

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4320988号  
(P4320988)

(45) 発行日 平成21年8月26日(2009.8.26)

(24) 登録日 平成21年6月12日(2009.6.12)

(51) Int.Cl.	F I
<b>FO2D 41/04 (2006.01)</b>	FO2D 41/04 330P
<b>FO2D 13/02 (2006.01)</b>	FO2D 41/04 315
<b>FO2D 43/00 (2006.01)</b>	FO2D 41/04 320
	FO2D 13/02 D
	FO2D 43/00 301H
請求項の数 2 (全 20 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号 特願2001-267126(P2001-267126)  
 (22) 出願日 平成13年9月4日(2001.9.4)  
 (65) 公開番号 特開2003-74392(P2003-74392A)  
 (43) 公開日 平成15年3月12日(2003.3.12)  
 審査請求日 平成18年12月1日(2006.12.1)

(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 100088971  
 弁理士 大庭 咲夫  
 (74) 代理人 100115185  
 弁理士 加藤 慎治  
 (72) 発明者 上田 広一  
 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 加古 純一  
 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】 内燃機関の燃料噴射量制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃焼室に接続された吸気ポートを含む吸気通路内に燃料を噴射する燃料噴射手段と、前記吸気ポートを開閉する吸気弁と、前記吸気通路内にて回動され前記燃焼室に吸入される吸気流を制御する吸気流制御部材と、を備えた内燃機関の燃料噴射量制御装置であって、前記吸気弁を含む部材からなり前記吸気ポートを含む前記吸気通路を構成する部材である吸気通路構成部材への燃料付着量を推定する第1燃料付着量推定手段と、

前記吸気流制御部材への燃料付着量を推定する第2燃料付着量推定手段と、

前記推定された吸気通路構成部材への燃料付着量と前記推定された吸気流制御部材への燃料付着量とに基づいて前記燃料噴射手段から噴射する燃料噴射量を決定する燃料噴射量決定手段とを備えた燃料噴射量制御装置。

【請求項2】

請求項1に記載の内燃機関の燃料噴射量制御装置において、

前記第1燃料付着量推定手段は、

前記燃料噴射手段から噴射される燃料のうち前記吸気通路構成部材へ付着する燃料の割合を表す吸気通路付着率と、

前記吸気通路構成部材に付着している燃料のうち同吸気通路構成部材に付着したまま残留する燃料の割合を表す吸気通路残留率と、

を用いて前記吸気通路構成部材への燃料付着量を推定するように構成され、

前記第2燃料付着量推定手段は、

前記燃料噴射手段から噴射される燃料のうち前記吸気流制御部材へ付着する燃料の割合を表す吸気流制御部材付着率と、  
前記吸気通路構成部材から離脱した燃料のうち前記吸気流制御部材に付着する燃料の割合を表す吸気流制御部材移行率と、  
前記吸気流制御部材に付着している燃料のうち同吸気流制御部材に付着したまま残留する燃料の割合を表す吸気流制御部材残留率と、  
を用いて前記吸気流制御部材への燃料付着量を推定するように構成されてなる燃料噴射量制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の燃料噴射量制御装置に係り、特に内燃機関の吸気系に付着する燃料量を推定し、推定した燃料付着量に応じて燃料噴射量を決定する燃料噴射量制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、この種の制御装置として、例えば特開平9-303173号公報に開示された技術が知られている。上記公報に開示された燃料噴射量制御装置は、吸気通路壁面への燃料付着量を燃料挙動シミュレーションモデル（燃料付着モデル）に基づいて推定し、推定した燃料付着量に応じて噴射すべき燃料の量を決定するようになっている。また、この制御装置は、前記燃料挙動シミュレーションモデルで使用する吸気通路壁面への燃料付着率と吸気通路壁面に付着した燃料の燃料残留率とを、内燃機関の負荷変化に応じて可変とすることにより、燃料付着量の推定を一層正確に行うようになっている。

【0003】

一方、最近の内燃機関には、スワールを発生させること等を目的とする周知のスワールコントロールバルブや、燃焼室内の乱流の強さを変化させること等を目的とする吸気流制御弁（例えば、特開平8-109836号公報参照）等のように、吸気通路内で回動され吸気の流れを制御する吸気流制御部材が備えられることも知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記公報に開示された燃料噴射量制御装置は、吸気通路壁面や吸気弁等の吸気通路構成部材（吸気通路一般部）に対する燃料付着量と、燃料の付着挙動（燃料付着モデル）が吸気通路構成部材とは異なる吸気流制御部材に対する燃料付着量とを区別して推定していないので、全体の燃料付着量を精度良く推定できず、特に、吸気流制御部材が回動するとき、適正に燃料噴射量を決定できないという問題がある。

【0005】

従って、本発明の目的は、吸気通路構成部材と吸気流制御部材とのそれぞれに対し燃料付着モデルを設定し、吸気通路構成部材と吸気流制御部材に対する燃料付着量をそれぞれ推定することにより、燃料付着量の総量を精度良く推定し、以って、一層適正な燃料噴射量を決定し得る内燃機関の燃料噴射量制御装置を提供することにある。

【0006】

【本発明の概要】

上記目的を達成するための本発明の特徴は、燃焼室に接続された吸気ポートを含む吸気通路内に燃料を噴射する燃料噴射手段と、前記吸気ポートを開閉する吸気弁と、前記吸気通路内にて回動され前記燃焼室に吸入される吸気流を制御する吸気流制御部材と、を備えた内燃機関の燃料噴射量制御装置であって、前記吸気弁を含む部材からなり前記吸気通路を構成する部材である吸気通路構成部材への燃料付着量を推定する第1燃料付着量推定手段と、前記吸気流制御部材への燃料付着量を推定する第2燃料付着量推定手段と、前記推定された吸気通路構成部材への燃料付着量と前記推定された吸気流制御部材への燃料付着量とに基づいて前記燃料噴射手段から噴射する燃料噴射量を決定する燃料噴射量決定手段

10

20

30

40

50

とを備えたことにある。前記吸気流制御部材は、SCVや特開平8-109836号公報に開示された吸気流制御弁等の吸気制御弁、及びスロットルバルブ等を含み、吸気通路内で回転されて吸気流速、又は吸気の流れ方等を制御する部材を含んでいる。

【0007】

この場合、前記第1燃料付着量推定手段は、前記燃料噴射手段から噴射される燃料のうち前記吸気通路構成部材へ付着する燃料の割合を表す吸気通路付着率と、前記吸気通路構成部材に付着している燃料のうち同吸気通路構成部材に付着したまま残留する燃料の割合を表す吸気通路残留率と、を用いて前記吸気通路構成部材への燃料付着量を推定するように構成され、前記第2燃料付着量推定手段は、前記燃料噴射手段から噴射される燃料のうち前記吸気流制御部材へ付着する燃料の割合を表す吸気流制御部材付着率と、前記吸気通路構成部材から離脱した燃料のうち前記吸気流制御部材に付着する燃料の割合を表す吸気流制御部材移行率と、前記吸気流制御部材に付着している燃料のうち同吸気流制御部材に付着したまま残留する燃料の割合を表す吸気流制御部材残留率と、を用いて前記吸気流制御部材への燃料付着量を推定するように構成されることが好適である。

10

【0008】

吸気流制御部材に対する燃料の付着挙動（例えば、燃料付着率、燃料残留率等を用いる燃料付着モデルで表される。）は吸気通路構成部材に対する燃料の付着挙動と異なるので、上記構成のように、吸気通路を構成する部材に付着する燃料量（吸気通路構成部材への燃料付着量）と、吸気流制御部材に付着する燃料量（吸気流制御部材への燃料付着量）とを区別して推定することにより、それぞれに対する燃料付着量を精度良く推定することができる。従って、上記構成によれば、燃料付着量の総量を精度良く推定することができるので、燃料噴射量を適正に決定して空燃比の変動を抑制することが可能となる。

20

【0009】

【発明の実施の形態】

以下、本発明による内燃機関の燃料噴射量制御装置の実施形態について図面を参照しつつ説明すると、図1は、同燃料噴射量制御装置を火花点火式多気筒内燃機関10に適用したシステムの概略構成を示している。

【0010】

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。

30

【0011】

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。

40

【0012】

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。

【0013】

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

50

インテークマニホールドを含む吸気管 4 1、吸気管 4 1 の端部に設けられたエアフィルタ 4 2、吸気管 4 1 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 4 3、及びスワールコントロールバルブ（以下、「SCV」と称呼する。）4 4 を備えている。スロットルバルブ 4 3 は、DC モータからなるスロットルバルブアクチュエータ 4 3 a により吸気管 4 1 内で回転駆動されるようになっていて、SCV 4 4 は、前記スロットルバルブ 4 3 よりも下流で前記インジェクタ 3 9 よりも上流の位置にて前記吸気管 4 1 に対し回動可能に支持されるとともに、DC モータからなる SCV アクチュエータ 4 4 a により回転駆動されるようになっていて、なお、本明細書においては、吸気弁 3 2 を除き燃焼室に対して相対的に移動不能な吸気系の構成部材（即ち、インテークマニホールドを含む吸気管 4 1、吸気ポート 3 1）、及び吸気弁 3 2 を、全体として吸気通路を構成する部材（吸気通路構成部材、吸気通路一般部）と称呼する。

10

## 【0014】

図 2 は、一つの気筒（特定の気筒）の燃焼室 2 5、及び同燃焼室 2 5 の近傍部分を概念的に示した平面図である。図 2 に示したように、前記吸気ポート 3 1 は、実際には各気筒に一つずつ設けられた吸気ポート 3 1 a、3 1 b からなっている。吸気ポート 3 1 a は、燃焼室 2 5 内にスワール（旋回流）を発生させるようにヘリカル状に形成され所謂スワールポートを構成し、吸気ポート 3 1 b は所謂ストレートポートを構成している。吸気管 4 1 のサージタンクから各燃焼室 2 5 に至る部分（即ち、インテークマニホールドの一部）には、吸気管 4 1 の長手方向に沿って伸びる隔壁 4 1 a が形成されていて、これにより吸気管 4 1 は吸気ポート 3 1 a に連通する第 1 インテークマニホールド 4 5 と、吸気ポート 3 1 b に連通する第 2 インテークマニホールド 4 6 とに区画されている。隔壁 4 1 a の適宜個所には第 1、第 2 インテークマニホールド 4 5、4 6 を連通する連通路 4 1 b が形成されていて、前記インジェクタ 3 9 は同連通路 4 1 b の近傍位置に固定され、吸気ポート 3 1 a、3 1 b に向けて燃料を噴射するようになっていて、

20

## 【0015】

前記 SCV 4 4 は、第 2 インテークマニホールド 4 6 に備えられている。従って、SCV 4 4 が第 2 インテークマニホールド 4 6 を閉塞すると、空気（混合気）が主として吸気ポート 3 1 a を通過して燃焼室 2 5 内に吸入され、同燃焼室 2 5 内にスワールが発生し、これにより超希薄空燃比での燃焼が可能となる。一方、SCV 4 4 が第 2 インテークマニホールド 4 6 を開放すると、空気が両吸気ポート 3 1 a、3 1 b を通過して燃焼室 2 5 内に吸入され、これにより、燃焼室 2 5 に吸入される空気量が増加し、機関の出力を増大させることが可能となる。

30

## 【0016】

再び図 1 を参照すると、排気系統 5 0 は、排気ポート 3 4 に連通したエキゾーストマニホールド 5 1、エキゾーストマニホールド 5 1 に接続されたエキゾーストパイプ 5 2、及びエキゾーストパイプ 5 2 に介装された触媒コンバータ（三元触媒装置）5 3 を備えている。

## 【0017】

一方、このシステムは、熱線式エアフローメータ 6 1、吸気温センサ 6 2、大気圧センサ（スロットルバルブ上流圧力センサ）6 3、スロットルポジションセンサ 6 4、SCV 開度センサ 6 5、カムポジションセンサ 6 6、クランクポジションセンサ 6 7、水温センサ 6 8、O<sub>2</sub>センサ 6 9、及びアクセル開度センサ 8 1 を備えている。

40

## 【0018】

エアフローメータ 6 1 は、概略斜視図である図 3 に示したように、吸気管 4 1 内を流れる吸入空気の一部をバイパスさせるバイパス通路と、このバイパス通路にバイパスされた吸入空気の質量流量を計測する熱線計量部 6 1 a と、計測された質量流量に応じた電圧 Vg を出力する信号処理部 6 1 b とからなっている。熱線計量部 6 1 a は、その拡大斜視図である図 4 に示したように、白金熱線からなる吸気温計測用抵抗（ポピン部）6 1 a 1 と、同吸気温計測用抵抗 6 1 a 1 を前記信号処理部 6 1 b に連結して保持するサポート部 6 1 a 2 と、加熱用抵抗（ヒータ）6 1 a 3 と、同加熱用抵抗 6 1 a 3 を前記信号処理部 6 1 b

50

に連結して保持するサポート部 6 1 a 4 とを備えている。信号処理部 6 1 b は、吸気温計測用抵抗 6 1 a 1 と加熱用抵抗 6 1 a 3 とでブリッジ回路を構成し、このブリッジ回路により吸気温計測用抵抗 6 1 a 1 と加熱用抵抗 6 1 a 3 との温度差を常に一定に維持するように同加熱用抵抗 6 1 a 3 に供給する電力を調整するとともに、この供給する電力を前記電圧  $V_g$  に変換して出力するようになっている。

【 0 0 1 9 】

吸気温センサ 6 2 は、エアフローメータ 6 1 内に備えられていて、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。大気圧センサ 6 3 は、スロットルバルブ 4 3 の上流の圧力（即ち、大気圧）を検出し、スロットルバルブ上流圧力  $Pa$  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 6 4 は、スロットルバルブ 4 3 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。SCV開度センサ 6 5 は、SCV 4 4 の開度を検出し、SCV開度  $iv$  を表す信号を出力するようになっている。カムポジションセンサ 6 6 は、インテークカムシャフトが  $90^\circ$  回転する毎に（即ち、クランク軸 2 4 が  $180^\circ$  回転する毎に）一つのパルスをもつ信号（G 2 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 6 7 は、クランク軸 2 4 が  $10^\circ$  回転する毎に幅狭のパルスをもつとともに同クランク軸 2 4 が  $360^\circ$  回転する毎に幅広のパルスをもつ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  $Ne$  を表す。水温センサ 6 8 は、内燃機関 1 0 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。O<sub>2</sub>センサ 6 9 は、触媒コンバータ 5 3 に流入する排ガス中の酸素濃度に応じた信号を出力するようになっている。アクセル開度センサ 8 1 は、運転者によって操作されるアクセルペダル 8 2 の操作量  $Accp$  を表す信号を出力するようになっている。

【 0 0 2 0 】

電気制御装置 7 0 は、互いにバスで接続された CPU 7 1、CPU 7 1 が実行するプログラム、マップ（テーブル）、定数等を予め記憶した ROM 7 2、CPU 7 1 が必要に応じてデータを一時的に格納する RAM 7 3、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 RAM 7 4、及び AD コンバータを含むインターフェース 7 5 等からなるマイクロコンピュータである。インターフェース 7 5 は、前記センサ 6 1 ~ 6 9、8 1 と接続され、CPU 7 1 にセンサ 6 1 ~ 6 9、8 1 からの信号を供給するとともに、同 CPU 7 1 の指示に応じて可変吸気タイミング装置 3 3 のアクチュエータ 3 3 a、イグナイタ 3 8、インジェクタ 3 9、スロットルバルブアクチュエータ 4 3 a、及び SCV アクチュエータ 4 4 a に駆動信号を送出するようになっている。

【 0 0 2 1 】

次に、上記のように構成された燃料噴射量制御装置による物理モデルを用いた燃料噴射量の決定方法について説明する。以下に述べる処理は、CPU 7 1 がプログラムを実行することによりなされる。

【 0 0 2 2 】

（要求燃料噴射量  $f_c$  の決定方法の概要）

燃料噴射量制御装置は、吸気行程にある気筒の吸気弁 3 2 が閉じる前に同気筒に対して燃料を噴射しなければならないので、吸気弁 3 2 が閉じた時点で（即ち、吸気弁閉時に）同気筒内に吸入されているであろう吸入空気量（筒内吸入空気量）を予測する必要がある。一方、吸気弁閉時の吸気管圧力  $PMFWD$  は、燃焼室 2 5 に吸入されている空気量と比例関係にある。従って、吸気管圧力  $PMFWD$  を予測することができれば、実際の筒内吸入空気量を推定することができる。そこで、本燃料噴射量制御装置は、吸気弁閉時の吸気管圧力  $PMFWD$  を予測・推定し、推定した吸気管圧力  $PMFWD$  を一気筒の排気量と空気密度の積で除することにより一気筒当たりの吸入空気量に相当する値  $KLFWD$  を求め、下記数 1 に基づいて要求燃料噴射量（基本噴射量） $f_c$  を決定する。数 1 において、 $k$  は設定空燃比に応じて変化する係数である。

【 0 0 2 3 】

## 【数 1】

$$f_c = k \cdot \text{KLFWD}$$

## 【0024】

なお、エアフローメータ61の出力電圧Vgと吸入空気量mtAFMとの関係を規定した図5に示したVg - mtAFM変換マップと、エアフローメータ61の実際の出力電圧Vgとに基づいて現時点での吸入空気量mtAFMを求め、下記数2により要求燃料噴射量fcを簡易的に求めてもよい。

## 【0025】

## 【数 2】

$$f_c = k \cdot \text{mtAFM}$$

10

## 【0026】

上記数1により要求燃料噴射量fcを求める本実施形態の燃料噴射量制御装置は、以下のようにして吸気弁閉時の吸気管圧力PMFWDを予測する。即ち、図6に示したように、吸気弁閉時のスロットルバルブ開度TASを予測するとともに、同予測したスロットルバルブ開度TAS及びエンジン回転速度Ne等から吸気弁閉時の吸気管圧力Pm1を所定のモデルを用いて推定する。また、現時点においてスロットルポジションセンサ64が検出する実際のスロットルバルブ開度TARとエンジン回転速度Ne等に基づき、エアフローメータ61が現時点で出力するであろう値を推定し、この推定値に基づいて現時点の吸気管圧力Pm2を推定する。同時に、現時点においてエアフローメータ61の実際の出力電圧Vgに基づいて現時点の吸気管圧力Pm3を推定する。最後に、下記数3にしたがって吸気弁閉時の吸気管圧力PMFWDを求める。これにより、スロットルバルブ開度の予測値TASに基づく推定値である吸気管圧力Pm1に含まれる定常的な誤差を、エアフローメータ61の実際の出力電圧Vgにより補正し、吸気弁閉時の吸気管圧力PMFWDを精度良く推定する。

20

## 【0027】

## 【数 3】

$$\text{PMFWD} = \text{Pm3} + (\text{Pm1} - \text{Pm2})$$

## 【0028】

なお、スロットルバルブ開度が一定に維持されていて内燃機関10が定常状態にある場合、吸気管圧力Pm1と吸気管圧力Pm2は等しくなるので、上記数3から理解されるように、吸気管圧力PMFWDは吸気管圧力Pm3と等しくなる。換言すると、定常運転状態では、実質的にエアフローメータ61の出力電圧Vgに基づいて吸気弁閉時の吸気管圧力PMFWDが決定されることになる。

30

## 【0029】

以下、各吸気管圧力Pm1, Pm2, Pm3の推定方法について、同推定に使用するモデルとともに説明する。

## 【0030】

(Pm1の求め方)

図7に示したように、吸気管圧力Pm1は電子制御スロットルモデルM1、スロットルモデルM2、吸気弁モデルM3、及びインテークマニホールドモデルM4により推定される。

## 【0031】

40

(1) 電子制御スロットルモデルM1

電子制御スロットルモデルM1は、現時点までのアクセルペダル操作量Accpに基づいて吸気弁閉時のスロットルバルブ開度TASを推定するモデルである。本実施形態においては、スロットルバルブ電子制御ロジックA1にて、アクセル開度センサ81により検出されたアクセルペダル操作量Accpと、図8に示したアクセルペダル操作量Accpと目標スロットルバルブ開度rとの関係を規定するマップとに基づいて暫定的な目標スロットルバルブ開度r1が求められ、この暫定的な目標スロットルバルブ開度r1を所定時間T(例えば、64msec)だけ遅延させた値が最終的な目標スロットルバルブ開度rとして決定される。そして、スロットルバルブ電子制御ロジックA1(電気制御装置70)は、実際のスロットルバルブ開度TAが目標スロットルバルブ開度rとなるようにスロットルバルブ

50

アクチュエータ43aに対して駆動信号を送出する。

【0032】

このように、目標スロットルバルブ開度  $r$  は、現時点から所定時間  $T$  だけ前の時点におけるアクセルペダル操作量  $Accp$  に応じて決定されるから、現時点から吸気弁閉時までの時間を  $t$  とすると、吸気弁閉時の目標スロットルバルブ開度  $r$  は、現時点から時間  $(T - t)$  前における暫定的な目標スロットルバルブ開度  $r_1$  と等しい。また、目標スロットルバルブ開度  $r$  は、スロットルバルブアクチュエータ43aの作動遅れ時間を無視すれば、スロットルバルブ開度  $TAS$  と等しい。このような考えに基づき、電子制御スロットルモデル  $M1$  は、検出されるエンジン回転速度  $Ne$  と、内燃機関10の運転状態に応じて別途定められる吸気弁の開閉タイミング(進角量)  $VT$  (上記信号  $Ne$  と上記  $G2$  信号とにより求めた実際の開閉タイミング  $VT$  でも良い。) と等に基づいて現時点から吸気弁閉時までの時間  $t$  を求め、同時間  $t$  と、現時点から所定時間  $T$  だけ前の時点から現時点までのアクセルペダル操作量  $Accp$  (又は、暫定的な目標スロットルバルブ開度  $r_1$ ) の変化の経緯とに基づいて吸気弁閉時のスロットルバルブ開度  $TAS$  を推定する。なお、スロットルバルブアクチュエータ43aの作動遅れ時間を考慮に加えて、吸気弁閉時のスロットルバルブ開度  $TAS$  を推定してもよい。

【0033】

(2) スロットルモデル  $M2$

スロットルモデル  $M2$  は、スロットルバルブ43を通過する空気量(スロットル通過空気量)  $mt$  を、エネルギー保存則、運動量保存則、質量保存則、及び状態方程式に基づいて得られた下記数4及び下記数5に基づいて推定するモデルである。下記数4及び下記数5において、 $\mu$  は流量係数、 $A_t$  はスロットル開口面積、 $v$  はスロットルバルブ43を通過する空気の流速、 $P_a$  はスロットルバルブ上流圧力、 $P_m$  は吸気管圧力、 $T_a$  は吸気温度、 $\rho$  は吸気密度、 $R$  は気体定数、及び  $\kappa$  は比熱比(以下、 $\kappa$  を一定値として扱う。)である。

【0034】

【数4】

$$mt = \mu \cdot A_t \cdot v \cdot \rho \quad m = \mu \cdot A_t \cdot \left\{ P_a / (R \cdot T_a) \right\}^{1/2} \cdot \left( P_m / P_a \right)$$

【0035】

【数5】

$$\Phi(P_m/P_a) = \begin{cases} \sqrt{\frac{\kappa}{2 \cdot (\kappa + 1)}} & (P_m/P_a) \leq \frac{1}{\kappa + 1} \\ \sqrt{\left\{ \frac{\kappa - 1}{2 \cdot \kappa} \cdot \left( 1 - \frac{P_m}{P_a} \right) + \frac{P_m}{P_a} \right\} \cdot \left( 1 - \frac{P_m}{P_a} \right)} & (P_m/P_a) > \frac{1}{\kappa + 1} \end{cases}$$

【0036】

ここで、上記数4は、 $k1$ を所定の係数(  $= \mu \cdot A_t \cdot \left\{ P_a / (R \cdot T_a) \right\}^{1/2}$  )、 $mts$ を吸気弁閉時のスロットル通過空気量  $mts$  とするとき下記数6に書き換えられる。また、数6において、内燃機関10が定常状態にある場合(スロットルバルブ開度が一定である場合)のスロットル通過空気量を  $mtsTA$ 、及び吸気管圧力を  $P_mTA$  とすると、下記数7が得られるので、数6及び数7から係数  $k1$  を消去して下記数8を得ることができる。

【0037】

【数6】

$$mts = k1 \cdot \left( P_m / P_a \right)$$

【0038】

## 【数 7】

$$mtsTA = k1 \cdot (PmTA/Pa)$$

【 0 0 3 9 】

## 【数 8】

$$mts = \{ mtsTA / (PmTA/Pa) \} \cdot (Pm/Pa)$$

【 0 0 4 0 】

上記数 8 の右辺における値  $\{ mtsTA / (PmTA/Pa) \}$  は、スロットルバルブ開度TAが一定であるときの吸入空気量（スロットル通過空気量）に関する値であり、スロットルバルブ開度TA、エンジン回転速度Ne、吸気弁の開閉タイミングVT、及びスロットルバルブ上流圧力Paが決定されると、実質的に一意に定まる値である。スロットルモデルM 2 は、スロットルバルブ開度TA、エンジン回転速度Ne、吸気弁の開閉タイミングVT、及びスロットルバルブ上流圧力Paと、値  $\{ mtsTA / (PmTA/Pa) \}$  との関係の規定したマップをROM 7 2 内に記憶していて、このマップと吸気弁閉時の推定スロットルバルブ開度TAS、実際のエンジン回転速度Ne、実際の又は計算された（電気制御装置 7 0 がアクチュエータ 3 3 a に指示した）吸気弁の開閉タイミングVT、及び実際のスロットルバルブ上流圧力Paとに基づいて値  $\{ mtsTA / (PmTA/Pa) \}$  を求める。

10

【 0 0 4 1 】

また、数 8 の右辺における値  $(Pm/Pa)$  は、上記数 5 から理解されるように、比熱比が一定であるとき、吸気管圧力Pmとスロットルバルブ上流圧力Paにより決定される値である。スロットルモデルM 2 は、吸気管圧力Pm及びスロットルバルブ上流圧力Paと、値  $(Pm/Pa)$  との関係の規定したマップをROM 7 2 内に記憶していて、このマップと、後述するインテークマニホールドモデルM 4 が現時点で既に演算している最新の吸気管圧力Pm、及び実際のスロットルバルブ上流圧力Paに基づいて値  $(Pm/Pa)$  を求める。以上により、吸気弁閉時のスロットル通過空気量mtsが求められる。

20

【 0 0 4 2 】

## ( 3 ) 吸気弁モデルM 3

吸気弁モデルM 3 は、吸気管圧力Pm、吸気管内温度Tm、及び吸気温度THA等から筒内吸入空気量mcを推定するモデルである。吸気弁閉弁時の気筒内圧力は吸気弁 3 2 の上流の圧力、即ち吸気弁閉時の吸気管圧力Pmとみなすことができるので、筒内吸入空気量mcは吸気管圧力Pmに比例する。そこで、吸気弁モデルM 3 は筒内吸入空気量mcを、経験則に基づく下

30

【 0 0 4 3 】

## 【数 9】

$$mc = (THA/Tm) \cdot (c \cdot Pm - d)$$

【 0 0 4 4 】

数 9 において、値 c は比例係数、値 d は筒内に残存していた既燃ガス量である。吸気弁モデルM 3 は、エンジン回転速度Ne、スロットルバルブ開度TA、及び吸気弁の開閉タイミングVTと、比例係数 c、及び既燃ガス量 d との関係をそれぞれ規定するマップをROM 7 2 内に格納していて、前記電子制御スロットルモデルM 1 によって推定された吸気弁閉時のスロットルバルブ開度TASと、実際のエンジン回転速度Neと、実際の吸気弁の開閉タイミングVTと前記格納しているマップとから比例係数 c、及び既燃ガス量 d を求める。また、吸気弁モデルM 3 は、演算時点において、後述するインテークマニホールドモデルM 4 により既に推定されている直前（最新）の吸気弁閉時の吸気管圧力Pmと吸気管内温度Tmとを上記数 9 に適用し、吸気弁閉時の筒内吸入空気量mcを推定する。

40

【 0 0 4 5 】

## ( 4 ) インテークマニホールドモデルM 4

インテークマニホールドモデルM 4 は、質量保存則とエネルギー保存則とにそれぞれ基づいた下記数 1 0 及び下記数 1 1 にしたがって、吸気弁閉時の吸気管圧力Pmと、吸気弁閉時の吸気管内温度Tmとを求める。なお、V は吸気管の容積、R は気体定数、mt はスロットル通過空気量、Ta はスロットルバルブ通過空気温度（即ち、吸気温度THA）である。

50

【 0 0 4 6 】

【 数 1 0 】

$$dPm/dt = \quad \cdot (R / V) \cdot (m_t \cdot T_a - m_c \cdot T_m)$$

【 0 0 4 7 】

【 数 1 1 】

$$d(Pm/Tm) / dt = (R / V) \cdot (m_t - m_c)$$

【 0 0 4 8 】

図 7 に示したように、インテークマニホールドモデル M 4 は、スロットルモデル M 2 により推定されたスロットル通過空気量  $m_{ts}$  を上記数 1 0 , 数 1 1 におけるスロットル通過空気量  $m_t$  として使用し、吸気弁モデル M 3 により推定された吸気弁閉時の筒内吸入空気量  $m_c$  を上記数 1 0 , 数 1 1 の筒内吸入空気量  $m_c$  として使用する。このインテークマニホールドモデル M 4 により推定された吸気管圧力  $P_m$  が、前記吸気弁閉時の推定吸気管圧力  $P_{m1}$  となる。

10

【 0 0 4 9 】

(  $P_{m2}$  の求め方 )

上記エアフロメータ 6 1 が現時点で出力するであろう値に基づく吸気管圧力  $P_{m2}$  は、上記スロットルモデル M 2 と同じモデルであるスロットルモデル M 5、エアフロメータモデル M 6、上記吸気弁モデル M 3 と同じ吸気弁モデル M 7、及び上記インテークマニホールドモデル M 4 と同じインテークマニホールドモデル M 8 により求められる。

【 0 0 5 0 】

20

( 5 ) スロットルモデル M 5

具体的に述べると、スロットルモデル M 5 は、上記数 8 を書換えた下記数 1 2 に従って、現時点におけるスロットル通過空気量  $m_{tTHR}$  を推定する。

【 0 0 5 1 】

【 数 1 2 】

$$m_{tTHR} = \{ m_{tsTA} / (P_{mTA}/Pa) \} \cdot (P_m/Pa)$$

【 0 0 5 2 】

スロットルモデル M 5 は、上記数 1 2 の右辺における値  $\{ m_{tsTA} / (P_{mTA}/Pa) \}$  を、スロットルバルブ開度  $T_A$ 、エンジン回転速度  $N_e$ 、吸気弁の開閉タイミング  $V_T$ 、及びスロットルバルブ上流圧力  $P_a$  と、値  $\{ m_{tsTA} / (P_{mTA}/Pa) \}$  との関係の規定した前記マップと、スロットルポジションセンサ 6 4 が実際に検出したスロットルバルブ開度  $T_A$  (以下、「実スロットルバルブ開度  $T_{AR}$ 」と称呼する。)、実際のエンジン回転速度  $N_e$ 、実際の又は計算された吸気弁の開閉タイミング  $V_T$ 、及び実際のスロットルバルブ上流圧力  $P_a$  とに基づいて求める。

30

【 0 0 5 3 】

また、スロットルモデル M 5 は、数 1 2 の右辺における値  $(P_m/Pa)$  を、吸気管圧力  $P_m$  及びスロットルバルブ上流圧力  $P_a$  と値  $(P_m/Pa)$  との関係の規定した前記マップと、後述するインテークマニホールドモデル M 8 が既に計算している最新の吸気管圧力  $P_{mR}$ 、及び実際のスロットルバルブ上流圧力  $P_a$  とに基づいて求める。以上により、現時点におけるスロットル通過空気量  $m_{tTHR}$  が求められる。

40

【 0 0 5 4 】

( 6 ) エアフロメータモデル M 6

エアフロメータモデル M 6 は、スロットル通過空気量が所定の量 である場合に、エアフロメータ 6 1 が出力するであろう値を推定し、この推定値に基づいてスロットル通過空気量  $m_{tR}$  を推定するモデルである。この場合、上記所定の量 は、スロットルモデル M 5 が推定したスロットル通過空気量  $m_{tTHR}$  である。

【 0 0 5 5 】

エアフロメータモデル M 6 は、先ず、スロットル通過空気量  $m_{tTHR}$  に対する完全放熱量  $W_1$ ,  $W_2$  を、同完全放熱量  $W_1$ ,  $W_2$  とスロットル通過空気量  $m_t$  との関係の規定するマップと、前記求められたスロットル通過空気量  $m_{tTHR}$  とに基づいて求める。完全放熱量  $W_1$ 、及び完

50

全放熱量 $W2$ は、図3に示した熱線計量部61aのボビン部61a1、及び同熱線計量部61aのサポート部61a2にそれぞれ対応した放熱遅れを含まない放熱量である。

【0056】

次に、エアフローメータモデルM6は、ボビン部61a1、及びサポート部61a2にそれぞれ対応する放熱量であり、完全放熱量 $W1$ 、 $W2$ に対してそれぞれ一次遅れ特性を有する応答遅れを含む放熱量(応答放熱量) $w1$ 、 $w2$ を下記数13及び下記数14にしたがって求める。数13、数14における添え字 $i$ は今回の演算値、添え字 $i-1$ は前回の演算値を表し、 $t$ は前回の演算値を求めてから今回の演算値を求めるまでの時間である。

【0057】

【数13】

$$w1_i = t \cdot (W1_i - w1_{i-1}) / (1 + W1_{i-1})$$

【0058】

【数14】

$$w2_i = t \cdot (W2_i - w2_{i-1}) / (2 + W2_{i-1})$$

【0059】

上記数15、数16において、 $\alpha_1$ 、及び $\alpha_2$ は、ボビン部61a1、及びサポート部61a2にそれぞれ対応する上記一次遅れ特性の時定数であり、下記数15及び下記数16により求められる。数15、数16中の値 $k10$ 、 $k20$ 、及び値 $m1$ 、 $m2$ は、実験的に求められた値である。また、値 $u$ はエアフローメータ61の熱線計量部61aにバイパスされた単位断面積当たりの通過空気量であり、図5に示したエアフローメータ61の出力電圧 $Vg$ と実測された吸入空気量 $mtAFM$ との関係を規定する $Vg - mtAFM$ 変換マップと、エアフローメータ61の実際の出力電圧 $Vg$ とに基づいて求められた吸入空気量 $mtAFM$ を、前記熱線計量部61aのバイパス流路断面積 $S$ で除した値( $mtAFM/S$ )である。

【0060】

【数15】

$$\alpha_1 = k10 \cdot u^{m1}$$

【0061】

【数16】

$$\alpha_2 = k20 \cdot u^{m2}$$

【0062】

そして、エアフローメータモデルM6は、応答放熱量 $w1$ 、 $w2$ の和( $w1 + w2$ )とエアフローメータ61が出力するであろう値に基づくスロットル通過空気量 $mtR$ との関係を規定した図9に示したマップと、上記数13～数16により求められた応答放熱量 $w1$ 、 $w2$ の和( $w1 + w2$ )とに基づいて、現時点でエアフローメータ61が出力するであろう値に基づくスロットル通過空気量 $mtR$ を求める。

【0063】

(7) 吸気弁モデルM7

吸気弁モデルM7は、上記吸気弁モデルM3と同様に、上記数9にしたがって現時点における筒内吸入空気量 $mcR$ を求める。但し、吸気弁モデルM7は、後述するインテークマニホールドモデルM8により既に求められている現時点の吸気管圧力 $PmR$ 、及び現時点の吸気管内温度 $TmR$ を、上記数9における吸気管圧力 $Pm$ 、及び吸気管内温度 $Tm$ に適用する等、必要なパラメータを全て現時点のものとして数9の計算を行う。

【0064】

(8) インテークマニホールドモデルM8

インテークマニホールドモデルM8は、インテークマニホールドモデルM4と同様に、上記数10、数11を用いて現時点における吸気管圧力 $Pm$ を求める。但し、インテークマニホールドモデルM8は、上記エアフローメータモデルM6により求められたスロットル通過空気量 $mtR$ 、及び上記吸気弁モデルM7により求められた現時点における筒内吸入空気量 $mcR$ を、それぞれ数10、数11におけるスロットル通過空気量 $mt$ 、及び筒内吸入空気量 $mc$ として使用する。このインテークマニホールドモデルM8により推定された $Pm$ が、前

10

20

30

40

50

記エアフロメータ61が現時点で出力するであろう値に基づく吸気管圧力 $P_{m2}$ となる。

【0065】

( $P_{m3}$ の求め方)

上記エアフロメータ61の現時点における実際の出力電圧 $V_g$ に基づく吸気管圧力 $P_{m3}$ は、上記インテークマニホールドモデルM4, M8と同じモデルであるインテークマニホールドモデルM9により求められる。

【0066】

(9) インテークマニホールドモデルM9

具体的に述べると、インテークマニホールドモデルM9は、エアフロメータ61の出力電圧 $V_g$ と図5に示した $V_g$ - $mtAFM$ 変換マップとにより求められる現時点の実測された吸入空気量 $mtAFM$ を上記数10, 数11におけるスロットル通過空気量 $mt$ として使用するとともに、上記吸気弁モデルM7により求められた現時点での筒内吸入空気量 $mcR$ を同数10, 数11の筒内吸入空気量 $mc$ として使用し、吸気管圧力 $P_m$ を求める。このインテークマニホールドモデルM9により推定された吸気管圧力 $P_m$ が、エアフロメータ61の現時点における実際の出力電圧 $V_g$ に基づく吸気管圧力 $P_{m3}$ となる。以上により、吸気管圧力 $P_{m1}$ ~ $P_{m3}$ が求められ、上記数1及び上記数3にしたがって要求燃料噴射量 $f_c$ が求められる。

【0067】

(燃料付着量の推定方法、及び燃料噴射量決定方法の概要)

次に、本燃料噴射量制御装置が行う燃料付着量の推定方法、及び燃料噴射量決定方法の概要について説明する。図10に概念的に示したように、インジェクタ39から噴射された燃料は、その一部が吸気管41の壁面部、及び図10において図示を省略した吸気弁等からなる吸気通路構成部材に付着する。この燃料付着量を、吸気通路構成部材燃料付着量 $f_{wp}$ と称呼する。他の一部の燃料は吸気流制御弁(吸気流制御部材)であるSCV44に付着する。この燃料付着量を、吸気流制御部材燃料付着量 $f_{wiv}$ と称呼する。吸気流制御部材燃料付着量 $f_{wiv}$ は、例えば、吸気弁の開閉タイミング $VT$ が進角側に設定されてバルブオーバーラップ角度が大きくなると、噴射された燃料がより多く燃焼室から吹き返されることにより増大する。

【0068】

吸気通路構成部材に付着する燃料の挙動は、吸気流制御部材に付着する燃料の挙動と大きく相違する。例えば、吸気管圧力が急増した場合、吸気通路構成部材燃料付着量 $f_{wp}$ は吸気流制御部材燃料付着量 $f_{wiv}$ よりも比較的早く増大する。換言すると、一般に、燃料付着モデルで使用される燃料の付着率と残留率は、吸気通路構成部材に対するものと吸気流制御部材に対するものとで大きく異なる場合がある。従って、燃料付着モデルを、吸気通路構成部材についてのモデルと、吸気流制御部材についてのモデルとで独立させ、付着率及び残留率をそれぞれに対して設定することにより、燃料付着量の推定精度を向上することができる。また、吸気通路構成部材から吸気流制御部材(又は、その逆)へ移行する燃料を考慮することで、筒内に吸入される燃料量を精度良く推定することができる。かかる知見に基づき、本燃料噴射量制御装置は、燃料付着量を吸気通路構成部材燃料付着量 $f_{wp}$ と、吸気流制御部材燃料付着量 $f_{wiv}$ とに分けて求めるのである。

【0069】

より具体的に述べると、特定の気筒に着目した図11に示したように、 $f_i$ をインジェクタ39から同特定気筒の一吸気行程に対して噴射される燃料噴射量、 $P_p$ を吸気通路構成部材にすでに付着していた燃料のうち一吸気行程を経た後に同吸気通路構成部材に付着したまま残留している燃料の割合(吸気通路構成部材への残留率、吸気通路残留率)、 $R_p$ をインジェクタ39から噴射された前記燃料のうち吸気通路構成部材へ直接付着する燃料の割合(吸気通路構成部材への付着率、吸気通路付着率)、添え字 $k$ を今回の演算値(今回の吸気行程に対する値)、添え字 $k+1$ を次回の演算値(次回の吸気行程に対する値)とすると、今回噴射された燃料のうち吸気通路構成部材に新たに付着する燃料量は $R_p \cdot f_{i_k}$ であり、吸気通路構成部材にすでに付着していた燃料のうち同吸気通路構成部材に残留する燃料量は $P_p \cdot f_{wp_k}$ であるから、吸気通路構成部材燃料付着量 $f_{wp_{k+1}}$ について下記数17が成立

10

20

30

40

50

する。下記数 17 は、吸気通路構成部材燃料付着量の燃料付着モデルを記述したものであって、この演算を行う手段が第 1 燃料付着量推定手段に相当する。

【 0 0 7 0 】

【数 1 7】

$$fwp_{k+1} = Rp \cdot fi_k + Pp \cdot fwp_k$$

【 0 0 7 1 】

一方、Pivを吸気流制御部材にすでに付着していた燃料のうち一吸気行程を経た後に同吸気流制御部材に付着したまま残留している燃料の割合（吸気流制御部材への残留率、吸気流制御部材残留率）とすると、吸気流制御部材にすでに付着していた燃料のうち同吸気流制御部材に残留する燃料量はPiv・fwiv<sub>k</sub>となる。また、R1ivをインジェクタ39から噴射された燃料のうち吸気流制御部材へ直接付着する燃料の割合（吸気流制御部材への付着率、吸気流制御部材付着率）とすると、今回噴射された燃料のうち吸気流制御部材に新たに付着する燃料量はR1iv・fi<sub>k</sub>となる。また、R2ivを吸気通路構成部材に付着していた燃料であって一吸気行程間に同吸気通路構成部材から離脱した（同構成部材に残留しなかった）燃料のうち吸気流制御部材に移行して付着する燃料の割合（吸気流制御部材への移行率、吸気流制御部材移行率）とすると、吸気通路構成部材から離脱した燃料のうち吸気流制御部材に移行して付着する燃料量はR2iv・（1 - Pp）・fwp<sub>k</sub>となるから、吸気流制御部材燃料付着量fwiv<sub>k+1</sub>について下記数 18 が成立する。下記数 18 は、吸気流制御部材燃料付着量の燃料付着モデルを記述したものであって、この演算を行う手段が第 2 燃料付着量推定手段に相当する。

【 0 0 7 2 】

【数 1 8】

$$fwiv_{k+1} = Piv \cdot fwiv_k + R1iv \cdot fi_k + R2iv \cdot (1 - Pp) \cdot fwp_k$$

【 0 0 7 3 】

従って、ある気筒に着目すると、一吸気行程において、今回噴射された燃料のうち吸気通路構成部材、及び吸気流制御部材の何れにも付着せず筒内に直接吸入される燃料量は（1 - Rp - R1iv）・fi<sub>k</sub>となり、吸気通路構成部材に付着していた燃料のうち同吸気通路構成部材から離脱して筒内に吸入される燃料量は（1 - R2iv）・（1 - Pp）・fwp<sub>k</sub>となり、吸気流制御部材に付着していた燃料のうち同吸気流制御部材から離脱して筒内に吸入される燃料量は（1 - Piv）・fwiv<sub>k</sub>となるから、筒内に吸入される燃料量fcは下記数 19 により表すことができる。

【 0 0 7 4 】

【数 1 9】

$$fc_k = (1 - Rp - R1iv) \cdot fi_k + (1 - R2iv) \cdot (1 - Pp) \cdot fwp_k + (1 - Piv) \cdot fwiv_k$$

【 0 0 7 5 】

数 19 の計算に必要な燃料付着量fwp<sub>k</sub>、fwiv<sub>k</sub>は、数 17、数 18 から求めることができるから、同数 19 の燃料量fc<sub>k</sub>を上記数 1 又は数 2 により求められる筒内吸入空気量に基づく要求燃料噴射量fcと置くことにより、燃料噴射量fi<sub>k</sub>を決定することができる。このように、数 19 を利用して、燃料噴射量fi<sub>k</sub>を演算する手段が、燃料噴射量決定手段を構成する。

【 0 0 7 6 】

（作動）

以下、上記燃料噴射量制御装置の作動について、CPU71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 12 乃至図 14 を参照しながら説明する。

【 0 0 7 7 】

（スロットルバルブ制御）

CPU71は、図 12 のスロットルバルブ制御ルーチンの処理を所定時間（2 msec）の経過毎にステップ 1200 から開始し、ステップ 1205 に進んでアクセルペダル操作量Accp読み込む。次いで、CPU71はステップ 1210 に進み、同ステップ 1210 にて図 8 と同じマップを用いることにより上記読み込んだアクセルペダル操作量Accpに基づく暫

10

20

30

40

50

定的な目標スロットルバルブ開度  $r_1$  を求める。

【0078】

次に、CPU71はステップ1215に進んで変数Iを「64」に設定し、続くステップ1220にて記憶値  $r(I)$  に  $r(I-2)$  の値を格納する。現時点では、変数Iは「64」であるから、記憶値  $r(64)$  に記憶値  $r(62)$  の値が格納される。次いで、CPU71はステップ1225に進み、変数Iが「2」と等しくなったか否かを判定する。この場合、変数Iの値は「64」であるから、CPU71はステップ1225にて「No」と判定してステップ1230に進み、同ステップ1230にて変数Iの値を「2」だけ減少し、その後上記ステップ1220に戻る。この結果、ステップ1220が実行されると、記憶値  $r(62)$  に記憶値  $r(60)$  の値が格納される。このような処理は、変数Iの値が「2」となるまで繰り返し実行される。

10

【0079】

その後、ステップ1230の処理が繰り返されて変数Iの値が「2」となると、CPU71はステップ1225にて「Yes」と判定してステップ1235に進み、同ステップ1235にて前記ステップ1210にて求めた現時点における暫定的な目標スロットルバルブ開度  $r_1$  を記憶値  $r(0)$  に格納する。以上により、現時点から  $I$  msec前 ( $0 \text{ msec} < I \text{ msec} < 64 \text{ msec}$ ) の暫定的な目標スロットルバルブ開度  $r(I)$  ( $I = 64, 62, \dots, 4, 2, 0$ ) がRAM73内に記憶されることになる。

【0080】

次に、CPU71はステップ1240に進み、同ステップ1240にて記憶値  $r(64)$  を最終的な目標スロットルバルブ開度  $r$  として設定し、続くステップ1245にて実際のスロットルバルブ開度が目標スロットルバルブ開度  $r$  と等しくなるように、スロットルバルブアクチュエータ43aに対し駆動信号を出力し、その後ステップ1295にて本ルーチンを一旦終了する。

20

【0081】

以降においても、上記ルーチンの処理は2msecの経過毎に実行される。この結果、実際のスロットルバルブ開度が、64msec前のアクセルペダル操作量Accpに基づく目標スロットルバルブ開度  $r$  と等しくなるように制御される。これにより、上記電子制御スロットルモデルM1による吸気弁閉時のスロットルバルブ開度TASの推定が可能となる。

【0082】

(吸気弁閉閉タイミング制御、及びSCV開度制御)

CPU71は、図13の吸気弁閉閉タイミング・SCV開度制御ルーチンを所定時間(例えば、2msec)の経過毎にステップ1300から開始し、ステップ1305に進んでクランクポジションセンサ67の出力に基づくエンジン回転速度 $N_e$ を読み込むとともに、ステップ1310にて前述した筒内吸入空気量に相当する値KLFWD(即ち、エンジン負荷)を読み込む。なお、筒内吸入空気量に相当する値KLFWDは、所定時間毎に繰り返し実行される前述した要求噴射量の決定方法(図7に示したモデル)に従う図示しないルーチンにより求められている。

30

【0083】

次に、CPU71はステップ1315に進み、同ステップ1315内に示したマップと上記読み込んだエンジン回転速度 $N_e$ 及び筒内吸入空気量相当値KLFWDとに基づいて吸気弁の開閉タイミング(進角量)VTを決定し、続くステップ1320にて実際の進角量が前記決定した進角量VTとなるように、アクチュエータ33aに駆動信号を出力する。なお、ステップ1315に示したマップにおいては、VT1,VT2,VT3の順に進角量が大きくなるように設定されている。

40

【0084】

次いで、CPU71はステップ1325に進み、同ステップ1325内に示したマップと上記読み込んだエンジン回転速度 $N_e$ 及び筒内吸入空気量相当値KLFWDとに基づいて目標SCV開度  $ivr$  を決定し、続くステップ1330にて実際のSCV開度が前記決定した目標SCV開度  $ivr$  となるように、アクチュエータ44aに駆動信号を出力する。なお、ステップ1

50

325に示したマップにおいては、1, 2, 3の順に値が大きくなるように設定されている。

【0085】

以降においても、上記処理は2 msecの経過毎に実行される。この結果、実際の進角量と実際のSCV開度が、エンジン回転速度 $N_e$ と筒内吸入空気量相当値KLFWDに応じた値に変更される。

【0086】

(燃料付着量の推定、及び燃料噴射量の決定)

CPU71は、特定気筒のクランク角が、その気筒の吸気上死点から所定クランク角度だけ前の角度(例えば、BTDC90°)になると、図14の燃料噴射量決定ルーチンの処理をステップ1400から開始し、ステップ1405に進んでその時点で、図7に示したモデルに従って別途計算されている上記吸気弁閉時の筒内吸入空気量に相当する値KLFWDを読み込み、ステップ1410に進んで上記数1に従って今回の要求燃料噴射量 $fc_k$ を算出する。

【0087】

次いで、CPU71はステップ1415に進んで、SCV開度センサ65が検出するSCV開度 $iv$ 、クランクポジションセンサ67の出力に基づくエンジン回転速度 $N_e$ 、水温センサ68が検出する冷却水温THW、吸気弁閉閉タイミング(進角量)VT、及び上記筒内吸入空気量相当値KLFWDを推定する際に求めた吸気管圧力 $P_m$ (PMFWD)等のパラメータ(以下、このパラメータを「引数パラメータ」と称呼する。)を読み込む。

【0088】

次に、CPU71は上記ステップ1420に進んで、引数パラメータと、吸気通路付着率 $R_p$ 、吸気通路残留率 $P_p$ 、吸気流制御部材付着率 $R_{1iv}$ 、吸気流制御部材移行率 $R_{2iv}$ 、及び吸気流制御部材残留率 $P_{iv}$ (以下、これらの付着率、残留率、及び移行率を「燃料付着モデルパラメータ」と称呼する。)との関係を規定する予めROM72に記憶したマップと、上記ステップ1415にて読み込んだ引数パラメータとに基づき、現時点での燃料付着モデルパラメータを決定する。次いで、CPU71はステップ1425に進み、上記数19を変形して得た同ステップ1425に示した式と、上記ステップ1410にて求めた要求燃料噴射量 $fc_k$ と、上記ステップ1420にて決定した燃料付着モデルパラメータとに基づいて今回の燃料噴射量 $fi_k$ を算出し、続くステップ1430にて上記数17にしたがって吸気通路構成部材燃料付着量 $fwp_{k+1}$ を求めるとともに、ステップ1435にて上記数18にしたがって吸気流制御部材燃料付着量 $fwiv_{k+1}$ を求める。

【0089】

次いで、CPU71はステップ1440に進んで吸気通路構成部材燃料付着量 $fwp_{k+1}$ を次の演算のために吸気通路構成部材燃料付着量 $fwp_k$ に置き換え、同様にステップ1445に進んで吸気流制御部材燃料付着量 $fwiv_{k+1}$ を次の演算のために吸気流制御部材燃料付着量 $fwiv_k$ に置き換え、次のステップ1450にて上記1425にて決定した今回の燃料噴射量 $fi_k$ だけ燃料を噴射するように前記特定気筒に対するインジェクタ39に駆動信号を送出し、ステップ1495に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0090】

以上により、上記特定の気筒に対する燃料噴射量が、燃料付着量、従って筒内流入燃料量に基づいて決定され、同燃料噴射量の燃料が同特定気筒に対するインジェクタから噴射される。なお、CPU71は、他の気筒に対しても、図14のルーチンと同様なルーチンを同様なタイミングで実行する。

【0091】

以上説明したように、本発明による燃料噴射量制御装置の実施形態によれば、燃料付着量が吸気通路構成部材と吸気流制御部材とに区別されて推定されるので、燃料付着量の総量を精度良く推定することができ、その結果、燃料噴射量を適正な値とすることができて空燃比の変動を抑制することが可能となる。

【0092】

10

20

30

40

50

なお、本発明は上記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、上記実施形態における吸気流制御部材はストレートポートに設けられたSCV44であったが、各気筒の燃焼室25に対して並列に、且つ互いに略同一形状に形成された一对の吸気通路の何れか一方に回転可能に配設された吸気流制御弁（特開平8-109836号公報を参照。）、或いは、スロットルバルブ（特に、燃焼室からの距離が短い独立スロットルバルブ形式の内燃機関における各スロットルバルブ）等、燃焼室からの吹き返しによって燃料が付着する他の弁体であってもよい。

【0093】

また、上記実施形態においては、現時点におけるSCV開度  $iv$  に応じて燃料付着モデルパラメータを可変としていたが、現時点のSCV開度  $iv$  の時間微分値（回転速度）に応じて、或いは現時点のSCV開度  $iv$  の時間微分値、及び現時点のSCV開度  $iv$  の両者に応じて同燃料付着モデルパラメータを可変としてもよい。更に、吸気弁閉時のSCV開度  $iv$  を、現時点のSCV開度  $iv$  の時間微分値、及び/又はSCV開度  $iv$  の加速度等に基づいて予測し、この予測した吸気弁閉時のSCV開度  $iv$  に応じて上記燃料付着モデルパラメータを決定するように構成してもよい。加えて、SCV開度  $iv$  の変化に対する上記燃料付着モデルパラメータの変化量が大きい運転領域においては、同SCV開度  $iv$  の変化速度を他の運転領域よりも小さくするようにSCVアクチュエータ44aを駆動するように構成しても良い。これによれば、燃料付着量モデルパラメータの誤差を小さくできるので、燃料付着量の推定精度を一層向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による燃料噴射量制御装置を火花点火式多気筒内燃機関に適用したシステムの概略構成図である。

【図2】 図1に示した特定の気筒の燃焼室、及び同燃焼室の近傍部分を概念的に示した平面図である。

【図3】 図1に示したエアフローメータの概略斜視図である。

【図4】 図3に示したエアフローメータの熱線計量部の拡大斜視図である。

【図5】 図1に示したCPUが参照するエアフローメータの出力と吸入空気量との関係を規定したマップである。

【図6】 吸気弁閉時の吸気管圧力を予測する方法を説明するために、スロットルバルブ開度の変化と各種モデルにより計算される吸気管圧力の変化を示したタイムチャートである。

【図7】 図1に示した燃料噴射量制御装置が吸気弁閉時の筒内吸入空気量に相当する値を推定するために採用した各種モデルの接続関係を示す機能ブロック図である。

【図8】 図1に示したCPUが参照するアクセルペダル操作量と目標スロットルバルブ開度との関係を規定したマップである。

【図9】 図1に示したCPUが参照する応答放熱量の和とエアフローメータが出力するであろう値に基づくスロットル通過空気量との関係を規定したマップである。

【図10】 図1に示した燃料噴射量制御装置による燃料付着量の推定方法を説明するために、インジェクタから噴射された燃料が吸気通路構成部材、及び吸気流制御部材に付着する様子を概念的に示した図である。

【図11】 図1に示したインジェクタから噴射された燃料量と、吸気通路構成部材燃料付着量、吸気流制御部材燃料付着量、及び筒内に流入する燃料量の関係を説明するための図である。

【図12】 図1に示したCPUがスロットルバルブ開度を制御するために実行するプログラムを示したフローチャートである。

【図13】 図1に示したCPUが、吸気弁閉閉タイミング、及びSCV開度を制御するために実行するプログラムを示したフローチャートである。

【図14】 図1に示したCPUが燃料付着量を推定するとともに、燃料噴射量を決定するために実行するプログラムを示したフローチャートである。

【符号の説明】

10

20

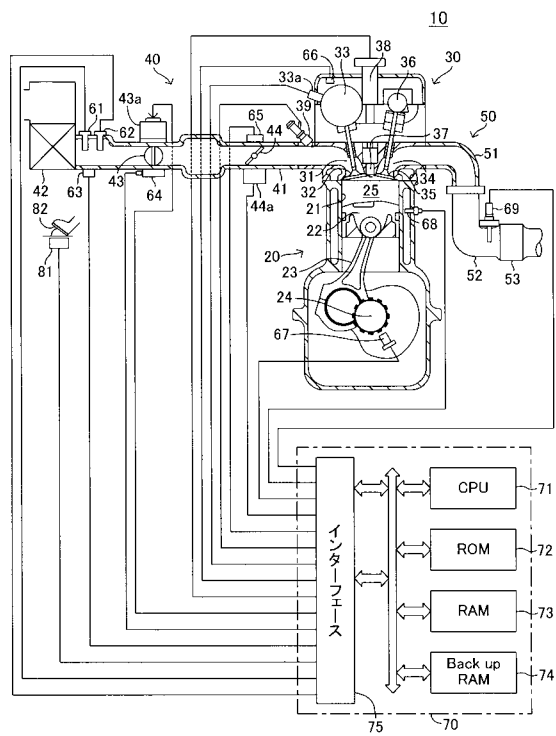
30

40

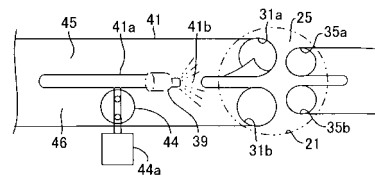
50

10 ...火花点火式多気筒内燃機関、20 ...シリンダブロック部(エンジン本体部)、25 ...燃焼室、31 ...吸気ポート、32 ...吸気弁、33 ...可変吸気タイミング装置、39 ...インジェクタ、41 ...吸気管、43 ...スロットルバルブ、44 ...スワールコントロールバルブ、44a ...SCVアクチュエータ、70 ...電気制御装置、71 ...CPU。

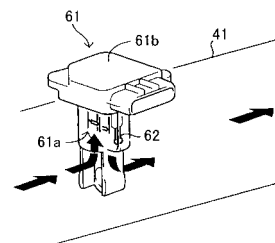
【図1】



【図2】

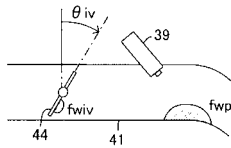


【図3】

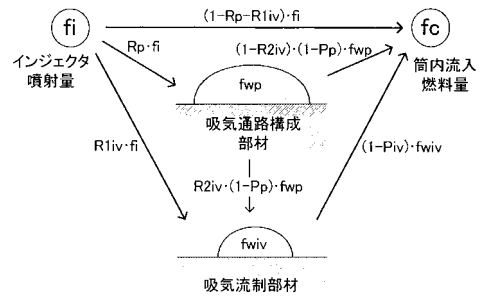




【図10】



【図11】



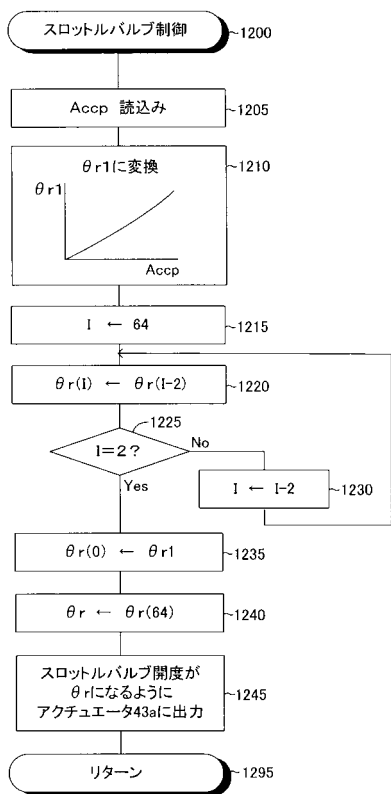
$$f_{wp_{k+1}} = P_p \cdot f_{wpk} + R_p \cdot f_{ik}$$

$$f_{wiv_{k+1}} = Piv \cdot f_{wivk} + R1iv \cdot f_{ik} + R2iv \cdot (1 - P_p) \cdot f_{wpk}$$

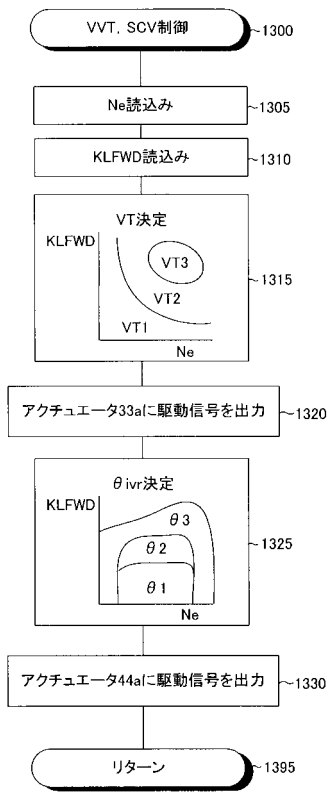
$$f_{ck} = (1 - R2iv) \cdot (1 - P_p) \cdot f_{wpk} + (1 - Piv) \cdot f_{wivk} + (1 - R_p - R1iv) \cdot f_{ik}$$

$P_p, Piv$	残留率	$f_i$	インジェクタ噴射量
$R_p, R1iv, R2iv$	付着率	$f_c$	筒内流入燃料量
$f_{wp}, f_{wiv}$	付着量	$k$	サイクルカウンタ

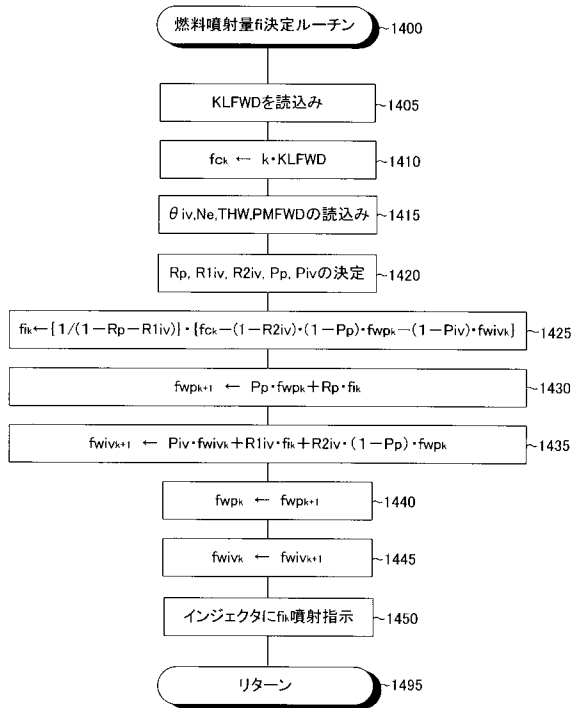
【図12】



【図13】



【 図 1 4 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
F 0 2 D 43/00 3 0 1 K  
F 0 2 D 43/00 3 0 1 L  
F 0 2 D 43/00 3 0 1 Z

(72)発明者 小嶋 和法  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

審査官 松下 聡

(56)参考文献 特開平04 - 153535 (JP, A)  
特開平4 - 259638 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F02D 41/04