

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2008-111354  
(P2008-111354A)

(43) 公開日 平成20年5月15日(2008.5.15)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>FO2D 45/00 (2006.01)</b>	FO2D 45/00 362B	3G384
<b>GO1P 3/44 (2006.01)</b>	FO2D 45/00 340C	
	FO2D 45/00 358C	
	GO1P 3/44 Z	

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2006-294122 (P2006-294122)  
(22) 出願日 平成18年10月30日(2006.10.30)

(71) 出願人 00005326  
本田技研工業株式会社  
東京都港区南青山二丁目1番1号  
(74) 代理人 100105119  
弁理士 新井 孝治  
(72) 発明者 四竈 真人  
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社  
本田技術研究所内  
(72) 発明者 塚本 宗紀  
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社  
本田技術研究所内

最終頁に続く

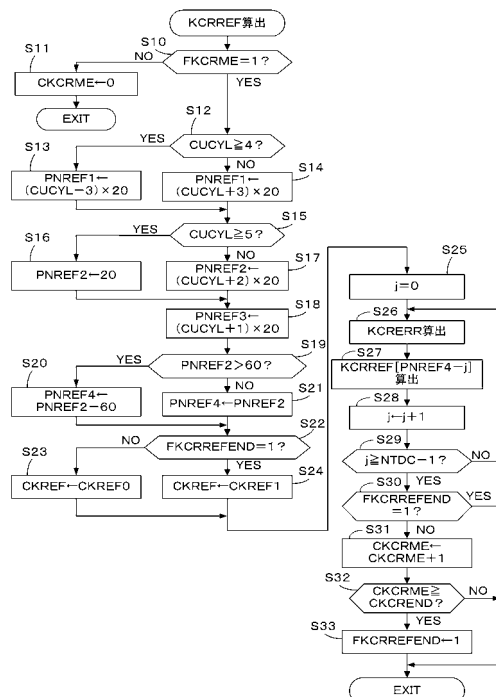
(54) 【発明の名称】 内燃機関のクランク角速度検出装置

(57) 【要約】

【課題】 慣性力に起因する回転変動成分の影響を受けずに、パルス発生器自体に起因するパルス発生時間間隔の誤差を補正し、正確な失火判定を可能とする、内燃機関のクランク角速度検出装置を提供する。

【解決手段】 クランク軸の回転に同期したパルスの発生時間間隔である時間パラメータCRMEが検出される。(720/N)度の間隔でサンプリングされる時間パラメータCRMEの平均値を、サンプリングされた時間パラメータCRMEで除算することにより、誤差比率KCRERRが算出され、誤差比率KCRERRに応じて、学習補正係数KCREFが算出される。この学習補正係数KCREFにより時間パラメータCRMEが補正され、補正された時間パラメータCRMEを用いて失火判定が行われる。

【選択図】 図14



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

内燃機関のクランク軸が所定角度回転する毎にクランクパルスを発生させるパルス発生器の出力に基づいて、前記クランク軸の回転角速度を検出する、内燃機関のクランク角速度検出装置において、

( $720/N$ )度 ( $N$ は前記機関の気筒数)間隔でサンプリングされる、前記クランク軸の回転角速度を示す速度パラメータの平均値を算出する平均化手段と、

前記平均値に応じて、前記速度パラメータを補正するための学習補正係数を算出する学習手段と、

前記学習補正係数により前記速度パラメータを補正する補正手段とを備えることを特徴とする内燃機関のクランク角速度検出装置。

10

## 【請求項 2】

前記学習手段は、前記クランク軸の 1 回転に対応する前記学習補正係数を算出して記憶することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関のクランク角速度検出装置。

## 【請求項 3】

前記学習手段は、前記クランク軸の 2 回転に対応する前記学習補正係数を算出して記憶することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関のクランク角速度検出装置。

## 【請求項 4】

前記平均化手段は、前記機関の気筒数に応じたサンプリング範囲に含まれる前記速度パラメータの平均値を算出し、前記学習手段は、前記サンプリング範囲の中心に位置する所定中心角度範囲に対応する前記学習補正係数の算出を行い、

20

前記サンプリング範囲は、( $720/N$ )度の奇数倍に設定され、前記所定中心角度範囲は( $720/N$ )度の範囲であることを特徴とする請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の内燃機関のクランク角速度検出装置。

## 【請求項 5】

前記サンプリング範囲が 360 度を超えるときは、前記平均化手段は、前記所定中心角度範囲におけるサンプリング値に、前記所定中心角度範囲以外の角度範囲におけるサンプリング値より大きい重みを付けて平均化演算を行うことを特徴とする請求項 4 に記載の内燃機関のクランク角速度検出装置。

## 【請求項 6】

30

前記平均値を、サンプリングされた速度パラメータで除算することにより誤差比率を算出する誤差比率算出手段と、前記所定中心角度範囲における全ての誤差比率の平均値である平均誤差比率を算出する平均誤差比率算出手段とを備え、前記学習手段は、前記誤差比率から前記平均誤差比率を減算して「1」を加算することにより、修正誤差比率を算出し、該修正誤差比率に応じて前記学習補正係数を算出することを特徴とする請求項 4 に記載の内燃機関のクランク角速度検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、内燃機関のクランク軸の回転角速度を検出するクランク角速度検出装置に関し、特にクランク軸が所定角度回転する毎にクランクパルスを発生するパルス発生器を備え、クランクパルス発生時間間隔の補正機能を有するものに関する。

40

## 【背景技術】

## 【0002】

特許文献 1 には、内燃機関のクランク軸が所定角度回転する毎にクランクパルスを発生するパルス発生器における、クランクパルス発生時間間隔の補正方法が示されている。この方法によれば、エンジンプレーキ動作中におけるクランクパルスの発生時間間隔の変化量の比率が算出され、その比率を平均化することにより、パルス発生時間間隔の補正值が算出される。

## 【0003】

50

【特許文献1】特許第3571043号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

エンジブレーキ動作中に機関に燃料を供給しない状態であっても、機関の可動部品の慣性力の起因する回転変動成分は、検出されるパルス発生時間間隔に含まれているため、特許文献1に示された手法により算出される補正値を適用すると、これらの回転変動成分の影響が除かれたパルス発生時間間隔が得られる。

【0005】

一方、パルス発生時間間隔に基づいて失火判定を行う場合、失火判定を正確に行うためには、検出したパルス発生時間間隔から上記慣性力に起因する回転変動成分の影響を除去する必要がある。上記従来 of 補正方法を適用すると、慣性力に起因する回転変動成分が、パルス発生器の機械的な誤差に起因する成分とともに除かれてしまうため、正確な失火判定を行うことができない。

【0006】

本発明はこの点に着目してなされたものであり、慣性力に起因する回転変動成分の影響を受けずに、パルス発生器自体に起因するパルス発生時間間隔の誤差を補正し、正確な失火判定を可能とする、内燃機関のクランク角速度検出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】

【0007】

上記目的を達成するため請求項1に記載の発明は、内燃機関のクランク軸が所定角度回転する毎にクランクパルスを発生させるパルス発生器(12)の出力に基づいて、前記クランク軸の回転角速度を検出する、内燃機関のクランク角速度検出装置において、 $(720/N)$ 度(Nは前記機関の気筒数)間隔でサンプリングされる、前記クランク軸の回転角速度を示す速度パラメータ(CRME)の平均値を算出する平均化手段と、前記平均値に応じて、前記速度パラメータを補正するための学習補正係数(KCREF)を算出する学習手段と、前記学習補正係数(KCREF)により前記速度パラメータ(CRME)を補正する補正手段とを備えることを特徴とする。

【0008】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の内燃機関のクランク角速度検出装置において、前記学習手段は、前記クランク軸の1回転に対応する前記学習補正係数(KCREF)を算出して記憶することを特徴とする。

【0009】

請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の内燃機関のクランク角速度検出装置において、前記学習手段は、前記クランク軸の2回転に対応する前記学習補正係数(KCREF)を算出して記憶することを特徴とする。

【0010】

請求項4に記載の発明は、請求項1から3の何れか1項に記載の内燃機関のクランク角速度検出装置において、前記平均化手段は、前記機関の気筒数に応じたサンプリング範囲(SMP)に含まれる前記速度パラメータの平均値を算出し、前記学習手段は、前記サンプリング範囲(SMP)の中心に位置する所定中心角度範囲(LRN)に対応する前記学習補正係数(KCREF)の算出を行い、前記サンプリング範囲(SMP)は、 $(720/N)$ 度の奇数倍に設定され、前記所定中心角度範囲(LRN)は $(720/N)$ 度の範囲であることを特徴とする。

【0011】

請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の内燃機関のクランク角速度検出装置において、前記サンプリング範囲(SMP)が360度を超えるときは、前記平均化手段は、前記所定中心角度範囲(LRN)におけるサンプリング値に、前記所定中心角度範囲以外の角度範囲におけるサンプリング値より大きい重みを付けて平均化演算を行うことを特徴とする。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 2 】

請求項 6 に記載の発明は、請求項 4 に記載の内燃機関のクランク角速度検出装置において、前記平均値を、サンプリングされた速度パラメータで除算することにより誤差比率 ( K C R E R R ) を算出する誤差比率算出手段と、前記所定中心角度範囲 ( L R N ) における全ての誤差比率の平均値である平均誤差比率 ( K C R E R R A V E ) を算出する平均誤差比率算出手段とを備え、前記学習手段は、前記誤差比率 ( K C R E R R ) から前記平均誤差比率 ( K C R E R R A V E ) を減算して「 1 」を加算することにより、修正誤差比率 ( K C R E R R M ) を算出し、該修正誤差比率 ( K C R E R R M ) に応じて前記学習補正係数 ( K C R R E F ) を算出することを特徴とする。

## 【 0 0 1 3 】

前記クランクパルスの発生周期に対応する所定角度は、 $( ( 7 2 0 / N ) / M )$  度であり、M を 8 以上の整数として、 $( 7 2 0 / N )$  度に比べて十分に小さい角度とすることが望ましい。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 1 4 】

請求項 1 に記載の発明によれば、 $( 7 2 0 / N )$  度の間隔でサンプリングされる速度パラメータの平均値が算出され、該平均値に応じて、速度パラメータを補正するための学習補正係数が算出され、この学習補正係数により速度パラメータが補正される。慣性力に起因する回転変動成分は、 $( 7 2 0 / N )$  度周期で変化するので、 $( 7 2 0 / N )$  度の間隔でサンプリングされる速度パラメータの平均値を算出することにより、慣性力に起因する回転変動成分の影響を排除することができる。したがって、そのようにして算出される平均値に応じて学習補正係数を算出し、その学習補正係数で速度パラメータを補正することにより、パルス発生器自体に起因するパルス発生時間間隔の誤差を正確に補正することができる。

## 【 0 0 1 5 】

請求項 2 に記載の発明によれば、クランク軸の 1 回転に対応する学習補正係数が算出して記憶されるので、パルス発生器が出力するクランク軸 1 回転に対応する全パルスに対応した学習補正係数を使用して補正を行うことができる。

請求項 3 に記載の発明によれば、クランク軸の 2 回転に対応する学習補正係数が算出して記憶されるので、クランク軸 2 回転の周期を有する変動成分、例えばクランク軸の軸心変動によるパルス発生時間間隔の変動を補正することができる。

## 【 0 0 1 6 】

請求項 4 に記載の発明によれば、機関の気筒数に応じて、 $( 7 2 0 / N )$  度の奇数倍に設定されたサンプリング範囲に含まれる速度パラメータの平均値が算出され、サンプリング範囲の中心に位置する $( 7 2 0 / N )$  度の所定中心角度範囲に対応する学習補正係数の算出が行われる。サンプリング範囲は、例えば 6 気筒機関では 1 2 0 度の 3 倍に設定され、4 気筒機関では 1 8 0 度の 3 倍に設定され、8 気筒機関では 9 0 度の 5 倍に設定される。このようにサンプリング範囲を設定し、所定中心角度範囲に対応する学習補正係数を算出することにより、機関の減速時において、回転速度の減速による変化成分 ( 以下「減速変化成分」という ) が平均化により相殺されるので、正確な学習補正係数の算出を行うことができる。

## 【 0 0 1 7 】

請求項 5 に記載の発明によれば、前記サンプリング範囲が 3 6 0 度を超えるときは、所定中心角度範囲におけるサンプリング値に、所定中心角度範囲以外の角度範囲におけるサンプリング値より大きい重みを付けて平均化演算が行われる。これにより、学習補正係数の算出の対象となる所定中心角度範囲のサンプリング値について適切な平均化が行われ、正確な学習補正係数を得ることができる。

## 【 0 0 1 8 】

請求項 6 に記載の発明によれば、速度パラメータ平均値を、サンプリングされた速度パラメータで除算することにより誤差比率が算出され、所定中心角度範囲における全ての誤

10

20

30

40

50

差比率の平均値である平均誤差比率が算出され、誤差比率から平均誤差比率を減算して「1」を加算することにより、修正誤差比率が算出され、該修正誤差比率に応じて学習補正係数が算出される。例えば速度パラメータの平均化演算を、より多くのサンプリング値を用いて行うような方法を採用すると、平均化演算により過渡変化成分が相殺されない場合がある。上記修正誤差比率に応じて学習補正係数を算出することにより、減速変化成分の影響を確実に排除し、正確な学習補正係数を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

[第1の実施形態]

図1は本発明の一実施形態にかかる内燃機関及びその制御装置の構成を示す図である。内燃機関（以下単に「エンジン」という）1は、例えば6気筒を有し、吸気管2及び排気管5を備えている。吸気管2にはスロットル弁3が設けられている。また排気管5には排気の浄化を行う触媒コンバータ6が設けられている。

【0020】

燃料噴射弁4はエンジン1とスロットル弁3との間かつ吸気管2の図示しない吸気弁の少し上流側に各気筒毎に設けられており、各噴射弁は図示しない燃料ポンプに接続されていると共に電子制御ユニット（以下「ECU」という）20に電氣的に接続されてECU20からの制御信号により燃料噴射弁4の開弁時間が制御される。

【0021】

スロットル弁3の直ぐ下流には吸気管2内の圧力を検出する吸気管内絶対圧（PBA）センサ11が設けられており、その検出信号はECU20に供給される。

【0022】

ECU20には、エンジン1のクランク軸（図示せず）の回転角度を検出するクランク角度位置センサ12が接続されており、クランク軸の回転角度に応じた信号がECU20に供給される。クランク角度位置センサ12は、エンジン1の特定の気筒の所定クランク角度位置でパルス（以下「CYLパルス」という）を出力する気筒判別センサ、各気筒の吸入行程開始時の上死点（TDC）に関し所定クランク角度前のクランク角度位置で（6気筒エンジンではクランク角120度毎に）TDCパルスを出力するTDCセンサ及びTDCパルスより短い一定クランク角周期（例えば6度周期）で1パルス（以下「CRKパルス」という）を発生するCRKセンサから成り、CYLパルス、TDCパルス及びCRKパルスがECU20に供給される。これらのパルスは、燃料噴射時期、点火時期等の各種タイミング制御、エンジン回転数（エンジン回転速度）NEの検出に使用される。

【0023】

またECU20は、CRKパルスの発生時間間隔（以下「時間パラメータ」という）CRMEに基づいて、エンジン1における失火の検出を行う。CRKセンサは、クランク軸に固定され、外周部に一定角度間隔で歯が形成されたパルスホイールと、該パルスホイールに対向して配置されたピックアップコイルと備える。パルスホイールの回転によりピックアップコイルに交流信号が発生し、その交流信号がCRKパルスに変換されて出力される。したがって、パルスホイールの製造精度によって、CRKパルスの発生時間間隔のずれ（以下「パルスホイール誤差」という）が生じる。したがって、時間パラメータCRMEに基づいて失火の検出を行う場合には、このパルスホイール誤差の影響を排除するため、学習補正係数KCRREFを算出し、時間パラメータCRMEを学習補正係数KCRREFにより補正した補正時間パラメータが、失火検出に適用される。

【0024】

ECU20は、各種センサからの入力信号波形を整形し、電圧レベルを所定レベルに修正し、アナログ信号値をデジタル信号値に変換する等の機能を有する入力回路、中央演算処理ユニット（以下「CPU」という）、CPUで実行される各種演算プログラム及び演算結果等を記憶する記憶回路、燃料噴射弁4などに制御信号を供給する出力回路等から構成される。ECU20のCPUは、以下に説明する失火検出を実行する。

10

20

30

40

50

## 【0025】

次に本実施形態における失火検出手法を詳細に説明する。

図2(a)は、エンジン1の各気筒の圧縮上死点近傍で検出される回転速度(以下「基準回転速度」という)を基準とした相対回転速度OMGREFの推移を示すタイムチャートである。相対回転速度OMGREFは、クランク角度6度毎に検出される回転速度(時間パラメータCRMEから算出される)から基準回転速度を減算することにより算出される。図2(a)における#1~#6は、点火順に6つの気筒を識別するために付した気筒識別番号(後述する気筒番号とは異なる)である。相対回転速度OMGREFは、圧縮上死点後の燃焼行程においては、点火が正常に行われれば正の値となるが、失火が発生すると負の値となる。すなわち、図2(a)に示した例では、#1~#3, #5, 及び#6気筒では正常燃焼が行われ、#4気筒では、失火が発生している。したがって、クランク角度6度毎に算出される相対回転速度OMGREFを1TDC期間(クランク角度120度の期間)に亘って積算することにより得られる積算値は、図2(b)の棒グラフ(ハッチングを付していない右側の棒グラフ)に示すように、失火が発生した#4気筒では負の値となり、正常燃焼が行われた気筒では正の値となる。これにより、失火気筒を判定することが可能となる。なお、上記演算により得られる積算値は、各気筒で発生するトルクを示すパラメータとなっている。

10

## 【0026】

図2(b)に示すハッチングを付した棒グラフは、圧縮上死点近傍において検出される時間パラメータ(以下「基準時間パラメータ」という)を基準とした相対時間パラメータCRMEREを1TDC期間に亘って積算した積算値を示す。相対時間パラメータCRMEREは、基準時間パラメータからクランク角度6度毎に検出される時間パラメータを減算することにより算出される。すなわち、相対時間パラメータCRMEREは、燃焼によりトルクが発生すれば正の値をとり、失火によりトルクが発生しなければ負の値をとる。したがって、相対回転速度OMGREFの積算値と同様に、相対時間パラメータCRMEREの積算値は、失火が発生した#4気筒では負の値となり、正常燃焼が行われた気筒では正の値となる。よって、時間パラメータCRMEを回転速度OMGに変換することなくそのまま用いても、同様に失火判定を行うことができる。

20

## 【0027】

図3及び図4は、上述した失火判定手法をより詳細に説明するためのタイムチャートである。図3及び図4には、エンジン回転数NEが上昇していく状態が示されている。図3(a)は、時間パラメータCRMEの推移を示し、同図(b)は、時間パラメータCRMEから算出される回転速度OMGの推移を示す。同図(c)は、回転速度OMGに720度フィルタ処理を施すことにより算出されるフィルタ処理後回転速度OMGRの推移を示す。720度フィルタ処理は、1サイクルの期間における線形変化分をキャンセルし、比較的周期の短い変動を抽出する処理である(この処理の詳細は後述する)。720度フィルタ処理は、エンジン1の負荷側からエンジン1に加わるトルク(エンジン1により駆動される車両のタイヤや補機から加わるトルク、あるいはエンジン1の摺動部品の摩擦によるトルクなど)に起因する回転変動成分を除くために行うものである。

30

## 【0028】

図4(a)は、各気筒の圧縮上死点近傍において、基準回転速度の算出と同一タイミングで算出される慣性力回転速度OMGIの推移を示す。慣性力回転速度OMGIは、エンジン1の往復運動部品(ピストン及びコンロッド)の質量、コンロッドの長さ、クランク半径、及びクランクプーリ、トルクコンバータ、ロックアップクラッチなどのエンジン1の負荷側の回転部品の慣性モーメントに応じて算出される。

40

## 【0029】

図4(b)は、相対回転速度OMGREFに慣性力回転速度OMGIを加算することにより算出される修正相対回転速度OMGREFM(=OMGREF+OMGI)の推移を示し、同図(c)は、修正相対回転速度OMGREFMを1TDC期間に亘って積算することにより算出される積算値である判定パラメータMFJUDの推移を示す。この例では

50

判定パラメータMFJUDが、クランク角度120度～240度の範囲で負の値となっており、#2気筒で失火が発生したと判定される。

【0030】

次に慣性力回転速度OMGIの算出方法を説明する。1つの気筒で発生する慣性力によるトルク（以下「単一気筒慣性トルク」という）TI1は、図5に示すようにコンロッド長をL、クランク半径をR、オフセットをe、クランク軸の回転角速度を $\omega$ 、ピストン及びコンロッドの合計質量をmとし、角度 $\theta$ 及び $\phi$ を図示のように定義すると、下記式(1)で与えられる。なお、以下に示す数式中の角度の単位は、ラジアン[rad]を用いるものとする。

【数1】

$$TI1 = -mR^2\omega^2(\cos\theta + e\sin\theta/L + R\cos 2\theta/L) \cdot \cos\left\{\frac{\pi}{2} - (\phi + \theta)\right\} / \cos\phi \quad (1)$$

10

図6(a)は、式(1)により算出される単一気筒慣性トルクTI1をクランク角度の関数としてグラフで示したものである。単一気筒慣性トルクTI1の位相を120度ずつずらして6気筒分を加算した合成慣性トルクTIは、図6(b)に示すように推移し、下記式(2)で近似することができる。

$$TI = -A \sin 3\theta \quad (2)$$

20

ここでAは、回転角速度 $\omega$  [rad/s]の2乗に比例する係数である。

【0031】

一方、クランクプーリ、トルクコンバータなどの回転部品の慣性モーメントをIとすると、合成慣性トルクTIは、下記式(3)で与えられる(図6(c)参照)。

$$TI = I \times (d^3 / dt^3) \quad (3)$$

【0032】

式(2)及び(3)から下記式(4)が得られ、これを回転角速度 $\omega$ について解くと、合成トルクTIに対応する慣性力回転速度Iは、下記式(5)で与えられる。

$$-A \sin 3\theta = I \times (d^3 / dt^3) \quad (4)$$

$$I = (A \cos 3\theta \times dt / d^3) / 3 \quad (5)$$

30

【0033】

よって圧縮上死点での慣性力回転速度OMGIは、式(5)の $\theta$ を「0」として、式(6)により算出することができる。

$$OMGI = (A / 3I) (1 / OMG) \quad (6)$$

【0034】

係数Aは、回転速度OMGの2乗に比例するので、比例定数をKとすると、式(6)は、式(7)のように変形することができる。

$$OMGI = K \cdot OMG / 3I \quad (7)$$

【0035】

図6(b)は、合成慣性トルクTIの推移を示し、同図(c)は対応する慣性力回転速度Iの推移を示す。このように、圧縮上死点( $\theta = 0, 120, 240, \dots$ )での慣性力回転速度OMGIは最大の値となるので、相対回転速度OMGREFに慣性力回転速度OMGIを加算すること(基準回転速度から慣性力回転速度OMGIを減算することと等価である)により、慣性力回転速度Iの影響を排除した修正相対回転速度OMGREFMを得ることができる。なお、図6(c)に示す慣性力回転速度Iの周期変動成分は、修正相対回転速度OMGREFMを1TDC期間(120度)に亘って積算することによりキャンセルされる。

40

【0036】

次に、クランク軸の抜けや時間パラメータCRMEの検出誤差などに起因する外乱の影響を排除するための手法を説明する。

50

## 【 0 0 3 7 】

図 7 ( a ) は、修正相対回転速度 O M G R E F M の実測データ例を示しており、同図において破線で囲んだ部分が、上記外乱の影響を受けた部分である。このような外乱の影響があると、失火の誤判定が発生する可能性が高くなる。そこで、本実施形態では、正常燃焼が行われ、かつクランク角度位置センサの検出値に影響を与える外乱がない場合の回転速度変化を近似する燃焼相関関数 F C R を修正相対回転速度 O M D R E F M に乗算することにより、上記外乱の影響を排除するようにしている。図 7 ( b ) は、同図 ( a ) に示す修正相対回転速度 O M G R E F M に燃焼相関関数 F C R を乗算することにより算出した修正相対回転速度 O M G R E F M b を示しており、同図 ( a ) に示す破線で囲んだ部分の波形が改善されている。

10

## 【 0 0 3 8 】

燃焼相関関数 F C R としては、図 8 に示す関数、すなわち下記式 ( 8 ) で定義されるものを用いている。ここで N は気筒数、 $\theta$  は特定気筒のピストンが上死点に位置する角度を基準としたクランク角度である ( 図 5 参照 )。なお、図 8 は本実施形態の 6 気筒エンジンに対応する燃焼相関関数 F C R を示す。

$$F C R = \{ 1 - 2 \cos ( N \cdot \theta / 2 ) \} / 2 \quad ( 8 )$$

## 【 0 0 3 9 】

図 9 ( a ) は、燃焼相関関数による相対回転速度の補正を行わない場合の判定パラメータ M F J U D のばらつきの範囲 ( 平均値 ( 黒丸 )  $\pm 3$  ) の例を示し、同図 ( b ) は燃焼相関関数による相対回転速度の補正を行った場合の判定パラメータ M F J U D d のばらつき範囲の例を示す。これらの図から明らかなように、燃焼相関関数 F C R を用いた補正を行うことにより、判定パラメータ M F J U D d の算出精度を高め、ばらつき範囲を減少させることができる ( 図示例では約 4 0 % 減少 )。その結果、失火判定の精度を向上させることができる。

20

## 【 0 0 4 0 】

次に C R K センサのパルスホイール誤差を補正する学習補正係数 K C R R E F の算出手法を説明する。上述したように、エンジンが回転しているときは、燃料を供給しないフュエルカット運転中であっても、慣性力回転速度  $I$  による時間パラメータ C R M E の変動があるため、単純に平均化演算を行って学習補正係数を算出すると、パルスホイール誤差成分と慣性力回転速度成分とが加算された変動成分を「 0 」とするような学習補正係数となってしまう。本実施形態では、慣性力回転速度  $I$  は図 6 ( c ) に示すように、120 度すなわち T D C パルスの発生周期 ( 7 2 0 度 / N ) で変化することに着目し、120 度間隔でサンプリングされる時間パラメータ C R M E の平均値 C R M E A V の誤差比率 K C R E R R を算出し、その誤差比率 K C R E R R に応じて学習補正係数 K C R R E F を算出するようにしている。

30

## 【 0 0 4 1 】

図 1 0 は、フュエルカット運転中において、時間パラメータ C R M E から算出される回転速度 O M G の推移を示すタイムチャートであり、破線 L 1 が実測データを示し、実線 L 2 が従来手法で補正したときの補正データを示し、実線 L 3 が本実施形態の手法により補正したときの補正データを示す。従来手法では、慣性力回転速度成分が除去され、全く変化しない補正データが得られるが、本実施形態の手法では、パルスホイール誤差による変動分が除去され、慣性力速度成分はそのまま検出されている。

40

## 【 0 0 4 2 】

図 1 1 は、フュエルカット運転中の時間パラメータ C R M E の推移を示すタイムチャートであり、実験的にパルスホイール誤差を付加した場合における、学習補正係数 K C R R E F による補正の前後のデータが示されている。実線 L 1 1 がパルスホイール誤差を付加する前のデータを示し、破線 L 1 2 がパルスホイール誤差が付加された、補正前のデータを示し、実線 L 1 3 が補正後のデータを示す。パルスホイール誤差が補正により、抑制されることが示されている。これにより、失火判定パラメータ M F J U D d を安定化し、誤判定を防止することができる。

50



## 【 0 0 4 3 】

図 1 2 は、補正により除去される成分の大きさ（補正強度）DCRを、従来手法と、本実施形態の手法とを対比して示す棒グラフである。図においてハッチングを付して示す棒が、本実施形態の手法に対応しており、3次成分（慣性力回転成分）及びその整数倍の6次及び9次成分は補正せず、他の次数の成分は従来手法と同等の補正強度を有することが示されている。

## 【 0 0 4 4 】

図 1 3 は、上述した学習補正係数KCRREFの算出手法の概要を説明するための図である。図のTDCは、何れかの気筒のピストンが上死点に達するタイミングを示しており、最上部には、爆発行程にある気筒の気筒番号CYL1～CYL6が示されている。気筒番号CYL1～CYL6は、気筒の配置順に付されたものであり、図 1 3 に示す「CUCYL」は、点火順に各気筒を識別するために0～5のいずれかに設定される気筒識別番号である。また「PLSNO」は、クランク角度6度毎に発生するCRKパルスに付されたパルス番号であり、クランク軸の2回転に対応して1から120までの値をとる。パルスホイールの歯は、60個であるため、1つの歯に2つのパルス番号が対応する（例えばPLSNO=1と61は、同一の歯に対応している）。検出される時間パラメータCRMEは、パルス番号PLSNOに対応してデータ数120個の配列として、ECU20のCPUで演算処理される。

10

## 【 0 0 4 5 】

本実施形態では、図 1 3 に示すクランク角度360度（3TDC期間）のサンプリング範囲SMPのサンプリングデータを用いて、そのサンプリング範囲SMPの中心に位置する学習範囲LRN内のサンプリングデータの学習補正係数KCRREFの算出が行われる。

20

## 【 0 0 4 6 】

なお、図 1 3 に示すPNREF1～PNREF4は、学習補正係数KCRREFの算出に使用される、配列データを指示するためのインデクスであり、以下それぞれ第1～第4インデクスという。また図 1 3 中に示す矢印は、時間パラメータCRMEの検出タイミングと、演算に使用されるタイミングとのずれを示している。

## 【 0 0 4 7 】

図 1 4 は、学習補正係数KCRREFを算出処理のフローチャートである。この処理は、TDCパルスの発生に同期してECU20のCPUで実行される。

30

ステップS10では、学習実行条件が成立するか否かを判別する。学習実行条件は、例えばフュエルカット運転を実行しているとき成立する。学習実行条件が成立していないときは、学習実行回数をカウントするカウンタCKCRMEの値を「0」に初期化する（ステップS11）。

## 【 0 0 4 8 】

学習実行条件が成立するときは、ステップS12～S21により、第1～第4インデクスPNREF1～PNREF4を算出する。ステップS12では、気筒識別番号CUCYLが「4」以上であるか否かを判別し、その答が肯定（YES）であるときは、下記式（11）により第1インデクスPNREF1を算出する（ステップS13）。一方、CUCYL<4であるときは、下記式（12）により第1インデクスPNREF1を算出する（ステップS14）。

40

$$PNREF1 = (CUCYL - 3) \times 20 \quad (11)$$

$$PNREF1 = (CUCYL + 3) \times 20 \quad (12)$$

## 【 0 0 4 9 】

ステップS15では、気筒識別番号CUCYLが「5」以上であるか否かを判別し、その答が肯定（YES）であるときは、第2インデクスPNREF2を「20」に設定する（ステップS16）。一方、CUCYL<5であるときは、下記式（13）により第2インデクスPNREF2を算出する（ステップS17）。

$$PNREF2 = (CUCYL + 2) \times 20 \quad (13)$$

50

## 【 0 0 5 0 】

ステップ S 1 8 では、下記式 ( 1 4 ) により第 3 インデクス P N R E F 3 を算出する。

$$P N R E F 3 = ( C U C Y L + 1 ) \times 2 0 \quad ( 1 4 )$$

## 【 0 0 5 1 】

ステップ S 1 9 では、第 2 インデクス P N R E F 2 が「 6 0 」より大きいかなかを判別し、その答が肯定 ( Y E S ) であるときは、下記式 ( 1 5 ) により第 4 インデクス P N R E F 4 を算出する ( ステップ S 2 0 ) 。

$$P N R E F 4 = P N R E F 2 - 6 0 \quad ( 1 5 )$$

## 【 0 0 5 2 】

一方、 P N R E F 2 6 0 であるときは、第 4 インデクス P N R E F 4 を第 2 インデクス P N R E F 2 に設定する ( ステップ S 2 1 ) 。第 4 インデクス P N R E F 4 は、第 2 インデクス P N R E F 2 が「 6 1 」から「 1 2 0 」の値をとるときに、「 1 」から「 6 0 」に設定されるインデクスである。

10

## 【 0 0 5 3 】

ステップ S 2 2 では、学習終了フラグ F K C R R E F E N D が「 1 」であるかなかを判別する。学習終了フラグ F K C R R E F E N D は、学習が終了したとき、ステップ S 3 3 で「 1 」に設定されるので、最初はステップ S 2 2 の答は否定 ( N O ) となり、ステップ S 2 3 に進み、なまし係数 C K R E F を第 1 の係数値 C K R E F 0 ( 例えば、 0 . 2 ) に設定する。また学習終了後は、なまし係数 C K R E F を第 2 の係数値 C K R E F 1 ( 例えば、 0 . 0 2 ) に設定する ( ステップ S 2 4 ) 。第 1 及び第 2 の係数値 C K R E F 0 , C K R E F 1 は、いずれも 0 より大きく 1 より小さい値に設定され、 C K R E F 0 > C K R E F 1 となるように設定される。

20

## 【 0 0 5 4 】

学習が行われていないとき、すなわち工場出荷時においては、早急に学習を完了する必要があるため、なまし係数 C K R E F を比較的大きな第 1 の係数値 C K R E F 0 に設定し、その後は第 2 の係数値 C K R E F 1 を適用して、徐々に学習補正係数 K C R R E F を更新するようにしている。

## 【 0 0 5 5 】

ステップ S 2 5 では、演算インデクス j を「 0 」に設定する。ステップ S 2 6 では、下記式 ( 1 6 ) により、誤差比率 K C R E R R を算出する。

30

## 【 数 2 】

$$K C R E R R = \frac{C R M E [ P N R E F 1 - j ] + C R M E [ P N R E F 2 - j ] + C R M E [ P N R E F 3 - j ]}{C R M E [ P N R E F 2 - j ] \times 3} \quad ( 1 6 )$$

## 【 0 0 5 6 】

ステップ S 2 7 では、下記式 ( 1 7 ) に誤差比率 K C R E R R 及びなまし係数 C K R E F を適用し、学習補正係数 K C R R E F [ P N R E F 4 - j ] を算出する。

$$K C R R E F [ P N R E F 4 - j ] = C K R E F \times K C R E R R + ( 1 - C K R E F ) \times K C R R E F [ P N R E F 4 - j ] \quad ( 1 7 )$$

40

ここで、右辺の K C R R E F [ P N R E F 4 - j ] は、前回算出値である。

## 【 0 0 5 7 】

ステップ S 2 8 では、演算インデクス j を「 1 」だけインクリメントし、次いで演算インデクス j が ( N T D C - 1 ) 以上であるかなかを判別する ( ステップ S 2 9 ) 。 N T D C は、 1 T D C 期間のデータ数 ( = 7 2 0 / ( N \cdot D ) )、 N は気筒数、 D はサンプリング角度間隔) であり、本実施形態では「 2 0 」である。最初は、ステップ S 2 9 の答は否定 ( N O ) であるので、ステップ S 2 6 に戻り、「 0 」から ( N T D C - 1 ) までの演算インデクス j について、学習補正係数 K C R R E F [ P N R E F 4 - j ] の演算が完了すると、ステップ S 2 9 からステップ S 3 0 に進む。

50

## 【 0 0 5 8 】

ステップ S 3 0 では、学習終了フラグ F K C R R E F E N D が「 1 」であるか否かを判別する。最初はこの答は否定 ( N O ) であるので、ステップ S 3 1 に進み、カウンタ C K C R M E を「 1 」だけインクリメントする。次いで、C K C R M E の値が所定値 C K C R E N D 以上であるか否かを判別する ( ステップ S 3 2 ) 。最初は、この答は否定 ( N O ) となるので、直ちに本処理を終了する。カウンタ C K C R M E の値が所定値 C K C R E N D に達すると、学習終了フラグ F K C R R E F E N D が「 1 」に設定される ( ステップ S 3 3 ) 。

## 【 0 0 5 9 】

所定値 C K C R E N D は、例えばエンジンの 1 0 回転に対応する値に設定される。すなわち、6 気筒エンジンでは、「 3 0 」に設定される。N 気筒エンジンでは、 $3 6 0 0 / ( 7 2 0 / N )$  に設定される。

10

## 【 0 0 6 0 】

図 1 4 の処理を 1 回実行すると、パルスホイールの 2 0 個の歯 ( 歯の間隔 ) に対応する学習補正係数 K C R R E F が得られるので、図 1 4 の処理を 3 回実行することにより、6 0 個の歯の間隔に対応する学習補正係数 K C R R E F が得られる。

## 【 0 0 6 1 】

図 1 5 は、失火判定処理のフローチャートであり、この処理は E C U 2 0 の C P U で T D C パルスの発生に同期して実行される。なお、クランク角度 6 度毎に発生する C R K パルスの発生時間間隔である時間パラメータ C R M E ( i ) は、クランク角度 7 2 0 度分のデータ (  $i = 0 \sim ( N D - 1 )$  , データ数 N D は 1 2 0 ) が、記憶回路内のバッファメモリに格納されている。また、図 1 5 の処理では、点火順の気筒識別番号 C U C Y L に代えて、点火順の気筒識別番号に相当する演算インデクス k ( = 1 ~ 6 ) を使用する。1 T D C 期間内のデータ数 N T D C ( 本実施形態では N T D C = 2 0 ) を用いると、本処理の 1 回の実行で、パラメータ i が ( k - 1 ) N T D C から ( k N T D C - 1 ) までの演算が行われる。例えば今回の処理が 1 番目の気筒 ( k = 1 ) に対応する演算を行うときは、パラメータ i は 0 から ( N T D C - 1 ) までの値をとり、今回の処理が 5 番目の気筒 ( k = 5 ) に対応する演算を行うときは、パラメータ i は 4 N T D C から ( 5 N T D C - 1 ) までの値をとる。

20

## 【 0 0 6 2 】

ステップ S 5 1 では、下記式 ( 2 1 ) により、時間パラメータ C R M E ( i ) を回転速度 O M G ( i ) [ rad/s ] に変換する。

$$O M G ( i ) = D / ( C R M E ( i ) \times K C R R E F ( i ) ) \quad ( 2 1 )$$

ここで、D は、時間パラメータ C R M E を計測する角度間隔  $4 / N D$  であり、本実施形態では、 $4 / 3 0$  [ rad ] である。また K C R R E F ( i ) は、図 1 4 の処理で算出される、時間パラメータ C R M E ( i ) に対応する学習補正係数である。本実施形態では、学習補正係数 K C R R E F はデータ数 6 0 個の配列であるため、 $i = 6 0 \sim 1 1 9$  のときは、K C R R E F ( 0 ) ~ K C R R E F ( 5 9 ) が適用される。

30

## 【 0 0 6 3 】

ステップ S 5 2 では、下記式 ( 2 2 ) により、7 2 0 度フィルタ処理を実行し、フィルタ処理後回転速度 O M G R ( i ) を算出する。

$$O M G R ( i ) = O M G ( i ) - ( O M G ( N D ) - O M G ( 0 ) ) \times D \times i / 4 \quad ( 2 2 )$$

40

## 【 0 0 6 4 】

ステップ S 5 3 では、下記式 ( 2 3 ) により、相対回転速度 O M G R E F を算出する。

$$O M G R E F ( i ) = O M G R ( i ) - O M G R ( ( k - 1 ) N T D C ) \quad ( 2 3 )$$

ここで、O M G R ( ( k - 1 ) N T D C ) は基準回転速度であり、判定対象の気筒のピストンが圧縮上死点あるときのフィルタ処理後回転速度に相当する。

## 【 0 0 6 5 】

ステップ S 5 4 では、下記式 ( 2 4 ) により、対応する気筒のピストンが圧縮上死点に

50

あるときの慣性力回転速度  $OMGI(k)$  を算出する。

$$OMGI(k) = K \cdot OMG((k-1)NTDC) / 3I \quad (24)$$

【0066】

なお、このとき自動変速機のロックアップクラッチが係合しているか否かに応じて、慣性モーメント  $I$  の値を変更することが望ましい。これにより、ロックアップクラッチの係合/非係合に拘わらず正確な判定を行うことができる。

【0067】

ステップ S55 では、式 (24) により算出される慣性力回転速度  $OMGI(k)$  を下記式 (25) に適用し、回転速度  $OMG(i)$  の各サンプリング値に対応する慣性力回転速度  $OMGIa(i)$  を算出する。式 (25) において、3TDC 期間前の慣性力回転速度  $OMGI(k-3)$  を適用するのは、上述した 720 度フィルタ処理における中央の値を用いた方が演算精度が高くなるからである。なお、演算インデクス  $k$  は気筒識別番号であるので、 $k = 0, -1, -2$  は、それぞれ  $k = N (= 6), N - 1 (= 5), N - 2 (= 4)$  に対応する。

$$OMGIa(i) = OMI(k-3) \times \{ \cos(N \cdot D \cdot i / 2) - 1 \} \quad (25)$$

【0068】

ステップ S56 では、下記式 (26) にステップ S55 で算出した慣性力回転速度  $OMGIa(i)$  を適用し、第 1 修正相対回転速度  $OMGREFMa(i)$  を算出する。

$$OMGREFMa(i) = OMGREF(i) - OMIa(i) \quad (26)$$

【0069】

ステップ S57 では、ステップ S56 で算出した第 1 修正相対回転速度  $OMGREFMa(i)$ 、及び下記式 (27) により算出される燃焼相関関数  $FCR(i)$  を下記式 (28) に適用し、第 2 修正相対回転速度  $OMGREFMb(i)$  を算出する。式 (27) は、式 (8) の  $(D \cdot i)$  に置換したものである。

$$FCR(i) = \{ 1 - 2 \cos(N \cdot D \cdot i / 2) \} / 2 \quad (27)$$

$$OMGREFMb(i) = OMIa(i) \times FCR(i) \quad (28)$$

【0070】

ステップ S58 では、下記式 (29) により判定パラメータ  $MFJUDd(k)$  を算出する。

【数 3】

$$MFJUDd(k) = \sum_{i=(k-1)NTDC}^{kNTDC-1} OMIb(i) \quad (29)$$

【0071】

ステップ S59 では、判定パラメータ  $MFJUDd(k)$  が負の値であるか否かを判別し、この答が肯定 (YES) であるときは、#  $k$  気筒で失火が発生したと判定し、失火フラグ  $FMF(k)$  を「1」に設定する (ステップ S61)。一方、 $MFJUDd(k) \geq 0$  であるときは、正常燃焼が行われたと判定し、失火フラグ  $FMF(k)$  を「0」に設定する (ステップ S60)。

【0072】

ステップ S62 では、気筒識別番号  $k$  が気筒数  $N$  と等しいか否かを判別し、その答が肯定 (NO) であるときは、気筒識別番号  $k$  を「1」だけインクリメントする (ステップ S64)。また  $k = N$  であるときは、気筒識別番号  $k$  を「1」に戻す (ステップ S63)。

図 15 の処理により、各気筒毎に失火判定が行われる。

【0073】

図 16 は、図 11 に示す実測データに対応する判定パラメータ  $MFJUDd$  の推移を示すタイムチャートである。パルス状に変化し、判定パラメータ  $MFJUDd$  が負の値をと

10

20

30

40

50

る破線 L 2 1 が、パルスホイール誤差の補正を行わない場合に対応し、実線 L 2 2 がパルスホイール誤差の補正を行った場合に対応する。補正を行うことにより、判定パラメータ MF J U D d が負の値をとる誤判定が無くなることが示されている。

【 0 0 7 4 】

以上のように本実施形態では、120度、すなわち(720/N)度の間隔でサンプリングされる時間パラメータ CRME の平均値(式(16)の分子)/3を、学習の対象となる時間パラメータ CRME [PNREF2 - i] で除算した誤差比率 KCRERR が算出され、該誤差比率 KCRERR に応じて学習補正係数 KCRREF が算出され、この学習補正係数 KCRREF により時間パラメータ CRME が補正される。慣性力に起因する回転変動成分 I は、図6(c)に示すように120度(720/N度)周期で変化するので、120度の間隔でサンプリングされる時間パラメータ CRME の平均値を算出することにより、慣性力に起因する回転変動成分の影響を排除することができる。したがって、そのようにして算出される平均値に応じて学習補正係数 KCRREF を算出し、その学習補正係数 KCRREF で時間パラメータ CRME を補正する(式(21))ことにより、パルスホイール誤差を正確に補正することができる。

10

【 0 0 7 5 】

本実施形態では、パルスホイール1回転に対応する60個のデータからなる配列として、学習補正係数 KCRREF を算出・記憶するようにしたので、CRKセンサが出力するクランク軸1回転に対応する全パルス(全パルス発生間隔)に対応した学習補正係数 KCRREF を使用して補正を行うことができる。

20

【 0 0 7 6 】

また、図13に示すようにサンプリング範囲 SMP を3TDC期間とし、その3TDC期間の中心の1TDC期間を学習範囲 LRN として、学習補正係数 KCRREF を算出するようにしたので、エンジン回転速度の減速による変化成分が平均化により相殺され、正確な学習補正係数の算出を行うことができる。

【 0 0 7 7 】

本実施形態では、時間パラメータ CRME が速度パラメータに相当し、クランク角度位置センサ12に含まれるCRKセンサがパルス発生器に相当し、ECU20が平均化手段、学習手段及び補正手段を構成する。具体的には、図14のステップS26が平均化手段に相当し、ステップS27が学習手段に相当し、図15のステップS51が補正手段に相当する。

30

【 0 0 7 8 】

[ 変形例 ]

誤差比率 KCRERR の算出式を下記の式(31)のように変更してもよい。式(31)のパラメータ CRMED6 は、下記式(32)により算出される。6個の時間パラメータデータ(式(16)で使用した3個のデータ及びその隣りの3個のデータ)の和である。すなわち、誤差比率 KCRERR は、6個の時間パラメータデータを用いて算出される。

【 数 4 】

40

$$KCRERR[20-j] = \frac{CRMED6}{CRME[PNREF2-j] \times 6} \quad (31)$$

$$\begin{aligned} CRMED6 = & CRME[PNREF1-j] + CRME[PNREF2-j] \\ & + CRME[PNREF3-j] + CRME[PNREF1+1-j] \\ & + CRME[PNREF2+1-j] + CRME[PNREF3+1-j] \quad (32) \end{aligned}$$

【 0 0 7 9 】

式(31)により誤差比率 KCRERR を算出する場合には、エンジン回転速度の減速による変化成分が平均化により相殺されないため、以下の演算処理が必要となる。

50

## 【 0 0 8 0 】

先ず下記式 ( 3 3 ) により、学習範囲 L R N における誤差比率 K C R E R R の平均値として平均誤差比率 K C R E R R A V E を算出する。

## 【 数 5 】

$$KCRERRAVE = \frac{\sum_{j=0}^{19} KCRERR[20-j]}{20} \quad (33)$$

10

## 【 0 0 8 1 】

次いで、式 ( 3 1 ) で算出された誤差比率 K C R E R R [ 2 0 - j ] を下記式 ( 3 4 ) に適用して、修正誤差比率 K C R E R R M を算出し、修正誤差比率 K C R E R R M を式 ( 1 7 ) に適用して、学習補正係数 K C R E F を算出する。

$$KCRERRM = KCRERR[20-j] - KCRERRAVE + 1 \quad (34)$$

## 【 0 0 8 2 】

平均誤差比率 K C R E R R A V E は、減速による変化成分を示すので、式 ( 3 4 ) により算出される修正誤差比率 K C R E R R M を用いることにより、減速による変化成分を除去し、正確な学習補正係数を算出することができる。

## 【 0 0 8 3 】

20

## [ 第 2 の実施形態 ]

本実施形態は、4気筒のエンジンに本発明を適用したものである。以下に説明する点以外は、第1の実施形態と同一である。

## 【 0 0 8 4 】

図 1 7 は、本実施形態における学習補正係数の算出手法を説明するための図である。この図で使われているパラメータのラベルは、図 1 3 と同様に定義されるものである。4気筒エンジンの場合には、3 T D C 期間、すなわちクランク軸 1 . 5 回転分のクランク角度範囲をサンプリング範囲 S M P とし、その中心に位置する 1 T D C 期間を学習範囲 L R N とする。このように、サンプリング範囲が 3 6 0 度を超える場合には、学習範囲 L R N に対応するデータの重みを、学習範囲以外のデータの 2 倍にして平均化演算を行う。図 1 7 の学習範囲 L R N の前の 1 T D C 期間に得られるデータと、学習範囲 L R N の後の 1 T D C 期間に得られるデータは、実際にはパルスホイールの同じ歯に対応するデータであるためである。このように重み付け平均化演算を行うことにより、平均化演算における全歯 ( 全パルス発生間隔 ) の重みを同一とし、平均化演算の精度を高めることができる。

30

## 【 0 0 8 5 】

図 1 8 は、本実施形態における学習補正係数算出処理のフローチャートである。図 1 8 のステップ S 7 0 , S 7 1 , S 7 9 ~ S 8 5 , S 8 7 ~ S 9 3 は、図 1 2 のステップ S 1 0 , S 1 1 , S 1 9 ~ S 2 5 , S 2 7 ~ S 3 3 と同一である。以下、異なるステップのみ説明する。ただし、ステップ S 8 9 のデータ数 N T D C は「 3 0 」である。

## 【 0 0 8 6 】

40

ステップ S 7 2 では、気筒識別番号 C U C Y L が「 3 」以上であるか否かを判別し、その答が肯定 ( Y E S ) であるときは、第 1 インデクス P N R E F 1 を 3 0 に設定する ( ステップ S 1 3 ) 。一方、C U C Y L < 3 であるときは、下記式 ( 4 1 ) により第 1 インデクス P N R E F 1 を算出する ( ステップ S 7 4 ) 。

$$PNREF1 = (CUCYL + 2) \times 30 \quad (41)$$

## 【 0 0 8 7 】

ステップ S 7 5 では、下記式 ( 4 2 ) により、第 2 インデクス P N R E F 2 を算出する。

$$PNREF2 = (CUCYL + 1) \times 30 \quad (42)$$

## 【 0 0 8 8 】

50

ステップ S 7 6 では、気筒識別番号 C U C Y L が「 1 」以上であるか否かを判別し、その答が肯定 ( Y E S ) であるときは、第 3 インデクス P N R E F 3 を下記式 ( 4 3 ) により算出する ( ステップ S 7 7 ) 。一方、 C U C Y L = 0 であるときは、第 3 インデクス P N R E F 3 を「 1 2 0 」に設定する ( ステップ S 7 8 ) 。

$$P N R E F 3 = C U C Y L \times 3 0 \quad ( 4 3 )$$

【 0 0 8 9 】

以上の処理により、4 気筒エンジンの場合の第 1 ~ 第 3 インデクス P N R E F 1 ~ P N R E F 3 が算出される。第 4 インデクス P N R E F 4 の算出手法は、図 1 4 の処理と同一である ( ステップ S 7 9 ~ S 8 1 ) 。

【 0 0 9 0 】

ステップ S 8 6 では、下記式 ( 4 4 ) により、誤差比率 K C R E R R を算出する。式 ( 4 4 ) は、上述したように重み付け平均化演算を行うものである。

【 数 6 】

$$K C R E R R = \frac{C R M E [ P N R E F 1 - j ] + C R M E [ P N R E F 2 - j ] \times 2 + C R M E [ P N R E F 3 - j ]}{C R M E [ P N R E F 2 - j ] \times 4} \quad ( 4 4 )$$

【 0 0 9 1 】

以上のように本実施形態では、学習範囲 L R N における時間パラメータ C R M E に、学習範囲 L R N 以外の角度範囲における時間パラメータ C R M E の 2 倍の重みを付けて平均化演算を行うようにしたので、パルスホイールの全ての歯に対する重みが均一なものとなり、学習範囲 L R N で検出される時間パラメータ C R M E について適切な平均化が行われ、正確な学習補正係数 K C R R E F を得ることができる。

【 0 0 9 2 】

本実施形態では、図 1 8 のステップ S 8 6 が平均化手段に相当し、ステップ S 8 7 が学習手段に相当する。

【 0 0 9 3 】

なお本発明は上述した実施形態に限るものではなく、種々の変形が可能である。例えば、上述した実施形態では、学習補正係数 K C R R E F を算出するための速度パラメータとして時間パラメータ C R M E を用いたが、時間パラメータ C R M E の逆数に比例するクランク軸の回転速度を示すパラメータを用いてもよい。

【 0 0 9 4 】

また上述した実施形態では、6 気筒エンジン及び 4 気筒エンジンについて説明したが、本発明は他の気筒数のエンジンにも適用可能である。例えば 8 気筒エンジンの場合には、サンプリング範囲 S M P を 5 T D C 期間とし、そのサンプリング範囲の中心の 1 T D C 期間を学習範囲 L R N とすることが望ましい。サンプリング範囲 S M P は、T D C 期間の奇数倍とし、クランク軸 1 回転以上の期間とする。6 気筒エンジンの例のようにサンプリング範囲 S M P が 1 回転であるときは、誤差比率 K C R E R R の算出に用いるデータの重みはすべて同一でよいが、4 気筒あるいは 8 気筒エンジンでは、サンプリング範囲 S M P は 3 6 0 度を超えるので、重み付きの平均化演算を行う必要がある。

【 0 0 9 5 】

また、3 気筒エンジンの場合には、サンプリング範囲 S M P を 3 T D C 期間とし、そのサンプリング範囲の中心の 1 T D C 期間 ( 2 4 0 度 ) を学習範囲 L R N とすることが望ましい。サンプリング範囲 S M P は 3 6 0 度を超えるので、平均化演算は、重み付き平均化演算とする。

【 0 0 9 6 】

また上述した実施形態では、クランク軸 1 回転に対応して学習補正係数 K C R R E F を算出・記憶するようにしたが、クランク軸 2 回転、すなわちエンジン作動の 1 サイクルに対応して学習補正係数 K C R R E F を算出・記憶するようにしてもよい。その場合には、第

10

20

30

40

50

4 インデクス P N R E F 4 を用いる必要がなくなり、学習補正係数 K C R R E F は、上記式 ( 1 7 ) に代えて、下記式 ( 5 1 ) により算出すればよい。これにより、学習補正係数 K C R R E F は、データ数 1 2 0 個の配列として算出・記憶される。この場合、例えば K C R R E F [ 1 ] と、K C R R E F [ 6 1 ] は、パルスホイールの同一の歯に対応する学習補正係数となるが、クランク軸 2 回転の周期を有する変動成分があると、異なる値をとる。

$$K C R R E F [ P N R E F 2 - j ] = C K R E F \times K C R R E F + ( 1 - C K R E F ) \times K C R R E F [ P N R E F 2 - j ] \quad ( 5 1 )$$

【 0 0 9 7 】

このように 2 回転に対応した学習補正係数 K C R R E F を用いることにより、クランク軸 2 回転の周期を有する変動成分、例えばクランク軸の軸心変動によるパルス発生時間間隔の変動を補正することができる。

10

【 0 0 9 8 】

また上述した実施形態では、フュエルカット運転中に学習補正係数 K C R R E F の算出を行うようにしたが、失火が発生していないことが確実な正常燃焼運転状態において行うようにしてもよい。

【 0 0 9 9 】

また本発明は、クランク軸を鉛直方向とした船外機などのような船舶推進機用エンジンなどのクランク角速度検出装置にも適用が可能である。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 0 0 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態にかかる内燃機関及びその制御装置の構成を示す図である。

20

【 図 2 】 失火判定の手法を説明するための図である。

【 図 3 】 失火判定のために算出されるパラメータの推移を示す図である。

【 図 4 】 失火判定のために算出されるパラメータの推移を示す図である。

【 図 5 】 エンジンの往復運動部品が作動することに起因する慣性力トルクの算出手法を説明するための図である。

【 図 6 】 1 気筒当たりの慣性力トルク ( T I 1 )、6 気筒の合成慣性トルク ( T I )、及び対応する慣性力回転速度 ( I ) の関係を示す波形図である。

【 図 7 】 クランク角度位置センサ出力に含まれる外乱の影響を説明するための図である。

30

【 図 8 】 燃焼相関関数 ( F C R ) の例を示す図である。

【 図 9 】 失火判定パラメータの実測値のばらつきを示す図である。

【 図 1 0 】 パルスホイール誤差の補正後のデータ ( 従来手法との比較 ) を示すタイムチャートである。

【 図 1 1 】 学習補正係数 ( K C R R E F ) による補正によってパルスホイール誤差が減少することを示すタイムチャートである。

【 図 1 2 】 パルスホイール誤差補正による補正強度 ( D C R ) を示す図である。

【 図 1 3 】 本発明の補正方法の概要を説明するための図である。

【 図 1 4 】 学習補正係数 ( K C R R E F ) を算出する処理のフローチャートである。

【 図 1 5 】 失火判定処理のフローチャートである。

【 図 1 6 】 図 1 5 の処理により算出される失火判定パラメータ ( M F J U D d ) の推移を示すタイムチャートである。

40

【 図 1 7 】 本発明の第 2 の実施形態にかかる補正方法の概要を説明するための図である。

【 図 1 8 】 第 2 の実施形態における学習補正係数算出処理のフローチャートである。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 1 】

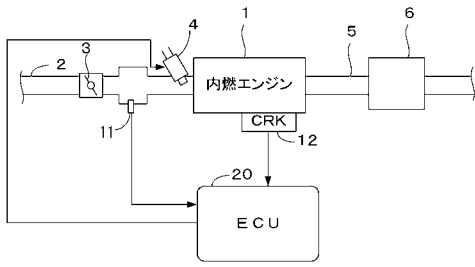
1 内燃機関

1 2 クランク角度位置センサ ( パルス発生器 )

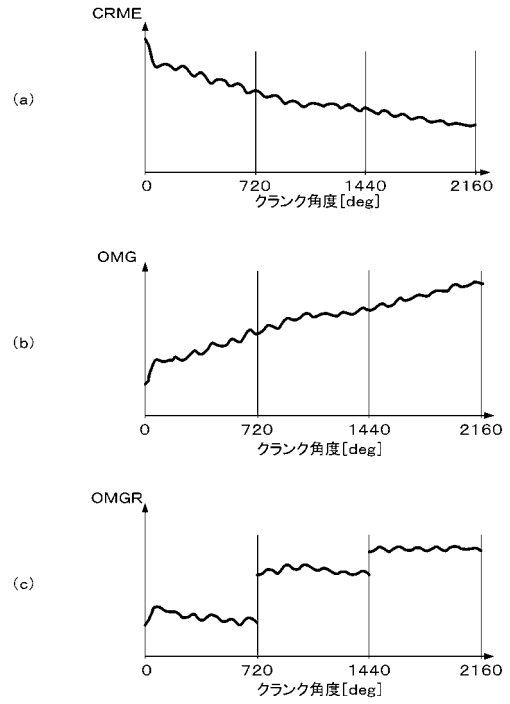
2 0 電子制御ユニット ( 平均化手段、学習手段、誤差比率算出手段、平均誤差比率算出手段 )



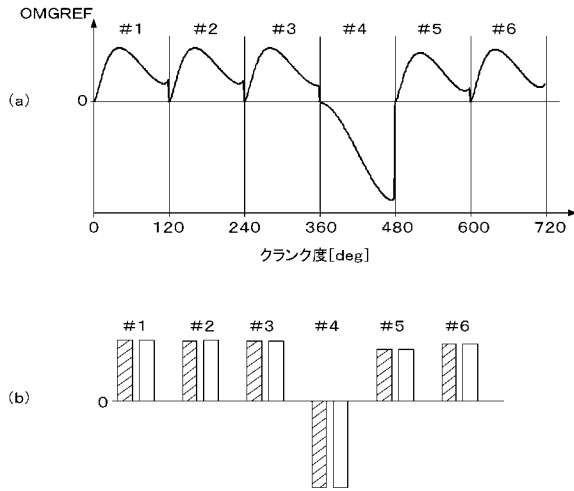
【 図 1 】



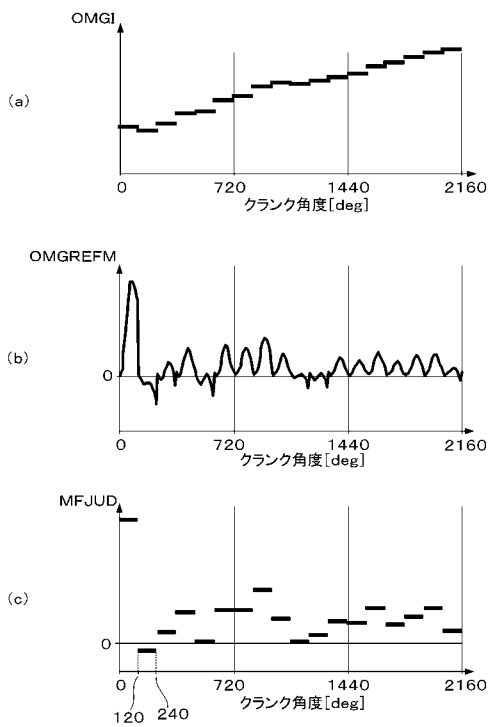
【 図 3 】



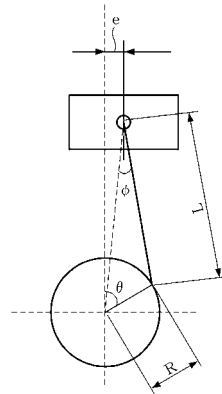
【 図 2 】



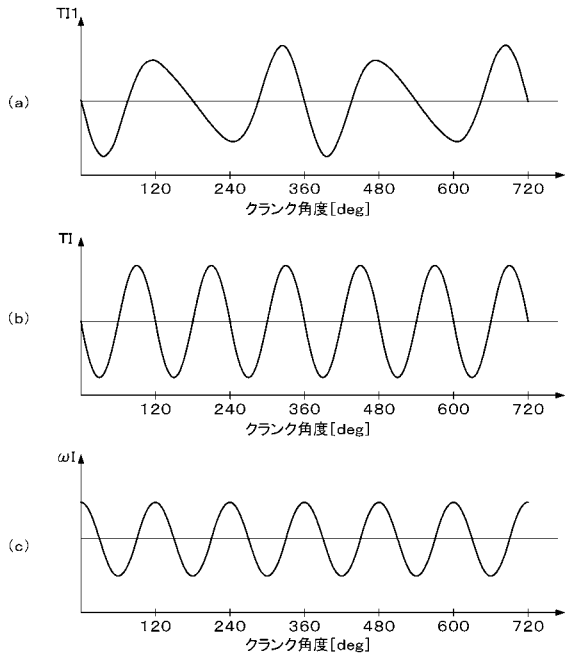
【 図 4 】



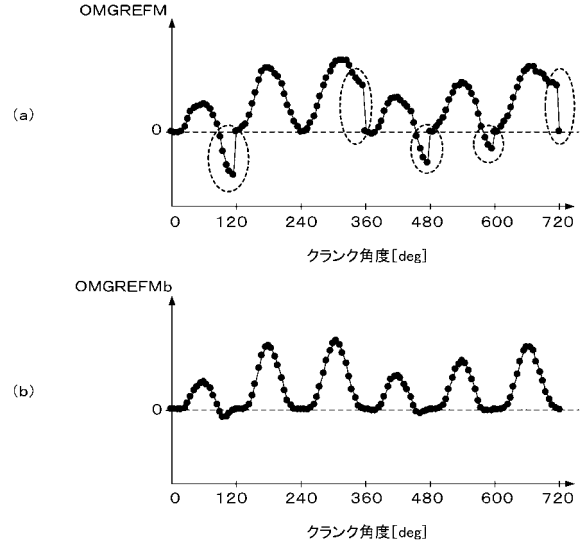
【 図 5 】



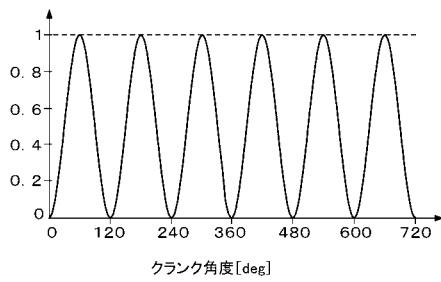
【 図 6 】



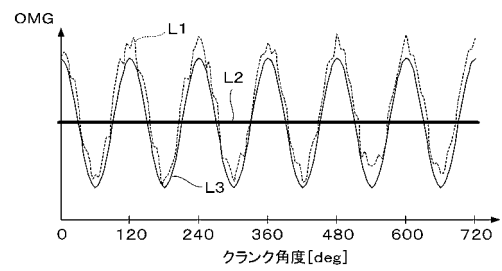
【 図 7 】



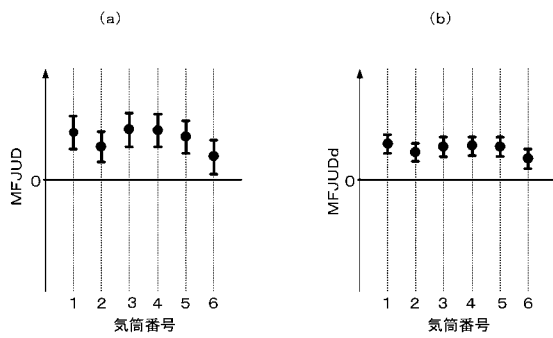
【 図 8 】



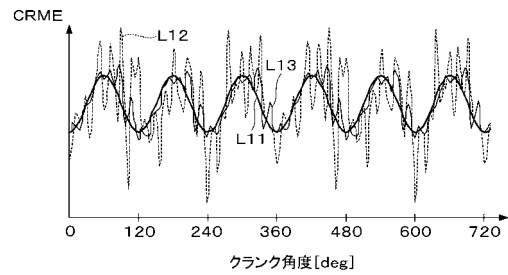
【 図 10 】



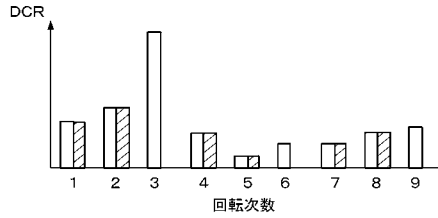
【 図 9 】



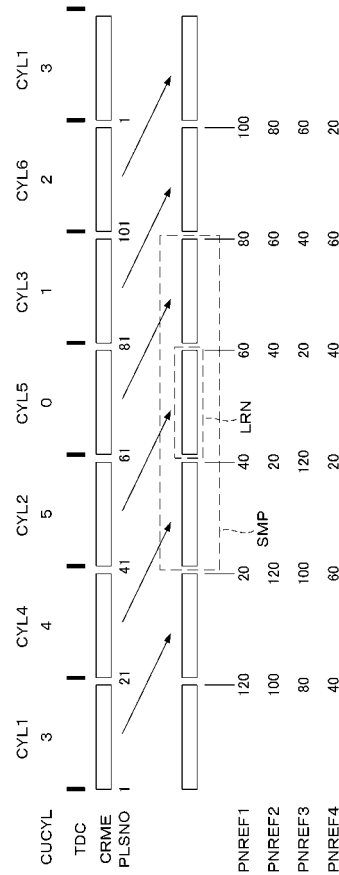
【 図 11 】



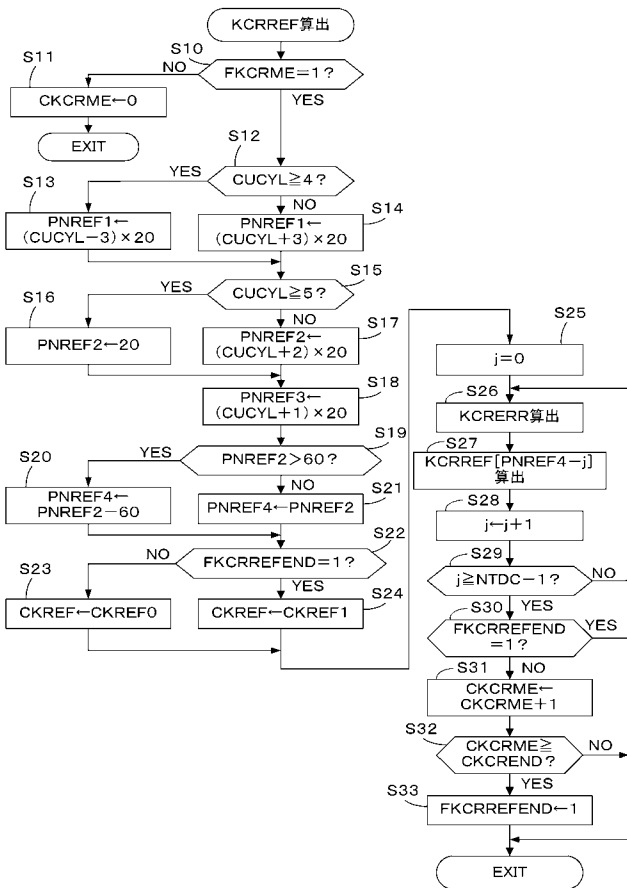
【 図 1 2 】



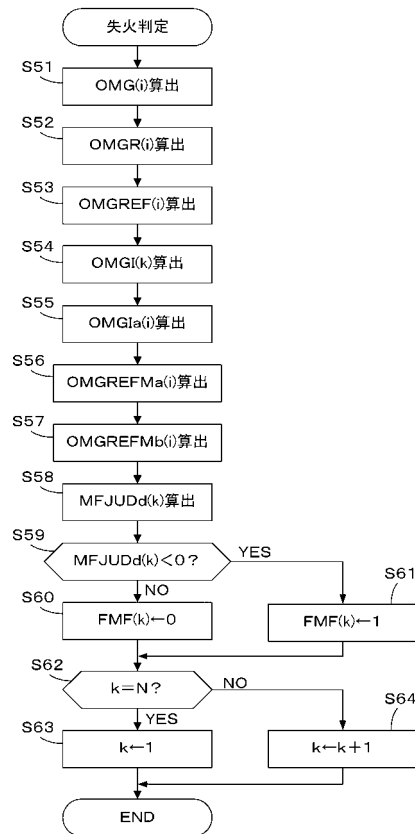
【 図 1 3 】



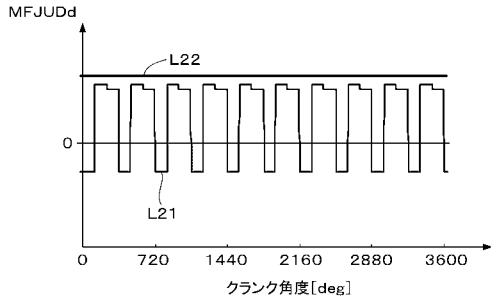
【 図 1 4 】



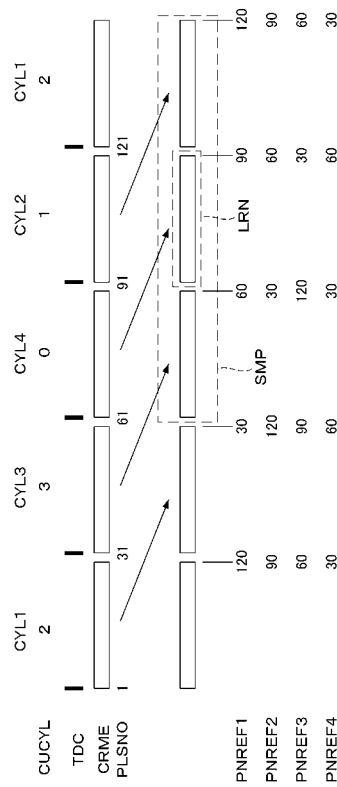
【 図 1 5 】



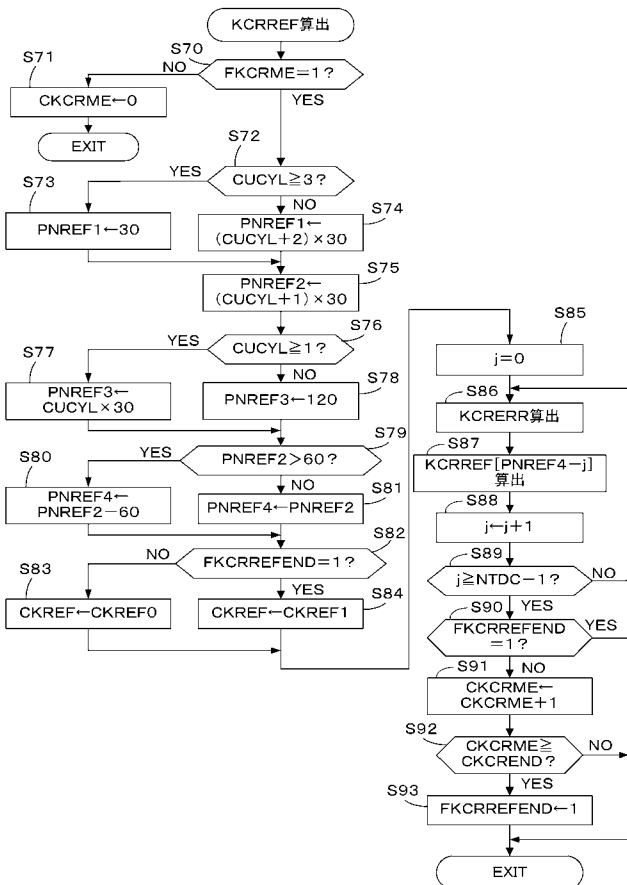
【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 3G384 AA07 BA14 BA43 CA13 CA21 DA12 DA38 EA11 EA13 EA14  
EA19 EC05 EC08 ED01 ED04 ED06 ED07 ED08 ED11 EE04  
FA32Z FA56Z FA57Z FA58Z FA59Z FA62Z