

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5814101号
(P5814101)

(45) 発行日 平成27年11月17日(2015.11.17)

(24) 登録日 平成27年10月2日(2015.10.2)

(51) Int. Cl.	F I
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00 368E
FO2P 5/152 (2006.01)	FO2D 45/00 368B
FO2P 5/153 (2006.01)	FO2D 45/00 368C
	FO2D 45/00 368D
	FO2P 5/15 D

請求項の数 5 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2011-270890 (P2011-270890)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成23年12月12日(2011.12.12)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2013-122191 (P2013-122191A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成25年6月20日(2013.6.20)	(73) 特許権者	000003137
審査請求日	平成26年5月13日(2014.5.13)		マツダ株式会社
			広島県安芸郡府中町新地3番1号
		(74) 代理人	100073759
			弁理士 大岩 増雄
		(74) 代理人	100088199
			弁理士 竹中 考生
		(74) 代理人	100094916
			弁理士 村上 啓吾
		(74) 代理人	100127672
			弁理士 吉澤 憲治

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】

内燃機関に発生した振動を検出するノッキングセンサと、
 前記内燃機関のクランク角度を検出するクランク角度センサと、
 所定のクランク角度期間において検出された前記振動に基づいて、前記所定のクランク角度期間における前記振動の振動レベルを特徴付ける特徴値を算出する特徴値算出部と、
 前記特徴値と、前記特徴値を平均化するために用いるフィルタ係数であって、その値に応じて前記平均化の度合いが変化する第1フィルタ係数と、に基づいて、前記特徴値のバックグランドレベルを算出するバックグランドレベル算出部と、
 前記特徴値と、前記バックグランドレベルと、前記特徴値の標準偏差を算出するために用いるフィルタ係数であって、その値に応じて前記標準偏差の算出に用いる前記特徴値の分散の度合いが変化する第2フィルタ係数と、に基づいて、前記特徴値の標準偏差を算出する標準偏差算出部と、
 前記バックグランドレベルと、前記標準偏差と、所定の調整係数と、に基づいて、ノッキング判定用しきい値を算出するしきい値算出部と、
 前記特徴値と、前記ノッキング判定用しきい値と、に基づいてノッキングの発生を判定するノッキング判定部と、
 前記ノッキング判定部によりノッキングの発生が判定されたときに、前記特徴値と、前記バックグランドレベルと、前記ノッキング判定用しきい値と、に基づいて、ノッキング強度を算出するノッキング強度算出部と、

10

20

前記ノッキング強度に基づいて、前記内燃機関の点火時期のノッキングリタード量を算出するリタード量算出部と、

前記ノッキングリタード量に基づいて、点火時期を補正する点火時期補正部と、

前記内燃機関の運転状態を示す諸情報に基づいて、前記内燃機関の気筒内が非燃焼状態から燃焼状態へ切り替わったことを判定する燃焼開始判定部と、

前記燃焼開始判定部により前記内燃機関の気筒内が非燃焼状態から燃焼状態へ切り替わったことが判定されたときから、所定のフィルタ係数切替期間が経過するまでの間、フィルタ係数切替要求を出力するフィルタ係数切替要求部と、

を備え、

前記フィルタ係数切替要求部によるフィルタ係数切替要求に基づいて、下記の(1)と(2)のうちの少なくとも一方を行なうことを特徴とする内燃機関の制御装置。

(1) 前記バックグラウンドレベル算出部は、前記第1フィルタ係数の値をフィルタ効果が弱まる側へ切り替えること。

(2) 前記標準偏差算出部は、前記第2フィルタ係数の値をフィルタ効果が弱まる側へ切り替えること。

【請求項2】

前記燃焼開始判定部は、停止状態にある前記内燃機関を始動させる始動操作を開始したときに、前記内燃機関の気筒内が非燃焼状態から燃焼状態へ切り替わったと判定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】

前記燃焼開始判定部は、燃料カット制御の状態にある前記内燃機関が、前記燃料カット制御の実行が解除され、燃料の噴射が再開された気筒での混合気への着火が行われたときに、前記内燃機関の気筒内が非燃焼状態から燃焼状態へ切り替わったと判定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4】

前記リタード量算出部は、前記第1フィルタ係数の値と前記第2フィルタ係数の値とのうちの少なくとも一方がフィルタ効果が弱まる側へ切り替えられたときから、所定のリタード演算制限期間が経過するまでの間、前記ノッキングリタード量の更新または算出を禁止する、

ことを特徴とする請求項1乃至3のうちの何れか一項に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項5】

前記リタード量算出部により設定される前記リタード演算制限期間は、前記フィルタ係数切替要求部により設定される前記フィルタ係数切替期間と同等以下の期間に設定されている、

ことを特徴とする請求項4に記載の内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、内燃機関で発生した振動に基づいてノッキングの発生を判定したときに点火時期を補正してノッキングの発生を抑制する機能を備えた内燃機関の制御装置に関するものであり、特に、内燃機関の気筒内が非燃焼状態から燃焼状態へ切り替わった直後におけるノッキング抑制機能の作動範囲を拡大しつつ、ノッキングの誤判定を防止する内燃機関の制御装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、内燃機関が異常燃焼したときに発生する筒内振動をノッキングセンサで検出して、点火時期をリタード側(点火時期を遅らせる側)に変更することにより、ノッキングの発生を抑制する機能を備えた内燃機関の制御装置が採用されている。

【0003】

このようなノッキング抑制機能を備えた内燃機関の制御装置においては、例えば、ノッ

10

20

30

40

50

キングセンサで検出した内燃機関の振動に対してバンドパスフィルタ等の処理を施して特定周波数の振動成分のみを抽出し、その特定周波数の振動成分のうち所定のクランク角度期間における最大レベルの値を、今回の燃焼サイクルにおける振動レベルの特徴値として取り出す。

【 0 0 0 4 】

なお、前述の特定周波数とは、ノッキングの発生に起因した振動レベルを感度良く検出することができる周波数（一般的には5～15kHz付近の周波数）が予め選定されている。また、前述のクランク角度期間についても、ノッキングの発生に起因した振動レベルを感度良く検出することができるクランク角度範囲（一般的には、圧縮上死点から圧縮上死点後60[deg]辺りまでのクランク角度）が予め選定されており、一般には、ノッキング検出期間と呼ばれている。

10

【 0 0 0 5 】

振動レベルを特徴付ける特徴値が抽出されると、次に、フィルタ演算により特徴値を平均化したバックグランドレベル（以下、BGLと称する）を算出し、特徴値とBGLとに基づいたフィルタ演算により特徴値の標準偏差を算出し、BGLと標準偏差とに基づいてノッキングの発生を判定するためのノッキング判定用しきい値を算出する。

【 0 0 0 6 】

ノッキング判定用しきい値が算出されると、特徴値とノッキング判定用しきい値とを比較することによりノッキングの発生有無を判定する。ここで、特徴値がノッキング判定用しきい値以下であった場合にはノッキングは発生していないと判定されてノッキングによる振動強度を表すノッキング強度には零が設定される。反対に、特徴値がノッキング判定用しきい値を超えていた場合にはノッキングが発生していると判定され、特徴値とBGLとノッキング判定用しきい値とに基づいてノッキング強度が算出される。ノッキング強度が算出されると、ノッキング強度に応じたノッキングリタード量が算出され、点火時期をノッキングリタード量だけリタード側へ変更する。

20

【 0 0 0 7 】

以上に述べた一連の処理により、ノッキングセンサで検出した内燃機関の振動に基づいてノッキングが発生していることが判定されると、ノッキングによる振動強度に応じて点火時期がリタード側へ変更されてノッキングの発生が抑制される。

【 0 0 0 8 】

ところで、ノッキングセンサにより検出される振動レベルは内燃機関の運転状態によって大きく変化することが知られている。例えば、停止状態にある内燃機関を始動させた場合、スターターモータにより回転を始めた内燃機関への燃料の供給が開始され、圧縮された混合気が着火されると、気筒内で燃焼が起こり、非燃焼状態から燃焼状態へ遷移して、始動状態となる。この始動状態では、内燃機関が安定した運転状態に落ち着くまでは、内燃機関の回転速度が過渡的に変化する過渡状態になっているため、ノッキングセンサにより検出される振動レベルが大きく変動する。

30

【 0 0 0 9 】

そのため、内燃機関が定常運転状態であるときを前提として適正值に設定されているフィルタ係数をそのまま用いて、内燃機関が始動状態であるときに、前述のBGLや標準偏差を算出した場合、大きく変動する特徴値の挙動に対して、フィルタ効果が強く効き過ぎて追従性が悪化してしまい、その結果、ノッキング判定用しきい値が不適切な値となって、ノッキングを誤判定してしまうという問題が生じる。

40

【 0 0 1 0 】

そこで、特許文献1（特開2006-183662号公報）には、内燃機関の始動時には、フィルタ演算により算出されるBGLが正しい値に追い付くのに要する時間が経過するまでの間、ノッキングの判定を禁止するという技術が提案されている。この従来の技術によれば、始動時におけるフィルタ演算の追従遅れに起因したノッキングの誤判定が防止される。

【 0 0 1 1 】

50

また、特許文献2（特開平4-140454号公報）には、内燃機関の回転速度の変化度合いに基づいて内燃機関が過渡運転状態になったか否かを判定し、内燃機関が過渡運転状態になったことを判定したときには、BGLを算出するためのフィルタ係数を、フィルタ効果が弱まる側へ切り替えるという技術が提案されている。この従来技術によれば、過渡運転時におけるフィルタ演算の追従遅れに起因したノッキングの誤判定が防止される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

【特許文献1】特開2006-183662号公報

10

【特許文献2】特開平4-140454号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

特許文献1に記載された従来技術を採用した場合、始動時におけるフィルタ演算の追従遅れに起因したノッキングの誤判定は防止されるものの、内燃機関が定常運転状態であるときを前提として適正值に設定されているフィルタ係数をそのまま用いてフィルタ演算しているため、内燃機関の始動後、なるべく早期にノッキングの検出を開始することによりノッキング抑制機能の作動範囲を拡大したいという見地からすれば、定常運転状態であるときを前提として適正值に設定されているフィルタ係数を用いてのフィルタ演算の結果が正しい値に追いつくまで、ノッキングの判定が禁止されてしまうため、ノッキング抑制機能の作動範囲が狭くなるという課題がある。

20

【0014】

また、一般的な内燃機関においては、内燃機関が運転中であっても所定の条件が成立したときには、一時的に燃料の供給を停止する、いわゆる、燃料カット制御が採用されている。この燃料カット制御は、例えば、内燃機関の運転中、ドライバーがアクセルペダルから足を離すと燃料の供給を停止し、ドライバーがアクセルペダルを踏み戻すか、或いは、ドライバーがアクセルペダルから足を離れた状態のまま内燃機関の回転速度が所定値まで低下したときに、燃料の供給を再開するという制御であり、燃費の向上や回転速度の過大上昇の防止等を目的として広く採用されている。

30

【0015】

内燃機関の運転中に所定の条件が成立して燃料カット制御が実行されると、燃料の供給が停止されて気筒内が燃焼状態から非燃焼状態に変化するため、それまで燃焼によって発生していた振動レベルが無くなって特徴値が小さくなり、BGLも極端に小さな値に変化する。

【0016】

そして、その後、所定の条件が不成立となって燃料カット制御の実行が解除されると、燃料の供給が再開されて気筒内が非燃焼状態から燃焼状態に戻るため、振動レベルも瞬時に燃焼時の振動レベルに戻るため、特徴値は、燃料カット制御中に算出されていた小さな値から大きな値へ一気に変化する。ところが、BGLや標準偏差については内燃機関が定常運転状態であるときを前提として適正值に設定されているフィルタ係数を用いてのフィルタ演算により算出されるため、BGLや標準偏差の演算結果は、特徴値の変化に追従できず、BGLや標準偏差が正しい値に追いつくまでの間、ノッキング判定用しきい値が不適切な値（本来よりも小さな値）となり、その結果、燃料カットからの復帰時にノッキングを誤判定してしまうという問題が発生する。

40

【0017】

このような燃料カット復帰時においては、特許文献2に記載されている従来技術を採用したとしても、例えば、変速機のギヤが接続されているために内燃機関の回転速度に大きな変化が現れなかった場合には、過渡運転状態であると判定しないため、フィルタ係数が切り替わらず、フィルタ演算に起因したノッキングの誤判定を防止するには不完全であ

50

った。

【 0 0 1 8 】

この発明は、前記課題を解決するためになされたものであり、内燃機関の気筒内が非燃焼状態から燃焼状態へ切り替わった直後におけるノッキング抑制機能の作動範囲を狭めることなく、ノッキングの誤判定を防止することができる内燃機関の制御装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 9 】

この発明による内燃機関の制御装置は、
内燃機関に発生した振動を検出するノッキングセンサと、

10

前記内燃機関のクランク角度を検出するクランク角度センサと、

所定のクランク角度期間において検出された前記振動に基づいて、前記所定のクランク角度期間における前記振動の振動レベルを特徴付ける特徴値を算出する特徴値算出部と、

前記特徴値と、前記特徴値を平均化するために用いるフィルタ係数であって、その値に応じて前記平均化の度合いが変化する第1フィルタ係数と、に基づいて、前記特徴値のバックグランドレベルを算出するバックグランドレベル算出部と、

前記特徴値と、前記バックグランドレベルと、前記特徴値の標準偏差を算出するため用いるフィルタ係数であって、その値に応じて前記標準偏差の算出に用いる前記特徴値の分散の度合いが変化する第2フィルタ係数と、に基づいて、前記特徴値の標準偏差を算出する標準偏差算出部と、

20

前記バックグランドレベルと、前記標準偏差と、所定の調整係数と、に基づいて、ノッキング判定用しきい値を算出するしきい値算出部と、

前記特徴値と、前記ノッキング判定用しきい値と、に基づいてノッキングの発生を判定するノッキング判定部と、

前記ノッキング判定部によりノッキングの発生が判定されたときに、前記特徴値と、前記バックグランドレベルと、前記ノッキング判定用しきい値と、に基づいて、ノッキング強度を算出するノッキング強度算出部と、

前記ノッキング強度に基づいて、前記内燃機関の点火時期のノッキングリタード量を算出するリタード量算出部と、

前記ノッキングリタード量に基づいて、点火時期を補正する点火時期補正部と、

30

前記内燃機関の運転状態を示す諸情報に基づいて、前記内燃機関の気筒内が非燃焼状態から燃焼状態へ切り替わったことを判定する燃焼開始判定部と、

前記燃焼開始判定部により前記内燃機関の気筒内が非燃焼状態から燃焼状態へ切り替わったことが判定されたときから、所定のフィルタ係数切替期間が経過するまでの間、フィルタ係数切替要求を出力するフィルタ係数切替要求部と、

を備え、

前記フィルタ係数切替要求部によるフィルタ係数切替要求に基づいて、下記の(1)と(2)のうちの少なくとも一方を行なうことを特徴とする内燃機関の制御装置。

(1) 前記バックグランドレベル算出部は、前記第1フィルタ係数の値をフィルタ効果が弱まる側へ切り替えること。

40

(2) 前記標準偏差算出部は、前記第2フィルタ係数の値をフィルタ効果が弱まる側へ切り替えること。

【発明の効果】

【 0 0 2 0 】

この発明による内燃機関の制御装置によれば、内燃機関の気筒内が非燃焼状態から燃焼状態へ切り替わった直後におけるノッキング抑制機能の作動範囲を狭めることなく、振動レベルの変化に対するフィルタ演算の追従遅れに起因したノッキングの誤判定を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 1 】

50

【図 1】この発明の実施の形態 1 による内燃機関の制御装置の全体構成図である。

【図 2】この発明の実施の形態 1 による内燃機関の制御装置におけるノッキング抑制機能を説明するための機能ブロック図である。

【図 3】この発明の実施の形態 1 による内燃機関の制御装置の動作を説明するタイムチャートである。

【図 4】この発明の実施の形態 1 による内燃機関の制御装置の動作を説明するタイムチャートである。

【0022】

【図 5】この発明の実施の形態 1 による内燃機関の制御装置におけるフィルタ係数の切替処理を説明するためのフローチャートである。

10

【図 6】この発明の実施の形態 1 による内燃機関の制御装置におけるノッキング抑制機能の制御動作を説明するためのフローチャートである。

【図 7】この発明の実施の形態 1 による内燃機関の制御装置におけるリタード量算出部の制御動作を説明するためのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0023】

実施の形態 1 .

以下、図面に基づいて、この発明に係る内燃機関の制御装置についての好適な実施の形態を説明する。図 1 は、この発明の実施の形態 1 による内燃機関の制御装置の全体構成図である。図 1 において、内燃機関 1 における気筒 1 a の燃焼室 1 b には、吸気弁 1 c と排気弁 1 d とピストン 1 e とが備えられており、更に、燃焼室 1 b 内を臨むようにして、点火プラグ 2 と燃料噴射弁 3 とが備えられている。

20

【0024】

また、内燃機関 1 には、吸気通路 4 に設けられた電子制御スロットル 5 により、吸入空気量が調整される。電子制御スロットル 5 は、スロットルバルブ 5 a と、これを駆動するモータ 5 b、スロットルバルブ 5 a の開度を検出するスロットル開度センサ 5 c とで構成されている。

【0025】

内燃機関制御ユニット（以下、ECU と称する。）6 は、アクセルペダル 7 の操作量を検出するアクセルポジションセンサ 8 の出力信号を取得して、モータ 5 b に制御信号を送り、スロットル開度センサ 5 c からのスロットルバルブ開度信号に基づいて、スロットルバルブ 5 a を適切な開度に制御する。ECU 6 は、アクセルポジションセンサ 8、クランク角度センサ 9、カム角度センサ 10、ノッキングセンサ 11、エアフローセンサ 12 のほか、各種センサ類（図示せず）からの出力信号を取得して、点火時期や燃料噴射量などを決定する。

30

【0026】

そして、それらの各決定値に基づいて、燃料噴射弁 3 を駆動して燃料を燃焼室 1 b 内に噴射・供給し、点火プラグ 2 に接続された点火コイル 13 を駆動することによって、点火プラグ 2 のプラグギャップから火花を放電させる。

【0027】

40

エアクリーナ 14 によって塵やごみが除去された吸入空気は、エアフローセンサ 12 で流量が計測された後、電子制御スロットル 5 を通過してサージタンク 15 へと導かれ、更に、サージタンク 15 から吸気弁 1 c を通って燃焼室 1 b に導入される。燃焼室 1 b 内に導入された吸入空気と燃料噴射弁 3 から噴射された燃料とが混ざりあって混合気が形成され、点火プラグ 2 の火花放電によって混合気が着火されて燃焼する。

【0028】

混合気の燃焼圧力は、ピストン 1 e に伝えられてピストン 1 e を往復運動させる。ピストン 1 e の往復運動はコネクティングロッド 1 h を介してクランク軸 1 f に伝えられ、クランク軸 1 f で回転運動に変換されて、内燃機関 1 の出力として取り出される。燃焼後の混合気は排気ガスとなり、排気弁 1 d を通ってエキゾーストマニホールド 16 へ排出さ

50

れ、触媒 17 で浄化された後、大気中へ排出される。

【0029】

次に、前述の ECU 6 内で実行される ロッキング抑制機能について説明する。図 2 は、この発明実施の形態 1 による内燃機関の制御装置における ロッキング抑制機能を説明するための機能ブロック図である。図 2 において、燃焼開始判定部 101 には、内燃機関の運転状態を示す諸情報（図示せず）が入力される。燃焼開始判定部 101 は、燃焼開始判定装置それら諸情報に基づいて、内燃機関の気筒内が非燃焼状態から燃焼状態へ切り替わったことの判定を行なう。また、フィルタ係数切替要求部 102 では、燃焼開始判定部 101 の判定結果に基づいて、フィルタ係数切替要求 CHG をセットし、後述の、バックグラウンドレベル算出部（以下、BGL 算出部と称する）104、標準偏差算出部 105、および、リタード量算出部 109 へ出力する。

10

【0030】

なお、始動時に内燃機関の気筒内が非燃焼状態であるのか燃焼状態であるのかの判定を行なう場合、燃焼開始判定部 101 へ入力される諸情報としては、例えば、スターターモータの制御信号、燃料噴射弁 3 の制御信号、点火コイル 13 の制御信号（何れも図示せず）、等が利用される。

【0031】

フィルタ係数切替要求部 102 では、内燃機関が停止していることにより、気筒内が非燃焼状態であると判定されているときにはフィルタ係数切替要求 CHG を $CHG = 0$ にリセットする。そして、始動時において内燃機関の気筒内が非燃焼状態から燃焼状態に切り替わったことが判定されたときにフィルタ係数切替要求を $CHG = 1$ にセットし、その後、フィルタ係数切替期間が経過したときに再びフィルタ係数切替要求を $CHG = 0$ にリセットする。

20

【0032】

また、燃料カット制御からの復帰時に内燃機関の気筒内が非燃焼状態であるのか燃焼状態であるのかの判定を行なう場合、燃焼開始判定部 101 へ入力される諸情報としては、例えば、燃料カット制御信号、燃料噴射弁 3 の制御信号、点火コイル 13 の制御信号（何れも図示せず）、等が利用される。

【0033】

フィルタ係数切替要求部 102 では、燃料カット制御が実行されたことにより、気筒内が非燃焼状態であると判定されているときには、フィルタ係数切替要求を $CHG = 0$ にリセットする。そして燃料カット制御からの復帰時において内燃機関の気筒内が非燃焼状態から燃焼状態に切り替わったことが判定されたときには、フィルタ係数切替要求を $CHG = 2$ にセットし、その後、フィルタ係数切替期間が経過したときに再びフィルタ係数切替要求を $CHG = 0$ にリセットする。

30

【0034】

一方、ロッキングセンサ 11 により検出された内燃機関の振動は、A/D 変換器（図示せず）によりアナログ信号からデジタル信号へ変換された後、特徴値算出部 103 に入力される。また、特徴値算出部 103 には、クランク角度センサ 9 により検出されたクランク角度も入力される。そして、特徴値算出部 103 では、デジタル信号へ変換された振動データに対して、例えば、バンドパスフィルタ処理を施すことにより特定周波数の振動成分のみを抽出するとともに、クランク角度に基づいて、抽出した特定周波数の振動成分のうち、所定のクランク角度期間における最大の値を、今回の燃焼サイクルにおける振動レベルを特徴付ける特徴値 PKL として取り出す。

40

【0035】

BGL 算出部 104 には、フィルタ係数切替要求部 102 からのフィルタ係数切替要求 CHG、および、特徴値算出部 103 にて算出された特徴値 PKL、の 2 つの信号が入力される。BGL 算出部 104 は、特徴値 PKL と、BGL を算出するために用いられる第 1 フィルタ係数 F_1 （図示せず。）とに基づいて、下記の式（1）により、特徴値 PKL の平均値に相当するバックグラウンドレベル BGL を算出する。

50

$$BGL = (1 - F1) \times PKL + (F1 \times [BGL \text{ 前回値}]) \quad \dots \text{式(1)}$$

なお、BGLを算出するために用いる第1フィルタ係数F1は、「0」と「1」の間の値が設定され、小さな値を設定するほどフィルタ効果は弱まり、大きな値を設定するほどフィルタ効果は強まる構成となっている。

【0036】

BGL算出部104では、フィルタ係数切替要求がCHG=0であった場合には、内燃機関が定常運転状態であるときの特徴値PKLの変動状態に対して、BGLが適正に算出されるように設定された値Mn(但し、 $0 < Mn < 1$)を第1フィルタ係数F1に設定して式(1)の演算を行う。

10

【0037】

また、フィルタ係数切替要求がCHG=1であった場合には、始動時において気筒内が非燃焼状態から燃焼状態へ切り替わった直後の特徴値PKLの変動状態に対して、BGLの演算遅れがなるべく生じないように設定された値Ms(但し、 $0 < Ms < Mn < 1$)を第1フィルタ係数F1に設定して式(1)の演算を行う。

【0038】

また、フィルタ係数切替要求がCHG=2であった場合には、燃料カット復帰時において気筒内が非燃焼状態から燃焼状態へ切り替わった直後の特徴値PKLの変動状態に対して、BGLの演算遅れがなるべく生じないように設定された値Mf(但し、 $0 < Mf < Mn < 1$)を第1フィルタ係数F1に設定して式(1)の演算を行う。

20

【0039】

標準偏差算出部105には、フィルタ係数切替要求部102からのフィルタ係数切替要求CHG、および、特徴値算出部103にて算出された特徴値PKL、および、BGL算出部104にて算出されたBGL、の3つの信号が入力される。標準偏差算出部105は、特徴値PKLと、BGLと、分散を算出するための第2フィルタ係数F2(図示せず。)とに基づいて、下記の式(2)により、特徴値PKLの分散VARを算出し、更に下記の、式(3)により、標準偏差SGMを算出する。

$$VAR = (1 - F2) \times (PKL - BGL)^2 + (F2 \times [VAR \text{ 前回値}]) \quad \dots \text{式(2)}$$

30

$$SGM = (\sqrt{VAR}) \quad \dots \text{式(3)}$$

なお、分散VARを算出するために用いられる第2フィルタ係数F2は、「0」と「1」の間の値が設定され、小さな値を設定するほどフィルタ効果は弱まり、大きな値を設定するほどフィルタ効果は強まる構成となっている。

【0040】

そして、標準偏差算出部105では、フィルタ係数切替要求がCHG=0であった場合には、内燃機関が定常運転状態であるときの特徴値PKLの変動状態に対して、分散VARおよび標準偏差SGMが適正に算出されるように設定された値Nn(但し、 $0 < Nn < 1$)を第2フィルタ係数F2に設定して式(2)の演算を行う。

40

【0041】

また、フィルタ係数切替要求がCHG=1であった場合には、始動時において、気筒内が非燃焼状態から燃焼状態へ切り替わった直後の特徴値PKLの変動状態に対して、分散VARおよび標準偏差SGMの演算遅れがなるべく生じないように設定された値Ns(但し、 $0 < Ns < Nn < 1$)を第2フィルタ係数F2に設定して式(2)の演算を行う。

【0042】

また、フィルタ係数切替要求がCHG=2であった場合には、燃料カット復帰時において気筒内が非燃焼状態から燃焼状態へ切り替わった直後の特徴値PKLの変動状態に対して、分散VARおよび標準偏差SGMの演算遅れがなるべく生じないように設定された値

50

N_f (但し、 $0 < N_f < N_n < 1$) を第2フィルタ係数 F_2 に設定して式(2)の演算を行う。

【0043】

しきい値算出部106には、BGL算出部104にて算出されたBGL、および、標準偏差算出部105にて算出された標準偏差SGM、の2つの信号が入力される。そして、しきい値算出部106は、下記の式(4)により、ノッキング判定用しきい値THDを算出する。

$$THD = BGL + (K1 \times SGM) \quad \dots \dots \dots \text{式(4)}$$

10

ここで、 K_1 は、THDを算出するために予め設定されている調整係数である。

【0044】

ノッキング判定部107には、特徴値算出部103にて算出された特徴値PKL、および、しきい値算出部106で算出されたノッキング判定用しきい値THD、の2つの信号が入力される。そしてノッキング判定部107は、特徴値PKLとノッキング判定用しきい値THDとの比較を行ない、 $PKL < THD$ であった場合には、ノッキングは発生していないと判定し、 $PKL > THD$ であった場合にはノッキングが発生していると判定する。

【0045】

ノッキング強度算出部108には、特徴値算出部103にて算出された特徴値PKL、および、BGL算出部104にて算出されたBGL、および、しきい値算出部106にて算出されたノッキング判定用しきい値THD、および、ノッキング判定部107によるノッキングの発生有無の判定結果、の4つの信号が入力される。そして、ノッキング強度算出部108は、ノッキング判定部107によりノッキングが発生していないと判定されている場合には、ノッキング強度KNKに $KNK = 0$ を設定する。反対に、ノッキングが発生していると判定されている場合には、特徴値PKLとBGLとノッキング判定用しきい値THDとから、下記式(5)により、ノッキング強度KNKを算出する。

20

$$KNK = (PKL - THD) / BGL \quad \dots \dots \dots \text{式(5)}$$

【0046】

30

リタード量算出部109には、ノッキング強度算出部108にて算出されたノッキング強度KNKが入力される。そして、リタード算出部109は、下記の式(6)により、ノッキングリタード量RTDを算出する。

$$RTD = K2 \times KNK \quad \dots \dots \dots \text{式(6)}$$

ここで、 K_2 は、ノッキング強度KNKをノッキングリタード量RTDへ変換するために予め設定されている所定の係数である。

【0047】

また、リタード量算出部109には、フィルタ係数切替要求部102からのフィルタ係数切替要求CHGが入力されており、リタード量算出部109は、 $CHG = 0$ から $CHG = 0$ となったときには、その時点からリタード演算制限期間が経過するまでの間、ノッキングリタード量RTDの更新禁止(例えば、RTDの値を前回値保持)、或いは、RTDの算出を禁止($RTD = 0$ にリセット)する。なお、リタード演算制限期間は、この発明によるフィルタ係数の切り替え制御を対象とする内燃機関の制御装置へ実装して動作させたときの耐誤検出性能を評価し、必要に応じて予め設定される。

40

【0048】

点火時期補正部110には、リタード量算出部109にて算出されたノッキングリタード量RTD、および、ECU6内で算出された基本点火時期IGB、の2つの信号が入力される。そして点火時期補正部110は、下記の式(7)により、基本点火時期IGBを

50

ノッキングリタード量 $R T D$ だけリタード側へ変更して最終点火時期 $I G T$ を決定する。

$$I G T = I G B - R T D \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \text{式 (7)}$$

なお、ノッキングが発生しなくなれば、ノッキング強度 $K N K$ には零が設定され、ノッキングリタード量 $R T D$ が零になるため、最終点火時期 $I G T$ は基本点火時期 $I G B$ へ戻される。

【 0 0 4 9 】

次に、 $B G L$ およびノッキング判定用しきい値 $T H D$ の算出状態を示した図 3 および図 4 のタイムチャート図に基づいて、フィルタ係数切替要求部 1 0 2 におけるフィルタ係数切替期間、およびリタード量算出部 1 0 9 におけるリタード演算制限期間、のそれぞれの設定方法について説明する。

10

【 0 0 5 0 】

図 3 は、この発明の実施の形態 1 による内燃機関の制御装置の動作を説明するタイムチャートであり、内燃機関の始動時における、内燃機関の回転速度、および、特徴値 $P K L$ 、 $B G L$ 、ノッキング判定用しきい値 $T H D$ の各算出状態を、横軸を時刻として示している。

【 0 0 5 1 】

図 3 の (A) には、始動時における内燃機関の回転速度の挙動の一例であり、時刻 $T 0$ のときに始動操作が行なわれたことで燃焼が始まり、回転速度は、一旦、吹け上がった後、定常運転状態（例えば、アイドル回転速度）に収束していくときの挙動が示されている。

20

【 0 0 5 2 】

図 3 の (B) には、複数の燃焼サイクルで算出された、特徴値 $P K L$ （細い実線）と、定常運転時用として設定されている第 1 フィルタ係数 $F 1$ （ $= M n$ ）および第 2 フィルタ係数 $F 2$ （ $= N n$ ）を用いてフィルタ演算を行ったときの $B G L$ （太い破線）およびノッキング判定しきい値 $T H D$ （太い一点鎖線）、の各値が時系列で示されている。

【 0 0 5 3 】

図 3 の (C) には、複数の燃焼サイクルで算出された、特徴値 $P K L$ （細い実線）と、始動時用として設定した第 1 フィルタ係数 $F 1$ （ $= M s$ ）および第 2 フィルタ係数 $F 2$ （ $= N s$ ）を用いてフィルタ演算を行ったときの、 $B G L$ （太い実線）およびノッキング判定しきい値 $T H D$ （太い点線）、の各値が時系列で示されている。

30

【 0 0 5 4 】

そして、図 3 の (D) には、複数の燃焼サイクルで算出された、特徴値 $P K L$ （細い実線）と、この発明により設定されたフィルタ係数切替期間に基づいて、始動時用の各フィルタ係数（ $F 1 = M s$ および $F 2 = N s$ ）と定常運転時用の各フィルタ係数（ $F 1 = M n$ および $F 2 = N n$ ）とを途中で切り替えてフィルタ演算を行ったときの $B G L$ （太い実線、および、太い破線）、および、ノッキング判定しきい値 $T H D$ （太い点線、および、太い一点鎖線）、の各値が時系列で示されている。

【 0 0 5 5 】

40

図 3 の (A) ~ (D) において、停止中の内燃機関が時刻 $T 0$ において始動操作されると、気筒内が非燃焼状態から燃焼状態へ遷移して回転速度が上昇し、これに応じて、特徴値 $P K L$ は大きく変動する。なお、図 3 の、(B)、(C)、(D) における特徴値 $P K L$ については全て同じ波形である。

【 0 0 5 6 】

そして、図 3 の (B) では、始動時における特徴値 $P K L$ の過渡的な挙動に対して、定常運転状態であるときを前提として適正值に設定されているフィルタ係数（ $F 1 = M n$ および $F 2 = N n$ ）を用いてフィルタ演算を行っているため、期間 $P 3$ （時刻 $T 0$ ~ $T 3$ までの間）では、 $B G L$ やノッキング判定しきい値 $T H D$ の算出が遅れ、期間 $P 2$ （時刻 $T 0$ ~ $T 2$ までの間）では、特徴値 $P K L$ がノッキング判定しきい値 $T H D$ を超えてしまっ

50

たためにノッキングを誤判定する。

【 0 0 5 7 】

そこで、従来技術では、B G Lやノッキング判定しきい値T H Dの算出が正しい値に追い付くのに要する期間（図3では期間P 3）の間、ノッキングの判定を禁止して誤判定を防止している。そのため、従来技術においては、始動開始から期間P 3が経過するまではノッキング抑制機能が作動しない。

【 0 0 5 8 】

一方、図3の（C）では、始動時における特徴値P K Lの過渡的な挙動に対しても演算遅れがなるべく生じないように設定した各フィルタ係数（ $F 1 = M s$ および $F 2 = N s$ ）を用いてフィルタ演算を行っているので、期間P 1（時刻T 0～T 1までの間）では、B G Lやノッキング判定しきい値T H Dの算出遅れが残っているものの、時刻T 1以降では、追従遅れが解消されている。その結果、B G Lやノッキング判定しきい値T H Dの算出が正しい値に追い付くのに要する期間を、期間P 3から期間P 1にまで短縮することが可能となる。但し、フィルタ効果を弱めたときの弊害として、B G Lやノッキング判定しきい値T H Dの算出が正しい値に追い付いた後は、図3の（B）に比べて、B G Lやノッキング判定しきい値T H Dの挙動にフラツキが見られる。

【 0 0 5 9 】

そこで、図3の（D）では、始動時における特徴値P K Lの過渡的な挙動およびその収束性を考慮し、始動時の前半（時刻T 0から時刻T 3までの間）はフィルタ効果を弱めた始動時用の各フィルタ係数（ $F 1 = M s$ および $F 2 = N s$ ）を用いてフィルタ演算を行ない、始動時の後半（時刻T 3以降）は追従性を強めた定常運転用の各フィルタ係数（ $F 1 = M n$ および $F 2 = N n$ ）を用いてフィルタ演算を行なうように、フィルタ係数切替期間を設定している。

【 0 0 6 0 】

なお、この発明の実施の形態1では、フィルタ係数切替要求部1 0 2により設定されるフィルタ係数切替期間と、リタード量算出部1 0 9により設定されるリタード演算制限期間と、を別設定することができるようにしている。そのため、図3の（D）においてはフィルタ係数切替期間を期間P 3に設定したときの例を示しているが、このときのリタード演算制限期間を、例えば、期間P 2にまで短縮することができ、これにより、従来技術よりも始動時におけるノッキング抑制制御の禁止時間を狭めてノッキング抑制制御の作動範囲を拡大することが可能となる。

【 0 0 6 1 】

次に、図4は、この発明の実施の形態1による内燃機関の制御装置の動作を説明するタイムチャートであり、燃料カットからの復帰時における、内燃機関の回転速度、および、特徴値P K L、B G L、ノッキング判定用しきい値T H Dの各算出状態を、横軸を時刻として示している。

【 0 0 6 2 】

図4の（A）には、燃料カット復帰時における内燃機関の回転速度の挙動の一例であり、時刻T 4のときに燃料カットから復帰したことで燃焼が始まっているが、内燃機関には変速機のギヤが接続されているために回転速度には過渡的な変化が現れ難いときの挙動が示されている。

【 0 0 6 3 】

図4の（B）には、複数の燃焼サイクルで算出された、特徴値P K L（細い実線）と、定常運転時用として設定されている第1フィルタ係数 $F 1 (= M n)$ および第2フィルタ係数 $F 2 (= N n)$ を用いてフィルタ演算を行ったときのB G L（太い破線）およびノッキング判定しきい値T H D（太い一点鎖線）、の各値が時系列で示されている。

【 0 0 6 4 】

図4の（C）には、複数の燃焼サイクルで算出された、特徴値P K L（細い実線）と、燃料カット復帰時用として設定した第1フィルタ係数 $F 1 (= M f)$ および第2フィルタ係数 $F 2 (= N f)$ を用いてフィルタ演算を行ったときの、B G L（太い実線）およびノ

10

20

30

40

50

ッキング判定しきい値 THD (太い点線)、の各値が時系列で示されている。

【0065】

図4の(D)には、複数の燃焼サイクルで算出された、特徴値 PKL (細い実線)と、この発明により設定されたフィルタ係数切替期間に基づいて、燃料カット復帰時用の各フィルタ係数 ($F1 = Mf$ および $F2 = Nf$) と定常運転時用の各フィルタ係数 ($F1 = Mn$ および $F2 = Nn$) とを途中で切り替えてフィルタ演算を行ったときの BGL (太い破線、および、太い実線)、および、ノッキング判定しきい値 THD (太い一点鎖線、および、太い点線)、の各値が時系列で示されている。

【0066】

図4の(A)~(D)において、燃料カット中の内燃機関が時刻 $T4$ において燃料カットから復帰すると、回転速度に大きな変化がなくても、気筒内が非燃焼状態から燃焼状態へ遷移して、特徴値 PKL は大きな変動に変化する。なお、図4の、(B)、(C)、(D)における特徴値 PKL については全て同じ波形である。

【0067】

そして、図4の(B)では、燃料カット復帰時における特徴値 PKL の過渡的な挙動に対して、定常運転状態であるときを前提として適正值に設定されているフィルタ係数 ($F1 = Mn$ および $F2 = Nn$) を用いてフィルタ演算を行っているため、期間 $P6$ (時刻 $T4 \sim T7$ までの間) では、 BGL やノッキング判定しきい値 THD の算出が遅れ、期間 $P5$ (時刻 $T4 \sim T6$ までの間) では、特徴値 PKL がノッキング判定しきい値 THD を超えてしまったためにノッキングを誤判定する。

【0068】

一方、図4の(C)では、燃料カット復帰時における特徴値 PKL の過渡的な挙動に対しても演算遅れがなるべく生じないように設定した各フィルタ係数 ($F1 = Mf$ および $F2 = Nf$) を用いてフィルタ演算を行っているおかげで、期間 $P4$ (時刻 $T4 \sim T5$ までの間) では、 BGL やノッキング判定しきい値 THD の算出遅れが残っているものの、時刻 $T5$ 以降では、追従遅れが解消されている。

【0069】

その結果、内燃機関が過渡運転常態であることが判定できない状況下において、特徴値 PKL の過渡的な変化に対して、 BGL やノッキング判定しきい値 THD の算出が正しい値に追い付くのに要する期間を期間 $P6$ から期間 $P4$ にまで短縮することが可能となる。

但し、フィルタ効果を弱めたときの弊害として、 BGL やノッキング判定しきい値 THD の算出が正しい値に追い付いた後は、図4の(B)に比べて、 BGL やノッキング判定しきい値 THD の挙動にフラツキが見られる。

【0070】

そこで、図4の(D)では、燃料カット復帰時における特徴値 PKL の過渡的な挙動およびその収束性を考慮し、燃料カット復帰直後の時刻 $T4$ から時刻 $T5$ までの間はフィルタ効果を弱めた燃料カット復帰時用の各フィルタ係数 ($F1 = Mf$ および $F2 = Nf$) を用いてフィルタ演算を行ない、それ以降(時刻 $T5$ 以降)は追従性を強めた定常運転用の各フィルタ係数 ($F1 = Mn$ および $F2 = Nn$) を用いてフィルタ演算を行なうように、フィルタ係数切替期間を設定している。

【0071】

なお、この発明の実施の形態1では、フィルタ係数切替要求部102により設定されるフィルタ係数切替期間と、リタード量算出部109により設定されるリタード演算制限期間と、を別設定することができるようにしている。そのため、図4の(D)においてはフィルタ係数切替期間を期間 $P5$ に設定したときの例を示しているが、図4の(D)のように、時刻 $T4$ から時刻 $T5$ の間で誤検出が発生しない場合には、このときのリタード演算制限期間を、例えば、零にまで短縮することも可能であり、これにより、燃料カット復帰時におけるノッキング抑制制御の禁止を廃止することができ、ノッキング抑制制御の作動範囲を拡大することが可能となる。

【0072】

10

20

30

40

50

次に、この発明の実施の形態 1 による内燃機関の制御装置におけるロック抑制機能の動作を説明する。図 5 は、この発明の実施の形態 1 による内燃機関の制御装置におけるフィルタ係数の切替処理を説明するためのフローチャートである。先ず、図 5 に基づいて、燃焼開始判定部 101、フィルタ係数切替要求部 102、BGL 算出部 104、標準偏差算出部 105、の各部によるフィルタ係数を切り替えるときの処理を説明する。

【0073】

図 5 において、ステップ S101 では、燃焼開始判定部 101 により、気筒内が非燃焼状態から燃焼状態へ切り替わった直後か否かが判定される。ステップ S101 での判定結果が YES の場合には、ステップ S101 からステップ S102 へ進み、フィルタ係数切替要求部 102 によりフィルタ係数切替要求 CHG が零以外の値（「1」または「2」）にセットされてステップ S106 へ進む。

10

【0074】

一方、ステップ S101 での判定結果が NO の場合には、ステップ S101 からステップ S103 へ進む。ステップ S103 では、フィルタ係数切替要求 CHG が零以外の値（CHG = 1 または CHG = 2）であるか否かが判定される。そしてステップ S103 での判定結果が YES の場合には、ステップ S103 からステップ S104 へ進む。一方、ステップ S103 での判定結果が NO の場合には、ステップ S103 からステップ S106 へ進む。

【0075】

ステップ S104 では、フィルタ係数切替要求 CHG が零以外の値（CHG = 1 または CHG = 2）にセットされた時点から所定のフィルタ切替時間が経過したか否かが判定される。そして、ステップ S104 での判定結果が YES の場合にはステップ S104 からステップ S105 へ進み、フィルタ係数切替要求 CHG を零にリセットしてステップ S106 へ進む。また、ステップ S104 での判定結果が NO の場合にはステップ S104 からステップ S106 へ進む。

20

【0076】

次の、ステップ S106 およびステップ S107 においては、フィルタ係数切替要求 CHG が、CHG = 0（定常運転時の要求）、CHG = 1（始動時の要求）、CHG = 2（燃料カット復帰時の要求）、のいずれであるのかを判定する。CHG = 0 であった場合には、ステップ S106 およびステップ S107 での判定がいずれも NO となるため、ステップ S106 からステップ S107、ステップ S110 と進み、第 1 フィルタ係数 F1 および第 2 フィルタ係数 F2 には、定常運転時用のフィルタ係数である Mn および Nn がセットされて処理を抜ける。

30

【0077】

一方、CHG = 1 であった場合には、ステップ S106 での判定が YES となるため、ステップ S106 からステップ S108 と進み、第 1 フィルタ係数 F1 および第 2 フィルタ係数 F2 には、始動時用のフィルタ係数である Ms および Ns がセットされて処理を抜ける。

【0078】

また、CHG = 2 であった場合には、ステップ S106 での判定が NO かつステップ S107 での判定が YES となるため、ステップ S106 からステップ S107 からステップ S109 と進み、第 1 フィルタ係数 F1 および第 2 フィルタ係数 F2 には、燃料カット復帰時用のフィルタ係数である Mf および Nf がセットされて処理を抜ける。

40

【0079】

次に、図 6 は、この発明の実施の形態 1 による内燃機関の制御装置におけるロック抑制機能の制御動作を説明するためのフローチャートである。図 6 において、先ず、ステップ S201 では、クランク角度センサ 9 によりクランク角度が検出され、次のステップ S202 では、ステップ S201 で検出されたクランク角度に基づいて、現在がロック検出期間であるのか否かが判定される。

【0080】

50

そして、ステップS 2 0 2での判定結果がY E Sの場合には、ステップS 2 0 2からステップS 2 0 3へ進んで、ノッキング抑制制御を有効とするためのフラグFをF = 1にセットし、さらにステップS 2 0 4へ進んで、ノッキングセンサ1 1により検出された振動データを取得して、ステップS 2 0 1へ戻る。

【 0 0 8 1 】

以上のステップS 2 0 1からステップS 2 0 4までのループ処理は、クランク角度センサ9により検出されたクランク角度がロック検出期間から外れるまで繰り返され、クランク角度毎に検出された振動データは、1 燃焼サイクルにおけるロック検出期間内の連続した信号データとして一旦、記憶される。そして、クランク角度センサ9により検出されたクランク角度がロック検出期間から外れたときにステップS 2 0 2での判定結果がN Oとなり、ループ処理を抜けてステップS 2 0 5へと進む。

10

【 0 0 8 2 】

ステップS 2 0 5へ進むと、ノッキング抑制制御を有効とするためのフラグFがF = 1にセットされているか否かを判定する。その判定結果がF = 1であった場合(Y E S)には、ステップS 2 0 6以降のノッキング抑制制御の各処理が実行される。また、F = 1でなかった場合(N O)には、ステップS 2 0 6からステップS 2 1 6までのノッキング抑制制御に関わる各処理は実行されずに処理を抜ける。

【 0 0 8 3 】

ステップS 2 0 5での判定結果がY E Sの場合、ステップS 2 0 5からステップS 2 0 6へ進み、現在、記憶されている1 燃焼サイクルにおけるロック検出期間の振動データに対して、バンドパスフィルタ処理が施され、特定周波数の振動成分のみが抽出されて、ステップS 2 0 7へと進む。そして、ステップS 2 0 7では、ステップS 2 0 6により抽出された特定周波数の振動成分のうちの最大の値を、今回の燃焼サイクルにおける振動レベルを特徴付ける特徴値P K Lとして決定してステップS 2 0 8へ進む。

20

【 0 0 8 4 】

ステップS 2 0 8では、前述の式(1)により、B G Lを算出し、続く、ステップS 2 0 9では、前述の式(2)、式(3)により、分散V A Rを算出し、更に、標準偏差S G Mを算出する。なお、ステップS 2 0 8において、B G Lを算出する際の第1フィルタ係数F 1、および、ステップS 2 0 9において、分散V A Rを算出する際の第2フィルタ係数F 2、の各フィルタ係数については、何れも前述の図5のフローチャートによって決定された値が使用される。

30

【 0 0 8 5 】

次の、ステップS 2 1 0では、前述の式(4)により、ノッキング判定用しきい値T H Dが算出され、続く、ステップS 2 1 1では、特徴値P K Lとノッキング判定用しきい値T H Dとの比較が行われてノッキングの発生有無が判定される。そして、ステップS 2 1 1の判定結果がY E Sの場合にはノッキングが発生していると判定され、ステップS 2 1 1からステップS 2 1 2へと進んで、前述の式(5)により、ノッキング強度K N Kが算出されて、ステップS 2 1 4へと進む。また、ステップS 2 1 1の判定結果がN Oの場合には、ノッキングは発生していないと判定され、ステップS 2 1 1からステップS 2 1 3へ進んで、ノッキング強度K N K = 0が設定されてステップS 2 1 4へと進む。

40

【 0 0 8 6 】

次に、ステップS 2 1 4では、ノッキング強度K N Kに基づいて、前述の式(6)により、ノッキングリタード量R T Dを算出し、続く、ステップS 2 1 5では、前述の式(7)により、基本点火時期I G Bをノッキングリタード量R T Dだけリタード側へ変更することにより最終点火時期I G Tを算出してステップS 2 1 6へ進む。そして、最後のステップS 2 1 6では、ノッキング抑制制御を有効とするためのフラグをF = 0にリセットして処理を抜ける。

【 0 0 8 7 】

以上に述べた一連の処理により、ノッキングセンサで検出した内燃機関の振動に基づいてノッキングが発生していることが判定されると、ノッキングによる振動強度に応じて点

50

火時期がリタード側へ補正され、ノッキングの発生が抑制される。

【0088】

図7は、この発明の実施の形態1による内燃機関の制御装置におけるリタード量算出部の制御動作を説明するためのフローチャートであり、リタード量算出部109による追加の制御動作を示している。なお、図7の処理は、ノッキングリタード量RTDを算出する図6のステップS214で実行される。

【0089】

図7において、先ず、ステップS301では、前述の図5のステップS102においてフィルタ係数切替要求CHGが零以外の値(CHG=1またはCHG=2)にセットされた状態で、なおかつ、フィルタ係数切替要求CHGが零から零以外の値に変化した時点から、所定のリタード演算制限期間が経過したか否かが判定される。ステップS301での判定結果がYESの場合には、ステップS302に進み、前述の図6のステップS214で説明したように、式(6)により、ノッキングリタード量RTDが算出される。

【0090】

一方、ステップS301での判定結果がNOの場合には、ステップS303に進み、ノッキングリタード量RTDの更新禁止(例えば、RTDの値を前値保持)、或いは、RTDの算出禁止(RTD=0にリセット)する措置がとられる。これにより、フィルタ係数切替要求CHGが零以外の値にセットされた時点から、所定のリタード演算制限期間が経過するまでの間におけるノッキングリタード量RTDの更新が禁止され、気筒内が非燃焼常態から燃焼常態に遷移した直後のノッキングの誤検出による誤リタードが防止される。

【0091】

なお、フィルタ効果が弱まる側へフィルタ係数を切り替えたときにノッキングの誤検出が発生しない場合には、このときのリタード演算制限期間を、例えば、零にまで短縮することも可能である。その場合には、ステップS301における判定はNOとなり、ノッキングリタード量RTDの更新禁止は実施されずに、ステップS301からステップS302に進んで、式(6)により、ノッキングリタード量RTDが算出される。

【0092】

以上述べたこの発明の実施の形態1による内燃機関の制御装置は、以下の発明を具体化したものである。

【0093】

1. 内燃機関に発生した振動を検出するノッキングセンサと、
前記内燃機関のクランク角度を検出するクランク角度センサと、
所定のクランク角度期間において検出された前記振動に基づいて、前記所定のクランク角度期間における前記振動の振動レベルを特徴付ける特徴値を算出する特徴値算出部と、
前記特徴値と、前記特徴値を平均化するために用いるフィルタ係数であって、その値に応じて前記平均化の度合いが変化する第1フィルタ係数と、に基づいて、前記特徴値のバックグランドレベルを算出するバックグランドレベル算出部と、
前記特徴値と、前記バックグランドレベルと、前記特徴値の標準偏差を算出するため用いるフィルタ係数であって、その値に応じて前記標準偏差の算出に用いる前記特徴値の分散の度合いが変化する第2フィルタ係数と、に基づいて、前記特徴値の標準偏差を算出する標準偏差算出部と、
前記バックグランドレベルと、前記標準偏差と、所定の調整係数と、に基づいて、ノッキング判定用しきい値を算出するしきい値算出部と、
前記特徴値と、前記ノッキング判定用しきい値と、に基づいてノッキングの発生を判定するノッキング判定部と、
前記ノッキング判定部によりノッキングの発生が判定されたときに、前記特徴値と、前記バックグランドレベルと、前記ノッキング判定用しきい値と、に基づいて、ノッキング強度を算出するノッキング強度算出部と、
前記ノッキング強度に基づいて、前記内燃機関の点火時期のノッキングリタード量を算

10

20

30

40

50

出するリタード量算出部と、

前記ノッキングリタード量に基づいて、点火時期を補正する点火時期補正部と、

前記内燃機関の運転状態を示す諸情報に基づいて、前記内燃機関の気筒内が非燃焼状態から燃焼状態へ切り替わったことを判定する燃焼開始判定部と、

前記燃焼開始判定部により前記内燃機関の気筒内が非燃焼状態から燃焼状態へ切り替わったことが判定されたときから、所定のフィルタ係数切替期間が経過するまでの間、フィルタ係数切替要求を出力するフィルタ係数切替要求部と、

を備え、

前記フィルタ係数切替要求部によるフィルタ係数切替要求に基づいて、下記の(1)と(2)のうちの少なくとも一方を行なうことを特徴とする内燃機関の制御装置。

(1) 前記バックグランドレベル算出部は、前記第1フィルタ係数の値をフィルタ効果が弱まる側へ切り替えること。

(2) 前記標準偏差算出部は、前記第2フィルタ係数の値をフィルタ効果が弱まる側へ切り替えること。

10

【0094】

2. 前記燃焼開始判定部は、停止状態にある前記内燃機関を始動させる始動操作を開始したときに、前記内燃機関の気筒内が非燃焼状態から燃焼状態へ切り替わったと判定することを特徴とする内燃機関の制御装置。

この発明によれば、特に、始動時において、内燃機関の気筒内が非燃焼状態から燃焼状態へ切り替わった直後におけるノッキング抑制機能の作動範囲を狭めることなく、振動レベルの変化に対するフィルタ演算の追従遅れに起因したノッキングの誤判定が低減される。

20

【0095】

3. 前記燃焼開始判定部は、燃料カット制御の状態にある前記内燃機関が、前記燃料カット制御の実行が解除され、燃料の噴射が再開された気筒での混合気への着火が行われたときに、前記内燃機関の気筒内が非燃焼状態から燃焼状態へ切り替わったと判定することを特徴とする内燃機関の制御装置。

この発明によれば、特に、燃料カットからの復帰時において、内燃機関の気筒内が非燃焼状態から燃焼状態へ切り替わった直後におけるノッキング抑制機能の作動範囲を狭めることなく、振動レベルの変化に対するフィルタ演算の追従遅れに起因したノッキングの誤判定が低減される。

30

【0096】

4. 前記リタード量算出部は、前記第1フィルタ係数の値と前記第2フィルタ係数の値とのうちの少なくとも一方がフィルタ効果が弱まる側へ切り替えられたときから、所定のリタード演算制限期間が経過するまでの間、前記ノッキングリタード量の更新または算出を禁止することを特徴とする内燃機関の制御装置。

この発明によれば、内燃機関の気筒内が非燃焼状態から燃焼状態へ切り替わった直後におけるノッキング抑制機能の作動範囲を狭めることなく、振動レベルの変化に対するフィルタ演算の追従遅れに起因したノッキングの誤判定が確実に防止される。

40

【0097】

5. 前記リタード量算出部により設定される前記リタード演算制限期間は、前記フィルタ係数切替要求部により設定される前記フィルタ係数切替期間と同等以下の期間に設定されていることを特徴とする内燃機関の制御装置。

この発明によれば、内燃機関の気筒内が非燃焼状態から燃焼状態へ切り替わった直後におけるノッキング抑制機能の作動範囲を拡大しつつ、振動レベルの変化に対するフィルタ演算の追従遅れに起因したノッキングの誤判定が確実に防止される。

【0098】

以上述べた本願の発明は、内燃機関の気筒内が非燃焼状態から燃焼状態へ切り替わった直後におけるノッキング抑制機能の作動範囲を狭めることなく、振動レベルの変化に起因

50

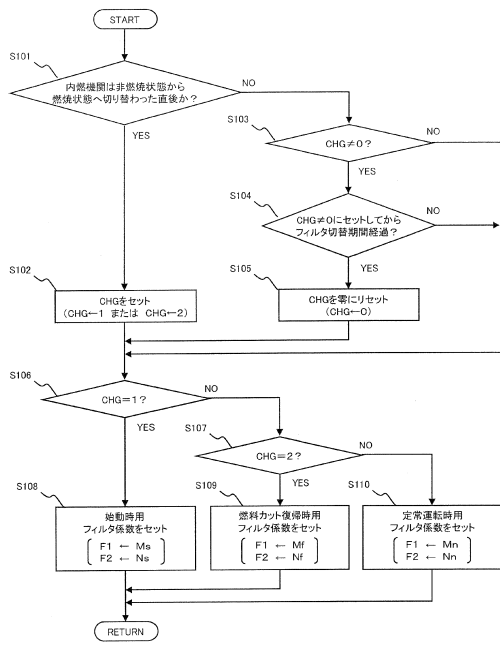
して、フィルタ演算の追従が遅れてノッキング判定用しきい値が不適切な値となったためにノッキングの発生を誤判定してしまうことを防止する内燃機関の制御装置の実現に有用である。

【符号の説明】

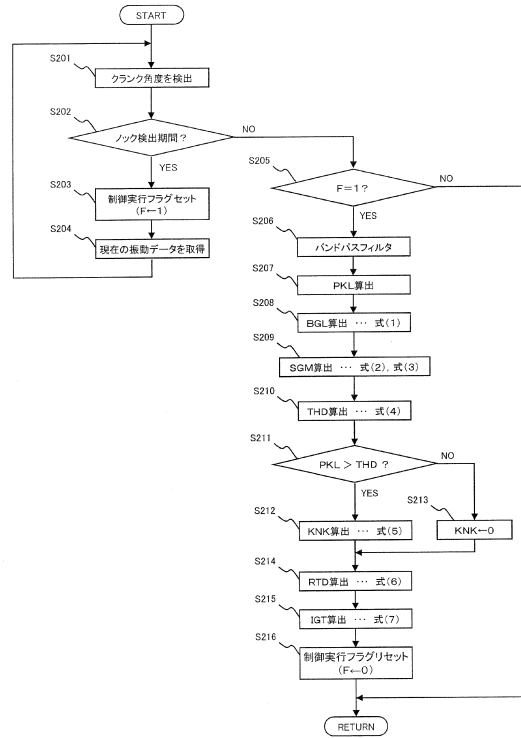
【 0 0 9 9 】

1	内燃機関	1 a	気筒	
1 b	燃焼室	1 c	吸気弁	
1 d	排気弁	1 e	ピストン	
1 f	クランク軸	1 g	カム軸	
1 h	コネクティングロッド	2	点火プラグ	10
3	燃料噴射弁	4	吸気通路	
5	電子制御スロットル	5 a	スロットルバルブ	
5 b	モータ	5 c	スロットル開度センサ	
6	内燃機関制御ユニット (E C U)	7	アクセルペダル	
8	アクセルポジションセンサ	9	クランク角度センサ	
1 0	カム角度センサ	1 1	ノッキングセンサ	
1 2	エアフローセンサ	1 3	点火コイル	
1 4	エアクリーナ	1 5	サージタンク	
1 6	エキゾーストマニホールド	1 7	触媒	
1 0 1	燃焼開始判定部	1 0 2	フィルタ係数変更要求部	20
1 0 3	特徴値算出部	1 0 4	B G L 算出部	
1 0 5	標準偏差算出部	1 0 6	しきい値算出部	
1 0 7	ノッキング判定部	1 0 8	ノッキング強度算出部	
1 0 9	リタード量算出部	1 1 0	点火時期補正部	
P K L	所定のクランク角度期間における振動レベルを特徴付ける値			
B G L	特徴値 P K L の平均値に相当するバックグラウンドレベル			
S G M	標準偏差	T H D	ノッキング判定用しきい値	
K N K	ノッキング強度	R T D	ノッキングリタード量	
I G B	基本点火時期	I G T	最終点火時期	

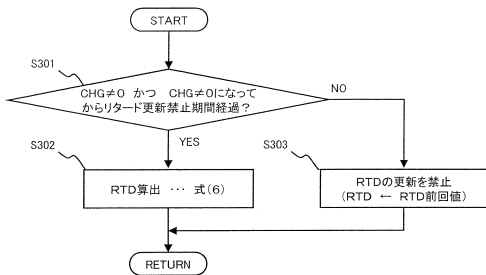
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

- (72)発明者 大野 隆彦
兵庫県神戸市兵庫区浜山通六丁目1番2号 三菱電機コントロールソフトウェア株式会社内
- (72)発明者 松嶋 裕平
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 江角 圭太郎
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
- (72)発明者 楠 友邦
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
- (72)発明者 井上 淳
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
- (72)発明者 森本 博貴
広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

審査官 二之湯 正俊

- (56)参考文献 特開平04-140454(JP,A)
特開2003-172196(JP,A)
特開2002-357156(JP,A)
特開2009-250212(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F02D 45/00