

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4390104号
(P4390104)

(45) 発行日 平成21年12月24日(2009.12.24)

(24) 登録日 平成21年10月16日(2009.10.16)

(51) Int.Cl. F I
F O 2 D 45/00 (2006.01)
 F O 2 D 45/00 3 6 8 D
 F O 2 D 45/00 3 6 8 B
 F O 2 D 45/00 3 6 8 S

請求項の数 7 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2004-121865 (P2004-121865)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成16年4月16日(2004.4.16)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(65) 公開番号	特開2005-307753 (P2005-307753A)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(43) 公開日	平成17年11月4日(2005.11.4)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
審査請求日	平成19年1月17日(2007.1.17)	(73) 特許権者	000004695 株式会社日本自動車部品総合研究所
			愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地
		(74) 代理人	100098420 弁理士 加古 宗男
		(72) 発明者	竹村 優一 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関のノック判定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関のノック状態に応じた波形の信号を出力するセンサと、
 点火毎に前記センサ出力からノックの特徴を表す複数の変数を求めてこれら複数の変数に関する所定点火回数分の分布を求める分布判定手段と、
 前記分布判定手段で求めた前記分布の形状がノック発生時に現れる特徴を有するか否かでノックの発生状態を判定するノック判定手段とを備え、
 前記分布判定手段は、前記複数の変数として、前記センサ出力のノック周波数成分のピーク値と、該センサ出力の波形とノック特有の波形を表す理想ノック波形との相関性を表す形状相関係数とを求め、該複数の変数に関する所定点火回数分の分布を求めることを特徴とする内燃機関のノック判定装置。

10

【請求項2】

内燃機関のノック状態に応じた波形の信号を出力するセンサと、
 点火毎に前記センサ出力からノックの特徴を表す複数の変数を求めてこれら複数の変数に関する所定点火回数分の分布を求める分布判定手段と、
 前記分布判定手段で求めた前記分布の形状がノック発生時に現れる特徴を有するか否かでノックの発生状態を判定するノック判定手段と、
 許容レベルを越えるノックが発生しているときの前記複数の変数に関する所定点火回数分の分布を理想ノック分布として記憶する記憶手段とを備え、
 前記ノック判定手段は、内燃機関の運転中に前記分布判定手段で求めた前記分布と前記

20

理想ノック分布との相関性を演算して相関性が高いほどノックレベルが大きいと判定することを特徴とする内燃機関のノック判定装置。

【請求項 3】

前記分布判定手段は、前記複数の変数に関する所定点火回数分のデータを各変数の平均値と標準偏差を用いて正規化して、当該複数の変数の正規化データの分布を求めることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関のノック判定装置。

【請求項 4】

前記平均値と前記標準偏差として、各変数をフィルタリング手法を用いて算出した値を、それぞれの平均値と標準偏差として正規化に用いることを特徴とする請求項 3 に記載の内燃機関のノック判定装置。

10

【請求項 5】

前記分布判定手段は、前記分布が存在する可能性のある領域の中からノックの特徴が顕著に現れる複数の領域（以下「特徴領域」という）を抽出し、各特徴領域毎にカウンタを設け、点火毎に前記センサ出力から求めた複数の変数が属する特徴領域のカウントアップすることで前記分布を求めることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の内燃機関のノック判定装置。

【請求項 6】

前記ノック判定手段は、前記分布判定手段で求めた前記分布に基づいてノックレベルを判定する手段と、前記ノックレベルに基づいて 1 燃焼毎のノック判定に用いるノック判定閾値を補正する手段と、1 燃焼毎に前記センサ出力を前記ノック判定閾値と比較して 1 燃焼毎にノックの有無を判定する手段とを備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の内燃機関のノック判定装置。

20

【請求項 7】

前記センサは、内燃機関のシリンダブロックの振動を検出するノックセンサ又は燃焼圧を検出する燃焼圧センサ又は燃焼室内のイオン電流を検出するイオン電流センサであることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の内燃機関のノック判定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ノックの発生状態を判定する内燃機関のノック判定装置に関する発明である。

30

【背景技術】

【0002】

一般に、内燃機関のノック判定装置は、内燃機関のシリンダブロックに、ノック振動を検出するノックセンサを取り付け、このノックセンサの出力信号からノック周波数成分をバンドパスフィルタで抽出し、このノック周波数成分のピーク値をノック判定閾値と比較してノック判定を行ったり、所定区間のノック周波数成分を積分して、その積分値をノック判定閾値と比較してノック判定を行うようにしたものが多く。

【0003】

ノックは、点火時期を遅角すると防止できるが、点火時期の遅角によってエンジン出力や燃費が低下するため、聴感で許容できるノック音の範囲内で点火時期を進角させてエンジン出力や燃費を向上させることが要求されている。従って、ノック判定閾値は、聴感上の許容レベルを越えたノックのみを検出できるような値に適合する必要がある。

40

【0004】

この観点から、特許文献 1（特公平 6 - 60621 号公報）に記載されているように、ノックセンサの出力信号のピーク値を対数変換した値の分布が所定の形状となるようにノック判定閾値を補正するようにしたものが多く。

【特許文献 1】特公平 6 - 60621 号公報（第 1 頁～第 2 頁等）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 5 】

しかしながら、上記特許文献1のように、ロックセンサの出力信号のピーク値のみを用いた分布では、ロックセンサの出力信号に機械的・電氣的なノイズが重畳した場合に、ロック発生時と同じような分布形状が形成されてしまい、ロック判定閾値の補正精度が悪化してロック判定精度が悪化するという問題が発生する。

【 0 0 0 6 】

本発明はこのような事情を考慮してなされたものであり、従ってその目的は、ノイズによるロック判定精度の悪化の問題を解決でき、ロック判定の精度・信頼性を向上させることができる内燃機関のロック判定装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

上記目的を達成するために、請求項1に係る発明は、内燃機関のロック状態に応じた波形の信号を出力するセンサを搭載し、点火毎にこのセンサ出力からロックの特徴を表す複数の変数を求めてこれら複数の変数に関する所定点火回数分の分布を分布判定手段により求め、この分布の形状がロック発生時に現れる特徴を有するか否かをロック判定手段で判定してロックの発生状態を判定することを第1の特徴とし、更に、ロックの特徴を表す複数の変数として、センサ出力のロック周波数成分のピーク値と、該センサ出力の波形とロック特有の波形を表す理想ロック波形との相関性を表す形状相関係数とを求め、該複数の変数に関する所定点火回数分の分布を求めることを第2の特徴とするものである。この構成では、センサ出力からロックの特徴を表す複数の変数を求めてこれら複数の変数に関する所定点火回数分の分布を求めるようにしているため、前記特許文献1のようにセンサ出力のピーク値のみの分布とは異なり、ノイズとロックとを区別できる分布を作成することができ、ノイズによるロック判定精度の悪化の問題を解決できて、ロック判定の精度・信頼性を向上させることができる。

【 0 0 0 8 】

更に、請求項1に係る発明では、ロックの特徴を表す複数の変数は、センサ出力のロック周波数成分のピーク値と、該センサ出力の波形とロック特有の波形を表す理想ロック波形との相関性を表す形状相関係数を用いるようにしているため、センサ出力のロック周波数成分のピーク値のみではノイズとロックとを全く区別できない場合でも、形状相関係数によってノイズとロックとを精度良く区別することができる。

【 0 0 0 9 】

ところで、シリンダブロックの振動状態や燃焼圧の振動状態は、内燃機関の運転条件によって比較的大きく変化するため、センサ出力から直接分布を作成すると、運転条件が変化すると分布形状も変化してしまう。従って、センサ出力から直接分布を作成する場合は、運転条件毎に分布を作成する必要がある。

【 0 0 1 0 】

そこで、請求項3のように、複数の変数に関する所定点火回数分のデータを各変数の平均値と標準偏差を用いて正規化（標準化、無次元化）して、当該複数の変数の正規化データの分布を求めるようにすると良い。このように、正規化データを使用して分布を作成すれば、運転条件による差を無くした普遍的な分布を作成することができ、運転条件毎に分布を作成する必要がなくなり、分布作成の処理負荷を軽減できると共に、運転条件による分布の精度低下を回避することができる。

【 0 0 1 1 】

また、平均値と標準偏差を定義式通りに算出する場合、多量のデータ数を記憶するメモリが必要となる。しかも、所定のデータ数を蓄積するまでの期間は、平均値も標準偏差も更新されない。そこで、請求項4のように、フィルタリング手法を用いて近似的に平均値と標準偏差を求める方法を採用すると良い。このようにすれば、メモリを節約できると共に、1回のサンプリング毎に平均値と標準偏差を更新できるため、応答性に優れる。

【 0 0 1 2 】

ところで、分布を作成する際に、分布が存在する可能性のある全ての領域を細かく区分して各領域毎にカウンタを設けて分布を作成するようにしても良いが、この場合には、カウンタの数が多くなり過ぎてメモリ使用量が多くなり過ぎる欠点がある。

【0013】

そこで、請求項5のように、分布が存在する可能性のある領域の中からノックの特徴が顕著に現れる複数の領域（以下「特徴領域」という）を抽出し、各特徴領域毎にカウンタを設け、点火毎に前記センサ出力から求めた複数の変数が属する特徴領域のカウンタをカウントアップすることで分布を求めるようにすると良い。このようにすれば、ノックの特徴が顕著に現れる少数の特徴領域のみのデータをカウントするだけで良いため、メモリ使用量を大幅に節約できるという利点がある。しかも、ノックの特徴が顕著に現れる部分のみを選択して抽出できるため、ノック判定の精度・信頼性も十分に確保することができる。

10

【0014】

更に、請求項2のように、許容レベルを越えるノックが発生しているときの前記複数の変数に関する所定点火回数分の分布を理想ノック分布として記憶手段に記憶させておき、内燃機関の運転中に分布判定手段で求めた分布と理想ノック分布との相関性を演算して相関性が高いほどノックレベルが大きい（ノック発生頻度が高い）と判定するようにすると良い。このようにすれば、相関性の演算によってノックレベルを精度良く判定することができる。

【0015】

本発明を実施する場合は、請求項6のように、分布判定手段で求めた前記分布に基づいてノックレベル（ノック発生頻度）を判定すると共に、このノックレベルに基づいて1燃焼毎のノック判定に用いるノック判定閾値を補正し、1燃焼毎にセンサ出力を前記ノック判定閾値と比較して1燃焼毎にノックの有無を判定するようにすると良い。このようにすれば、センサ出力に機械的・電氣的なノイズが重畳した場合でも、ノック判定閾値を精度良く補正することができ、ノイズによるノック判定精度の低下を防止できる。しかも、製造ばらつきや経年変化による振動レベルの変化に追従してノック判定閾値を自動的に補正することができるため、常に適正なノック判定閾値を使用して精度の良いノック判定を行うことができると共に、設計・開発技術者がノック判定閾値を適合する際に、製造ばらつきや経年変化の影響を詳細に検討する必要がなくなり、ノック判定閾値の適合作業を簡略化できるという利点もある。

20

【0016】

尚、請求項7のように、ノック波形を検出するセンサは、シリンダブロックの振動を検出するノックセンサ又は燃焼圧を検出する燃焼圧センサ又は燃焼室内のイオン電流を検出するイオン電流センサを用いるようにすれば良い。ノックの現象は、シリンダ内の混合気が点火プラグの着火による火炎伝播を待たずに自己着火して急激に燃焼することでシリンダ内の燃焼ガスが振動するために、燃焼圧や燃焼の過程で発生するイオンが振動すると共に、その振動がシリンダブロックに伝わって、それが外部にノック音（カリカリ又はカンカンという音）として聞こえる現象であるため、ノックセンサ、燃焼圧センサ、イオン電流センサのいずれを用いても、ノック特有の振動波形を検出することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、本発明を実施するための最良の形態を具体化した一実施例を図面に基づいて説明する。

【0018】

まず、図1に基づいてエンジン制御システム全体の概略構成を説明する。内燃機関であるエンジン11の吸気管12の最上流部には、エアクリーナ13が設けられ、このエアクリーナ13の下流側に、吸入空気量を検出するエアフローメータ14が設けられている。このエアフローメータ14の下流側には、モータ10によって開度調節されるスロットル

50

バルブ 15 とスロットル開度を検出するスロットル開度センサ 16 とが設けられている。

【 0 0 1 9 】

更に、スロットルバルブ 15 の下流側には、サージタンク 17 が設けられ、このサージタンク 17 には、吸気管圧力を検出する吸気管圧力センサ 18 が設けられている。また、サージタンク 17 には、エンジン 11 の各気筒に空気を導入する吸気マニホールド 19 が設けられ、各気筒の吸気マニホールド 19 の吸気ポート近傍に、それぞれ燃料を噴射する燃料噴射弁 20 が取り付けられている。また、エンジン 11 のシリンダヘッドには、各気筒毎に点火プラグ 21 が取り付けられ、各点火プラグ 21 の火花放電によって筒内の混合気に着火される。

10

【 0 0 2 0 】

一方、エンジン 11 の排気管 22 には、排出ガス中の CO, HC, NOx 等を浄化する三元触媒等の触媒 23 が設けられ、この触媒 23 の上流側に、排出ガスの空燃比を検出する空燃比センサ 24 が設けられている。また、エンジン 11 のシリンダブロックには、冷却水温を検出する冷却水温センサ 25 と、ノック振動を検出するノックセンサ 28 と、エンジン 11 のクランク軸が所定クランク角回転する毎にパルス信号を出力するクランク角センサ 26 が取り付けられている。このクランク角センサ 26 の出力信号に基づいてクランク角やエンジン回転速度が検出される。

【 0 0 2 1 】

これら各種センサの出力は、エンジン制御回路（以下「ECU」と表記する）27 に入力される。この ECU 27 は、マイクロコンピュータを主体として構成され、内蔵された ROM（記憶媒体）に記憶された各種のエンジン制御プログラムを実行することで、燃料噴射弁 20 の燃料噴射量や点火プラグ 21 の点火時期を制御する。

20

【 0 0 2 2 】

更に、この ECU 27 は、後述する図 2 乃至図 4 のノック判定用の各ルーチンを実行することで、点火毎にノックセンサ 28 の出力（以下単に「センサ出力」という）からノックの特徴を表す 2 つの変数（ピーク値と形状相関係数）を求めると共に、これら 2 つの変数に関する所定点火回数分のデータを各変数の平均値と標準偏差を用いて正規化（標準化、無次元化）して、当該 2 つの変数の正規化データの分布を求め、この分布と理想ノック分布との相関性（類似性）を表すノック判定用の相関係数（類似度）をノックレベル（ノック発生頻度）を表す指標として算出し、このノック判定用の相関係数に基づいて 1 燃焼毎のノック判定に用いるノック判定閾値を補正する。そして、ECU 27 は、1 燃焼毎にセンサ出力のノック周波数成分のピーク値と形状相関係数の積を前記ノック判定閾値と比較して 1 燃焼毎にノックの有無を判定し、ノック有りと判定したときに点火時期を遅角補正してノックを抑制し、ノック無しの状態が続いたときに点火時期を進角補正するというノック制御を行うことで、聴感で許容できるノック音の範囲内で点火時期を進角させてエンジン出力や燃費を向上させるようにしている。

30

【 0 0 2 3 】

以下、このノック判定の方法について詳しく説明する。

（ 1 ）センサ出力から抽出する変数

40

センサ出力から抽出する変数は、ノックの特徴を表す変数である。本実施例では、この変数として、センサ出力のノック周波数成分のピーク値と、該センサ出力の波形とノック特有の波形を表す理想ノック波形との相関性を表す形状相関係数を用いる。この形状相関係数の演算は、次のようにして行う。まず、ピーク前後の所定期間の理想的なノック波形を理想ノック波形として定め、ピーク前のセンサ出力波形については理想ノック波形より上昇率が急峻であれば理想ノック波形をそのまま積算してピーク前の波形面積を求め、理想ノック波形より上昇率が緩やかであれば、センサ出力波形と理想ノック波形との差に応じて、理想ノック波形に対して所定量小さく補正した値を積算してピーク前の波形面積を求める。

【 0 0 2 4 】

50

ピーク後の波形面積については、ピーク後のセンサ出力波形と理想ノック波形との差に応じて理想ノック波形に対して小さく補正した値を積算してピーク後の波形面積を求める。このようにして、ピーク前・後の波形面積の演算が終了したら、ピーク前・後の波形面積を合計してピーク前後の所定期間の波形面積を求め、この波形面積を理想ノック波形の面積で割り算した値を形状相関係数とする。

【 0 0 2 5 】

(2) 変数の正規化

エンジン運転中に、センサ出力から抽出したピーク値と形状相関係数のデータを ECU 27 のメモリに蓄積し、所定点火回数分のデータを蓄積する毎に、ピーク値と形状相関係数についてそれぞれ平均値と標準偏差を算出し、この平均値と標準偏差を用いてピーク値と形状相関係数を次式により正規化(標準化、無次元化)する。

10

【 0 0 2 6 】

正規化ピーク値 = (ピーク値 - ピーク値平均値) / ピーク値標準偏差

正規化形状相関係数

= (形状相関係数 - 形状相関係数平均値) / 形状相関係数標準偏差

この正規化により、運転条件による差を無くした普遍的な変数(ピーク値と形状相関係数)を求めることができる。

【 0 0 2 7 】

尚、平均値と標準偏差を定義式通りに算出するためには、多量のデータ数を記憶するメモリが必要となる。そこで、本実施例では、フィルタリング処理により近似的に平均値と標準偏差を求める。このようにすれば、平均値と標準偏差を逐次演算することができるため、多量のデータ数をメモリに記憶しなくても、近似的に逐次演算される平均値と標準偏差により、逐次正規化処理を行うことができる。

20

【 0 0 2 8 】

(3) 検出分布の作成

ピーク値 S_p と形状相関係数 S_c との正規化データ(S_p , S_c) が、予め区分された複数の領域の何処に該当するか判断し、該当した領域のカウントをカウントアップする。この処理を所定点火回数分繰り返すことで検出分布を作成する。

【 0 0 2 9 】

この際、検出分布が存在する可能性のある全ての領域を細かく区分して各領域毎にカウントを設けて検出分布を作成するようにしても良いが、この場合には、カウントの数が多くなり過ぎて ECU 27 のメモリ使用量が多くなり過ぎる欠点がある。

30

【 0 0 3 0 】

そこで、本実施例では、検出分布が存在する可能性のある領域の中からノックの特徴が顕著に現れる少数の領域(以下「特徴領域」という)を抽出し、各特徴領域毎にカウントを設け、点火毎にピーク値 S_p と形状相関係数 S_c との正規化データ(S_p , S_c) が属する特徴領域のカウントをカウントアップすることで、正規化データ(S_p , S_c) の分布を求める。このようにすれば、ノックの特徴が顕著に現れる少数の特徴領域のみの正規化データ(S_p , S_c) をカウントするだけで良いため、メモリ使用量を大幅に節約できるという利点がある。しかも、ノックの特徴が顕著に現れる部分のみを選択して抽出できるため、ノック判定の精度・信頼性も十分に確保することができる。

40

【 0 0 3 1 】

(4) 検出分布と理想ノック分布との相関性(ノックレベルの判定)

正規化データ(S_p , S_c) による検出分布と理想ノック分布との相関性(類似性)を表すノック判定用の相関係数(類似度)を演算する。このノック判定用の相関係数は、検出分布の形状がノック発生時に現れる特徴を有するか否かを判定する指標となる。

【 0 0 3 2 】

ここで、理想ノック分布は、予め許容レベルを越えるノックが発生しているときに上記方法で演算された正規化データ(S_p , S_c) の分布であり、 ECU 27 の ROM 等の不揮発性メモリ(記憶手段)に記憶されている。ノック判定用の相関係数は、検出分布のバ

50

ターンと理想ノック分布のパターンの内積をノルムの積で割って求める。ノルムの積で割ることで、ノック判定用の相関係数の絶対値は常に1以下（ $-1 \leq$ ノック判定用相関係数 ≤ 1 ）になり、検出分布と理想ノック分布との相関性が高いほど、ノック判定用の相関係数は1に近い値になる。従って、ノック判定用の相関係数は、ノックレベル（ノック発生頻度）を表す指標となり、ノック判定用の相関係数が1に近い値になるほど、ノックレベルが大きい（ノック発生頻度が高い）と判定することができる。

【0033】

（5）ノック判定閾値の補正

ノック判定用の相関係数を予め設定した判定値と比較し、このノック判定用の相関係数が判定値以上であれば、許容レベルを越えるノックが発生していると判断して、1燃焼毎のノック判定に用いるノック判定閾値を小さくするよう補正する。これにより、より小さなノックを検出できるようにする。

10

【0034】

反対に、ノック判定用の相関係数が判定値よりも小さければ、ノックレベルが許容レベルを下回っていると判断する。この場合は、ノック制御により点火時期を必要以上に遅角させて、エンジントルクを低下させている可能性があるため、より大きなノックのみを検出するように、ノック判定閾値を大きくするよう補正する。尚、ノック判定用の相関係数が適正なノック状態に相当する所定範囲内に収まっているときには、ノック判定閾値を補正しないようにしても良い。

【0035】

20

このような処理により、製造ばらつきや経年変化による振動レベルの変化に追従してノック判定閾値を自動的に補正することができるため、常に適正なノック判定閾値を使用して精度の良いノック判定を行うことができると共に、設計・開発技術者がノック判定閾値を適合する際に、製造ばらつきや経年変化の影響を詳細に検討する必要がなくなり、ノック判定閾値の適合作業を簡略化できるという利点もある。

【0036】

以上説明したノック判定閾値の補正は、ECU27によって図2乃至図4の各ルーチンに従って実行される。以下、これら各ルーチンの処理内容を説明する。

【0037】

[ノック判定閾値補正ルーチン]

30

図2のノック判定閾値補正ルーチンは、エンジン運転中に周期的に実行される。本ルーチンが起動されると、まずステップ100で、変数（ピーク値Pと形状相関係数C）のサンプリング数をカウントする総カウンタをカウントアップし、点火毎にセンサ出力のノック周波数成分のピーク値Pを検出すると共に（ステップ101）、後述する図3の形状相関係数算出ルーチンを実行して、形状相関係数Cを算出する（ステップ102）。

【0038】

この後、ステップ103、104に進み、後述する図4のピーク値の正規化ルーチンと図5の形状相関係数の正規化ルーチンを実行して、ピーク値Pと形状相関係数Cについて、それぞれ平均値と標準偏差をなまし処理によって演算して、これらの平均値と標準偏差を用いてピーク値Pと形状相関係数Cを正規化（標準化、無次元化）する。この後、ステップ105に進み、検出分布作成ルーチン（図示せず）を実行して、次のようにして検出分布を作成する。本実施例では、検出分布が存在する可能性のある領域の中からノックの特徴が顕著に現れる少数の領域（特徴領域）を抽出し、各特徴領域毎にカウンタを設ける。そして、ピーク値Pと形状相関係数Cの正規化データ（ S_p 、 S_c ）がいずれかの特徴領域に該当するか否かを判定し、該当する特徴領域があれば、その特徴領域のカウンタをカウントアップし、該当する特徴領域がなければ、いずれの特徴領域のカウンタもカウントアップしない。以上説明したステップ101～105の処理が特許請求の範囲でいう分布判定手段としての役割を果たす。

40

【0039】

この後、ステップ106に進み、総カウンタの値が所定値に達したか否かを判定し、総

50

カウンタの値が所定値に達していなければ、上記ステップ101～105の処理を繰り返す。これにより、ピーク値Pと形状相関係数Cのサンプリング数がそれぞれ所定値になるまで、ピーク値Pと形状相関係数Cのサンプリングと、それらのデータの正規化と、検出分布作成の処理を繰り返す。

【0040】

そして、総カウンタの値が所定値に達した時点で、ステップ107に進み、ノック判定用相関係数算出ルーチン(図示せず)を実行して、正規化データ(S_p , S_c)による検出分布と理想ノック分布との相関性を表すノック判定用の相関係数を算出する。このノック判定用の相関係数は、正規化データ(S_p , S_c)による検出分布のパターンと理想ノック分布のパターンの内積をノルムの積で割って求める。

10

【0041】

この後、ステップ108に進み、ノック判定用の相関係数を予め設定した判定値と比較し、この相関係数が判定値以上であれば、許容レベルを越えるノックが発生していると判断して、ステップ109に進み、1燃焼毎のノック判定に用いるノック判定閾値を小さくするよう補正する。これにより、より小さなノックを検出できるようにする。反対に、ノック判定用の相関係数が判定値よりも小さければ、ノックレベルが許容レベルを下回っていると判断する。この場合は、ノック制御により点火時期を必要以上に遅角させて、エンジントルクを低下させている可能性があるため、ステップ110に進み、より大きなノックのみを検出するように、ノック判定閾値を大きくするよう補正する。この後、ステップ111に進み、本ルーチンで使用する全てのカウンタをリセットして、本ルーチンを終了する。

20

【0042】

尚、ステップ107、108の処理が特許請求の範囲でいうノック判定手段としての役割を果たす。

【0043】

[形状相関係数算出ルーチン]

図3の形状相関係数算出ルーチンは、上記図2のノック判定閾値補正ルーチンのステップ103で実行されるサブルーチンである。本ルーチンが起動されると、まずステップ201で、検出したセンサ出力の波形(以下「検出波形」という)のピーク位置を検出する(図6参照)。

30

【0044】

そして、次のステップ202で、ピーク前の検出波形 s []を理想ノック波形 a []と比較して、ピーク前の形状相関係数 c []を次のようにして算出する。ピーク前のクランク角における検出波形 s []が理想ノック波形 a []以下であるか否かを判定して、ピーク前のクランク角における検出波形 s []が理想ノック波形 a []以下であれば、ピーク前のクランク角におけるピーク前形状相関係数 c []を“1”にセットし、ピーク前のクランク角における検出波形 s []が理想ノック波形 a []よりも大きければ、ピーク前のクランク角におけるピーク前形状相関係数 c []を次式により算出する。

【0045】

$$c [] = 1 - \{ s [] - a [] \} / a []$$

40

この場合、検出波形 s []と理想ノック波形 a []との偏差 $\{s [] - a []\}$ が大きくなるほど、相関性が低くなるため、ピーク前形状相関係数 c []が減少する。図7にピーク前形状相関係数 c []の算出例が示されている。

【0046】

また、ステップ203で、ピーク後の検出波形 s []と理想ノック波形 a []とを用いて、ピーク後のクランク角におけるピーク後形状相関係数 c []を次式により算出する。

$$c [] = 1 - | s [] - a [] | / a []$$

【0047】

50

この場合も、検出波形 $s[n]$ と理想ノック波形 $a[n]$ との偏差の絶対値 $|s[n] - a[n]|$ が大きくなるほど、相関性が低くなるため、ピーク前形状相関係数 $c[n]$ が減少する。図 8 にピーク後形状相関係数 $c[n]$ の算出例が示されている。

【0048】

以上のようにしてピーク前後の所定期間の全てのクランク角 θ について形状相関係数 $c[\theta]$ を算出する処理を繰り返した後、ステップ 204 に進み、最終的な形状相関係数 C を次式により算出する。

$$C = \frac{1}{N} \sum_{\theta} c[\theta] \cdot a[\theta] / a[\theta]$$

これにより、形状相関係数 C は常に 1 以下 ($0 < C < 1$) になり、検出波形 $s[n]$ と理想ノック波形 $a[n]$ との相関性が高いほど、形状相関係数 C は 1 に近い値になる。

10

【0049】

[ピーク値の正規化ルーチン]

図 4 のピーク値の正規化ルーチンは、前記図 2 のノック判定閾値補正ルーチンのステップ 101 で実行されるサブルーチンである。本ルーチンが起動されると、まずステップ 301 で、ECU 27 の RAM に記憶されている前回算出したピーク値 P の平均値 $P_{av}[n-1]$ と今回のピーク値 $P[n]$ を用いて、今回のピーク値 $P[n]$ の平均値 $P_{av}[n]$ を次のなまし処理の式により算出する。

$$P_{av}[n] = \alpha \cdot P[n] + (1 - \alpha) \cdot P_{av}[n-1]$$

【0050】

上式において、 α はなまし係数である。このなまし係数 α は演算処理の簡略化のために、固定値としても良いが、エンジン運転状態に応じてなまし係数 α をマップ又は数式等により変化させるようにしても良い。このようにすれば、例えば定常運転時には、平均値 $P_{av}(i)$ の正確性を重視した設定にし、過渡運転時には、追従性を重視した設定にするといった具合に、エンジン運転状態に応じて、正確性や追従性を調整できる利点がある。

20

【0051】

この後、ステップ 302 に進み、ECU 27 の RAM に記憶されている前回算出したピーク値 P の分散 $V_p[n-1]$ と今回のピーク値 P の平均値 $P_{av}[n]$ を用いて、今回のピーク値 P の分散 $V_p[n]$ を次のなまし処理の式を用いて算出する。

$$V_p[n] = \beta \cdot \{ P[n] - P_{av}[n] \}^2 + (1 - \beta) \cdot V_p[n-1]$$

【0052】

上式において、 β はなまし係数である。このなまし係数 β は演算処理の簡略化のために、固定値としても良いが、エンジン運転状態に応じてなまし係数 β をマップ又は数式等により変化させるようにしても良い。このようにすれば、例えば定常運転時には、分散 V_p の正確性を重視した設定にし、過渡運転時には、追従性を重視した設定にするといった具合に、エンジン運転状態に応じて、正確性や追従性を調整できる利点がある。

30

【0053】

この後、ステップ 303 に進み、ピーク値 P の分散 $V_p[n]$ の平方根を演算してピーク値 P の標準偏差 σ_p を求め ($\sigma_p = \sqrt{V_p[n]}$)、ピーク値 P の正規化データ S_p を次式により算出する。

$$S_p = \{ P[n] - P_{av}[n] \} / \sigma_p$$

40

【0054】

[形状相関係数の正規化ルーチン]

図 5 の形状相関係数の正規化ルーチンは、前記図 2 のノック判定閾値補正ルーチンのステップ 102 で実行されるサブルーチンである。本ルーチンが起動されると、まずステップ 401 で、ECU 27 の RAM に記憶されている前回算出した形状相関係数 C の平均値 $C_{av}[n-1]$ と今回の形状相関係数 $C[n]$ を用いて、今回の形状相関係数 $C[n]$ の平均値 $C_{av}[n]$ を次のなまし処理の式により算出する。

$$C_{av}[n] = \alpha \cdot C[n] + (1 - \alpha) \cdot C_{av}[n-1]$$

【0055】

上式において、 α はなまし係数である。このなまし係数 α は演算処理の簡略化のために

50

、固定値としても良いが、エンジン運転状態に応じてなまし係数 をマップ又は数式等により変化させるようにしても良い。このようにすれば、例えば定常運転時には、平均値 $C_{av}(i)$ の正確性を重視した設定にし、過渡運転時には、追従性を重視した設定にするといった具合に、エンジン運転状態に応じて、正確性や追従性を調整できる利点がある。

【0056】

この後、ステップ402に進み、ECU27のRAMに記憶されている前回算出した形状相関係数Cの分散 $Vc[n-1]$ と今回の形状相関係数Cの平均値 $C_{av}[n]$ を用いて、今回の形状相関係数Cの分散 $Vc[n]$ を次のなまし処理の式を用いて算出する。

$$Vc[n] = \alpha \cdot \{ C[n] - C_{av}[n] \}^2 + (1 - \alpha) \cdot Vc[n-1]$$

【0057】

上式において、 α はなまし係数である。このなまし係数 α は演算処理の簡略化のために、固定値としても良いが、エンジン運転状態に応じてなまし係数 をマップ又は数式等により変化させるようにしても良い。このようにすれば、例えば定常運転時には、分散 Vc の正確性を重視した設定にし、過渡運転時には、追従性を重視した設定にするといった具合に、エンジン運転状態に応じて、正確性や追従性を調整できる利点がある。

【0058】

この後、ステップ403に進み、形状相関係数Cの分散 $Vc[n]$ の平方根を演算して形状相関係数Cの標準偏差 σ_c を求め ($\sigma_c = \sqrt{Vc[n]}$)、形状相関係数Cの正規化データ S_c を次式により算出する。

$$S_c = \{ C[n] - C_{av}[n] \} / \sigma_c$$

【0059】

以上説明した本実施例によれば、センサ出力のノック周波数成分のピーク値と、該センサ出力の波形とノック特有の波形を表す理想ノック波形との相関性を表す形状相関係数を用い、これらピーク値と形状相関係数に関する所定点火回数分の分布を作成するようにしたので、前記特許文献1のようにセンサ出力のピーク値のみの分布とは異なり、ノイズとノックとを区別できる分布を作成することができ、ノイズによるノック判定精度の悪化の問題を解決できて、ノック判定の精度・信頼性を向上させることができる。

【0060】

しかも、本実施例では、所定点火回数分のピーク値と形状相関係数のデータをそれぞれの平均値と標準偏差を用いて正規化して検出分布を作成するようにしたので、運転条件による差を無くした普遍的な検出分布を作成することができ、運転条件毎に検出分布を作成する必要がなくなり、分布作成の処理負荷を軽減できると共に、運転条件による検出分布の精度低下を回避することができる。

【0061】

更に、本実施例では、検出分布と理想ノック分布との相関性(類似性)を表すノック判定用の相関係数をノックレベルの指標として算出し、このノック判定用の相関係数(ノックレベル)に基づいて1燃焼毎のノック判定に用いるノック判定閾値を補正するようにしたので、センサ出力に機械的・電氣的なノイズが重畳した場合でも、ノック判定閾値を精度良く補正することができ、ノイズによるノック判定精度の低下を防止できる。しかも、製造ばらつきや経年変化による振動レベルの変化に追従してノック判定閾値を自動的に補正することができるため、常に適正なノック判定閾値を使用して精度の良いノック判定を行うことができると共に、設計・開発技術者がノック判定閾値を適合する際に、製造ばらつきや経年変化の影響を詳細に検討する必要がなくなり、ノック判定閾値の適合作業を簡略化できるという利点もある。

【0062】

尚、本実施例では、ノック状態に応じた波形の信号を出力するセンサとして、シリンダブロックの振動を検出するノックセンサ28を用いるようにしたが、燃焼圧を検出する燃焼圧センサを用いるようにしても良く、或は、燃焼室内のイオン電流を検出するイオン電流センサを用いるようにしても良い。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【0063】

【図1】本発明の一実施例におけるエンジン制御システム全体の概略構成図である。

【図2】ノック判定閾値補正ルーチンの処理の流れを示すフローチャートである。

【図3】形状相関係数算出ルーチンの処理の流れを示すフローチャートである。

【図4】ピーク値の正規化ルーチンの処理の流れを示すフローチャートである。

【図5】形状相関係数の正規化ルーチンの処理の流れを示すフローチャートである。

【図6】検出波形 s [] と理想ノック波形 a [] の一例を示す図である。

【図7】ピーク前形状相関係数 c [] の一例を示す図である。

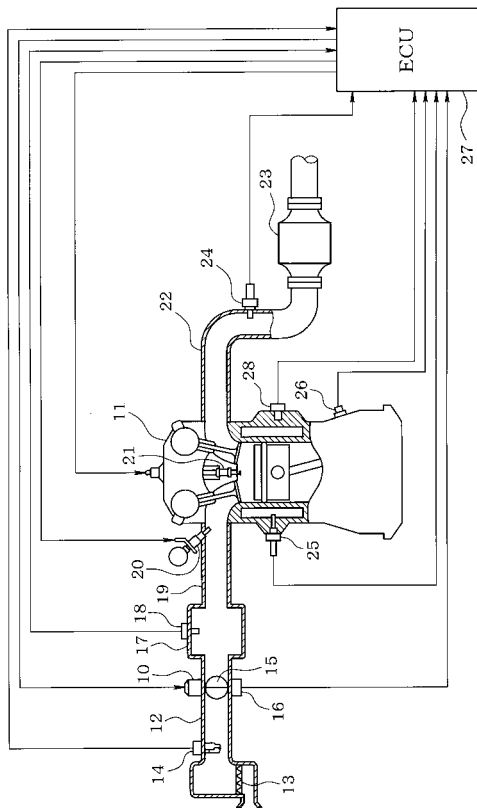
【図8】ピーク後形状相関係数 c [] の一例を示す図である。

【符号の説明】

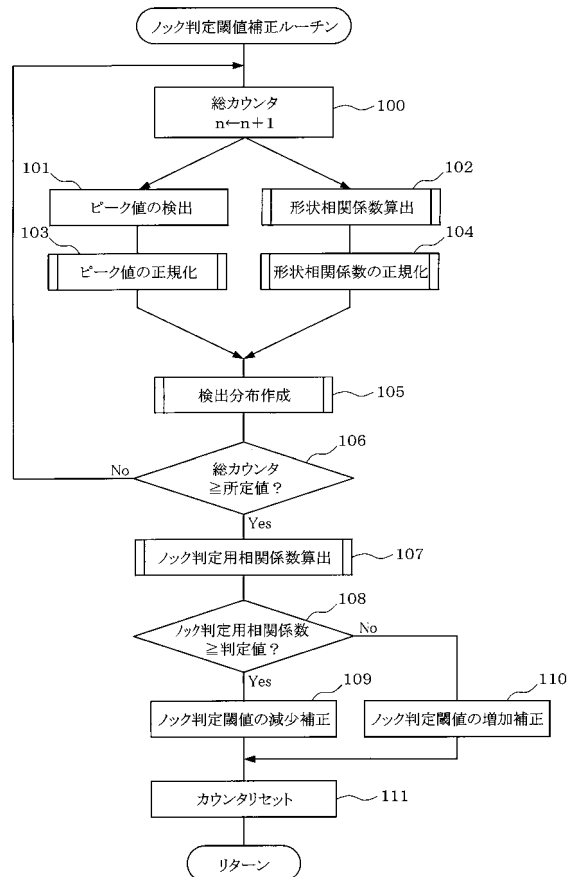
【0064】

11...エンジン(内燃機関)、12...吸気管、15...スロットルバルブ、18...吸気管圧力センサ、19...吸気マニホールド、20...燃料噴射弁、22...排気管、23...触媒、24...空燃比センサ、27...ECU(分布判定手段、ノック判定手段)、28...ノックセンサ

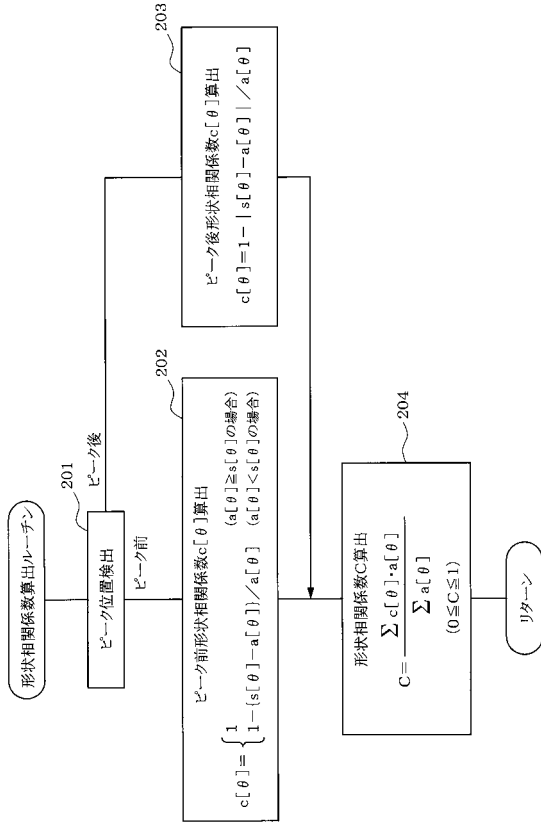
【図1】



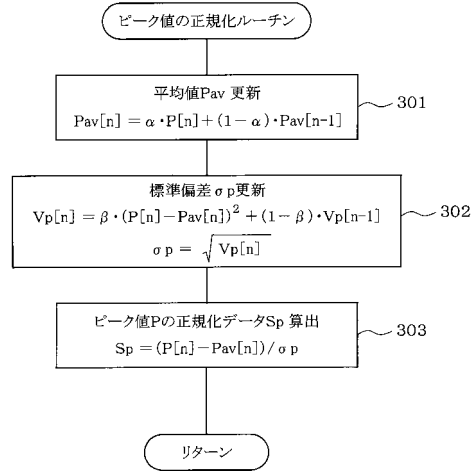
【図2】



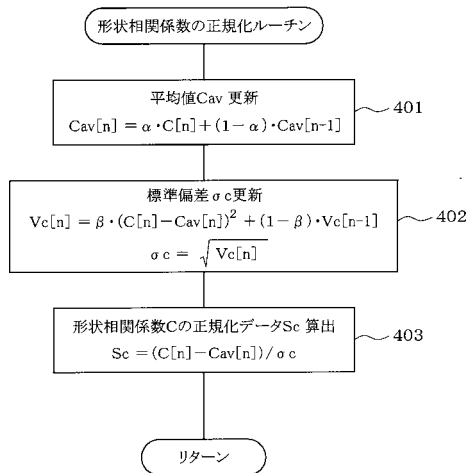
【図3】



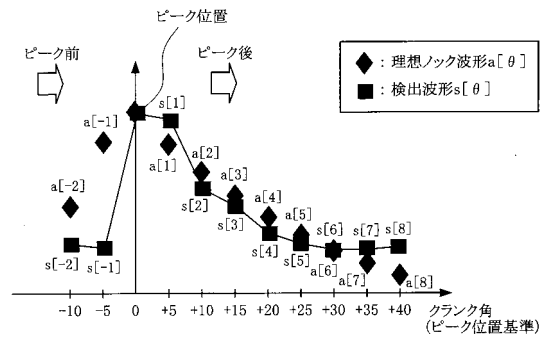
【図4】



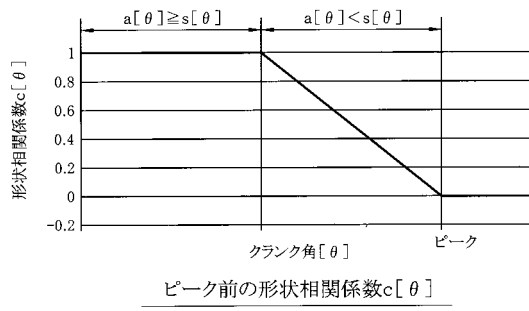
【図5】



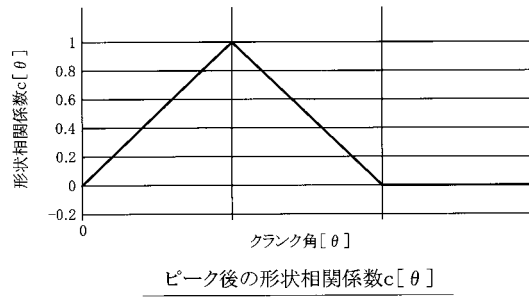
【図6】



【 図 7 】



【 図 8 】



 フロントページの続き

- (72)発明者 栴田 哲
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 井上 正臣
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
- (72)発明者 笠島 健司
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 金子 理人
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 大江 修平
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内
- (72)発明者 岩出 純
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内

審査官 有賀 信

- (56)参考文献 特公平06-060621(JP, B2)
特開2001-227400(JP, A)
特開平01-210840(JP, A)
特開2003-035194(JP, A)
特開平08-121238(JP, A)
特開平11-159389(JP, A)
特開平03-134266(JP, A)
特開平03-121269(JP, A)
特開平01-117987(JP, A)
特開2005-299580(JP, A)
特開2004-353531(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D	43/00	45/00
F02P	5/145	5/155
G01M	15/00	15/14
F02D	41/00	41/40