(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3733669号
(P3733669)
(45)発行日　平成18年1月11日(2006.1.11)　(24)登録日　平成17年10月28日(2005.10.28)

(51)Int.Cl.		F I		
F02D 9/02	(2006.01)	F02D	9/02	R
F02D 41/02	(2006.01)	F02D	41/02	310Z
F02D 43/00	(2006.01)	F02D	41/02	330Z
		F02D	43/00	301H
		F02D	43/00	301K

請求項の数 1　(全 13 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願平8-326965
(22)出願日　平成8年12月6日(1996.12.6)
(65)公開番号　特開平10-169469
(43)公開日　平成10年6月23日(1998.6.23)
審査請求日　平成13年10月26日(2001.10.26)

(73)特許権者　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　100077517
弁理士　石田　敬
(74)代理人　100100871
弁理士　土屋　繁
(74)代理人　100088269
弁理士　戸田　利雄
(74)代理人　100082898
弁理士　西山　雅也
(72)発明者　不破　直秀
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)【特許請求の範囲】
【請求項１】
アクセルペダルの操作位置に応じてスロットル弁開度と燃料供給量を制御するようにした空気量先行燃料追従制御方式の内燃機関の制御装置であって、
アクセルペダルの操作位置に応じたスロットル弁開度の目標値を演算するスロットル弁開度目標値演算手段と、
演算されたスロットル弁開度目標値を一時的に記憶するスロットル弁開度目標値記憶手段と、
記憶されたスロットル弁開度目標値を前記記憶した時点から所定時間の経過後にスロットル弁開度制御値として出力するスロットル弁開度制御値出力手段と、
このスロットル弁開度制御値に従ってスロットル弁を開閉駆動するスロットル弁駆動手段と、
機関の運転状態に応じて燃料噴射気筒の吸気弁閉弁時期を演算する吸気弁閉弁時期演算手段と、
この吸気弁閉弁時期よりも前記所定時間経過後の時期が後の場合、前記記憶されたスロットル弁開度目標値から、燃料噴射気筒の吸気弁閉弁時期におけるスロットル開度を演算する吸気弁閉弁時の第１のスロットル弁開度演算手段と、
前記吸気弁閉弁時期よりも前記所定時間経過後の時期が前の場合、前記記憶されたスロットル弁開度目標値から、前記所定時間内のスロットル開度の推移を演算し、この推移に基づいて、燃料噴射気筒の吸気弁閉弁時期におけるスロットル開度を演算する吸気弁閉弁

時の第２のスロットル弁開度演算手段と、
前記吸気弁閉弁時期迄のスロットル弁開度の推移に応じた吸入空気量と目標空燃比とから、燃料供給量を演算する燃料供給量演算手段と、
演算された燃料供給量の燃料を供給する燃料供給手段と、
を備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は内燃機関の制御装置に関し、特に、電子制御スロットル弁を備えた内燃機関において吸入空気量を先行させ、燃料供給量をこれに追従させて空燃比を制御する方式の内燃機関の制御装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
従来、電子制御燃料噴射制御方式の内燃機関においては、吸入空気量を計測し、それに見合う燃料噴射量を演算して空燃比を調節している。この空燃比の調節方法は、吸入空気量はアクセルペダルの踏込み量に応じて決まるという考え方に基づいている。このため、機関の加速時や減速時等のように吸入空気量の変化が大きい時には、機関を制御するコンピュータにおける吸入空気量の計測誤差が生じるという問題があった。
【０００３】
そこで、アクセルペダルの踏込み量に応じてスロットル弁を電気的なアクチュエータを用いて制御する電子制御スロットル弁を使用し、噴射燃料量を先に決定し、後から吸入空気量を追従させる燃料供給量先行、空気量追従制御方式のエンジン制御装置がある（特公平７－３３７８１号公報参照）。
特公平７－３３７８１号公報に記載のエンジン制御装置には、アクセルペダルの操作位置に応じて燃料供給量とスロットル弁開度を調節するようにした燃料供給量先行、空気量追従制御方式のエンジンにおいて、燃料供給量の制御に対して、アクセルペダルの操作位置とエンジンの回転速度に応じて、燃料が実際にシリンダに吸入されるまでの時間を所定遅れ時間として、スロットル弁の開度制御にこの所定時間の遅れ時間を設定する技術が開示されている。
【０００４】
この遅れ時間の設定により、噴射された燃料が実際にシリンダ内に吸入されるまでの時間が考慮され、シリンダ内における燃料量と吸入空気量とが精密に制御されることになる。
【０００５】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、特公平７－３３７８１号公報に記載のエンジン制御装置においては、実際には、頻繁にエンジンの運転条件が変化するため、前述のように演算された遅れ時間はエンジン回転数、燃料噴射量の変化によって変動する時間であり、特に急激なアクセルペダルの操作時には変動量が過大であるため、スロットル弁が応答しきれない場合が発生し、毎回のスロットル弁開度制御に当てはめてスロットル弁開度を目標値に制御することが困難であり、正確な空燃比を常に得ることができないという問題点があった。
【０００６】
そこで、本発明は、吸入空気量を先に決定し、燃料供給量をこれに追従させて空燃比を制御する空気量先行、燃料供給量追従制御方式を採用し、電子制御スロットル弁装置に本質的に内在するスロットル弁開度の目標値に対する実際の制御値の遅れに鑑み、スロットル弁開度の目標値に対する制御の遅れを積極的に設定し、この遅れに対して燃料供給時期を対応させることにより、常に正確な空燃比を得ることができる内燃機関の制御装置を提供することを目的としている。
【０００７】
【課題を解決するための手段】
前記目的を達成する本発明の原理的な構成が図１に示される。本発明に記載の内燃機関

の制御装置は、アクセルペダルの操作位置に応じてスロットル弁開度と燃料供給量を制御するようにした空気量先行燃料追従制御方式の内燃機関の制御装置であって、アクセルペダルの操作位置に応じたスロットル弁開度の目標値を演算するスロットル弁開度目標値演算手段と、演算されたスロットル弁開度目標値を一時的に記憶するスロットル弁開度目標値記憶手段と、記憶されたスロットル弁開度目標値を記憶した時点から所定時間の経過後にスロットル弁開度制御値として出力するスロットル弁開度制御値出力手段と、このスロットル弁開度制御値に従ってスロットル弁を開閉駆動するスロットル弁駆動手段と、機関の運転状態に応じて燃料噴射気筒の吸気弁閉弁時期を演算する吸気弁閉弁時期演算手段と、この吸気弁閉弁時期よりも所定時間経過後の時期が後の場合、記憶されたスロットル弁開度目標値から、燃料噴射気筒の吸気弁閉弁時期におけるスロットル開度を演算する吸気弁閉弁時の第１のスロットル弁開度演算手段と、吸気弁閉弁時期よりも所定時間経過後の時期が前の場合、記憶されたスロットル弁開度目標値から、所定時間内のスロットル開度の推移を演算し、この推移に基づいて、燃料噴射気筒の吸気弁閉弁時期におけるスロットル開度を演算する吸気弁閉弁時の第２のスロットル弁開度演算手段と、吸気弁閉弁時期迄のスロットル弁開度の推移に応じた吸入空気量と目標空燃比とから、燃料供給量を演算する燃料供給量演算手段と、演算された燃料供給量の燃料を供給する燃料供給手段とから構成されることを特徴としている。

【０００８】

本発明の内燃機関の制御装置によれば、アクセルペダルの操作位置に応じてスロットル弁開度の目標値が演算され、演算されたスロットル弁開度目標値が一時的に記憶され、記憶されたスロットル弁開度目標値が記憶した時点から所定時間の経過後にスロットル弁開度制御値として出力され、機関の運転状態に応じた吸気弁閉弁時期が演算され、吸気弁閉弁時期よりも所定時間経過後の時期が後の場合は、記憶されたスロットル弁開度目標値と燃料噴射気筒の吸気弁閉弁時期とから吸気弁閉弁時期におけるスロットル開度が演算され、吸気弁閉弁時期よりも所定時間経過後の時期が前の場合は、所定時間内のスロットル開度の推移から燃料噴射気筒の吸気弁閉弁時期におけるスロットル開度が演算され、吸気弁閉弁時期迄のスロットル弁開度の推移に応じた吸入空気量と目標空燃比とから燃料供給量が演算され、演算された燃料供給量の燃料が供給される。

【０００９】

【発明の実施の形態】

以下添付図面を用いて本発明の実施例を詳細に説明する。

図２には本発明の一実施例の制御装置を備えた電子制御燃料噴射式の多気筒内燃機関１が概略的に示されている。図２において、内燃機関１の吸気通路２には図示しないエアクリーナの下流側にスロットル弁３が設けられており、このスロットル弁３の軸の一端にはこのスロットル弁３を駆動するアクチュエータ４が設けられており、他端にはスロットル弁３の開度を検出するスロットル開度センサ５が設けられている。即ち、この実施例のスロットル弁３はアクチュエータ４によって開閉駆動される電子制御スロットルである。

【００１０】

スロットル弁３の下流側の吸気通路２にはサージタンク６があり、このサージタンク６内には吸気の圧力を検出する圧力センサ７が設けられている。更に、サージタンク６の下流側には、各気筒毎に燃料供給系から加圧燃料を吸気ポートへ供給するための燃料噴射弁８が設けられている。スロットル開度センサ５の出力と圧力センサ７の出力は、マイクロコンピュータを内蔵したＥＣＵ（エンジン・コントロール・ユニット）１０に入力される。

【００１１】

また、内燃機関１のシリンダブロックの冷却水通路９には、冷却水の温度を検出するための水温センサ１１が設けられている。水温センサ１１は冷却水の温度に応じたアナログ電圧の電気信号を発生する。排気通路１２には、排気ガス中の３つの有害成分ＨＣ，ＣＯ，ＮＯｘを同時に浄化する三元触媒コンバータ（図示せず）が設けられており、この触媒コンバータの上流側の排気通路１２には、空燃比センサの一種であるO_2センサ１３が設けられている。O_2センサ１３は排気ガス中の酸素成分濃度に応じて電気信号を発生する。

これら水温センサ１１及びO_2センサ１３の出力はＥＣＵ１０に入力される。

【００１２】

更に、このＥＣＵ１０には、アクセルペダル１４に取り付けられたアクセル踏込量センサ１５からのアクセル踏込量信号や、図示しないディストリビュータに取付けられたクランク角センサからの機関回転数Ｎｅが入力される。

以上のような構成において、図示しないキースイッチがオンされると、ＥＣＵ１０が通電されてプログラムが起動し、各センサからの出力を取り込み、スロットル弁３を開閉するアクチュエータ４や燃料噴射弁８、或いはその他のアクチュエータを制御する。ＥＣＵ１０には、各種センサからのアナログ信号をディジタル信号に変換するＡ／Ｄ変換器が含まれ、各種センサからの入力ディジタル信号や各アクチュエータを駆動する信号が出入りする入出力インタフェース１０１、演算処理を行うＣＰＵ１０２、ＲＯＭ１０３やＲＡＭ１０４等のメモリや、クロック１０５等が設けられており、これらはバス１０６で相互に接続されている。ＥＣＵ１０の構成については公知であるので、これ以上の説明を省略する。

【００１３】

以上のように構成された内燃機関の制御装置において、本発明では、運転者による現在のアクセルペダルの操作量に対して、電子制御スロットルにおけるスロットル弁のこのアクセルペダルの操作量に対する開度を所定時間だけ記憶してその出力を保留し、所定時間後に電子制御スロットルのアクチュエータに出力するようにする。従って、現在のアクセルペダルの操作量は、極僅かな所定時間だけ意図的に遅延させられて電子制御スロットルのアクチュエータに伝えられ、スロットル弁はこの所定時間だけ遅れてアクセルペダルの操作量に追従する。

【００１４】

この発明では、この出力の保留中に次の燃料噴射気筒の吸気弁の閉弁時刻を演算する。一方、吸気弁の閉弁時刻は、機関の回転数に応じて、現在の時間より意図的な遅延時間である所定時間が経過する前になる時と後になる時がある。

いずれの場合も、演算した吸気弁の閉弁時刻におけるスロットル弁のアクセル操作量に対する開度を、記憶したスロットル弁の開度値の中から読み出し、このスロットル弁開度に応じた燃料噴射量を演算する。そして、演算したこの燃料噴射量を、吸気弁の閉弁時刻よりも前の所定のタイミングにおいて、つまり所定のクランク角位置であることを検出して、噴射している。

【００１５】

即ち、空気量先行、燃料追従方式の空燃比の制御方式では、スロットル弁３のアクセルペダルの操作量に対する追従を意図的に遅らせた分だけ、これからスロットル弁３がどのように動くかが把握でき、それに合わせて吸入空気量がどのように推移するかを計算で求めることができる。この結果、次の燃料噴射気筒の吸気弁の閉弁時期におけるスロットル弁３の開度から吸入空気量が分かるので、この吸入空気量に合わせた燃料を、次の燃料噴射気筒の吸気弁の閉弁時刻を演算した時点で算出することができ、この算出した燃料を吸気弁の閉弁時刻よりも前の所定のタイミング、つまり所定のクランク角位置であることを検出して噴射できるのである。

【００１６】

この意図的な遅延時間は、内燃機関１において多用される所定の回転数Ｎｅより大きい時に、燃料噴射量を演算する時点から次の燃料噴射気筒の吸気弁が閉弁する時刻迄の時間よりも長くなるような値を予め計算してＥＣＵ１０のメモリ内に格納しておき、必要に応じて読み出せば良い。

以下に、この発明の制御手順の一例を図３，図４に示すフローチャートを用いて説明する。図３の燃料噴射演算ルーチンは所定クランク角毎に実行され、図４の噴射制御ルーチンは所定時間毎に実行される。

【００１７】

なお、スロットル弁開度の制御値に対して、スロットル弁３を駆動するアクチュエータ４

にはどうしても応答性の遅れがある。アクチュエータ４に応答性の遅れがある場合には、アクセルペダルの踏込量（アクセル開度目標値）が直線的に変化しても、スロットル弁の目標開度がこれに遅れて追従する。この場合には、所定時間Ｄだけ遅延させたスロットル弁開度は、アクチュエータ４がタイムラグなく応答する場合に比べて小さくなる。よって、この場合には、燃料噴射気筒（例えば第１気筒＃１）の吸気弁の閉弁時におけるスロットル弁の開度を小さめに推定する必要がある。一方、時刻Ｔにおけるアクチュエータ４の駆動は、アクセルペダルの踏込量に対して遅れのない目標値によって行わねばならない。

【００１８】

図３のステップ３０１ではまず、内燃機関１の運転状態の検出を行う。この運転状態の検出は、機関回転数Ｎｅ、吸気圧力Ｐ、アクセルペダルの踏込み量（操作位置）等の運転状態パラメータを各種センサからＥＣＵ１０に記憶することによって行うことができる。続くステップ３０２では、記憶したアクセルペダルの操作位置に対応するスロットル弁開度の目標値を演算する。そして、ステップ３０４ではステップ３０３で演算したスロットル弁開度の目標値をＥＣＵ１０のＲＡＭ１０４に記憶する。

【００１９】

続くステップ３０４では、ステップ３０３で演算したスロットル弁開度の目標値に基づいて、アクチュエータの応答特性からスロットル弁開度の推定値（推定開度）を演算して求める。そして、ステップ３０５においては演算したスロットル弁開度の推定開度をＥＣＵ１０のＲＡＭ１０４に記憶する。

ステップ３０６ではスロットル弁駆動の遅延時間ＤをＥＣＵ１０のメモリ内から読み出す演算を行い、続くステップ３０７ではステップ３０１で検出した機関の運転状態から、次の燃料噴射気筒の吸気弁の閉弁時刻Ｔを演算する。

【００２０】

続くステップ３０８では、ステップ３０６で演算したスロットル弁駆動の遅延時間Ｄだけ現在の時刻ｔ０から経過した時刻と、次の燃料噴射気筒の吸気弁の閉弁時刻Ｔのどちらが早いかを判定する。そして、現在の時刻ｔ０から遅延時間Ｄだけ経過した時刻が次の燃料噴射気筒の吸気弁の閉弁時刻Ｔよりも遅い場合（ＹＥＳ）はステップ３０９に進み、現在の時刻ｔ０から遅延時間Ｄだけ経過した時刻が次の燃料噴射気筒の吸気弁の閉弁時刻Ｔよりも早い場合（ＮＯ）はステップ３１０に進む。

【００２１】

現在の時刻ｔ０から遅延時間Ｄだけ経過した時刻が次の燃料噴射気筒の吸気弁の閉弁時刻Ｔよりも遅い場合に進むステップ３０９では、ステップ３０５で記憶したスロットル弁開度の推定開度と吸気弁の閉弁時刻Ｔとから、燃料噴射気筒の吸気弁の閉弁時におけるスロットル弁３の開度を演算する。即ち、吸気弁の閉弁時刻Ｔから所定遅延時間Ｄだけ前の時刻ｔｎを演算して求め、この時刻ｔｎにおけるスロットル弁開度の推定値を、吸気弁の閉弁時刻Ｔにおけるスロットル弁開度とする。このようにして、吸気弁の閉弁時刻Ｔにおけるスロットル弁３の開度を演算した後は、ステップ３１１に進む。

【００２２】

一方、現在の時刻ｔ０から遅延時間Ｄだけ経過した時刻が次の燃料噴射気筒の吸気弁の閉弁時刻Ｔよりも早い場合に進むステップ３１０では、ステップ３０５で記憶したスロットル弁開度の推定開度と吸気弁の閉弁時刻Ｔ、及び遅延時間Ｄとから、燃料噴射気筒の吸気弁の閉弁時におけるスロットル弁３の開度を演算する。即ち、現在の時間ｔ０から所定遅延時間Ｄだけ後の時刻ｔｒを演算して求め、この時刻ｔｒと吸気弁の閉弁時刻Ｔとの時間差Ｅを求める。そして、現在の時刻ｔｏからこの時間差Ｅだけ経過した時刻ｔｐにおけるスロットル弁開度の推定値を、吸気弁の閉弁時刻Ｔにおけるスロットル弁開度とする。このようにして、吸気弁の閉弁時刻Ｔにおけるスロットル弁３の開度を演算した後は、ステップ３１１に進む。

【００２３】

ステップ３１１では吸気弁の閉弁時期Ｔまでのスロットル弁開度推移に応じた吸入空気量と燃料供給量を演算し、ステップ３１２において燃料供給量の演算結果に応じて燃料を供

給してこのルーチンを終了する。なお、ステップ３１１における吸気弁の閉弁時期Ｔまでのスロットル弁開度推移に応じた吸入空気量の演算については後述する。

【００２４】

一方、図４に示す噴射制御ルーチンでは、ステップ４０１において所定時間毎に吸気弁の閉弁時刻Ｔよりも前の所定タイミングを表す所定クランク角位置か否かが判定される。そして、所定クランク角位置である時にはステップ４０２に進み、この所定クランク角位置に対応する燃料噴射量をＥＣＵ１０のＲＡＭ１０４から読み出し、この燃料噴射量を噴射弁８から噴射してステップ４０３に進む。一方、ステップ４０１で所定クランク角位置ではない時にはそのままステップ４０３に進む。

【００２５】

ステップ４０３では、現在の時刻から所定時間Ｄだけ前にＥＣＵ１０のＲＡＭ１０４に記憶したスロットル弁開度の目標値を読み出し、これをスロットル弁開度の制御値としてアクチュエータ４に出力する。アクチュエータ４はこのスロットル弁開度の制御値に基づいてステップ４０４においてスロットル弁３を開閉駆動する。

【００２６】

図５は、図３，図４の制御手順における現在の時刻ｔ０から遅延時間Ｄだけ経過した時刻が、次の燃料噴射気筒の吸気弁の閉弁時刻Ｔよりも遅い場合の、アクセル開度の目標値、スロットル開度、及び吸気弁の閉弁時期の関係を時間の経過と共に示す説明図である。

ここでは、機関の第１気筒＃１の燃料噴射量を算出する時点を現在の時刻ｔ０とし、スロットル弁開度の目標値を遅延する時間をＤとし、機関の第１気筒＃１の吸気弁の閉弁時刻をＴとする。

【００２７】

現在の時刻ｔ０では、内燃機関１の機関回転数Ｎｅ、吸気圧力Ｐ、アクセルペダルの踏込み量（操作位置）等の運転状態パラメータは各種センサからＥＣＵ１０に取り込まてれおり、現在のアクセルペダルの操作位置に応じたスロットル弁の目標開度（目標値）を演算すると共に、機関の運転状態から第１気筒＃１の吸気行程の終了時点、即ち、吸気弁の閉弁時刻Ｔを演算する。演算したスロットル弁の目標開度はＥＣＵ１０のＲＡＭ１０４に記憶しておく。

【００２８】

現在の時刻ｔ０で第１気筒＃１の閉弁時刻Ｔを求めた後は、時刻Ｔから所定遅延時間Ｄだけ前の時刻ｔｎを演算し、この時刻ｔｎにおけるスロットル弁の推定開度を演算する。時刻ｔｎにおけるスロットル弁の推定開度は既にＥＣＵ１０のＲＡＭ１０４に記憶されているものである。

この時刻ｔｎにおけるスロットル弁の推定開度が、吸気弁の閉弁時刻Ｔにおけるスロットル弁の推定開度である。このようにして、吸気弁の閉弁時刻Ｔにおけるスロットル弁３の推定開度が演算されると、それに応じた空気量から燃料噴射量を演算することができる。

時刻ｔ１における第２気筒＃２についても、第１気筒＃１と同様の方法で、第２気筒＃２の吸気弁の閉弁時刻Ｔ１における燃料噴射量を演算することができる。

【００２９】

図６は、図３，図４の制御手順における現在の時刻ｔ０から遅延時間Ｄだけ経過した時刻が、次の燃料噴射気筒の吸気弁の閉弁時刻Ｔよりも早い場合の、アクセル開度の目標値、スロットル開度、及び吸気弁の閉弁時期の関係を時間の経過と共に示す説明図である。

図５と同様に、機関の第１気筒＃１の燃料噴射量を算出する時点が現在の時刻ｔ０であり、Ｄがスロットル弁開度の目標値の遅延時間であり、Ｔが機関の第１気筒＃１の吸気弁の閉弁時刻である。現在の時刻ｔ０では、同様に機関の運転状態から、アクセルペダルの操作位置に応じたスロットル弁の目標開度を演算すると共に、第１気筒＃１の吸気弁の閉弁時刻Ｔを演算する。演算したスロットル弁の目標開度はＥＣＵ１０のＲＡＭ１０４に記憶しておく。

【００３０】

また、時刻ｔ０では現在の時刻ｔ０から所定遅延時間Ｄだけ後の時刻ｔｒを演算して求め

、この時刻ｔｒと吸気弁の閉弁時刻Ｔとの時間差Ｅを求める。そして、現在の時刻ｔｏからこの時間差Ｅだけ経過した時刻ｔｐにおけるスロットル弁開度の推定値を演算する。この時刻ｔｐにおけるスロットル弁の推定開度が、吸気弁の閉弁時刻Ｔにおけるスロットル弁の推定開度である。

【００３１】

このようにして、吸気弁の閉弁時刻Ｔにおけるスロットル弁３の推定開度が演算されると、それに応じた空気量から燃料噴射量を演算することができる。

以上の制御において、現在の時刻ｔ０までのスロットル弁開度はアクセルペダルの操作位置の推移から知ることができる。従って、現在の時刻ｔ０から遅延時間Ｄだけ経過した時刻が、次の燃料噴射気筒の吸気弁の閉弁時刻Ｔよりも遅い場合（図５の制御）は、今までのアクセル開度の推移からスロットル弁開度の推移を知ることが出来るので、吸気弁の閉弁時刻Ｔにおける吸入空気量を演算することができる。

【００３２】

一方、現在の時刻ｔ０から遅延時間Ｄだけ経過した時刻が、次の燃料噴射気筒の吸気弁の閉弁時刻Ｔよりも早い場合（図６の制御）は、今までのアクセルペダルの操作位置の推移から現在の時刻ｔ０までのスロットル弁開度の推移は分かっているが、吸気弁の閉弁時刻Ｔにおけるスロットル弁の推定開度、即ち、時刻ｔｐにおけるスロットル弁の推定開度は分かっていない。しかしながら、電子制御スロットル弁はアクセルペダルの操作量に対して急激な動きをすることができず、また、応答遅れがあるので、その動きはある程度予測することができる。よって、本発明では、図６のように、現在の時刻ｔ０から時刻ｔｐまでのスロットル弁の推定開度の推移を、実線で示す現在時刻ｔ０までのスロットル弁の推定開度の推移に基づいて、点線で示すように推定しているのである。

【００３３】

そして、時刻ｔ０から時刻ｔｐまでのスロットル開度の推定値の推移が演算できれば、図５の場合と同様に、その特性から吸気弁の閉弁時刻Ｔまでの吸入空気量を求めることができる。

ところが、現実的には、スロットル弁開度の推定値の推移と、吸気弁の閉弁時刻Ｔのスロットル弁の推定開度が分かっても、吸気弁の閉弁時刻Ｔまでの吸入空気量は決まらない。この理由は、スロットル弁が開いても、吸入空気量には応答遅れがあるので、これを考える必要があるからであり、図６に網点で示すように、実際の吸入空気量は点線で示すスロットル弁の推定開度による吸入空気量よりも少ないと考えられる。従って、本発明では、スロットル弁がどのように開いてきているかの推移から、吸入空気量の応答遅れを計算して、現実的な吸入空気量の推移を演算する。この演算の方法を図７～図９を用いて説明する。

【００３４】

図７は図３で説明した制御手順のステップ３１１における、吸気弁の閉弁時刻Ｔまでのスロットル弁の推定開度の推移に応じた吸入空気量を演算する手順を示すフローチャートであり、この制御は８ｍｓ毎に実行される。

ステップ７０１では、演算されたスロットル推定開度と機関回転数Ｎｅを基にして、各時間毎のスロットル推定開度における定常状態における機関１回転当たりの吸入空気量ＧＮＴＡＦ（応答遅れを考慮しない値）を演算する。この演算は、予め実験によって求められた図８(a) に示すマップを用いて以下の式、

ＧＮＴＡＦ＝ｍａｐ（ＴＡＦ，Ｎｅ）

によって演算することができる。ここで、ＴＡＦは、図６の時刻ｔｐにおけるスロットル弁の推定開度である。

【００３５】

続くステップ７０２では、演算された定常状態における機関１回転当たりの吸入空気量ＧＮＴＡＦと、機関回転数Ｎｅとにより、吸入空気量の応答時定数ＴＩＭＣＦを演算する。この演算は、予め実験によって求められた図８(b) に示すマップを用いて、以下の式、

ＴＩＭＣＦ＝ｍａｐ（ＧＮＴＡＦ，Ｎｅ）

によって演算することができる。

【００３６】

次のステップ７０３では、前回の機関１回転当たりの吸入空気量ＧＮＣＲＴＦi-1 と、今回ステップ７０１で演算した定常状態における機関１回転当たりの吸入空気量ＧＮＴＡＦと、ステップ７０２で演算した吸入空気量の応答時定数ＴＩＭＣＦとにより、吸入空気の応答遅れを考慮した機関１回転当たりの吸入空気量ＧＮＣＲＴＦi を演算する。この演算は以下の式、

GNCRTFi ＝GNCRTFi-1 ＋ (GNTAF－GNCRTFi-1)×TIMCF

によって演算することができる。

【００３７】

図９(a)，(b) は以上の演算の手順を図示したものである。図９(a)，(b) に示される縦の線の間隔は８ｍｓを示している。

今、図９(b) に示すように、スロットル弁の推定開度が次第に大きくなっていく状態を考える。この時は、スロットル弁推定開度の推移の変化量が一定に変化すると仮定して、現在の時刻ｔ０から３つ前のデータ（８ｍｓ×３だけ前のデータ）からのスロットル弁推定開度の推移の変化量ΔＴＡfwd1，ΔＴＡfwd2，及びΔＴＡfwd3を調べる。そして、これらのデータを基にして時刻ｔ０以降のスロットル弁推定開度の推移の変化量を推定して時刻ｔｐにおけるスロットル弁の推定開度を演算することができる。

【００３８】

なお、時刻ｔｐにおけるスロットル弁の推定開度は、スロットル弁の開度の変化から求める以外にも、アクセルペダルの踏込み量の変化から求めることもできる。即ち、現在の時刻ｔ０から３つ前のアクセルペダル踏込み量のデータを基にして時刻ｔｐのアクセルペダルの踏込み量を推定し、この推定値からスロットル弁の推定開度を求めることもできる。

【００３９】

今、図９(a) において、符号Ｘで示す点が図９(b) の時刻ｔｐにおけるスロットル弁の推定開度であったとする。この点Ｘにおけるスロットル弁の推定開度により、図９(b) に示す機関１回転当たりの吸入空気量ＧＮＴＡＦ（吸入空気量の応答遅れを考慮しない値）が求められる。このようにして、機関１回転当たりの吸入空気量ＧＮＴＡＦが求められると、応答遅れを考慮しない吸入空気量ＧＮＴＡＦから応答遅れを考慮した前回の吸入空気量ＧＮＣＲＴＦi-1 を引いた値に応答時定数ＴＩＭＣＦを乗算した値に、前回の応答遅れを考慮した吸入空気量ＧＮＣＲＴＦi-1 を加えたものとして、吸入空気の応答遅れを考慮した機関１回転当たりの吸入空気量ＧＮＣＲＴＦi が求められる。

【００４０】

最後に、燃料噴射量の算出時点、即ち、燃料の噴射を実行する現在の時刻ｔ０から吸気弁の閉弁時刻Ｔまでの時間ＴＦＷＤの算出方法について説明する。この現在の時刻ｔ０から吸気弁の閉弁時刻Ｔまでの時間ＴＦＷＤは、図６に示すように、燃料噴射時間ＴＡＵ（ｍｓ）に目標燃料到達終了タイミングＴＦＷＥを加えたものである。この目標燃料到達終了タイミングＴＦＷＥは、電子制御燃料噴射装置を備えた内燃機関では所定値、例えば、吸気弁の閉弁時点よりも２６０°ＣＡだけ前になるように燃料噴射タイミングが制御されているので、以下の式で表される。

【００４１】

ＴＦＷＥ＝Ｔ９０×２６０／９０（ｍｓ）

ここで、Ｔ９０はクランク角にして９０°だけ回転するのに要する所要時間であり、機関の回転数Ｎｅによって変化する値であり、２６０は噴射タイミングから吸気弁の閉弁までのクランク角度である。２６０°ＣＡを９０°ＣＡで割り、９０°ＣＡ回転するのに要する時間を乗算し、これに噴射時間を加えると、現在の時点ｔ０から吸気弁の閉弁までのクランク角度を回転するのに必要な時間が演算される。なお、実際にはこのＴＦＷＤの値に燃料の輸送遅れ時間ＴＢが加算されることになる。

【００４２】

以上説明したように、本発明によれば、スロットル弁開度の制御に所定の遅延時間を設定

することにより、逆に所定時間の間のスロットル弁開度の挙動を先に把握でき、吸気弁閉弁時までの空気量を求めることにより、必要な燃料供給量が把握でき、正確な空燃比制御を得ることができる。

【００４３】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、スロットル弁開度の制御に所定の遅延時間を設定することにより、逆に所定時間の間のスロットル弁開度の挙動を先に把握できることになり、アクセルペダルの操作に対して、過大なタイムラグを必要とすることなく、吸気弁の閉弁時刻におけるスロットル弁の開度を正確に演算することができるため、運転性の悪化を生じることなく空燃比を目標値に一致させることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の内燃機関の制御装置の構成を示す原理構成図である。

【図２】本発明の内燃機関の制御装置の一実施例の全体構成を示す構成図である。

【図３】本発明の内燃機関の制御装置における燃料噴射量の演算手順の一例を示すフローチャートである。

【図４】本発明の内燃機関の制御装置における噴射制御手順を示すフローチャートである。

【図５】図３の制御手順において、現在の時刻から遅延時間だけ経過した時刻が、次の燃料噴射気筒の吸気弁の閉弁時刻よりも遅い場合の、アクセル開度、スロットル開度、及び吸気弁の閉弁時期の関係を時間の経過と共に示す説明図である。

【図６】図３の制御手順において、現在の時刻から遅延時間だけ経過した時刻が、次の燃料噴射気筒の吸気弁の閉弁時刻よりも早い場合の、アクセル開度、スロットル開度、及び吸気弁の閉弁時期の関係を時間の経過と共に示す説明図である。

【図７】図３の制御手順における吸入空気量の演算手順の一例を示すフローチャートである。

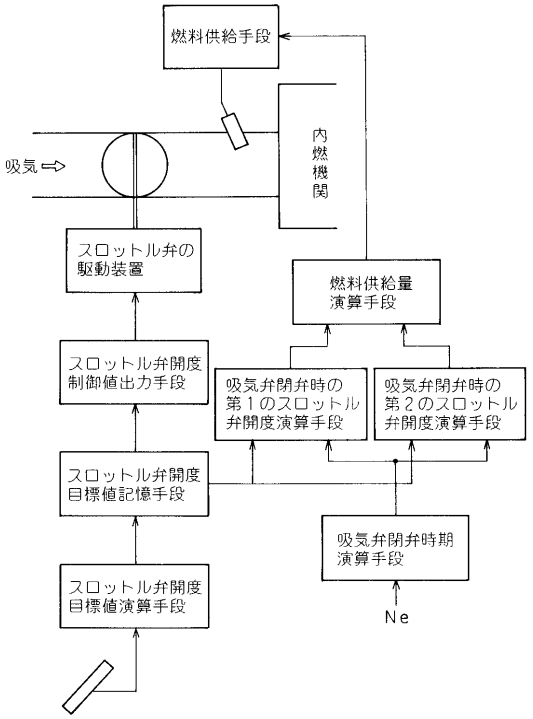
【図８】 (a) は図７の制御手順における機関１回転当たりの吸入空気量を演算するのに使用するマップ図であり、(b) は図７の制御手順における吸入空気量の応答時定数を演算するのに使用するマップ図である。

【図９】 (a) はスロットル弁の推定開度から演算された所定時間後の吸入空気量を演算する手順を図示した説明図、(b) は現在の時点から吸気弁の閉弁時刻に対応する時刻のスロットル弁の推定開度を演算する方法を説明する説明図である。

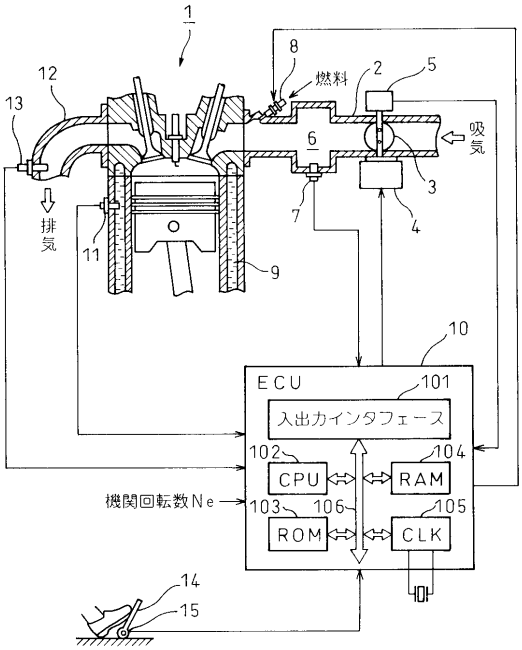
【符号の説明】

１…内燃機関
２…吸気通路
３…スロットル弁
４…アクチュエータ
５…スロットル開度センサ
７…圧力センサ
８…燃料噴射弁
１０…ＥＣＵ（エンジン・コントロール・ユニット）
１１…水温センサ
１２…排気通路
１３…O_2 センサ
１４…アクセルペダル
１５…アクセル踏込量センサ

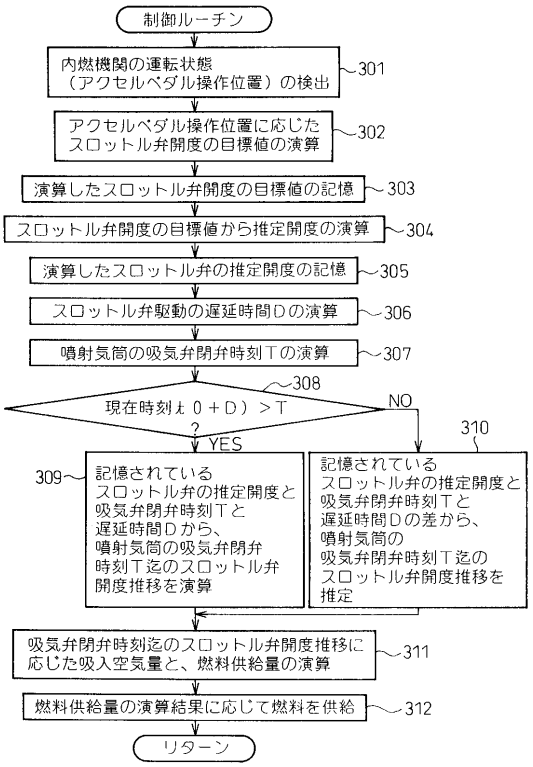
【図１】


燃料供給手段
内燃機関
吸気
スロットル弁の駆動装置
燃料供給量演算手段
スロットル弁開度制御値出力手段
吸気弁閉弁時の第１のスロットル弁開度演算手段
吸気弁閉弁時の第２のスロットル弁開度演算手段
スロットル弁開度目標値記憶手段
吸気弁閉弁時期演算手段
スロットル弁開度目標値演算手段
Ne

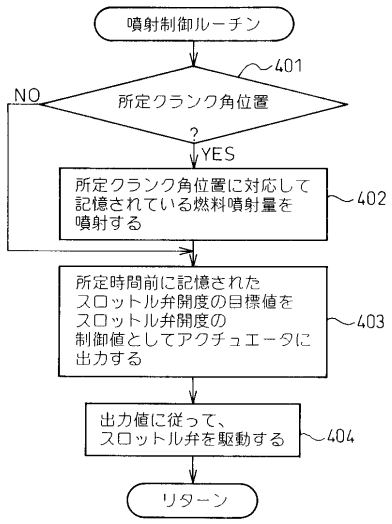
【図２】


1
8
燃料
2
5
12
13
6
吸気
3
7
4
排気
11
9
10
ECU
101
入出力インタフェース
102
CPU
104
RAM
機関回転数Ne
103
106
ROM
105
CLK
14
15

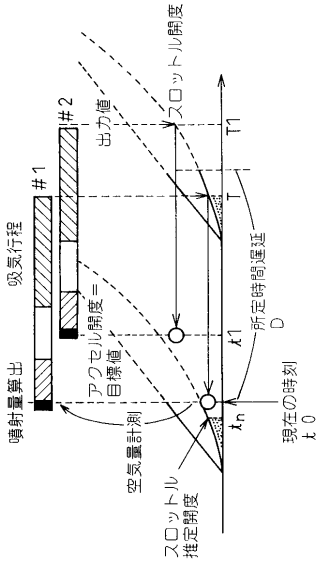
【図３】


制御ルーチン
内燃機関の運転状態（アクセルペダル操作位置）の検出
301
アクセルペダル操作位置に応じたスロットル弁開度の目標値の演算
302
演算したスロットル弁開度の目標値の記憶
303
スロットル弁開度の目標値から推定開度の演算
304
演算したスロットル弁の推定開度の記憶
305
スロットル弁駆動の遅延時間Ｄの演算
306
噴射気筒の吸気弁閉弁時刻Ｔの演算
307
308
現在時刻ｔ０＋Ｄ）＞Ｔ
？
NO
YES
310
309
記憶されているスロットル弁の推定開度と吸気弁閉弁時刻Ｔと遅延時間Ｄから、噴射気筒の吸気弁閉弁時刻Ｔ迄のスロットル弁開度推移を演算
記憶されているスロットル弁の推定開度と吸気弁閉弁時刻Ｔと遅延時間Ｄの差から、噴射気筒の吸気弁閉弁時刻Ｔ迄のスロットル弁開度推移を推定
吸気弁閉弁時刻迄のスロットル弁開度推移に応じた吸入空気量と、燃料供給量の演算
311
燃料供給量の演算結果に応じて燃料を供給
312
リターン

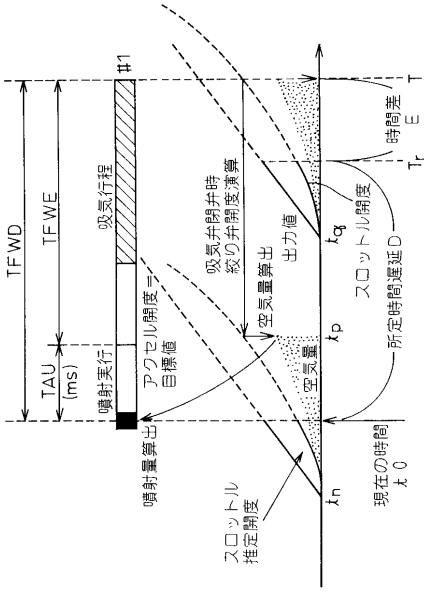
【図４】


噴射制御ルーチン
401
NO
所定クランク角位置
？
YES
所定クランク角位置に対応して記憶されている燃料噴射量を噴射する
402
所定時間前に記憶されたスロットル弁開度の目標値をスロットル弁開度の制御値としてアクチュエータに出力する
403
出力値に従って、スロットル弁を駆動する
404
リターン

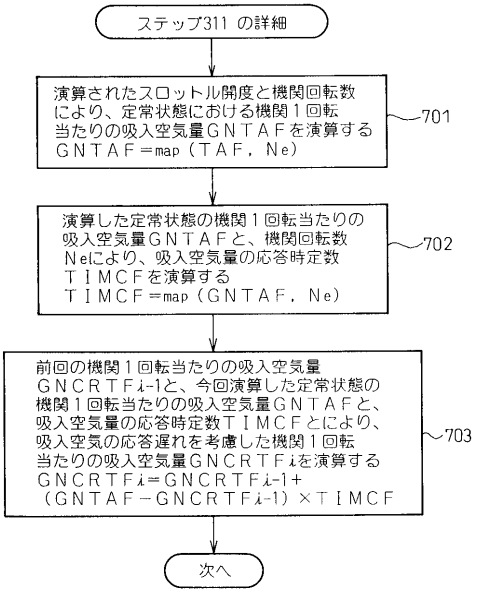
【図５】


スロットル開度
出力値
#2
#1
吸気行程
噴射量算出
アクセル開度＝
目標値
空気量計測
スロットル
推定開度
T1
T
所定時間遅延
D
現在の時刻
t0
t1
tn

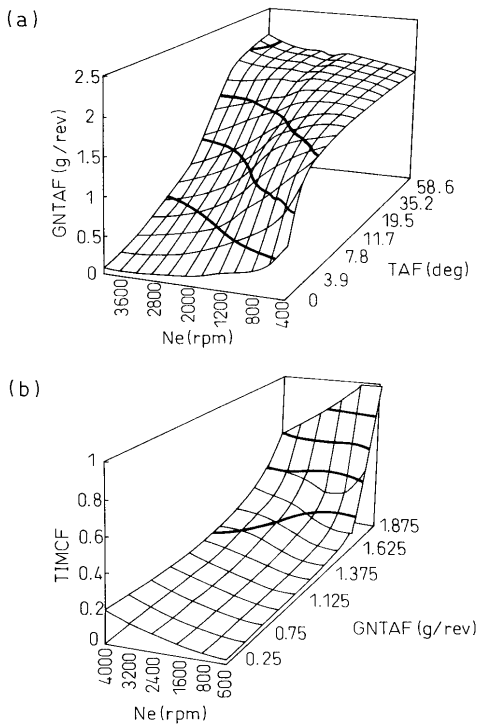
【図６】


TFWD
TFWE
TAU
(ms)
#1
吸気行程
噴射実行
噴射量算出
アクセル開度＝
目標値
吸気弁閉弁時
絞り弁開度演算
空気量算出
出力値
空気量
スロットル
推定開度
tq
tp
tn
スロットル開度
所定時間遅延D
時間差
T
E
Tr
現在の時間
t0

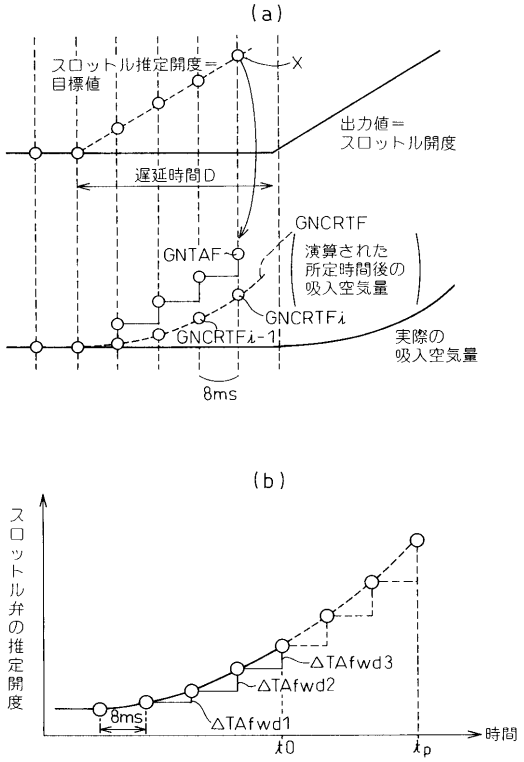
【図７】


ステップ311 の詳細
演算されたスロットル開度と機関回転数により、定常状態における機関１回転当たりの吸入空気量ＧＮＴＡＦを演算する
ＧＮＴＡＦ＝map（ＴＡＦ，Ｎｅ）
701
演算した定常状態の機関１回転当たりの吸入空気量ＧＮＴＡＦと、機関回転数Ｎｅにより、吸入空気量の応答時定数ＴＩＭＣＦを演算する
ＴＩＭＣＦ＝map（ＧＮＴＡＦ，Ｎｅ）
702
前回の機関１回転当たりの吸入空気量ＧＮＣＲＴＦi-1と、今回演算した定常状態の機関１回転当たりの吸入空気量ＧＮＴＡＦと、吸入空気量の応答時定数ＴＩＭＣＦとにより、吸入空気の応答遅れを考慮した機関１回転当たりの吸入空気量ＧＮＣＲＴＦiを演算する
ＧＮＣＲＴＦi＝ＧＮＣＲＴＦi-1＋（ＧＮＴＡＦ－ＧＮＣＲＴＦi-1）×ＴＩＭＣＦ
703
次へ

【図８】


(a)
GNTAF (g/rev)
2.5
2
1.5
1
0.5
0
3600
2800
2000
1200
800
400
Ne(rpm)
58.6
35.2
19.5
11.7
7.8
3.9
0
TAF(deg)
(b)
TIMCF
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
4000
3200
2400
1600
800
600
Ne(rpm)
1.875
1.625
1.375
1.125
0.75
0.25
GNTAF (g/rev)

【図９】


(a)
スロットル推定開度＝
目標値
X
出力値＝
スロットル開度
遅延時間D
GNCRTF
GNTAF
演算された
所定時間後の
吸入空気量
GNCRTFi
GNCRTFi-1
実際の
吸入空気量
8ms
(b)
スロットル弁の推定開度
8ms
ΔTAfwd1
ΔTAfwd2
ΔTAfwd3
時間
t0
tp

フロントページの続き

(51)Int.Cl. FI
F02D 43/00 301Z

審査官 和田 雄二

(56)参考文献 特許第２９９１１２７（ＪＰ，Ｂ２）

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
F02D 9/02
F02D 41/02 310
F02D 41/02 330
F02D 43/00 301