし、エンジン実回転数が回転数指令よりも小さいときに、ターボラグ期間に渡って演算に基づくガバナー指令の出力を停止し、その間ガバナー指令を漸次増大して出力することで、燃費の改善等を図ることが開示されている。

40

また、特許文献2には、ディーゼルエンジンの実回転数と設定回転数との偏差に応じて燃料噴射ポンプのコントロールラックの位置を制御する構成において、回転数設定信号の時間的变化率を制限する信号変換手段を設けて、回転数設定信号の時間的变化率を予め設定した制限値以下に制限し、時間的变化率が制限された回転数設定信号と回転数検出信号との偏差をゼロにするために必要なコントロールラックの操作量を操作量演算手段により演算し、演算された操作量だけコントロールラックを変位させるようにアクチュエータに駆

50

動信号を与えることで、ディーゼルエンジンからの黒煙排出防止等を図ることが開示されている。

また、特許文献 3 には、ディーゼル機関の回転速度を指示速度に一致させるように制御する構成において、始動時增量制御回路を設け、速度検出信号に同期して交番する交流分に回転速度に比例して変化する直流分が重畠された速度検出電圧を得、速度検出電圧が增量制御終了速度指示電圧以下の時に增量用駆動信号を発生させ、設定速度から增量制御終了速度にかけてラックを始動增量位置から定常時最大噴射量位置まで徐々に移動させることで、始動時噴射量增量制御の終了時に機関の動作が不安定になるのを防止することが開示されている。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2011-12664号公報

特開2001-207899号公報

実願昭62-154985号（実開平1-58742号）のマイクロフィルム

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献 1 は、PID 演算部からの出力を PID 制御規制部からの出力と比較して、一方の出力を選択するものであり、PID 演算部での演算においてはエンジン実回転数又はエンジンの掃気圧による燃料投入量の制限を考慮していない。よって、PID 演算部からの出力による制御から PID 制御規制部からの出力による制御に切り替わったときに燃料投入量が急激に変動する可能性がある。

20

また、特許文献 2 は、過給機を備えておらず、エンジンの掃気圧による制限に起因する燃料量の急激な変動を抑制するものではない。また、操作量演算手段での演算においてはエンジンの実回転数による燃料量の制限を考慮していない。

また、特許文献 3 は、始動增量位置から定常時最大噴射量位置への切替をスムーズに行わせる制御に関するものであり、定常運転時の制御に関するものではない。また、過給機を備えておらず、エンジンの掃気圧による制限に起因する燃料量の急激な変動を抑制するものではない。また、ラック操作手段の操作量を演算する制御回路において機関の実回転数による燃料量の制限を考慮していない。

30

【0007】

そこで本発明は、過給機を含む原動機に対する制御をスムーズに行うことができる燃料供給制御方法及び燃料供給制御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】

【0008】

請求項 1 記載に対応した燃料供給制御方法においては、過給機を含む原動機への燃料の供給を制御する燃料供給制御方法であって、原動機の回転数を設定し、原動機の回転数を検出し、設定された設定回転数と検出した検出回転数との偏差に基づいてフィードバック制御により原動機へ供給する燃料量を調節するに当たり、原動機の掃気圧を検出し、偏差を検出回転数と検出掃気圧とから導出される補正值をもって補正し、補正された補正偏差に基づいてフィードバック制御を行うことを特徴とする。

40

請求項 1 に記載の本発明によれば、設定回転数と検出回転数との偏差を検出回転数及び検出掃気圧から導出した補正值をもって補正した補正偏差に基づいてフィードバック制御が行われるため、燃料量の急激な変動を抑制することができる。これにより、原動機に対する制御がスムーズに移行し応答が良好となる。また、原動機の熱負荷の急上昇等や過給機のサーボングが防止され、機器の信頼性が向上する。さらに、応答が良好となることで省エネが図られる。

【0009】

請求項 2 記載の本発明は、原動機の回転数に対応する燃料の回転数限界値及び原動機の掃

50

気圧に対応する燃料の掃気圧限界値に基づいて補正值を導出することを特徴とする。

請求項 2 に記載の本発明によれば、回転数限界値及び掃気圧限界値を補正值の導出に用いることで補正值の精度を高めることができる。

なお、燃料の回転数限界値、燃料の掃気圧限界値は、あらかじめグラフで指定する以外に関数で与える等各種の方法がある。

【 0 0 1 0 】

請求項 3 記載の本発明は、回転数に対応する燃料量の回転数リミット量及び掃気圧に対応する燃料量の掃気圧リミット量を導出し、回転数リミット量と掃気圧リミット量に基づいて補正值を導出することを特徴とする。

請求項 3 に記載の本発明によれば、燃料量の回転数リミット量及び燃料量の掃気圧リミット量を補正值の導出に用いることで補正值の精度をさらに高めることができる。例えば、回転数リミット量と掃気圧リミット量は、図、表等に基づいて算出することができる。

10

【 0 0 1 1 】

請求項 4 記載の本発明は、フィードバック制御の出力としての燃料量をフィードバックし、回転数リミット量及び掃気圧リミット量とフィードバックした燃料量との関係に基づいて補正值を導出することを特徴とする。

請求項 4 に記載の本発明によれば、フィードバックした燃料量を補正值の導出に用いることで補正值の精度をさらに高めることができる。

【 0 0 1 2 】

請求項 5 記載の本発明は、回転数リミット量とフィードバックした燃料量との差分及び掃気圧リミット量とフィードバックした燃料量との差分に基づいて重み付けを行い、補正值を導出することを特徴とする。

20

請求項 5 に記載の本発明によれば、差分に基づく重み付けを行うことで補正值の精度をさらに高めることができる。

【 0 0 1 3 】

請求項 6 記載の本発明は、回転数リミット量とフィードバックした燃料量との差分及び掃気圧リミット量とフィードバックした燃料量との差分を相当回転数に変換し補正值を導出することを特徴とする。

請求項 6 に記載の本発明によれば、補正值に相当回転数が反映されるため、補正值による偏差の補正を簡便に行うことができる。

30

【 0 0 1 4 】

請求項 7 記載に対応した燃料供給制御システムにおいては、過給機を含む原動機への燃料の供給を制御する燃料供給制御システムであって、原動機の回転数を設定する回転数設定手段と、原動機の回転数を検出する回転数検出手段と、回転数設定手段で設定した設定回転数と回転数検出手段で検出した検出回転数との偏差に基づいてフィードバック制御により原動機へ供給する燃料量を調節する電子ガバナー手段と、原動機の掃気圧を検出する掃気圧検出手段とを備え、電子ガバナー手段が、偏差を検出回転数と検出掃気圧とから導出される補正值をもって補正し、補正された補正偏差に基づいてフィードバック制御を行うことを特徴とする。

請求項 7 に記載の本発明によれば、設定回転数と検出回転数との偏差を検出回転数及び検出掃気圧から導出した補正值をもって補正した補正偏差に基づいてフィードバック制御が行われるため、燃料量の急激な変動を抑制することができる。これにより、原動機に対する制御がスムーズに移行し応答が良好となる。また、原動機の熱負荷の急上昇等や過給機のサーボングが防止され、機器の信頼性が向上する。さらに、応答が良好となることで省エネが図られる。

40

【 0 0 1 5 】

請求項 8 記載の本発明は、電子ガバナー手段が、原動機の回転数に対応する燃料の回転数限界値を設定する回転数限界値設定部及び原動機の掃気圧に対応する燃料の掃気圧限界値を設定する掃気圧限界値設定部を有し、設定された回転数限界値及び掃気圧限界値に基づいて補正值を導出することを特徴とする。

50

請求項 8 に記載の本発明によれば、回転数限界値及び掃気圧限界値を補正値の導出に用いることで補正値の精度を高めることができる。

【 0 0 1 6 】

請求項 9 記載の本発明は、電子ガバナー手段が、回転数に対応する燃料量の回転数リミット量、及び掃気圧に対応する燃料量の掃気圧リミット量を導出し、回転数リミット量と掃気圧リミット量に基づいて補正値を導出する補正値導出部を有することを特徴とする。

請求項 9 に記載の本発明によれば、燃料量の回転数リミット量及び燃料量の掃気圧リミット量を補正値の導出に用いることで補正値の精度をさらに高めることができる。

【 0 0 1 7 】

請求項 10 記載の本発明は、電子ガバナー手段が、フィードバック制御の出力としての燃料量をフィードバックし、補正値導出部が、回転数リミット量及び掃気圧リミット量とフィードバックした燃料量との関係に基づいて補正値を導出することを特徴とする。

請求項 10 に記載の本発明によれば、フィードバックした燃料量を補正値の導出に用いることで補正値の精度をさらに高めることができる。

【 0 0 1 8 】

請求項 11 記載の本発明は、補正値導出部が、回転数リミット量とフィードバックした燃料量との差分、及び掃気圧リミット量とフィードバックした燃料量との差分に基づいて重み付けを行い、補正値を導出することを特徴とする。

請求項 11 に記載の本発明によれば、差分に基づく重み付けを行うことで補正値の精度をさらに高めることができる。

【 0 0 1 9 】

請求項 12 記載の本発明は、補正値導出部が、回転数リミット量とフィードバックした燃料量との差分、及び掃気圧リミット量とフィードバックした燃料量との差分を相当回転数に変換し補正値を導出することを特徴とする。

請求項 12 に記載の本発明によれば、補正値に相当回転数が反映されるため、補正値による偏差の補正を簡便に行うことができる。

【発明の効果】

【 0 0 2 0 】

本発明の燃料供給制御方法によれば、設定回転数と検出回転数との偏差を検出回転数及び検出掃気圧から導出した補正値をもって補正した補正偏差に基づいてフィードバック制御が行われるため、燃料量の急激な変動を抑制することができる。これにより、原動機に対する制御がスムーズに移行し応答が良好となる。また、原動機の熱負荷の急上昇等や過給機のサーボングが防止され、機器の信頼性が向上する。さらに、応答が良好となることで省エネが図られる。

【 0 0 2 1 】

また、原動機の回転数に対応する燃料の回転数限界値及び原動機の掃気圧に対応する燃料の掃気圧限界値に基づいて補正値を導出する場合には、回転数限界値及び掃気圧限界値を補正値の導出に用いることで補正値の精度を高めることができる。

【 0 0 2 2 】

また、回転数に対応する燃料量の回転数リミット量及び掃気圧に対応する燃料量の掃気圧リミット量を導出し、回転数リミット量と掃気圧リミット量に基づいて補正値を導出する場合には、燃料量の回転数リミット量及び燃料量の掃気圧リミット量を補正値の導出に用いることで補正値の精度をさらに高めることができる。

【 0 0 2 3 】

また、フィードバック制御の出力としての燃料量をフィードバックし、回転数リミット量及び掃気圧リミット量とフィードバックした燃料量との関係に基づいて補正値を導出する場合には、フィードバックした燃料量を補正値の導出に用いることで補正値の精度をさらに高めることができる。

【 0 0 2 4 】

また、回転数リミット量とフィードバックした燃料量との差分及び掃気圧リミット量とフ

10

20

30

40

50

イードバックした燃料量との差分に基づいて重み付けを行い、補正值を導出する場合には、差分に基づく重み付けを行うことで補正值の精度をさらに高めることができる。

【0025】

また、回転数リミット量とフィードバックした燃料量との差分及び掃気圧リミット量とフィードバックした燃料量との差分を相当回転数に変換し補正值を導出する場合には、補正值に相当回転数が反映されるため、補正值による偏差の補正を簡便に行うことができる。

【0026】

また、本発明の燃料供給制御システムによれば、設定回転数と検出回転数との偏差を検出回転数及び検出掃気圧から導出した補正值をもって補正した補正偏差に基づいてフィードバック制御が行われるため、燃料量の急激な変動を抑制することができる。これにより、原動機に対する制御がスムーズに移行し応答が良好となる。また、原動機の熱負荷の急上昇等や過給機のサーボングが防止され、機器の信頼性が向上する。さらに、応答が良好となることで省エネが図られる。

【0027】

また、電子ガバナー手段が、原動機の回転数に対応する燃料の回転数限界値を設定する回転数限界値設定部及び原動機の掃気圧に対応する燃料の掃気圧限界値を設定する掃気圧限界値設定部を有し、設定された回転数限界値及び掃気圧限界値に基づいて補正值を導出する場合には、回転数限界値及び掃気圧限界値を補正值の導出に用いることで補正值の精度を高めることができる。

【0028】

また、電子ガバナー手段が、回転数に対応する燃料量の回転数リミット量、及び掃気圧に対応する燃料量の掃気圧リミット量を導出し、回転数リミット量と掃気圧リミット量に基づいて補正值を導出する補正值導出部を有する場合には、燃料量の回転数リミット量及び燃料量の掃気圧リミット量を補正值の導出に用いることで補正值の精度をさらに高めることができる。

【0029】

また、電子ガバナー手段が、フィードバック制御の出力としての燃料量をフィードバックし、補正值導出部が、回転数リミット量及び掃気圧リミット量とフィードバックした燃料量との関係に基づいて補正值を導出する場合には、フィードバックした燃料量を補正值の導出に用いることで補正值の精度をさらに高めることができる。

【0030】

また、補正值導出部が、回転数リミット量とフィードバックした燃料量との差分、及び掃気圧リミット量とフィードバックした燃料量との差分に基づいて重み付けを行い、補正值を導出する場合には、差分に基づく重み付けを行うことで補正值の精度をさらに高めることができる。

【0031】

また、補正值導出部が、回転数リミット量とフィードバックした燃料量との差分、及び掃気圧リミット量とフィードバックした燃料量との差分を相当回転数に変換し補正值を導出する場合には、補正值に相当回転数が反映されるため、補正值による偏差の補正を簡便に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】本実施形態の燃料供給制御システムを示す図

【図2】同燃料供給制御システムの一部を示す図

【図3】従来のガバナーの構成例を示す図

【発明を実施するための形態】

【0033】

以下に、本発明の実施形態による燃料供給制御方法及び燃料供給制御システムについて説明する。

図1は、本発明の一実施形態による燃料供給制御システムを示す図である。図2は、同燃

10

20

30

40

50

料供給制御システムの一部を示す図である。

本実施形態の燃料供給制御システムは、過給機 2 を含む原動機 1 への燃料の供給を制御する。燃料供給制御システムは、回転数設定手段 10 と、回転数検出手段 20 と、掃気圧検出手段 30 と、電子ガバナー手段 40 と、偏差演算部 50 を備える。

【 0 0 3 4 】

回転数設定手段 10 は、原動機 1 の回転数を設定し、設定した設定回転数 n_{sp} を出力する。

回転数検出手段 20 は、原動機 1 の回転数を検出し、検出した検出回転数 n_{act} を出力する。

掃気圧検出手段 30 は、原動機 1 の掃気圧を検出し、検出した検出掃気圧 P_s を出力する。なお、原動機 1 の掃気圧は、例えば、過給機 2 の出口、過給機 2 から原動機 1 のシリンダの間、また原動機 1 のシリンダ等から検出することができる。

偏差演算部 50 は、回転数設定手段 10 から出力された設定回転数 n_{sp} と回転数検出手段 20 から出力された検出回転数 n_{act} を入力として偏差 e_n を演算し、演算した偏差 e_n を出力する。

偏差 e_n は下式 (1) で表される。

【 数 1 】

$$e_n = n_{sp} - n_{act} \quad \dots (1)$$

【 0 0 3 5 】

電子ガバナー手段 40 によるフィードバック制御について説明する。

電子ガバナー手段 40 は、偏差 e_n に基づくフィードバック制御により原動機 1 へ供給する燃料量 h_p を調節する。電子ガバナー手段 40 は、偏差演算部 50 から出力された偏差 e_n を検出回転数 n_{act} と検出掃気圧 P_s をもって補正し、補正された補正偏差 E_n に基づいてフィードバック制御を行う。

電子ガバナー手段 40 は、原動機 1 の回転数に対応する燃料の回転数限界値を設定する回転数限界値設定部 41 と、原動機 1 の掃気圧に対応する燃料の掃気圧限界値を設定する掃気圧限界値設定部 42 と、補正值を導出する補正值導出部 43 と、補正值を用いて偏差 e_n を補正する補正偏差演算部 44 と、補正された補正偏差 E_n を用いて燃料量 h_p を演算する制御演算部 45 を備える。

【 0 0 3 6 】

図 1 及び図 2 において回転数限界値設定部 41 中のグラフは、回転数と燃料量の限界値との関係を示している。縦軸は原動機 1 へ供給する燃料量の限界値（リミット量）、横軸は原動機 1 の回転数である。

回転数限界値設定部 41 は、回転数検出手段 20 から出力された検出回転数 n_{act} を入力として、原動機 1 へ供給する燃料量の限界値である回転数リミット量 h_p' を導出し、導出した回転数リミット量 h_p' を出力する。検出回転数 n_{act} に対応する燃料量の限界値（回転数リミット量 h_p' ）は、原動機 1 の特性により定まる。

また、図 1 及び図 2 において掃気圧限界値設定部 42 中のグラフは、掃気圧と燃料量の限界値との関係を示している。縦軸は原動機 1 へ供給する燃料量の限界値（リミット量）、横軸は原動機 1 の掃気圧である。

掃気圧限界値設定部 42 は、掃気圧検出手段 30 から出力された検出掃気圧 P_s を入力として、原動機 1 へ供給する燃料量の限界値である掃気圧リミット量 h_p'' を導出し、導出した掃気圧リミット量 h_p'' を出力する。検出掃気圧 P_s に対応する燃料量の限界値（掃気圧リミット量 h_p'' ）は、原動機 1 の特性により定まる。

【 0 0 3 7 】

補正值導出部 43 は、回転数リミット量 h_p' 及び掃気圧リミット量 h_p'' に基づいて、偏差 e_n の補正に用いる補正值を導出する。

補正值導出部 43 には、制御演算部 45 から出力された燃料量 h_p がフィードバックされる。補正值導出部 43 は、第一の補正值導出部 43 A と、第二の補正值導出部 43 B を有する。

10

20

30

40

50

第一の補正值導出部 43A は、回転数限界値設定部 41 から出力された回転数リミット量 h_p' と制御演算部 45 からフィードバックされた燃料量 h_p との差として差分 D を導出する。

第二の補正值導出部 43B は、掃気圧限界値設定部 42 から出力された掃気圧リミット量 h_p'' と制御演算部 45 からフィードバックされた燃料量 h_p との差として差分 D を導出する。

差分 D は下式 (2) で表される。

[数 2]

$$D = h_p' (\text{or } h_p'') - ph \quad \dots \quad (2)$$

【0038】

10

次に、第一の補正值導出部 43A 及び第二の補正值導出部 43B は、差分 D に基づいて、補正值の重み付けを行う。

図 1 及び図 2 において補正值導出部 43 中のグラフは、差分と補正值の重みとの関係を示している。縦軸は補正值の重み、横軸は差分である。グラフに示すように、差分が小さいほど補正值の重みを大きくしている。これにより、差分 D が小さい場合、すなわち燃料量 h_p が回転数リミット量 h_p' 又は掃気圧リミット量 h_p'' に近い場合は重み付けが大きくなる。また、差分 D が大きい場合、すなわち回転数リミット量 h_p' 又は掃気圧リミット量 h_p'' に対して燃料量 h_p が十分に小さい場合は補正值の重み付けが小さくなる。

【0039】

次に、第一の補正值導出部 43A は、回転数リミット量 h_p' と燃料量 h_p との差分 D に基づく重み付けに従い偏差 e_n の補正に用いる補正值 n_{act} を導出し、導出した補正值 n_{act} を出力する。また、第二の補正值導出部 43B は、掃気圧リミット量 h_p'' と燃料量 h_p の差分 D に基づく重み付けに従い偏差 e_n の補正に用いる補正值 P_s を導出し、導出した補正值 P_s を出力する。なお、補正值 n_{act} 及び補正值 P_s は、差分 D を相当回転数に変換して導出することが好ましい。

重み付けした補正值 n_{act} 及び補正值 P_s は下式 (3) で表される。

[数 3]

$$P_s, n_{act} = f (h_p' (\text{or } h_p'') - ph) \quad \dots \quad (3)$$

【0040】

20

補正偏差演算部 44 は、偏差演算部 50 から出力された偏差 e_n を補正值導出部 43 から出力された補正值 n_{act} 及び補正值 P_s をもって補正し、補正した補正偏差 E_n を出力する。

補正偏差 E_n は下式 (4) で表される。

[数 4]

$$E_n = e_n - (P_s + n_{act}) \quad \dots \quad (4)$$

【0041】

30

制御演算部 45 は、補正偏差演算部 44 から出力された補正偏差 E_n に比例動作 P、積分動作 I、微分動作 D を施して燃料量 h_p を演算し、演算した燃料量 h_p を出力する。これにより、指令値としての燃料量 h_p に基づき原動機 1 に燃料が供給される。

上述のように、回転数リミット量 h_p' 又は掃気圧リミット量 h_p'' と燃料量 h_p の差分 D が小さくなるにつれて補正值 n_{act} 又は補正值 P_s の重みが増加する。よって、燃料量 h_p が回転数リミット量 h_p' 又は掃気圧リミット量 h_p'' に近い場合は、補正偏差 E_n も偏差 e_n よりも十分小さくなるため、電子ガバナー手段 40 は原動機 1 へ供給する燃料が増えないように制御することになる。一方、燃料量 h_p が回転数リミット量 h_p' 及び掃気圧リミット量 h_p'' に対して十分小さい場合は、補正偏差 E_n と等しいか又は殆ど差が無くなるため、電子ガバナー手段 40 は原動機 1 へ供給する燃料を必要に応じて増加させるように制御することになる。

【0042】

このように、本実施形態による燃料供給制御方法及び燃料供給制御システムにおいては、従来のように偏差 e_n に基づく燃料量と回転数リミット量 h_p' 又は掃気圧リミット量 h_p''

40

50

とを選択的に切り替えて燃料量 h_p を出力するのではなく、偏差 e_n を回転数リミット量 h_p' 又は掃気圧リミット量 h_p'' から導出される補正値 $a_{\theta t}$ 及び補正値 P_s をもって補正し、補正された補正偏差 E_n に基づいてフィードバック制御を行うため、あたかも制御演算部 4.5 に燃料量のリミッター機能が組み込まれていることとなり、燃料量 h_p の急激な変動を抑制することができる。これにより、原動機 1 に対する制御がスムーズに移行し応答が良好となる。また、原動機 1 の熱負荷の急上昇等や過給機 2 のサーボングが防止され、機器の信頼性が向上する。さらに、応答が良好となることで省エネが図られる。

【0043】

また、原動機 1 の回転数に対応する燃料の回転数限界値及び原動機 1 の掃気圧に対応する燃料の掃気圧限界値に基づいて補正値 n_{act} 及び補正値 P_s を導出することで、補正値 n_{act} 及び補正値 P_s の精度を高めることができる。なお、燃料の回転数限界値及び燃料の掃気圧限界値は、あらかじめグラフで指定する以外に関数で与える等各種の方法がある。

10

【0044】

また、燃料量の回転数リミット量 h_p' 及び燃料量の掃気圧リミット量 h_p'' を導出し、回転数リミット量 h_p' と掃気圧リミット量 h_p'' に基づいて補正値 $a_{\theta t}$ 及び補正値 P_s を導出することで、補正値 n_{act} 及び補正値 P_s の精度をさらに高めることができる。例えば、回転数リミット量 h_p' 及び掃気圧リミット量 h_p'' は、図、表等に基づいて算出することができる。

【0045】

また、フィードバック制御の出力としての燃料量 h_p をフィードバックし、回転数リミット量 h_p' 及び掃気圧リミット量 h_p'' とフィードバックした燃料量 h_p の関係に基づいて補正値 n_{act} 及び補正値 P_s を導出することで、補正値 n_{act} 及び補正値 P_s の精度をさらに高めることができる。

20

【0046】

また、回転数リミット量 h_p' とフィードバックした燃料量 h_p との差分 D 及び掃気圧リミット量 h_p'' とフィードバックした燃料量 h_p との差分 D に基づいて重み付けを行い、補正値 n_{act} 及び補正値 P_s を導出することで、補正値 n_{act} 及び補正値 P_s の精度をさらに高めることができる。

【0047】

30

また、回転数リミット量 h_p' とフィードバックした燃料量 h_p との差分 D 及び掃気圧リミット量 h_p'' とフィードバックした燃料量 h_p との差分 D を相当回転数に変換し補正値 n_{act} 及び補正値 P_s を導出することで、補正値 n_{act} 及び補正値 P_s に相当回転数が反映されるため、補正値 n_{act} 及び補正値 P_s による偏差 e_n の補正を簡便に行うことができる。

【0048】

なお、本実施形態におけるフィードバック制御は、比例動作 P 、積分動作 I 、微分動作 D を用いた PID 制御としたが、 P 制御、 $P I$ 制御、 $P I + P$ 制御、又はファジイ制御等、各種のフィードバック制御に本発明は適用可能である。

【産業上の利用可能性】

40

【0049】

本発明の燃料供給制御方法及び燃料供給制御システムは、過給機を含む原動機に対するリミッター付ガバナーの制御に適用できる。また、従来ガバナーにレトロフィットすることも可能である。また、原動機は過給機を含むものであれば、その種類を問わない。

【符号の説明】

【0050】

1 原動機

2 過給機

1.0 回転数設定手段

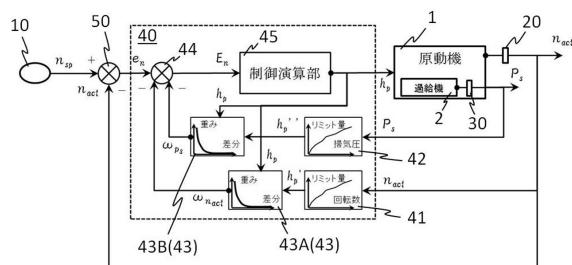
2.0 回転数検出手段

50

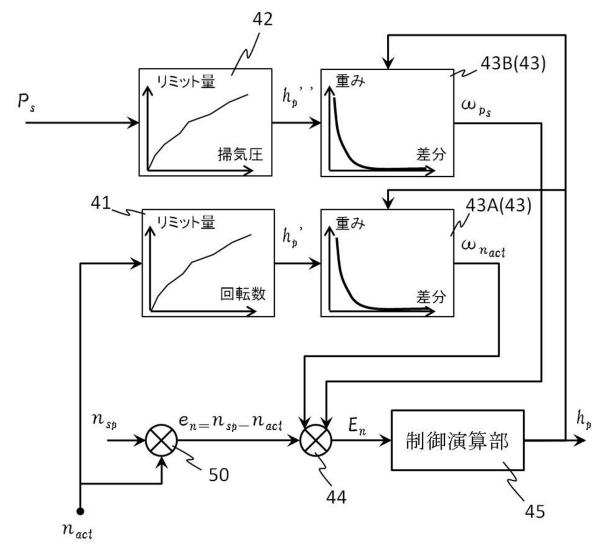
3 0 掃気圧検出手段
 4 0 電子ガバナー手段
 4 1 回転数限界値設定部
 4 2 掃気圧限界値設定部
 4 3 補正值導出部
 e_n 偏差
 E_n 補正偏差
 h_p 燃料量
 h_p' 回転数リミット量
 h_p'' 掃気圧リミット量
 n_{sp} 設定回転数
 n_{act} 検出回転数
 P_s 検出掃気圧
 n_{act} 補正值
 P_s 補正值

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

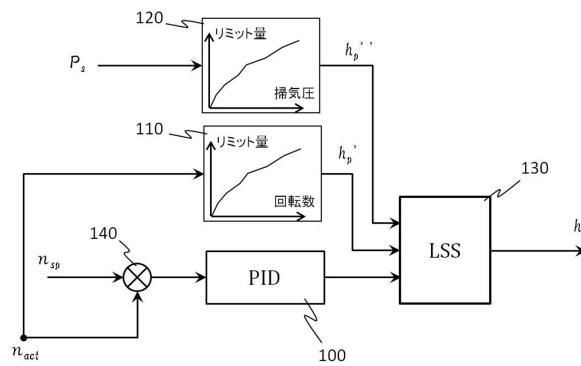
20

30

40

50

【図 3】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

研究所内

(72)発明者 福田 哲吾

東京都三鷹市新川6丁目38番1号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所内

(72)発明者 北川 泰士

東京都三鷹市新川6丁目38番1号 国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所内

審査官 楠永 吉孝

(56)参考文献 特開昭62-258144 (JP, A)

特開2010-144519 (JP, A)

特開昭58-074840 (JP, A)

特開2012-057523 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

F02D 41/00 ~ 45/00

F02D 23/02