

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4915324号
(P4915324)

(45) 発行日 平成24年4月11日 (2012. 4. 11)

(24) 登録日 平成24年2月3日 (2012. 2. 3)

(51) Int. Cl.

F 1

F O 2 D 43/00 (2006. 01)**F O 2 D 45/00 (2006. 01)****F O 2 D 41/06 (2006. 01)****F O 2 P 5/15 (2006. 01)**

F O 2 D 43/00 3 O 1 B

F O 2 D 45/00 3 6 2 H

F O 2 D 45/00 3 6 8 F

F O 2 D 43/00 3 O 1 E

F O 2 D 41/06 3 3 O A

請求項の数 4 (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-257196 (P2007-257196)
 (22) 出願日 平成19年10月1日 (2007. 10. 1)
 (65) 公開番号 特開2009-85123 (P2009-85123A)
 (43) 公開日 平成21年4月23日 (2009. 4. 23)
 審査請求日 平成22年3月4日 (2010. 3. 4)

(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 110000213
 特許業務法人プロスペック特許事務所
 (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 佐多 宏太
 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 小川 恭司

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】

燃焼室と同燃焼室内に空気を導入するための吸気通路とが連通している連通状態と、同燃焼室と同吸気通路とが遮断されている遮断状態と、に切り替え可能な吸気弁と、

圧縮上死点よりも前の時点である吸気弁開弁時点にて前記吸気弁を駆動することにより同吸気弁の状態を前記遮断状態から前記連通状態へ切り替えるとともに、同圧縮上死点よりも前の時点であって同吸気弁開弁時点よりも後の時点である吸気弁閉弁時点にて同吸気弁を駆動することにより同吸気弁の状態を同連通状態から同遮断状態へ切り替えるように構成された吸気弁駆動機構と、

前記燃焼室にて火花を発生する点火手段と、

燃料を噴射することにより前記燃焼室へ同燃料を供給する燃料噴射手段と、
 を備えるとともに、

前記空気と前記燃料とを含む混合ガスを前記燃焼室にて形成し同形成された混合ガスを前記点火手段が発生する火花により点火して同燃焼室にて燃焼させることにより出力軸を回転駆動するように構成された内燃機関に適用され、

前記出力軸の回転速度であるエンジン回転速度を取得する回転速度取得手段と、

前記内燃機関を始動させるための始動操作後の始動初期期間にて最初に燃焼が発生した初爆発生時点からの前記出力軸の回転角度に基づいて設定される基準エンジン回転速度にエンジン回転速度を近づけるように、前記取得されたエンジン回転速度と同基準エンジン回転速度とに基づいてフィードバック補正量を算出するとともに同算出したフィードバック

ク補正量に基づいて前記点火手段が火花を発生する時期である点火時期を補正する点火時期補正手段と、

を備える内燃機関の制御装置であって、

前記吸気弁閉弁時点以降の所定の推定時点にて、同吸気弁閉弁時点までに確定した物理量であって前記燃焼室内に導入される空気の量に影響を及ぼす物理量に基づいて同吸気弁閉弁時点にて同燃焼室内に導入されている空気の量である筒内空気量を推定し、同推定した筒内空気量と、前記噴射された燃料の量である燃料噴射量と、に基づいて同燃焼室にて形成された混合ガスの空燃比を推定する空燃比推定手段を備え、

前記点火時期補正手段は、前記燃焼室内のガスの圧力によって発生するトルクであって前記出力軸を回転駆動しようとするトルクである図示トルクを前記推定された空燃比がリッチ側の空燃比であるほど小さくするように、前記算出したフィードバック補正量を同推定された空燃比に基づいて補正し同補正したフィードバック補正量だけ前記点火時期を補正するように構成された内燃機関の制御装置。

10

【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、

前記空燃比推定手段は、前記物理量を前記吸気弁閉弁時点にて検出し、同検出した物理量に基づいて前記筒内空気量を推定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 1 又は請求項 2 に記載の内燃機関の制御装置において、

前記空燃比推定手段は、前記吸気弁開弁時点から前記吸気弁閉弁時点までの吸気時間を取得し、同取得した吸気時間が長くなるほど前記推定した空燃比をリッチ側に補正するように構成された内燃機関の制御装置。

20

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項に記載の内燃機関の制御装置において、

前記空燃比推定手段は、前記吸気弁閉弁時点から圧縮上死点近傍の所定の基準時点までの圧縮時間を取得し、同取得した圧縮時間が長くなるほど前記推定した空燃比をリッチ側に補正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】

【技術分野】

【0001】

30

本発明は、内燃機関の始動時にエンジン回転速度に基づいて点火時期を変更する装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、内燃機関に供給される燃料として、相対的に霧化しやすい（軽質側の）燃料である軽質燃料と、相対的に霧化しにくい（重質側の）燃料である重質燃料と、が存在する。

【0003】

内燃機関を始動させるための始動操作後の始動初期期間においては、燃焼室にて燃焼に供される燃料の量は、噴射された燃料が霧化しやすいほど多くなる。従って、軽質燃料が噴射されると、重質燃料が噴射された場合と比較して多い量の燃料が実際に燃焼するので、燃焼室内のガスの圧力により発生するトルクであって内燃機関の出力軸を回転駆動しようとするトルクである図示トルク T_q は大きくなる。

40

【0004】

従って、想定されていた燃料よりも軽質側の燃料が噴射された場合には、始動初期期間においてエンジン回転速度 N_E が過度に高くなる吹き上がりが発生する。一方、想定されていた燃料よりも重質側の燃料が噴射された場合には、図示トルク T_q が過度に小さくなることにより内燃機関を迅速に始動できない場合があった。

【0005】

そこで、従来の内燃機関の制御装置の一つは、始動初期期間において、エンジン回転速

50

度 NE が所定の基準エンジン回転速度 NE_{ref} よりも高い場合に図示トルク Tq が小さくなるように点火時期 SA をエンジン回転速度 NE と基準エンジン回転速度 NE_{ref} との差である回転速度差 NE に応じたフィードバック補正量 SA だけ遅角側に補正し、一方、エンジン回転速度 NE が基準エンジン回転速度 NE_{ref} よりも低い場合に図示トルク Tq が大きくなるように点火時期 SA を回転速度差 NE に応じたフィードバック補正量 SA だけ進角側に補正する（例えば、特許文献1を参照。）。

【特許文献1】特開2004-19571号公報

【0006】

これにより、エンジン回転速度 NE が基準エンジン回転速度 NE_{ref} よりも高い場合には図示トルク Tq が小さくされ、一方、エンジン回転速度 NE が基準エンジン回転速度 NE_{ref} よりも低い場合には図示トルク Tq が大きくなる。従って、エンジン回転速度 NE を基準エンジン回転速度 NE_{ref} に近づけることができる。この結果、吹き上がりの発生を防止できるとともに、内燃機関を迅速に始動させることができる。

【発明の開示】

【0007】

ところで、始動初期期間において、燃焼室へ供給するために噴射される燃料の量である燃料噴射量を、燃焼室に形成される混合ガスの空燃比が所定の目標空燃比に一致するように設定することが好適であると考えられる。従って、吸気弁が閉弁する時点（吸気弁閉弁時点）にて燃焼室内に導入されている空気量である筒内空気量に応じて燃料噴射量を設定することが望ましい。

【0008】

一方、例えば、吸気弁よりも上流側の吸気通路（吸気ポート）内に燃料を噴射するように構成された内燃機関においては、吸気弁が閉弁する前に燃料が噴射される。従って、このような内燃機関においては、吸気弁が閉弁する前の時点（燃料噴射量決定時点）にて吸気弁が閉弁する時点（吸気弁閉弁時点）における筒内空気量が推定され、推定された筒内空気量に基づいて燃料噴射量が決定される。

【0009】

しかしながら、始動初期期間においては、燃料噴射量決定時点から吸気弁閉弁時点までの間にエンジン回転速度や燃焼室へ流入する空気の流量が比較的大きく変化する。これにより、燃料噴射量決定時点から吸気弁閉弁時点までの間に燃焼室内へ流入する空気の量も比較的大きく変化する。従って、燃料噴射量決定時点にて推定される吸気弁閉弁時点の筒内空気量と、吸気弁閉弁時点にて実際に確定した筒内空気量と、は比較的大きく相違する場合がある。この場合、実際の空燃比は、上記目標空燃比と比較的大きく相違する。

【0010】

ところで、上記フィードバック補正量 SA は、回転速度差 NE と、実際の空燃比が目標空燃比に一致している状態において適合された係数と、に基づいて算出される。従って、始動初期期間において、実際の空燃比が目標空燃比と比較的大きく相違した場合、回転速度差 NE に基づいて決定されるフィードバック補正量 SA により点火時期 SA を補正しても、エンジン回転速度 NE を迅速に基準エンジン回転速度 NE_{ref} に近づけることができないという問題があった。

【0011】

本発明は上述した課題に対処するためになされたものであって、その目的の一つは、始動時においてエンジン回転速度を迅速に基準エンジン回転速度に近づけることが可能な内燃機関の制御装置を提供することにある。

【0012】

かかる目的を達成するため本発明に係る内燃機関の制御装置は、

燃焼室と同燃焼室内に空気を導入するための吸気通路とが連通している連通状態と、同燃焼室と同吸気通路とが遮断されている遮断状態と、に切り替え可能な吸気弁と、

圧縮上死点よりも前の時点である吸気弁開弁時点にて前記吸気弁を駆動することにより同吸気弁の状態を前記遮断状態から前記連通状態へ切り替えるとともに、同圧縮上死点よ

10

20

30

40

50

りも前の時点であって同吸気弁閉弁時点よりも後の時点である吸気弁閉弁時点にて同吸気弁を駆動することにより同吸気弁の状態を同連通状態から同遮断状態へ切り替えるように構成された吸気弁駆動機構と、

前記燃焼室にて火花を発生する点火手段と、

燃料を噴射することにより前記燃焼室へ同燃料を供給する燃料噴射手段と、

を備えるとともに、

前記空気と前記燃料とを含む混合ガスを前記燃焼室にて形成し同形成された混合ガスを前記点火手段が発生する火花により点火して同燃焼室にて燃焼させることにより出力軸を回転駆動するように構成された内燃機関に適用される。

【0013】

更に、本発明に係る内燃機関の制御装置は、

前記出力軸の回転速度であるエンジン回転速度を取得する回転速度取得手段と、

前記内燃機関を始動させるための始動操作後の始動初期期間にて最初に燃焼が発生した初爆発生時点からの前記出力軸の回転角度に基づいて設定される基準エンジン回転速度にエンジン回転速度を近づけるように、前記取得されたエンジン回転速度と同基準エンジン回転速度とに基づいてフィードバック補正量を算出するとともに同算出したフィードバック補正量に基づいて前記点火手段が火花を発生する時期である点火時期を補正する点火時期補正手段と、

前記吸気弁閉弁時点以降の所定の推定時点にて、同吸気弁閉弁時点までに確定した物理量であって前記燃焼室内に導入される空気の量に影響を及ぼす物理量に基づいて同吸気弁閉弁時点にて同燃焼室内に導入されている空気の量である筒内空気量を推定し、同推定した筒内空気量と、前記噴射された燃料の量である燃料噴射量と、に基づいて同燃焼室にて形成された混合ガスの空燃比を推定する空燃比推定手段と、を備える。

【0014】

加えて、前記点火時期補正手段は、前記燃焼室内のガスの圧力によって発生するトルクであって前記出力軸を回転駆動しようとするトルクである図示トルクを前記推定された空燃比がリッチ側の空燃比であるほど小さくするように、前記算出したフィードバック補正量を同推定された空燃比に基づいて補正し同補正したフィードバック補正量だけ前記点火時期を補正するように構成される。

【0015】

なお、エンジン回転速度は、ある時点にて取得された内燃機関の出力軸の回転速度であってもよいし、複数の時点にて取得された内燃機関の出力軸の回転速度の平均値であってもよい。また、エンジン回転速度は、内燃機関の出力軸の回転速度を表すパラメータにより表されていてもよい。このパラメータは、例えば、混合ガスの燃焼が最初に発生した気筒が、その燃焼が発生する燃焼サイクルにおける圧縮上死点を迎えた時点（初爆発生時点）から経過した時間（経過時間）である。この場合、「エンジン回転速度が高い」ことは、「経過時間が短い」ことに対応していると言することができる。

【0016】

これによれば、始動初期期間中、エンジン回転速度を基準エンジン回転速度に一致させるように、取得されたエンジン回転速度と基準エンジン回転速度とに基づいてフィードバック補正量が決定され、決定されたフィードバック補正量に基づいて点火時期が補正される。そして、補正された点火時期にて混合ガスが点火される。これにより、エンジン回転速度を基準エンジン回転速度に近づけることができる。この結果、吹き上がりの発生を防止することができるとともに、内燃機関を迅速に始動させることができる。

【0017】

ところで、始動初期期間においては、空燃比が図示トルクを最大とする最大出力空燃比よりもリーン側の空燃比となるように燃料噴射量が設定される。従って、空燃比がリッチ側に変化すると、図示トルクは大きくなる。

【0018】

従って、上記構成のように、空燃比がリッチ側の空燃比であるほど図示トルクを小さく

10

20

30

40

50

するようにフィードバック補正量を補正すれば、実際の筒内空気量が予定されていた筒内空気量よりも少なくなることにより実際の空燃比が予定されていた空燃比よりもリッチ側の空燃比となっても、図示トルクが過大になることを回避することができる。更に、実際の筒内空気量が予定されていた筒内空気量よりも多くなることにより実際の空燃比が予定されていた空燃比よりもリーン側の空燃比となっても、図示トルクが過小になることを回避することができる。この結果、実際の空燃比が予定されていた空燃比と相違する場合であっても、エンジン回転速度を基準エンジン回転速度に迅速に近づけることができる。

【0019】

この場合、前記空燃比推定手段は、前記物理量を前記吸気弁閉弁時点にて検出し、同検出した物理量に基づいて前記筒内空気量を推定するように構成されることが好適である。

10

【0020】

また、前記空燃比推定手段は、前記吸気弁閉弁時点から前記吸気弁閉弁時点までの吸気時間取得し、同取得した吸気時間が長くなるほど前記推定した空燃比をリッチ側に補正するように構成されることが好適である。

【0021】

吸気弁の状態が連通状態に維持されている期間においては、吸気通路から燃焼室へ空気が流入する。これにより、吸気通路を形成する壁面又は燃焼室を形成する壁面に付着した燃料の気化が促進される。また、燃焼室内に形成された混合ガス中の燃料の拡散が進行する。従って、吸気弁の状態が連通状態に維持されている吸気時間が長くなるほど、吸気通路を形成する壁面又は燃焼室を形成する壁面に付着した燃料のうちの気化する燃料の割合が高くなるとともに、混合ガス中の燃料の分布が一様な分布に近づけられる。この結果、燃焼室にて実際に燃焼する燃料の量は多くなる。即ち、燃焼に供される混合ガスの実際の空燃比（実質空燃比）はよりリッチ側の空燃比となる。

20

【0022】

従って、上記構成のように、吸気時間が長くなるほど空燃比をリッチ側に補正すれば、フィードバック補正量を補正する基となる空燃比を実際の空燃比に近づけることができる。この結果、実際の空燃比に応じた適切な時期に点火時期を設定することができ、エンジン回転速度を基準エンジン回転速度により一層迅速に近づけることができる。

【0023】

この場合、前記空燃比推定手段は、前記吸気弁閉弁時点から圧縮上死点近傍の所定の基準時点までの圧縮時間取得し、同取得した圧縮時間が長くなるほど前記推定した空燃比をリッチ側に補正するように構成されることが好適である。

30

【0024】

吸気弁閉弁時点から圧縮上死点近傍の所定の基準時点までの期間においては、燃焼室内の混合ガスは圧縮される。これにより、混合ガスの温度が高くなるので、燃焼室を形成する壁面に付着している燃料の気化が促進される。また、混合ガス中の燃料の予反応（燃料分子の分解等の予備的な反応）が促進される。従って、吸気弁閉弁時点から上記基準時点までの圧縮時間が長くなるほど、燃焼室を形成する壁面に付着した燃料のうちの気化する燃料の割合が高くなるとともに、混合ガス中の燃料のうちの予反応が完了した燃料の割合が高くなる。この結果、実際に燃焼する燃料の量は多くなる。即ち、燃焼に供される混合ガスの実際の空燃比（実質空燃比）はよりリッチ側の空燃比となる。

40

【0025】

従って、上記構成のように、圧縮時間が長くなるほど空燃比をリッチ側に補正すれば、フィードバック補正量を補正する基となる空燃比を実際の空燃比に近づけることができる。この結果、実際の空燃比に応じた適切な時期に点火時期を設定することができ、エンジン回転速度を基準エンジン回転速度により一層迅速に近づけることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

<第1実施形態>

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ながら説明

50

する。図 1 は、この制御装置を火花点火式多気筒（4 気筒）内燃機関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、一の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。

【0027】

内燃機関 10 は、4 サイクル運転方式により運転されるように構成されている。4 サイクル運転方式は、排気上死点 T D C 1 から吸気下死点 B D C 1 までの吸気行程、吸気下死点 B D C 1 から圧縮上死点 T D C 2 までの圧縮行程、圧縮上死点 T D C 2 から膨張下死点 B D C 2 までの膨張行程及び膨張下死点 B D C 2 から排気上死点 T D C 1 までの排気行程の 4 つの行程からなる燃焼サイクルを各気筒が繰り返す運転方式である。内燃機関 10 は、4 つの気筒の燃焼サイクルの位相が 1 つの行程に対応する大きさ（後述するクランク角度にて 180° ）ずつ異なるように構成されている。

10

【0028】

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 に燃料と空気とを含む混合ガスを供給（導入）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。

【0029】

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 及び出力軸としてのクランク軸 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、これによりクランク軸 24 が回転駆動させられるようになっている。シリンダ 21、ピストン 22 のヘッド及びシリンダヘッド部 30 は、燃焼室 25 を形成している。

20

【0030】

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、吸気弁 32、吸気弁 32 を駆動する吸気弁駆動機構を構成する可変吸気タイミング装置 33、燃焼室 25 に連通した排気ポート 34、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 及び燃料噴射手段としてのインジェクタ 39 を備えている。なお、点火プラグ 37 及びイグナイタ 38 は、燃焼室 25 にて火花を発生することにより燃焼室 25 内に形成された混合ガスに点火する点火手段を構成している。

30

【0031】

吸気弁 32 は、燃焼室 25 と吸気通路とが連通している（吸気弁 32 が開弁している）連通状態と、燃焼室 25 と吸気通路とが遮断されている（吸気弁 32 が閉弁している）遮断状態と、に切り替え可能に構成されている。

【0032】

可変吸気タイミング装置 33 は、インテークカムシャフトを含む。可変吸気タイミング装置 33 は、圧縮上死点 T D C 2 よりも前の時点である吸気弁開弁時点 T v o にて吸気弁 32 を駆動することにより吸気弁 32 の状態を遮断状態から連通状態へ切り替える（吸気弁 32 を開弁させる）とともに、圧縮上死点 T D C 2 よりも前の時点であって吸気弁開弁時点 T v o よりも後の時点である吸気弁閉弁時点 T v c にて吸気弁 32 を駆動することにより吸気弁 32 の状態を連通状態から遮断状態へ切り替える（吸気弁 32 を閉弁させる）ように構成される。可変吸気タイミング装置 33 は、アクチュエータ 33 a によって駆動されることによりインテークカムシャフトの位相角であるカムシャフト位相角 を連続的に変更するように構成されている。

40

【0033】

インジェクタ 39 は、図示しない燃料タンクに接続されている。インジェクタ 39 には、その燃料タンク内の燃料が供給される。インジェクタ 39 は、供給された燃料を指示信号にตอบสนองして吸気ポート 31 内に噴射することにより燃焼室 25 内へ燃料を供給するようになっている。

50

【 0 0 3 4 】

吸気系統 4 0 は、各気筒の吸気ポート 3 1 にそれぞれ連通する独立した複数の通路及びそれらの通路を上流側にて集合させる集合部を形成するインテークマニホールド 4 1、インテークマニホールド 4 1 の集合部側の端部に接続されたサージタンク 4 2、サージタンク 4 2 に一端が接続され吸気ポート 3 1 とインテークマニホールド 4 1 とサージタンク 4 2 とともに吸気通路を形成する吸気ダクト 4 3、吸気ダクト 4 3 の他端部から下流（サージタンク 4 2）に向けて順に吸気ダクト 4 3 に配設されたエアフィルタ 4 4 及びスロットル弁 4 5 を備えている。

【 0 0 3 5 】

スロットル弁 4 5 は、吸気ダクト 4 3 に回転可能に支持されている。スロットル弁 4 5 は、スロットル弁アクチュエータ 4 5 a により駆動（制御）されることによって、開度（スロットル弁開度 $T A$ ）を調整して吸気ダクト 4 3 の通路断面積を調整するようになっている。

10

【 0 0 3 6 】

排気系統 5 0 は、各気筒の排気ポート 3 4 にそれぞれ連通する独立した複数の通路及びそれらの通路を下流側にて集合させる集合部を形成する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 の集合部側の端部に接続され且つ排気ポート 3 4 とエキゾーストマニホールド 5 1 とともに排気通路を形成する排気管 5 2 及び排気管 5 2 に配設された三元触媒装置 5 3 を備えている。

【 0 0 3 7 】

20

一方、このシステムは、熱線式のエアフローメータ 6 1、吸気温度センサ 6 2、吸気圧力センサ 6 3、スロットルポジションセンサ 6 4、カムポジションセンサ 6 5、回転速度取得手段を構成するクランクポジションセンサ 6 6、アクセル開度センサ 6 7、サージタンク内圧力センサ 6 8、冷却水温度センサ 6 9 及び電気制御装置 7 0 を備えている。

【 0 0 3 8 】

エアフローメータ 6 1 は、エアフィルタ 4 4 とスロットル弁 4 5 との間の吸気ダクト 4 3 に配設されている。エアフローメータ 6 1 は、吸気ダクト 4 3 内を通過する空気の流量（即ち、吸気流量）を検出し、吸気流量 $G a$ を表す信号を出力するようになっている。

吸気温度センサ 6 2 は、エアフィルタ 4 4 とスロットル弁 4 5 との間の吸気ダクト 4 3 に配設されている。吸気温度センサ 6 2 は、スロットル弁 4 5 の上流における空気の温度（即ち、吸気温度）を検出し、吸気温度 $T a$ を表す信号を出力するようになっている。

30

吸気圧力センサ 6 3 は、エアフィルタ 4 4 とスロットル弁 4 5 との間の吸気ダクト 4 3 に配設されている。吸気圧力センサ 6 3 は、スロットル弁 4 5 の上流における空気の圧力（即ち、吸気圧力）を検出し、吸気圧力 $P a$ を表す信号を出力するようになっている。

【 0 0 3 9 】

スロットルポジションセンサ 6 4 は、スロットル弁 4 5 の開度（スロットル弁開度）を検出し、スロットル弁開度 $T A$ を表す信号を出力するようになっている。

【 0 0 4 0 】

カムポジションセンサ 6 5 は、インテークカムシャフトが 360° だけ回転する（即ち、クランク軸 2 4 が 720° だけ回転する）間に 3 回だけ生じるパルス（ $G 2$ 信号）を出力するようになっている。この 3 つのパルスは、第 1 のパルスと、第 1 のパルスが生じてからインテークカムシャフトが 90° だけ回転する（即ち、クランク軸 2 4 が 180° だけ回転する）と生じる第 2 のパルスと、第 2 のパルスが生じてからインテークカムシャフトが 90° だけ回転すると生じる第 3 のパルスと、からなる。即ち、第 3 のパルスが生じてからインテークカムシャフトが 180° だけ回転すると再び第 1 のパルスが生じる。

40

【 0 0 4 1 】

クランクポジションセンサ 6 6 は、クランク軸 2 4 が 10° 回転する毎に生じる幅狭のパルスを有するとともにクランク軸 2 4 が 360° 回転する毎に生じる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、クランク軸 2 4 が 30° 回転する間

50

に経過する時間である回転所要時間 T_{30} と、1分間にクランク軸24が 360° だけ回転する回数を表すエンジン回転速度 N_E と、を取得するために使用される。本例では、エンジン回転速度 N_E は、現時点よりもクランク角度にて 180° だけ前の時点から現時点までの間に経過した時間に基づいて算出されるようになっている。

【0042】

アクセル開度センサ67は、運転者によって操作されるアクセルペダル81の操作量を検出し、アクセルペダルの操作量(アクセルペダル操作量) $Accp$ を表す信号を出力するようになっている。

サージタンク内圧力センサ68は、サージタンク42内のガスの圧力(サージタンク内圧力)を検出し、サージタンク内圧力 P_s を表す信号を出力するようになっている。

冷却水温度センサ69は、シリンダ21の側壁内を循環する冷却水の温度(冷却水温度)を検出し、冷却水温度 T_w を表す信号を出力するようになっている。

【0043】

電気制御装置70は、互いにバスにより接続された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)、定数等のデータを保持するようにそれらのデータを予め記憶したROM72、CPU71の指示に応じてデータを一時的に保持するRAM73、内燃機関10が運転されている状態にてデータを記憶するとともに記憶したデータを内燃機関10の運転が停止し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と接続され、CPU71にセンサ61~69からの信号を供給するとともに、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及びスロットル弁アクチュエータ45aに駆動信号(指示信号)を送出するようになっている。

【0044】

<作動の概要>

次に、上記のように構成された内燃機関の制御装置の作動の概要について一つの気筒(特定気筒)に対する作動に着目して説明する。

【0045】

この制御装置は、内燃機関10を始動させるための始動操作後の始動初期期間中、図2に示したように、特定気筒のクランク角度が排気上死点 T_{DC1} よりも 90° だけ前の角度になると、その時点 T_{c1} にて検出されたサージタンク内圧力 P_s と、その時点 T_{c1} にて算出されたエンジン回転速度 N_E と、に基づいて特定気筒の吸気弁32が閉弁される時点(吸気弁閉弁時点) T_{vc} にて特定気筒の燃焼室25内に導入されている空気量である筒内空気量を第1筒内空気量 K_{L1} として推定する。

【0046】

更に、制御装置は、特定気筒の燃焼室25内に形成される混合ガスの空燃比を目標空燃比(本例では、理論空燃比)に一致させるように、推定した第1筒内空気量 K_{L1} に基づいて、特定気筒のインジェクタ39により噴射させる燃料の量である燃料噴射量 f_i を決定する。そして、制御装置は、決定した燃料噴射量 f_i に応じた燃料噴射期間 T_{inj} にて特定気筒のインジェクタ39により燃料を噴射させる。

【0047】

その後、排気上死点 T_{DC1} 近傍の所定の吸気弁開弁時点 T_{vo} になると、可変吸気タイミング装置33は、特定気筒の吸気弁32を駆動することにより吸気弁32を開弁させる。これにより、特定気筒の燃焼室25内に空気と燃料とからなる混合ガスが導入される。そして、吸気下死点 T_{BC1} 近傍の所定の吸気弁閉弁時点 T_{vc} になると、可変吸気タイミング装置33は、特定気筒の吸気弁32を駆動することにより吸気弁32を閉弁させる。

【0048】

更に、制御装置は、吸気弁閉弁時点 T_{vc} にて検出されたサージタンク内圧力 P_s と、吸気弁閉弁時点 T_{vc} にて算出されたエンジン回転速度 N_E と、に基づいてその吸気弁閉

10

20

30

40

50

弁時点 T_{vc} にて特定気筒の燃焼室 25 内に導入されている空気の量である筒内空気量を第 2 筒内空気量 K_{L2} として推定する。加えて、制御装置は、時点 T_{c1} にて決定した燃料噴射量 f_i に基づいて吸気弁閉弁時点 T_{vc} にて特定気筒の燃焼室 25 内に導入されている燃料の量である筒内燃料量 f_c を推定し、推定した第 2 筒内空気量 K_{L2} と推定した筒内燃料量 f_c とに基づいて特定気筒の燃焼室 25 内に形成された混合ガスの空燃比 A_{byF} を推定する。

【0049】

更に、制御装置は、初爆発生時点からのクランク軸 24 の回転角度に応じて予め設定された基準エンジン回転速度 NE_{ref} と算出されたエンジン回転速度 NE との差である回転速度差 $NE (= NE_{ref} - NE)$ に基づいてフィードバック補正量 SA を決定する。

10

【0050】

加えて、制御装置は、上記推定した空燃比 A_{byF} がリッチ側の空燃比であるほど図示トルクを小さくするように、推定した空燃比 A_{byF} に基づいて上記決定したフィードバック補正量 SA を補正し、補正したフィードバック補正量 SA だけ点火時期 SA を補正する。ここで、図示トルクは、燃焼室 25 内のガスの圧力によって発生するトルクであってクランク軸 24 を回転駆動しようとするトルクである。

そして、この補正した点火時期 SA になると、制御装置は、特定気筒の点火プラグ 37 により火花を発生させる。これにより、特定気筒の燃焼室 25 内の混合ガスが燃焼する。

【0051】

20

このように、この制御装置によれば、吸気弁閉弁時点 T_{vc} にて推定した空燃比 A_{byF} がリッチ側の空燃比であるほど図示トルクを小さくするようにフィードバック補正量 SA が補正される。この結果、実際の空燃比が予定されていた空燃比（目標空燃比）と相違する場合であっても、エンジン回転速度 NE を基準エンジン回転速度 NE_{ref} に迅速に近づけることができる。

【0052】

< 作動の詳細 >

次に、電気制御装置 70 の実際の作動について、図 2 ~ 図 11 を参照しながら説明する。

まず、内燃機関 10 の運転が開始することを希望する運転者は、内燃機関 10 を始動させるためにイグニッション・スイッチ IS をオフ状態からオン状態へ切り替える（内燃機関 10 を始動させるための始動操作を行う）。これにより、CPU 71 は、図示しないスタータ・モータによりクランク軸 24 を回転させる（クランキングを開始させる）ためにそのスタータ・モータに駆動信号を送る。その結果、クランキングが開始させられる。

30

【0053】

（始動初期制御実行判定）

CPU 71 は、図 3 にフローチャートにより示した始動初期制御実行判定ルーチンを、いずれかの気筒が排気上死点 TD_{C1} よりもクランク角度にて 90° だけ前の時点（燃料噴射量決定時点） T_{c1} を迎える毎に（即ち、クランク角度が 180° ずつ変化する毎に）実行するようになっている。

40

【0054】

従って、所定のタイミングになると、CPU 71 は、ステップ 300 から処理を開始してステップ 305 に進み、アクセル開度センサ 67 により検出されたアクセルペダル操作量 $Accp$ （機関 10 の負荷）を読み込む。次いで、CPU 71 は、ステップ 310 に進んで、上記ステップ 305 にて読み込まれたアクセルペダル操作量 $Accp$ が「0」であるか否かを判定する。

【0055】

この時点では、運転者はアクセルペダル 81 を操作していないので、アクセルペダル操作量 $Accp$ は「0」である。従って、CPU 71 は、ステップ 310 にて「Yes」と判定してステップ 315 に進み、燃焼発生回数 k が所定の閾値回数 k_{th} （本例では、「50

50

」)よりも小さいか否かを判定する。

【0056】

ここで、燃焼発生回数 k は、始動初期期間において混合ガスの燃焼が最初に発生した初爆発生時点から現時点までに任意の気筒が排気行程を迎えた回数を表す整数である。即ち、燃焼発生回数 k は、初爆発生時点からのクランク軸 24 の回転角度を表しているということもできる。なお、燃焼発生回数 k は、イグニッション・スイッチ IS がオフ状態からオン状態へ切り替えられた時に「0」に設定される。

【0057】

従って、この時点では、燃焼発生回数 k は、閾値回数 k_{th} よりも小さい。従って、CPU71は、ステップ315にて「Yes」と判定してステップ320に進み、始動初期制御実行フラグ X_s の値を「1」に設定する。

10

【0058】

ここで、始動初期制御実行フラグ X_s は、点火時期 SA をエンジン回転速度 NE に基づいて補正するフィードバック制御(始動初期制御)を実行するか否かを表すフラグであって、その値が「1」であれば始動初期制御を実行し、「0」であれば始動初期制御を実行しないことを示す。後述する通り、始動初期制御実行フラグ X_s の値は、アクセルペダル操作量 $Accp$ が「0」よりも大きくなった場合及び/又は燃焼発生回数 k が閾値回数 k_{th} 以上となった場合に「0」に設定される(ステップ325を参照。)。

そして、CPU71はステップ399に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0059】

20

(燃焼開始判定)

更に、CPU71は、図4にフローチャートにより示した燃焼開始判定ルーチンを、図3の始動初期制御実行判定ルーチンに続いて実行するようになっている。

【0060】

従って、始動初期制御実行判定ルーチンの実行が終了すると、CPU71は、ステップ400から処理を開始してステップ405に進み、燃焼開始フラグ X_b の値が「0」であるか否かを判定する。

【0061】

ここで、燃焼開始フラグ X_b は、クランキングの開始時点から現時点までの間にいずれかの気筒にて混合ガスの燃焼が発生したか否かを表すフラグであって、その値が「1」であれば発生し、「0」であれば発生しなかったことを示す。後述する通り、燃焼開始フラグ X_b の値は、本ルーチンにおいて回転所要時間 T_{30} が所定の閾値時間 よりも短くなった時に「1」に設定され(ステップ420を参照。)、イグニッション・スイッチ IS がオフ状態からオン状態へ切り替えられた時に「0」に設定される。

30

【0062】

従って、この時点では、燃焼開始フラグ X_b の値は「0」であるから、CPU71は、ステップ405にて「Yes」と判定してステップ410に進み、クランクポジションセンサ66からの信号に基づいて別途算出された回転所要時間 T_{30} を読み込む。

【0063】

次いで、CPU71は、ステップ415に進んで上記ステップ410にて読み込まれた回転所要時間 T_{30} が閾値時間 よりも短いかな否かを判定する。ここで、閾値時間 は、クランキング中に燃焼が発生しないと仮定した場合における回転所要時間 T_{30} の最小値よりも僅かに短い時間に設定されている。

40

【0064】

この時点では、混合ガスの燃焼は発生していない。従って、回転所要時間 T_{30} が閾値時間 よりも長いので、CPU71は、ステップ415にて「No」と判定してステップ499に直接進み本ルーチンを一旦終了する。

【0065】

(燃焼発生回数算出)

加えて、CPU71は、図5にフローチャートにより示した燃焼発生回数算出ルーチン

50

を、図4の燃焼開始判定ルーチンに続いて実行するようになっている。

【0066】

従って、燃焼開始判定ルーチンの実行が終了すると、CPU71は、ステップ500から処理を開始してステップ505に進み、始動初期制御実行フラグXsの値が「1」であるか否かを判定する。

【0067】

この時点では、始動初期制御実行フラグXsの値は「1」であるから、CPU71は、ステップ505にて「Yes」と判定してステップ510に進み、燃焼開始フラグXbの値が「1」であるか否かを判定する。

【0068】

この時点では、いずれの気筒においても混合ガスの燃焼は発生していない。従って、燃焼開始フラグXbの値が「0」であるから、CPU71は、ステップ510にて「No」と判定してステップ599に直接進み本ルーチンを一旦終了する。

【0069】

(第1筒内空気量推定)

更に、CPU71は、燃料噴射量決定時点Tc1を現時点にて迎えた気筒(第n気筒)に対して次に到来する吸気弁閉弁時点Tvcにおける筒内空気量を推定するため、図6にフローチャートにより示した第1筒内空気量推定ルーチンを、図5の燃焼発生回数算出ルーチンに続いて実行するようになっている。

【0070】

ここで、値nは、第n気筒が現時点にて燃料噴射量決定時点Tc1を迎えた気筒であることを表す整数である。値nは、気筒を判別するための図示しない気筒判別ルーチンをCPU71が実行することにより設定される。なお、便宜上、本明細書においては、各気筒を、クランキングが開始してから最初に燃料噴射量決定時点Tc1を迎えるまでの期間が短い順に第1気筒、第2気筒、第3気筒及び第4気筒と呼ぶ。

【0071】

従って、燃焼発生回数算出ルーチンの実行が終了すると、CPU71は、ステップ600から処理を開始してステップ605に進み、始動初期制御実行フラグXsの値が「1」であるか否かを判定する。

【0072】

この時点では、始動初期制御実行フラグXsの値は「1」であるから、CPU71は、ステップ605にて「Yes」と判定してステップ610に進み、サージタンク内圧力センサ68により検出されたサージタンク内圧力Psを読み込む。

【0073】

次いで、CPU71は、ステップ615に進んで、クランクポジションセンサ66からの信号に基づいて別途算出されたエンジン回転速度NEを読み込む。そして、CPU71は、ステップ620に進んで、カムポジションセンサ65からの信号及びクランクポジションセンサ66からの信号に基づいて別途算出された可変吸気タイミング装置33のインテークカムシャフトの位相角であるカムシャフト位相角を読み込む。

【0074】

次いで、CPU71は、ステップ625に進んでエンジン回転速度NE及びカムシャフト位相角と係数Cとの関係を規定するテーブルMapC、上記ステップ615にて読み込んだエンジン回転速度NE及び上記ステップ620にて読み込んだカムシャフト位相角に基づいて係数Cを決定する。ここで、係数Cは、比例係数である。

【0075】

また、以下の説明において、MapX(a,b)と表記されるテーブルは、変数a及び変数bと値Xとの関係を規定するテーブルを意味することとする。また、値XをテーブルMapX(a,b)に基づいて求めるとは、値Xを現時点の変数a及び現時点の変数bと、テーブルMapX(a,b)と、に基づいて求める(決定する)ことを意味することとする。なお、変数は1つであってもよく3つ以上であってもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 6 】

更に、CPU 71は、ステップ625にて、テーブルMapD(NE,)に基づいて値Dを決定する。ここで、値Dは、燃焼室25内に残存していた既燃ガスの量を反映した値である。

【 0 0 7 7 】

そして、CPU 71は、ステップ630に進んで上記ステップ625にて決定された係数Cを上記ステップ610にて読み込んだサージタンク内圧力 P_s に乘じた値 $C \cdot P_s$ に上記ステップ625にて決定された値Dを加えた値 $C \cdot P_s + D$ に筒内流入空気流量 m_c を設定する。ここで、筒内流入空気流量 m_c は、第n気筒の燃焼室25へ流入する空気の流量である。

10

【 0 0 7 8 】

次いで、CPU 71は、ステップ635に進んでテーブルMapTint(NE,)に基づいて吸気時間 T_{int} を決定する。ここで、吸気時間 T_{int} は、第n気筒の吸気弁32が開弁してから第n気筒の吸気弁32が閉弁するまでの時間（即ち、第n気筒の吸気弁32が開弁している状態が維持されることにより第n気筒の燃焼室25内へ空気が実質的に導入される時間）の推定値である。

【 0 0 7 9 】

その後、CPU 71は、ステップ640に進んで上記ステップ630にて設定された筒内流入空気流量 m_c に上記ステップ635にて決定された吸気時間 T_{int} を乗じた値 $m_c \cdot T_{int}$ に第1筒内空気量 K_{L1} を設定する。ここで、第1筒内空気量 K_{L1} は、第n気筒の吸気弁32が閉弁する時点（吸気弁閉弁時点） T_{vc} にて第n気筒の燃焼室25内に導入されている空気の量の推定値である。

20

そして、CPU 71はステップ699に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【 0 0 8 0 】

（燃料噴射量決定）

加えて、CPU 71は、図7にフローチャートにより示した燃料噴射量決定ルーチンを、図6の第1筒内空気量推定ルーチンに続いて実行するようになっている。

【 0 0 8 1 】

従って、第1筒内空気量推定ルーチンの実行が終了すると、CPU 71は、ステップ700から処理を開始してステップ705に進み、クランクポジションセンサ66からの信号に基づいて別途算出されたエンジン回転速度NEを読み込む。

30

【 0 0 8 2 】

次いで、CPU 71は、ステップ710に進んで始動初期制御実行フラグ X_s の値が「1」であるか否かを判定する。この時点では、始動初期制御実行フラグ X_s の値は「1」であるから、CPU 71は、ステップ710にて「Yes」と判定してステップ715に進み、燃焼開始フラグ X_b の値が「1」であるか否かを判定する。

【 0 0 8 3 】

この時点では、いずれの気筒においても混合ガスの燃焼は発生していない。従って、燃焼開始フラグ X_b の値が「0」であるから、CPU 71は、ステップ715にて「No」と判定してステップ720に進み、第n気筒（現時点にて燃料噴射量決定時点 T_{c1} を迎えた気筒）の燃料噴射量 $f_i(n)$ を燃焼発生前燃料噴射量 f_{i0} に設定する。ここで、燃焼発生前燃料噴射量 f_{i0} は、所定の値に予め設定されている。なお、燃焼発生前燃料噴射量 f_{i0} は、冷却水温度 T_w が低くなるほど多くなるように設定される値であってもよい。

40

【 0 0 8 4 】

次いで、CPU 71は、ステップ725に進んで上記ステップ720にて設定された第n気筒の燃料噴射量 $f_i(n)$ に応じた指示信号を、第n気筒のインジェクタ39に対して送出する。これにより、第n気筒のインジェクタ39は、上記決定された第n気筒の燃料噴射量 $f_i(n)$ に応じた燃料噴射期間 T_{inj} にてその燃料噴射量 $f_i(n)$ だけ燃料を噴射する。

50

そして、CPU 71はステップ799に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【0085】

(第2筒内空気量推定)

更に、CPU 71は、いずれかの気筒が推定時点としての吸気弁閉弁時点 T_{vc} を迎える毎に、吸気弁閉弁時点 T_{vc} を迎えた気筒(第 m 気筒)の現時点における筒内空気量を推定するため、図8にフローチャートにより示した第2筒内空気量推定ルーチンを実行するようになっている。なお、この第2筒内空気量推定ルーチンの処理が実行されることは、空燃比推定手段の機能の一部が達成されることに対応している。

【0086】

ここで、値 m は、第 m 気筒が現時点にて吸気弁閉弁時点 T_{vc} を迎えた気筒であることを表す整数である。値 m は、気筒を判別するための図示しない気筒判別ルーチンをCPU 71が実行することにより設定される。

【0087】

この第2筒内空気量推定ルーチンは、筒内空気量の推定値として第1筒内空気量 $KL1$ に代えて第2筒内空気量 $KL2$ を採用する点を除いて、図6に示した第1筒内空気量推定ルーチンと同一のルーチンである。ここで、第2筒内空気量 $KL2$ は、現時点(吸気弁閉弁時点 T_{vc})にて第 m 気筒の燃焼室25内に導入されている空気の量の推定値である。

【0088】

従って、所定のタイミングになると、CPU 71は、ステップ800から処理を開始して、図6の第1筒内空気量推定ルーチンのステップ605～ステップ640の処理を実行する場合と同様に、ステップ805～ステップ840の処理を実行する。即ち、CPU 71は、現時点にて検出されたサージタンク内圧力 P_s と、現時点にて算出されているエンジン回転速度 NE と、現時点にて検出されたカムシャフト位相角と、に基づいて現時点にて第 m 気筒の燃焼室25内に導入されている空気の量である筒内空気量を第2筒内空気量 $KL2$ として推定する。

【0089】

なお、吸気弁閉弁時点 T_{vc} にて検出されたサージタンク内圧力 P_s 及び吸気弁閉弁時点 T_{vc} にて算出されているエンジン回転速度 NE は、吸気弁閉弁時点 T_{vc} までに確定した物理量であって燃焼室25内に導入される空気の量に影響を及ぼす物理量であると言える。

【0090】

(空燃比推定)

更に、CPU 71は、図9にフローチャートにより示した空燃比推定ルーチンを、図8の第2筒内空気量推定ルーチンに続いて実行するようになっている。なお、この空燃比推定ルーチンの処理が実行されることは、空燃比推定手段の機能の一部が達成されることに対応している。

【0091】

従って、第2筒内空気量推定ルーチンの実行が終了すると、CPU 71は、ステップ900から処理を開始してステップ905に進み、始動初期制御実行フラグ X_s の値が「1」であるか否かを判定する。

【0092】

この時点では、始動初期制御実行フラグ X_s の値は「1」であるから、CPU 71は、ステップ905にて「Yes」と判定してステップ910に進み、クランクポジションセンサ66からの信号に基づいて別途算出されたエンジン回転速度 NE を読み込む。次いで、CPU 71は、ステップ915に進んで冷却水温度センサ69により検出された冷却水温度 T_w を読み込む。

【0093】

そして、CPU 71は、ステップ920に進んでテーブルMapR($KL2, NE, T_w$)に基づいて燃料付着率 R を決定する。ここで、燃料付着率 R は、噴射された燃料のうちの、吸気通路を形成する部材である吸気通路形成部材(吸気ポート31を形成する壁面及び吸気弁32

10

20

30

40

50

）に直接付着する燃料の割合（付着率）である。

【 0 0 9 4 】

更に、CPU 71 は、ステップ 920 にてテーブル MapP (KL2, NE, Tw) に基づいて燃料残留率 P を決定する。ここで、燃料残留率 P は、吸気通路形成部材に付着している燃料のうちの、一つの燃焼サイクルが経過しても吸気通路形成部材に付着したまま残留している燃料の割合（残留率）である。

【 0 0 9 5 】

次いで、CPU 71 は、ステップ 925 に進んで、ステップ 925 内に示した式と、上記ステップ 920 にて決定された燃料付着率 R 及び燃料残留率 P と、第 m 気筒（現時点にて吸気弁閉弁時点 T_{vc} を迎えた気筒）に対する燃料噴射量決定時点 T_{c1} にて決定された第 m 気筒の燃料噴射量 $f_i(m)$ と、第 m 気筒の燃料付着量 $f_w(m)$ と、に基づいて筒内燃料量 f_c を推定する。

【 0 0 9 6 】

なお、燃料噴射量 $f_i(1) \sim f_i(4)$ は、イグニッション・スイッチ IS がオフ状態からオン状態へ切り替えられた時に「0」に設定される。また、燃料付着量 $f_w(1) \sim f_w(4)$ も、イグニッション・スイッチ IS がオフ状態からオン状態へ切り替えられた時に「0」に設定される。

【 0 0 9 7 】

そして、CPU 71 は、ステップ 930 に進んで、ステップ 930 内に示した式と、上記ステップ 920 にて決定された燃料付着率 R 及び燃料残留率 P と、第 m 気筒に対する燃料噴射量決定時点 T_{c1} にて決定された第 m 気筒の燃料噴射量 $f_i(m)$ と、第 m 気筒の燃料付着量 $f_w(m)$ と、に基づいて第 m 気筒の燃料付着量 $f_w(m)$ を更新する。

【 0 0 9 8 】

次いで、CPU 71 は、ステップ 935 に進んで、CPU 71 が第 2 筒内空気量推定ルーチンを実行することにより推定された第 2 筒内空気量 KL2 を、上記ステップ 925 にて推定された筒内燃料量 f_c により除した値 $KL2 / f_c$ に空燃比 $AbyF$ を設定する。ここで、空燃比 $AbyF$ は、第 m 気筒の燃焼室 25 内に形成された混合ガスの空燃比の推定値である。

そして、CPU 71 はステップ 999 に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【 0 0 9 9 】

（点火時期決定）

加えて、CPU 71 は、図 10 にフローチャートにより示した点火時期決定ルーチンを、図 9 の空燃比推定ルーチンに続いて実行するようになっている。

【 0 1 0 0 】

従って、空燃比推定ルーチンの実行が終了すると、CPU 71 は、ステップ 1000 から処理を開始してステップ 1005 に進み、始動初期制御実行フラグ X_s の値が「1」であるか否かを判定する。

【 0 1 0 1 】

この時点では、始動初期制御実行フラグ X_s の値は「1」であるから、CPU 71 は、ステップ 1005 にて「Yes」と判定してステップ 1010 に進み、燃焼開始フラグ X_b の値が「1」であるか否かを判定する。

【 0 1 0 2 】

この時点では、いずれの気筒においても混合ガスの燃焼は発生していない。従って、燃焼開始フラグ X_b の値が「0」であるから、CPU 71 は、ステップ 1010 にて「No」と判定してステップ 1015 に進み、点火時期 SA を予め定められた所定の燃焼発生前点火時期 SA0 に設定する。

【 0 1 0 3 】

なお、燃焼発生前点火時期 SA0 は、BTDC により表される。BTDC は、気筒毎に定義されている。BTDC は、各気筒における圧縮上死点 TDC2 を原点としクランク軸 24 の回転方向と逆方向を正にとったクランク軸 24 の回転角度（クランク角度）である

10

20

30

40

50

。以下、本明細書において、点火時期を表す変数は、いずれも B T D C により表される。

【 0 1 0 4 】

次いで、C P U 7 1 は、ステップ 1 0 2 0 に進んで、上記ステップ 1 0 1 5 にて設定された点火時期 S A に応じた指示信号を、第 m 気筒（現時点にて吸気弁閉弁時点 T v c を迎えた気筒）のイグナイタ 3 8 に対して送出する。これにより、第 m 気筒のイグナイタ 3 8 は、点火時期 S A にて第 m 気筒の点火プラグ 3 7 に高電圧を印加する。この結果、第 m 気筒の点火プラグ 3 7 は第 m 気筒の燃焼室 2 5 において火花を発生させる。

そして、C P U 7 1 はステップ 1 0 9 9 に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【 0 1 0 5 】

その後、吸気通路形成部材に付着した燃料が気化すること等により十分な量の気化した燃料がある気筒の燃焼室 2 5 に導入されると、その気筒の燃焼室 2 5 にて点火プラグ 3 7 が火花を発生させることにより混合ガスが燃焼する。ここでは、図 1 1 に示したように、第 1 気筒にて最初の燃焼（初爆）が発生した場合を想定して説明を続ける。

【 0 1 0 6 】

この場合、第 1 気筒における最初の燃焼が発生した燃焼サイクルの圧縮上死点 T D C 2 を第 1 気筒が迎えた時点（初爆発生時点）からクランク軸 2 4 が 9 0 ° だけ回転した時点になると、C P U 7 1 は、図 4 の燃焼開始判定ルーチンの処理を開始してステップ 4 1 5 に進む。

【 0 1 0 7 】

この時点では、第 1 気筒にて混合ガスの燃焼が発生したことにより、比較的大きな図示トルクが発生しているので、回転所要時間 T 3 0 は閾値時間 よりも短くなっている。

【 0 1 0 8 】

従って、C P U 7 1 は、ステップ 4 1 5 にて「 Y e s 」と判定してステップ 4 2 0 に進み、燃焼開始フラグ X b の値を「 1 」に設定する。

そして、C P U 7 1 はステップ 4 9 9 に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【 0 1 0 9 】

更に、C P U 7 1 が図 5 の燃焼発生回数算出ルーチンの処理を開始して、燃焼開始フラグ X b の値が「 1 」であるか否かを判定するステップ 5 1 0 に進んだとき、C P U 7 1 は、ステップ 5 1 0 にて「 Y e s 」と判定してステップ 5 1 5 に進む。

【 0 1 1 0 】

C P U 7 1 は、ステップ 5 1 5 にて燃焼発生回数 k (= 0) に「 1 」を加えた値 k + 1 (= 1) に燃焼発生回数 k を設定する。次いで、C P U 7 1 は、ステップ 5 9 9 に進んで本ルーチンを一旦終了する。

【 0 1 1 1 】

加えて、C P U 7 1 が図 7 の燃料噴射量決定ルーチンの処理を開始して、燃焼開始フラグ X b の値が「 1 」であるか否かを判定するステップ 7 1 5 に進んだとき、C P U 7 1 は、ステップ 7 1 5 にて「 Y e s 」と判定してステップ 7 3 0 に進む。

【 0 1 1 2 】

C P U 7 1 は、ステップ 7 3 0 にてテーブル Mapfia (KL1, NE) に基づいて始動初期燃料噴射量 f i a を決定し、決定した始動初期燃料噴射量 f i a に第 4 気筒の燃料噴射量 f i (4) を設定する。ここで、テーブル Mapfia は、求められる始動初期燃料噴射量 f i a が、燃焼室 2 5 内に形成される混合ガスの空燃比を図示トルクが最大となる最大出力空燃比よりもリーン側の目標空燃比（本例では、理論空燃比）に一致させる量となるように、実験による測定値に基づいて予め設定されている。

【 0 1 1 3 】

なお、ステップ 7 3 0 の処理が実行されることは、吸気弁閉弁時点 T v c （実際には、吸気弁閉弁時点 T v o ）よりも前の時点にて筒内空気量を推定し推定した筒内空気量と目標空燃比とに基づいて燃料噴射量を決定する手段の機能の一部が達成されることに対応している。

【 0 1 1 4 】

次いで、CPU 71は、ステップ725に進んで上記ステップ730にて設定された第4気筒の燃料噴射量 $f_i(4)$ に応じた指示信号を、第4気筒（現時点にて燃料噴射量決定時点 T_{c1} を迎えた気筒）のインジェクタ39に対して送出した後、図7のルーチンを一旦終了する。

【0115】

そして、クランク軸24が回転して第3気筒が吸気弁閉弁時点 T_{vc} を迎える。この時点にて、CPU 71が図10の点火時期決定ルーチンの処理を開始して、燃烧開始フラグ X_b の値が「1」であるか否かを判定するステップ1010に進んだとき、CPU 71は、ステップ1010にて「Yes」と判定してステップ1025に進む。

CPU 71は、ステップ1025にてクランクポジションセンサ66からの信号に基づいて別途算出されているエンジン回転速度 NE を読み込む。

10

【0116】

次いで、CPU 71は、ステップ1030に進んで、テーブル $MapNE_{ref}(k)$ に基づいて基準エンジン回転速度 NE_{ref} を決定する。ここで、テーブル $MapNE_{ref}$ は、求められる基準エンジン回転速度 NE_{ref} が、所定の基準燃料を使用した実験において、初爆発生時点から燃烧発生回数 k に 180° を乗じた角度だけクランク軸24が回転した時点にて取得されるエンジン回転速度 NE と一致するように予め設定されている。

【0117】

次いで、CPU 71は、ステップ1035に進んで、上記ステップ1030にて決定された基準エンジン回転速度 NE_{ref} から上記ステップ1025にて読み込んだエンジン回転速度 NE を減じた値 $NE_{ref} - NE$ に所定の正の係数 L を乗じた値 $L \cdot (NE_{ref} - NE)$ にフィードバック補正量 SA を設定する。ここで、係数 L は、実際の空燃比が目標空燃比に一致している状態において適合された係数である。

20

【0118】

次に、CPU 71は、ステップ1040に進んでテーブル Map_{AbyF} に基づいて空燃比補償用補正量を決定する。ここで、テーブル Map_{AbyF} は、空燃比 $AbyF$ が目標空燃比（本例では、理論空燃比）に一致している場合に求められる空燃比補償用補正量が「0」となるとともに、空燃比 $AbyF$ が目標空燃比よりも大きい（リーン側の空燃比である）場合に求められる空燃比補償用補正量が正の値となり、一方、空燃比 $AbyF$ が目標空燃比よりも小さい（リッチ側の空燃比である）場合に求められる空燃比補償用補正量が負の値となるように予め設定されている。更に、テーブル Map_{AbyF} は、空燃比 $AbyF$ が小さくなる（リッチ側の空燃比になる）ほど、求められる空燃比補償用補正量が小さくなる（点火時期 SA をより遅角側に補正する量となる）ように予め設定されている。

30

【0119】

次いで、CPU 71は、ステップ1045に進んでフィードバック補正量 SA に空燃比補償用補正量を加えた値 $SA +$ にフィードバック補正量 SA を設定する。そして、CPU 71は、ステップ1050に進んで点火時期 SA にフィードバック補正量 SA を加えた値 $SA + SA$ に点火時期 SA を設定（置換）する。

なお、ステップ1025～ステップ1050の処理が実行されることは、点火時期補正手段の機能が達成されることに対応している。

40

【0120】

次いで、CPU 71は、ステップ1020に進んで、上記ステップ1050にて設定された点火時期 SA に応じた指示信号を、現時点にて吸気弁閉弁時点 T_{vc} を迎えた気筒（第3気筒）のイグナイタ38に対して送出した後、図10のルーチンを一旦終了する。

【0121】

このように、始動初期期間中、エンジン回転速度 NE を基準エンジン回転速度 NE_{ref} に一致させるように、取得されたエンジン回転速度 NE に基づいてフィードバック補正量 SA が決定され、決定されたフィードバック補正量 SA だけ点火時期 SA が補正される。そして、補正された点火時期 SA にて混合ガスが点火される。これにより、エンジン回転速度 NE を基準エンジン回転速度 NE_{ref} に近づけることができる。この結果、

50

吹き上がりの発生を防止することができるとともに、内燃機関 10 を迅速に始動させることができる。

【0122】

更に、燃焼室 25 内に形成された混合ガスの空燃比が推定され、推定された空燃比 A_{byF} がリッチ側の空燃比であるほど図示トルク T_q を小さくするように上記フィードバック補正量 S_A が補正される。

【0123】

これにより、実際の筒内空気量が予定されていた筒内空気量よりも少なくなることにより実際の空燃比が予定されていた空燃比（目標空燃比）よりもリッチ側の空燃比となっても、図示トルク T_q が過大になることを回避することができる。更に、実際の筒内空気量が予定されていた筒内空気量よりも多くなることにより実際の空燃比が目標空燃比よりもリーン側の空燃比となっても、図示トルク T_q が過小になることを回避することができる。この結果、実際の空燃比が目標空燃比と相違する場合であっても、エンジン回転速度 N_E を基準エンジン回転速度 N_{Eref} に迅速に近づけることができる。

10

【0124】

このような始動初期制御を行うための処理は、始動初期制御実行フラグ X_s の値が「0」に変更されるまで継続する。

【0125】

そして、時間の経過に伴って、図 5 のステップ 515 の処理が繰り返し実行されることにより、燃焼発生回数 k が増加させられ、ある時点にて燃焼発生回数 k が閾値回数 k_{th} となる。

20

【0126】

従って、この時点にて CPU 71 が図 3 の始動初期制御実行判定ルーチンの処理を開始してステップ 315 に進んだとき、CPU 71 は、ステップ 315 にて「No」と判定してステップ 325 に進む。CPU 71 は、ステップ 325 にて始動初期制御実行フラグ X_s の値を「0」に設定し、続くステップ 399 にて本ルーチンを一旦終了する。

【0127】

加えて、CPU 71 が図 5 の燃焼発生回数算出ルーチンの処理を開始して、始動初期制御実行フラグ X_s の値が「1」であるか否かを判定するステップ 505 に進んだとき、CPU 71 は、ステップ 505 にて「No」と判定してステップ 599 に直接進みこのルーチンを一旦終了する。

30

【0128】

更に、CPU 71 が図 6 の第 1 筒内空気量推定ルーチンの処理を開始して、始動初期制御実行フラグ X_s の値が「1」であるか否かを判定するステップ 605 に進んだとき、CPU 71 は、ステップ 605 にて「No」と判定してステップ 699 に直接進みこのルーチンを一旦終了する。

【0129】

加えて、CPU 71 が図 7 の燃料噴射量決定ルーチンの処理を開始して、始動初期制御実行フラグ X_s の値が「1」であるか否かを判定するステップ 710 に進んだとき、CPU 71 は、ステップ 710 にて「No」と判定してステップ 735 に進む。

40

【0130】

CPU 71 は、ステップ 735 にてエアフロメータ 61 により検出された吸気流量 G_a を読み込む。次いで、CPU 71 は、ステップ 740 に進んでテーブル $Map_{fib}(G_a, N_E)$ に基づいて通常時燃料噴射量 f_{ib} を決定し、決定した通常時燃料噴射量 f_{ib} に第 n 気筒の燃料噴射量 $f_i(n)$ を設定する。ここで、テーブル Map_{fib} は、求められる通常時燃料噴射量 f_{ib} が、燃焼室 25 内に形成される混合ガスの空燃比を目標空燃比（本例では、理論空燃比）に一致させる量となるように、実験による測定値に基づいて予め設定されている。

【0131】

次いで、CPU 71 は、ステップ 725 に進んで上記ステップ 740 にて設定された第

50

n気筒の燃料噴射量 $f_i(n)$ に応じた指示信号を、第n気筒のインジェクタ39に対して送出した後、図7のルーチンを一旦終了する。

【0132】

そして、ある気筒が吸気弁閉弁時点 T_{vc} を迎えると、CPU71は、図8の第2筒内空気量推定ルーチンの処理を開始する。そして、CPU71は、始動初期制御実行フラグ X_s の値が「1」であるか否かを判定するステップ805に進んだとき、ステップ805にて「No」と判定してステップ899に直接進みこのルーチンを一旦終了する。即ち、CPU71は、筒内空気量を推定する処理を実行することなくこのルーチンを一旦終了する。

【0133】

更に、CPU71が図9の空燃比推定ルーチンの処理を開始して、始動初期制御実行フラグ X_s の値が「1」であるか否かを判定するステップ905に進んだとき、CPU71は、ステップ905にて「No」と判定してステップ999に直接進みこのルーチンを一旦終了する。

【0134】

加えて、CPU71が図10の点火時期決定ルーチンの処理を開始して、始動初期制御実行フラグ X_s の値が「1」であるか否かを判定するステップ1005に進んだとき、CPU71は、ステップ1005にて「No」と判定してステップ1055に進む。

【0135】

CPU71は、ステップ1055にてクランクポジションセンサ66からの信号に基づいて別途算出されているエンジン回転速度 NE を読み込み、続くステップ1060にてエアフローメータ61により検出された吸気流量 G_a を読み込む。

【0136】

次いで、CPU71は、ステップ1065に進んでテーブル $MapSA_b(G_a, NE)$ に基づいて通常時点火時期 SA_b を決定し、決定した通常時点火時期 SA_b に点火時期 SA を設定する。

【0137】

そして、CPU71は、ステップ1020に進んで、上記ステップ1065にて設定された点火時期 SA に応じた指示信号を、現時点にて吸気弁閉弁時点 T_{vc} を迎えた気筒のイグニタ38に対して送出した後、図10のルーチンを一旦終了する。

【0138】

次に、燃焼発生回数 k が閾値回数 k_{th} 以上となる前に、運転者がアクセルペダル81を操作した場合について説明する。

この場合、CPU71が図3の始動初期制御実行判定ルーチンの処理を開始してステップ310に進んだとき、CPU71は、ステップ310にて「No」と判定してステップ325に進む。CPU71は、ステップ325にて始動初期制御実行フラグ X_s の値を「0」に設定し、続くステップ399にて本ルーチンを一旦終了する。

【0139】

そして、CPU71は、上述した燃焼発生回数 k が閾値回数 k_{th} 以上となった場合と同様に、ステップ740にて第n気筒の燃料噴射量 $f_i(n)$ を通常時燃料噴射量 f_{ib} に設定するとともに、ステップ1065にて点火時期 SA を通常時点火時期 SA_b に設定する。

【0140】

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第1実施形態によれば、始動初期期間中、実際の空燃比が目標空燃比と相違する場合であっても、エンジン回転速度 NE を基準エンジン回転速度 NE_{ref} に迅速に近づけることができる。

【0141】

なお、上記第1実施形態において、制御装置は、点火時期決定ルーチンを吸気弁閉弁時点 T_{vc} にて実行するように構成されていたが、点火時期決定ルーチンを圧縮上死点 TD $C2$ よりもクランク角度にて 90° だけ前の時点にて実行するように構成されていてもよ

10

20

30

40

50

い。この場合、更に、空燃比推定ルーチンも圧縮上死点 $TDC2$ よりもクランク角度にて 90° だけ前の時点にて実行してもよい。

【0142】

また、上記第1実施形態において、制御装置は、第2筒内空気量 $KL2$ を推定する推定時点として、吸気弁閉弁時点 Tvc を採用するように構成されていたが、吸気弁閉弁時点 Tvc よりも後の時点であって想定される点火時期のうちの最も進角側の時期よりも前の時点（例えば、圧縮上死点 $TDC2$ よりもクランク角度にて 90° だけ前の時点）を採用するように構成されていてもよい。

【0143】

この場合、制御装置は、吸気弁閉弁時点 Tvc にて検出されたサージタンク内圧力 Ps 及び吸気弁閉弁時点 Tvc にて算出されたエンジン回転速度 NE を $RAM73$ に保持し、保持したサージタンク内圧力 Ps 及びエンジン回転速度 NE に基づいて第2筒内空気量 $KL2$ を推定するように構成されることが好適である。

【0144】

< 第2実施形態 >

次に、本発明の第2実施形態に係る内燃機関の制御装置について説明する。

ところで、吸気弁32が開弁している（吸気弁32の状態が連通状態に維持されている）期間においては、吸気通路から燃焼室25へ空気が流入する。これにより、吸気通路を形成する壁面又は燃焼室25を形成する壁面に付着した燃料の気化が促進される。また、燃焼室25内に形成された混合ガス中の燃料の拡散が進行する。

【0145】

従って、吸気弁開弁時点 Tvo から吸気弁閉弁時点 Tvc までの吸気時間 $Tint$ （吸気弁32の状態が連通状態に維持されている時間）が長くなるほど、吸気通路を形成する壁面又は燃焼室25を形成する壁面に付着した燃料のうちの気化する燃料の割合が高くなるとともに、混合ガス中の燃料の分布が一様な分布に近づけられる。この結果、燃焼室25にて実際に燃焼する燃料の量は多くなる。即ち、図12に示したように、吸気時間 $Tint$ が長くなるほど、燃焼に供される混合ガスの実際の空燃比（実質空燃比）はよりリッチ側の空燃比となる。

【0146】

また、吸気弁閉弁時点 Tvc から圧縮上死点 $TDC2$ までの期間においては、燃焼室25内の混合ガスは圧縮される。これにより、混合ガスの温度が高くなるので、燃焼室25を形成する壁面に付着している燃料の気化が促進される。また、混合ガス中の燃料の予反応（燃料分子の分解等の予備的な反応）が促進される。

【0147】

従って、吸気弁閉弁時点 Tvc から基準時点としての圧縮上死点 $TDC2$ までの圧縮時間 $Tcmp$ が長くなるほど、燃焼室25を形成する壁面に付着した燃料のうちの気化する燃料の割合が高くなるとともに、混合ガス中の燃料のうちの予反応が完了した燃料の割合が高くなる。この結果、実際に燃焼する燃料の量は多くなる。即ち、図13に示したように、圧縮時間 $Tcmp$ が長くなるほど、実質空燃比はよりリッチ側の空燃比となる。

【0148】

そこで、第2実施形態に係る制御装置は、推定した空燃比 $AbyF$ を吸気時間 $Tint$ 及び圧縮時間 $Tcmp$ に基づいて補正する。なお、第2実施形態に係る制御装置は、この空燃比 $AbyF$ の補正を行う点のみにおいて、第1実施形態に係る制御装置と相違している。従って、以下、かかる相違点を中心として説明する。

【0149】

第2実施形態に係る制御装置は、図9に示した空燃比推定ルーチンに代えて、このルーチンのステップ935の処理を図14に示したステップ1435～ステップ1455の処理に置換した空燃比推定ルーチンを実行するようになっている。

【0150】

従って、 $CPU71$ が空燃比推定ルーチンの処理を開始すると、 $CPU71$ は、ステッ

10

20

30

40

50

ブ 9 0 5 ~ ステップ 9 3 0 の処理を実行した後、ステップ 1 4 3 5 に進む。CPU 7 1 は、ステップ 1 4 3 5 にて、カムポジションセンサ 6 5 からの信号及びクランクポジションセンサ 6 6 からの信号に基づいて別途算出されたカムシャフト位相角を読み込む。

【 0 1 5 1 】

次いで、CPU 7 1 は、ステップ 1 4 4 0 に進んで、テーブルMapTint(NE,)に基づいて吸気時間T i n tを決定するとともに、テーブルMapTcmp(NE,)に基づいて圧縮時間T c m pを決定する。

【 0 1 5 2 】

ここで、吸気時間T i n tは、第m気筒の吸気弁 3 2 が開弁してから第m気筒の吸気弁 3 2 が閉弁するまでの時間（即ち、第m気筒の吸気弁 3 2 が開弁している状態が維持されることにより第m気筒の燃焼室 2 5 内へ空気が実質的に導入される時間）の推定値である。更に、圧縮時間T c m pは、第m気筒の吸気弁 3 2 が閉弁してから第m気筒が圧縮上死点T D C 2を迎えるまでの時間（即ち、第m気筒の燃焼室 2 5 内の混合ガスが実質的に圧縮される時間）の推定値である。

【 0 1 5 3 】

また、テーブルMapTintは、エンジン回転速度NEが高くなるほど、求められる吸気時間T i n tが短くなるように実験による測定値に基づいて予め設定されている。同様に、テーブルMapTcmpも、エンジン回転速度NEが高くなるほど、求められる圧縮時間T c m pが短くなるように実験による測定値に基づいて予め設定されている。

【 0 1 5 4 】

そして、CPU 7 1 は、ステップ 1 4 4 5 に進んで、テーブルMapAint(Tw)に基づいて吸気補正係数A i n tを決定するとともに、テーブルMapAcmp(Tw)に基づいて圧縮補正係数A c m pを決定する。

【 0 1 5 5 】

ここで、テーブルMapAintは、求められる吸気補正係数A i n tが負の値となるように、且つ、冷却水温度Twが高くなるほど求められる吸気補正係数A i n tが小さくなる（吸気補正係数A i n tの絶対値| A i n t |が大きくなる）ように、実験による測定値に基づいて予め設定されている。同様に、テーブルMapAcmpも、求められる圧縮補正係数A c m pが負の値となるように、且つ、冷却水温度Twが高くなるほど求められる圧縮補正係数A c m pが小さくなる（圧縮補正係数A c m pの絶対値| A c m p |が大きくなる）ように、実験による測定値に基づいて予め設定されている。

【 0 1 5 6 】

次いで、CPU 7 1 は、ステップ 1 4 5 0 に進んで、ステップ 1 4 5 0 内に示した式と、上記ステップ 1 4 4 0 にて決定された吸気時間T i n t及び圧縮時間T c m pと、上記ステップ 1 4 4 5 にて決定された吸気補正係数A i n t及び圧縮補正係数A c m pと、「1」よりも大きい所定の基本値R a f 0と、に基づいて空燃比補正係数R a fを決定する（図 1 5 を参照。）。なお、基本値R a f 0は、値| A i n t · T i n t + A c m p · T c m p |が最大となっても空燃比補正係数R a fが正の値となるように定められている。

【 0 1 5 7 】

そして、CPU 7 1 は、ステップ 1 4 5 5 に進んで、第 2 筒内空気量推定ルーチンにて設定された第 2 筒内空気量K L 2を上記空燃比推定ルーチンのステップ 9 2 5 にて設定された筒内燃料量f cにより除した値K L 2 / f cに上記ステップ 1 4 5 0 にて決定された空燃比補正係数R a fを乗じた値R a f · K L 2 / f cに空燃比A b y Fを設定する。即ち、空燃比A b y Fは、推定された第 2 筒内空気量K L 2と推定された筒内燃料量f cとに基づいて推定される空燃比を、吸気時間T i n t及び圧縮時間T c m pに基づいて補正した値に設定される。

そして、CPU 7 1 はステップ 9 9 9 に進んでこのルーチンを一旦終了する。

【 0 1 5 8 】

これにより、フィードバック補正量 S Aを補正する基となる空燃比A b y Fを実際の空燃比に近づけることができる。この結果、実際の空燃比に応じた適切な時期に点火時期

SAを設定することができ、エンジン回転速度NEを基準エンジン回転速度NErefにより一層迅速に近づけることができる。

【0159】

なお、上記第2実施形態において、制御装置は、吸気時間Tint及び圧縮時間Tcmpの両方を吸気弁閉弁時点Tvcにて算出されたエンジン回転速度NEに基づいて決定するように構成されていたが、吸気時間Tintを吸気弁閉弁時点Tvcにて算出されたエンジン回転速度NEに基づいて決定するとともに、圧縮時間Tcmpを圧縮上死点TDC2にて算出されたエンジン回転速度NEに基づいて決定するように構成されていてもよい。この場合、制御装置は、空燃比推定ルーチン及び点火時期決定ルーチンを圧縮上死点TDC2にて実行するように構成されることが好適である。

10

【0160】

また、上記第2実施形態において、制御装置は、吸気時間Tint及び圧縮時間Tcmpの両方に基づいて空燃比AbyFを補正するように構成されていたが、吸気時間Tint及び圧縮時間Tcmpのいずれか一方に基づいて空燃比AbyFを補正するように構成されていてもよい。

【0161】

なお、本発明は上記各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、上記各実施形態において、制御装置は、吸気弁閉弁時点Tvcにて算出されたエンジン回転速度NEに基づいて第2筒内空気量KL2を推定するように構成されていたが、吸気弁閉弁時点Tvcにて算出されたエンジン回転速度NEと、吸気弁開弁時点Tvoにて算出されたエンジン回転速度NEと、の平均値に基づいて第2筒内空気量KL2を推定するように構成されていてもよい。

20

【0162】

更に、上記各実施形態において、制御装置は、サージタンク内圧力Psに基づいて第2筒内空気量KL2を推定するように構成されていたが、エアフローメータ61により検出された吸気流量Gaに基づいて第2筒内空気量KL2を推定するように構成されていてもよい。また、制御装置は、吸気通路内の空気の挙動をエネルギー保存則、運動量保存則及び質量保存則等の物理法則に従って記述した空気モデルに吸気弁閉弁時点Tvcにて確定したパラメータを適用することにより第2筒内空気量KL2を推定してもよい。この空気モデルは、特開2003-184613号公報及び特開2001-41095号公報等に開示された周知のモデルである。

30

【0163】

加えて、上記各実施形態において、制御装置は、空燃比AbyFに基づいて補正する前のフィードバック補正量SAをエンジン回転速度NEと基準エンジン回転速度NErefとの差である回転速度差NE(=NEref-NE)に比例する量L・(NEref-NE)に設定していた(図10のステップ1035を参照。)が、回転速度差NEを微分した値に比例する量、又は、回転速度差NEを積分した値に比例する量に設定してもよい。また、制御装置は、空燃比AbyFに基づいて補正する前のフィードバック補正量SAを、回転速度差NEに比例する量、回転速度差NEを微分した値に比例する量、及び、回転速度差NEを積分した値に比例する量のすべての和に設定してもよく、これらの3つの量のうちのいずれか2つの和に設定してもよい。

40

【0164】

更に、上記各実施形態は、空燃比AbyFが最大出力空燃比よりもリッチ側の空燃比となった場合、上記テーブルMapに代えて、空燃比AbyFが小さくなる(リッチ側の空燃比になる)ほど、求められる空燃比補償用補正量が大きくなる(点火時期SAをより進角側に補正する量となる)ように設定されたテーブルを用いるように構成されていてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0165】

【図1】本発明の第1実施形態に係る制御装置を火花点火式内燃機関に適用したシステム

50

の概略構成図である。

【図 2】図 1 に示した制御装置の特定気筒に対する作動を概念的に示したタイムチャートである。

【図 3】図 1 に示した CPU が実行するプログラムであって始動初期制御を実行するか否かを判定するためのプログラムを示したフローチャートである。

【図 4】図 1 に示した CPU が実行するプログラムであってクランキングが開始してから最初の燃焼が発生したか否かを判定するためのプログラムを示したフローチャートである。

【図 5】図 1 に示した CPU が実行するプログラムであって初爆発生時点から現時点までに任意の気筒が排気行程を迎えた回数を算出するためのプログラムを示したフローチャートである。

10

【図 6】図 1 に示した CPU が実行するプログラムであって第 1 筒内空気量を推定するためのプログラムを示したフローチャートである。

【図 7】図 1 に示した CPU が実行するプログラムであって燃料噴射量を決定するためのプログラムを示したフローチャートである。

【図 8】図 1 に示した CPU が実行するプログラムであって第 2 筒内空気量を推定するためのプログラムを示したフローチャートである。

【図 9】図 1 に示した CPU が実行するプログラムであって空燃比を推定するためのプログラムを示したフローチャートである。

【図 10】図 1 に示した CPU が実行するプログラムであって点火時期を決定するためのプログラムを示したフローチャートである。

20

【図 11】各気筒に対する燃料噴射量及び点火時期の決定タイミングを示したタイムチャートである。

【図 12】吸気時間に対する実質空燃比の変化を示したグラフである。

【図 13】圧縮時間に対する実質空燃比の変化を示したグラフである。

【図 14】本発明の第 2 実施形態に係る制御装置が空燃比を推定するために図 9 に示した処理に加えて実行する処理を表すフローチャートである。

【図 15】吸気時間及び圧縮時間と空燃比補正係数との関係を概念的に示したグラフである。

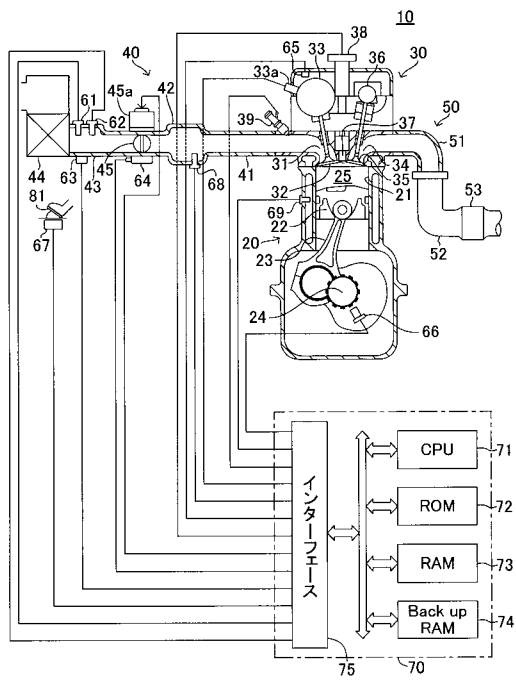
【符号の説明】

30

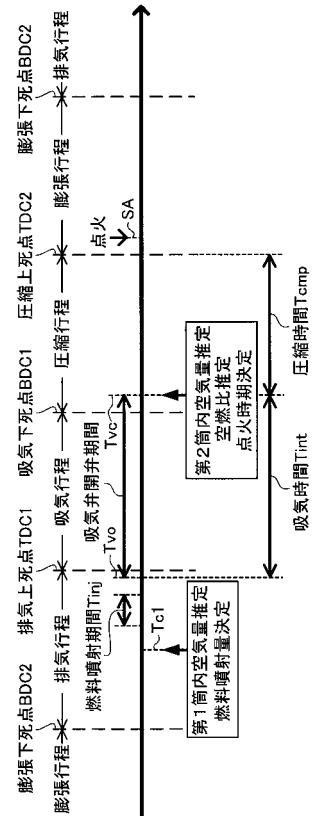
【0166】

10 ... 内燃機関、21 ... シリンダ、22 ... ピストン、24 ... クランク軸、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、37 ... 点火プラグ、38 ... イグナイタ、39 ... インジェクタ、42 ... サージタンク、66 ... クランクポジションセンサ、68 ... サージタンク内圧力センサ、71 ... CPU。

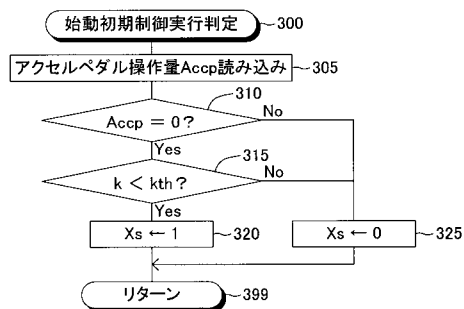
【図 1】



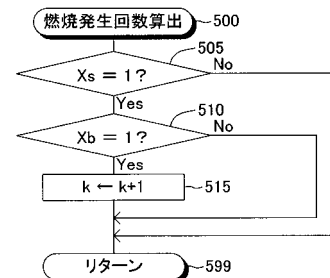
【図 2】



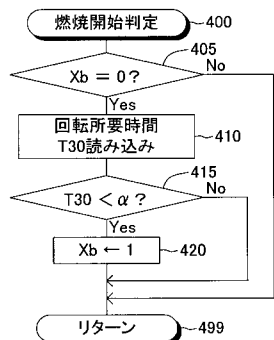
【図 3】



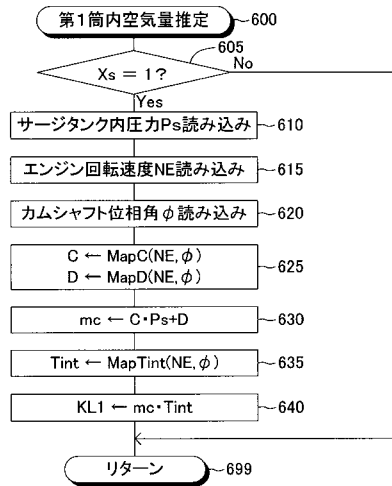
【図 5】



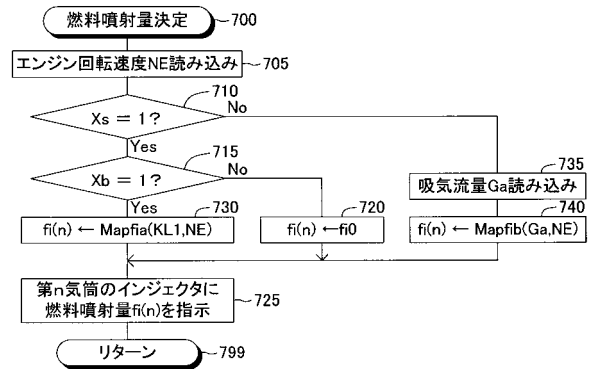
【図 4】



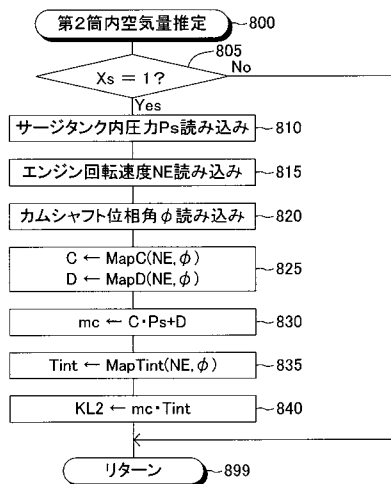
【図 6】



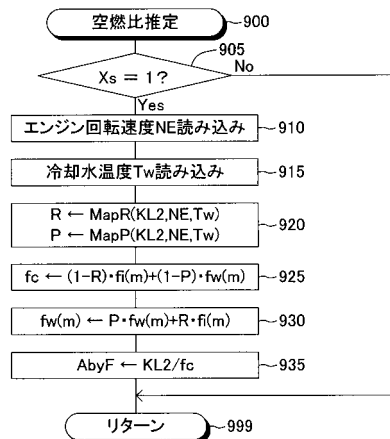
【図 7】



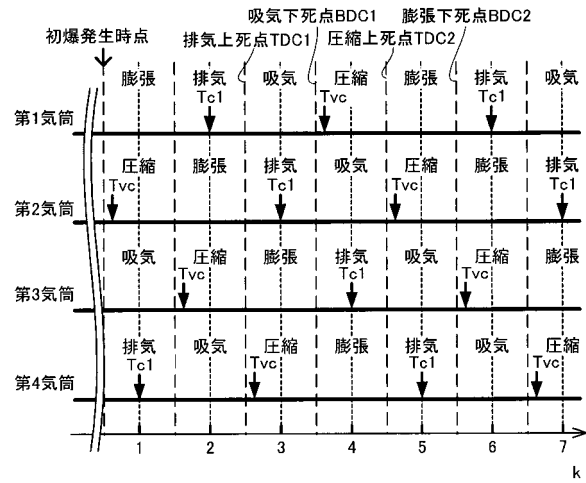
【図 8】



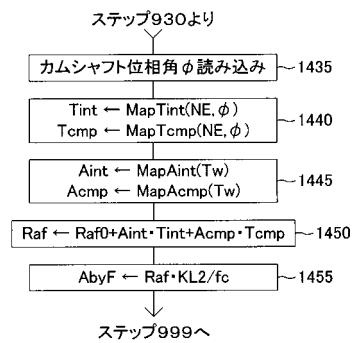
【図 9】



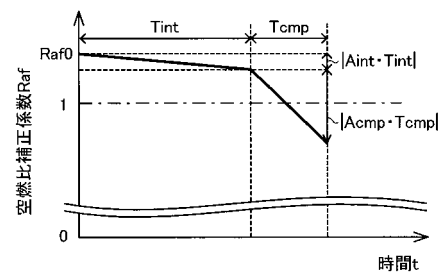
【 図 1 1 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 D 45/00 3 6 6 B
F 0 2 D 43/00 3 0 1 Z
F 0 2 P 5/15 K

(56)参考文献 特開平 0 6 - 3 3 0 7 8 8 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 0 1 9 5 7 1 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 2 0 7 5 6 5 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 0 9 8 9 8 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
F 0 2 D 4 1 / 0 0 - 4 5 / 0 0
F 0 2 P 5 / 1 5