

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4096835号
(P4096835)

(45) 発行日 平成20年6月4日(2008.6.4)

(24) 登録日 平成20年3月21日(2008.3.21)

(51) Int.Cl.

F 1

FO2D 45/00 (2006.01)
FO2D 13/02 (2006.01)FO2D 45/00 368Z
FO2D 45/00 368S
FO2D 13/02 G

請求項の数 10 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2003-288165 (P2003-288165)
 (22) 出願日 平成15年8月6日 (2003.8.6)
 (65) 公開番号 特開2005-54729 (P2005-54729A)
 (43) 公開日 平成17年3月3日 (2005.3.3)
 審査請求日 平成18年3月22日 (2006.3.22)

(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 100077481
 弁理士 谷 義一
 (74) 代理人 100088915
 弁理士 阿部 和夫
 (72) 発明者 守谷 栄記
 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 三輪 耕平
 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 佐々木 正章

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】内燃機関の制御装置および内燃機関の失火判定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料および空気の混合気を筒内で燃焼させて動力を発生する内燃機関の制御装置において、

筒内圧検出手段と、

前記筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とに基づいて制御パラメータを算出する演算手段と、

前記演算手段によって算出された前記制御パラメータに基づいて、前記筒内における失火状態を判定する失火判定手段とを備え、

前記制御パラメータは、前記筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積を所定の指數で累乗した値との積であり、

前記演算手段は、所定の2点について前記制御パラメータを算出し、前記失火判定手段は、前記所定の2点間における前記制御パラメータの差分と所定の閾値とを比較して、前記筒内における失火状態を判定することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項 2】

前記失火判定手段は、前記所定の2点間における前記制御パラメータの差分が第1の閾値を下回っている場合に前記筒内が半失火状態にあると判断することを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 3】

前記失火判定手段によって前記筒内が半失火状態にあると判断された場合、以降の失火

10

20

を抑制するようにスロットル開度、燃料噴射量、吸気弁または排気弁の開閉タイミング、及び排ガス環流率のうちの少なくとも何れか一つを補正することを特徴とする請求項 2 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 4】

前記失火判定手段は、前記補正が所定時間実行された後、前記所定の 2 点間における前記制御パラメータの差分が前記第 1 の閾値を下回っており、かつ、前記第 1 の閾値よりも小さい第 2 の閾値を下回っている場合に前記筒内が完全失火状態にあると判断することを特徴とする請求項 3 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 5】

前記所定の 2 点の一方は、吸気弁開弁後かつ燃焼開始前に設定され、他方は、前記燃焼開始の後かつ排気弁開弁前に設定されることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 6】

燃料および空気の混合気を筒内で燃焼させて動力を発生する内燃機関の失火判定方法において、

- (a) 筒内圧力を検出するステップと、
- (b) ステップ (a) で検出した筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とに基づいて制御パラメータを算出するステップと、
- (c) ステップ (b) で算出した前記制御パラメータに基づいて、前記筒内における失火状態を判定するステップとを含み、

ステップ (b) において算出される前記制御パラメータは、ステップ (a) で検出した筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積を所定の指数で累乗した値との積であり、ステップ (b) では、所定の 2 点について前記制御パラメータが算出され、

ステップ (c) は、前記所定の 2 点間における前記制御パラメータの差分と所定の閾値とを比較して、前記筒内における失火状態を判定することを特徴とする内燃機関の失火判定方法。

【請求項 7】

ステップ (c) では、前記所定の 2 点間における前記制御パラメータの差分が第 1 の閾値を下回っている場合に前記筒内が半失火状態にあると判断することを特徴とする請求項 6 に記載の内燃機関の失火判定方法。

【請求項 8】

(d) ステップ (c) において前記筒内が半失火状態にあると判断された場合、以降の失火を抑制するようにスロットル開度、燃料噴射量、吸気弁または排気弁の開閉タイミング、及び排ガス環流率のうちの少なくとも何れか一つを補正するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 7 に記載の内燃機関の失火判定方法。

【請求項 9】

(e) ステップ (d) における前記補正が所定時間実行された後、前記所定の 2 点間ににおける前記制御パラメータの差分が前記第 1 の閾値を下回っており、かつ、前記第 1 の閾値よりも小さい第 2 の閾値を下回っている場合に前記筒内が完全失火状態にあると判断するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 8 に記載の内燃機関の失火判定方法。

【請求項 10】

前記所定の 2 点の一方は、吸気弁開弁後かつ燃焼開始前に設定され、他方は、前記燃焼開始の後かつ排気弁開弁前に設定されることを特徴とする請求項 6 に記載の内燃機関の失火判定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料および空気の混合気を筒内で燃焼させて動力を発生する内燃機関の制御装置および内燃機関の失火判定方法に関する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

【0002】

従来から、内燃機関の燃焼状態を検出する装置として、筒内圧検出手段によって検出された各燃焼室の筒内圧信号を重畠させ、重畠された筒内圧信号に基づいて算出される失火判定指標を用いて失火状態を判定するものが知られている（例えば、特許文献1参照。）。このように、複数の燃焼室それぞれの筒内圧力を重畠させれば、失火の有無により、上死点前後の信号波形の対称性に顕著な変化が認められることになるため、内燃機関の燃焼の全域において失火判定を実行することができる。

【0003】

【特許文献1】特開平11-82150号公報

【発明の開示】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上述の従来の内燃機関の燃焼状態検出装置では、基本的に、筒内圧検出手段より検出された筒内圧を微小な単位クランク角ごとに積分処理することによって失火判定指標が算出される。このため、従来の燃焼状態検出装置における演算負荷は多大なものとなっており、従来の装置を例えば車両用内燃機関等に適用するのは実際上容易なことではなかった。

【0005】

そこで、本発明は、筒内における失火状態を低負荷で精度よく判定可能とする実用的な内燃機関の制御装置および内燃機関の失火判定方法の提供を目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明による内燃機関の制御装置は、燃料および空気の混合気を筒内で燃焼させて動力を発生する内燃機関の制御装置において、筒内圧検出手段と、前記筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とに基づいて制御パラメータを算出する演算手段と、前記演算手段によって算出された前記制御パラメータに基づいて、前記筒内における失火状態を判定する失火判定手段とを備え、前記制御パラメータは、前記筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積を所定の指数で累乗した値との積であり、前記演算手段は、所定の2点について前記制御パラメータを算出し、前記失火判定手段は、前記所定の2点間における前記制御パラメータの差分と所定の閾値とを比較して、前記筒内における失火状態を判定することを特徴とする。

30

【0007】

前記失火判定手段は、前記所定の2点間における前記制御パラメータの差分が第1の閾値を下回っている場合に前記筒内が半失火状態にあると判断する、構成を採用できる。

【0008】

前記失火判定手段によって前記筒内が半失火状態にあると判断された場合、以降の失火を抑制するようスロットル開度、燃料噴射量、吸気弁または排気弁の開閉タイミング、及び排ガス環流率のうちの少なくとも何れか一つを補正する、構成を採用できる。

40

【0009】

前記失火判定手段は、前記補正が所定時間実行された後、前記所定の2点間における前記制御パラメータの差分が前記第1の閾値を下回っており、かつ、前記第1の閾値よりも小さい第2の閾値を下回っている場合に前記筒内が完全失火状態にあると判断する、構成を採用できる。

【0010】

前記所定の2点の一方は、吸気弁開弁後かつ燃焼開始前に設定され、他方は、前記燃焼開始の後かつ排気弁開弁前に設定される、構成を採用できる。

【0011】

本発明による失火判定方法は、燃料および空気の混合気を筒内で燃焼させて動力を発生する内燃機関の失火判定方法において、(a)筒内圧力を検出するステップと、(b)ス

50

ステップ(a)で検出した筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とに基づいて制御パラメータを算出するステップと、(c)ステップ(b)で算出した前記制御パラメータに基づいて、前記筒内における失火状態を判定するステップとを含み、ステップ(b)において算出される前記制御パラメータは、ステップ(a)で検出した筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積を所定の指數で累乗した値との積であり、ステップ(b)では、所定の2点について前記制御パラメータが算出され、ステップ(c)は、前記所定の2点間における前記制御パラメータの差分と所定の閾値とを比較して、前記筒内における失火状態を判定することを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

ステップ(c)では、前記所定の2点間における前記制御パラメータの差分が第1の閾値を下回っている場合に前記筒内が半失火状態にあると判断する、公正を採用できる。

10

【 0 0 1 3 】

(d)ステップ(c)において前記筒内が半失火状態にあると判断された場合、以降の失火を抑制するようにスロットル開度、燃料噴射量、吸気弁または排気弁の開閉タイミング、及び排ガス環流率のうちの少なくとも何れか一つを補正するステップをさらに含む、構成を採用できる。

【 0 0 1 4 】

(e)ステップ(d)における前記補正が所定時間実行された後、前記所定の2点間における前記制御パラメータの差分が前記第1の閾値を下回っており、かつ、前記第1の閾値よりも小さい第2の閾値を下回っている場合に前記筒内が完全失火状態にあると判断するステップをさらに含む、構成を採用できる。

20

【 0 0 1 5 】

前記所定の2点の一方は、吸気弁開弁後かつ燃焼開始前に設定され、他方は、前記燃焼開始の後かつ排気弁開弁前に設定される、構成を採用できる。

【 発明の効果 】**【 0 0 1 6 】**

本発明によれば、筒内における失火状態を低負荷で精度よく判定可能とする実用的な内燃機関の制御装置および内燃機関の失火判定方法の実現が可能となる。

【 発明を実施するための最良の形態 】**【 0 0 1 7 】**

30

本発明者らは、演算負荷の低減化を図りつつ高精度な内燃機関の制御を可能にするために銳意研究を重ね、その結果、筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積とに基づいて算出される制御パラメータに着目するに至った。より詳細には、本発明者らは、クランク角が θ である際に筒内圧検出手段によって検出される筒内圧力を $P(\theta)$ とし、クランク角が $\theta + \Delta\theta$ である際の筒内容積を $V(\theta + \Delta\theta)$ とし、比熱比を γ とした場合に、筒内圧力 $P(\theta)$ と、筒内容積 $V(\theta + \Delta\theta)$ を比熱比(所定の指數) γ で累乗した値 $V(\theta + \Delta\theta)^{\gamma}$ の積として得られる制御パラメータ $P(\theta) \cdot V(\theta + \Delta\theta)^{\gamma}$ (以下、適宜「PV」と記す)に着目した。そして、本発明者らは、クランク角に対する内燃機関の筒内における熱発生量 Q の変化パターンと、クランク角に対する制御パラメータ PV の変化パターンとが、図1に示されるような相関を有することを見出した。ただし、図1において、 -360° , 0° および 360° は、上死点に、 -180° および 180° は、下死点に対応する。

40

【 0 0 1 8 】

図1において、実線は、所定のモデル気筒において所定の微小クランク角おきに検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積を所定の比熱比 γ で累乗した値との積である制御パラメータ PV をプロットしたものである。また、図1において、破線は、上記モデル気筒における熱発生量 Q を、熱発生率の式: $dQ/d\theta = \{dP/d\theta \cdot V + P \cdot dV/d\theta\} / \{ -1 \}$ に基づき、 $Q = dQ/d\theta \cdot \Delta\theta$ として算出・プロットしたものである。なお、何れの場合も、簡単のために、 $\Delta\theta = 1.32^\circ$ とした。

【 0 0 1 9 】

50

図1に示される結果からわかるように、クランク角に対する熱発生量Qの変化パターンと、クランク角に対する制御パラメータP V の変化パターンとは、概ね一致（相似）しており、特に、筒内の混合気の燃焼開始（ガソリンエンジンでは火花点火時、ディーゼルエンジンでは圧縮着火時）の前後（例えば、図1における約-180°から約135°までの範囲）では、熱発生量Qの変化パターンと、制御パラメータP V の変化パターンとは極めて良好に一致することがわかる。

【0020】

一方、ある気筒において失火が発生した場合、その気筒では、失火が発生していない気筒に比べて、燃焼開始（火花点火または圧縮着火）前のあるタイミングから燃焼開始後のあるタイミングまでの熱発生量 dQ （ dQ を例えれば $_1$ から $_2$ [ただし、 $_1 < _2$] ）まで積分した値、以下同じ）が小さくなる。また、当該熱発生量 dQ は、筒内における失火の程度によっても変化する。従って、このような筒内における熱発生量Qと失火状態との関係と、本発明者らによって見出された筒内における熱発生量Qと制御パラメータ P V との相関とを利用することにより、筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と当該筒内圧力の検出時における筒内容積に基づいて算出される制御パラメータ P V に基づいて筒内における失火状態を低負荷で精度よく判定することが可能となる。10

【0021】

このように、本発明による内燃機関の制御装置では、上述のような新規な知見に基づいて、筒内圧力を検出する筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積に基づいて算出される制御パラメータ、すなわち、筒内圧検出手段によって検出された筒内圧力と、当該筒内圧力の検出時における筒内容積を所定の指數で累乗した値との積である制御パラメータ（P V ）に基づいて筒内における失火状態が判定されるのである。20

【0022】

そして、好ましくは、所定の2点について制御パラメータが算出され、当該所定の2点間ににおける制御パラメータの差分が第1の閾値を下回っている場合に筒内が半失火状態にあると判断される。また、好ましくは、上記所定の2点間ににおける制御パラメータの差分が第1の閾値を下回っており、かつ、第1の閾値よりも小さい第2の閾値を下回っている場合に筒内が完全失火状態にあると判断される。

【0023】

上述のように、本発明者らが着目した制御パラメータ P V は、内燃機関の筒内における熱発生量Qを反映するものであり、所定の2点間（例えば筒内における燃焼開始の前後2点）における制御パラメータ P V の差分は、当該2点間ににおける筒内での熱発生量 dQ を示し、極めて低負荷で算出し得るものである。そして、当該2点間ににおける筒内での熱発生量 dQ は、筒内における失火の程度に応じて変化し、例えば筒内が半失火状態にあるような場合、当該熱発生量 dQ は、所定の範囲内に収まることになる。従って、所定の2点間ににおける制御パラメータ P V の差分と、第1および第2の閾値とを比較することにより、演算負荷を大幅に低減させつつ、筒内における失火状態を精度よく判定することが可能となる。この場合、上記所定の2点の一方は、吸気弁開弁後かつ燃焼開始前に設定され、他方は、燃焼開始の後かつ排気弁開弁前に設定されると好ましい。30

【0024】

以下、図面を参照しながら、本発明を実施するための最良の形態について詳細に説明する。

【0025】

図2は、本発明による内燃機関を示す概略構成図である。同図に示される内燃機関1は、シリンダブロック2に形成された燃焼室3の内部で燃料および空気の混合気を燃焼させ、燃焼室3内でピストン4を往復移動させることにより動力を発生するものである。なお、図2には1気筒のみが示されるが、内燃機関1は多気筒エンジンとして構成されると好ましく、本実施形態の内燃機関1は、例えば4気筒エンジンとして構成される。

【0026】

10

20

30

40

50

各燃焼室3の吸気ポートは、吸気マニホールドを介して吸気管5にそれぞれ接続され、各燃焼室3の排気ポートは、排気マニホールドを介して排気管6にそれぞれ接続されている。また、内燃機関1のシリンダヘッドには、吸気ポートを開閉する吸気弁Viと、排気ポートを開閉する排気弁Veとが燃焼室3ごとに配設されている。各吸気弁Viおよび各排気弁Veは、例えば、可変バルブタイミング機能を有する動弁機構(図示省略)によって開閉させられる。更に、内燃機関1は、気筒数に応じた数の点火プラグ7を有し、点火プラグ7は、対応する燃焼室3内に臨むようにシリンダヘッドに配設されている。

【0027】

各吸気管5(吸気マニホールド)は、図2に示されるように、サージタンク8に接続されている。サージタンク8には、給気ラインL1が接続されており、給気ラインL1は、エアクリーナ9を介して図示されない空気取入口に接続されている。そして、給気ラインL1の中途(サージタンク8とエアクリーナ9との間)には、スロットルバルブ(本実施形態では、電子スロットルバルブ)10が組み込まれている。一方、排気管6には、図1に示されるように、三元触媒を含む前段触媒装置11aおよびNOx吸収還元触媒を含む後段触媒装置11bが接続されている。

10

【0028】

更に、内燃機関1は、図2に示されるように、複数のインジェクタ12を有し、インジェクタ12は、対応する燃焼室3内に臨むようにシリンダヘッドに配設されている。また、内燃機関1の各ピストン4は、いわゆる深皿頂面型に構成されており、その上面には、凹部4aが形成されている。そして、内燃機関1では、各燃焼室3内に空気を吸入させた状態で、各インジェクタ12から各燃焼室3内のピストン4の凹部4aに向けてガソリン等の燃料が直接噴射される。これにより、内燃機関1では、点火プラグ7の近傍に燃料と空気との混合気の層が周囲の空気層と分離された状態で形成(成層化)されるので、極めて希薄な混合気を用いて安定した成層燃焼を実行することが可能となる。なお、本実施形態の内燃機関1は、いわゆる直噴エンジンとして説明されるが、これに限られるものではなく、本発明が吸気管(吸気ポート)噴射式の内燃機関に適用され得ることはいうまでもない。

20

【0029】

上述の各点火プラグ7、スロットルバルブ10、各インジェクタ12および動弁機構等は、内燃機関1の制御装置として機能するECU20に電気的に接続されている。ECU20は、何れも図示されないCPU、ROM、RAM、入出力ポート、および、記憶装置等を含むものである。ECU20には、図2に示されるように、内燃機関1のクランク角センサ14を始めとした各種センサが電気的に接続されている。ECU20は、記憶装置に記憶されている各種マップ等を用いると共に各種センサの検出値等に基づいて、所望の出力が得られるように、点火プラグ7、スロットルバルブ10、インジェクタ12、動弁機構等を制御する。

30

【0030】

また、内燃機関1は、半導体素子、圧電素子あるいは光ファイバセンサ等を含む筒内圧センサ(筒内圧検出手段)15を気筒数に応じた数だけ有している。各筒内圧センサ15は、対応する燃焼室3内に受圧面が臨むようにシリンダヘッドに配設されており、ECU20に電気的に接続されている。各筒内圧センサ15は、対応する燃焼室3における筒内圧力を検出し、検出値を示す信号をECU20に与える。

40

【0031】

次に、図3を参照しながら、上述の内燃機関1における失火判定処理の手順について説明する。

【0032】

内燃機関1が始動された後、アイドル状態からアイドルオフ状態に移行すると、図3に示されるように、ECU20は、図示されないアクセル位置センサからの信号等に基づいて内燃機関1の目標トルクを定めると共に、予め用意されているマップ等を用いて目標トルクに応じた吸入空気量(スロットルバルブ10の開度)および各インジェクタ12から

50

の燃料噴射量（燃料噴射時間）を設定する（S10）。更に、ECU20は、S12にて、スロットルバルブ10の開度をS10にて求めた開度に設定すると共に、各インジェクタ12から例えば吸気行程中にS10にて定めた量の燃料を噴射させる。

【0033】

また、ECU20は、クランク角センサ14からの信号に基づいて内燃機関1のクランク角をモニタしている。そして、ECU20は、燃焼室3ごとに、各吸気弁Viの開弁後であって、かつ、各点火プラグ7による点火前に設定された第1のタイミング（クランク角が₁となるタイミング）になると、筒内圧センサ15からの信号に基づいて、クランク角が₁となる時の筒内圧力P（₁）を取得する（S14）。更に、ECU20は、取得した筒内圧力P（₁）と、筒内圧力P（₁）の検出時、すなわち、クランク角が₁となる時の筒内容積V（₁）を比熱比（本実施形態では、₁=1.32）で累乗した値との積である制御パラメータP（₁）・V（₁）を燃焼室3ごとに算出し、RAMの所定の記憶領域に記憶させる（S16）。

【0034】

第1のタイミングは、各燃焼室3内において燃焼が開始される時点（点火時）よりも十分に前のタイミングに設定されると好ましく、本実施形態において、第1のタイミングは、例えば、クランク角センサ14からの信号に示されるクランク角が-60°となるタイミング（₁=-60°、すなわち、上死点前60°）とされている。また、V（₁）の値（本実施形態では、V（-60°）の値）は、予め算出された上で記憶装置に記憶されている。

【0035】

S16の処理の後、ECU20は、燃焼室3ごとに、各点火プラグ7による点火後であって、各排気弁Veの開弁前に設定された第2のタイミング（クランク角が₂となるタイミング）になると、筒内圧センサ15からの信号に基づいて、クランク角が₂となる時の筒内圧力P（₂）を取得する（S18）。更に、ECU20は、取得した筒内圧力P（₂）と、筒内圧力P（₂）の検出時、すなわち、クランク角が₂となる時の筒内容積V（₂）を比熱比（本実施形態では、₂=1.32）で累乗した値との積である制御パラメータP（₂）・V（₂）を燃焼室3ごとに算出し、RAMの所定の記憶領域に記憶させる（S20）。第2のタイミングは、燃焼室3内における混合気の燃焼が概ね完了したタイミングに設定されると好ましく、本実施形態では、第2のタイミングが、例えば、クランク角センサ14からの信号に示されるクランク角が90°となるタイミング（₂=90°、すなわち、上死点後90°）とされている。また、V（₂）の値（本実施形態では、V（90°）の値）は、予め算出された上で記憶装置に記憶されている。

【0036】

上述のようにして、制御パラメータP（₁）・V（₁）およびP（₂）・V（₂）を求めるとき、ECU20は、燃焼室3ごとに、第1および第2のタイミングの間ににおける制御パラメータPVの差分を、

$$PV = P(2) \cdot V(2) - P(1) \cdot V(1)$$

として算出し、RAMの所定の記憶領域に記憶させる（S22）。この差分PVは、上述のように、第2のタイミングと第1のタイミングとの間（所定の2点間）における各燃焼室3での熱発生量dQ、すなわち、第1のタイミングから第2のタイミングまでの間に燃焼室3で発生した熱量を示す。このように、S14からS22までの処理により、第1のタイミングと第2タイミングとの間ににおける熱発生量を良好に反映した制御パラメータPVの差分PVが燃焼室3ごとに簡易かつ速やかに算出される。これにより、筒内圧力を微小な単位クランク角ごとに積分処理して各燃焼室3における失火状態を判定する場合と比較して、ECU20における演算負荷を大幅に低減させることができる。

【0037】

ここで、第2のタイミングと第1のタイミングとの間（所定の2点間）における何れかの燃焼室3での熱発生量dQを示す差分PVは、当該燃焼室3内における失火の程

10

20

30

40

50

度に応じて変化し、例えば当該燃焼室3内が半失火状態にあるような場合、差分PVは、所定の値よりも小さくなり、当該燃焼室3内が完全失火状態にある場合、差分PVは、当該所定の値よりも小さく（理論的にはゼロ）になる。このため、S22にて差分PVを求めるとき、ECU20は、燃焼室3ごとに、差分PVが予め定められている第1の閾値を下回っているか否か判定する（S24）。S24にて、全燃焼室3の差分PVが第1の閾値を下回っていないと判断した場合、ECU20は、何れの燃焼室3においても失火が発生していないとみなし、S10に戻ってそれ以後の一連の処理を繰り返す。

【0038】

一方、S24にて、少なくとも何れかの燃焼室3について差分PVが第1の閾値を下回っていると判断した場合、ECU20は、その燃焼室3の内部が半失火状態にあるとみなし、その燃焼室に対応する図示されないカウンタを1だけインクリメントする（S26）。更に、ECU20は、当該カウンタのカウント値が予め定められている閾値を超えているか否か判定する（S28）。S28にてカウンタのカウント値が予め定められている閾値を超えていないと判断した場合、ECU20は、所定のマップ等を用いて、スロットルバルブ10の開度、インジェクタ12からの燃料噴射量、吸気弁Viおよび/または排気弁Veの開閉タイミング、更には、排ガス還流系統を備えた内燃機関にあっては排ガス還流率の少なくとも何れか一つをS22にて求めた差分PVに応じて補正する（S30）。

【0039】

すなわち、内燃機関1では、第1のタイミングと第2のタイミングとの間における制御パラメータPVの差分PVが第1の閾値を下回っても、差分PVが第1の閾値を下回る頻度が少ない場合、その燃焼室3で発生した失火は一時的なものであるとみなされる。そして、このような場合には、スロットル開度、燃料噴射量、バルブ開閉タイミング等が適宜補正され（S30）、これにより、その燃焼室3におけるそれ以後の失火が抑制されていくことになる。

【0040】

また、ECU20は、S28にてカウンタのカウント値が予め定められている閾値を超えたと判断した場合、すなわち、その燃焼室3における失火の発生回数が当該閾値を超えたと判断した場合、そのカウンタをリセットし（S32）、更に、S22にて求めた差分PVが第2の閾値（ただし、<である）を下回っているか否か判定する（S34）。そして、S34にて差分PVが第2の閾値を下回っていると判断した場合、ECU20は、例えば点火プラグ7のトラブル等により、その燃焼室3の内部が完全失火状態にあるとみなし、所定の警告表示を行う（S36）。

【0041】

S34にて差分PVが第2の閾値を下回っていないと判断した場合、ECU20は、所定のマップ等を用いて、スロットルバルブ10の開度、インジェクタ12からの燃料噴射量、吸気弁Viおよび/または排気弁Veの開閉タイミング、更には、排ガス還流系統を備えた内燃機関にあっては排ガス還流率の少なくとも何れか一つをS22にて求められた差分PVに応じて補正する（S30）。すなわち、内燃機関1では、ある燃焼室3における失火の発生回数が上記閾値を超えた場合であっても、差分PVが第2の閾値を下回っていない場合には、スロットル開度、燃料噴射量、バルブ開閉タイミング等が適宜補正され（S30）、これにより、その燃焼室3におけるそれ以後の失火が抑制されていくことになる。そして、S30またはS36の処理後、ECU20は、S10に戻ってそれ以後の一連の処理を繰り返す。

【0042】

このように、内燃機関1では、筒内圧センサ15によって検出される筒内圧力P（）と当該筒内圧力P（）の検出時における筒内容積V（）とに基づいて算出される制御パラメータ、すなわち、筒内圧センサ15によって検出される筒内圧力P（）と、当該筒内圧力P（）の検出時における筒内容積V（）を所定の指數で累乗した値との積

10

20

30

40

50

である制御パラメータ PV に基づいて燃焼室 3 内における失火状態が低負荷で精度よく判定される。そして、内燃機関 1 では、燃焼室 3 内が失火状態（半失火状態）にあると判断された場合、失火を解消するように、スロットル開度、燃料噴射量、バルブ開閉タイミング、排ガス還流率等の少なくとも何れかが補正される。これにより、内燃機関 1 によれば、回転速度を良好に維持して常に所望の出力を得ることが可能となる。

【0043】

なお、上述の内燃機関 1 は、ガソリンエンジンであるものとして説明されたが、これに限られるものではなく、本発明がディーゼルエンジンに適用され得ることはいうまでもない。特に、本発明は、ディーゼルエンジンにおいてリッヂ運転を実行する際のリッヂ失火の判定や、各種内燃機関においていわゆるリーンリミット運転を実行する際の失火判定に適用されると有効である。10

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図 1】本発明において用いられる制御パラメータ PV と、燃焼室内における熱発生量との相関を示すグラフである。

【図 2】本発明による内燃機関を示す概略構成図である。

【図 3】図 2 の内燃機関の動作を説明するためのフローチャートである。

【符号の説明】

【0045】

1 内燃機関

20

3 燃焼室

4 ピストン

7 点火プラグ

12 インジェクタ

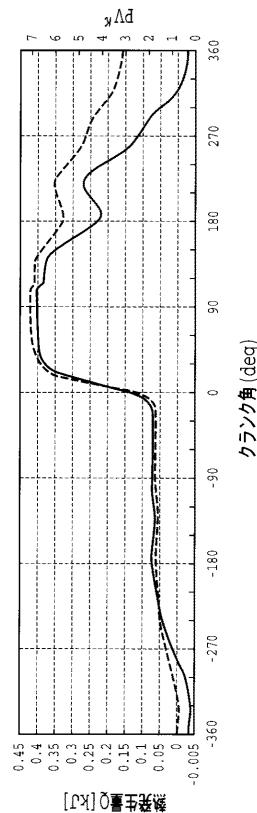
14 クランク角センサ

15 缸内圧センサ

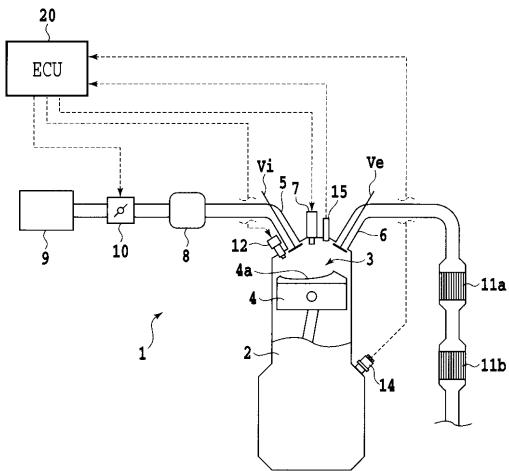
Ve 排気弁

Vi 吸気弁

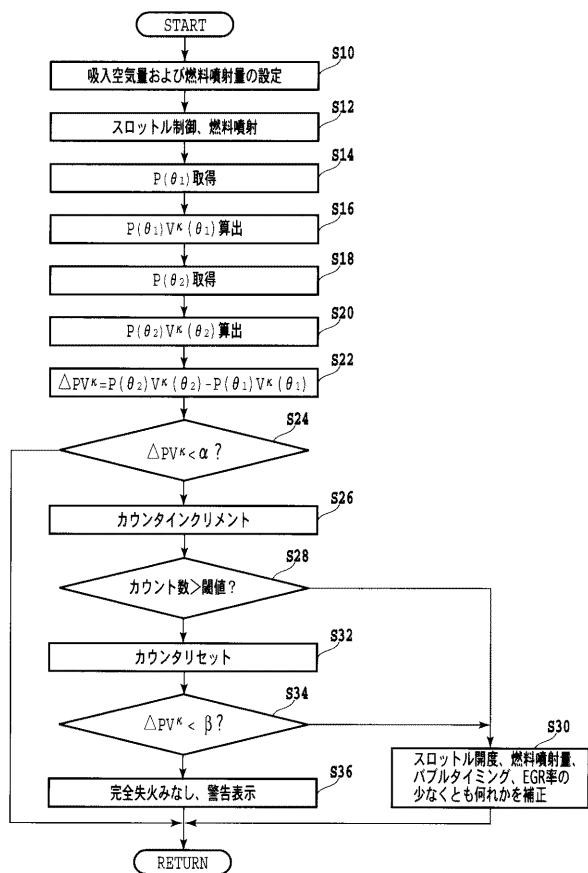
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平03-246373(JP,A)
特開昭63-268959(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F02D 45/00