

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5871140号
(P5871140)

(45) 発行日 平成28年3月1日 (2016.3.1)

(24) 登録日 平成28年1月22日 (2016.1.22)

(51) Int. Cl.

F 1

F O 2 D 41/14 (2006.01)

F O 2 D 41/14 3 2 O A

F O 2 D 41/34 (2006.01)

F O 2 D 41/34 V

F O 2 D 1/08 (2006.01)

F O 2 D 1/08 A

F O 2 D 41/14 3 3 O D

請求項の数 6 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2013-25547 (P2013-25547)
 (22) 出願日 平成25年2月13日 (2013.2.13)
 (65) 公開番号 特開2014-152752 (P2014-152752A)
 (43) 公開日 平成26年8月25日 (2014.8.25)
 審査請求日 平成27年2月23日 (2015.2.23)

(73) 特許権者 000001340
 国産電機株式会社
 静岡県沼津市大岡 3 7 4 4 番地
 (74) 代理人 100073450
 弁理士 松本 英俊
 (72) 発明者 北川 雄一
 静岡県沼津市大岡 3 7 4 4 番地 国産電機
 株式会社内
 (72) 発明者 上村 清
 静岡県沼津市大岡 3 7 4 4 番地 国産電機
 株式会社内
 (72) 発明者 日向 里恵
 静岡県沼津市大岡 3 7 4 4 番地 国産電機
 株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンジン用電子ガバナー

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エンジンへの燃料の供給量を調節する混合気供給量調節部と、制御ゲインを設定する制御ゲイン設定部と、前記エンジンの回転速度を検出する回転速度検出手段と、前記エンジンの目標回転速度と前記回転速度検出手段により検出された回転速度との偏差を回転速度偏差として演算する回転速度偏差演算手段と、前記制御ゲイン設定部により設定された制御ゲインを用いて前記回転速度偏差に演算を施すことによりエンジンの回転速度を目標回転速度に収束させるために必要な前記混合気供給量調節部の操作量を演算する操作量演算手段とを備え、前記操作量演算手段により演算された操作量だけ前記混合気供給量調節部を操作することによりエンジンの回転速度を目標回転速度に収束させる制御を行うエンジン用電子ガバナーにおいて、

前記制御ゲイン設定部は、前記目標回転速度の変動量に応じて決定した目標速度変動時制御ゲイン補正係数と、前記エンジンの負荷が変動したときに生じる回転速度偏差に応じて決定した負荷変動時制御ゲイン補正係数との双方を用いて、設定された制御ゲインの基準値を補正することにより、前記操作量の演算に用いる制御ゲインを決定するように構成されていることを特徴とするエンジン用電子ガバナー。

【請求項 2】

前記回転速度偏差の符号と、前記回転速度検出手段により検出された回転速度の変化傾向とから前記エンジンの負荷が変動しているか否か及び負荷変動時の制御ゲインの補正が必要であるか否かを判定する負荷変動判定手段が設けられ、

前記制御ゲイン設定部は、前記負荷変動判定手段により前記エンジンの負荷が変動して
いて制御ゲインの補正が必要であると判定されているときに、前記回転速度偏差に応じて
負荷変動時制御ゲイン補正係数を決定するように構成されていること、

を特徴とする請求項 1 に記載のエンジン用電子ガバナー。

【請求項 3】

エンジンへの燃料の供給量を調節する混合気供給量調節部と、制御ゲインを設定する制
御ゲイン設定部と、前記エンジンの回転速度を検出する回転速度検出手段と、制御ゲイン
を前記制御ゲイン設定部により設定されたゲインとしてエンジンの目標回転速度と実回転
速度との偏差に演算を施すことによりエンジンの回転速度を目標回転速度に収束させるた
めに必要な前記混合気供給量調節部の操作量を演算する操作量演算手段とを備え、前記操
作量演算手段により演算された操作量だけ前記混合気供給量調節部を操作することにより
エンジンの回転速度を目標回転速度に収束させる制御を行うエンジン用電子ガバナーにお
いて、

前記制御ゲイン設定部は、

前記目標回転速度が変化したか否かを判定する目標速度変化判定手段と、

前記目標速度変化判定手段により目標回転速度が変化したと判定されたときに、該目標
回転速度の変動量を演算する目標速度変動量演算手段と、

前記目標速度変化判定手段により目標回転速度が変化したと判定されたときに、前記操
作量の演算に用いる制御ゲインを求めるために該制御ゲインの基準値に乗じる目標速度変
動時ゲイン補正係数を前記目標速度変動量演算手段により演算された目標回転速度の変動
量に対して演算し、前記目標速度変化判定手段により目標回転速度が変化していないと判
定されたときには前記目標速度変動時ゲイン補正係数を 1 とする目標速度変動時制御ゲ
イン補正係数演算手段と、

前記回転速度と目標回転速度との大小関係と前記回転速度検出手段により検出された回
転速度の変化傾向とから前記エンジンの負荷が変動したか否か及び負荷変動時の制御ゲ
インの補正が必要であるか否かを判定する負荷変動判定手段と、

前記負荷変動判定手段により前記エンジンの負荷が変動して負荷変動時の制御ゲ
インの補正が必要であると判定されたときに、前記操作量の演算に用いる制御ゲインを求
めるために前記制御ゲインの基準値に乗じる負荷変動時制御ゲイン補正係数を回転速度偏差
に対して演算し、前記負荷変動判定手段によりエンジンの負荷が変動していないと判定さ
れるか、又は負荷が変動しているとしても制御ゲインの補正は不要であると判定された
ときには負荷変動時制御ゲイン補正係数を 1 とする負荷変動時制御ゲイン補正係数演算手段
と、

前記制御ゲインの基準値に前記目標速度変動時ゲイン補正係数と負荷変動時制御ゲ
イン補正係数とを乗じることにより前記制御ゲインの基準値を補正して前記操作量の演算に用
いる制御ゲインを求める制御ゲイン補正手段と、

を備えて、

前記制御ゲイン補正手段により補正された制御ゲインを、前記操作量の演算に用いる制
御ゲインとするように構成されていることを特徴とするエンジン用電子ガバナー。

【請求項 4】

微小時間毎に目標回転速度を検出して今回検出した目標回転速度を設定された割合で減
衰させた目標回転速度を前回の目標回転速度として記憶する目標速度記憶手段が設けられ
、

前記目標速度変化判定手段は、今回検出した目標回転速度と前記目標速度記憶手段に記
憶された前回の目標回転速度とを比較することにより前記目標回転速度が変化したか否か
を判定するように構成され、

目標速度変動量演算手段は、今回検出した目標回転速度と前記目標速度記憶手段に記憶
された前回の目標回転速度との差を演算することにより前記目標回転速度の変動量を演算
すること、

を特徴とする請求項 3 に記載のエンジン用電子ガバナー。

10

20

30

40

50

【請求項 5】

前記負荷変動判定手段は、エンジンの回転速度が目標回転速度よりも高いと判定されている状態で前記回転速度検出手段により検出されたエンジンの回転速度に増加方向の変化が検出されたときに前記エンジンの負荷が減少していて負荷変動時の制御ゲインの補正が必要であると判定し、エンジンの回転速度が目標回転速度よりも低いと判定された状態で前記回転速度検出手段により検出されたエンジンの回転速度に減少方向の変化が検出されたときに前記エンジンの負荷が増加していて負荷変動時の制御ゲインの補正が必要であると判定し、エンジンの回転速度が目標回転速度よりも高いと判定され、かつ前記回転速度検出手段により検出されたエンジンの回転速度に増加方向の変化が検出されないとき、及びエンジンの回転速度が目標回転速度よりも低いと判定され、かつ前記回転速度検出手段により検出されたエンジンの回転速度に減少方向の変化が検出されないときに前記エンジンの負荷に変動がないか、又は負荷が変動しているとしても負荷変動時の制御ゲインの補正は必要ないと判定するように構成されていること、

10

を特徴とする請求項 3 又は 4 に記載のエンジン用電子ガバナー。

【請求項 6】

前記負荷変動判定手段は、前記回転速度検出手段により検出された回転速度の移動平均値の変化からエンジンの回転速度が増加方向に変化しているのか減少方向に変化しているのかを判定することの特徴とする請求項 3、4 又は 5 に記載のエンジン用電子ガバナー。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、エンジンの回転速度を目標回転速度に収束させる制御を行うエンジン用電子ガバナーに関するものである。

【背景技術】

【0002】

エンジンを駆動源として動作する自動車等の装置においては、フィードバック制御により、エンジンの実回転速度を目標速度に収束させる制御を行う電子ガバナーが用いられている。図 6 に示されているように、エンジン用電子ガバナー 1 は、エンジン 2 への燃料と空気の供給量を調節する混合気供給量調節部 3 と、エンジン 2 の実回転速度の情報を含む信号を出力する回転センサ 4 の出力からエンジンの実回転速度を検出して回転速度検出信号 V_n を出力する回転速度検出手段 5 と、エンジンの目標回転速度を設定する目標速度設定器 6 から与えられる目標速度設定信号 V_{no} と回転速度検出信号 V_n との偏差 $V_{no} - V_n$ を演算する回転速度偏差演算手段 7 と、比例ゲイン P 、積分ゲイン I 及び微分ゲイン D を設定する制御ゲイン設定部 8' と、制御ゲイン設定部 8' により設定された比例ゲイン P 、積分ゲイン I 及び微分ゲイン D を用いて、偏差 $(V_{no} - V_n)$ に比例、積分及び微分演算を施すことにより、偏差 $(V_{no} - V_n)$ を零にするために必要な混合気供給量調節部 3 の操作量を与える制御信号 V_q を出力する操作量演算手段 9 と、制御信号 V_q を入力として、操作量演算手段 9 により演算された操作量だけ混合気供給量調節部 3 を操作するために混合気供給量調節部 3 に与える操作信号を出力する操作信号出力部 10 とを備えている。

30

【0003】

40

操作量演算手段 9 は、制御ゲイン設定手段により設定された比例ゲイン P 、積分ゲイン I 及び微分ゲイン D を用いて、下記の (1) 式により偏差 $(V_{no} - V_n)$ に比例、積分及び微分演算を施すことにより、偏差 $(V_{no} - V_n)$ を零にするために必要な混合気供給量調節部 3 の操作量を与える制御信号 V_q を出力する。

$$V_q = P (V_{no} - V_n) + I \int (V_{no} - V_n) dt + D \{ d (V_{no} - V_n) / dt \} \cdots (1)$$

【0004】

混合気供給量調節部 3 は、操作信号出力部 10 から与えられる操作信号に見合った量の燃料と空気をエンジンに与えるように混合気供給量を調節して、エンジンの回転速度を目標回転速度に一致させる。

【0005】

50

P I D制御によりエンジンの回転速度を目標回転速度に収束させる制御を行う電子ガバナーにおいては、制御ゲインP、I、Dにより制御の応答性や安定性などの性能が決まる。制御ゲインを固定値とする場合には、応答性を良くするために制御ゲインを大きく設定すると安定性が悪くなり、負荷が細かく変動したときや、目標回転速度を僅かに変更したときに、回転速度のオーバーシュート及びアンダーシュートが大きくなって、回転速度が目標回転速度に収束するまでに時間がかかってしまう。また安定性を良くするために制御ゲインを小さく設定すると応答性が悪くなり、負荷が大幅に変動したときや、目標回転速度を大きく変更したときに、回転速度のオーバーシュート及びアンダーシュートが大きくなって、エンジンの回転速度を目標回転速度に収束させるまでの所要時間が長くなる。また負荷が大幅に増加した場合には、エンジンが要求する量の混合気を供給できずにエンジンストールを起こすこともある。

10

【0006】

そこで、特許文献1に示されているように、目標回転速度と回転速度偏差と制御ゲインとの間の関係を与える三次元の制御ゲイン演算用マップを用いて、目標回転速度と回転速度偏差とに対してこのマップを検索することにより、目標回転速度及び回転速度偏差の個々の値に対して制御ゲインを設定する提案がなされている。

【0007】

なお上記の説明では、(1)式の右辺の第1項ないし第3項の演算を行うことにより、エンジンの回転速度を目標速度に一致させるために必要な操作量の演算を行うとしたが、回転速度を目標回転速度に一致させるために必須であるのは、比例ゲインPを用いた操作量の演算 $P(V_{no}-V_n)$ のみであり、積分ゲインIを用いた回転速度偏差の積分演算 $I \int (V_{no}-V_n) dt$ 及び微分定数を用いた回転速度偏差の微分演算 $D \{d(V_{no}-V_n)/dt\}$ は必要に応じて付加される。積分ゲインIを用いた偏差の積分演算を行う(1)式の右辺第2項は、回転速度を目標回転速度との間に生じる残留偏差を特に小さくすることが必要な場合に付加される。また微分ゲインDを用いた偏差の微分演算を行う(1)式の右辺第3項は、回転速度の急激な変化によりハンチングが生じるのを防止する場合等に付加される。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

30

【特許文献1】特開2009-36180号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

特許文献1に示された発明のように、目標回転速度と回転速度偏差とに対してマップを検索することにより目標回転速度及び回転速度偏差の個々の値に対して制御ゲインを決定するようにすれば、目標回転速度及び回転速度偏差に対して細かく制御ゲインを設定することができるため、制御ゲインを固定値とした場合に比べると、エンジンの回転速度の制御をより適確に行わせることができる。しかし、以下に示すように、特許文献1に記載された発明により最適な制御を行うことができるのは、目標回転速度が一定に保たれて、負荷変動により回転速度偏差が生じる場合のみであり、目標回転速度が適宜に変化させられることにより回転速度偏差が生じる場合に、制御ゲインを最適値に設定することはできない。

40

【0010】

一般に、P I D制御によりエンジンの回転速度を目標回転速度に収束させる制御を行う電子ガバナーにおいては、目標回転速度が一定の状態では負荷変動により回転速度偏差が生じた場合に最適な制御ゲインと、負荷変動がない状態で目標回転速度が変化したことにより回転速度偏差が生じた場合に最適な制御ゲインとは一致しない。従って、エンジンの運転中に目標回転速度を適宜に変化させることがある場合には、目標回転速度が一定の状態では負荷変動により回転速度偏差が生じた場合と、負荷変動がない状態で目標回転速度が変

50

化したことにより回転速度偏差が生じた場合とを区別して、制御ゲインをそれぞれの場合に適した値に設定しないと、最適な制御を行わせることができない。

【0011】

しかしながら、特許文献1に示された発明によった場合には、目標回転速度が一定の状態では、負荷変動により回転速度偏差が生じた場合と、負荷変動がない状態で目標回転速度が変化することにより回転速度偏差が生じた場合とを区別することができないため、制御ゲインを適確に設定することができないことがある。

【0012】

例えば、エンジンの負荷変動がなく、実回転速度が目標回転速度に一致している状態にあるとき（回転速度偏差が零であるとき）に目標回転速度を変化させると、目標回転速度の変化分に等しい回転速度偏差が生じるため、負荷が一定であるにもかかわらず、負荷が変動したことにより回転速度偏差が生じたのと同じ状態が生じることになり、回転速度偏差が生じた原因が、負荷変動にあるのか、目標回転速度の変化にあるのかを特定することができない。そのため、特許文献1に記載された発明によった場合には、負荷変動により回転速度偏差が生じた場合と目標回転速度の変化により回転速度偏差が生じた場合とを区別してそれぞれの場合に最適の値に制御ゲインを設定することができない。

【0013】

この場合、負荷変動により回転速度偏差が生じたときに最適な制御を行うことができるように制御ゲインを演算するマップを作成すると、目標回転速度の変化により同じ回転速度偏差が生じたときに最適な制御を行うことができず、目標回転速度の変化により回転速度偏差が生じたときに最適な制御を行うことができるように制御ゲインを演算するマップを作成すると、負荷変動により同じ回転速度偏差が生じたときに最適な制御を行うことができない。従って、従来の電子ガバナーでは、マップ演算される制御ゲインの値が、負荷変動により回転速度偏差が生じた場合及び目標回転速度の変化により回転速度偏差が生じた場合の何れの場合にも折り合いがつく妥協した値になるように制御ゲイン演算用マップを作成せざるをえず、回転速度の最適制御を行うことができない。

【0014】

図7は、目標回転速度が一定な状態で負荷変動により回転速度偏差が生じたときに最適な制御を行うことができるように制御ゲインを設定して、負荷を変化させたときのエンジンの回転速度の応答を示したものである。これに対し、図8は、制御ゲインを図7と同じに設定して、目標回転速度を変化させたときの回転速度の応答を示している。図8から明らかに、目標回転速度が一定な状態で負荷変動により回転速度が変動した場合に最適な制御を行うように制御ゲインを設定した状態で、目標回転速度を変化させた場合には、操作量が過剰になって、回転速度が目標回転速度を大きく超えてから目標回転速度に収束する特性になり、目標回転速度切換時の回転速度の変動が大きくなってしまいうため、好ましくない。

【0015】

本発明の目的は、負荷変動により回転速度偏差が生じた場合及び目標回転速度の変化により回転速度偏差が生じた場合の何れの場合にも制御ゲインを最適値に設定して、安定性及び応答性が共に高い最適制御を行うことを可能にするエンジン用電子ガバナーを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明は、エンジンへの燃料及び空気の供給量（混合気の供給量）を調節する混合気供給量調節部と、制御ゲインを設定する制御ゲイン設定部と、エンジンの回転速度を検出する回転速度検出手段と、エンジンの目標回転速度と回転速度検出手段により検出された回転速度との偏差を回転速度偏差として演算する回転速度偏差演算手段と、制御ゲイン設定部により設定された制御ゲインを用いて回転速度偏差に演算を施すことによりエンジンの回転速度を目標回転速度に収束させるために必要な混合気供給量調節部の操作量を演算する操作量演算手段とを備えて、操作量演算手段により演算された操作量だけ混合気供給量

調節部を操作することによりエンジンの回転速度を目標回転速度に収束させる制御を行うエンジン用電子ガバナを対象とする。本明細書には、上記のような構成を有するエンジン用電子ガバナにおいて、前記の目的を達成するために、少なくとも第1ないし第5の発明が開示される。

【0017】

本明細書に開示された第1の発明においては、制御ゲイン設定部が、目標回転速度の変動量に応じて決定した目標速度変動時制御ゲイン補正係数と、エンジンの負荷が変動したときに生じる回転速度偏差に応じて決定した負荷変動時制御ゲイン補正係数との双方を用いて、設定された制御ゲインの基準値を補正することにより、操作量の演算に用いる制御ゲインを決定するように構成される。

10

【0018】

上記のように、目標回転速度の変動量に応じて決定した目標速度変動時制御ゲイン補正係数と、エンジンの負荷が変動したときに生じる回転速度偏差に応じて決定した負荷変動時制御ゲイン補正係数との双方を用いて制御ゲインの基準値を補正することにより制御ゲインを決定するようにすると、負荷変動により回転速度偏差が生じた場合及び目標回転速度の変化により回転速度偏差が生じた場合の何れの場合にも制御ゲインを最適値に設定して、安定性及び応答性が共に高い最適制御を行うことができる。

【0019】

本明細書に開示された第2の発明は、第1の発明に適用されるもので、本発明においては、回転速度偏差の符号と、回転速度検出手段により検出された回転速度の変化傾向とからエンジンの負荷が変動しているか否か及び負荷変動時の制御ゲインの補正が必要であるか否かを判定する負荷変動判定手段が設けられる。この場合、制御ゲイン設定部は、負荷変動判定手段によりエンジンの負荷が変動して制御ゲインの補正が必要であると判定されているときに、回転速度偏差に応じて負荷変動時制御ゲイン補正係数を決定する。

20

【0020】

本明細書に開示された第3の発明においては、制御ゲイン設定部が、目標回転速度が変化したか否かを判定する目標速度変化判定手段と、目標速度変化判定手段により目標回転速度が変化したと判定されたときに目標回転速度の変動量を演算する目標速度変動量演算手段と、目標速度変化判定手段により目標回転速度が変化したと判定されたときに、操作量の演算に用いる制御ゲインを求めるために該制御ゲインの基準値に乗じる目標速度変動時ゲイン補正係数を目標速度変動量演算手段により演算された目標回転速度の変動量に対して演算し、目標速度変化判定手段により目標回転速度が変化していないと判定されたときには目標速度変動時ゲイン補正係数を1とする目標速度変動時制御ゲイン補正係数演算手段と、回転速度と目標回転速度との大小関係と回転速度検出手段により検出された回転速度の変化傾向とからエンジンの負荷が変動したか否か及び負荷変動時の制御ゲインの補正が必要であるか否かを判定する負荷変動判定手段と、負荷変動判定手段によりエンジンの負荷が変動して負荷変動時の制御ゲインの補正が必要であると判定されたときに、操作量の演算に用いる制御ゲインを求めるために制御ゲインの基準値に乗じる負荷変動時制御ゲイン補正係数を回転速度偏差に対して演算し、負荷変動判定手段によりエンジンの負荷が変動していないと判定されるか、又は負荷が変動しているとしても制御ゲインの補正は不要であると判定されたときには負荷変動時制御ゲイン補正係数を1とする負荷変動時制御ゲイン補正係数演算手段と、制御ゲインの基準値に目標速度変動時ゲイン補正係数と負荷変動時制御ゲイン補正係数とを乗じることにより制御ゲインの基準値を補正して操作量の演算に用いる制御ゲインを求める制御ゲイン補正手段とを備えて、制御ゲイン補正手段により補正された制御ゲインを、操作量の演算に用いる制御ゲインとするように構成される。

30

40

【0021】

本明細書に開示された第4の発明は、第3の発明に適用されるもので、本発明においては、微小時間毎に目標回転速度を検出して今回検出した目標回転速度を設定された割合で減衰させた目標回転速度を前回の目標回転速度として記憶する目標速度記憶手段が設けら

50

れる。この場合、目標速度変化判定手段は、今回検出した目標回転速度と目標速度記憶手段に記憶された前回の目標回転速度とを比較することにより目標回転速度が変化したか否かを判定するように構成され、目標速度変動量演算手段は、今回検出した目標回転速度と目標速度記憶手段に記憶された前回の目標回転速度との差を演算することにより目標回転速度の変動量を演算する。

【0022】

本明細書に開示された第5の発明は、第3の発明又は第4の発明に適用されるもので、本発明においては、負荷変動判定手段が、エンジンの回転速度が目標回転速度よりも高いと判定されている状態で回転速度検出手段により検出されたエンジンの回転速度に増加方向の変化が検出されたときにエンジンの負荷が減少して負荷変動時の制御ゲインの補正が必要であると判定し、エンジンの回転速度が目標回転速度よりも高くないと判定された状態で回転速度検出手段により検出されたエンジンの回転速度に減少方向の変化が検出されたときにエンジンの負荷が増加して負荷変動時の制御ゲインの補正が必要であると判定し、エンジンの回転速度が目標回転速度よりも高いと判定され、かつ前記回転速度検出手段により検出されたエンジンの回転速度に増加方向の変化が検出されないとき及びエンジンの回転速度が目標回転速度よりも高くないと判定され、かつ前記回転速度検出手段により検出されたエンジンの回転速度に減少方向の変化が検出されないときにエンジンの負荷に変動がないか又は負荷が変動しているとしても負荷変動時の制御ゲインの補正は必要がないと判定するように構成される。

【0023】

本明細書に開示された第5の発明は、第3の発明、第4の発明又は第5の発明に適用されるもので、本発明においては、負荷変動判定手段が、回転速度検出手段により検出された回転速度の移動平均値の変化からエンジンの回転速度が増加方向にあるのか減少方向にあるのかを判定するように構成される。

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、目標回転速度の変動量に応じて決定した目標速度変動時制御ゲイン補正係数と、エンジンの負荷が変動したときに生じる回転速度偏差に応じて決定した負荷変動時制御ゲイン補正係数との双方を用いて制御ゲインの基準値を補正することにより制御ゲインを決定するので、負荷変動により回転速度偏差が生じた場合及び目標回転速度の変化により回転速度偏差が生じた場合の何れの場合にも制御ゲインを最適値に設定して、安定性及び応答性が共に高い最適制御を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明に係る電子ガバナーを備えたエンジンシステムの構成を示したブロック図である。

【図2】本発明に係る電子ガバナーの一実施形態の構成を示したブロック図である。

【図3】本発明の一実施形態において、図2に示した各部を構成するためにマイクロプロセッサに微小時間間隔で実行させるガバナー制御タスクのアルゴリズムを示すフローチャートの一部を示した図である。

【図4】本発明の一実施形態において、図2に示した各部を構成するためにマイクロプロセッサに微小時間間隔で実行させるガバナー制御タスクのアルゴリズムを示すフローチャートの他の部分を示した図である。

【図5】各ガバナー制御タスクを実行した際に前回のタスク実行時に検出されたことにする目標回転速度 N_{t0} の減衰量を指定回数で均等に変化させる場合の目標回転速度 N_{t0} の変化の一例を示したグラフである。

【図6】従来の電子ガバナーを備えたエンジンシステムの構成を示したブロック図である。

【図7】目標回転速度を一定として負荷を変化させた場合のエンジンの回転速度の応答特性の一例を示したグラフである。

【図8】制御ゲインの設定を図7と同じ設定にして、目標回転速度を変化させた場合のエ

10

20

30

40

50

ンジンの回転速度の応答特性の一例を示したグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下図面を参照して、本発明に係るエンジン用電子ガバナーの実施形態について説明する。

図1は本発明に係る電子ガバナーを備えたエンジンシステムの構成を示したもので、同図において、1はエンジン2の回転速度を目標速度に収束させるように制御する電子ガバナー、6はエンジンの目標回転速度を切り換える際に操作される切換スイッチ等からなる目標速度設定器である。目標速度設定器6により設定された目標回転速度は電子ガバナー1に与えられる。エンジンの目標回転速度は、目標速度設定器6により切り換えられる他、エンジンの回転速度をアイドル速度に低下させるアイドルダウン要求が出された際や、アイドルダウン要求が解除された際などにも変化させられる。

10

【0027】

IGはエンジン2を点火する点火装置、Tvはエンジンの吸気管に取り付けられて、エンジンのシリンダに供給される混合気の供給量を調節するスロットルバルブ、Btは電子ガバナー1に電源電圧を与えるバッテリーである。バッテリーBtは、エンジン2により駆動される磁石式交流発電機（図示せず。）の整流出力により、充電装置を通して充電される。

【0028】

点火装置IGは、一次コイル及び二次コイルを有して二次コイルがエンジンの点火プラグに接続された点火コイルと、点火コイルの一次コイルに流す一次電流を制御する点火回路とを備えていて、エンジンの点火時期に点火回路が点火コイルの一次電流に急激な変化を生じさせることにより、点火プラグに火花を生じさせるための点火用高電圧を点火コイルの二次コイルに誘起させる。点火コイルの一次コイルには、エンジンの点火を行う毎に高い一次電圧が誘起する。この一次電圧の周波数はエンジンの回転速度に比例し、その発生間隔はエンジンの回転速度に反比例している。本実施形態では、点火装置IGの点火コイルの一次コイルを回転センサとして用いて、点火コイルの一次電圧の発生間隔からエンジンの回転速度を検出する。

20

【0029】

電子ガバナー1は、CPU、ROM及びRAM等を有するマイクロプロセッサを備えていて、マイクロプロセッサがROMに記憶されたガバナ制御タスクのプログラムを微小時間毎に繰り返し実行することにより、エンジンの回転速度を目標回転速度に収束させる制御を実現するために必要な各種の手段を構成する。

30

【0030】

図2を参照すると、本実施形態の電子ガバナー1の構成がブロック図で示されている。本実施形態の電子ガバナー1は、エンジンへの燃料及び空気の供給量を調節する混合気供給量調節部3と、回転速度検出手段5と、目標速度記憶手段21及び回転速度記憶手段22と、回転速度偏差演算手段7と、制御ゲイン設定手段8と、操作量演算手段9と、操作信号出力部10とにより構成されている。

【0031】

回転速度検出手段5は、微小時間毎にエンジンの実回転速度N（rpm）を検出する手段である。回転速度検出手段5を構成するため、本実施形態では、エンジンの点火時に点火装置IGの点火コイルの一次コイルに誘起する一次電圧を点火一次信号として検出して、この点火一次信号が検出される毎にエンジンの回転速度を制御するマイクロプロセッサに割込み処理を実行させる。この割込み処理では、前回の点火一次信号が発生してから今回の点火一次信号が発生するまでの時間を点火一次信号発生間隔として計測して、この点火一次信号発生間隔からエンジンの回転速度を演算する。

40

【0032】

目標速度記憶手段21は、目標速度設定器6により設定されるエンジンの目標回転速度Ntを微小時間毎に（マイクロプロセッサがガバナ制御タスクを実行する毎に）検出して

50

、今回検出した目標回転速度を設定された割合で減衰させた目標回転速度を前回の目標回転速度として記憶する手段である。

【0033】

回転速度記憶手段22は、各検出タイミングでエンジンの実回転速度を逐次記憶する手段で、回転速度検出手段5により検出されたエンジンの実回転速度 N を微小時間毎に現れる検出タイミングで検出して、設定された検出回数分の回転速度 N を順次記憶する。

【0034】

回転速度偏差演算手段7は、微小時間毎に目標回転速度から実回転速度を減じる演算を行って回転速度偏差 dN を演算する。

【0035】

制御ゲイン設定部8は、操作量の演算に用いる制御ゲインを設定する部分で、目標速度変化判定手段8Aと、目標速度変動量演算手段8Bと、目標速度変動時制御ゲイン補正係数演算手段8Cと、回転速度平均値演算手段8Dと、負荷変動判定手段8Eと、負荷変動時制御ゲイン補正係数演算手段8Fと、制御ゲイン補正手段8Gとからなっている。本実施形態では、説明を簡単にするため、比例ゲイン P 、積分ゲイン I 及び微分ゲイン D の3つの制御ゲインのうち、比例ゲイン P のみを用いて回転速度偏差 $N - N_t$ に比例演算 $P(N - N_t)$ を行うことにより操作量を求めるものとし、積分ゲイン及び微分ゲインは操作量の演算に用いないものとする。すなわち(1)式の右辺第1項のみにより操作量を演算するものとする。

【0036】

目標速度変化判定手段8Aは、目標回転速度が変化したか否か(目標速度設定器6が目標回転速度を変化させたか否か)を判定する手段で、この手段は、マイクロコンピュータがガバナ制御タスクを実行する毎に今回検出された目標回転速度 N_t を前回検出された目標回転速度として目標速度記憶手段21に記憶されている目標回転速度 N_{t0} と比較することにより、目標回転速度が変化したか否かを判定する。

【0037】

目標回転速度変動量演算手段8Bは、目標回転速度が変化したと判定されたときに、今回検出された目標回転速度 N_t と前回検出された目標回転速度 N_{t0} との差 $N_t - N_{t0}$ を目標回転速度変動量 dN_t として演算する手段である。

【0038】

目標速度変動時制御ゲイン補正係数演算手段8Cは、目標速度変化判定手段8Aにより目標回転速度 N_t が変化したと判定されたときに、操作量の演算に用いる制御ゲインを求めるために該制御ゲインの基準値 K_p に乘じる目標速度変動時ゲイン補正係数 C_{pt} を目標回転速度変動量演算手段8Bにより演算された目標回転速度変動量 dN_t に対して演算する手段である。

【0039】

本実施形態で用いる目標速度変動時制御ゲイン補正係数演算手段8Cは、目標速度変化判定手段により目標回転速度が変化したと判定されたときに目標速度変動時ゲイン補正係数演算用テーブルを目標回転速度変動量 dN_t に対して検索することにより、目標速度変動時ゲイン補正係数 C_{pt} を演算し、目標速度変化判定手段により目標回転速度が変化していないと判定されたときには目標速度変動時ゲイン補正係数 C_{pt} を1とする。目標速度変動時ゲイン補正係数演算用テーブルは、目標回転速度変動量 dN_t と目標速度変動時ゲイン補正係数 C_{pt} との間の関係を与えるテーブル(マップ)で、このテーブルは例えば、各目標回転速度変動量 dN_t に対して目標速度変動時ゲイン補正係数 C_{pt} の値を種々異ならせて回転速度の応答特性を調べる実験から得られた最適なデータに基づいて作成されてROMに記憶されている。

【0040】

回転速度平均値演算手段8Dは、回転速度検出手段5により検出されたエンジンの回転速度の平均値を演算する手段である。本実施形態の回転速度平均値演算手段は、回転速度検出手段5により検出されたエンジンの回転速度の移動平均値 N_v を演算するように構成

10

20

30

40

50

されている。回転速度の移動平均値 N_v の演算は、今回の検出タイミングで検出された回転速度の検出値と、今回の検出タイミングの直前に現れた連続する $n-1$ 回（ n は2以上の整数）の検出タイミングでそれぞれ検出されて回転速度記憶手段22に記憶されている $n-1$ 個の回転速度の検出値とからなる合計 n 個の回転速度の検出値の平均値を演算することにより行う。

【0041】

負荷変動判定手段8Eは、エンジンの負荷が変化したか否か及び負荷変動時の制御ゲインの補正が必要であるか否かを判定する手段である。本実施形態で用いる負荷変動判定手段8Eは、回転速度偏差演算手段7により演算された回転速度偏差 dN の符号からエンジンの回転速度が目標回転速度よりも高いと判定されている状態で回転速度検出手段5により検出されたエンジンの回転速度に増加方向の変化が検出されたときにエンジンの負荷が減少して負荷変動時の制御ゲインの補正が必要であると判定し、回転速度偏差の符号からエンジンの回転速度が目標回転速度よりも低いと判定された状態で回転速度検出手段5により検出されたエンジンの回転速度に減少方向の変化が検出されたときにエンジンの負荷が増加して負荷変動時の制御ゲインの補正が必要であると判定する。また回転速度偏差 dN の符号からエンジンの回転速度 N が目標回転速度 N_t よりも高いと判定され、かつ回転速度検出手段5により検出されたエンジンの回転速度 N に増加方向の変化が検出されないとき、及び回転速度偏差 dN の符号からエンジンの回転速度 N が目標回転速度 N_t よりも低いと判定され、かつ回転速度検出手段5により検出されたエンジンの回転速度 N に減少方向の変化が検出されないときにエンジンの負荷に変動がないか、又は負荷が変動しているとしてもエンジンの回転速度が目標回転速度に収束し得る状態であるので負荷変動時の制御ゲインの補正は必要ないと判定する。

【0042】

ここで、回転速度偏差 dN を $dN = N - N_t$ の式により求めるとすると、回転速度偏差 dN が正になる（エンジンの回転速度 N が目標回転速度 N_t よりも高くなる）のは、（a）目標回転速度 N_t が減少方向に変更された場合、（b）エンジンの負荷が減少して回転速度にオーバーシュートが生じた場合、及び（c）負荷が増加して回転速度のアンダーシュートが生じた後の制御における混合気供給量調節部の操作量が過大であったために回転速度 N が上昇した場合のいずれかの場合である。

【0043】

また回転速度偏差 dN が負になる（エンジンの回転速度 N が目標回転速度 N_t よりも低くなる）のは、（d）目標回転速度が増加方向に変更された場合、（e）負荷が増加して回転速度にアンダーシュートが生じた場合、及び（f）負荷が減少して回転速度にオーバーシュートが生じた後の制御における混合気供給量調節部の操作量が過大であったために回転速度 N が低下した場合のいずれかの場合である。

【0044】

従って、回転速度偏差 $dN (= N - N_t)$ が正である状態（エンジンの回転速度が目標回転速度よりも高い状態）で、回転速度の移動平均値 N_v からエンジンの回転速度が上昇していると判定されたときに、負荷が減少していると判定することができ、回転速度偏差 $dN (= N - N_t)$ が負である状態（エンジンの回転速度が目標回転速度よりも低い状態）で、回転速度の移動平均値 N_v からエンジンの回転速度が低下していると判定されたときに、負荷が増加していると判定することができる。

【0045】

前述の様に、本実施形態では、エンジンの回転速度が目標回転速度よりも高いと判定されている状態で回転速度検出手段5により検出されたエンジンの回転速度に増加方向の変化が検出されたときにエンジンの負荷が減少して負荷変動時の制御ゲインの補正が必要であると判定し、エンジンの回転速度が目標回転速度よりも低いと判定された状態で回転速度検出手段5により検出されたエンジンの回転速度に減少方向の変化が検出されたときにエンジンの負荷が増加して負荷変動時の制御ゲインの補正が必要であると判定するが、回転速度偏差 $dN (= N - N_t)$ が正である状態（エンジンの回転速度が目標回転

速度よりも高い状態)で、回転速度の移動平均値 N_v からエンジンの回転速度に増加方向の変化が生じているとの判定がされなかったとき、及び回転速度偏差 $dN (= N - N_t)$ が負である状態(エンジンの回転速度が目標回転速度よりも低い状態)で、回転速度の移動平均値 N_v からエンジンの回転速度に減少方向の変化が生じているとの判定がされなかったときには、エンジンの負荷に変動がないか又は負荷が変動しているとしても負荷変動時制御ゲイン補正係数を用いた制御ゲインの補正を行う必要がない状態であると判定する。このような判定を行う理由は下記の通りである。

【0046】

すなわち、エンジンの回転速度 N が目標回転速度 N_t よりも高いと判定され、かつエンジンの回転速度に増加方向の変化が検出されない状態は、次の(A)ないし(C)のいずれかの状態である。

10

(A) 負荷が一旦減少したために回転速度 N が目標回転速度 N_t よりも高くなったが、その後負荷が増加に転じたために回転速度が目標速度に向けて低下していく状態。

(B) 負荷が一旦減少したために回転速度 N が目標回転速度 N_t よりも高くなったが、その後負荷の変動がないためにガバナによる制御が有効に働き、回転速度が目標速度に向けて低下していく状態。

(C) 負荷が一旦減少したために回転速度 N が目標回転速度 N_t よりも高くなった後、負荷が引き続き減少しているが、その負荷の減少方向の変動が急激でないために、ガバナによる制御が有効に働き、回転速度 N が目標回転速度 N_t に向けて低下していく状態。

【0047】

20

またエンジンの回転速度 N が目標回転速度 N_t よりも低いと判定され、かつエンジンの回転速度 N に減少方向の変化が検出されない状態は、次の(D)ないし(F)のいずれかの状態である。

(D) 負荷が一旦増加したために回転速度 N が目標回転速度 N_t よりも低くなったが、その後負荷が減少に転じたために回転速度が目標速度に向けて上昇していく状態。

(E) 負荷が一旦増加したために回転速度 N が目標回転速度 N_t よりも低くなったが、その後負荷の変動がないためにガバナによる制御が有効に働き、回転速度が目標速度に向けて上昇していく状態。

(F) 負荷が一旦増加したために回転速度 N が目標回転速度 N_t よりも低くなった後、負荷が引き続き増加しているが、その負荷の増加方向の変動が急激でないために、ガバナによる制御が有効に働き、回転速度 N が目標回転速度 N_t に上昇していく状態。

30

【0048】

上記(A)ないし(F)の状態は、何れもガバナによる制御が有効に働いて、エンジンの回転速度が目標回転速度に収束し得る状態であるので、本実施形態では、これらの状態が検出されたときに、エンジンの負荷に変動がないか、又は負荷が変動しているとしても負荷変動時の制御ゲインの補正は必要ないと判定して、負荷変動時制御ゲイン補正係数を用いた制御ゲインの補正を行わない。

【0049】

本実施形態では、回転速度の移動平均値を用いてエンジンの回転速度が増加傾向にあるか減少傾向にあるかを判定しているが、このように構成しておくこと、回転速度の微小変化による誤判定を防いで、エンジンの回転速度が増加傾向にあるか減少傾向にあるかの判定を正確に行わせることができる。

40

【0050】

負荷変動時制御ゲイン補正係数演算手段8Fは、負荷変動時に制御ゲイン補正するために制御ゲインの基準値 K_p に乘じる負荷変動時制御ゲイン補正係数 C_{pl} を演算する手段である。本実施形態の負荷変動時制御ゲイン補正係数演算手段8Fは、負荷変動判定手段8Eによりエンジンの負荷が変動していて制御ゲインの補正が必要であると判定されたときに、操作量の演算に用いる制御ゲインを求めるために制御ゲインの基準値 K_p に乘じる負荷変動時制御ゲイン補正係数 C_{pl} を回転速度偏差 dN に対して演算する。負荷変動時制御ゲイン補正係数 C_{pl} の演算は、回転速度偏差 dN と負荷変動時制御ゲイン補正係数 C_{pl} の

50

適正值との間の関係を与える負荷変動時制御ゲイン補正係数演算用マップを回転速度偏差 dN に対して検索することにより行う。負荷変動時制御ゲイン補正係数演算用マップも予め実験的に作成して ROM に記憶させておく。

【0051】

制御ゲイン補正手段 8G は、制御ゲインの基準値 K_p を補正して操作量の演算に用いる制御ゲインを求める手段で、予め設定されて ROM に記憶された制御ゲインの基準値 K_p に目標速度変動時ゲイン補正係数 C_{pt} と負荷変動時制御ゲイン補正係数 C_{pl} とを乗じる演算 $K_p \times C_{pt} \times C_{pl}$ を行うことにより制御ゲインの基準値を補正して、操作量の演算に用いる制御ゲインを求める。

【0052】

図 2 に示した電子ガバナを構成する各手段を実現するために微小時間間隔でマイクロコンピュータに実行させるガバナ制御タスクのアルゴリズムを示すフローチャートを図 3 及び図 4 に示した。このガバナ制御タスクでは、先ず図 3 のステップ 1 において、前回このタスクを実行した際に演算された回転速度の移動平均値 N_v を、前回の移動平均値 N_{v0} として記憶させる。次いでステップ 2 でエンジンの回転速度 N を検出し、今回新たに検出した回転速度を含めて改めて回転速度の移動平均値を演算する。

【0053】

次にステップ 3 で目標速度設定器 6 により設定された目標回転速度 N_t を読み込み、ステップ 4 に進む。ステップ 4 では、ステップ 3 で新たに読み込んだ目標回転速度 N_t を前回読み込まれた目標回転速度 N_{t0} と比較して、目標回転速度が変化しているか否かを判定する。その結果、目標回転速度が変化していると判定された場合には、ステップ 5 に進んで目標回転速度の変動量 $dN_t = N_t - N_{t0}$ を目標速度変動量として演算した後ステップ 6 に進む。ステップ 6 では、目標速度変動量 dN_t を用いて目標回転速度変動時制御ゲイン補正係数演算用テーブル $K_{pt_variable}(dN_t)$ を検索することにより、操作量の演算に用いる制御ゲインを求めるために予め設定された制御ゲインの基準値 K_p に乗じる目標回転速度変動時制御ゲイン補正係数 C_{pt} を演算する。

【0054】

次いでステップ 7 に進んで、目標速度変動量 dN_t に予め設定した減衰係数 K_{at} を乗算して求めた数値を今回読み込まれた目標回転速度 N_t から減ずる演算 $N_{t0} = N_t - dN_t \times K_{at}$ を行って、演算された（検出された目標回転速度よりも減衰された）目標回転速度 N_{t0} を前回の目標回転速度として目標速度記憶手段 21 に記憶させる。減衰係数 K_{at} は、予め制御対象であるエンジンの特性に合わせた適切な値に設定しておく。

【0055】

本実施形態において、今回検出された目標回転速度 N_t そのものを前回の目標回転速度 N_{t0} として更新するのではなく、今回検出された目標回転速度 N_t から今回演算された目標速度変動量 dN_t に減衰係数 K_{at} を乗算して減衰させた目標速度変動量 $dN_t \times K_{at}$ を減じたものを前回の目標回転速度 N_{t0} として更新するのは、目標回転速度に変化があったことを一定時間の間保持して、制御ゲインを補正したことによる効果がエンジンの実際の回転速度の制御に確実に効くようにするためである。

【0056】

ガバナ制御タスクを微小時間間隔でマイクロプロセッサに実行させることにより電子ガバナを構成する各手段を実現する場合、前回のタスク実行時から今回のタスク実行時までの時間は極めて微小であるため、今回検出された目標回転速度 N_t そのものを前回の目標回転速度 N_{t0} として更新して制御ゲインを設定する処理を行わせるようにした場合には、制御ゲインの補正の効果が効いている時間が微小になり、制御ゲインを補正したことによる効果をエンジンの実際の回転速度の制御に確実に反映させることが困難である。例えば、ガバナ制御タスクを 10 msec 間隔で実行するとすると、今回検出された目標回転速度 N_t そのものを前回の目標回転速度 N_{t0} として更新するようにした場合には、制御ゲインを補正した後 10 msec が経過した時点では目標回転速度に変化がないと判断され、制御ゲインの補正が行われない。ここで、エンジンの回転速度が例えば 3000 rpm であるとする

10

20

30

40

50

と、エンジンが1回転するのに要する時間は20msecであり、1燃焼サイクルは40msecであるが、ガバナによる回転速度の制御効果は、エンジンの燃焼行程があって初めて現れるため、1燃焼サイクルの時間(40msec)よりも短い時間の間しか制御ゲインの補正効果が持続しないとすると、制御ゲインの補正の効果をエンジンの回転速度の制御に確実に反映させることが難しい。上記の例のように、ガバナ制御タスクを10msec毎に実行する場合、制御ゲインの補正の効果が持続する時間と燃焼時間との比(補正効果持続時間/燃焼時間)は $10/40 (= 1/4)$ となるため、制御ゲインを補正したことによる効果は $1/4$ の確率でしか効かないことになる。実際には、制御ゲイン補正の効果を3~4燃焼サイクルの間は持続させることが望ましいため、制御時間を延ばす必要がある。本実施形態では、今回検出された目標回転速度 N_t から今回演算された目標速度変動量 dN_t に減衰係数 Kat を乗算して減衰させた目標速度変動量 $dN_t \times Kat$ を減じたものを前回の目標回転速度 N_{t0} として更新することにより、制御ゲイン補正の効果が効く時間を延ばすことができるようにしている。

10

【0057】

ステップ4で、新たに読み込んだ目標回転速度 N_t を前回読み込まれた目標回転速度 N_{t0} と比較した結果、目標回転速度が変化していないと判定された場合には、ステップ8に進んで、目標回転速度変動時制御ゲイン補正係数 C_{pt} を1とする。

【0058】

ステップ7又はステップ8を実行した後、図4のステップ9に進む。ステップ9では、検出された回転速度 N から目標回転速度 N_t を減じる演算を行って回転速度偏差 $dN (= N - N_t)$ を求める。

20

【0059】

ステップ9を行った後、ステップ10に進み、ステップ9で演算された回転速度偏差 dN が正であるか負であるか(実回転速度 N が目標回転 N_t よりも高いか低い)かを判定する。前述のように、回転速度偏差 dN が正になる(実回転速度 N が目標回転 N_t よりも高くなる)のは、目標回転速度が減少方向に変更された場合、負荷が減少したために回転速度にオーバーシュートが生じた場合、及び負荷が増加してアンダーシュートが生じた後の制御で操作量が過大であったために回転速度が過度に上昇した場合の3つの場合のうちのいずれかである。また回転速度偏差 dN が負になる(実回転速度 N が目標回転 N_t よりも低くなる)のは、目標回転速度が増加方向に変更された場合、負荷が増加したために回転速度にアンダーシュートが生じた場合、及び負荷が減少してオーバーシュートが生じた後の制御で操作量が過大であったために回転速度が過度に低下した場合の3つの場合のうちのいずれかの場合である。

30

【0060】

ステップ10で、回転速度偏差 dN が正であると判定された場合には、ステップ11に進んで、ステップ2で演算された回転速度の今回の移動平均値 N_v を、前回演算された回転速度の移動平均値 N_{v0} に上昇判定係数 k_u を乗じて求めた上昇判定値 $N_{v0} \times k_u$ と比較することにより、エンジンの回転速度が上昇判定値よりも上昇しているか否かを判定する。ステップ11で今回演算された回転速度の移動平均値 N_v が上昇判定値 $N_{v0} \times k_u$ よりも大きいと判定された場合(回転速度偏差 dN が正で回転速度が上昇していると判定された場合には、ステップ12で負荷が減少していて、負荷変動時の制御ゲインの補正が必要であると判定する。前回演算された回転速度の移動平均値 N_{v0} に上昇判定係数 k_u を乗じた値 $N_{v0} \times k_u$ を上昇判定値とするのは、エンジンの回転速度が上昇したか否かの判定を確実に行わせるためである。

40

【0061】

ステップ10で回転速度偏差 dN が負である(回転速度 N が目標回転速度 N_t よりも低い)と判定された場合には、ステップ13に進んで、ステップ2で演算された回転速度の今回の移動平均値 N_v を、前回演算された回転速度の移動平均値 N_{v0} に低下判定係数 k_d を乗じて求めた低下判定値 $N_{v0} \times k_d$ と比較することにより、エンジンの回転速度が低下判定値よりも低下しているか否かを判定する。その結果、今回演算された回転速度の移動

50

平均値 N_v が低下判定値 $N_{v0} \times k_d$ よりも低いと判定された場合（回転速度偏差 dN が負で回転速度が低下していると判定された場合）には、ステップ 14 で負荷が増加していて負荷変動時の制御ゲインの補正が必要であると判定する。前回演算された回転速度の移動平均値 N_{v0} に低下判定係数 k_d を乗じた値 $N_{v0} \times k_d$ を低下判定値とするのは、エンジンの回転速度が低下したか否かの判定を確実にに行わせるためである。

【0062】

ステップ 13 で今回演算された回転速度の移動平均値 N_v が低下判定値 $N_{v0} \times k_d$ よりも低いと判定された場合（ステップ 11 及び 13 の条件が成立しない場合）には、回転速度偏差 dN が負である（回転速度が目標回転速度よりも低い）にもかかわらず回転速度の移動平均値 N_v が低下判定値 $N_{v0} \times k_d$ よりも高い状態であることから、エンジンの回転速度が目標回転速度に近づいていると判定できるので、ステップ 15 で負荷変動による制御ゲインの補正は不要であると判定する。

10

【0063】

ステップ 12 でエンジンの負荷が減少していて制御ゲインの補正が必要であると判定されたとき、及びステップ 14 で負荷が増加していて制御ゲインの補正が必要であると判定されたときには、ステップ 16 に移行して回転速度偏差 dN に対して負荷変動時制御ゲイン補正係数演算用テーブル $Kp_variable(dN)$ を検索することにより、負荷変動時制御ゲイン補正係数 Cpl を演算する。またステップ 15 で負荷変動による制御ゲインの補正は不要であると判定されたときには、ステップ 17 で負荷変動時制御ゲイン補正係数 Cpl を 1 とする。

20

【0064】

ステップ 16 又は 17 を実行した後、ステップ 18 に進み、比例制御ゲインの基準値 Kp に目標回転速度変動時制御ゲイン補正係数 Cpt と負荷変動時制御ゲイン補正係数 Cpl とを乗じる演算を行って操作量の演算に用いる比例制御ゲイン Kp ($Kp \times Cpl \times Cpt$) を求める。次いでステップ 19 に進み、補正された比例制御ゲインを用いてエンジンの回転速度を目標回転速度に収束させる比例制御を行わせてこのタスクを終了する。

【0065】

図 3 及び図 4 に示したアルゴリズムによる場合には、ステップ 4 により目標速度変化判定手段 8A が、またステップ 5 により目標速度変動量演算手段 8B がそれぞれ構成され、ステップ 6 ないし 8 により目標速度変動時制御ゲイン補正係数演算手段 8C が構成される。更にステップ 2 により回転速度平均値演算手段 8D が構成され、ステップ 10 ないし 15 により負荷変動判定手段 8E が構成される。またステップ 16 により負荷変動時制御ゲイン補正係数演算手段 8F が構成され、ステップ 18 により制御ゲイン補正手段 8G が構成される。更にステップ 9 により回転速度偏差演算手段 7 が構成される。

30

【0066】

エンジンの回転速度を目標回転速度に収束させる制御を行わせるためには、上記の実施形態のように、PID の 3 つの制御ゲインのうち、比例ゲイン P のみを用いて、回転速度偏差に (1) 式の右辺第 1 項の比例演算を施すことにより燃料調節部の操作量を演算して、比例制御 (P 制御) を行わせるだけでも十分であるが、比例ゲイン P と積分ゲイン I とを用いて (1) 式の第 1 項と第 2 項とにより操作量を演算したり、比例ゲイン P と微分ゲイン D とを用いて (1) 式の第 1 項と第 3 項とにより操作量を演算したり、比例ゲイン P と積分ゲイン I と微分ゲイン D とを用いて (1) 式の第 1 項ないし第 3 項により操作量を演算したりする場合もある。上記の実施形態では、比例ゲイン P の設定を例にとったが、積分ゲイン及び微分ゲイン設定も上記実施形態と同様に行うことができる。

40

【0067】

図 3 のステップ 4 で行う目標回転速度の変化の有無の判定は、今回検出された目標回転速度 N_t と前回の目標回転速度 N_{t0} とが一致しているか否かを判定することによりおこなっているが、今回検出された目標回転速度 N_t と前回検出された目標回転速度 N_{t0} との間に一定値以上の差があった場合に目標回転速度が変化したと判定するようにしてもよい。

【0068】

50

図3のステップ7においては、今回検出された目標回転速度 N_t から、目標回転速度の変化量 dN_t に係数 K_{at} を乗じたものを減算することにより減衰させた目標回転速度 N_{t0} を前回検出された目標回転速度とするようにしているが、目標回転速度に変化があったことを一定時間の間保持して、制御ゲインを補正したことによる効果がエンジンの実際の回転速度の制御に確実に効くようにするためには、今回検出した目標回転速度を設定された割合で減衰させた目標回転速度を前回の目標回転速度として更新する（記憶させる）ようにすればよく、その減衰のさせかたは上記の実施形態で示したものに限定されない。例えば、前回検出されたことにする減衰された目標回転速度 N_{t0} の演算は、今回検出された目標回転速度 N_t から一定値を減算する方法により行ってもよく、指定回数で均等に減衰量を変化させる方法によってもよい。

10

【0069】

指定回数で均等に減衰量を変化させる方法により、減衰された目標回転速度 N_{t0} を求める場合には、目標回転速度変化量を dN_{t1} 、減衰実行回数（タスクの実行回数）を n 、減衰指定回数を n_0 として、 $N_{t0} = N_t - dN_{t1} \times (n_0 - n) / n_0$ の演算を行うことにより減衰実行回数 n が1増加する毎に、減衰量を減少させ、 n_0 回減衰を実行したときに N_{t0} の減衰量を0として $N_t = N_{t0}$ とする。

【0070】

図5は、目標回転速度の減衰量を指定回数で均等に変化させる方法によった場合の減衰された目標回転速度 N_{t0} の変化の一例を示したもので、この例では $n_0 = 5$ として N_t を5回に分けて均等に減衰させ、5回目に減衰量を0として $N_{t0} = N_t$ としている。

20

【0071】

図4のステップ10においては、回転速度偏差 dN が正であるか否かを判定するようにしているが、回転速度偏差 dN が設定された一定の正の判定値以上であるか否か及び回転速度偏差 dN が設定された一定の負の判定値以下であるか否かを判定して、回転速度偏差 dN が一定の正の判定値以上である場合にステップ11に進み、回転速度偏差 dN が一定の負の判定値以下である場合にステップ13に進み、回転速度偏差 dN が一定の正の判定値以上でもなく、一定の負の判定値以下でもない場合にステップ15に進むようにしても良い。

【符号の説明】

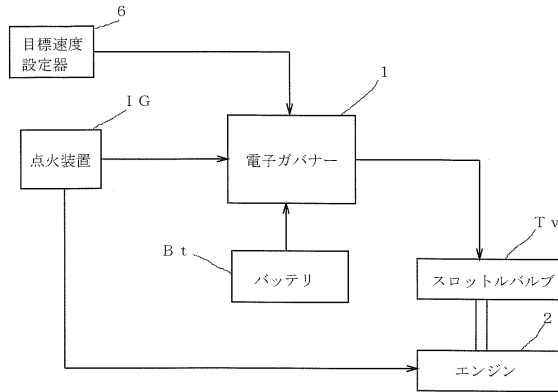
【0072】

30

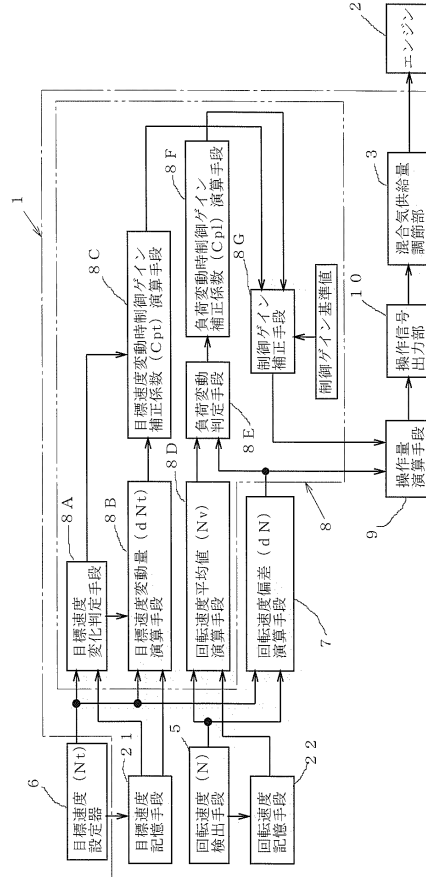
- 1 電子ガバナー
- 2 エンジン
- 3 混合気供給量調節部
- 5 回転速度検出手段
- 6 目標速度設定器
- 7 回転速度偏差演算手段
- 8 制御ゲイン設定部
- 8 A 目標速度変化判定手段
- 8 B 目標速度変動量演算手段
- 8 C 目標速度変動時制御ゲイン補正係数演算手段
- 8 D 回転速度平均値演算手段
- 8 E 負荷変動判定手段
- 8 F 負荷変動時制御ゲイン補正係数演算手段
- 8 G 制御ゲイン補正手段
- 9 操作量演算手段
- 10 操作信号出力部

40

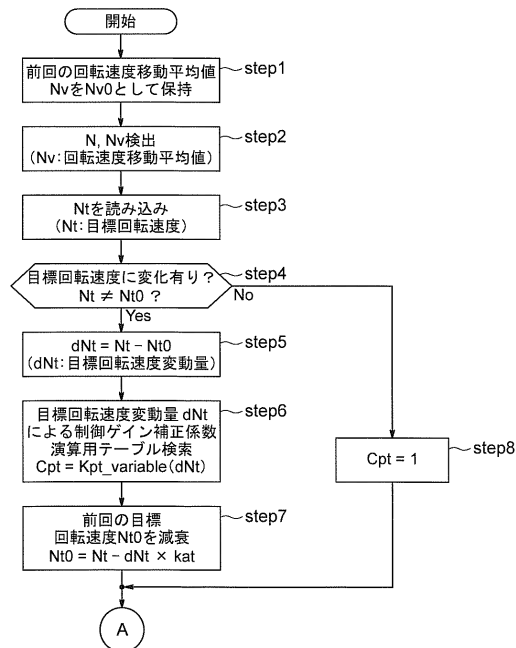
【図 1】



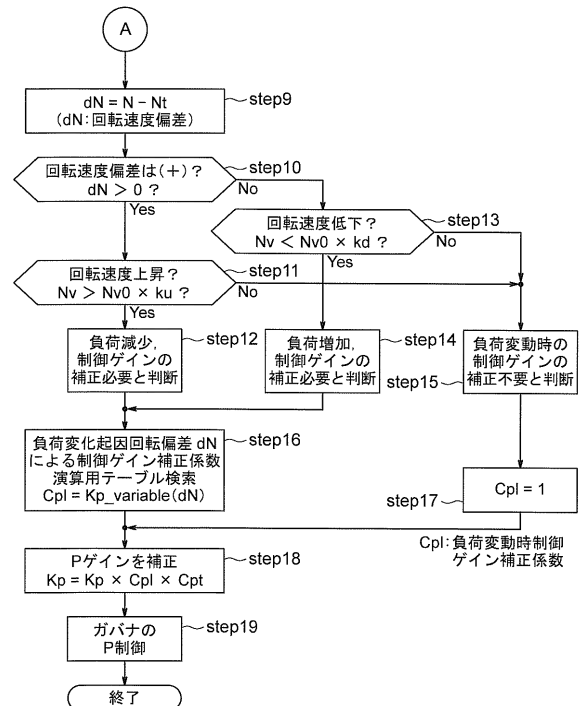
【図 2】



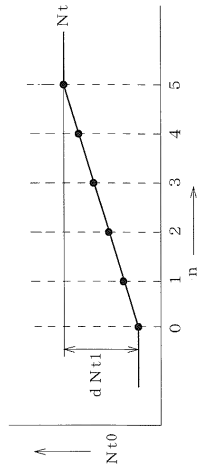
【図 3】



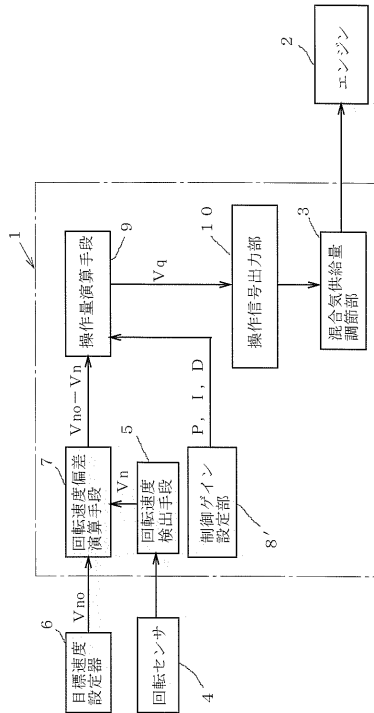
【図 4】



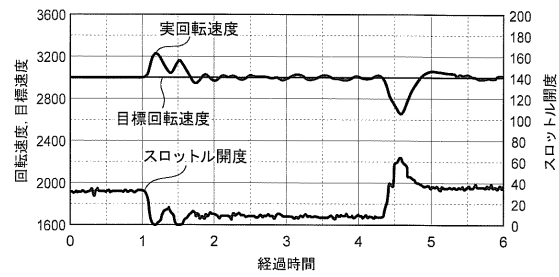
【図 5】



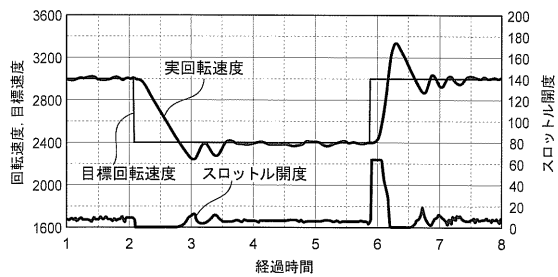
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

審査官 二之湯 正俊

- (56)参考文献 特開2004-278383 (JP, A)
特開2009-036180 (JP, A)
特開2006-274881 (JP, A)
特開平10-197413 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D 41/00-41/40
F02D 9/00-11/10
F02D 43/00-45/00
F02D 29/00-29/06