

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-100575

(P2007-100575A)

(43) 公開日 平成19年4月19日(2007.4.19)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2D 41/14 (2006.01)	FO2D 41/14 310L	3G301
FO2D 41/34 (2006.01)	FO2D 41/34 P	3G384
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00 372Z	
	FO2D 45/00 366E	
	FO2D 45/00 370B	
審査請求 有 請求項の数 11 O L (全 24 頁)		

(21) 出願番号 特願2005-291026 (P2005-291026)
 (22) 出願日 平成17年10月4日 (2005.10.4)

(71) 出願人 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 110000213
 特許業務法人プロスペック特許事務所
 (72) 発明者 加藤 直人
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 (72) 発明者 岡崎 俊太郎
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

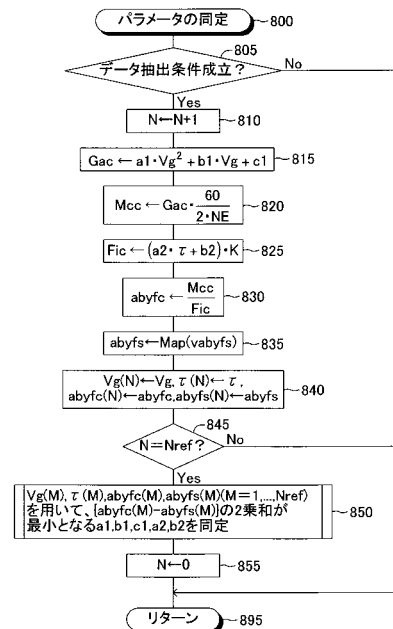
(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置

(57) 【要約】

【課題】エアフローメータ及びインジェクタの誤差に起因する空燃比の目標空燃比からの偏移を効果的に抑制し得る内燃機関の制御装置を提供すること。

【解決手段】この制御装置は、エアフローメータの出力電圧Vgに対する吸入空気流量Gaの特性を、パラメータa1, b1, c1を用いた多項式 ($G_a = a_1 \cdot V_g^2 + b_1 \cdot V_g + c_1$) で近似し、インジェクタの開弁時間 に対する燃料噴射量Fiの特性を、パラメータa2, b2を用いた多項式 ($F_i = (a_2 \cdot \tau + b_2) \cdot K$) で近似する。これらのパラメータa1, b1, c1, a2, b2は、所定のタイミング毎に、排気通路に配設された空燃比センサにより得られる検出空燃比abyfs、エアフローメータの出力電圧Vg、インジェクタの開弁時間 についての複数個の組み合わせデータを用いて検出空燃比abyfsと目標空燃比の差に対して最小二乗法を適用して、空燃比を目標空燃比に近づけるための値に同定・更新されていく。

【選択図】 図8



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関の吸気通路を通過する空気の流量である吸入空気流量に応じた値を出力するエアフローメータと、

前記内燃機関の排気通路に配設されて同排気通路を通るガスの空燃比である排気空燃比を検出する空燃比センサと、

開弁している状態で燃料を噴射するインジェクタと、

を備えた内燃機関に適用される内燃機関の制御装置であって、

前記エアフローメータの出力特性を少なくとも 1 つの第 1 パラメータを用いて近似するエアフローメータ特性近似手段と、

前記インジェクタの燃料噴射特性を少なくとも 1 つの第 2 パラメータを用いて近似するインジェクタ特性近似手段と、

前記エアフローメータの出力値と、前記エアフローメータ特性近似手段により近似された前記エアフローメータの出力特性と、前記インジェクタ特性近似手段により近似された前記インジェクタの燃料噴射特性とに少なくとも基づいて、前記内燃機関に供給される混合気の空燃比を目標空燃比と一致させるために必要な量の燃料を噴射するための前記インジェクタの開弁時間を決定する開弁時間決定手段と、

前記空燃比センサにより検出された前記排気空燃比に基づいて同排気空燃比を前記目標空燃比に近づけるための前記第 1 パラメータ、及び前記第 2 パラメータを同定する同定手段と、

前記エアフローメータ特性近似手段により用いられる前記第 1 パラメータの値及び前記インジェクタ特性近似手段により用いられる前記第 2 パラメータの値に、前記同定された第 1 パラメータの値及び前記同定された第 2 パラメータの値をそれぞれ適用する適用手段と、

を備えた内燃機関の制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置において、

前記エアフローメータ特性近似手段は、

前記エアフローメータの出力特性として、前記エアフローメータの出力値に対する前記吸入空気流量の特性を近似するように構成された内燃機関の制御装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の内燃機関の制御装置において、

前記エアフローメータ特性近似手段は、

前記エアフローメータの出力値に対する前記吸入空気流量の特性を 2 次の多項式で近似するとともに、前記第 1 パラメータとして前記 2 次の多項式の各項の係数を使用するように構成された内燃機関の制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置において、

前記エアフローメータ特性近似手段は、

前記エアフローメータの出力値と前記吸入空気流量との予め定められた関係を記憶した記憶手段を備え、

前記エアフローメータの出力特性として、前記エアフローメータの出力値と前記記憶された関係とから取得された吸入空気流量である基準吸入空気流量の、真の吸入空気流量に対する偏移量についての特性を近似するように構成された内燃機関の制御装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の内燃機関の制御装置において、

前記エアフローメータ特性近似手段は、

前記基準吸入空気流量の真の吸入空気流量に対する偏移量についての特性を 1 次の多項式で近似するとともに、前記第 1 パラメータとして前記 1 次の多項式の各項の係数を使用するように構成された内燃機関の制御装置。

10

20

30

40

50

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 の何れか一項に記載の内燃機関の制御装置において、
前記インジェクタ特性近似手段は、
前記インジェクタの燃料噴射特性として、前記インジェクタの開弁時間に対する同インジェクタから噴射される燃料の量である燃料噴射量の特性を近似するように構成された内燃機関の制御装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の内燃機関の制御装置において、
前記インジェクタ特性近似手段は、
前記インジェクタの開弁時間に対する前記燃料噴射量の特性を 1 次の多項式で近似するとともに、前記第 2 パラメータとして前記 1 次の多項式の各項の係数を使用するように構成された内燃機関の制御装置。 10

【請求項 8】

請求項 1 乃至請求項 5 の何れか一項に記載の内燃機関の制御装置において、
前記インジェクタ特性近似手段は、
前記インジェクタの開弁時間と同インジェクタから噴射される燃料の量である燃料噴射量との予め定められた関係を記憶した記憶手段を備え、
前記インジェクタの燃料噴射特性として、前記インジェクタの開弁時間と前記記憶された関係とから取得された燃料噴射量である基準燃料噴射量の、真の燃料噴射量に対する偏移量についての特性を近似するように構成された内燃機関の制御装置。 20

【請求項 9】

請求項 8 に記載の内燃機関の制御装置において、
前記インジェクタ特性近似手段は、
前記基準燃料噴射量の真の燃料噴射量に対する偏移量についての特性を 1 次の多項式で近似するとともに、前記第 2 パラメータとして前記 1 次の多項式の各項の係数を使用するように構成された内燃機関の制御装置。

【請求項 10】

請求項 1 乃至請求項 9 の何れか一項に記載の内燃機関の制御装置において、
前記同定手段は、
前記空燃比センサにより検出された前記排気空燃比、前記エアフローメータの出力値、及び前記開弁時間決定手段により決定された前記インジェクタの開弁時間の組み合わせに基づいて、同排気空燃比を前記目標空燃比に近づけるための前記第 1 パラメータ、及び前記第 2 パラメータを同定するように構成された内燃機関の制御装置。 30

【請求項 11】

請求項 10 に記載の内燃機関の制御装置において、
前記同定手段は、
複数の時点でのそれぞれの前記組み合わせに基づいて前記排気空燃比と前記目標空燃比の差に対して最小二乗法を適用して、同排気空燃比を同目標空燃比に近づけるための前記第 1 パラメータ、及び前記第 2 パラメータを同定するように構成された内燃機関の制御装置。 40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、燃料を噴射する燃料噴射弁（インジェクタ）が使用される内燃機関においては、以下の手順でインジェクタの開弁時間が決定されるようになっている。即ち、先ず、吸気通路を通過する空気の流量（以下、「吸入空気流量」と称呼する。）に応じた値を出力するエアフローメータの出力値と、エアフローメータの出力値と吸入空気流量との予め定 50

められた関係（具体的には、同関係を規定するテーブル、マップ等）とから、吸入空気流量が決定（計測）される。次いで、この吸入空気流量とエンジン回転速度とから、吸気行程において燃焼室内に吸入される空気量（以下、「筒内吸入空気量」と称呼する。）が決定される。

【0003】

そして、この筒内吸入空気量に基づいて機関に供給される混合気の空燃比（以下、単に「空燃比」と称呼することもある。）を目標空燃比に一致させるためにインジェクタから噴射する燃料の量（以下、「燃料噴射量」と称呼する。）が決定される。そして、この燃料噴射量と、燃料噴射量とインジェクタの開弁時間との予め定められた関係（具体的には、同関係を規定するテーブル、マップ等）とから、インジェクタの開弁時間が決定される。この結果、このインジェクタの開弁時間だけインジェクタが開弁することで、空燃比を目標空燃比に一致させるために必要な量の燃料がインジェクタから噴射されるようになっている。

10

【0004】

ところで、上述したエアフローメータの出力値と吸入空気流量との関係（即ち、エアフローメータの出力特性）には、エアフローメータの個体誤差、経年変化等に起因するばらつきが不可避免的に発生する。同様に、燃料噴射量とインジェクタの開弁時間との関係（即ち、インジェクタの燃料噴射特性）にもインジェクタの個体誤差、経年変化等に起因するばらつきが不可避免的に発生する。

【0005】

従って、係るばらつきが考慮されていない上述したテーブル等により決定される吸入空気流量、及びインジェクタの開弁時間には誤差が含まれ得る。これにより、インジェクタから噴射される燃料の量が空燃比を目標空燃比に一致させるために必要な量と異なり、この結果、空燃比が目標空燃比から偏移するという問題が発生し得る。以下、このような吸入空気流量の誤差、及び開弁時間の誤差をそれぞれ、「エアフローメータの出力特性の誤差」、及び「インジェクタの燃料噴射特性の誤差」と称呼する。また、これらの誤差を「エアフローメータ及びインジェクタの誤差」と総称することもある。

20

【0006】

このため、特許文献1に記載の装置は、機関の負荷（筒内吸入空気量）に対する、エアフローメータの出力特性の誤差の傾向とインジェクタの燃料噴射特性の誤差の傾向とが異なることに着目し、機関の負荷に基づいて、エアフローメータの出力特性の補正とインジェクタの燃料噴射特性の補正を行う際の補正配分を決定するようになっている。即ち、機関の負荷に応じてエアフローメータの出力特性を補正する程度及びインジェクタの燃料噴射特性を補正する程度の割合を変更することで、上述したエアフローメータ及びインジェクタの誤差に起因する空燃比の目標空燃比からの偏移を抑制する試みがなされている。

30

【特許文献1】特開昭64-24142号公報

【0007】

ところが、実際には、エアフローメータの出力特性の誤差の傾向とインジェクタの燃料噴射特性の誤差の傾向とは、機関の負荷のみならず他の種々の要因により別個独立して自由に変動し得る。従って、機関の負荷にのみ基づいてエアフローメータの出力特性及びインジェクタの燃料噴射特性の補正配分を決定する上記文献に記載の装置においては、エアフローメータ及びインジェクタの誤差に起因する空燃比の目標空燃比からの偏移が抑制され得ない場合があり、この点で改善の余地があった。

40

【発明の開示】

【0008】

本発明は上記問題に対処するためになされたものであって、その目的は、エアフローメータ及びインジェクタの誤差に起因する空燃比の目標空燃比からの偏移を効果的に抑制し得る内燃機関の制御装置を提供することにある。

【0009】

本発明に係る内燃機関の制御装置は、内燃機関の吸気通路を通過する空気の流量である

50

吸入空気流量に応じた値を出力するエアフロメータと、前記内燃機関の排気通路に配設されて同排気通路を通るガスの空燃比である排気空燃比を検出する空燃比センサと、開弁している状態で燃料を噴射するインジェクタとを備えた内燃機関に適用される。前記空燃比センサとしては、排気通路に触媒（三元触媒）が設けられている場合、触媒の上流の排気通路に配設された空燃比センサであることが好ましく、更には、所謂「限界電流式酸素濃度センサ」であることが好ましい。

【0010】

本発明に係る制御装置は、エアフロメータ特性近似手段と、インジェクタ特性近似手段と、開弁時間決定手段と、同定手段と、適用手段とを備える。以下、これらの手段について順に説明する。

10

【0011】

エアフロメータ特性近似手段は、エアフロメータの出力特性を少なくとも1つの第1パラメータを用いて近似する手段である。エアフロメータ特性近似手段により近似されるエアフロメータの出力特性は、第1パラメータの値に応じて調整され得る。エアフロメータ特性近似手段は、例えば、前記エアフロメータの出力特性として、前記エアフロメータの出力値に対する前記吸入空気流量（真の吸入空気流量）の特性を近似するように構成される。

【0012】

インジェクタ特性近似手段は、インジェクタの燃料噴射特性を少なくとも1つの第2パラメータを用いて近似する手段である。インジェクタ特性近似手段により近似されるインジェクタの燃料噴射特性は、（第1パラメータの値とは無関係に）第2パラメータの値に応じて調整され得る。インジェクタ特性近似手段は、例えば、前記インジェクタの燃料噴射特性として、前記インジェクタの開弁時間に対する同インジェクタから噴射される燃料の量である燃料噴射量（真の燃料噴射量）の特性を近似するように構成される。

20

【0013】

開弁時間決定手段は、前記エアフロメータの出力値と、前記エアフロメータ特性近似手段により近似された前記エアフロメータの出力特性と、前記インジェクタ特性近似手段により近似された前記インジェクタの燃料噴射特性とに少なくとも基づいて、前記内燃機関に供給される混合気空燃比を目標空燃比と一致させるために必要な量の燃料を噴射するための前記インジェクタの開弁時間を決定する手段である。

30

【0014】

開弁時間決定手段によれば、例えば、エアフロメータの出力値と上記近似されたエアフロメータの出力特性とから吸入空気流量が決定され、この吸入空気流量と機関の回転速度とから筒内吸入空気量、従って、空燃比を目標空燃比に一致させるための燃料噴射量が決定される。この燃料噴射量と、上記近似されたインジェクタの燃料噴射特性とから、上記燃料噴射量の燃料を噴射するためのインジェクタの開弁時間が決定される。この結果、空燃比を目標空燃比に一致させるために必要な量の燃料がインジェクタから噴射される。

【0015】

同定手段は、前記空燃比センサにより検出された前記排気空燃比に基づいて同排気空燃比を前記目標空燃比に近づけるための前記第1パラメータ、及び前記第2パラメータを同定する手段である。前記同定手段は、例えば、前記空燃比センサにより検出された前記排気空燃比、前記エアフロメータの出力値、及び前記開弁時間決定手段により決定されたインジェクタの開弁時間の組み合わせに基づいて、同排気空燃比を前記目標空燃比に近づけるための前記第1パラメータ、及び前記第2パラメータを同定するように構成される。

40

【0016】

更には、前記同定手段は、複数の時点でのそれぞれの前記組み合わせに基づいて前記排気空燃比と前記目標空燃比の差に対して最小二乗法を適用して、同排気空燃比を同目標空燃比に近づけるための前記第1パラメータ、及び前記第2パラメータを同定するように構成されることが好適である（詳細は、後述する）。同定手段によれば、空燃比センサによ

50

り得られる排気空燃比（従って、機関に供給される混合気の空燃比）を目標空燃比に近づけるための第1パラメータ、及び第2パラメータが同定される。

【0017】

適用手段は、前記エアフローメータ特性近似手段により用いられる前記第1パラメータの値及び前記インジェクタ特性近似手段により用いられる前記第2パラメータの値に、前記同定された第1パラメータの値及び前記同定された第2パラメータの値をそれぞれ適用する手段である。

【0018】

これによれば、エアフローメータ特性近似手段により近似されるエアフローメータの出力特性及びインジェクタ特性近似手段により近似されるインジェクタの燃料噴射特性、従って、これらの特性に基づいて前記開弁時間決定手段により決定されるインジェクタの開弁時間（従って、実際の燃料噴射量）が、空燃比が目標空燃比に近づくように調整される。従って、上述したエアフローメータ及びインジェクタの誤差に起因する空燃比の目標空燃比からの偏移を抑制することができる。

10

【0019】

上記本発明に係る制御装置において、前記エアフローメータ特性近似手段は、前記エアフローメータの出力値に対する前記吸入空気流量の特性を2次の多項式で近似するとともに、前記第1パラメータとして前記2次の多項式の各項の係数を使用するように構成されることが好適である。ここで、前記2次の多項式は、前記エアフローメータの出力値についての2次の多項式であっても、前記吸入空気流量についての2次の多項式であってもよい。

20

【0020】

一般に、エアフローメータの出力値に対する吸入空気流量の特性は、2次の多項式を用いることで比較的精度良く近似され得ることが知られている。従って、この2次の多項式の各項の係数を、空燃比センサにより得られる排気空燃比（従って、機関に供給される混合気の空燃比）を目標空燃比に近づけるための値に同定すれば、エアフローメータの出力特性の誤差を小さくして空燃比を目標空燃比に近づけることができる。上記構成に係る知見に基づくものである。これによれば、マイクロコンピュータの計算負荷が比較的小さくて済む2次の多項式を用いてエアフローメータの出力特性の誤差を補償することができる。

30

【0021】

また、上記本発明に係る制御装置において、前記エアフローメータ特性近似手段は、前記エアフローメータの出力値と前記吸入空気流量との予め定められた関係を記憶した記憶手段を備え、前記エアフローメータの出力特性として、前記エアフローメータの出力値と前記記憶された関係とから取得された吸入空気流量である基準吸入空気流量の、真の吸入空気流量に対する偏移量についての特性を近似するように構成されてもよい。

【0022】

ここにおいて、前記記憶手段は、例えば、予め実験、シミュレーション等を通して適合・決定された、前記エアフローメータの出力値と前記吸入空気流量との関係を規定するテーブル、関数等を記憶する。また、「基準吸入空気流量の真の吸入空気流量に対する偏移量についての特性」とは、エアフローメータの出力値に対する同偏移量の特性であっても、基準吸入空気流量に対する同偏移量の特性であってもよい。

40

【0023】

上記構成によっても、上記記憶された関係と「基準吸入空気流量の真の吸入空気流量に対する偏移量についての特性」とから、エアフローメータの出力値に対する吸入空気流量（真の吸入空気流量）の特性が近似され得る。

【0024】

この場合、前記エアフローメータ特性近似手段は、前記基準吸入空気流量の真の吸入空気流量に対する偏移量についての特性を1次の多項式で近似するとともに、前記第1パラメータとして前記1次の多項式の各項の係数を使用するように構成されることが好適であ

50

る。ここで、前記1次の多項式は、エアフローメータの出力値についての1次の多項式であっても、基準吸入空気流量についての1次の多項式であってもよい。

【0025】

一般に、エアフローメータの出力値、或いは基準吸入空気流量に対する「基準吸入空気流量の真の吸入空気流量に対する偏移量」の特性は、1次の多項式を用いることで比較的精度良く近似され得る場合が多い。従って、この1次の多項式の各項の係数を、空燃比を目標空燃比に近づけるための値に同定すれば、エアフローメータの出力特性の誤差を小さくして空燃比を目標空燃比に近づけることができる。上記構成は係る知見に基づくものである。これによれば、マイクロコンピュータの計算負荷がより一層小さくて済む1次の多項式を用いてエアフローメータの出力特性の誤差を補償することができる。

10

【0026】

上記本発明に係る制御装置において、前記インジェクタ特性近似手段は、前記インジェクタの開弁時間に対する前記燃料噴射量の特性を1次の多項式で近似するとともに、前記第2パラメータとして前記1次の多項式の各項の係数を使用するように構成されることが好適である。ここで、前記1次の多項式は、前記インジェクタの開弁時間についての1次の多項式であっても、前記燃料噴射量についての1次の多項式であってもよい。

【0027】

一般に、インジェクタの開弁時間に対する燃料噴射量の特性は、1次の多項式を用いることで比較的精度良く近似され得ることが知られている。従って、この1次の多項式の各項の係数を、空燃比を目標空燃比に近づけるための値に同定すれば、インジェクタの燃料噴射特性の誤差を小さくして空燃比を目標空燃比に近づけることができる。上記構成は係る知見に基づくものである。これによれば、マイクロコンピュータの計算負荷が小さくて済む1次の多項式を用いてインジェクタの燃料噴射特性の誤差を補償することができる。

20

【0028】

また、上記本発明に係る制御装置において、前記インジェクタ特性近似手段は、前記インジェクタの開弁時間と燃料噴射量との予め定められた関係を記憶した記憶手段を備え、前記インジェクタの燃料噴射特性として、前記インジェクタの開弁時間と前記記憶された関係とから取得された燃料噴射量である基準燃料噴射量の、真の燃料噴射量に対する偏移量についての特性を近似するように構成されてもよい。

【0029】

ここにおいて、前記記憶手段は、例えば、予め実験、シミュレーション等を通して適合・決定された、前記インジェクタの開弁時間と燃料噴射量との関係を規定するテーブル、関数等を記憶する。また、「基準燃料噴射量の真の燃料噴射量に対する偏移量についての特性」とは、インジェクタの開弁時間に対する同偏移量の特性であっても、基準燃料噴射量に対する同偏移量の特性であってもよい。

30

【0030】

上記構成によっても、上記記憶された関係と「基準燃料噴射量の真の燃料噴射量に対する偏移量についての特性」とから、インジェクタの開弁時間に対する燃料噴射量（真の燃料噴射量）の特性が近似され得る。

【0031】

この場合、前記インジェクタ特性近似手段は、前記基準燃料噴射量の真の燃料噴射量に対する偏移量についての特性を1次の多項式で近似するとともに、前記第2パラメータとして前記1次の多項式の各項の係数を使用するように構成されることが好適である。

40

【0032】

一般に、インジェクタの開弁時間、或いは基準燃料噴射量に対する「基準燃料噴射量の真の燃料噴射量に対する偏移量」の特性は、1次の多項式を用いることで比較的精度良く近似され得る場合が多い。従って、この1次の多項式の各項の係数を、空燃比を目標空燃比に近づけるための値に同定すれば、インジェクタの燃料噴射特性の誤差を小さくして空燃比を目標空燃比に近づけることができる。上記構成は係る知見に基づくものである。これによっても、マイクロコンピュータの計算負荷が小さくて済む1次の多項式を用いてイ

50

ンジェクタの燃料噴射特性の誤差を補償することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

以下、本発明による内燃機関の制御装置の各実施形態について図面を参照しつつ説明する。この制御装置は、インジェクタの開弁時間を制御するインジェクタ開弁時間制御装置でもあり、機関の燃料噴射量を制御する燃料噴射量制御装置でもある。

【0034】

(第1実施形態)

図1は、本発明の第1実施形態に係る制御装置を4サイクル火花点火式4気筒内燃機関10に適用したシステムの概略構成を示している。なお、図1は、特定気筒の断面のみを示しているが、他の気筒も同様な構成を備えている。

10

【0035】

この内燃機関10は、シリンダブロック、シリンダブロックローケース及びオイルパン等を含むシリンダブロック部20と、シリンダブロック部20の上に固定されるシリンダヘッド部30と、シリンダブロック部20にガソリン混合気を供給するための吸気系統40と、シリンダブロック部20からの排ガスを外部に放出するための排気系統50とを含んでいる。

【0036】

シリンダブロック部20は、シリンダ21、ピストン22、コンロッド23及びクランク軸24を含んでいる。ピストン22はシリンダ21内を往復動し、ピストン22の往復動がコンロッド23を介してクランク軸24に伝達され、これにより同クランク軸24が回転するようになっている。シリンダ21とピストン22のヘッドは、シリンダヘッド部30とともに燃焼室25を形成している。

20

【0037】

シリンダヘッド部30は、燃焼室25に連通した吸気ポート31、吸気ポート31を開閉する吸気弁32、吸気弁32を駆動するインテークカムシャフトを含むとともに同インテークカムシャフトの位相角及びリフト量を連続的に変更する可変吸気タイミング装置33、可変吸気タイミング装置33のアクチュエータ33a、燃焼室25に連通した排気ポート34、排気ポート34を開閉する排気弁35、排気弁35を駆動するエキゾーストカムシャフト36、点火プラグ37、点火プラグ37に与える高電圧を発生するイグニッションコイルを含むイグナイタ38及び燃料を吸気ポート31内に噴射するインジェクタ(燃料噴射手段)39を備えている。このインジェクタ39は、通電されている間だけ開弁する常閉電磁開閉弁である。

30

【0038】

吸気系統40は、吸気ポート31に連通し同吸気ポート31とともに吸気通路を形成するインテークマニホールドを含む吸気管41、吸気管41の端部に設けられたエアフィルタ42、及び吸気管41内において吸気通路の開口断面積を可変とするスロットルバルブ43を備えている。スロットルバルブ43は、DCモータからなるスロットルバルブアクチュエータ43aにより吸気管41内で回転駆動されるようになっている。

【0039】

排気系統50は、排気ポート34に連通したエキゾーストマニホールド51、エキゾーストマニホールド51に接続されたエキゾーストパイプ52、エキゾーストパイプ52に配設された上流側触媒(三元触媒)53、上流側触媒53よりも下流のエキゾーストパイプ52に配設された下流側触媒(三元触媒)54を備えている。排気ポート34、エキゾーストマニホールド51及びエキゾーストパイプ52は、排気通路を構成している。

40

【0040】

一方、このシステムは、熱線式エアフローメータ61、吸気温度センサ62、スロットルポジションセンサ63、カムポジションセンサ64、クランクポジションセンサ65、水温センサ66、空燃比センサ67、酸素濃度センサ68、及びアクセル開度センサ69を備えている。

50

【0041】

エアフローメータ61は、吸気管41内を流れる吸入空気の質量流量（吸入空気流量） G_a (g/sec)に応じた信号（出力電圧 V_g ）を出力するようになっている。吸気温度センサ62は、吸入空気の温度を検出し、吸気温度THAを表す信号を出力するようになっている。スロットルポジションセンサ63は、スロットルバルブ43の開度（スロットルバルブ開度）を検出し、スロットルバルブ開度TAを表す信号を出力するようになっている。

【0042】

カムポジションセンサ64は、インテークカムシャフトが90°回転する毎に（即ち、クランク軸24が180°回転する毎に）一つのパルスをもつ信号（G2信号）を発生するようになっている。クランクポジションセンサ65は、クランク軸24が10°回転する毎に幅狭のパルスを有するとともに同クランク軸24が360°回転する毎に幅広のパルスを有する信号を出力するようになっている。この信号は、エンジン回転速度NE(R.P.M.)を表す。水温センサ66は、内燃機関10の冷却水の温度を検出し、冷却水温THWを表す信号を出力するようになっている。

10

【0043】

空燃比センサ67は、排気通路であって上流側触媒53よりも上流側に配設されている。空燃比センサ67は、所謂「限界電流式酸素濃度センサ」であって、上流側触媒53に流入する排ガスの空燃比を検出し、図2に示したように、検出した空燃比（検出空燃比 ab_{yfs} 、排気空燃比）に応じた信号 v_{abyfs} を出力するようになっている。

【0044】

酸素濃度センサ68は、排気通路であって上流側触媒53よりも下流側であり下流側触媒54よりも上流側に配設されている。酸素濃度センサ68は、固体電解質型センサ（安定化ジルコニアを用いた周知の濃淡電池型の酸素センサ）である。図3に示したように、酸素濃度センサ68は、排ガスの空燃比が理論空燃比よりもリッチ及びリーンするとき最大出力値 max 及び最小出力値 min をそれぞれ出力し、排ガスの空燃比が理論空燃比であるとき最大出力値 max と最小出力値 min の略中間の値（中央値） a を出力するようになっている。

20

【0045】

アクセル開度センサ69は、運転者によって操作されるアクセルペダル71の操作量 Ac_{cp} を表す信号を出力するようになっている。

【0046】

電気制御装置80は、互いにバスで接続されたCPU81、CPU81が実行するプログラム、テーブル（マップ、関数）及び定数等を予め記憶したROM82、CPU81が必要に応じてデータを一時的に格納するRAM83、電源が投入された状態でデータを格納するとともに同格納したデータを電源が遮断されている間も保持するバックアップRAM84並びにADコンバータを含むインターフェース85等からなるマイクロコンピュータである。

30

【0047】

インターフェース85は、前記センサ61～69と接続され、CPU81にセンサ61～69からの信号を供給するとともに、CPU81の指示に応じて可変吸気タイミング装置33のアクチュエータ33a、イグナイタ38、インジェクタ39、及びスロットルバルブアクチュエータ43aに駆動信号を送出するようになっている。

40

【0048】

（インジェクタの開弁時間の決定方法の概要）

次に、上記のように構成された制御装置（以下、「本装置」と称呼することもある。）によるインジェクタ39の開弁時間（通電時間）の決定方法の概要について説明する。一般に、エアフローメータ61の出力電圧 V_g に対する吸入空気流量 G_a の特性は、出力電圧 V_g についての2次の多項式を用いることで比較的精度良く近似され得ることが知られている。

【0049】

従って、図4に示すように、吸入空気流量 G_a は、第1パラメータとしての値 a_1 、値 b_1 、

50

及び値 c_1 を用いたエアフローメータ61の出力電圧 V_g についての2次の多項式である下記(1)式に従って近似され得る。よって、エアフローメータ61の出力電圧 V_g と、この(1)式とに基づいて(真の)吸入空気流量 G_a が取得され得る。

【0050】

$$G_a = a_1 \cdot V_g^2 + b_1 \cdot V_g + c_1 \quad \dots (1)$$

【0051】

(1)式は、エアフローメータ61の出力特性としての、エアフローメータ61の出力電圧 V_g に対する吸入空気流量 G_a の特性を表す近似式であって、図4に破線で示すように、(1)式で表されるエアフローメータ61の出力特性は、第1パラメータである値 a_1 、値 b_1 、及び値 c_1 に応じて調整され得る。

10

【0052】

吸入空気流量 G_a が取得されれば、この吸入空気流量 G_a とエンジン回転速度 NE とから、吸気行程において燃焼室内に吸入される空気量(筒内吸入空気量 M_c)が決定されるから、この筒内吸入空気量 M_c に基づいて空燃比を目標空燃比 $abyfr$ (通常は理論空燃比)に一致させるためにインジェクタ39から噴射すべき燃料の量(燃料噴射量 F_i)が決定され得る。

【0053】

ここで、一般に、インジェクタ39の開弁時間に対する燃料噴射量 F_i の特性は、開弁時間についての1次の多項式を用いることで比較的精度良く近似され得ることが知られている。従って、図5に示すように、燃料噴射量 F_i は、第2パラメータとしての値 a_2 、及び値 b_2 を用いたインジェクタ39の開弁時間についての1次の多項式である下記(2)式

20

【0054】

$$F_i = (a_2 \cdot \dots + b_2) \cdot K \quad \dots (2)$$

【0055】

(2)式は、インジェクタ39の燃料噴射特性としての、インジェクタ39の開弁時間に対する燃料噴射量 F_i の特性を表す近似式であって、図5に破線で示すように、(2)式で表されるインジェクタ39の燃料噴射特性は、第2パラメータである値 a_2 、及び値 b_2 に応じて調整され得る。

30

【0056】

本装置は、このような手順に従って、燃料噴射量 F_i の燃料をインジェクタ39から噴射するためのインジェクタ39の開弁時間を決定する。加えて、本装置は、第1パラメータである値 a_1 、 b_1 、 c_1 、及び第2パラメータである値 a_2 、 b_2 を、後述するように、所定のタイミング毎に、空燃比を目標空燃比 $abyfr$ に近づけるための値に同定・更新していく。以上が、本装置によるインジェクタ39の開弁時間の決定方法の概要である。

【0057】

(実際の作動)

次に、上記のように構成された制御装置の実際の作動について、電気制御装置80のCPU81が実行するルーチン(プログラム)をフローチャートにより示した図6~図8を

40

【0058】

CPU81は、図6に示したインジェクタ39の開弁時間の計算及び燃料噴射の指示を行うルーチンを、所定の気筒のクランク角が吸気上死点前の所定クランク角度(例えば、 $BTD C 90^\circ CA$)となる毎に、繰り返し実行するようになっている。従って、所定の気筒のクランク角度が前記所定クランク角度になると、CPU81はステップ600から処理を開始してステップ605に進み、現時点でのエアフローメータ61の出力電圧 V_g と、上記(1)式とに基づいて吸入空気流量 G_a を求める。このステップ605は、エアフローメータ特性近似手段に相当する。

【0059】

50

次に、CPU 81はステップ610に進み、上記求めた吸入空気流量 G_a と、現時点でのエンジン回転速度 $NE(R.P.M.)$ と、ステップ610内に記載の式とに基づいて筒内吸入空気量 M_c を求める。このステップ610内に記載の式は、吸気行程に対応する気筒がクランク軸24が0.5回転する毎に順次入れ代わる4サイクル4気筒内燃機関において吸入空気流量 G_a を筒内吸入空気量 M_c に換算する式である。この筒内吸入空気量 M_c は、各気筒の吸気行程に対応されながらRAM 83内に記憶されていく。

【0060】

続いて、CPU 81はステップ615に進んで、上記求めた筒内吸入空気量 M_c を目標空燃比 $abyfr$ で除することで、空燃比を目標空燃比 $abyfr$ に一致させるための燃料の量である基本燃料噴射量 F_{base} を求め、続くステップ620にて、燃料噴射量 F_i を、上記求めた基本燃料噴射量 F_{base} に後述する空燃比フィードバック補正量 DF_i を加えた値に設定する。

10

【0061】

続いて、CPU 81はステップ625に進み、上記設定した燃料噴射量 F_i と、上記(2)式をインジェクタ39の開弁時間について解いた式であるステップ625内に記載の式とに基づいてインジェクタ39の開弁時間を決定し、続くステップ630にて、所定の噴射開始時点から開弁時間だけインジェクタ39を開弁するための指示を前記所定の気筒に対応するインジェクタ39に対して行った後、ステップ695に進んで本ルーチンを一旦終了する。これにより、フィードバック補正された燃料噴射量 F_i の燃料が吸気行程を迎える気筒に対して噴射される。ここで、ステップ625は、インジェクタ特性近似手段、及び開弁時間決定手段に相当する。なお、このルーチンは、他の気筒に対しても上記と同様に実行される。

20

【0062】

次に、上記空燃比フィードバック補正量 DF_i の算出について説明する。CPU 81は図7に示したルーチンを所定時間の経過毎に繰り返し実行している。従って、所定のタイミングになると、CPU 81はステップ700から処理を開始し、ステップ705に進んでフィードバック制御条件が成立しているか否かを判定する。フィードバック制御条件は、例えば、水温センサ66により検出される機関の冷却水温 THW が第1所定温度以上であり、機関の一回転当りの吸入空気量(負荷)が所定値以下であり、空燃比センサ67が活性状態にあり、且つ、後述するデータ抽出条件が成立していないときに成立する。

30

【0063】

いま、後述するデータ抽出条件が成立しておらず、フィードバック制御条件が成立しているものとして説明を続けると、CPU 81はステップ705にて「Yes」と判定してステップ710に進み、現時点の空燃比センサ67の出力 v_{abyfs} 、及び図2に示したマップに基づいて現時点における上流側触媒53の上流の空燃比(以下、「検出空燃比 $abyfs$ 」)と称する。)を求める。

【0064】

次に、CPU 81はステップ715に進み、現時点から N ストローク(N 回の吸気行程)前に吸気行程を迎えた気筒の筒内吸入空気量 $M_c(k-N)$ を前記求めた検出空燃比 $abyfs$ で除することにより、現時点から N ストローク前の筒内燃料供給量 $F_c(k-N)$ を求める。値 N は、内燃機関の排気量及び燃焼室25から空燃比センサ67までの距離等により異なる値である。

40

【0065】

このように、現時点から N ストローク前の筒内燃料供給量 $F_c(k-N)$ を求めるために、現時点から N ストローク前の筒内吸入空気量 $M_c(k-N)$ を検出空燃比 $abyfs$ で除するのは、燃焼室25内で燃焼された混合気が空燃比センサ67に到達するまでには、 N ストロークに相当する時間を要しているからである。

【0066】

次いで、CPU 81はステップ720に進み、現時点から N ストローク前の筒内吸入空気量 $M_c(k-N)$ を現時点から N ストローク前の時点における目標空燃比 $abyfr(k-N)$

50

) (この例では、理論空燃比) で除することにより、現時点からNストローク前の目標筒内燃料供給量 $F_{cr}(k-N)$ を求める。

【0067】

そして、CPU81はステップ725に進んで、筒内燃料供給量偏差 DF_c を、目標筒内燃料供給量 $F_{cr}(k-N)$ から筒内燃料供給量 $F_c(k-N)$ を減じた値に設定する。即ち、筒内燃料供給量偏差 DF_c は、Nストローク前の時点で筒内に供給された燃料の過不足分を表す量となる。次に、CPU81はステップ730に進み、下記(3)式に基づいて空燃比フィードバック補正量 DF_i を求める。

【0068】

$$DF_i = (G_p \cdot DF_c + G_i \cdot SDF_c) \cdot KFB \quad \dots (3)$$

10

【0069】

上記(3)式において、 G_p は予め設定された比例ゲイン、 G_i は予め設定された積分ゲインである。なお、(3)式の係数 KFB はエンジン回転速度 NE 及び筒内吸入空気量 M_c 等により可変とすることが好適であるが、ここでは「1」としている。また、値 SDF_c は筒内燃料供給量偏差 DF_c の積分値であり、次のステップ735にて更新される。

【0070】

即ち、CPU81は、ステップ735にてその時点における筒内燃料供給量偏差 DF_c の積分値 SDF_c に上記ステップ725にて求めた筒内燃料供給量偏差 DF_c を加えて、新たな筒内燃料供給量偏差の積分値 SDF_c を求め、ステップ795にて本ルーチンを一旦終了する。

20

【0071】

以上により、空燃比フィードバック補正量 DF_i が比例積分制御により求められ、この空燃比フィードバック補正量 DF_i が前述した図6のステップ620及びステップ625によりインジェクタの開弁時間(即ち、燃料噴射量 F_i)に反映される。この結果、現時点からNストローク前の燃料供給量の過不足が補償されるので、空燃比(従って、上流側触媒53に流入するガスの空燃比)の平均値が目標空燃比 $abyfr$ (理論空燃比)と略一致せしめられる。

【0072】

一方、後述するデータ抽出条件が成立している場合等、ステップ705の判定時において、フィードバック制御条件が不成立であると、CPU81はステップ705にて「No」と判定してステップ740に進み、空燃比フィードバック補正量 DF_i の値を「0」に設定し、続くステップ745にて、その後に空燃比フィードバック制御を再開するための準備として筒内燃料供給量偏差の積分値 SDF_c を「0」に初期化した後、ステップ795に進んで本ルーチンを一旦終了する。このように、フィードバック制御条件が不成立であるときは、空燃比フィードバック補正量 DF_i を「0」として空燃比(基本燃料噴射量 F_{base})の補正を行わない。

30

【0073】

次に、第1、及び第2パラメータの同定について説明する。CPU81は図8に示したルーチンを所定時間の経過毎に繰り返し実行している。従って、所定のタイミングになると、CPU81はステップ800から処理を開始し、ステップ805に進んで、データ抽出条件が成立しているか否かを判定し、「No」と判定する場合、ステップ895に直ちに進んで本ルーチンを一旦終了する。

40

【0074】

このデータ抽出条件は、第1、及び第2パラメータである上記値 a_1, b_1, c_1, a_2, b_2 の同定に使用するエアフローメータ61の出力電圧 V_g 、インジェクタ39の開弁時間、後述する算出空燃比 $abyfc$ 、及び検出空燃比 $abyfs$ の組み合わせについてのデータ(以下、「組み合わせデータ」と称する。)を取得するための条件であり、例えば、エンジン回転速度 NE の変動幅が所定値以下でありアクセルペダル操作量 $Accp$ の変動幅が所定値以下の状態が所定時間以上継続する状態(定常運転状態と判定される状態)にあって、且つ、前回の第1、及び第2パラメータの同定時点(後述するステップ850が実行された時点)が

50

ら所定時間以上が経過している場合に成立する。

【0075】

いま、データ抽出条件が成立していない状態から成立した状態に変化したものとして説明を続けると、CPU81はステップ805にて「Yes」と判定してステップ810に進み、カウンタNの値を「1」だけインクリメントする。カウンタNの値は、組み合わせデータの取得回数を表す。カウンタNの値は、前回の第1、及び第2パラメータの同定が実行された時点で後述するステップ855にて「0」にリセットされているから、現時点では、カウンタNの値は「1」になる。

【0076】

次に、CPU81は先のステップ605の処理と類似する処理を行うステップ815に進んで、現時点でのエアフロメータ61の出力電圧Vgと、上記(1)式に相当する式とに基づいて算出空燃比算出用吸入空気流量Gacを求める。続いて、CPU81は先のステップ610の処理と類似する処理を行うステップ820に進み、上記算出空燃比算出用吸入空気流量Gacと、現時点でのエンジン回転速度NEと、ステップ820内に記載の式とに基づいて算出空燃比算出用筒内吸入空気量Mccを求める。

【0077】

次いで、CPU81はステップ825に進んで、先のステップ625にて決定されている最新のインジェクタ39の開弁時間と、上記(2)式に相当する式とに基づいて算出空燃比算出用燃料噴射量Ficを求める。続いて、CPU81はステップ830に進み、上記算出空燃比算出用筒内吸入空気量Mccを上記算出空燃比算出用燃料噴射量Ficで除することで算出空燃比abyfcを求める。

【0078】

なお、この場合のようにデータ抽出条件が成立している場合、上述したフィードバック制御条件が不成立となるから、先のステップ705にて「No」と判定され、空燃比フィードバック補正量DFiが「0」に維持されている。従って、先のステップ620にて燃料噴射量Fiが基本燃料噴射量Fbaseと等しい値に設定されているから、先のステップ625にて決定されている(従って、ステップ825にて使用される)インジェクタ39の開弁時間は基本燃料噴射量Fbaseの燃料を噴射するための時間に設定されている。以上のことと、先のステップ615とステップ830との比較から容易に理解できるように、ステップ830にて求められる算出空燃比abyfcは、実質的には、先のステップ615にて使用される目標空燃比abyfrと一致するはずの値である。

【0079】

次に、CPU81はステップ835に進んで、先のステップ710と同様、現時点の空燃比センサ67の出力vabyfsから現時点における検出空燃比abyfsを求める。続いて、CPU81はステップ840に進み、1個目の組み合わせデータを取得する。

【0080】

即ち、CPU81は、ステップ815にて使用されたエアフロメータ61の出力電圧Vgの値を出力電圧データVg(N)として、ステップ825にて使用されたインジェクタ39の開弁時間の値を開弁時間データ(N)として、ステップ830にて計算された算出空燃比abyfc(目標空燃比abyfr)の値を算出空燃比データabyfc(N)として、ステップ835にて求められた検出空燃比abyfsの値を検出空燃比データabyfs(N)としてそれぞれ取得・格納する。現時点では、カウンタNの値が「1」であるから、出力電圧データVg(1)、開弁時間データ(1)、算出空燃比データabyfc(1)、及び検出空燃比データabyfs(1)にそれぞれのデータが格納される。

【0081】

次いで、CPU81はステップ845に進み、カウンタNの値が同定実行基準値Nrefと等しいか否かを判定する。これにより、組み合わせデータの取得回数が同定実行基準値Nrefに達したか否かが判定される。現時点では、カウンタNの値は「1」であって同定実行基準値Nrefに達していないから、CPU81はステップ845にて「No」と判定してステップ895に直ちに進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0082】

以降、データ抽出条件が成立している限りにおいて、且つ、ステップ810にて「1」ずつインクリメントされていくカウンタNの値が同定実行基準値N_{ref}に達しない限りにおいて、ステップ810～ステップ845の処理が繰り返し実行される。この結果、N個目の組み合わせデータであるV_g(N)、(N)、abyfc(N)、及びabyfs(N)が順次取得・格納されていく。

【0083】

そして、カウンタNの値が同定実行基準値N_{ref}に達すると（即ち、組み合わせデータの取得回数が同定実行基準値N_{ref}に達すると）、CPU81はステップ845に進んだとき「Yes」と判定するようになり、ステップ850に進んで、上述のように取得・格納されているN_{ref}個の組み合わせデータを用いて、検出空燃比abyfsと、算出空燃比abyfc（目標空燃比abyfr）の差に対して周知の最小二乗法を適用して、第1パラメータである値a1、b1、c1、及び第2パラメータである値a2、b2を同定・更新する。

10

【0084】

これにより、{abyfc(M) - abyfs(M)} : (M = 1, ..., N_{ref})の2乗和が最小となるように値a1、b1、c1、a2、b2が同定・更新される。換言すれば、値a1、b1、c1、a2、b2が、検出空燃比abyfs（従って、機関に供給される混合気の空燃比）を目標空燃比abyfrに近づけるための値に同定される。そして、CPU81はステップ855に進んで、次回の第1、及び第2パラメータの同定の実行に備えてカウンタNの値を「0」にクリアした後、ステップ895に進んで本ルーチンを一旦終了する。

20

【0085】

このように、ステップ845にて「Yes」と判定される毎に、即ち、組み合わせデータの取得回数が同定実行基準値N_{ref}に達する毎に、値a1、b1、c1、a2、b2が、空燃比を目標空燃比abyfrに近づけるための値に同定・更新されていく。このステップ850は、同定手段、及び適用手段に相当する。

【0086】

以上、説明したように、本発明の第1実施形態に係る制御装置によれば、エアフローメータ61の出力特性としての、エアフローメータ61の出力電圧V_gに対する吸入空気流量G_aの特性が、パラメータa1、b1、c1を用いた出力電圧V_gについての2次の多項式である上記(1)式（ $G_a = a_1 \cdot V_g^2 + b_1 \cdot V_g + c_1$ 、ステップ605を参照）に従って近似される。このように近似されるエアフローメータ61の出力特性は、パラメータa1、b1、c1に応じて調整され得る。

30

【0087】

同様に、インジェクタ39の燃料噴射特性としての、インジェクタ39の開弁時間に対する燃料噴射量F_iの特性が、パラメータa2、b2を用いた開弁時間についての1次の多項式である上記(2)式（ $F_i = (a_2 \cdot + b_2) \cdot K$ 、ステップ625を参照）に従って近似される。このように近似されるインジェクタ39の燃料噴射特性は、パラメータa2、b2に応じて調整され得る。

【0088】

そして、所定のタイミング毎に（ステップ845にて「Yes」と判定される毎に）、パラメータa1、b1、c1、a2、b2が、空燃比を目標空燃比abyfrに近づけるための値に同定・更新される。これにより、前回の同定の後において、経年変化等によりエアフローメータ61の出力特性、及びインジェクタ39の燃料噴射特性が変化して空燃比が目標空燃比abyfrから偏移するようになっても、今回の同定により、エアフローメータ61の出力特性（ステップ605を参照）及びインジェクタ39の燃料噴射特性（ステップ625を参照）が、空燃比が目標空燃比abyfrに近づくように調整される。即ち、これらの特性に基づいて決定されるインジェクタ39の開弁時間（ステップ625を参照。即ち、実際の燃料噴射量）が、空燃比が目標空燃比abyfrに近づくように調整される。従って、上述した「エアフローメータ及びインジェクタの誤差」に起因する空燃比の目標空燃比abyfrからの偏移を抑制することができる。

40

50

【0089】

本発明は上記第1実施形態に限定されることはなく、本発明の範囲内において種々の変形例を採用することができる。例えば、上記第1実施形態においては、検出空燃比abyfsと、算出空燃比abyfcの差に対して最小二乗法を適用して、パラメータa1, b1, c1, a2, b2を同定・更新しているが、上述したように算出空燃比abyfcが目標空燃比abyfrと同一、若しくは極めて近い値に計算されることを考慮して、検出空燃比abyfsと目標空燃比abyfrそのものとの差に対して最小二乗法を適用して、パラメータa1, b1, c1, a2, b2を同定・更新してもよい。この場合、算出空燃比abyfcの算出に必要であった図8のステップ815～ステップ830を省略することができる。

【0090】

また、上記第1実施形態においては、エアフローメータ61の出力特性としての、エアフローメータ61の出力電圧Vgに対する吸入空気流量Gaの特性が出力電圧Vgについての2次の多項式で近似されているが、出力電圧Vgについての3次以上の多項式で近似されてもよい。同様に、インジェクタ39の燃料噴射特性としての、インジェクタ39の開弁時間に対する燃料噴射量Fiの特性が開弁時間 についての1次の多項式で近似されているが、開弁時間 についての2次以上の多項式で近似されてもよい。

【0091】

このように、多項式の次数が大きくなるほどエアフローメータ61の出力特性の誤差、及びインジェクタ39の燃料噴射特性の誤差はより小さくなり得る。ただし、多項式の次数が大きくなるほど、同定すべきパラメータの個数が多くなって同定の際のCPU81の計算負荷が大きくなる傾向がある。従って、エアフローメータ61の出力特性を近似する多項式の次数、及びインジェクタ39の燃料噴射特性を近似する多項式の次数はこれら2つの観点を考慮して決定されることが好ましい。

【0092】

(第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態に係る制御装置について説明する。この第2実施形態は、エアフローメータ61の出力電圧Vgと吸入空気流量(以下、「テーブル検索値Ga0」と称呼する。基準吸入空気流量)との予め定められた一定の関係を規定するテーブルMapGa0(図9を参照)、及び、インジェクタ39の開弁時間 と燃料噴射量(以下、「テーブル検索値Fi0」と称呼する。基準燃料噴射量)との予め定められた一定の関係を規定するテーブルMapFi0(図10を参照)を備えている点が上記第1実施形態と異なる。これらのテーブルMapGa0, MapFi0は、エアフローメータ61のマスター品、及びインジェクタ39のマスター品を使用して予め実験、シミュレーション等を通して適合・作製されている。

【0093】

加えて、第2実施形態は、エアフローメータ61の出力特性として、図11に示すように、テーブル検索値Ga0に対する、「テーブル検索値Ga0の真の吸入空気流量Gaに対する偏移量(Ga - Ga0)」（以下、「偏移量 Ga」と称呼する。）の特性を近似する点、及び、インジェクタ39の燃料噴射特性として、図12に示すように、テーブル検索値Fi0に対する、「テーブル検索値Fi0の真の燃料噴射量Fiに対する偏移量(Fi - Fi0)」（以下、「偏移量 Fi」と称呼する。）の特性を近似する点が上記第1実施形態と異なる。

【0094】

図11に示すように、偏移量 Gaは、第1パラメータとしての値a3、及び値b3を用いたテーブル検索値Ga0についての1次の多項式である下記(4)式に従って近似される。これは、エアフローメータ61の出力特性が、個体誤差、経年変化等によりマスター品の出力特性に対して偏移する場合があります。この場合、テーブル検索値Ga0に対する偏移量 Gaの特性が、テーブル検索値Ga0についての1次の多項式を用いることで比較的精度良く近似され得ることに基づく。

【0095】

$$Ga = a3 \cdot Ga0 + b3 \quad \dots (4)$$

【0096】

10

20

30

40

50

(4)式は、エアフローメータ61の出力特性としての、テーブル検索値 Ga_0 に対する偏移量 Ga の特性を表す近似式であって、図11に破線で示すように、(4)式で表されるエアフローメータ61の出力特性は、第1パラメータである値 a_3 、及び値 b_3 に応じて調整され得る。この第2実施形態では、エアフローメータ61の出力電圧 V_g とテーブル Map_{Ga_0} とから取得されるテーブル検索値 Ga_0 と、(4)式とに基づいて偏移量 Ga が取得され、この偏移量 Ga と、テーブル検索値 Ga_0 と、下記(5)式とから(真の)吸入空気流量 Ga が取得される。

【0097】

$$Ga = Ga_0 + Ga \cdot \cdot \cdot (5)$$

【0098】

他方、図12に示すように、偏移量 Fi は、第2パラメータとしての値 a_4 、及び値 b_4 を用いたテーブル検索値 Fi_0 についての1次の多項式である下記(6)式に従って近似される。これは、インジェクタ39の燃料噴射特性が、個体誤差、経年変化等によりマスター品の燃料噴射特性に対して偏移する場合があります、この場合、テーブル検索値 Fi_0 に対する偏移量 Fi の特性が、テーブル検索値 Fi_0 についての1次の多項式を用いることで比較的精度良く近似され得ることに基づく。

【0099】

$$Fi = a_4 \cdot Fi_0 + b_4 \cdot \cdot \cdot (6)$$

【0100】

(6)式は、インジェクタ39の燃料噴射特性としての、テーブル検索値 Fi_0 に対する偏移量 Fi の特性を表す近似式であって、図12に破線で示すように、(6)式で表されるインジェクタ39の出力特性は、第2パラメータである値 a_4 、及び値 b_4 に応じて調整され得る。

【0101】

この第2実施形態では、上記(6)式と下記(7)式とから偏移量 Fi を消去して得られる式をテーブル検索値 Fi_0 について解いた式である下記(8)式と、上記吸入空気流量 Ga (従って、筒内吸入空気量 Mc)から第1実施形態と同様に決定される燃料噴射量 Fi と、に基づいて、テーブル検索値 Fi_0 が決定され、前記決定されたテーブル検索値 Fi_0 とテーブル Map_{Fi_0} とから、前記決定されたテーブル検索値 Fi_0 に対応するインジェクタ39の開弁時間が決定される。これにより、燃料噴射量 Fi と等しい量の燃料を実際に噴射するために必要なインジェクタ39の開弁時間が決定される。

【0102】

$$Fi = Fi_0 + Fi \cdot \cdot \cdot (7)$$

$$Fi_0 = (Fi - b_4) / (1 + a_4) \cdot \cdot \cdot (8)$$

【0103】

第2実施形態は、このような手順に従って、燃料噴射量 Fi の燃料をインジェクタ39から噴射するためのインジェクタ39の開弁時間を決定する。加えて、本装置は、第1実施形態と同じ手順で、第1パラメータである値 a_3 、 b_3 、及び第2パラメータである値 a_4 、 b_4 を、所定のタイミング毎に、空燃比を目標空燃比 aby_{fr} に近づけるための値に同定・更新していく。

【0104】

(第2実施形態の実際の作動)

以下、第2実施形態に係る制御装置の実際の作動について説明する。この装置のCPU81は、第1実施形態のCPU81が実行する図6～図8に示したルーチンのうち図7に示したルーチンのみをそのまま実行する。一方、この装置のCPU81は、第1実施形態のCPU81が実行する図6、図8に示したルーチンに代えて図13、図14にフローチャートにより示したルーチンをそれぞれ実行する。以下、第2実施形態に特有の図13、及び図14に示したルーチンについて説明する。

【0105】

この装置のCPU81は、図13に示した開弁時間の計算及び燃料噴射の指示を行う

10

20

30

40

50

ルーチンを、所定時間の経過毎に実行している。なお、図13に示したルーチンにおいて、図6のステップと同一のステップについては図6のステップ番号と同一の番号を付すことでそれらの説明に代える。

【0106】

図13に示したルーチンは、図6のステップ605をステップ1305, 1310, 1315に置き換えた点、及び、図6のステップ625をステップ1320, 1325に置き換えた点においてのみ、図6に示したルーチンと異なる。以下、係る相違点について説明する。

【0107】

ステップ1305では、現時点でのエアフローメータ61の出力電圧 V_g と、テーブルMapGa0とからテーブル検索値 G_a0 が決定される。なお、テーブルMapGa0は、ROM82の所定領域に記憶されている。ステップ1305は、記憶手段に相当する。ステップ1310では、上記決定されたテーブル検索値 G_a0 と、上記(4)式とから偏移量 G_a が求められる。ステップ1310はエアフローメータ特性近似手段に相当する。ステップ1315では、上記求められた偏移量 G_a と、上記決定されたテーブル検索値 G_a0 と、上記(5)式とから吸入空気流量 G_a が求められる。

【0108】

ステップ1320では、ステップ620にて決定された燃料噴射量 F_i と、上記(8)式とからテーブル検索値 F_i0 が決定される。ステップ1320はインジェクタ特性近似手段に相当する。ステップ1325では、上記決定されたテーブル検索値 F_i0 と、テーブルMapFi0(正確には、逆テーブル $MapFi0^{-1}$)とからインジェクタ39の開弁時間 t_{on} が決定される。これにより、ステップ620にて決定された燃料噴射量 F_i と等しい量の燃料を実際に噴射するために必要なインジェクタ39の開弁時間 t_{on} が決定される。ステップ1325は、開弁時間決定手段、及び記憶手段に相当する。

【0109】

図14に示したルーチンは、図8のステップ815をステップ1405, 1410, 1415に置き換えた点、図8のステップ825をステップ1420, 1425, 1430に置き換えた点、及び図8のステップ850をステップ1435に置き換えた点においてのみ、図8に示したルーチンと異なる。以下、係る相違点について説明する。

【0110】

ステップ1405では、上述したステップ1305と同じ処理が実行される。ステップ1410では、上述したステップ1310と同じ処理が実行される。ステップ1415では、上述したステップ1315と同様、ステップ1405にて得られたテーブル検索値 G_a0 と、ステップ1410にて得られた偏移量 G_a と、上記(5)式に相当する式に基づいて算出空燃比算出用吸入空気流量 G_{ac} が求められる。

【0111】

ステップ1420では、先のステップ1325にて決定されている最新のインジェクタ39の開弁時間 t_{on} と、テーブルMapFi0とからテーブル検索値 F_i0 が決定される。なお、テーブルMapFi0は、ROM82の所定領域に記憶されている。ステップ1425では、上記決定されたテーブル検索値 F_i0 と、上記(6)式とから偏移量 F_i が求められる。ステップ1430では、上記テーブル検索値 F_i0 と、上記偏移量 F_i と、上記(7)式に相当する式に基づいて算出空燃比算出用燃料噴射量 F_{ic} が算出される。

【0112】

このようにして、ステップ830にて算出空燃比 $abyfc$ の算出に必要な、算出空燃比算出用吸入空気流量 G_{ac} (従って、算出空燃比算出用筒内吸入空気量 M_{cc})と、算出空燃比算出用燃料噴射量 F_{ic} とが算出される。

【0113】

そして、ステップ845の条件が成立した場合に実行されるステップ1435では、上述したステップ850と同じ手順にて、第1パラメータである値 a_3 , b_3 、及び第2パラメータである値 a_4 , b_4 が同定・更新される。

【0114】

これにより、 $\{abyfc(M) - abyfs(M)\} : (M = 1, \dots, N_{ref})$ の2乗和が最小となるように値 $a3, b3, a4, b4$ が同定・更新される。このように、ステップ845にて「Yes」と判定される毎に、即ち、組み合わせデータの取得回数が同定実行基準値 N_{ref} に達する毎に、値 $a3, b3, a4, b4$ が、空燃比を目標空燃比 $abyfr$ に近づけるための値に同定・更新されていく。このステップ1435は、同定手段、及び適用手段に相当する。

【0115】

以上、説明したように、本発明の第2実施形態に係る制御装置によっても、第1実施形態と同様、前回の同定の後において、経年変化等によりエアフローメータ61の出力特性、及びインジェクタ39の燃料噴射特性が変化して空燃比が目標空燃比 $abyfr$ から偏移するようになっても、今回の同定により、エアフローメータ61の出力特性（ステップ1310を参照）及びインジェクタ39の燃料噴射特性（ステップ1320を参照）が、空燃比が目標空燃比 $abyfr$ に近づくように調整される。即ち、これらの特性に基づいて決定されるインジェクタ39の開弁時間（ステップ1325を参照。即ち、実際の燃料噴射量）が、空燃比が目標空燃比 $abyfr$ に近づくように調整される。従って、上述した「エアフローメータ及びインジェクタの誤差」に起因する空燃比の目標空燃比 $abyfr$ からの偏移を抑制することができる。

【0116】

加えて、エアフローメータ61の出力特性としての、テーブル検索値 $Ga0$ に対する偏移量 Ga の特性がテーブル検索値 $Ga0$ についての1次の多項式で近似されているから、上記第1実施形態（エアフローメータ61の出力特性としての、エアフローメータ61の出力電圧 Vg に対する吸入空気流量 Ga の特性が出力電圧 Vg についての2次の多項式で近似されている。）に比して同定されるパラメータの個数が少なくなり（第1実施形態：計5個、第2実施形態：計4個）、CPU81の計算負荷を少なくすることができる。

【0117】

本発明は上記第2実施形態に限定されることはなく、本発明の範囲内において種々の変形例を採用することができる。例えば、上記第2実施形態においても、上記第1実施形態と同様、上述した算出空燃比 $abyfc$ が目標空燃比 $abyfr$ と同一、若しくは極めて近い値に計算されることを考慮して、検出空燃比 $abyfs$ と目標空燃比 $abyfr$ そのものとの差に対して最小二乗法を適用して、パラメータ $a3, b3, a4, b4$ を同定・更新してもよい。この場合、算出空燃比 $abyfc$ の算出に必要であった図14の1405～1415、ステップ820、ステップ1420～1430、及びステップ830を省略することができる。

【0118】

また、上記第2実施形態においては、エアフローメータ61の出力特性としての、テーブル検索値 $Ga0$ に対する偏移量 Ga の特性がテーブル検索値 $Ga0$ についての1次の多項式で近似されているが、偏移量 $Ga0$ についての2次以上の多項式で近似されてもよい。同様に、インジェクタ39の燃料噴射特性としての、テーブル検索値 $Fi0$ に対する偏移量 Fi の特性がテーブル検索値 $Fi0$ についての1次の多項式で近似されているが、テーブル検索値 $Fi0$ についての2次以上の多項式で近似されてもよい。

【0119】

また、上記第2実施形態においては、エアフローメータ61の出力特性として、エアフローメータ61の出力電圧 Vg に対する偏移量 Ga の特性が出力電圧 Vg についての1次の多項式で近似されてもよい。同様に、インジェクタ39の燃料噴射特性として、インジェクタ39の開弁時間に対する偏移量 Fi の特性が開弁時間についての1次の多項式で近似されてもよい。

【0120】

また、上記第1、第2実施形態においては、上記組み合わせデータの一部である出力電圧データ $Vg(N)$ の値と開弁時間データ (N) の値の組み合わせのばらつきの程度が大きいほど、より広範囲の運転状態においてより均一に空燃比が目標空燃比 $abyfr$ に近づくようにパラメータの各値が同定され得る。従って、ステップ805のデータ抽出条件に、例え

10

20

30

40

50

ば、現時点でのエアフロメータ61の出力電圧 V_g の値と、現時点での(ステップ625、或いはステップ1325にて決定されている最新の)インジェクタ39の開弁時間の値のうち少なくとも1つが、前回のデータ抽出時点(前回のステップ840の実行時点)での対応する値に対して所定値以上偏移していること等の条件を加えても良い。

【0121】

加えて、上記第1、第2実施形態においては、上流側触媒53の上流側の排気通路に配置された空燃比センサ67として、図2に示す出力特性を備えた「限界電流式酸素濃度センサ」が使用されているが、上流側触媒53の下流側の排気通路に配置された酸素濃度センサ68のように図3に示した出力特性を備えた「濃淡電池式型の酸素濃度センサ」が使用されてもよい。この場合、パラメータの同定
10
を行う際、上述のように取得される N_{ref} 個の組み合わせデータにおいて、検出空燃比データ $abyfs(N)$ として、酸素濃度センサ出力値に相当する空燃比に代えて理論空燃比 $atoich$ (一定)が使用されることが好ましい。

【0122】

これは、以下の理由に基づく。即ち、図3に示した特性を備えた酸素濃度センサでは、検出対象の排ガスの空燃比が理論空燃比より僅かでもリッチであるとその出力値は上記最大出力値 max となり、理論空燃比より僅かでもリーンであるとその出力値は上記最小出力値 min となる。この特性に起因して、酸素濃度センサの出力値は、最大出力値 max と最小出力値 min との2値的な値を交互に採りながら周期的に変動していく傾向がある。従って、
20
酸素濃度センサ出力値に相当する空燃比そのものを検出空燃比データ $abyfs(N)$ としてパラメータの同定に使用すると、パラメータの同定精度が低下する恐れがある。

【0123】

一方、酸素濃度センサ出力値に相当する空燃比の時間的な平均値は理論空燃比 $stoich$ に極めて近い値となる傾向がある。以上のことを考慮すれば、上流側触媒53の上流側の排気通路に配置された空燃比センサとして「濃淡電池式型の酸素濃度センサ」が使用される場合、検出空燃比データ $abyfs(N)$ として、酸素濃度センサ出力値に相当する空燃比そのものに代えて理論空燃比 $atoich$ (一定)が使用されることが好ましい。

【図面の簡単な説明】

【0124】

【図1】内燃機関に適用した本発明の第1実施形態に係る制御装置の概略を示した図である。
30

【図2】図1に示した空燃比センサの出力と空燃比の関係を示したグラフである。

【図3】図1に示した酸素濃度センサの出力と空燃比の関係を示したグラフである。

【図4】図1に示した制御装置により適用される、2次の多項式で近似されるエアフロメータの出力特性である、エアフロメータの出力電圧と吸入空気流量との関係を示したグラフである。

【図5】図1に示した制御装置により適用される、1次の多項式で近似されるインジェクタの燃料噴射特性である、インジェクタの開弁時間と燃料噴射量との関係を示したグラフである。

【図6】図1に示したCPUが実行する開弁時間の計算、及び燃料噴射を行うためのルーチンを示したフローチャートである。
40

【図7】図1に示したCPUが実行する空燃比フィードバック補正量を算出するためのルーチンを示したフローチャートである。

【図8】図1に示したCPUが実行するパラメータの同定を行うためのルーチンを示したフローチャートである。

【図9】本発明の第2実施形態に係る制御装置のCPUが参照する、エアフロメータの出力電圧と吸入空気流量のテーブル検索値との関係を規定するテーブルを示したグラフである。

【図10】本発明の第2実施形態に係る制御装置のCPUが参照する、インジェクタの開弁時間と燃料噴射量のテーブル検索値との関係を規定するテーブルを示したグラフである
50

。

【図11】本発明の第2実施形態に係る制御装置により適用される、1次の多項式で近似されるエアフロメータの出力特性である、吸入空気流量のテーブル検索値と偏移量（吸入空気流量についての真値とテーブル検索値の差）との関係を示したグラフである。

【図12】本発明の第2実施形態に係る制御装置により適用される、1次の多項式で近似されるインジェクタの燃料噴射特性である、燃料噴射量のテーブル検索値と偏移量（燃料噴射量についての真値とテーブル検索値の差）との関係を示したグラフである。

【図13】本発明の第2実施形態に係る制御装置のCPUが実行する開弁時間の計算、及び燃料噴射を行うためのルーチンを示したフローチャートである。

【図14】本発明の第2実施形態に係る制御装置のCPUが実行するパラメータの同定を行うためのルーチンを示したフローチャートである。

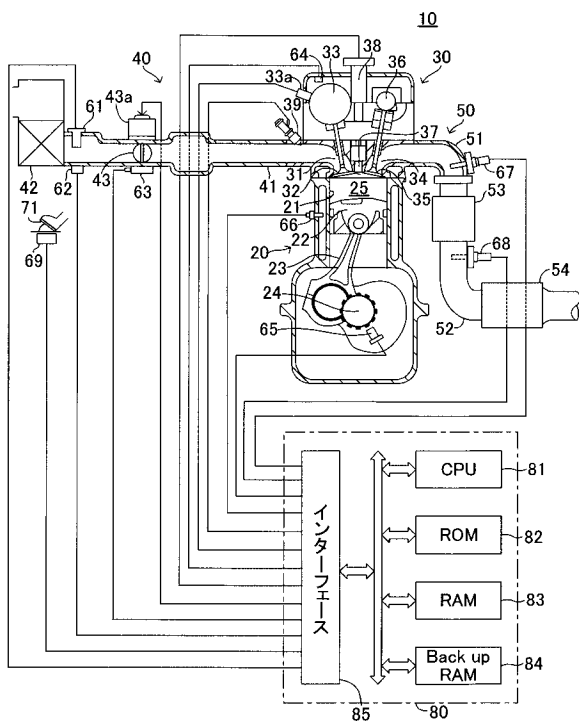
10

【符号の説明】

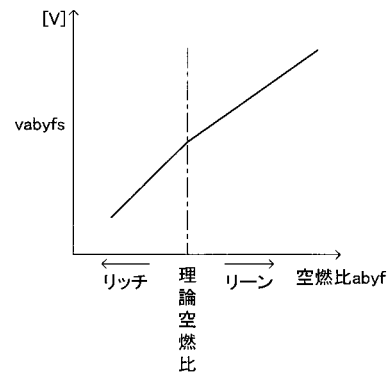
【0125】

25... 燃焼室、39... インジェクタ、53... 上流側触媒、61... エアフロメータ、67... 空燃比センサ、68... 酸素濃度センサ、80... 電気制御装置、81... CPU

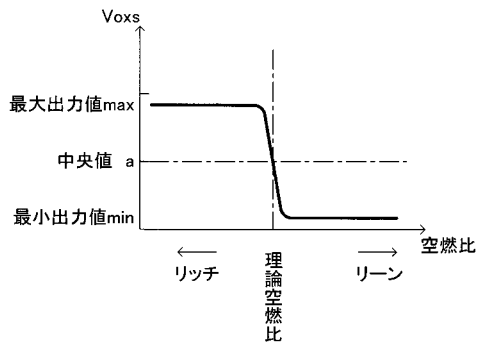
【図1】



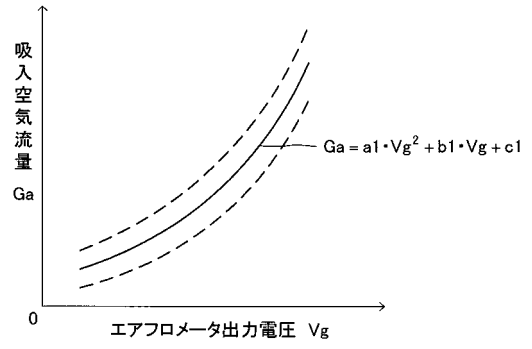
【図2】



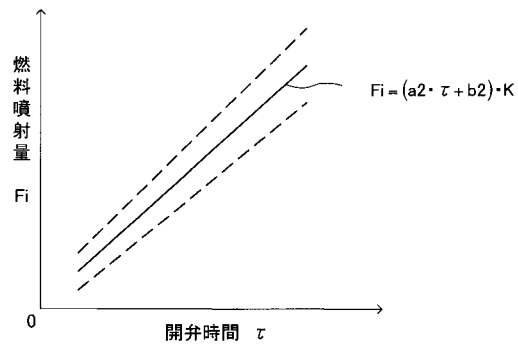
【 図 3 】



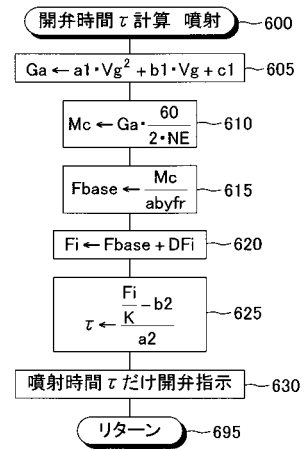
【 図 4 】



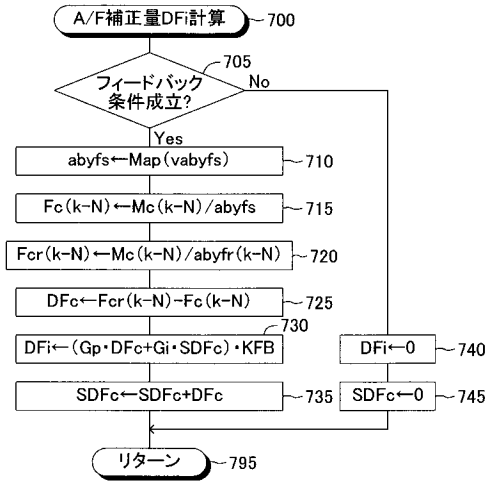
【 図 5 】



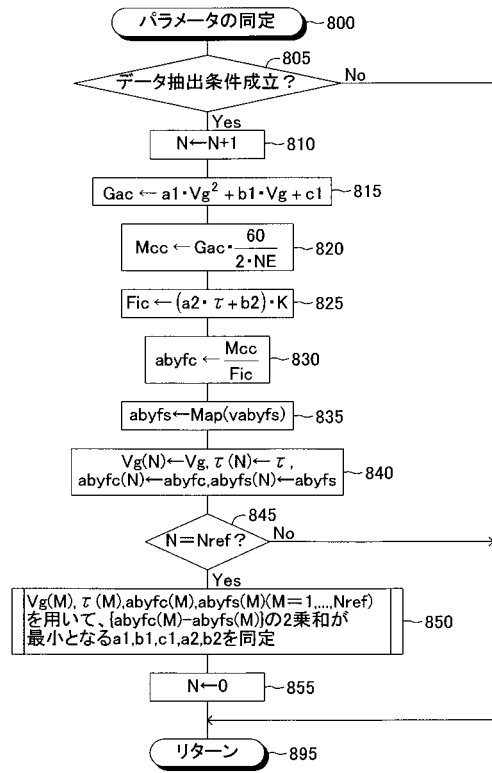
【 図 6 】



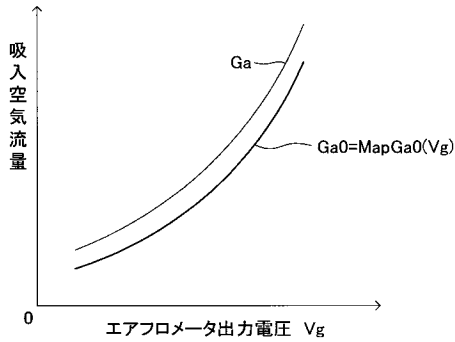
【 図 7 】



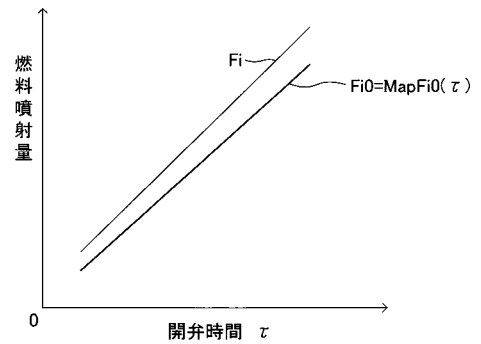
【 図 8 】



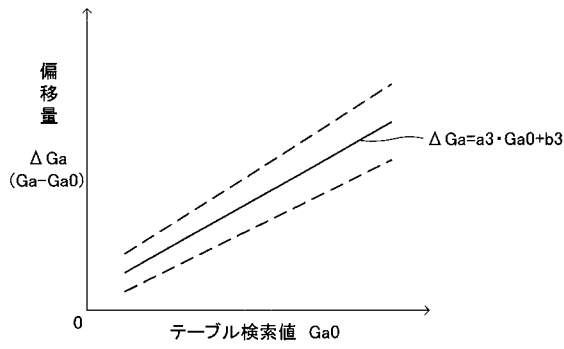
【 図 9 】



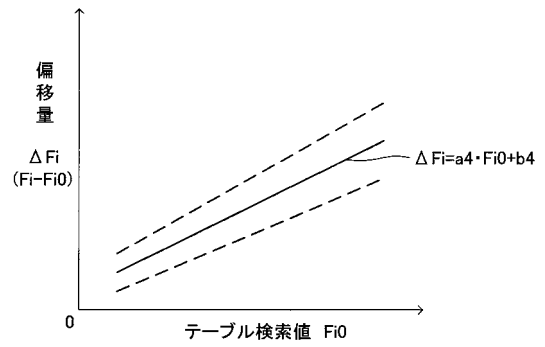
【 図 10 】



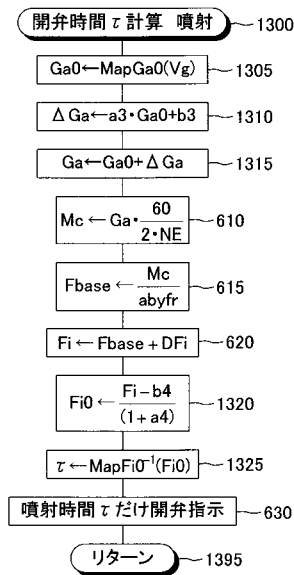
【 図 1 1 】



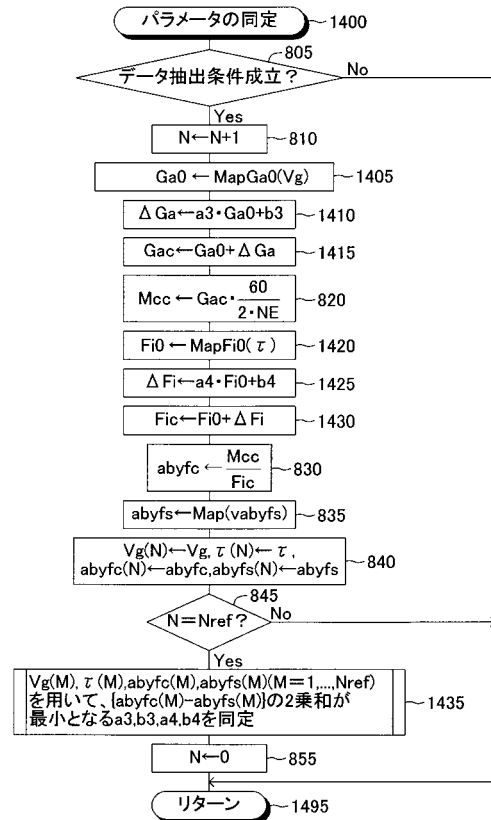
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3G301 HA01 JA12 JA15 JA17 JA18 JA20 KA21 LA03 LB02 MA01
MA12 NA03 NA04 NA09 NB05 NB06 NB14 NB15 NC02 NC07
ND01 ND12 ND21 ND45 NE14 NE23 PA04Z PA10Z PA11Z PD03A
PD04A PD09A PE01Z PE02Z PE03Z PE04Z PE08Z PF03Z PF04Z
3G384 AA01 BA05 BA09 BA13 BA31 CA14 DA09 DA12 DA29 DA35
EA01 EA06 EA07 EA26 EB06 EC08 ED03 ED04 ED06 ED08
ED11 EE07 EE25 EE31 FA02Z FA04Z FA06Z FA07Z FA28Z FA56Z
FA57Z FA58Z FA59Z FA61Z FA86Z