

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4130800号
(P4130800)

(45) 発行日 平成20年8月6日(2008.8.6)

(24) 登録日 平成20年5月30日(2008.5.30)

(51) Int.Cl.

F I

FO2D 45/00	(2006.01)	FO2D 45/00	368G
FO2D 9/02	(2006.01)	FO2D 45/00	368H
FO2D 41/14	(2006.01)	FO2D 9/02	Z
FO2D 41/22	(2006.01)	FO2D 41/14	310E
		FO2D 41/14	320C

請求項の数 20 (全 29 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2003-435413 (P2003-435413)
 (22) 出願日 平成15年12月26日(2003.12.26)
 (65) 公開番号 特開2005-194891 (P2005-194891A)
 (43) 公開日 平成17年7月21日(2005.7.21)
 審査請求日 平成18年2月8日(2006.2.8)

(73) 特許権者 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (74) 代理人 100091096
 弁理士 平木 祐輔
 (72) 発明者 中川 慎二
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社 日立製作所 日立研究所内
 (72) 発明者 飯星 洋一
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社 日立製作所 日立研究所内
 (72) 発明者 倉島 芳国
 茨城県ひたちなか市大字高場2520番地
 株式会社 日立製作所 オートモティブ
 システムグループ内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンジンの制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

空燃比を制御するエンジンの制御装置であって、

空燃比検出手段により検出される検出空燃比と空燃比調節手段に出力される空燃比制御信号とに基づいて、前記空燃比調節手段から前記空燃比検出手段までのゲイン特性及び位相特性を演算する周波数応答特性演算手段と、前記ゲイン特性が所定値以上変化したとき、前記位相特性に基づいてセンサの応答特性とゲイン特性とのいずれが劣化したかを診断する診断手段とを有することを特徴とする制御装置。

【請求項2】

前記診断手段は、前記ゲイン特性が所定値以上変化し、かつ前記位相特性が所定値以上変化しないとき、前記空燃比検出手段のゲイン特性が変化すると判定し、前記ゲイン特性が所定値以上変化し、かつ前記位相特性が所定値以上変化したとき、前記空燃比検出手段の応答特性が劣化したと診断することを特徴とする請求項1に記載の制御装置。

【請求項3】

前記診断手段は、ゲイン特性基準値及び位相特性基準値を演算する周波数応答特性基準値演算手段と、前記ゲイン特性と前記ゲイン特性基準値、並びに、前記位相特性と前記位相特性基準値を比較するゲイン・位相比較手段と、を備え、

前記ゲイン・位相比較手段の比較結果に基づいて、前記空燃比検出手段を診断することを特徴とする請求項2に記載の制御装置。

【請求項4】

10

20

前記ゲイン・位相比較手段は、前記ゲイン特性基準値と前記ゲイン特性の差であるゲインを求めるとともに、前記位相特性基準値と前記位相特性の差である位相を求め、前記診断手段は、前記ゲインの絶対値が所定値以上かつ前記位相の絶対値が所定値未満のとき、前記空燃比検出手段のゲイン特性が変化したと判定し、前記ゲインの絶対値が所定値以上かつ前記位相の絶対値が所定値以上のとき、前記空燃比検出手段の応答特性が劣化したと診断することを特徴とする請求項3に記載の制御装置。

【請求項5】

前記周波数応答特性基準値演算手段は、前記エンジンの運転状態に基づいて、前記ゲイン特性基準値及び前記位相特性基準値を演算することを特徴とする請求項3に記載の制御装置。

10

【請求項6】

前記周波数応答特性基準値演算手段は、少なくともエンジン回転数及び吸入空気量に基づいて、前記ゲイン特性基準値及び前記位相特性基準値を演算することを特徴とする請求項1に記載の制御装置。

【請求項7】

前記検出空燃比に基づいて、前記空燃比調節手段に供給する空燃比制御信号を設定する空燃比制御手段を備えていることを特徴とする請求項1に記載の制御装置。

【請求項8】

前記空燃比制御手段は、目標空燃比を演算する目標空燃比演算手段と、前記目標空燃比と前記検出空燃比との差に基づいて、空燃比補正量を演算する空燃比補正量演算手段と、を備えていることを特徴とする請求項7に記載の制御装置。

20

【請求項9】

前記空燃比調節手段は、燃料噴射弁等の燃料供給量調節手段及び／又はスロットル弁等の吸入空気量調節手段であることを特徴とする請求項1に記載の制御装置。

【請求項10】

前記空燃比制御手段は、気筒別に空燃比補正量を演算する気筒別空燃比補正量演算手段を備え、前記周波数応答特性演算手段は、前記空燃比検出手段から得られる信号のエンジン回転数周波数の $N/2$ 次($N=1, 2, 3, 4, \dots$)成分を演算する周波数成分演算手段を備えていることを特徴とする請求項7に記載の制御装置。

【請求項11】

30

前記空燃比制御手段は、全気筒の空燃比を均等に補正する補正量を演算する手段と、特定気筒の空燃比を補正する補正量を演算する手段と、を備え、前記周波数応答特性演算手段は、前記空燃比検出手段から得られる信号のエンジン回転数周波数の $N/2$ 次($N=1, 2, 3, 4, \dots$)成分を演算する周波数成分演算手段を備えていることを特徴とする請求項7に記載の制御装置。

【請求項12】

前記周波数応答特性演算手段は、前記空燃比検出手段から得られる信号のエンジン回転数相当周波数の少なくとも $1/2$ 次成分を演算する周波数成分演算手段を備えていることを特徴とする請求項1に記載の制御装置。

【請求項13】

40

前記診断手段は、ゲイン特性基準値及び位相特性基準値を演算する周波数応答特性基準値演算手段と、前記周波数成分演算手段により演算されたゲイン特性と前記ゲイン特性基準値、並びに、前記周波数成分演算手段により演算された位相特性と前記位相特性基準値を比較するゲイン・位相比較手段と、を備え、前記ゲイン・位相比較手段の比較結果に基づいて、前記空燃比検出手段を診断することを特徴とする請求項1に記載の制御装置。

【請求項14】

前記診断手段による前記空燃比検出手段の診断結果に基づいて、前記空燃比制御手段における空燃比制御パラメータの補正量を演算するパラメータ補正量演算手段を備えていることを特徴とする請求項7に記載の制御装置。

【請求項15】

50

前記空燃比制御手段は、前記目標空燃比と前記検出空燃比との差に基づいて、前記混合気の空燃比を前記目標空燃比とすべくPID制御を行うようにされ、前記パラメータ補正量演算手段は、前記PID制御のパラメータであるP分、I分、Dゲインの少なくとも一つのゲインの補正量を演算することを特徴とする請求項7に記載の制御装置。

【請求項16】

前記全気筒の空燃比補正量演算手段は、前記パラメータ補正量演算手段により演算された前記PID制御のパラメータであるP分、I分、D分ゲインの少なくとも一つのゲインの補正量に基づいて、前記P分、I分、D分を補正することを特徴とする請求項11に記載の制御装置。

【請求項17】

前記パラメータ補正量演算手段は、前記診断手段の診断結果である前記空燃比検出手段のゲイン劣化度及び応答性劣化度に基づいて、前記PID制御のパラメータであるP分、I分、D分ゲインの補正量を演算することを特徴とする請求項14に記載の制御装置。

【請求項18】

前記診断手段による前記空燃比検出手段の診断結果に基づいて、前記空燃比検出手段から得られる第一の信号と、該第一の信号と検出空燃比補正量に基づいて演算される第二の信号と、前記第二の信号に基づく検出空燃比の補正量を演算する検出空燃比補正量演算手段と、該手段により演算された検出空燃比補正量に基づいて、前記空燃比検出手段から前記空燃比調節手段に入力される信号があらわす検出空燃比を補正する検出空燃比補正手段と、を備えていることを特徴とする請求項7に記載の制御装置。

【請求項19】

前記空燃比制御手段は、前記空燃比検出手段から得られる信号に基づく空燃比フィードバック制御を行うようにされ、この空燃比フィードバック制御時において、前記混合気の空燃比を理論空燃比よりリッチ側に補正するリッチ補正期間を求めるとともに、理論空燃比よりリーン側に補正するリーン補正期間を求め、前記リッチ補正期間と前記リーン補正期間とからリッチ・リーン周期を求めらるようになされ、前記診断手段は、前記リッチ・リーン周期並びに前記周波数応答特性演算手段により演算されたゲイン特性及び位相特性に基づいて、前記空燃比検出手段を診断することを特徴とする請求項7に記載の制御装置。

【請求項20】

前記周波数応答特性演算手段で演算された周波数応答特性に基づいて、前記空燃比調節手段の特性、燃料の特性、及び燃焼特性のうちの少なくとも一つの特性を診断する手段と、エンジンの運転状態に基づいて、診断対象が前記空燃比検出手段であるか、前記空燃比調節手段の特性、燃料の特性、及び燃焼特性のうちの少なくとも一つの特性であるかを判定する診断対象判定手段と、を備えていることを特徴とする請求項1に記載の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃焼に供される混合気の空燃比を調節するための、スロットル弁や燃料噴射弁等の空燃比調節手段が配備されるとともに、排気通路にリニア空燃比センサ等の空燃比検出手段が配在されているエンジンの制御装置に係り、特に、空燃比検出手段が劣化したかどうか等を診断し、加えて、その診断結果に基づいて空燃比制御を最適化できるようにされた制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、排ガス規制が強化されつつある。エンジンから排出されるHC、CO、NOxを浄化するために排気通路に三元触媒を設け、該触媒の高効率利用のために、触媒上流に空燃比に対してリニアな出力(信号)が得られるリニア空燃比センサ(以下、A/Fセンサ)を用いて、ロバスト性の高い空燃比フィードバック制御を行うのが一般的になりつつある。一方、北米、欧州、国内等の自己診断規制もされつつあり、A/Fセンサの診断精度も高精度化が、すなわちA/Fセンサの劣化モード(ゲイン劣化、応答性劣化)及びその劣化度

10

20

30

40

50

の高精度検出が要求されつつある。こうした背景から A / F センサの劣化を高精度に検出する方法（診断方法）及び該診断結果に応じて空燃比フィードバック制御パラメータを最適化し、排気浄化システムの性能維持を図る方法が従来より提案されている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

例えば、下記特許文献 1 には、A / F センサ出力の時間微分値と該センサ正常時の時間微分値との相関をとり、相関値が所定値以下のとき、該センサが異常であると判定することが提案されている。しかしながら、かかる提案では、A / F センサの応答性の変化を検出することは可能であるが、A / F センサのゲイン劣化を検出するために別途診断を行う必要がある。また、その診断結果を制御に反映させるものではないので、前述のように A / F センサの性能変化（劣化）に応じて排気浄化システムの性能維持については格別配慮されていない。

10

【0004】

また、下記特許文献 2 には、空燃比フィードバック制御系に漸化式形式のパラメータ調整機構を備える適応制御器を設け、この適応制御器に目標空燃比と A / F センサ出力を入力し、フィードバック補正量を適応的に決定することが提案されている。かかる提案によれば、A / F センサの特性変化（劣化）に応じて空燃比フィードバック補正量が適応していくので、A / F センサの性能変化（劣化）に応じて排気浄化システムの性能維持が図れる。しかしながら、一方で、適応される補正パラメータから、A / F センサの劣化モード（ゲイン劣化及び応答性劣化）の特定及び劣化度を明確にすることは困難であり、したがって、A / F センサの診断精度の観点では課題がある。

20

【0005】

さらに、下記特許文献 3 においては、気筒間の空燃比をばらつかせることにより、個別排気通路（排気管）集合部にエンジン 2 回転相当の空燃比振動を発生させ、振動波形の振幅のみから、A / F センサの応答性劣化を検出し、さらに劣化状態に応じて空燃比フィードバック制御のパラメータを調節することが提案されている。しかしながら、前述のように A / F センサの代表的劣化モードには、応答性劣化に加えてゲイン劣化もあり、どちらの劣化モード発生時においても、空燃比振動の振幅は減少するため、劣化モードの特定は不可能である。また、後述するように、ゲイン劣化の場合と応答性劣化の場合とでは、空燃比フィードバック制御の最適パラメータは異なるので、例えば、ゲイン劣化を応答性劣化と劣化モードを誤診断した場合、むしろ空燃比フィードバック制御の制御精度が低下する。

30

【0006】

本発明は、前述した従来の問題を解消すべくなされたもので、その目的とするところは、A / F センサ等の空燃比検出手段を診断してその劣化モードがゲイン劣化であるか応答性劣化であるかを正確に判定できるとともに、その劣化度を定量的に検出できるようにされ、かつ、その診断結果に基づいて空燃比フィードバック制御を最適化できるようにされたエンジンの制御装置を提供することにある。

【0007】

【特許文献 1】特開 2003 - 270193 号公報（第 1 ~ 22 頁、図 1 ~ 図 12）

【特許文献 2】特開平 7 - 247886 号公報（第 1 ~ 15 頁、図 1 ~ 図 13）

【特許文献 3】特開 2002 - 61537 号公報（第 1 ~ 13 頁、図 1 ~ 図 22）

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記目的を達成すべく、本発明に係るエンジンの制御装置は、空燃比を制御する制御装置であって、空燃比検出手段により検出される検出空燃比と空燃比調節手段に出力される空燃比制御信号とに基づいて、前記空燃比調節手段から前記空燃比検出手段までの周波数応答特性を演算する周波数応答特性演算手段を備えていることを特徴としている（図 1 参照）。

40

50

【 0 0 0 9 】

すなわち、例えば、空燃比調節手段の一つである燃料噴射弁に供給される空燃比制御信号から、排気通路における三元触媒入口近傍に配在される空燃比検出手段の一つである A / F センサで検出される検出空燃比までには、伝達特性（遅れ要素）が存在する。この伝達特性は、（ 1 ）噴射燃料の気化率が 1 0 0 % ではなく一部が吸気通路内に残留すること、（ 2 ）エンジンが間欠燃焼であること、（ 3 ）排気弁から A / F センサまでの排気（排ガス）の拡散減少及びその輸送時間が発生すること、（ 4 ）そして A / F センサ自身における、実空燃比からセンサ出力までの伝達特性、に起因する。本第 1 態様は、この伝達特性を周波数応答特性として検出することを特徴とするものである。

【 0 0 1 0 】

本発明に係る制御装置の第 2 態様は、第 1 態様の構成に加えて、前記周波数応答特性演算手段で演算された周波数応答特性に基づいて、前記空燃比検出手段を診断する診断手段を備える（図 2 参照）。

【 0 0 1 1 】

すなわち、空燃比制御信号から空燃比検出手段で検出される検出空燃比までの伝達特性の主要因である上記（ 1 ）から（ 3 ）までの伝達特性は、エンジンの運転状態が決まれば、ほとんど変化することはない。したがって、特定の運転状態において、空燃比制御信号から検出空燃比までの伝達特性（遅れ要素）が変化した場合、（ 4 ）の特性が変化したと考えることができる。したがって、周波数応答特性に基づいて空燃比検出手段の性能を検出、つまり、空燃比検出手段が劣化したかどうか、及び、その劣化度等を診断することができる。

【 0 0 1 2 】

本発明に係る制御装置の第 3 態様は、前記周波数応答特性演算手段は、前記周波数応答特性として、ゲイン特性及び位相特性を演算するようにされる（図 3 参照）。

【 0 0 1 3 】

すなわち、周波数応答特性を任意の周波数に対するゲイン特性と位相特性で表すことを特徴とするものである。

【 0 0 1 4 】

本発明に係る制御装置の第 4 態様では、前記診断手段は、前記ゲイン特性が所定値以上変化し、かつ前記位相特性が所定値以上変化しないとき、前記空燃比検出手段のゲイン特性が変化したと判定し、前記ゲイン特性が所定値以上変化し、かつ前記位相特性が所定値以上変化したとき、前記空燃比検出手段の応答特性が変化したと判定するようにされる（図 4 参照）。

【 0 0 1 5 】

すなわち、正常時の空燃比検出手段（ A / F センサ）における、実空燃比から A / F センサの出力までの伝達特性を（ 1 ）式のように一次遅れ系で表したとすると、

【 0 0 1 6 】

【 数 1 】

$$G0(s) = K0 \cdot \frac{1}{1 + \tau 0 \cdot s} \quad (1)$$

【 0 0 1 7 】

A / F センサのゲイン特性は K0 で表され、応答特性は $\tau 0$ で表される。したがって、A / F センサのゲイン特性が変化した場合、実空燃比から A / F センサの出力までの伝達特性は、（ 2 ）式で表される。

【 0 0 1 8 】

【数 2】

$$G1(s) = K1 \cdot \frac{1}{1 + \tau 0 \cdot s} \quad (2)$$

【0019】

(1)式及び(2)式の周波数応答特性(ゲイン特性、位相特性)を図21に示す。すなわち、周波数応答特性のうち、ゲイン特性のみが変化し、位相特性は変化しない。一方、A/Fセンサの応答特性が変化した場合、実空燃比からA/Fセンサの出力までの伝達特性は、(3)式で表される。

10

【0020】

【数 3】

$$G2(s) = K0 \cdot \frac{1}{1 + \tau 1 \cdot s} \quad (3)$$

20

【0021】

(1)式及び(3)式の周波数応答特性(ゲイン特性、位相特性)を図22に示す。すなわち、周波数応答特性の、ゲイン特性及び位相特性の双方が変化する。以上から、本態様では、ゲイン特性が変化しかつ位相特性が変化しないとき、A/Fセンサのゲイン特性が変化したと判定し、ゲイン特性及び位相特性の双方が変化したとき、A/Fセンサの応答特性が変化したと判定する。

【0022】

本発明に係る制御装置の第5態様では、前記診断手段は、ゲイン特性基準値及び位相特性基準値を演算する周波数応答特性基準値演算手段と、前記ゲイン特性と前記ゲイン特性基準値、並びに、前記位相特性と前記位相特性基準値を比較するゲイン・位相比較手段と、を備え、前記ゲイン・位相比較手段の比較結果に基づいて、前記空燃比検出手段を診断するようにされる(図5参照)。

30

【0023】

すなわち、例えば、空燃比検出手段(A/Fセンサ)正常時のゲイン特性及び位相特性をそれぞれ、ゲイン特性基準値及び位相特性基準値とし、図20及び図21で示されるように、それぞれを、前記周波数応答特性演算手段で演算(検出)されたゲイン特性及び位相特性と比較することで、A/Fセンサの性能変化(劣化)を検出するものである。

【0024】

本発明に係る制御装置の第6態様においては、前記ゲイン・位相比較手段は、前記ゲイン特性基準値と前記ゲイン特性の差であるゲインを求めるとともに、前記位相特性基準値と前記位相特性の差である位相を求め、前記診断手段は、前記ゲインの絶対値が所定値以上かつ前記位相の絶対値が所定値未満のとき、前記空燃比検出手段のゲイン特性が変化したと判定し、前記ゲインの絶対値が所定値以上かつ前記位相の絶対値が所定値以上のとき、前記空燃比検出手段の応答特性が変化したと判定するようにされる(図6参照)。

40

【0025】

すなわち、本態様は、前記第5態様に対して、より具体的な構成を開示しているものである。

【0026】

本発明に係る制御装置の第7態様においては、前記周波数応答特性基準値演算手段は、

50

前記エンジンの運転状態に基づいて、前記ゲイン特性基準値及び前記位相特性基準値を演算するようにされる。

【 0 0 2 7 】

すなわち、前述の空燃比制御信号から検出空燃比までの伝達特性（遅れ要素）の構成要素（１）、（２）、（３）は、エンジンの運転状態が一定であれば、ほとんど変化しないが、個々の運転状態に応じて、前記（１）、（２）、（３）は変化する。そこで、比較対象の基準値である周波数応答特性基準値を運転状態に基づいて設定するようにした。

【 0 0 2 8 】

本発明に係る制御装置の第 8 態様では、前記周波数応答特性基準値演算手段は、少なくともエンジン回転数及び吸入空気量に基づいて、前記ゲイン特性基準値及び前記位相特性基準値を演算するようにされる（図 7 参照）。

10

【 0 0 2 9 】

このようにされるのは、空燃比制御信号から検出空燃比までの伝達特性（遅れ要素）の構成要素（１）、（２）、（３）は、主にエンジン回転数と吸入空気量（もしくはエンジントルク）により決まる知見を得たことによるものである。

【 0 0 3 0 】

本発明に係る制御装置の第 9 態様においては、前記構成に加えて、前記検出空燃比に基づいて、前記空燃比調節手段に供給する空燃比制御信号を設定する空燃比制御手段を備える（図 8 参照）。

【 0 0 3 1 】

すなわち、空燃比検出手段から得られる信号（A / F センサ出力）を用いて、空燃比フィードバック制御を行うようにされる。

20

【 0 0 3 2 】

本発明に係る制御装置の第 10 態様においては、前記空燃比制御手段は、目標空燃比を演算する目標空燃比演算手段と、前記目標空燃比と前記検出空燃比との差に基づいて、空燃比補正量を演算する空燃比補正量演算手段と、を備える（図 9 参照）。

これは、前記空燃比制御手段のより詳細な構成を開示したものである。

【 0 0 3 3 】

本発明に係る制御装置の第 11 態様では、前記空燃比調節手段は、燃料噴射弁等の燃料供給量調節手段及び又はスロットル弁等の吸入空気量調節手段とされる（図 10 参照）。

30

【 0 0 3 4 】

これは、空燃比調節手段の具体例を開示したものである。燃料供給量調節手段としては、燃料噴射弁（インジェクタ）が挙げられるが、その取付位置は、吸気ポート（ポート噴射）の他、燃焼室（筒内噴射）等であってもよい。また、吸入空気量調節手段としては、スロットル弁が挙げられるが、その他、吸気弁（の開閉時期、リフト量等）、ISCバルブ、EGRバルブ等を操作することでも、吸入空気量を調節することができる。

【 0 0 3 5 】

本発明に係る制御装置の第 12 態様においては、前記空燃比制御手段は、気筒別に空燃比補正量を演算する気筒別空燃比補正量演算手段を備え、前記周波数応答特性演算手段は、前記空燃比検出手段から得られる信号のエンジン回転数周波数の $N / 2$ 次（ $N = 1, 2, 3, 4, \dots$ ）成分を演算する周波数成分演算手段を備える（図 11 参照）。

40

【 0 0 3 6 】

すなわち、気筒別に空燃比を補正し、気筒間の空燃比をばらつかせることにより、個別排気通路（排気管）集合部にエンジン 2 回転相当の空燃比振動を発生させる。この振動波形のエンジン 2 回転相当周波数の整数倍に相当する、 $N / 2$ 次（ $N = 1, 2, 3, 4, \dots$ ）成分を抽出し、周波数応答特性（ゲイン特性、位相特性）を演算するようにされる。

【 0 0 3 7 】

本発明に係る制御装置の第 13 態様においては、前記空燃比制御手段は、全気筒の空燃比を均等に補正する補正量を演算する手段と、特定気筒の空燃比を補正する補正量を演算

50

する手段と、を備え、前記周波数応答特性演算手段は、前記空燃比検出手段から得られる信号のエンジン回転数周波数の $N/2$ 次 ($N = 1, 2, 3, 4, \dots$) 成分を演算する周波数成分演算手段を備える (図 12 参照)。

【0038】

すなわち、全気筒の空燃比を均等に補正する従来型の空燃比制御 (フィードフォワード制御、フィードバック制御) を備えていれば、特定の気筒のみ空燃比を他の気筒のそれと異ならせるだけで、個別排気通路 (排気管) 集合部にエンジン 2 回転相当の空燃比振動を発生させることは可能である。この振動波形のエンジン 2 回転相当周波数の整数倍に相当する、 $N/2$ 次 ($N = 1, 2, 3, 4, \dots$) 成分を抽出し、周波数応答特性 (ゲイン特性、位相特性) を演算するようにされる。。

10

【0039】

本発明に係る制御装置の第 14 態様においては、前記周波数応答特性演算手段は、前記空燃比検出手段から得られる信号のエンジン回転数相当周波数の少なくとも $1/2$ 次成分を演算する周波数成分演算手段を備える。

【0040】

すなわち、本態様では、第 12 及び第 13 態様に対して、より具体的にエンジン 2 回転相当周波数であるエンジン回転数相当周波数の $1/2$ 次成分を用いることを開示している。これは、周波数応答特性を検出する場合、エンジン回転数相当周波数 $1/2$ 次成分を用いることが S/N 比の観点でもっとも望ましいという知見に基づいている。

【0041】

本発明に係る制御装置の第 15 態様は、第 12 態様又は第 13 態様の構成に加え、前記診断手段は、ゲイン特性基準値及び位相特性基準値を演算する周波数応答特性基準値演算手段と、前記周波数成分演算手段により演算されたゲイン特性と前記ゲイン特性基準値、並びに、前記周波数成分演算手段により演算された位相特性と前記位相特性基準値を比較するゲイン・位相比較手段と、を備え、前記ゲイン・位相比較手段の比較結果に基づいて、前記空燃比検出手段を診断するようにされる (図 13 参照)。

20

【0042】

本発明に係る制御装置の第 16 態様では、前記構成に加えて、前記診断手段による前記空燃比検出手段の診断結果に基づいて、前記空燃比制御手段における空燃比制御パラメータの補正量を演算するパラメータ補正量演算手段を備える (図 14 参照)。

30

【0043】

すなわち、空燃比フィードバック制御のパラメータは、空燃比検出手段 (A/F センサ) 正常時を前提に最適化されているのが一般的である。 A/F センサの特性が変化した場合、空燃比制御信号から検出空燃比までの伝達特性 (遅れ要素) も変化するので、空燃比フィードバック (F/B) 制御 (PI 制御、 PID 制御) の最適パラメータも変化する (図 23、図 24 参照)。このことから、 A/F センサの特性変化が検出された場合は、その情報に基づいて、空燃比フィードバック制御のパラメータを最適化する。

【0044】

本発明に係る制御装置の第 17 態様においては、前記空燃比制御手段は、前記目標空燃比と前記検出空燃比との差に基づいて、前記混合気の空燃比を前記目標空燃比とすべく PI 制御を行うようにされ、前記パラメータ補正量演算手段は、前記 PI 制御のパラメータである P 分、 I 分、 D 分ゲインの補正量を演算するようにされる (図 15 参照)。

40

【0045】

すなわち、本態様は、第 16 態様に対して、より具体的な構成を開示したもので、空燃比フィードバック制御として PI 制御を用い、 A/F センサの特性変化が検出された場合は、その情報に基づいて、 PI 制御のパラメータである P 分、 I 分、 D 分ゲインを最適化するようにされる。図 23、図 24 は PI 制御の場合のゲイン特性変化時、応答特性変化時、それぞれにおける最適な P 分ゲイン及び I 分ゲインを示している。

【0046】

本発明に係る制御装置の第 18 態様では、前記第 17 態様のもとで、前記全気筒の空燃

50

比補正量演算手段は、前記パラメータ補正量演算手段により演算された前記PID制御のパラメータであるP分、I分、D分ゲインの少なくとも一つのゲインの補正量に基づいて、前記P分、I分、及びD分を補正するようにされる（図16参照）。

【0047】

本発明に係る制御装置の第19態様では、前記パラメータ補正量演算手段は、前記診断手段の診断結果である前記空燃比検出手段のゲイン劣化度及び応答性劣化度に基づいて、前記PID制御のパラメータであるP分、I分、D分ゲインの少なくとも一つのゲインの補正量を演算するようにされる（図17参照）。

【0048】

本発明に係る制御装置の第20態様では、前記診断手段による前記空燃比検出手段の診断結果に基づいて、前記空燃比検出手段から得られる第一の信号と、該第一の信号と検出空燃比補正量に基づいて演算される第二の信号と、前記第二の信号に基づく検出空燃比の補正量を演算する検出空燃比補正量演算手段と、該手段により演算された検出空燃比補正量に基づいて、前記空燃比検出手段から前記空燃比制御手段に入力される信号があらゆる検出空燃比を補正する検出空燃比補正手段と、を備える（図18参照）。

10

【0049】

すなわち、本発明に係る制御装置では、空燃比検出手段（A/Fセンサ）の劣化モードがゲイン劣化であるか応答性劣化であるかを判定可能であり、また、その劣化度も定量的に検出可能である。したがって、本態様では、その劣化情報に基づいてA/Fセンサの出力（検出空燃比）に正常状態と同等の出力が得られるよう逆補正を施し、空燃比制御手段

20

【0050】

本発明に係る制御装置の第21態様においては、前記空燃比制御手段は、前記空燃比検出手段から得られる信号に基づく空燃比フィードバック制御を行うようにされ、この空燃比フィードバック制御時において、前記混合気空燃比を理論空燃比よりリッチ側に補正するリッチ補正期間を求めるとともに、理論空燃比よりリーン側に補正するリーン補正期間を求め、前記リッチ補正期間と前記リーン補正期間とからリッチ・リーン周期を求めようようにされ、前記診断手段は、前記リッチ・リーン周期並びに前記周波数応答特性演算手段により演算されたゲイン特性及び位相特性に基づいて、前記空燃比検出手段を診断する

30

【0051】

すなわち、空燃比検出手段（A/Fセンサ）によっては正常時においても応答時定数が大きく、位相特性が比較的低周波から位相遅れを発生するものがある。この場合、位相特性の検出精度を上げるべく、空燃比フィードバック制御時のリッチ・リーン周期を用いて比較的低周波の位相特性を検出する。言い換えれば、例えば、A/Fセンサの応答特性が劣化するとリッチ・リーン周期が長期化することを用いるものである。

【0052】

本発明に係る制御装置の第22態様では、前記構成に加えて、前記周波数応答特性演算手段で演算された周波数応答特性に基づいて、前記空燃比検出手段以外の特性を診断する手段と、エンジンの運転状態に基づいて、診断対象が前記空燃比検出手段であるか、それ

40

【0053】

本発明に係る制御装置の第23態様では、前記空燃比検出手段以外の特性は、前記空燃比調節手段の特性、燃料の特性、及び燃焼特性のうちの少なくとも一つとされる。

【0054】

すなわち、前述のように、例えば、空燃比調節手段の一つである燃料噴射弁に供給される空燃比制御信号から空燃比検出手段（A/Fセンサ）で検出される検出空燃比までの伝達特性は、（1）噴射燃料の気化率が100%ではなく一部が吸気通路内に残留すること、（2）エンジンが間欠燃焼であること、（3）排気弁からA/Fセンサまでの排気（排ガス）の拡散減少及びその輸送時間が発生すること、（4）そしてA/Fセンサ自身の空

50

燃比からセンサ出力までの伝達特性、に起因する。上記(1)から(3)までの伝達特性は、エンジンの運転状態が決まれば、ほとんど変化することはないが、特殊な条件下では変化することがある。例えば、燃料の性状が変化すると(1)の伝達特性が変化する。燃料の性状はエンジンが比較的低温の領域でのみ(1)の伝達特性に影響を与えるので、例えば、A/Fセンサが正常でかつエンジン冷却水温が所定値以下のときに、周波数応答特性が変化したときは、燃料性状が変化したと判定するようにされる。

【0055】

一方、本発明に係る自動車は、前記制御装置が適用されたエンジンを搭載していることを特徴としている。

【発明の効果】

10

【0056】

本発明に係る制御装置は、A/Fセンサ等の空燃比検出手段を診断してその劣化モードがゲイン劣化であるか応答性劣化であるかを正確に判定できるとともに、その劣化度を定量的に検出できる。このため、空燃比検出手段の診断結果に基づいて空燃比フィードバック制御を最適化でき、さらには、空燃比検出手段の特性変化にロバストな排気浄化システムを実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0057】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら説明する。

[第1実施形態]

20

図25は、本発明に係る制御装置の第1実施形態を、それが適用された車載用エンジンの一例と共に示す概略構成図である。

【0058】

図示のエンジン10は、例えば4つの気筒#1、#2、#3、#4(図27参照)を有する多気筒エンジンであって、シリンダ12と、このシリンダ12の各気筒#1、#2、#3、#4内に摺動自在に嵌挿されたピストン15と、を有し、該ピストン15上方には燃焼室17が画成される。燃焼室17には、点火プラグ35が臨設されている。

【0059】

燃料の燃焼に供せられる空気は、吸気通路20の始端部に設けられたエアクリーナ21から取り入れられ、エアフローセンサ24を通り、電制スロットル弁25を通過してコレクタ27に入り、このコレクタ27から前記吸気通路20の下流端(吸気ポート)に配在された吸気弁28を介して各気筒#1、#2、#3、#4の燃焼室17に吸入される。また、前記吸気通路20の下流部分(分岐通路部)には、燃料噴射弁30が臨設されている。

30

【0060】

燃焼室17に吸入された空気と燃料噴射弁30から噴射された燃料との混合気は、点火プラグ35により点火されて爆発燃焼せしめられ、その燃焼廃ガス(排気)は、燃焼室17から排気弁48を介して排気通路40の上流部分を形成する個別通路部40A(図27参照)に排出され、その個別通路部40Aから排気集合部40Bを通過して排気通路40に配備された三元触媒50に流入して浄化された後、外部に排出される。

【0061】

40

また、排気通路40における三元触媒50より下流側には酸素センサ51が配在され、排気通路40における触媒50より上流側の排気集合部40BにはA/Fセンサ52が配在されている。

【0062】

前記A/Fセンサ52は、排気中に含まれる酸素の濃度に対して線形の出力特性を持つ。排気中の酸素濃度と空燃比の関係はほぼ線形になっており、したがって、酸素濃度を検出するA/Fセンサ52により、前記排気集合部40Bにおける空燃比を求めることが可能となる。また、前記酸素センサ51からの信号により、三元触媒50下流の酸素濃度もしくはストイキに対してリッチもしくはリーンであるかを求めることができる。

【0063】

50

また、燃焼室17から排気通路40に排出された排気ガスの一部は、必要に応じてEGR通路41を介して吸気通路20に導入され、吸気通路20の分岐通路部を介して各気筒の燃焼室17に還流される。前記EGR通路41には、EGR率を調整するためのEGRバルブ42が介装されている。

【0064】

そして、本実施形態の制御装置1においては、エンジン10の種々の制御を行うため、マイクロコンピュータを内蔵するコントロールユニット100が備えられている。

【0065】

コントロールユニット100は、基本的には、図26に示される如くに、CPU101、入力回路102、入出力ポート103、RAM104、ROM105等で構成される。

10

【0066】

コントロールユニット100には、入力信号として、エアフローセンサ24により検出される吸入空気量に応じた信号、スロットルセンサ28により検出されるスロットル弁25の開度に応じた信号、クランク角センサ37から得られるクランクシャフト18の回転(エンジン回転数)・位相をあらわす信号、排気通路40における三元触媒50より下流側に配在された酸素センサ51により検出される排気中の酸素濃度に応じた信号、排気通路40における触媒50より上流側の排気集合部40Bに配在されたA/Fセンサ52により検出される酸素濃度(空燃比)に応じた信号、シリンダ12に配設された水温センサ19により検出されるエンジン冷却水温に応じた信号、アクセルセンサ36から得られるアクセルペダル39の踏み込み量(運転者の要求トルクを示す)に応じた信号等が供給される。

20

【0067】

コントロールユニット100においては、A/Fセンサ52、酸素センサ51、スロットルセンサ28、エアフローセンサ24、クランク角センサ37、水温センサ19、及びアクセルセンサ36、等の各センサの出力が入力され、入力回路102にてノイズ除去等の信号処理を行った後、入出力ポート103に送られる。入力ポートの値はRAM104に保管され、CPU101内で演算処理される。演算処理の内容を記述した制御プログラムはROM105に予め書き込まれている。制御プログラムに従って演算された各アクチュエータ操作量を表す値はRAM104に保管された後、入出力ポート103に送られる。

30

【0068】

点火プラグ35に対する作動信号は点火出力回路116内の一次側コイルの通流時はONとなり、非通流時はOFFとなるON・OFF信号がセットされる。点火時期はONからOFFになる時点である。出力ポート103にセットされた点火プラグ35用の信号は点火出力回路116で点火に必要な十分なエネルギーに増幅され点火プラグ35に供給される。また、燃料噴射弁30の駆動信号(空燃比制御信号)は開弁時ON、閉弁時OFFとなるON・OFF信号がセットされ、燃料噴射弁駆動回路117で燃料噴射弁30を開弁するのに十分なエネルギーに増幅されて燃料噴射弁30に供給される。電制スロットル弁25の目標開度を実現する駆動信号は、電制スロットル弁駆動回路118を経て、電制スロットル弁30に送られる。

40

【0069】

コントロールユニット100ではA/Fセンサ52の信号から三元触媒50上流の空燃比を算出し、酸素センサ51の信号から、三元触媒50下流の酸素濃度もしくはストイキに対してリッチもしくはリーンであるかを算出する。また、両センサ51、52の出力を用いて三元触媒50の浄化効率が最適となるよう燃料噴射量もしくは吸入空気量を逐次補正するフィードバック制御を行う。

【0070】

次に、コントロールユニット100が実行する処理内容を具体的に説明する。

図27は、制御システム図で、コントロールユニット100は、機能ブロック図で示されている如くの、基本燃料噴射量演算手段121、空燃比補正量演算手段122、及び空

50

燃比フィードバック (F / B) 補正量演算手段 1 2 3 を有する空燃比制御手段 1 2 0 と、 A / F センサ診断許可判定手段 1 3 0、周波数応答特性演算手段 1 4 0、及び、 A / F センサ診断手段 1 5 0、を備えている。

以下、各処理手段を詳細に説明する。

【 0 0 7 1 】

< 基本燃料噴射量演算手段 1 2 1 >

本演算手段 1 2 1 では、エンジン回転数 N_e と吸入空気量 Q_a に基づき、任意の運転状態において目標トルクと目標空燃比を同時に実現する燃料噴射量を演算する。具体的には、図 2 8 に示されるように、基本燃料噴射量 T_p を演算する。ここに、 K は定数であり、吸入空気量に対して常に理論空燃比を実現するよう調節するための値である。また、 Cyl は、

10

【 0 0 7 2 】

< 空燃比 F / B 補正量演算手段 1 2 3 >

本演算手段 1 2 3 では、 A / F センサ 5 2 で検出される空燃比に基づいて、任意の運転状態において排気集合部 4 0 B (触媒 5 0 入口) の平均空燃比が目標空燃比となるように空燃比 F / B 補正量を演算する。具体的には、図 2 9 に示されるように、空燃比フィードバック制御 (P I 制御) 時に、目標空燃比 T_{abf} と A / F センサ 5 2 の検出空燃比 R_{abf} との偏差 Dl_{abf} から、空燃比補正項 L_{alpha} を演算する。空燃比補正項 L_{alpha} は、基本燃料噴射量 T_p に乗ぜられる。

20

【 0 0 7 3 】

< A / F センサ診断許可判定手段 1 3 0 >

本判定手段 1 3 0 では、 A / F センサ 5 2 の診断許可判定を行う。具体的には、図 3 0 に示されるように、 T_{wn} T_{wndag} 、かつ、 N_e D_{Nedag} 、かつ、 Q_a D_{Qadag} 、かつ、 $F_{cmpdag}=0$ のとき、診断 (応答特性の検出) 許可フラグ $F_{pdag}=1$ とし、応答特性の検出を許可する。それ以外のときは診断を禁止し、 $F_{pdag}=0$ とする。

【 0 0 7 4 】

ここに、

T_{wn} : エンジン冷却水温

N_e : エンジン回転数変化率

Q_a : 空気流入量変化率

F_{cmpdag} : 診断完了フラグ

30

である。なお、 N_e 及び Q_a は、前回 job で演算される値と今回 job で演算される値との差としてもよい。

【 0 0 7 5 】

< 空燃比補正量演算手段 1 2 2 >

本演算手段 1 2 2 では、空燃比補正量の演算を行う。通常時、すなわち、診断許可フラグ $F_{pdag}=0$ のときは、前記基本燃料噴射量 T_p 及び前記空燃比補正項 L_{alpha} により排気集合部 4 0 B の空燃比が目標空燃比となるように各気筒 # 1、# 2、# 3、# 4 に対する燃料噴射量が演算される。 $F_{pdag}=1$ のときは、排気集合部 4 0 B で空燃比の振動を起こすべく全気筒の当量比を周波数 f_{a_n} [Hz] で K_{chosR} 、 K_{chosL} だけスイッチする。具体的には、図 3 1 に示される処理にて行う。すなわち、 $F_{pdag}=1$ のときは、周波数 f_{a_n} [Hz] で $Chos$ を K_{chosR} と K_{chosL} で周期的にスイッチし、 $F_{pdag}=0$ のときは、 $Chos=0$ とする。なお、 K_{chosR} 及び K_{chosL} の値はエンジン及び触媒の特性に合わせて排気エミッションが悪化しないよう設定するのが好ましい。また、 A / F センサ 5 2 の周波数応答特性を得るには複数の周波数で空燃比を振動させ、 A / F センサ 5 2 の出力を得る必要がある。したがって、図 3 1 中にも示されているように、空燃比の振動周波数である f_{a_n} は一つではなく、 f_{a_0} 、 f_{a_1} 、 \dots と複数ある。

40

【 0 0 7 6 】

上記のようにして、空燃比制御手段 1 2 0 においては、基本燃料噴射量 T_p が空燃比 F / B 補正量及び空燃比補正量に応じて補正されて、最終燃料噴射量 T_{i0} が得られ、この最終

50

燃料噴射量Ti0に応じたパルス幅を持つ噴射駆動（パルス）信号（空燃比制御信号）が前記各燃料噴射弁30にそれぞれ所定のタイミングで供給される。

【0077】

<周波数応答特性演算手段140>

本演算手段140では、A/Fセンサ52から得られる信号の周波数分析を行う。具体的には、図32に示されるように、A/Fセンサ52の出力信号をDFT（Discrete Fourier Transform）を用いて周波数 f_{a_n} のパワースペクトル（＝ゲイン特性） $Power(f_{a_n})$ 及び位相スペクトル $Phase(f_{a_n})$ を演算する。ここでは、特定の周波数のみのスペクトルを演算するため、FFT（Fast Fourier Transform）ではなくDFTを用いている。なお、DFTの処理内容については、多くの文献、書物があるので、ここでは、省略する。

10

【0078】

<A/Fセンサ診断手段150>

ここでは、周波数応答特性演算手段140で求められた $Power(f_{a_n})$ 、 $Phase(f_{a_n})$ を用いて、A/Fセンサ52の診断を行う。具体的には、図33に示されるように、ゲイン特性 $Power(f_{a_n})$ が所定値以上もしくは所定値以下、かつ、位相特性 $Phase(f_{a_n})$ が所定値以下でないとき、すなわち、ゲイン特性のみ変化したとき、A/Fセンサ52のゲイン特性が変化すると判定し、ゲイン特性 $Power(f_{a_n})$ が所定値以上もしくは所定値以下、かつ、位相特性 $Phase(f_{a_n})$ が所定値以下のとき、すなわち、ゲイン特性及び位相特性の双方が変化したとき、A/Fセンサ52の応答特性が変化すると判定する。また、A/Fセンサ52のゲイン特性変化、応答特性のいずれの場合も、劣化報知灯27を点灯（ $F_{det}=1$ ）し、例えば運転者に劣化を通知する。前記所定値は、エンジン10及び触媒50の特性及び目標とする診断性能に応じて経験的に決めるのがよい。

20

【0079】

以上のように、本実施形態においては、燃料噴射弁30からA/Fセンサ52までの周波数応答特性に基づいて、A/Fセンサ52を診断するので、A/Fセンサ52の劣化モードがゲイン劣化であるか応答性劣化であるかを正確に判定できる

【0080】

[第2実施形態]

次に、本発明に係る制御装置の第2実施形態を説明する。第2実施形態の各部の構成は、前述した第1実施形態（図24～図33）のものと、空燃比制御手段120以外の部分は略同じであるので、重複説明を省略し、以下においては、本実施形態の空燃比制御手段120について図34を参照しながら説明する。

30

【0081】

本第2実施形態の空燃比制御手段120では、第1実施形態（図25）の空燃比制御手段120における（全気筒）空燃比補正量演算手段122が1番気筒空燃比補正量演算手段124になっており、補正量 $Chos$ が1番気筒#1の空燃比（燃料噴射量）にのみ反映するようになっている。以下、第1実施形態と異なる部分を重点的に説明する。

【0082】

<1番気筒空燃比補正量演算手段124>

本演算手段124では、1番気筒#1の空燃比補正量の演算を行う。通常時、すなわち、 $F_{pdag}=0$ のときは、前述の基本燃料噴射量 T_p 及び空燃比F/B補正量 L_{alpha} により排気集合部40Bの空燃比が目標空燃比となるよう各気筒#1、#2、#3、#4に対する燃料噴射量が演算される。 $F_{pdag}=1$ のときは、排気集合部40Bで空燃比の振動を起こすべく1番気筒#1の当量比のみ所定量 K_{chos} だけ増量する。具体的には、図35に示される処理にて行う。すなわち、 $F_{pdag}=1$ のときは、1番気筒当量比変化量 $Chos=K_{chos}$ とし、 $F_{pdag}=0$ のときは、 $Chos=0$ とする。なお、 K_{chos} の値はエンジン及び触媒の特性に合わせて排気が悪化しないよう設定するのが好ましい。

40

【0083】

<周波数応答特性演算手段140>

本演算手段140では、A/Fセンサ52から得られる信号の周波数分析を行う。具体

50

的には、図36に示されるようにA/Fセンサの出力信号をDFT(Discrete Fourier Transform)を用いてエンジンの2回転周期に相当する周波数 f_a のパワースペクトル(=ゲイン特性) $Power(f_a)$ 及び位相スペクトル $Phase(f_a)$ を演算する。なお、エンジンの2回転周期に相当する周波数 f_a と回転数 N_e の関係が図38に示されている、すなわち、回転数に応じて自動的に周波数 f_a は変化するので、複数の回転数で $Power$ 、 $Phase$ を求めることで、周波数特性の概略を求めることができる。なお、ここでは、特定の周波数 f_a のみのスペクトルを演算するため、FFT(Fast Fourier Transform)ではなくDFTを用いることとした。また、サンプリング周期は、サンプリング定理により、エンジン2回転周期の2倍より大きければよいが、ここでは、クランク角センサ37あるいはカム角センサから得られる気筒信号(4気筒の場合、180°毎に出力)により割り込み処理を行う。

10

【0084】

[第3実施形態]

次に、本発明に係る制御装置の第3実施形態を説明する。第3実施形態の各部の構成は、第2実施形態のもの(図34)とA/Fセンサ診断手段150の処理内容が異なるだけで他の部分は略同様な構成である。以下、第2実施形態と異なる部分を重点的に説明する。

【0085】

< A / F センサ診断手段 150 >

本第3実施形態のA/Fセンサ診断手段150では、周波数応答特性演算手段で求められた $Power(f_a(N_e))$ 、 $Phase(f_a(N_e))$ を用いて、A/Fセンサ52の診断を行う。具体的には、図37に示されるように、ゲイン特性 $Power(f_a(N_e))$ とゲイン特性基準値 $Power_0$ との差 $power(f_a)$ を演算する。ゲイン特性基準値 $Power_0$ は、例えば、A/Fセンサ52の正常時におけるある吸入空気量 Q_a とあるエンジン回転数 N_e (と K_{ch} の値)の運転状態で決まるゲイン特性から予め決めておく。また、位相特性 $Phase(f_a(N_e))$ と位相特性基準値 $Phase_0$ との差 $phase(f_a)$ を演算する。位相特性基準値 $Phase_0$ は、例えば、A/Fセンサ正常時におけるある吸入空気量 Q_a とあるエンジン回転数 N_e (と K_{ch} の値)の運転状態で決まる位相特性から予め決めておく。位相は、例えば、エンジンのTDC(Top Dead Center)もしくはいわゆる気筒判別信号のタイミングからの位相で決める。 $power$ の絶対値が所定値以上、かつ、 $phase$ の絶対値が所定値以下のとき、すなわちゲイン特性のみ変化したとき、A/Fセンサ52のゲイン特性が変化すると判定し、 $power$ の絶対値が所定値以上かつ $phase$ の絶対値が所定値以上のとき、すなわち、ゲイン特性及び位相特性の双方が変化したとき、A/Fセンサ52の応答特性が変化すると判定する。また、A/Fセンサ52のゲイン特性変化、応答特性のいずれの場合も、劣化報知灯27を点灯($F_{det}=1$)し、例えば運転者に劣化を通知する。前記所定値は、エンジン及び触媒の特性及び目標とする診断性能に応じて経験的に決めるのがよい。

20

30

【0086】

[第4実施形態]

次に、本発明に係る制御装置の第4実施形態を説明する。第4実施形態の各部の構成は、第2実施形態のもの(図34)とは、空燃比F/B補正量演算手段123及びA/Fセンサ診断手段150の処理内容、及び、新たに空燃比F/B制御パラメータ補正量演算手段160が備えられているところが異なり、他の部分は略同様な構成である(図38参照)。以下、第2及び第3実施形態と異なる部分を重点的に説明する。

40

【0087】

< 空燃比 F / B 補正量演算手段 123 >

本実施形態の空燃比制御手段120では、A/Fセンサ52で検出される空燃比に基づいて、任意の運転状態において排気集合部40B(触媒50入口)の平均空燃比が目標空燃比となるよう空燃比フィードバック制御(PI制御)を行う。具体的には、図39に示されるように、空燃比F/B補正量演算手段123において、前記PI制御時に、目標空燃比 $Tabf$ とA/Fセンサ52の検出空燃比 $Rabf$ との偏差 DI_{tabf} から、空燃比補正項 La_{alpha} を演算する。空燃比補正項 La_{alpha} は、前記基本燃料噴射量 T_p に乗ぜられる。また、後述の

50

空燃比フィードバック制御パラメータ補正量演算手段160で演算されるP分ゲイン補正量及びI分ゲイン補正量により、A/Fセンサ52の特性変化(劣化度)に応じて、PI制御が最適化される。

【0088】

<空燃比F/B制御パラメータ補正量演算手段160>

本演算手段160では、A/Fセンサ診断手段150の診断結果、つまり、A/Fセンサ52の特性変化(劣化度)に応じて、最適なP分ゲイン、I分ゲイン補正量を演算する。具体的には、図40に示されるように、A/Fセンサ52の特性が所定量変化したことを示すFdet=1のとき、最適なP分ゲイン補正量及びI分ゲイン補正量を求める。すなわち、A/Fセンサ52のゲイン特性が変化したとき(Fgain=1のとき)、powerに基づいて、P分ゲイン補正量を求め、phaseに基づいて、I分ゲイン補正量を求める。また、A/Fセンサ52の応答特性が変化したとき(Fres=1のとき)、powerに基づいて、P分ゲイン補正量を求め、phaseに基づいて、I分ゲイン補正量を求める。A/Fセンサ52のゲイン特性が変化したときと、応答特性が変化したときの最適なP分ゲイン、I分ゲインは異なるので、個々に最適なパラメータは持たせる。最適なパラメータは、例えば、図23及び図24に示されるように予めシミュレーション又は実験により求めておく。A/Fセンサ52の特性が正常であるとき、すなわち、Fdet=0のとき、P分ゲイン補正量及びI分ゲイン補正量は1とし、空燃比F/B補正量演算手段123で設定されるP分ゲイン及びI分ゲインに対して補正を行わない。

【0089】

図41(A)と(B)は、本発明(第4実施形態)と従来(A/Fセンサ特性変化によるPI制御の適応なし)における比較試験結果を示している。具体的には、定常で、リッチの空燃比外乱を入れたときの外乱応答性で評価している。本実施形態では、A/Fセンサ52の特性が変化(劣化)しても、それに従って、PI制御のP分ゲイン及びI分ゲインが最適化されるので、性能はほとんど変わらない。一方、従来方式では、A/Fセンサの性能変化に適応しないので、A/Fセンサ特性変化時に、外乱応答性が悪化していることがわかる。

【0090】

[第5実施形態]

次に、本発明に係る制御装置の第5実施形態を説明する。第5実施形態の各部の構成は、第4実施形態のもの(図38)とは、空燃比F/B補正量演算手段123及び空燃比F/B制御パラメータ補正量演算手段160の処理内容が異なり、他の部分は略同様な構成である(図42参照)。以下、第4実施形態と異なる部分を重点的に説明する。

【0091】

前述した第4実施形態では、空燃比F/B制御パラメータ補正量演算手段160で、空燃比フィードバック制御(PI制御)のパラメータであるP分ゲイン及びI分ゲインの補正量がそれぞれ演算されるが、本実施形態では、A/Fセンサ52から得られる信号(出力値)に対して行う補正量K1及びK2が演算される。補正量K1、K2は、空燃比F/B補正量演算手段123に送られ、A/Fセンサ52の出力補正に用いられ、A/Fセンサ52の特性変化に応じて最適化される。それ以外は、第4実施形態と同様である。以下、第4実施形態と異なる部分を重点的に説明する。

【0092】

<空燃比F/B補正量演算手段123>

本実施形態の空燃比制御手段120では、A/Fセンサ52で検出される空燃比に基づいて、任意の運転状態において排気集合部40B(触媒12入口)の平均空燃比が目標空燃比となるように空燃比フィードバック制御(PI制御)を行う。具体的には、図43に示されるように、空燃比F/B補正量演算手段123において、目標空燃比TabfとA/Fセンサ52の検出空燃比Rabfとの偏差Dltabfから、空燃比補正項Lalphaを演算する。空燃比補正項Lalphaは前記基本燃料噴射量Tpに乘ぜられる。また、後述の空燃比F/B制御パラメータ補正量演算手段160で演算される補正量K1、K2により、A/Fセンサ52の特

性変化に応じて、A / F センサ 5 2 の出力が補正される。より具体的には、K1は、A / F センサ 5 2 のゲインが劣化したときは、正常時のゲインと同等となるようK1により逆補正を行う。A / F センサ 5 2 の応答性が劣化したときは、正常時の応答性と同等となるようK2により位相進み補償を行う。

【 0 0 9 3 】

< 空燃比 F / B 制御パラメータ補正量演算手段 1 6 0 >

本演算手段 1 6 0 では、A / F センサの診断手段 1 5 0 の診断結果に基づいて、つまり、A / F センサ 5 2 の特性変化（劣化度）に応じて、空燃比 F / B 補正量演算手段 1 2 3 で用いるパラメータK1及びK2を演算する。具体的には、図 4 4 に示されるように、A / F センサ 5 2 の特性が所定量変化したことを示すFdet=1のとき、図のようにして最適なK1、K2を求める。すなわち、A/Fセンサ 5 2 のゲイン特性が変化したとき（Fgain=1のとき）、powerにもとづいて、K1を求め、また、A/Fセンサ 5 2 の応答性特性が変化したとき（Fres=1のとき）、phaseに基づいて、K2を求める。最適なパラメータは、予めシミュレーション又は実験により求めておく。A / F センサ 5 2 の特性が正常であるとき、すなわち、Fdet=0のとき、K1=1、K2=0とし、A / F センサの出力に対して補正を行わず、P I 制御の入力値として用いる。

10

【 0 0 9 4 】

[第 6 実施形態]

次に、本発明に係る制御装置の第 6 実施形態を説明する。第 6 実施形態の各部の構成は、第 2 実施形態のもの（図 3 4）とA / F センサ診断手段 1 5 0 の処理内容が異なるだけで他の部分は略同様な構成である（図 4 5 参照）。以下、第 2 実施形態と異なる部分を重点的に説明する。

20

【 0 0 9 5 】

< A / F センサ診断手段 1 5 0 >

ここでは、周波数応答特性演算手段 1 4 0 で求められたPower(fa(Ne))、Phase(fa(Ne))及び空燃比 F / B 補正量演算手段 1 2 3 で演算されるLaIphaを用いてA / F センサ 5 2 の診断を行う。具体的には、図 4 6 に示されるように、ゲイン特性Power(fa(Ne))とゲイン特性基準値Power0との差 power(fa)を演算する。ゲイン特性基準値Power0は、例えば、A / F センサ正常時におけるある吸入空気量Qaとあるエンジン回転数Ne（とKchosの値）の運転状態で決まるゲイン特性から予め決めておく。また、位相特性Phase(fa(Ne))と位相特性基準値Phase0との差 phase(fa)を演算する。位相特性基準値Phase0は、例えば、A / F センサ正常時におけるある吸入空気量Qaとあるエンジン回転数Ne（とKchosの値）の運転状態で決まる位相特性から予め決めておく。位相は、例えば、エンジンのTDC(Top Dead Center)もしくはいわゆる気筒判別信号のタイミングからの位相で決める。

30

【 0 0 9 6 】

powerの絶対値が所定値以上、かつ、phaseの絶対値が所定値以下のとき、すなわちゲイン特性のみ変化したとき、A / F センサ 5 2 のゲイン特性が変化すると判定し、powerの絶対値が所定値以上、かつ、phaseの絶対値が所定値以上、かつ、LaIphaの反転周期が所定値以上のとき、A / F センサ 5 2 の応答特性が変化すると判定する。ここにLaIphaの反転周期は、LaIphaがリッチ補正の値を示す時間とリーン補正の値を示す時間の総和で表される。すなわち、A / F センサ 5 2 の応答性が悪化するに応じて、A / F センサ 5 2 を用いた空燃比フィードバック制御で演算されるLaIphaの値がリッチ補正を示す時間、リーン補正を示す時間が長期化することに着目し、A / F センサの応答性劣化の検出精度をより高くすることを図るものである。

40

【 0 0 9 7 】

また、A / F センサのゲイン特性変化、応答特性のいずれの場合も、劣化報知灯 2 7 を点灯（Fdet=1）し、例えば運転者に劣化を通知する。前記所定値は、エンジン及び触媒の特性及び目標とする診断性能に応じて経験的に決めるのがよい。

【 0 0 9 8 】

[第 7 実施形態]

50

次に、本発明に係る制御装置の第7実施形態を説明する。第7実施形態は、第2実施形態のもの(図34)に、A/Fセンサ52の診断に加えて、A/Fセンサ以外の特性診断をも行うことができるようにしたもので、第2実施形態のA/Fセンサ診断許可判定手段130に代えてA/Fセンサ他診断許可判定手段170が、また、A/Fセンサの診断手段150に代えてA/Fセンサ他診断手段180が備えられている(図47参照)。以下、第2実施形態と異なる部分を重点的に説明する。

【0099】

< A/Fセンサ他診断許可判定手段170、A/Fセンサ他診断手段180 >

本実施形態では、周波数応答特性演算手段140で求められたPower($f_a(N_e)$)、Phase($f_a(N_e)$)及び水温T_{wn}を用いてA/Fセンサ52の診断及びA/Fセンサ以外の特性診断を行う。ここでは、A/Fセンサ以外の特性診断として、燃料性状を検出(診断)する方式を示す。具体的には、図48に示されるように、ゲイン特性Power($f_a(N_e)$)とゲイン特性基準値Power₀との差 $power(f_a)$ を演算する。ゲイン特性基準値Power₀は、例えば、A/Fセンサ正常時におけるある吸入空気量Q_aとあるエンジン回転数N_e(とK_{chos}の値)の運転状態で決まるゲイン特性から予め決めておく。また、位相特性Phase($f_a(N_e)$)と位相特性基準値Phase₀との差 $phase(f_a)$ を演算する。位相特性基準値Phase₀は、例えば、A/Fセンサ正常時におけるある吸入空気量Q_aとあるエンジン回転数N_e(とK_{chos}の値)の運転状態で決まる位相特性から予め決めておく。位相は、例えば、エンジンのTDC(Top Dead Center)もしくはいわゆる気筒判別信号のタイミングからの位相で決める。

【0100】

そして、水温T_{wn}が所定値以上のとき、 $power$ の絶対値が所定値以上、かつ、 $phase$ の絶対値が所定値以下のとき、すなわちゲイン特性のみ変化したとき、A/Fセンサ52のゲイン特性が変化したと判定し、 $power$ の絶対値が所定値以上、かつ、 $phase$ の絶対値が所定値以上のとき、A/Fセンサ52の応答特性が変化したと判定する。

【0101】

また、水温T_{wn}が所定値以下のとき、 $power$ の絶対値が所定値以上もしくは $phase$ の絶対値が所定値以上のとき、A/Fセンサ52以外のデバイスが異常と判定し、特に、ここでは燃料性状が変わったこととする。すなわち、燃料性状が変化すると、燃料噴射量の気化率が変化するため、A/Fセンサ52の特性が変化しなくても、燃料噴射弁30からA/Fセンサ52までの伝達特性が変化する。ただし、燃料性状差は、一般に低温時のみ発生するため、水温T_{wn}がT_{wndag1}以下のときのみ、燃料性状判定とするものである。

【0102】

また、A/Fセンサ52のゲイン特性変化、応答特性のいずれの場合も、劣化報知灯27を点灯(F_det=1)し、例えば運転者に劣化を通知する。前記所定値は、エンジン及び触媒の特性及び目標とする診断性能に応じて経験的に決めるのがよい。

【図面の簡単な説明】

【0103】

【図1】本発明に係る制御装置の第1態様の説明に供される図。

【図2】本発明に係る制御装置の第2態様の説明に供される図。

【図3】本発明に係る制御装置の第3態様の説明に供される図。

【図4】本発明に係る制御装置の第4態様の説明に供される図。

【図5】本発明に係る制御装置の第5態様の説明に供される図。

【図6】本発明に係る制御装置の第6態様の説明に供される図。

【図7】本発明に係る制御装置の第7態様の説明に供される図。

【図8】本発明に係る制御装置の第9態様の説明に供される図。

【図9】本発明に係る制御装置の第10態様の説明に供される図。

【図10】本発明に係る制御装置の第11態様の説明に供される図。

【図11】本発明に係る制御装置の第12態様の説明に供される図。

【図12】本発明に係る制御装置の第13態様の説明に供される図。

【図13】本発明に係る制御装置の第15態様の説明に供される図。

10

20

30

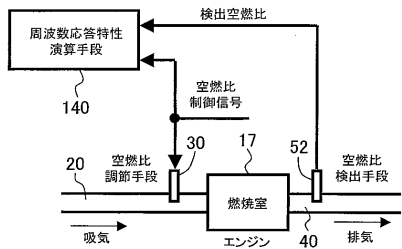
40

50

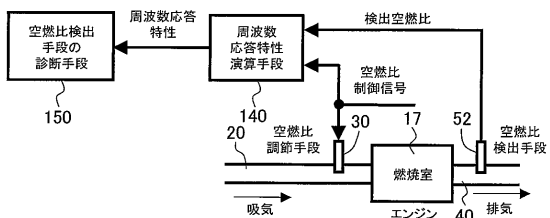
- 【図 1 4】本発明に係る制御装置の第 1 6 態様の説明に供される図。
- 【図 1 5】本発明に係る制御装置の第 1 7 態様の説明に供される図。
- 【図 1 6】本発明に係る制御装置の第 1 8 態様の説明に供される図。
- 【図 1 7】本発明に係る制御装置の第 1 9 態様の説明に供される図。
- 【図 1 8】本発明に係る制御装置の第 2 0 態様の説明に供される図。
- 【図 1 9】本発明に係る制御装置の第 2 1 態様の説明に供される図。
- 【図 2 0】本発明に係る制御装置の第 2 2 態様の説明に供される図。
- 【図 2 1】A / F センサ正常時、A / F センサゲイン特性変化時のそれぞれの周波数応答特性を示す図。
- 【図 2 2】A / F センサ正常時、A / F センサ応答特性変化時のそれぞれの周波数応答特性を示す図。 10
- 【図 2 3】A / F センサ正常時、A / F センサゲイン特性変化時のそれぞれの P I 制御の最適 P 分、I 分ゲインを示す図。
- 【図 2 4】A / F センサ正常時、A / F センサ応答特性変化時のそれぞれの P I 制御の最適 P 分、I 分ゲインを示す図。
- 【図 2 5】本発明に係る制御装置の第 1 実施形態をそれが適用されたエンジンと共に示す概略構成図。
- 【図 2 6】第 1 実施形態におけるコントロールユニットの内部構成図。
- 【図 2 7】第 1 実施形態の制御システム図。
- 【図 2 8】第 1 実施形態における基本燃料噴射量演算手段の説明に供される図。 20
- 【図 2 9】第 1 実施形態における空燃比 F / B 補正量演算手段の説明に供される図。
- 【図 3 0】第 1 実施形態における A / F センサ診断許可判定手段の説明に供される図。
- 【図 3 1】第 1 実施形態における空燃比補正量演算手段の説明に供される図。
- 【図 3 2】第 1 実施形態における周波数応答特性演算手段の説明に供される図。
- 【図 3 3】第 1 実施形態における A / F センサ診断手段の説明に供される図。
- 【図 3 4】第 2 実施形態の制御システム図。
- 【図 3 5】第 2 実施形態における 1 番気筒空燃比補正量演算手段の説明に供される図。
- 【図 3 6】第 2 実施形態における周波数応答特性演算手段の説明に供される図。
- 【図 3 7】第 3 実施形態における A / F センサ診断手段の説明に供される図。
- 【図 3 8】第 4 実施形態の制御システム図。 30
- 【図 3 9】第 4 実施形態における空燃比 F / B 補正量演算手段の説明に供される図。
- 【図 4 0】第 4 実施形態における空燃 F / B 制御パラメータ補正量演算手段の説明に供される図。
- 【図 4 1】本発明の第 4 実施形態と従来との A / F センサ出力の比較試験結果を示す図。
- 【図 4 2】第 5 実施形態の制御システム図。
- 【図 4 3】第 5 実施形態における空燃比 F / B 補正量演算手段の説明に供される図。
- 【図 4 4】第 5 実施形態における空燃比 F / B 制御パラメータ補正量演算手段の説明に供される図。
- 【図 4 5】第 6 実施形態の制御システム図。
- 【図 4 6】第 6 実施形態における A / F センサ性能判定手段を表したブロック図。 40
- 【図 4 7】第 7 実施形態の制御システム図。
- 【図 4 8】第 7 実施形態における A / F センサ他診断手段の説明に供される図。
- 【符号の説明】
- 【 0 1 0 4 】
- 1 制御装置
- 1 0 エンジン
- 1 7 燃焼室
- 1 9 水温センサ
- 2 0 吸気通路
- 2 1 エアクリーナ 50

2 4	エアフローセンサ	
2 5	電制スロットル弁	
2 7	コレクタ	
2 8	スロットル開度センサ	
3 0	燃料噴射弁	
3 5	点火プラグ	
3 7	クランク角(エンジン回転数)センサ	
3 9	アクセル開度センサ	
4 0	排気通路	
4 0 B	排気集合部	10
4 1	EGR通路	
5 0	三元触媒	
5 1	酸素センサ	
5 2	A/Fセンサ	
1 0 0	コントロールユニット	
1 2 0	空燃比制御手段	
1 2 1	基本燃料噴射量演算手段	
1 2 2	空燃比補正量演算手段	
1 2 3	空燃比F/B補正量演算手段	
1 2 4	1番気筒空燃比補正量演算手段	20
1 3 0	A/Fセンサ診断許可判定手段	
1 4 0	周波数応答特性演算手段	
1 5 0	A/Fセンサ診断手段	
1 6 0	空燃比F/B制御パラメータ補正量演算手段	
1 7 0	A/Fセンサ他診断許可判定手段	
1 8 0	A/Fセンサ他診断手段	

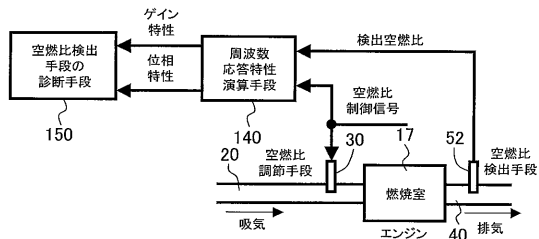
【図1】



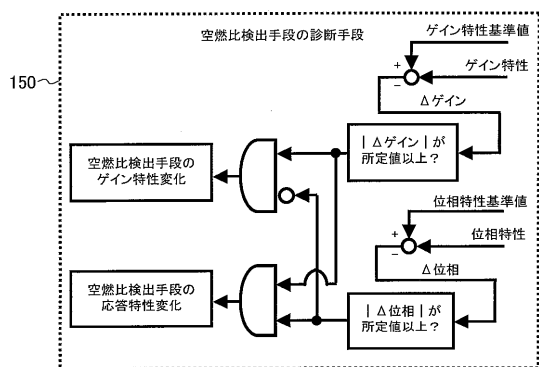
【図2】



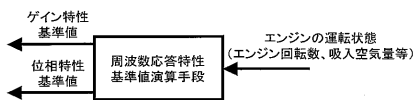
【図3】



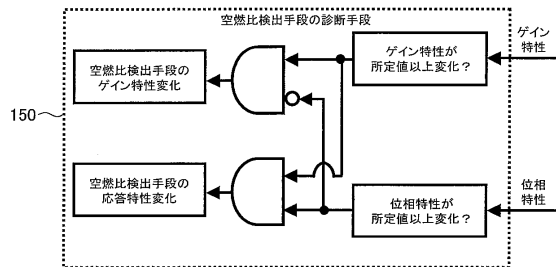
【図6】



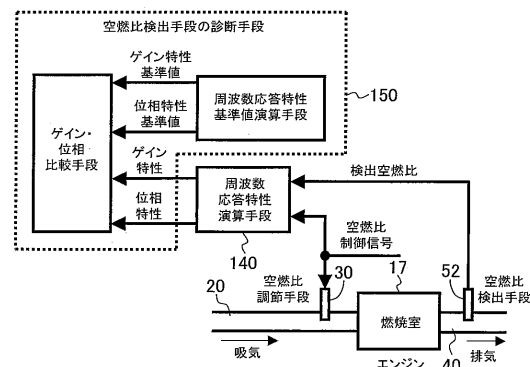
【図7】



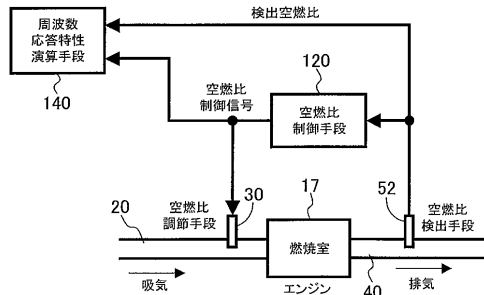
【図4】



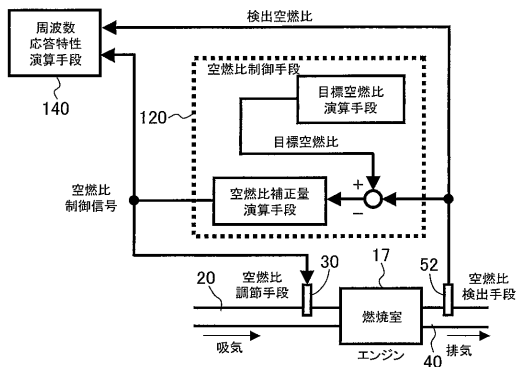
【図5】



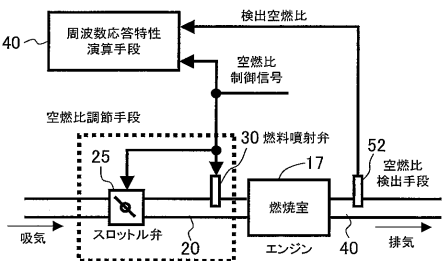
【図8】



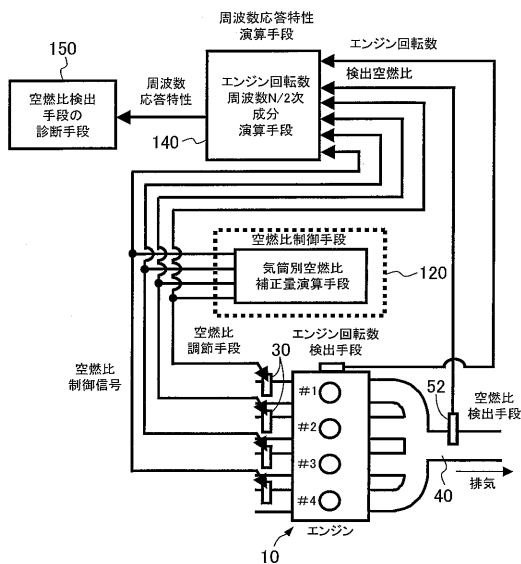
【図9】



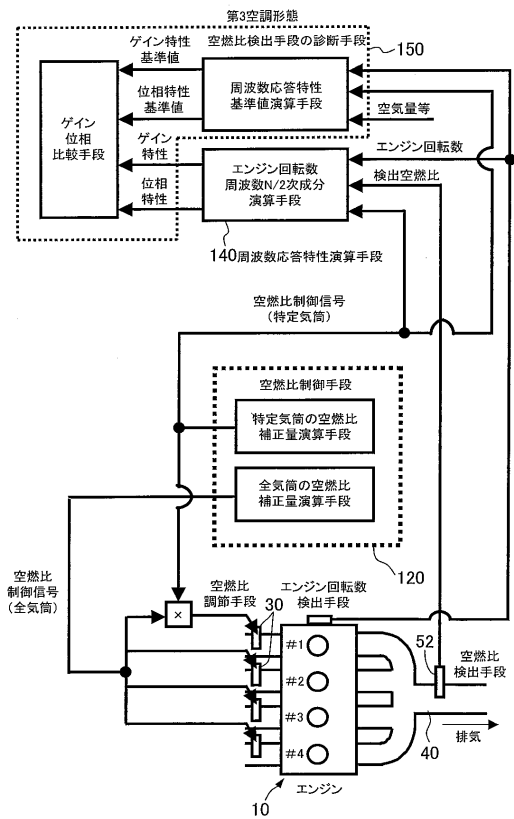
【図10】



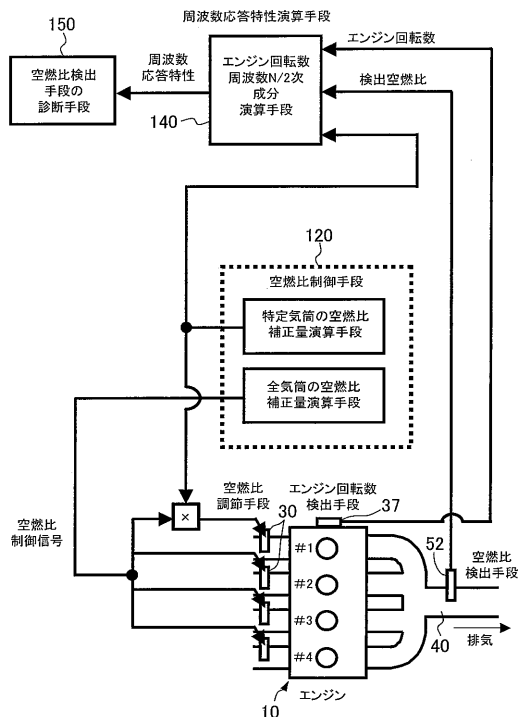
【図11】



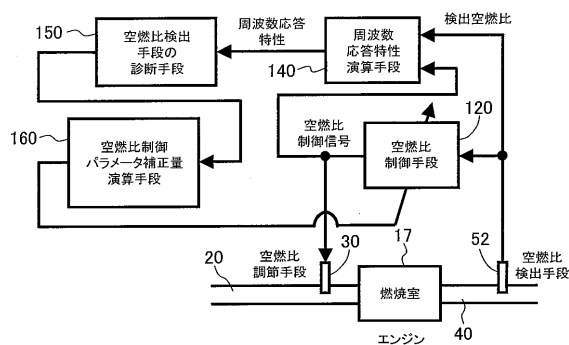
【図13】



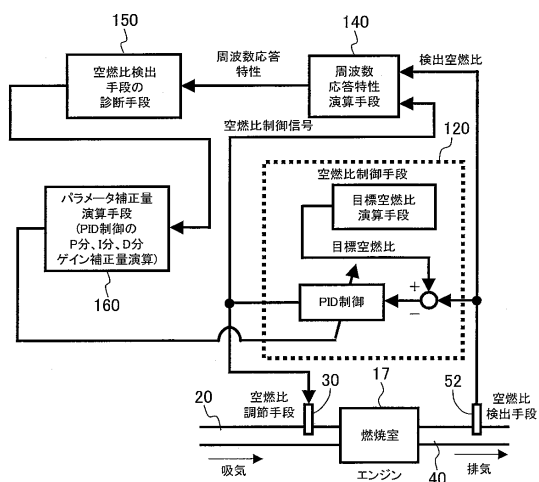
【図12】



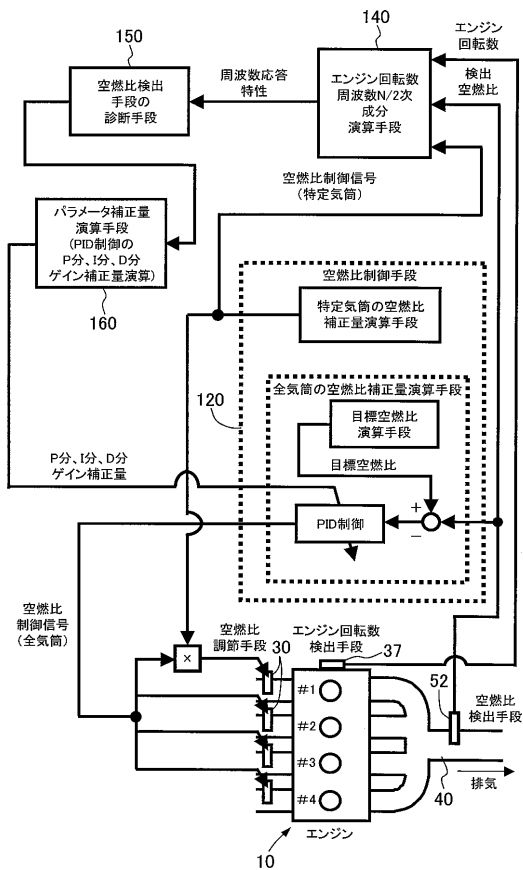
【図14】



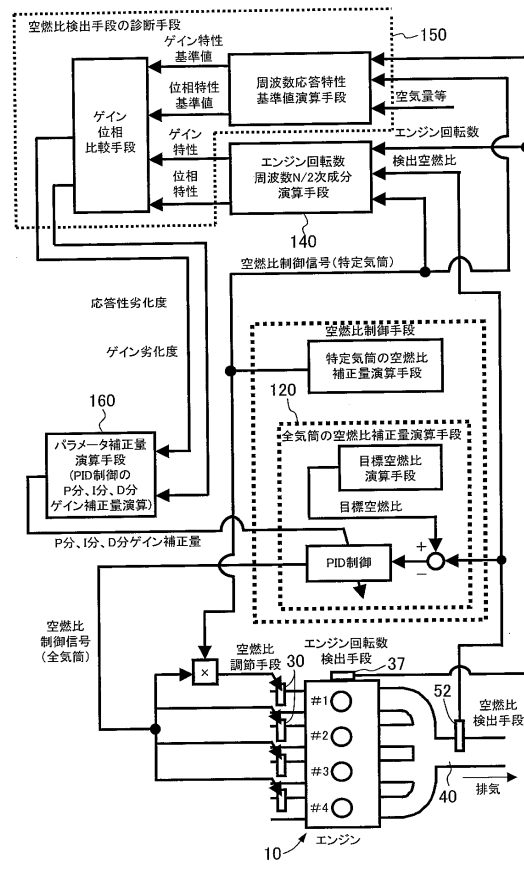
【図15】



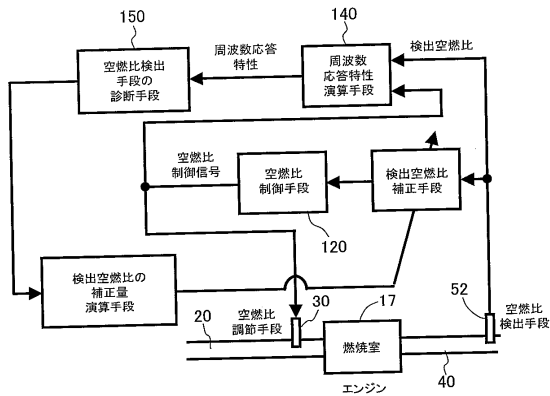
【図16】



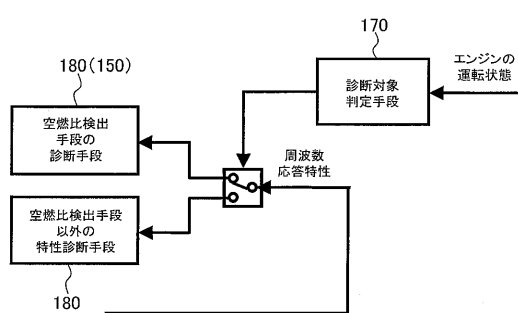
【図17】



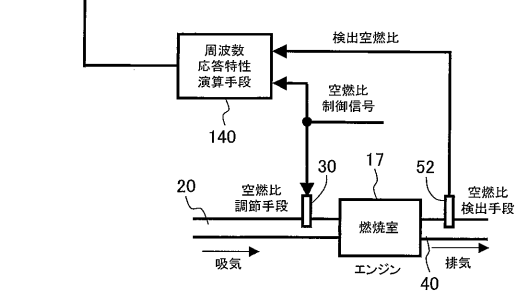
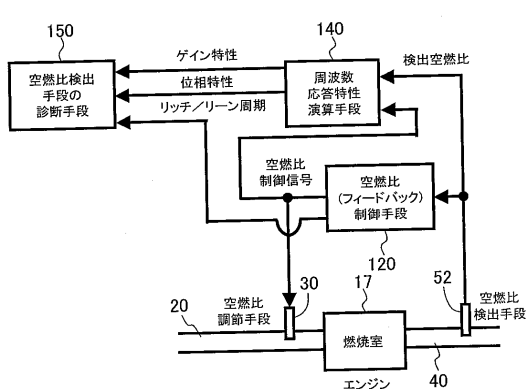
【図18】



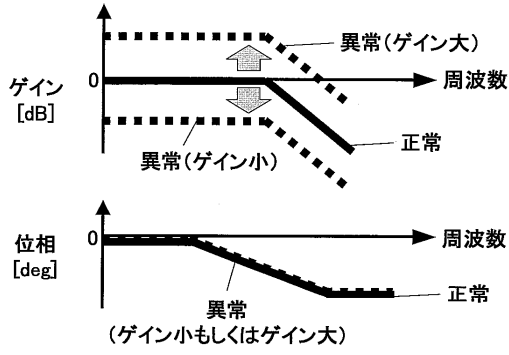
【図20】



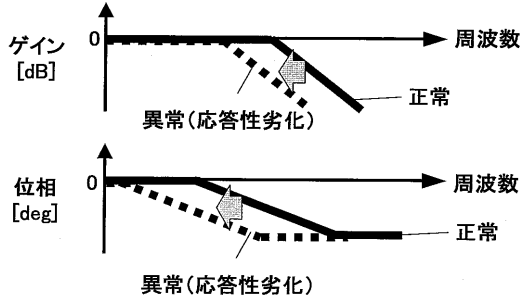
【図19】



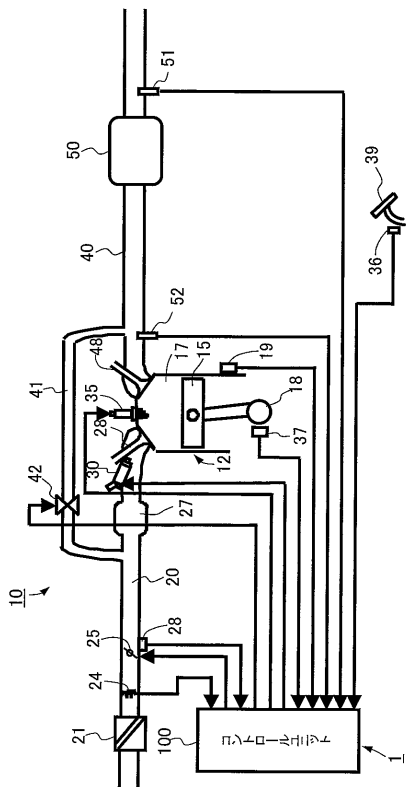
【図 2 1】



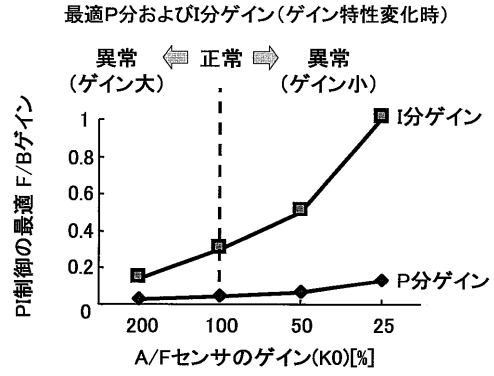
【図 2 2】



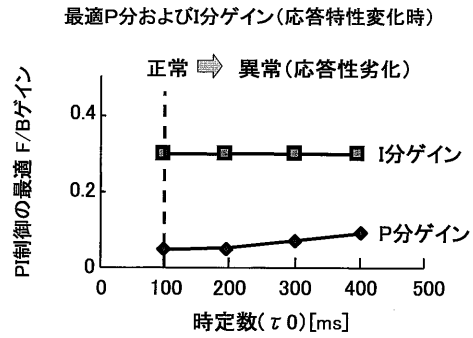
【図 2 5】



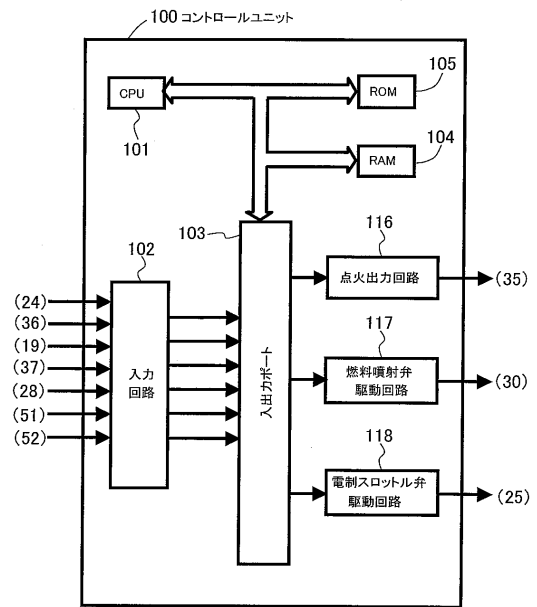
【図 2 3】



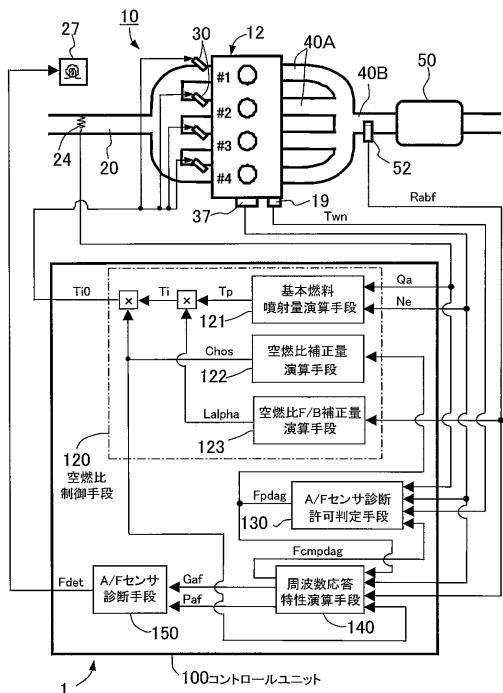
【図 2 4】



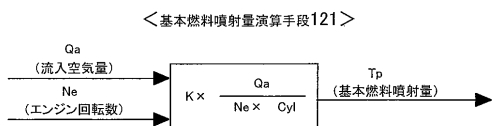
【図 2 6】



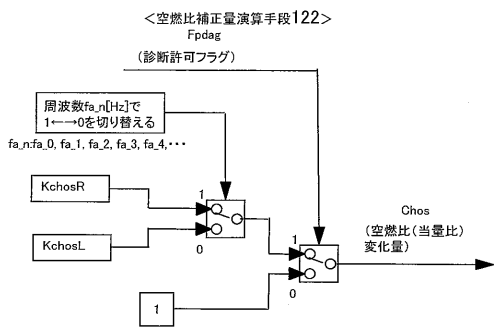
【図27】



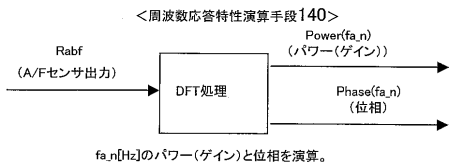
【図28】



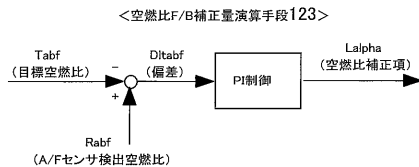
【図31】



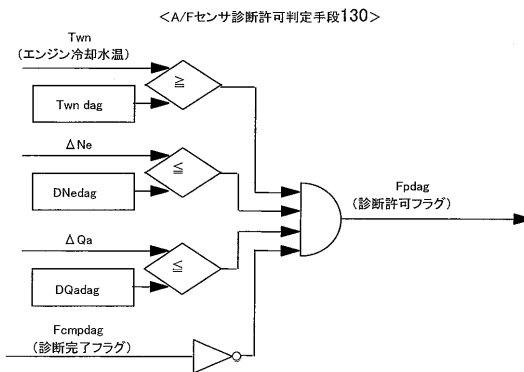
【図32】



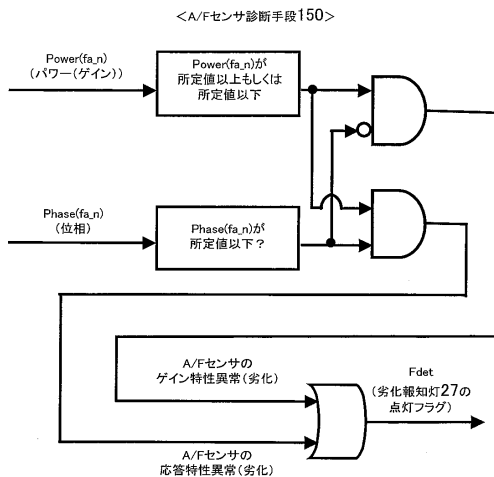
【図29】



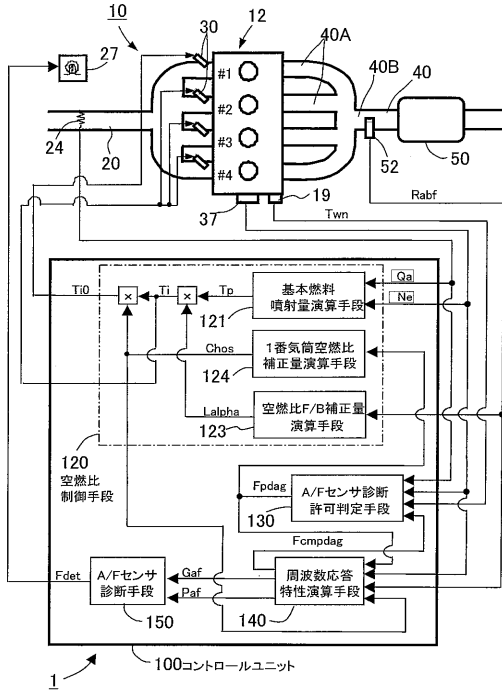
【図30】



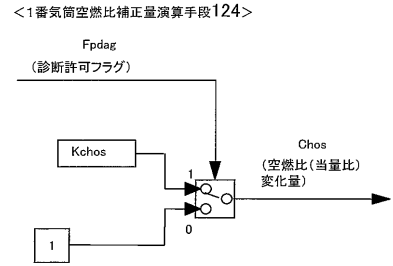
【図33】



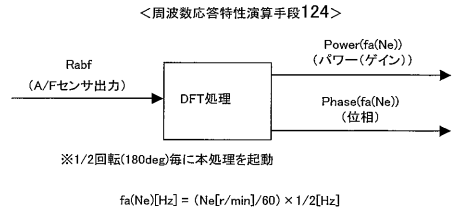
【図34】



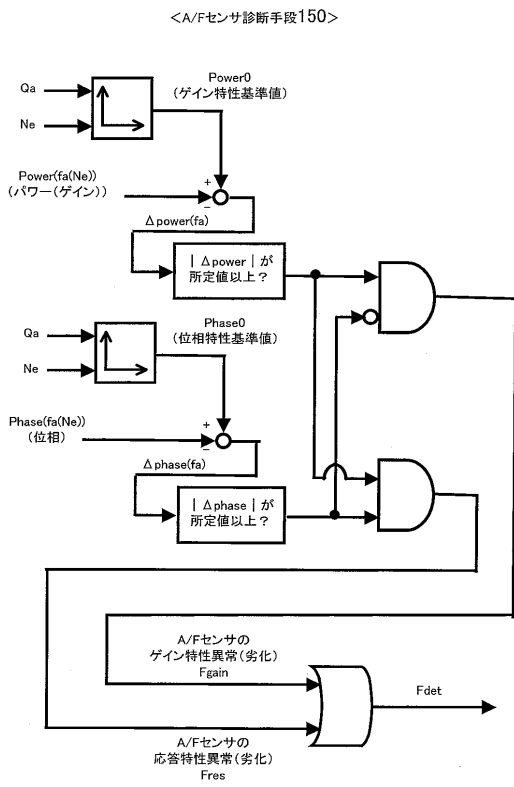
【図35】



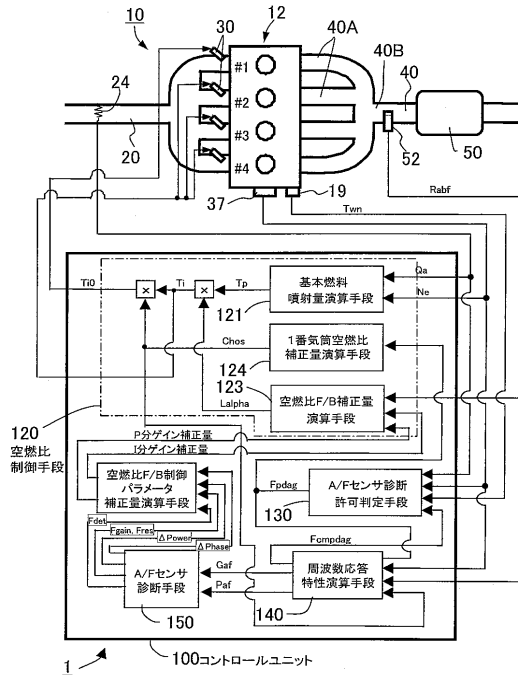
【図36】



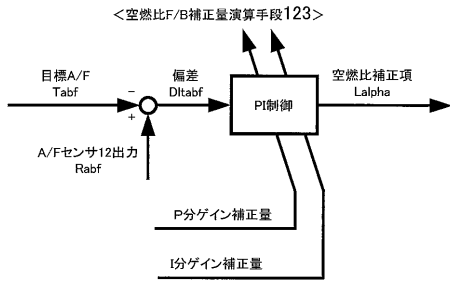
【図37】



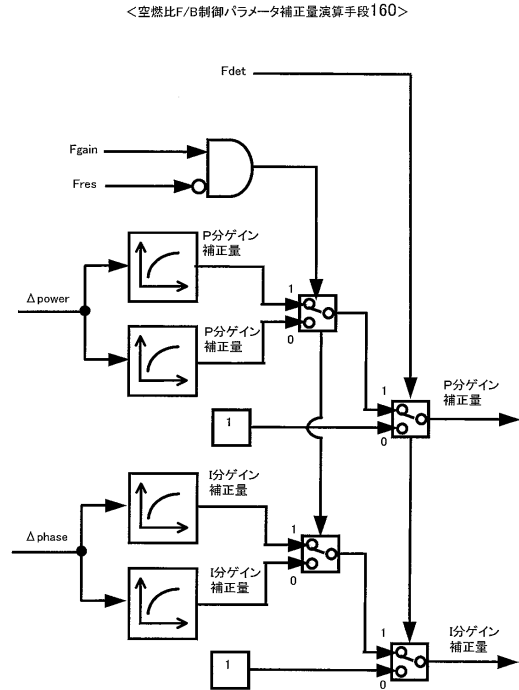
【図38】



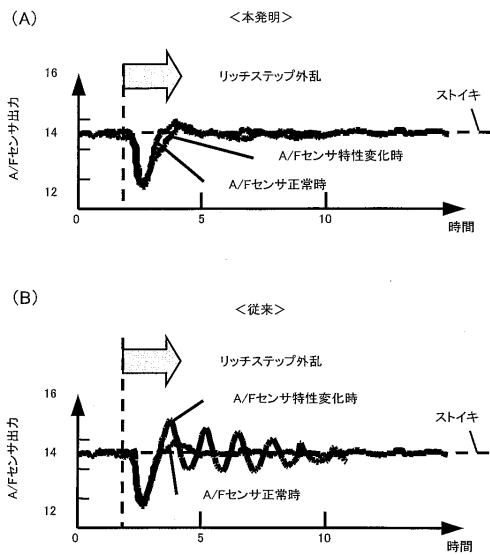
【図39】



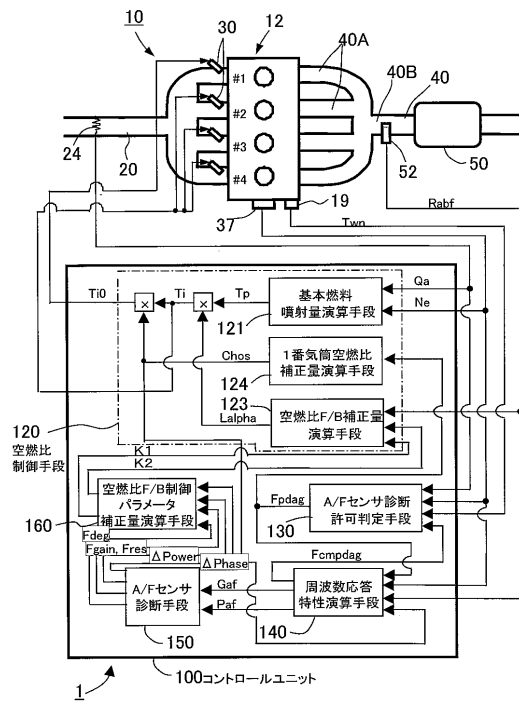
【図40】



【図41】

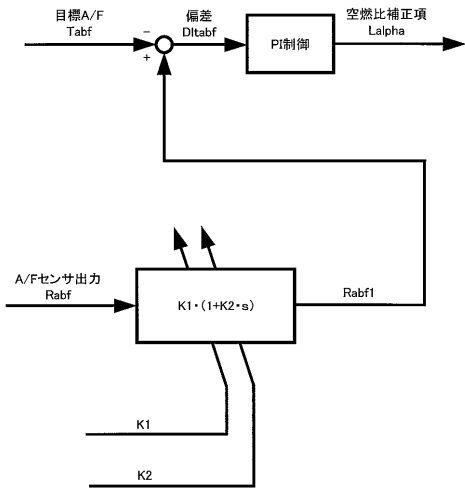


【図42】



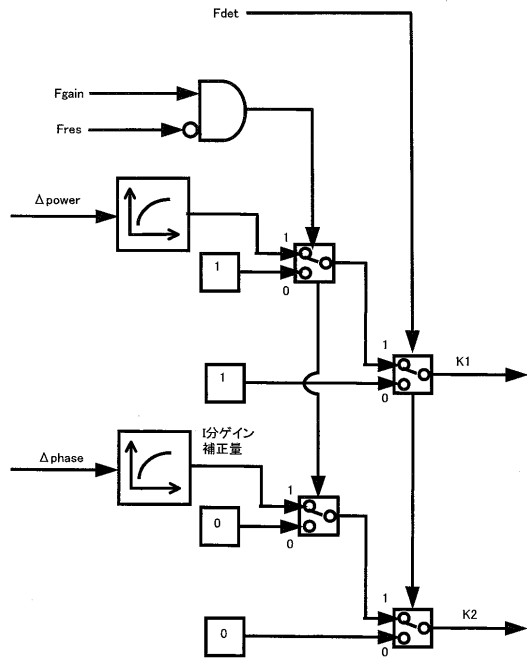
【図43】

<空燃比F/B補正量演算手段123>

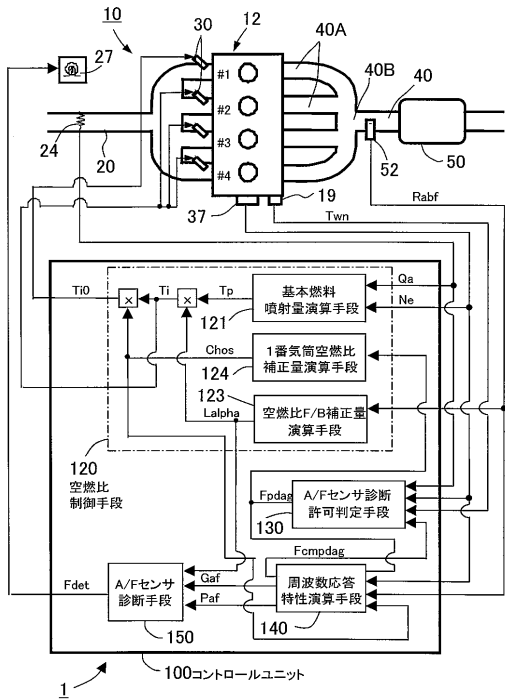


【図44】

<空燃比F/B制御パラメータ補正量演算手段160>

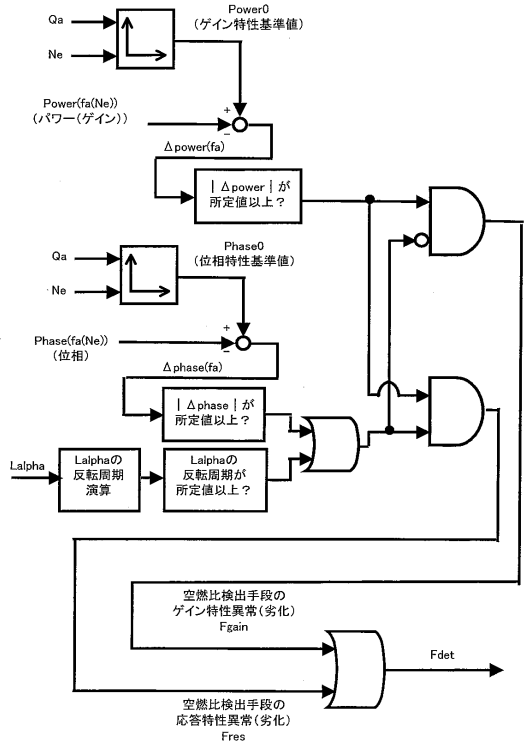


【図45】

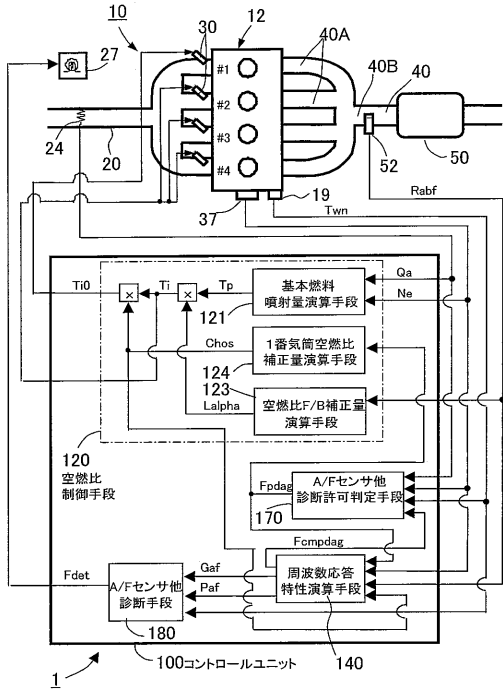


【図46】

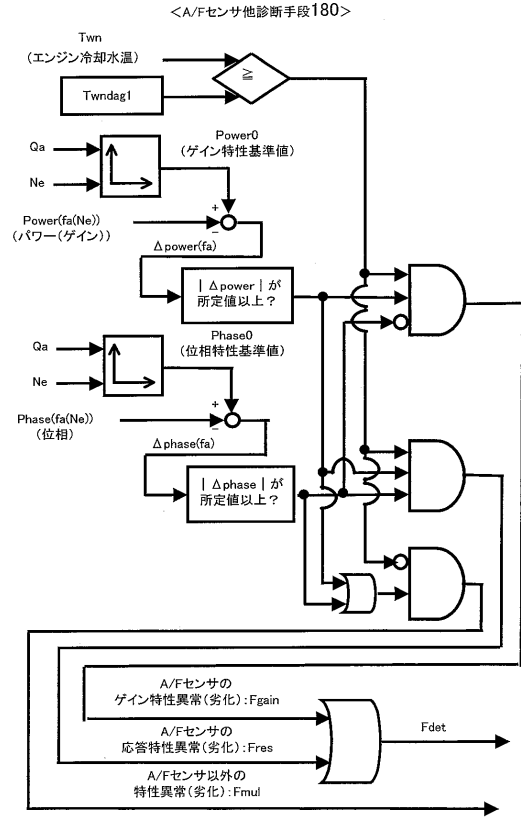
<A/Fセンサ診断手段150>



【図47】



【図48】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

F 0 2 D 41/14 3 3 0 A

F 0 2 D 41/22 3 0 5 K

(72)発明者 堀 俊雄

茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株式会社 日立製作所 オートモティブシステムグループ内

審査官 加藤 啓

(56)参考文献 特開2002-061537(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 2 D 4 5 / 0 0

F 0 2 D 4 1 / 0 0