(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3838357号
(P3838357)
(45)発行日　平成18年10月25日(2006.10.25)　(24)登録日　平成18年8月11日(2006.8.11)

(51)Int.Cl.		F I		
F02D 45/00	(2006.01)	F02D	45/00	364K
F02D 41/04	(2006.01)	F02D	41/04	330P
F02D 43/00	(2006.01)	F02D	43/00	301B
F02P 5/15	(2006.01)	F02P	5/15	B

請求項の数 2　(全 27 頁)

(21)出願番号　特願2002-310668(P2002-310668)
(22)出願日　平成14年10月25日(2002.10.25)
(65)公開番号　特開2004-144031(P2004-144031A)
(43)公開日　平成16年5月20日(2004.5.20)
審査請求日　平成17年5月26日(2005.5.26)

(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　100088971
弁理士　大庭　咲夫
(74)代理人　100115185
弁理士　加藤　慎治
(74)代理人　100115233
弁理士　樋口　俊一
(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
(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】内燃機関の制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

蒸留性状の異なる複数の燃料成分を有する燃料を燃焼室に接続された吸気通路内に噴射する燃料噴射手段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、

前記吸気通路を構成する部材に付着する各燃料成分の燃料付着量を同燃料成分毎に推定する燃料付着量推定手段と、

前記推定された各燃料成分の燃料付着量に基いて前記燃焼室内に流入する同各燃料成分の筒内流入燃料量を同燃料成分毎に推定する筒内流入燃料量推定手段と、

前記内燃機関の運転状態が定常状態にあるときに同運転状態が良好な状態になる同内燃機関の基本点火時期を記憶した基本点火時期記憶手段と、

前記内燃機関の点火時期を、前記推定された各燃料成分の筒内流入燃料量の割合に基いて、前記基本点火時期から補正することで決定する機関制御パラメータ決定手段と、

を備えた内燃機関の制御装置。

【請求項２】

蒸留性状の異なる複数の燃料成分を有する燃料を燃焼室に接続された吸気通路内に噴射する燃料噴射手段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、

前記吸気通路を構成する部材に付着する各燃料成分の燃料付着量を同燃料成分毎に推定する燃料付着量推定手段と、

前記推定された各燃料成分の燃料付着量に基いて前記燃焼室内に流入する同各燃料成分の筒内流入燃料量を同燃料成分毎に推定する筒内流入燃料量推定手段と、

前記内燃機関の運転状態が定常状態にあるときに同運転状態が良好な状態になる同内燃機関の基本点火時期を記憶した基本点火時期記憶手段と、
前記内燃機関の点火時期を、前記推定された各燃料成分の筒内流入燃料量の割合に基いて、前記基本点火時期から補正することで決定する機関制御パラメータ決定手段と、
を備えた内燃機関の制御装置において、
前記燃料付着量推定手段は、
前記燃料の燃料成分毎に決定されるとともに前記燃料噴射手段から噴射される前記各燃料成分のうち前記吸気通路構成部材に付着する同各燃料成分の割合を表す各燃料成分の吸気通路付着率と、
前記燃料の燃料成分毎に決定されるとともに前記吸気通路構成部材に付着している前記各燃料成分のうち同吸気通路構成部材に付着したまま残留する同各燃料成分の割合を表す各燃料成分の吸気通路残留率と、
を用いて前記吸気通路構成部材に付着する各燃料成分の燃料付着量を推定するように構成された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係り、特に内燃機関の運転状態が良好な状態になるように点火時期等の機関制御パラメータを制御する制御装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】

内燃機関のノック限界は同内燃機関に使用される燃料（ガソリン）のオクタン価に応じて変化し、使用される燃料のオクタン価が高くなるほどノック限界は進角側に移動する。従って、内燃機関において最適な燃焼状態を得るためには、使用される燃料のオクタン価に応じて点火時期を変更する必要がある。このため、下記特許文献１に開示された内燃機関の点火時期制御装置は、レギュラガソリンと同レギュラガソリンよりもオクタン価が高いプレミアムガソリンの何れが内燃機関の燃料として使用されているかを検出する燃料性状センサを備え、同燃料性状センサの検出結果に応じて内燃機関の点火時期を変更するようになっている。

【０００３】

【特許文献１】

特開平５－７９４３９号公報

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、内燃機関の燃料として広く使用されている燃料（ガソリン）は、炭素数が少なくて沸点が低い低沸点成分（例えば、メタン、エタン）や炭素数が比較的多くて沸点が比較的高い高沸点成分（例えば、ベンゼン）等のように、蒸留性状（沸点、飽和蒸気圧）の異なる複数の燃料成分から構成される混合物である。また、通常、前記低沸点成分はオクタン価が低く、前記高沸点成分は同低沸点成分よりもオクタン価が高い。換言すれば、蒸留性状の異なる各燃料成分のオクタン価は燃料成分毎に異なる。従って、混合物である燃料（ガソリン）自体（全体）のオクタン価は、これら複数の燃料成分の各々のオクタン価と、それらの成分比率とに応じて変化する。

【０００５】

一方、燃料を燃焼室に接続された吸気通路内に噴射する燃料噴射手段（インジェクタ）を備えた内燃機関においては、燃料噴射手段から噴射された燃料は、その一部が吸気通路壁面や吸気弁等の吸気通路構成部材に付着する。その際の吸気通路構成部材に対する燃料の付着挙動は、同燃料の各燃料成分の蒸留性状が異なることから同燃料成分毎に異なる。特に、内燃機関が過渡運転状態にあって吸気通路内の圧力や温度が急激に変化すると、各燃料成分の間で気化又は液化の程度が急激に異なるようになり、吸気通路構成部材に対する各燃料成分の付着挙動が各燃料成分の間で急激に異なるようになる。その結果、シリンダ

内（筒内）に流入する各燃料成分の間の成分比率が一時的に変化し、筒内に流入する（筒内で実際に燃焼される）燃料全体としてのオクタン価（以下、「筒内オクタン価」と称呼する。）も使用される燃料自体のオクタン価から一時的に変化する。

【０００６】

従って、上記開示された装置においては、使用される燃料（自体）のオクタン価に応じて点火時期を決定しても、特に、過渡運転状態において、筒内に流入する燃料の筒内オクタン価が燃料自体のオクタン価から一時的に変化することから最適な燃焼状態を得ることができない場合（決定された点火時期が最適な点火時期とはならない場合）があるという問題がある。

【０００７】

従って、本発明の目的は、内燃機関が過渡運転状態にあるときでも、その運転状態を良好な状態に維持できるように点火時期等の機関制御パラメータを制御することができる内燃機関の制御装置を提供することにある。

【０００８】

【本発明の概要】

本発明の特徴は、蒸留性状の異なる複数の燃料成分を有する燃料を燃焼室に接続された吸気通路内に噴射する燃料噴射手段を備えた内燃機関に適用される内燃機関の制御装置が、前記吸気通路を構成する部材に付着する各燃料成分の燃料付着量を同燃料成分毎に推定する燃料付着量推定手段と、前記推定された各燃料成分の燃料付着量に基いて前記燃焼室内に流入する同各燃料成分の筒内流入燃料量を同燃料成分毎に推定する筒内流入燃料量推定手段と、前記推定された各燃料成分の筒内流入燃料量に基いて前記内燃機関の運転状態を良好な状態になるように調整するための機関制御パラメータを決定する機関制御パラメータ決定手段とを備えたことにある。

【０００９】

この場合、前記吸気通路を構成する部材は、吸気管（インテークマニホールド）、吸気弁（特に、吸気弁の背面）、吸気通路に設けられるＳＣＶ等の吸気制御弁を含んでよい。また、前記機関制御パラメータは、例えば、点火時期、目標空燃比、吸気弁及び排気弁の開閉タイミング、燃料の噴射時期であって、これらに限定されない。

【００１０】

また、上記内燃機関の制御装置においては、前記燃料付着量推定手段は、前記燃料の燃料成分毎に決定されるとともに前記燃料噴射手段から噴射される前記各燃料成分のうち前記吸気通路構成部材に付着する同各燃料成分の割合を表す各燃料成分の吸気通路付着率と、前記燃料の燃料成分毎に決定されるとともに前記吸気通路構成部材に付着している前記各燃料成分のうち同吸気通路構成部材に付着したまま残留する同各燃料成分の割合を表す各燃料成分の吸気通路残留率と、を用いて前記吸気通路構成部材に付着する各燃料成分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。

【００１１】

吸気通路構成部材に対する燃料の付着挙動（例えば、吸気通路付着率、吸気通路残留率等を用いる燃料付着モデルで表される。）は、燃料を構成する蒸留性状の異なる複数の燃料成分毎に異なる。従って、上記構成のように、吸気通路構成部材に付着する各燃料成分の燃料付着量を同燃料成分毎に区別して推定することにより、各燃料成分の吸気通路構成部材への燃料付着量がそれぞれ精度良く推定される。

【００１２】

また、上記構成によれば、前記推定された各燃料成分の燃料付着量に基いて燃焼室内に流入する同各燃料成分の筒内流入燃料量が同燃料成分毎に区別して推定されるので、各燃料成分の筒内流入燃料量もそれぞれ精度良く推定される。従って、内燃機関が過渡運転状態にあるときでも、例えば、時々刻々と変化するシリンダ内（筒内）に流入する燃料の各燃料成分の間の成分比率を精度良く求めることができ、この結果、筒内に流入する燃料の筒内オクタン価を精度良く求めることができる。

【００１３】

よって、上記のように、前記推定された各燃料成分の筒内流入燃料量に基いて前記内燃機関の運転状態を良好な状態になるように調整するための機関制御パラメータを決定することにより、例えば、時々刻々と変化する筒内に流入する各燃料成分の間の成分比率（筒内に流入する燃料の筒内オクタン価）に基いて点火時期等の機関制御パラメータを決定することができる。従って、内燃機関が過渡運転状態にあるときでも、その運転状態を良好な状態に維持できるように点火時期等の機関制御パラメータを制御することができる。

【００１４】

また、上記内燃機関の制御装置が、前記内燃機関の運転状態が定常状態にあるときに同運転状態が良好な状態になる同内燃機関の基本点火時期を記憶した基本点火時期記憶手段を備える場合には、前記機関制御パラメータ決定手段は、前記機関制御パラメータとしての前記内燃機関の点火時期を、前記推定された各燃料成分の筒内流入燃料量に基いて前記基本点火時期から補正することで決定するように構成されることが望ましい。

【００１５】

内燃機関における最適な点火時期は、機関の回転速度、吸入空気量、機関の温度（冷却水温）等のノック限界に影響を与える複数の因子の組み合わせに応じて変化する。従って、一般には、これら複数の因子の組み合わせを種々変更した各々の場合において内燃機関が定常状態にあるときに最適な燃焼状態（運転状態）が得られるような基本点火時期を予め実験等により求めておき、内燃機関の制御装置は、それら種々の場合における基本点火時期が格納された基本点火時期記憶手段（ＲＯＭ内に記憶されたテーブル）を搭載することで、同基本点火時期記憶手段とその時点での上記複数の因子とに基き同時点での点火時期を決定するようになっている。

【００１６】

よって、内燃機関の制御装置がかかる基本点火時期記憶手段を備えている場合には、上記のように、内燃機関の点火時期を、前記推定された各燃料成分の筒内流入燃料量に基いて（即ち、例えば、各燃料成分の筒内流入燃料量に基いて得られる筒内に流入する各燃料成分の間の成分比率、筒内に流入する燃料の筒内オクタン価に基いて）、基本点火時期から補正することで決定することにより、基本点火時期を決定するための既存のテーブルをそのまま利用しつつ容易に最適な点火時期を計算することが可能となる。

【００１７】

【発明の実施の形態】

以下、本発明による内燃機関の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、同制御装置を火花点火式多気筒（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。

【００１８】

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ワーケース、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。

【００１９】

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。

【００２０】

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。

【００２１】

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、吸気管４１内にあっ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、及びスワールコントロールバルブ（以下、「ＳＣＶ」と称呼する。）４４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。ＳＣＶ４４は、前記スロットルバルブ４３よりも下流で前記インジェクタ３９よりも上流の位置にて前記吸気管４１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４４ａにより回転駆動されるようになっている。なお、本明細書においては、インテークマニホールドを含む吸気管４１、吸気ポート３１、吸気弁３２、及びＳＣＶ４４等を吸気通路を構成する部材（吸気通路構成部材）と称呼する。

【００２２】

図２は、一つの気筒（特定の気筒）の燃焼室２５、及び同燃焼室２５の近傍部分の概略平面図である。図２に示したように、前記吸気ポート３１は、実際には各気筒に一対ずつ設けられた吸気ポート３１ａ，３１ｂからなっている。吸気ポート３１ａは、燃焼室２５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３１ｂは所謂ストレートポートを構成している。吸気管４１のサージタンクから各燃焼室２５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４１の長手方向に沿って伸びる隔壁４１ａが形成されていて、これにより吸気管４１は吸気ポート３１ａに連通する第１インテークマニホールド４５と、吸気ポート３１ｂに連通する第２インテークマニホールド４６とに区画されている。前記ＳＣＶ４４は、第２インテークマニホールド４６内において回動可能に支持され、第２インテークマニホールド４６の開口断面積を変更し得るようになっている。

【００２３】

隔壁４１ａの適宜個所には第１，第２インテークマニホールド４５，４６を連通する連通路４１ｂが形成されていて、前記インジェクタ３９は同連通路４１ｂの近傍位置に固定され、吸気ポート３１ａ，３１ｂに向けて燃料を噴射するようになっている。これにより、インジェクタ３９から噴射された燃料は、その一部が前記吸気通路構成部材に付着する。

【００２４】

再び図１を参照すると、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、及びエキゾーストパイプ５２に介装された触媒コンバータ（三元触媒装置）５３を備えている。

【００２５】

一方、このシステムは、熱線式エアフローメータ６１、吸気温センサ６２、大気圧センサ（スロットルバルブ上流圧力センサ）６３、スロットルポジションセンサ６４、SCV開度センサ６５、カムポジションセンサ６６、クランクポジションセンサ６７、水温センサ６８、O_2センサ６９、及びアクセル開度センサ８１を備えている。

【００２６】

エアフローメータ６１は、概略斜視図である図３に示したように、吸気管４１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６１ａ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６１ｂとからなっている。熱線計量部６１ａ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（ボビン部）６１ａ１と、同吸気温計測用抵抗６１ａ１を前記信号処理部６１ｂに連結して保持するサポート部６１ａ

２と、加熱用抵抗（ヒータ）６１ａ３と、同加熱用抵抗６１ａ３を前記信号処理部６１ｂに連結して保持するサポート部６１ａ４とを備えている。信号処理部６１ｂは、吸気温計測用抵抗６１ａ１と加熱用抵抗６１ａ３とで構成されたブリッジ回路を備え、このブリッジ回路により吸気温計測用抵抗６１ａ１と加熱用抵抗６１ａ３との温度差を常に一定に維持するように同加熱用抵抗６１ａ３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Vgに変換して出力するようになっている。

【００２７】

吸気温センサ６２は、エアフローメータ６１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６３は、スロットルバルブ４３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６４は、スロットルバルブ４３の開度を検出し、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６５は、ＳＣＶ４４の開度を検出し、ＳＣＶ開度θiv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６６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）一つのパルスを有する信号（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６７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を表す。水温センサ６８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。O_2センサ６９は、触媒コンバータ５３に流入する排ガス中の酸素濃度に応じた信号（空燃比が理論空燃比よりもリッチであるか、又はリーンであるかを示す信号）を出力するようになっている。アクセル開度センサ８１は、運転者によって操作されるアクセルペダル８２の操作量Accpを表す信号を出力するようになっている。

【００２８】

電気制御装置７０は、互いにバスで接続されたＣＰＵ７１、ＣＰＵ７１が実行するプログラム、テーブル（ルックアップテーブル、マップ）、定数等を予め記憶したＲＯＭ７２、ＣＰＵ７１が必要に応じてデータを一時的に格納するＲＡＭ７３、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ＲＡＭ７４、及びＡＤコンバータを含むインターフェース７５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７５は、前記センサ６１～６９，８１と接続され、ＣＰＵ７１にセンサ６１～６９，８１からの信号を供給するとともに、同ＣＰＵ７１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、スロットルバルブアクチュエータ４３ａ、及びＳＣＶアクチュエータ４４ａに駆動信号を送出するようになっている。

【００２９】

次に、上記のように構成された制御装置による点火プラグ３７の点火時期の決定方法について説明する。以下に述べる処理は、ＣＰＵ７１がプログラムを実行することによりなされる。

【００３０】

（吸入空気量相当値KLFWDの決定方法の概要）

この制御装置は、ノック限界に影響を与える因子の一部であるエンジン回転速度Ne、冷却水温THW、及び一気筒当たりの吸入空気量相当値KLFWDの組み合わせを種々変更した各々の場合において内燃機関１０が定常状態にあるときに最適な燃焼状態を得るための予め実験にて求められている基本点火時期ITsteadyと、エンジン回転速度Ne、冷却水温THW、及び吸入空気量相当値KLFWDとの関係を規定する基本点火時期テーブルをＲＯＭ７２に格納していて、同基本点火時期テーブルと、エンジン回転速度Ne、冷却水温THW、及び一気筒当たりの吸入空気量相当値KLFWDとに基き基本点火時期ITsteadyを決定する。ここで、基本点火時期テーブルは、基本点火時期記憶手段に相当している。

【００３１】

ここで、本制御装置は、実際のエンジン回転速度Neをクランクポジションセンサ６７の出力に基いて取得し、また、実際の冷却水温THWを水温センサ６８から取得する。しかしながら、実際の一気筒当たりの吸入空気量（吸入空気量相当値KLFWD）を直接検出することはできないので、本制御装置は、吸気行程にある気筒の吸気弁３２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（一気筒当たりの吸入空気量、筒内吸入空気量）を予測する必要がある。

【００３２】

一方、吸気弁閉時の吸気管圧力PMFWDは、燃焼室２５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を求める。

【００３３】

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変換テーブルと、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、この吸入空気量mtAFMが一気筒当たりの吸入空気量相当値KLFWDと等しいものとして、吸入空気量相当値KLFWDを簡易的に求めてもよい。

【００３４】

上記のように、吸気弁閉時の吸気管圧力PMFWDから一気筒当たりの吸入空気量相当値KLFWDを求める本実施形態の制御装置は、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１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。

【００３５】

【数１】

PMFWD＝Pm３＋（Pm１－Pm２）

【００３６】

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１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。

【００３７】

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。

【００３８】

（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。

【００３９】

（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θｒとの関係を規定するテーブルとに基づいて暫定的な目標スロットルバルブ開度θｒ１が求められ、この暫定的な目標スロットルバルブ開度θｒ１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θｒ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θｒとなるようにスロットルバルブアクチュエータ４３ａに対して駆動信号を送出する。

【００４０】

このように、目標スロットルバルブ開度θｒ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θｒ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θｒ１と等しい。また、目標スロットルバルブ開度θｒ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θｒ１）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。

【００４１】

（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２及び下記数３に基づいて推定するモデルである。下記数２及び下記数３において、μは流量係数、Ａtはスロットル開口面積、νはスロットルバルブ４３を通過する空気の流速、Paはスロットルバルブ上流圧力、Pmは吸気管圧力、Taは吸気温度、ρmは吸気密度、Ｒは気体定数、及びκは比熱比（以下、κを一定値として扱う。）である。

【００４２】

【数２】

$$mt = \mu \cdot At \cdot \nu \cdot \rho m = \mu \cdot At \cdot \{Pa/(R \cdot Ta)^{1/2}\} \cdot \Phi\ (Pm/Pa)$$

【００４３】

【数３】

$$\Phi(Pm/Pa) = \begin{cases} \sqrt{\dfrac{\kappa}{2\cdot(\kappa+1)}} & (Pm/Pa) \le \dfrac{1}{\kappa+1} \\ \sqrt{\left\{\dfrac{\kappa-1}{2\cdot\kappa}\cdot\left(1-\dfrac{Pm}{Pa}\right)+\dfrac{Pm}{Pa}\right\}\cdot\left(1-\dfrac{Pm}{Pa}\right)} & (Pm/Pa) > \dfrac{1}{\kappa+1} \end{cases}$$

【００４４】

ここで、上記数２は、k1を所定の係数（＝μ・Ａｔ・｛Pa/(Ｒ・Ta)$^{1/2}$｝）、mtsを吸気弁閉時のスロットル通過空気量とするとき下記数４に書き換えられる。また、数４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PmTAとすると、下記数５が得られるので、数４及び数５から係数k1を消去して下記数６を得ることができる。

【００４５】

【数４】

mts＝k1・Φ（Pm/Pa）

【００４６】

【数５】

mtsTA＝k1・Φ（PmTA/Pa）

【００４７】

【数６】

mts＝｛mtsTA／Φ（PmTA/Pa）｝・Φ（Pm/Pa）

【００４８】

上記数６の右辺における値｛mtsTA／Φ（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流量（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Ｍ２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／Φ（PmTA/Pa）｝との関係を規定したテーブルをＲＯＭ７２内に記憶していて、このテーブル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／Φ（PmTA/Pa）｝を求める。

【００４９】

また、数６の右辺における値Φ（Pm/Pa）は、上記数３から理解されるように、比熱比κ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Ｍ２は、吸気管圧力Pm及びスロットルバルブ上流圧力Paと、値Φ（Pm/Pa）との関係を規定したテーブルをＲＯＭ７２内に記憶していて、このテーブルと、後述するインテークマニホールドモデルＭ４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とに基づいて値Φ（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。

【００５０】

（３）吸気弁モデルＭ３

吸気弁モデルＭ３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流量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３２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、筒内吸入空気流量mcは吸気弁閉時の吸気管圧力Pmに比例する。そこで、吸気弁モデルＭ３は筒内吸入空気流量mcを、経験則に基づく下記数７にしたがって求める。

【００５１】

【数７】

mc＝（THA/Tm）・（ｃ・Pm－ｄ）

【００５２】

数７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Ｍ３は、エンジン回転速度Ne、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テーブルをＲＯＭ７２内に格納していて、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テーブルとから比例係数ｃ、及び既燃ガス量ｄを求める。また、吸気弁モデルＭ３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Ｍ４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と直前の吸気管内空気温度Tmとを上記数７に適用し、吸

気弁閉時の筒内吸入空気流量mcを推定する。
【００５３】
（４）インテークマニホールドモデルＭ４
インテークマニホールドモデルＭ４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８及び下記数９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。
【００５４】
【数８】
dPm/dt＝κ・(Ｒ/Ｖ)・(mt・Ta－mc・Tm)
【００５５】
【数９】
d(Pm/Tm) /dt＝(Ｒ/Ｖ)・(mt－mc)
【００５６】
図７に示したように、インテークマニホールドモデルＭ４は、スロットルモデルＭ２により推定されたスロットル通過空気量mtsを上記数８，数９におけるスロットル通過空気量mtとして使用し、吸気弁モデルＭ３により推定された吸気弁閉時の筒内吸入空気流量mcを上記数８，数９の筒内吸入空気流量mcとして使用する。このインテークマニホールドモデルＭ４により推定された吸気管圧力Pmが、前記吸気弁閉時の推定吸気管圧力Pm１となる。
【００５７】
（Pm２の求め方）
上記エアフローメータ６１が現時点で出力するであろう値に基づく吸気管圧力Pm２は、上記スロットルモデルＭ２と同じモデルであるスロットルモデルＭ５、エアフローメータモデルＭ６、上記吸気弁モデルＭ３と同じ吸気弁モデルＭ７、及び上記インテークマニホールドモデルＭ４と同じインテークマニホールドモデルＭ８により求められる。
【００５８】
（５）スロットルモデルＭ５
具体的に述べると、スロットルモデルＭ５は、上記数６を書換えた下記数１０に従って、現時点におけるスロットル通過空気量mtTHRを推定する。
【００５９】
【数１０】
mtTHR＝｛mtsTA／Φ（PmTA/Pa）｝・Φ（Pm/Pa）
【００６０】
スロットルモデルＭ５は、上記数１０の右辺における値｛mtsTA／Φ（PmTA/Pa）｝を、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／Φ（PmTA/Pa）｝との関係を規定した前記テーブルと、スロットルポジションセンサ６４が実際に検出したスロットルバルブ開度TA（以下、「実スロットルバルブ開度TAR」と称呼する。）、実際のエンジン回転速度Ne、実際の又は計算され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とに基づいて求める。
【００６１】
また、スロットルモデルＭ５は、数１０の右辺における値Φ（Pm/Pa）を、吸気管圧力Pm及びスロットルバルブ上流圧力Paと値Φ（Pm/Pa）との関係を規定した前記テーブルと、後述するインテークマニホールドモデルＭ８が既に計算している最新の吸気管圧力PmR、及び実際のスロットルバルブ上流圧力Pa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mtTHRが求められる。
【００６２】
（６）エアフローメータモデルＭ６
エアフローメータモデルＭ６は、スロットル通過空気量が所定の量αである場合に、エアフローメータ６１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mtRを推定するモデルである。この場合、上記所定の量αは、スロットルモデルＭ５が推定したスロットル通過空気量mtTHRである。

【００６３】

エアフローメータモデルＭ６は、先ず、スロットル通過空気量mtTHRに対する完全放熱量W1, W2を、同完全放熱量W1, W2とスロットル通過空気量mtとの関係を規定するテーブルと、前記求められたスロットル通過空気量mtTHRとに基づいて求める。完全放熱量W1、及び完全放熱量W2は、図４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。

【００６４】

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の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１１及び下記数１２にしたがって求める。数１１，数１２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、Δｔ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。

【００６５】

【数１１】

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

【００６６】

【数１２】

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

【００６７】

上記数１１，数１２において、τ１、及びτ２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１３及び下記数１４により求められる。数１３，数１４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変換テーブルと、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。

【００６８】

【数１３】

$$\tau 1 = k10 \cdot u^{m1}$$

【００６９】

【数１４】

$$\tau 2 = k20 \cdot u^{m2}$$

【００７０】

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に示したテーブルと、上記数１１～数１４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。

【００７１】

（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７にしたがって現時点における筒内吸入空気流量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７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７の計算を行う。

【００７２】

（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８，数９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流量mcRを、それぞれ数８，数９におけるスロットル通過空気量mt、及び筒内吸入空気流量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、前記エアフローメータ６１が現時点で出力するであろう値に基づく吸気管圧力Pm２となる。

【００７３】

（Pm３の求め方）

上記エアフローメータ６１の現時点における実際の出力電圧Vgに基づく吸気管圧力Pm３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。

【００７４】

（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、エアフローメータ６１の出力電圧Vgと図５に示したVg－mtAFM変換テーブル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８，数９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流量mcRを同数８，数９の筒内吸入空気流量mcとして使用し、吸気管圧力Pm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Pmが、エアフローメータ６１の現時点における実際の出力電圧Vgに基づく吸気管圧力Pm３となる。以上により、吸気管圧力Pm１～Pm３が求められ、本制御装置は、上記数１にしたがって吸気弁閉時の吸気管圧力PMFWDを予測・推定するとともに、推定した吸気管圧力PMFWDに基いて一気筒当たりの吸入空気量相当値KLFWDを求める。

【００７５】

（各燃料成分の燃料付着量及び各燃料成分の筒内流入燃料量の推定方法の概要）次に、本制御装置が行う、燃料を構成する燃料成分毎の燃料付着量の推定方法、同燃料成分毎のシリンダ内（筒内）流入燃料量の推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。

【００７６】

このように吸気通路構成部材に付着した燃料は、先に説明したように、蒸留性状（沸点、飽和蒸気圧）の異なる多数の燃料成分から構成される混合物である。しかし、本実施形態の制御装置は、計算の簡便化によるＣＰＵ７１の計算負担の軽減等の観点から、この燃料を、以下に説明する低沸点成分と高沸点成分との２つの燃料成分に二分し、これら２つの燃料成分から構成されているものとして扱う。

【００７７】

図１１は、吸気管４１の温度（吸気管４１の壁面温度、吸気通路内の温度。この温度は冷却水温THWで代用することができる。）が内燃機関１０が完全に暖機した状態において発生し得る所定温度T0に維持されていて、且つ内燃機関１０が定常状態にあるものとした場合における、吸気管圧力PMFWDと、吸気通路構成部材への低沸点成分の燃料付着量fwv及び吸気通路構成部材への高沸点成分の燃料付着量fwpとの関係をそれぞれ示したグラフである。

【００７８】

図１１から理解できるように、低沸点成分は、飽和蒸気圧が比較的高いことから、前記所定温度T0において吸気管圧力PMFWDが内燃機関１０の運転中において発生し得る範囲内における或る所定圧力P0を下回ると吸気通路構成部材に付着していた燃料付着量fwvの燃料の全量が蒸発して燃料付着量fwvが「０」になるような、炭素数が少なくて沸点が低い燃料成分の群を総称したものである。一方、高沸点成分は、飽和蒸気圧が比較的低いことから、前記所定温度T0において吸気管圧力PMFWDが内燃機関１０の運転中において発生し得

る範囲内にあるときには常に吸気通路構成部材に付着する燃料付着量fwpの燃料が存在し得るような、炭素数が比較的多くて沸点が比較的高い燃料成分の群を総称したものである。

【００７９】

このように、吸気通路構成部材に付着する低沸点成分の挙動は、吸気通路構成部材に付着する高沸点成分の挙動と大きく相違する。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、低沸点成分に対するものと高沸点成分に対するものとで大きく相違する。従って、本制御装置は、燃料付着モデルを、吸気通路構成部材に付着する低沸点成分についてのモデルと、吸気通路構成部材に付着する高沸点成分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、吸気通路構成部材への低沸点成分の燃料付着量fwvと吸気通路構成部材への高沸点成分の燃料付着量fwpとを分けて求める。

【００８０】

より具体的に述べると、特定の気筒に着目した図１２に示したように、fi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、fwpを吸気通路構成部材にすでに付着している高沸点成分の燃料付着量、Ppを吸気通路構成部材にすでに付着している高沸点成分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高沸点成分の割合（高沸点成分の残留率Pp）、Rp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付着する高沸点成分の割合（高沸点成分の付着率Rp）、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は次回の演算値（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高沸点成分の量はRp・fi(k)であり、吸気通路構成部材にすでに付着していた高沸点成分のうち同吸気通路構成部材に残留する高沸点成分の量はPp・fw(k)であるから、高沸点成分の燃料付着量fwp(k+1)について下記数１５が成立する。下記数１５は、高沸点成分についての燃料付着モデルを記述したものである。

【００８１】

【数１５】

fwp(k+1)＝Rp・fi(k)＋Pp・fwp(k)

【００８２】

同様に、fwvを吸気通路構成部材にすでに付着している低沸点成分の燃料付着量、Pvを吸気通路構成部材にすでに付着している低沸点成分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低沸点成分の割合（低沸点成分の残留率Pv）、Rv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付着する低沸点成分の割合（低沸点成分の付着率Rv）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低沸点成分の量はRv・fi(k)であり、吸気通路構成部材にすでに付着していた低沸点成分のうち同吸気通路構成部材に残留する低沸点成分の量はPv・fw(k)であるから、低沸点成分の燃料付着量fwv(k+1)について下記数１６が成立する。下記数１６は、低沸点成分についての燃料付着モデルを記述したものである。上記数１５及び下記数１６の演算を行う手段が燃料付着量推定手段に相当する。

【００８３】

【数１６】

fwv(k+1)＝Rv・fi(k)＋Pv・fwv(k)

【００８４】

ここで、上記高沸点成分の付着率Rpは、噴射された前記燃料中の高沸点成分の割合Kpと噴射された高沸点成分のうち吸気通路構成部材へ付着する高沸点成分の割合R’pとの積であり、上記低沸点成分の付着率Rvは、噴射された前記燃料中の低沸点成分の割合Kvと噴射された低沸点成分のうち吸気通路構成部材へ付着する低沸点成分の割合R’vとの積である。前記燃料中の高沸点成分の割合Kpと前記燃料中の低沸点成分の割合Kv（Kp+Kv=1）は使用される燃料自体に依存し、本実施例では、前記燃料中の高沸点成分の割合Kpと前記燃料中の低沸点成分の割合Kvとをそれぞれ一定値として扱う。

【００８５】
また、上記数１５又は数１６にて使用される上記高沸点成分の残留率Pp、低沸点成分の残留率Pv、高沸点成分の付着率Rp、及び低沸点成分の付着率Rvは、SCV開度センサ６５により検出されるＳＣＶ開度θiv、クランクポジションセンサ６７の出力に基くエンジン回転速度Ne、水温センサ６８により検出される冷却水温THW、及び上記数１により計算されている最新の吸気弁閉時の吸気管圧力PMFWDの関数Fpp、関数Fpv、関数Frp、及び関数Frvにそれぞれ基く所定のテーブルにより決定される。
【００８６】
図１３（ａ）は、前記所定のテーブルにおいて、ＳＣＶ開度θiv、及びエンジン回転速度Neがそれぞれ所定の一定値に維持されていて、且つ冷却水温THWが前記所定温度TOに維持されているものと仮定した場合における、吸気管圧力PMFWDと、高沸点成分の残留率Pp及び低沸点成分の残留率Pvとの関係をそれぞれ示したグラフである。また、図１３（ｂ）は、図１３（ａ）において仮定した場合（条件）と同一の場合における、吸気管圧力PMFWDと、高沸点成分の付着率Rp及び低沸点成分の付着率Rvとの関係をそれぞれ示したグラフである。
【００８７】
図１３（ａ）及び図１３（ｂ）に示したように、上記高沸点成分の残留率Pp、低沸点成分の残留率Pv、高沸点成分の付着率Rp、及び低沸点成分の付着率Rvは全て、吸気管圧力PMFWDが高くなるほど大きくなる。これは、吸気管圧力PMFWDが高くなるほど高沸点成分及び低沸点成分の各々の沸点が高くなり、その結果、吸気通路構成部材に付着していた高沸点成分及び低沸点成分の蒸発が抑制され、且つ、インジェクタ３９から噴射された高沸点成分及び低沸点成分の霧化が抑制されることに基く。
【００８８】
また、吸気管圧力PMFWDが内燃機関１０の運転中において発生し得る範囲内にある状態においては、高沸点成分の残留率Ppは低沸点成分の残留率Pvよりも大きく、且つ、高沸点成分の付着率Rpは低沸点成分の付着率Rvよりも大きい。これは、同一条件下においては高沸点成分の沸点が低沸点成分の沸点よりも高く、その結果、高沸点成分の方が低沸点成分よりも、付着していた吸気通路構成部材からの蒸発が抑制され、且つ、インジェクタ３９から噴射されたときの霧化が抑制されることに基く。
【００８９】
また、低沸点成分の残留率Pv及び低沸点成分の付着率Rvは共に、吸気管圧力PMFWDが前記所定圧力POを下回ると「０」になる。これは、先に図１１を参照しつつ説明したように、冷却水温THWが前記所定温度TOに維持されている場合、吸気管圧力PMFWDが前記所定圧力POを下回ると低沸点成分が吸気通路構成部材に付着し得なくなることに基く。
【００９０】
次に、本制御装置は、上述したように高沸点成分についての燃料付着モデルを利用して求めた吸気通路構成部材への高沸点成分の燃料付着量fwpと低沸点成分についての燃料付着モデルを利用して求めた吸気通路構成部材への低沸点成分の燃料付着量fwvとに基いて、高沸点成分の筒内流入燃料量fcpと低沸点成分の筒内流入燃料量fcvとを分けて求める。
【００９１】
即ち、一吸気行程において、今回噴射された燃料噴射量fi(k)の燃料のうち吸気通路構成部材に付着せず筒内に直接吸入される高沸点成分の量はKp・(1-R’p)・fi(k)＝(Kp-Rp)・fi(k)となり、吸気通路構成部材に付着していた高沸点成分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高沸点成分の量は(1-Pp)・fwp(k)となるから、筒内に吸入される高沸点成分の筒内流入燃料量fcp(k)は下記数１７により表すことができる。
【００９２】
【数１７】
$$fcp(k)=(1-Pp)\cdot fwp(k)+(Kp-Rp)\cdot fi(k)$$
【００９３】
同様に、一吸気行程において、今回噴射された燃料噴射量fi(k)の燃料のうち吸気通路構

成部材に付着せず筒内に直接吸入される低沸点成分の量はKv・(1-R’v)・fi(k)＝(Kv-Rv)・fi(k)となり、吸気通路構成部材に付着していた低沸点成分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低沸点成分の量は(1-Pv)・fwv(k)となるから、筒内に吸入される低沸点成分の筒内流入燃料量fcv(k)は下記数１８により表すことができる。上記数１７及び下記数１８の演算を行う手段が筒内流入燃料量推定手段に相当する。

【００９４】

【数１８】

fcv(k)＝(1-Pv)・fwv(k)＋(Kv-Rv)・fi(k)

【００９５】

以上のように、本実施形態の制御装置は、高沸点成分についての燃料付着モデルと低沸点成分についての燃料付着モデルを利用して、吸気通路構成部材への高沸点成分の燃料付着量fwpと吸気通路構成部材への低沸点成分の燃料付着量fwvとを分けて求めるとともに、吸気通路構成部材への高沸点成分の燃料付着量fwpと吸気通路構成部材への低沸点成分の燃料付着量fwvとに基いて、高沸点成分の筒内流入燃料量fcpと低沸点成分の筒内流入燃料量fcvとを分けて求める。

【００９６】

（点火時期の決定方法の概要）

一般に、上記低沸点成分はオクタン価が低く、上記高沸点成分は同低沸点成分よりもオクタン価が高い。従って、筒内に流入する（筒内で実際に燃焼される）燃料全体としてのオクタン価（筒内オクタン価）は、筒内に流入する低沸点成分に対する筒内に流入する高沸点成分の比率に応じて変化し、同比率が大きくなるほど筒内オクタン価は高くなる。よって、前記比率の増加に応じて内燃機関１０の点火時期を進角側に移動することが好ましい。ここで、前記筒内に流入する低沸点成分に対する筒内に流入する高沸点成分の比率（以下、「成分比率」と称呼する。）ＲＡＴＩＯは、上記数１７及び数１８に基き、下記数１９により表すことができる。

【００９７】

【数１９】

ＲＡＴＩＯ＝fcp(k)/fcv(k)＝((1-Pp)・fwp(k)＋(Kp-Rp)・fi(k)) / ((1-Pv)・fwv(k)＋(Kv-Rv)・fi(k))

【００９８】

上記数１９において使用されている高沸点成分の残留率Pp、低沸点成分の残留率Pv、高沸点成分の付着率Rp、及び低沸点成分の付着率Rvは、先に図１３等を参照しつつ説明したように吸気弁閉時の吸気管圧力PMFWD等が変化すると互いに独立して変化する。従って、内燃機関１０の運転状態が過渡運転状態にあるときには、成分比率ＲＡＴＩＯの値は時々刻々と変化する。

【００９９】

一方、内燃機関１０の運転状態が定常状態にあるときには、吸気通路構成部材への高沸点成分の燃料付着量fwpも吸気通路構成部材への低沸点成分の燃料付着量fwvも時間的に変化しない状態となっている。従って、上記数１５においてfwp(k+1)をfwp(k)と置き、上記数１６においてfwv(k+1)をfwv(k)と置くと、それぞれ、下記数２０及び数２１を得ることができる。

【０１００】

【数２０】

fwp(k)＝(Rp/(1-Pp))・fi(k)

【０１０１】

【数２１】

fwv(k)＝(Rv/(1-Pv))・fi(k)

【０１０２】

上記数１９～数２１から高沸点成分の燃料付着量fwp(k)及び低沸点成分の燃料付着量fwv(k)を消去して数１９を整理すると、内燃機関１０が定常状態にあるときにおける筒内に流

入する低沸点成分に対する筒内に流入する高沸点成分の比率（以下、「定常状態時成分比率」と称呼する。）ＲＡＴＩＯsteadyが得られ、定常状態時成分比率ＲＡＴＩＯsteadyは、下記数２２により表すことができる。

【０１０３】

【数２２】

ＲＡＴＩＯsteady＝Kp/Kv

【０１０４】

先に述べたように、前記燃料中の高沸点成分の割合Kpと前記燃料中の低沸点成分の割合Kvはそれぞれ一定値である。従って、前記成分比率ＲＡＴＩＯの値は、内燃機関１０が定常状態にある限りにおいて一定値である定常状態時成分比率ＲＡＴＩＯsteadyとなる。なお、上記数２２にて示される定常状態時成分比率ＲＡＴＩＯsteadyの値は、内燃機関１０に使用されている燃料自体の低沸点成分に対する高沸点成分の比率と等しい。従って、内燃機関１０が定常状態にあるときの筒内オクタン価は、燃料自体のオクタン価と等しいことになる。

【０１０５】

ここで、先に説明したように、本制御装置がＲＯＭ７２に格納している上述した基本点火時期テーブルにより求められる基本点火時期ITsteadyは、内燃機関１０が定常状態にあるときに最適な燃焼状態が得られるように決定されている。従って、基本点火時期ITsteadyは、筒内に流入する低沸点成分に対する筒内に流入する高沸点成分の比率が上記定常状態時成分比率ＲＡＴＩＯsteadyと等しいときに最適な燃焼状態が得られるように決定されていることになる。

【０１０６】

よって、内燃機関１０が過渡状態にあって、上記数１９に基く成分比率ＲＡＴＩＯの値が上記定常状態時成分比率ＲＡＴＩＯsteadyより大きいときは、内燃機関１０の点火時期を基本点火時期ITsteadyよりも進角側に補正し、成分比率ＲＡＴＩＯの値が定常状態時成分比率ＲＡＴＩＯsteadyより小さいときは、同点火時期を基本点火時期ITsteadyよりも遅角側に補正することが好ましい。

【０１０７】

そこで、本実施形態の制御装置は、内燃機関１０の点火時期ITを求めるため、先ず、成分比率ＲＡＴＩＯと定常状態時成分比率ＲＡＴＩＯsteadyとの大小関係の程度を示す指標値として、下記数２３により比率比ＸＲを求める。

【０１０８】

【数２３】

ＸＲ＝ＲＡＴＩＯ/ＲＡＴＩＯsteady

【０１０９】

次に、本制御装置は、比率比ＸＲと点火時期補正量ΔITとの関係を規定する図１４にグラフにより示したテーブルと、同比率比ＸＲとに基いて点火時期補正量ΔITを決定する。これにより、点火時期補正量ΔITは、比率比ＸＲが「１」より大きいとき、比率比ＸＲの増加に応じて増大し（より進角側に補正する正の量となり）、比率比ＸＲが「１」より小さいとき、比率比ＸＲの減少に応じて減少する（より遅角側に補正する負の量となる）。換言すれば、点火時期補正量ΔITは、成分比率ＲＡＴＩＯと定常状態時成分比率ＲＡＴＩＯsteadyとの相違の程度に応じて決定される。

【０１１０】

そして、本制御装置は、下記数２４に基いて機関制御パラメータとしての内燃機関１０の点火時期ITを求める。下記数２４により点火時期ITを決定する手段が機関制御パラメータ決定手段を構成する。

【０１１１】

【数２４】

IT＝ITsteady＋ΔIT

【０１１２】

このようにして、本制御装置は、上記数１７及び数１８により求められた高沸点成分の筒内流入燃料量fcpと低沸点成分の筒内流入燃料量fcvとに基いて基本点火時期ITsteadyを点火時期補正量ΔITだけ補正することで、内燃機関１０の点火時期ITを求める。

【０１１３】

（点火時期制御の一例）

図１５は、内燃機関１０が定常状態から急減速運転された場合における上記数１により計算される吸気管圧力PMFWD、比率比ＸＲ、及び点火時期補正量ΔITの変化の一例を示したタイムチャートである。先ず、このタイムチャートにおいては、時刻ｔ１になるまで、内燃機関１０は、吸気管４１の温度（冷却水温THW）が前記所定温度T0に近い温度になっていて、且つ、スロットルバルブ開度TAが比較的大きい一定値に維持されていることで吸気管圧力PMFWDが前記所定圧力P0よりも大きい一定値となる、定常状態にある。

【０１１４】

この定常状態では、上述したように成分比率ＲＡＴＩＯの値は定常状態時成分比率ＲＡＴＩＯsteadyと等しいので、図１５（ｂ）に示すように、比率比ＸＲは「１」に維持され、この結果、図１５（ｃ）に示すように、点火時期補正量ΔITは「０」に維持されている。

【０１１５】

そして、時刻ｔ１になると、運転者が、アクセルペダル８２の操作量Accpが急激に所定量だけ減少した後その時点での同操作量Accpに維持されるようにアクセルペダル８２を操作したものとする。これにより、スロットルバルブ開度TAも時刻ｔ１以降、急減した後に一定値に維持される。その結果、図１５（ａ）に示すように、吸気管圧力PMFWDも、時刻ｔ１以降、前記所定圧力よりも大きい一定値から急減を開始するとともに、時刻ｔ２になると、前記所定圧力P0よりも小さい一定値に維持されて、内燃機関１０は再び定常状態となる。

【０１１６】

このように、時刻ｔ１から時刻ｔ２までの過渡運転状態の間に吸気管圧力PMFWDが急激に減少すると、先に説明した図１３のグラフ、及び成分比率ＲＡＴＩＯを計算する上記数１９から理解できるように、上記低沸点成分の残留率Pv、及び低沸点成分の付着率Rvが共に直ちに「０」になって、成分比率ＲＡＴＩＯが一時的に定常状態時成分比率ＲＡＴＩＯsteadyよりも小さくなる。

【０１１７】

その結果、図１５（ｂ）に示すように、時刻ｔ１から時刻ｔ２の間、比率比ＸＲが一時的に「１」よりも小さくなるとともに、図１５（ｃ）に示すように、点火時期補正量ΔITも一時的に負の値（点火時期を遅角側に補正する量）になる。そして、時刻ｔ２以降、内燃機関１０が定常状態に復帰したことにより、比率比ＸＲは「１」に維持されるとともに、点火時期補正量ΔITは「０」に維持される。

【０１１８】

従って、図１５に示すタイムチャートにおいては、本制御装置は、点火時期ITを、時刻ｔ１になるまでは基本点火時期ITsteadyになるように、時刻ｔ１以降時刻ｔ２までの過渡運転状態においては基本点火時期ITsteadyよりも図１５（ｃ）に示す点火時期補正量ΔITだけ遅角側に補正した時期になるように、時刻ｔ２以降は再び基本点火時期ITsteadyになるように制御する。

【０１１９】

（実際の作動）

以下、上記内燃機関の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１６～図１９を参照しながら説明する。

【０１２０】

（スロットルバルブ制御）

ＣＰＵ７１は、図１６のスロットルバルブ制御ルーチンの処理を所定時間（２msec）の経過毎にステップ１６００から開始し、ステップ１６０５に進んでアクセルペダル操作量Accpを読み込む。次いで、ＣＰＵ７１はステップ１６１０に進み、同ステップ１６１０にて

図８と同じテーブル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に基づく暫定的な目標スロットルバルブ開度θｒ１を求める。

【０１２１】

次に、ＣＰＵ７１はステップ１６１５に進んで変数Ｉを「６４」に設定し、続くステップ１６２０にて記憶値θｒ（Ｉ）にθｒ（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θｒ（６４）に記憶値θｒ（６２）の値が格納される。次いで、ＣＰＵ７１はステップ１６２５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１６２５にて「Ｎｏ」と判定してステップ１６３０に進み、同ステップ１６３０にて変数Ｉの値を「２」だけ減少し、その後上記ステップ１６２０に戻る。この結果、ステップ１６２０が実行されると、記憶値θｒ（６２）に記憶値θｒ（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。

【０１２２】

その後、ステップ１６３０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１６２５にて「Ｙｅｓ」と判定してステップ１６３５に進み、同ステップ１６３５にて前記ステップ１６１０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θｒ１を記憶値θｒ（０）に格納する。以上により、現時点からＩmsec前（０msec≦Ｉmsec≦６４msec）の暫定的な目標スロットルバルブ開度θｒ（Ｉ）（Ｉ＝６４，６２，・・・，４，２，０）がＲＡＭ７３内に記憶されることになる。

【０１２３】

次に、ＣＰＵ７１はステップ１６４０に進み、同ステップ１６４０にて記憶値θｒ（６４）を最終的な目標スロットルバルブ開度θｒとして設定し、続くステップ１６４５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θｒ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１６９５にて本ルーチンを一旦終了する。

【０１２４】

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θｒ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。

【０１２５】

（吸気弁開閉タイミング制御、及びＳＣＶ開度制御）

ＣＰＵ７１は、図１７の吸気弁開閉タイミング・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１７００から開始し、ステップ１７０５に進ん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Neを読み込むとともに、ステップ１７１０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吸入空気量相当値の決定方法（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。

【０１２６】

次に、ＣＰＵ７１はステップ１７１５に進み、同ステップ１７１５内に示したテーブルと上記読み込んだエンジン回転速度Ne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１７２０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１７１５に示したテーブルにおいては、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。

【０１２７】

次いで、ＣＰＵ７１はステップ１７２５に進み、同ステップ１７２５内に示したテーブルと上記読み込んだエンジン回転速度Ne及び筒内吸入空気量相当値KLFWDとに基づいて目標SCV開度θivrを決定し、続くステップ１７３０にて実際のSCV開度が前記決定した目標SCV

開度θivrとなるように、アクチュエータ４４ａに駆動信号を出力した後、ステップ１７９５に進んで本ルーチンを一旦終了する。なお、ステップ１７２５に示したテーブルにおいては、θ1,θ2,θ3の順に値が大きくなるように設定されている。

【０１２８】

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

【０１２９】

（燃料付着量の推定、及び燃料噴射制御）

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１８の燃料噴射制御ルーチンの処理をステップ１８００から開始してステップ１８０５に進み、同ステップ１８０５にて、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と、下記数２５とに基いて今回の要求燃料噴射量fc(k)を算出する。下記数２５において、Kは設定空燃比に応じて変化する係数である。

【０１３０】

【数２５】

$$fc(k)=K\cdot KLFWD$$

【０１３１】

次いで、ＣＰＵ７１はステップ１８１０に進んで、SCV開度センサ６５が検出するSCV開度θiv、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Ne、水温センサ６８が検出する冷却水温THW、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。

【０１３２】

次に、ＣＰＵ７１はステップ１８１５に進んで、上記引数パラメータと、高沸点成分の付着率Rp、低沸点成分の付着率Rv、高沸点成分の残留率Pp、及び低沸点成分の残留率Pvとの関係をそれぞれ規定する予めＲＯＭ７２に記憶したテーブルと、上記ステップ１８１０にて読み込んだ引数パラメータとに基づき、現時点での高沸点成分の付着率Rp、低沸点成分の付着率Rv、高沸点成分の残留率Pp、及び低沸点成分の残留率Pvをそれぞれ決定する。

【０１３３】

次いで、ＣＰＵ７１はステップ１８２０に進み、下記数２６を変形した得た同ステップ１８２０内に記載した式、上記ステップ１８０５にて求めた要求燃料噴射量fc(k)、及び上記ステップ１８１５にて決定した付着率Rp、付着率Rv、残留率Pp、及び残留率Pvに基づいて今回の燃料噴射量fi(k)を算出する。

【０１３４】

【数２６】

$$fc(k)=(1-Pp)\cdot fwp(k)+(1-Pv)\cdot fwv(k)+(1-Rp-Rv)\cdot fi(k)$$

【０１３５】

上記数２６は、筒内流入燃料量（要求燃料噴射量）fc(k)が高沸点成分の筒内流入燃料量fcp(k)と低沸点成分の筒内流入燃料量fcv(k)の和であることに基く下記数２７と、上記数１７及び数１８とから、高沸点成分の筒内流入燃料量fcp(k)と低沸点成分の筒内流入燃料量fcv(k)を消去して数２７を整理し、同整理した後の式に、前記燃料中の高沸点成分の割合Kpと前記燃料中の低沸点成分の割合Kvとの関係を示す下記数２８を適用することにより得ることができる。

【０１３６】

【数２７】

$$fc(k)=fcp(k)+fcv(k)$$

【０１３７】

【数２８】

Kp+Kv＝１

【０１３８】

次に、ＣＰＵ７１はステップ１８２５に進み、上記数１５にしたがって高沸点成分の燃料付着量fwp(k+1)を求めるとともに、続くステップ１８３０にて上記数１６にしたがって低沸点成分の燃料付着量fwv(k+1)を求める。

【０１３９】

そして、ＣＰＵ７１はステップ１８３５に進んで、上記ステップ１８２０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１８９５に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【０１４０】

以上により、上記特定の気筒に対する燃料噴射量が、高沸点成分及び低沸点成分の各々の燃料付着量、従って高沸点成分及び低沸点成分の各々の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３９から噴射される。なお、ＣＰＵ７１は、他の気筒に対しても、図１８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。

【０１４１】

（点火時期制御）

ＣＰＵ７１は、特定気筒のクランク角が、その気筒の圧縮上死点（爆発上死点）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１９の点火時期制御ルーチンの処理をステップ１９００から開始してステップ１９０５に進み、同ステップ１９０５にて、上記数１９に基く同ステップ１９０５内に記載した式、図１８のステップ１８２０にて求めた今回の燃料噴射量fi(k)、図１８のステップ１８１５にて決定した高沸点成分の付着率Rp、低沸点成分の付着率Rv、高沸点成分の残留率Pp、及び低沸点成分の残留率Pv、並びに、前回本ルーチン実行時において後述するステップ１９３５にて更新（格納）されている高沸点成分の燃料付着量fwp(k)及び低沸点成分の燃料付着量fwv(k)に基づいて現時点での成分比率ＲＡＴＩＯを算出する。

【０１４２】

次に、ＣＰＵ７１はステップ１９１０に進んで、前記ステップ１９０５にて算出した成分比率ＲＡＴＩＯと前記定常状態時成分比率ＲＡＴＩＯsteady（一定値）と、上記数２３に相当するステップ１９１０内に記載の式とに基き比率比ＸＲを求める。次いで、ＣＰＵ７１はステップ１９１５に進んで、図１４のテーブルと、前記ステップ１９１０にて求めた比率比ＸＲとに基き点火時期補正量ΔITを算出する。

【０１４３】

続いて、ＣＰＵ７１はステップ１９２０に進み、上記引数パラメータと、基本点火時期ITsteadyとの関係を規定する予めＲＯＭ７２に記憶した基本点火時期テーブルと、図１８のステップ１８１０にて読み込んだ引数パラメータとに基づき、現時点での基本点火時期ITsteadyを決定する。

【０１４４】

次に、ＣＰＵ７１はステップ１９２５に進んで、前記ステップ１９１５にて算出した点火時期補正量ΔITと、前記ステップ１９２０にて決定した基本点火時期ITsteadyと、上記数２４に相当するステップ１９２５内に記載の式とに基き現時点で最適な点火時期ITを算出する。

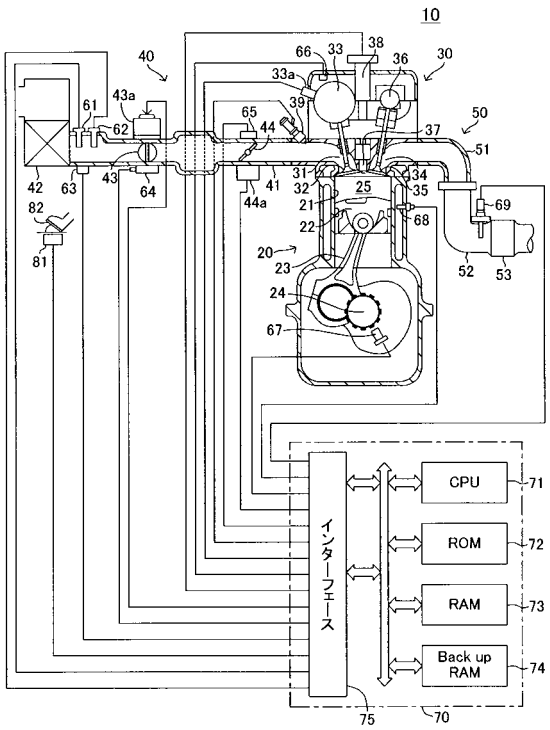
【０１４５】

そして、ＣＰＵ７１はステップ１９３０に進み、前記ステップ１９２５にて算出した点火時期ITにて上記特定気筒に対する点火プラグ３７が点火するようにイグナイタ３８に駆動信号を出力した後、続くステップ１９３５にて、図１８のステップ１８２５にて求められている高沸点成分の燃料付着量fwp(k+1)、及び図１８のステップ１８３０にて求められている低沸点成分の燃料付着量fwv(k+1)を、次回の演算のために、高沸点成分の燃料付着量fwp(k)、及び低沸点成分の燃料付着量fwv(k)にそれぞれ置き換え、ステップ１９９５に進んで、本ルーチンを一旦終了する。

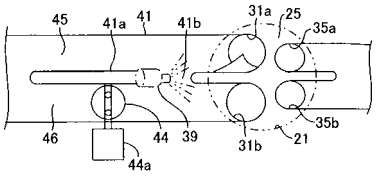
【０１４６】
以上により、上記特定の気筒に対する最適な点火時期が、高沸点成分及び低沸点成分の各々の筒内流入燃料量に基づいて決定され、同特定気筒に対する点火プラグ３７が前記決定された点火時期に点火する。なお、ＣＰＵ７１は、他の気筒に対しても、図１９のルーチンと同様なルーチンを同様なタイミングで実行する。
【０１４７】
以上説明したように、本発明による内燃機関の制御装置の実施形態によれば、吸気通路構成部材に対する付着挙動が互いに相違する高沸点成分及び低沸点成分の各々の燃料付着量fwp(k), fwv(k)を区別して推定することにより、各燃料成分の吸気通路構成部材への燃料付着量fwp(k), fwv(k)がそれぞれ精度良く推定される。従って、前記推定された各燃料成分の燃料付着量fwp(k), fwv(k)に基いて燃焼室２５内に流入する同各燃料成分の筒内流入燃料量fcp(k), fcv(k)が同燃料成分毎に区別して推定できるので、各燃料成分の筒内流入燃料量fcp(k), fcv(k)もそれぞれ精度良く推定される。この結果、内燃機関１０が過渡運転状態にあるときでも、時々刻々と変化する筒内に流入する燃料の各燃料成分間の成分比率ＲＡＴＩＯを精度良く求めることができる。そして、定常状態時成分比率ＲＡＴＩＯsteady（一定値）に対する成分比率ＲＡＴＩＯの比率である比率比ＸＲに基き点火時期補正量ΔITを求め、定常運転時にて予め適合されている基本点火時期ITsteadyを点火時期補正量ΔITだけ補正することで点火時期ITが求められる。従って、内燃機関１０が過渡運転状態にあるときでも、その運転状態を良好な状態に維持できるように点火時期ITを決定することができた。
【０１４８】
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、上記実施形態では、使用される燃料を高沸点成分と低沸点成分の２つの燃料成分に分けているが、使用される燃料を蒸留性状（沸点、飽和蒸気圧）が異なる３つ以上の燃料成分に分けてもよい。
【０１４９】
また、上記実施形態では、成分比率ＲＡＴＩＯに対する定常状態時成分比率ＲＡＴＩＯsteadyの比率である比率比ＸＲに基き点火時期補正量ΔITを求めているが、成分比率ＲＡＴＩＯと定常状態時成分比率ＲＡＴＩＯsteadyとの差に基き点火時期補正量ΔITを求めてもよい。
【図面の簡単な説明】
【図１】　本発明による内燃機関の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（吸入空気流量）との関係を規定したテーブルを表したグラフである。
【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の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テーブルを表したグラフである。
【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テーブルを表したグラフである。
【図１０】　図１に示した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に示した吸気管内の圧力と、高沸点成分と低沸点成分の各々の吸気通路構成部材への燃料付着量との関係を説明するための図である。
【図１２】　図１に示したインジェクタから噴射された燃料量と、高沸点成分と低沸点成分の各々の吸気通路構成部材への燃料付着量、及び高沸点成分と低沸点成分の各々の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１３】　図１に示したＣＰＵが参照する、吸気管圧力と、高沸点成分及び低沸点成分の各々の残留率及び付着率との関係を規定したテーブルを表したグラフである。
【図１４】　図１に示したＣＰＵが参照する比率比と点火時期補正量との関係を規定したテーブルを表したグラフである。
【図１５】　内燃機関が定常状態から急減速運転された場合における吸気管圧力、比率比、及び点火時期補正量の変化の一例を示したタイムチャートである。
【図１６】　図１に示したＣＰＵが実行するスロットルバルブ開度を制御するためのルーチンを示したフローチャートである。
【図１７】　図１に示したＣＰＵが実行する吸気弁開閉タイミング、及びＳＣＶ開度を制御するためのルーチンを示したフローチャートである。
【図１８】　図１に示したＣＰＵが実行する燃料噴射量を制御するためのルーチンを示したフローチャートである。
【図１９】　図１に示したＣＰＵが実行する点火時期を制御するためのルーチンを示したフローチャートである。
【符号の説明】
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、３９…インジェクタ、４１…吸気管、４３…スロットルバルブ、７０…電気制御装置、７１…ＣＰＵ。

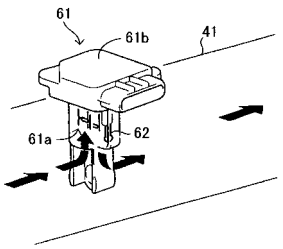
【図１】



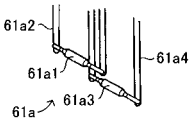
【図２】



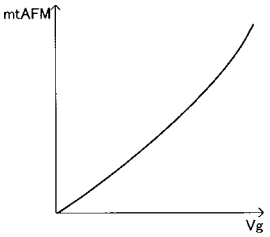
【図３】



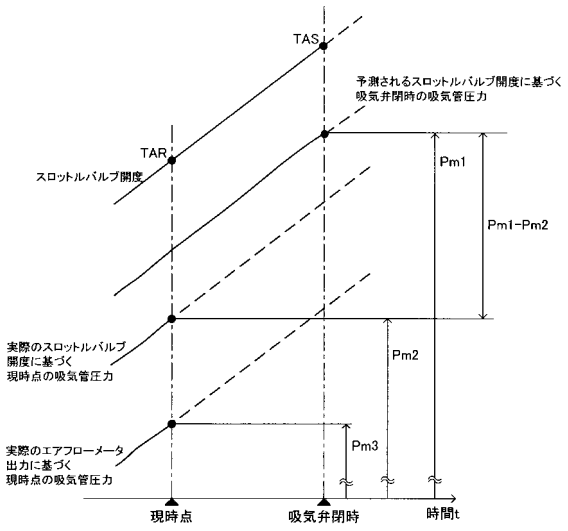
【図４】



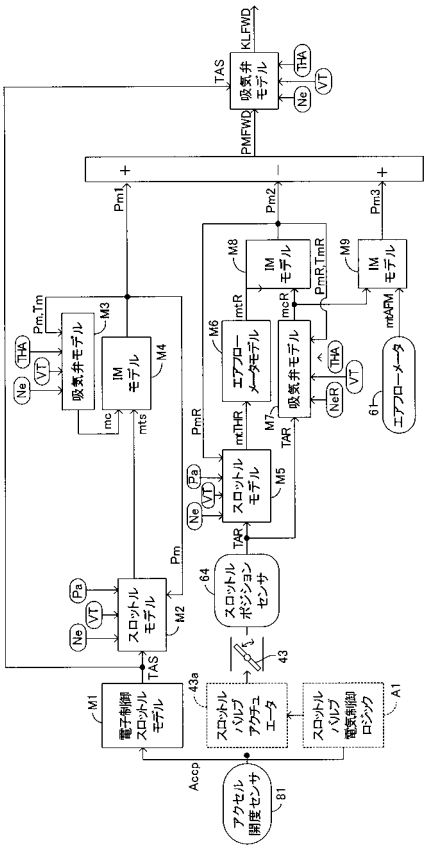
【図５】



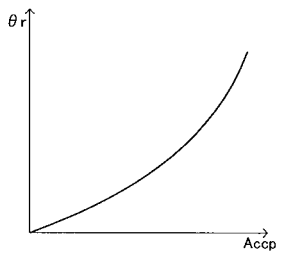
【図６】



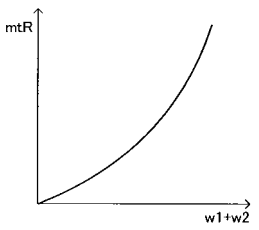
【図７】



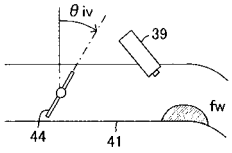
【図８】



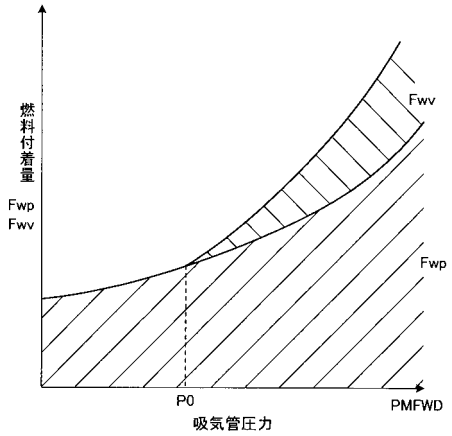
【図９】



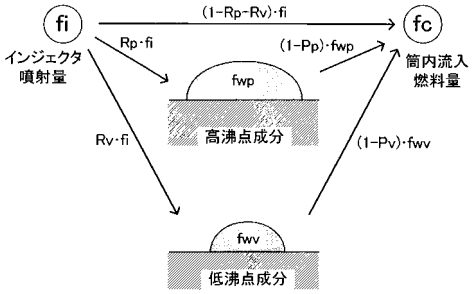
【図１０】



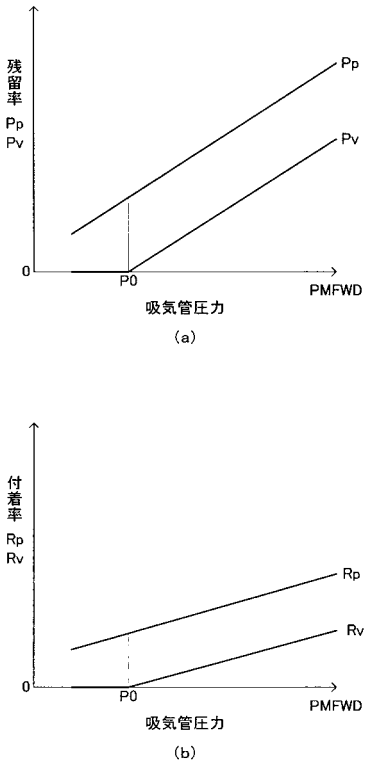
【図１１】



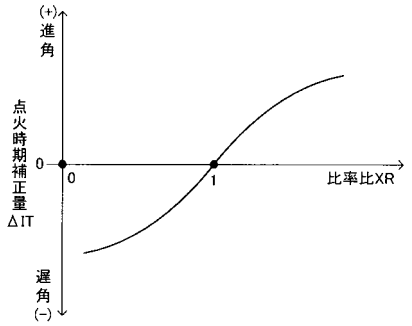
【図１２】



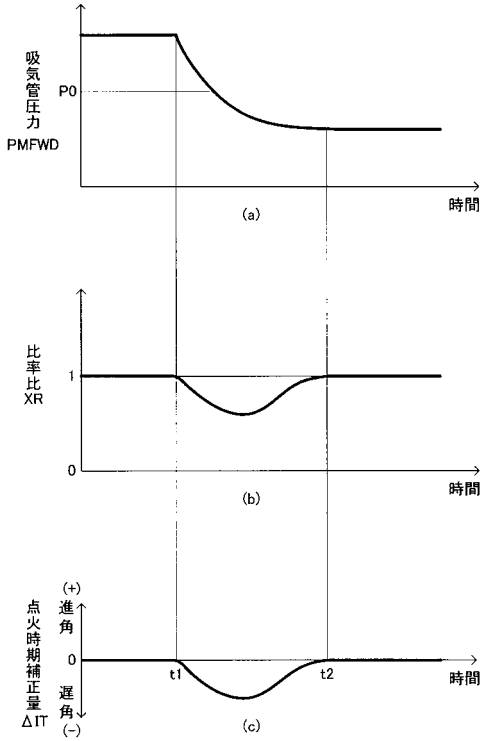
【図１３】



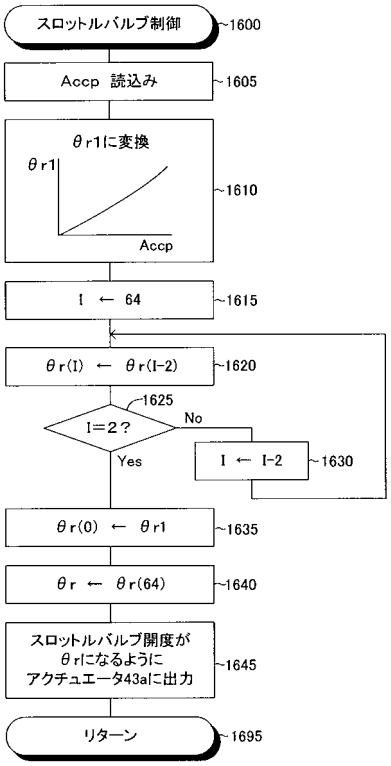
【図１４】



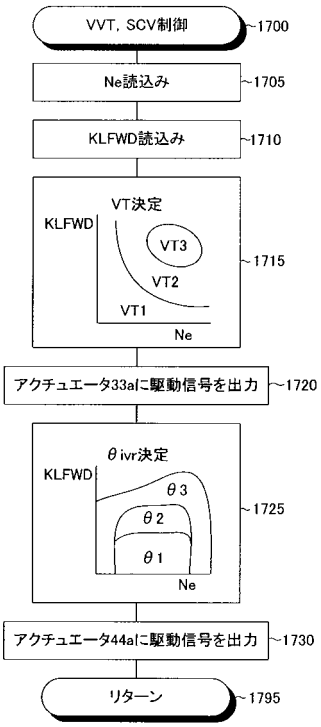
【図１５】



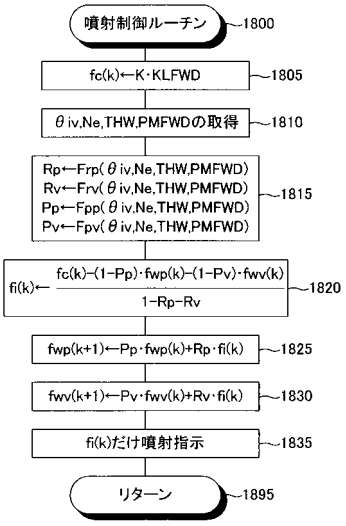
【図１６】



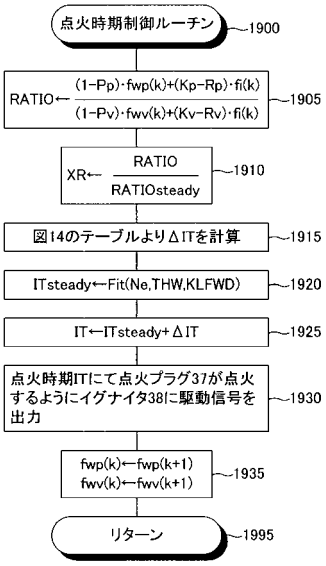
【図１７】



【図１８】



【図１９】


点火時期制御ルーチン
1900
RATIO← (1−Pp)・fwp(k)+(Kp−Rp)・fi(k) / (1−Pv)・fwv(k)+(Kv−Rv)・fi(k)
1905
XR← RATIO / RATIOsteady
1910
図14のテーブルよりΔITを計算
1915
ITsteady←Fit(Ne,THW,KLFWD)
1920
IT←ITsteady+ΔIT
1925
点火時期ITにて点火プラグ37が点火するようにイグナイタ38に駆動信号を出力
1930
fwp(k)←fwp(k+1)
fwv(k)←fwv(k+1)
1935
リターン
1995

フロントページの続き

審査官　加藤　友也

(56)参考文献　特開２００２－１１５５８５（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－２７１６２３（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－１１７７８７（ＪＰ，Ａ）
欧州特許出願公開第００９８４１４８（ＥＰ，Ａ１）
特開平０４－１５３５３７（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－２９６０８０（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－１５３５３９（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－３０３１７３（ＪＰ，Ａ）
特許第２７０５２９８（ＪＰ，Ｂ２）
特開平０５－０７９４３９（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－７４３９２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
F02D 43/00-45/00
F02D 41/00-41/40
F02P 5/15