

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4636111号

(P4636111)

(45) 発行日 平成23年2月23日 (2011.2.23)

(24) 登録日 平成22年12月3日 (2010.12.3)

(51) Int.Cl.

F I

F O 2 D 45/00 (2006.01)

F O 2 D 45/00 3 6 2 G

F O 2 D 45/00 3 6 2 B

請求項の数 2 (全 34 頁)

(21) 出願番号	特願2008-107854 (P2008-107854)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成20年4月17日 (2008.4.17)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2009-257210 (P2009-257210A)		愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
(43) 公開日	平成21年11月5日 (2009.11.5)	(74) 代理人	110000578
審査請求日	平成21年8月7日 (2009.8.7)		名古屋国際特許業務法人
		(72) 発明者	近藤 晴彦
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会
			社デンソー内
		審査官	有賀 信

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンジン制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

エンジンにおけるクランク軸が単位角度回転する毎に信号レベルが特定方向に変化するクランク信号を、入力経路に対して入力させる信号入力手段と、

前記入力経路から入力される入力信号を所定の通倍数で通倍した通倍クロックを生成する通倍クロック生成手段と、

該通倍クロック生成手段により生成される通倍クロックを受けて動作するカウンタであって、そのカウント値それぞれが、クランク軸の単位角度を上述した通倍数で割ってなる分解能でクランク軸の回転位置を示した場合における各位置に対応づけられているアングルカウンタと、

該アングルカウンタのカウント値に基づいて特定されるクランク軸の回転位置に応じて、エンジンの制御に関するイベントを発生させるイベント発生手段と、

前記入力経路から入力される入力信号における信号レベルの変化状態を監視する状態監視手段と、

該状態監視手段により監視されている変化状態が、前記クランク信号が正常である場合における変化状態と比べて所定以上相違していることをもって、前記クランク信号に異常が発生していると判定する異常判定手段と、

該異常判定手段により前記クランク信号に異常が発生していると判定された以降、該クランク信号に異常が発生していないと判定されるまで、前記信号入力手段が前記入力経路に対して入力させる入力信号を、エンジンにおけるカム軸が単位角度回転する毎に信号レ

ベルが変化するカム信号に切り替える入力切替手段と、

少なくとも、前記異常判定手段により前記クランク信号に異常が発生していると判定されている間、前記クランク信号と同期して信号レベルが特定方向に変化するクランク入力イベント信号を生成するイベント信号生成手段と、を備えており、

前記状態監視手段は、前記異常判定手段により前記クランク信号に異常が発生していると判定されている間、前記イベント信号生成手段により生成されたクランク入力イベント信号における信号レベルの変化状態を監視して、

前記状態監視手段は、一定期間内に監視対象の信号における信号レベルが特定方向に変化する回数を繰り返しカウントしており、

前記異常判定手段は、前記状態監視手段によりカウントされた回数が、前記クランク信号が正常である場合における回数として想定される範囲（正常範囲）を超えている場合に、前記クランク信号に異常が発生していると判定して、

さらに、

前記クランク信号が、前記クランク軸が前記単位角度回転する毎に信号レベルが特定方向に変化する通常領域と、前記クランク軸の回転位置が特定位置に到達したときに限って次に信号レベルが特定方向に変化するまでに必要な回転角度が前記単位角度の所定整数倍になる欠け歯領域と、を有している場合において、

前記クランク信号の信号レベルが特定方向に変化してから、次に信号レベルが特定方向に変化するまでの時間間隔を計測するクランク間隔計測手段と、

該クランク間隔計測手段による計測値が、前記クランク信号の有する欠け歯領域において到達しうる計測値となっている場合に、前記クランク信号が前記欠け歯領域となっていると判定する欠け歯判定手段と、を備えており、

前記状態監視手段は、前記欠け歯判定手段により前記欠け歯領域になっていると判定されてから次に前記欠け歯領域になっていると判定されるまでの期間につき、この期間に信号レベルが特定方向に変化する回数を繰り返しカウントする

ことを特徴とするエンジン制御装置。

【請求項 2】

前記入力経路から入力される入力信号を所定の分周比で分周してなるクランク分周イベント信号を生成する入力分周手段を備えており、

前記状態監視手段は、一定期間内に前記入力分周手段により生成されたクランク分周イベント信号における信号レベルが特定方向に変化する回数を、該クランク分周イベント信号の生成に係る分周比に相当する値を単位回数としてカウントする

ことを特徴とする請求項 1 に記載のエンジン制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両などのエンジンを制御するエンジン制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、上記のようなエンジン制御装置では、クランク軸の回転に応じて所定角度毎に信号レベルが特定方向に変化するクランク信号をクランク軸センサから入力経路に入力させ、このクランク信号に基づいて生成したクロックの有効エッジ（立ち上がりまたは立ち下がりエッジ）からクランク軸の回転位置（クランク位置）を特定している。そして、その位置が所望の回転位置となったときに、燃料噴射や点火などのイベントを発生させている。

【0003】

ただ、この種のエンジン制御装置においては、クランク信号に基づいてイベントを発生させているため、例えば信号線の断線などのトラブルによりクランク信号が正常に入力されなくなると、クランク軸の回転位置が特定できなくなる結果、適切にエンジンの制御を継続することができなくなってしまう。

10

20

30

40

50

【0004】

この問題に対しては、従来、エンジンにおけるカム軸の回転に応じて信号レベルが変化するカム信号をカム軸センサから入力経路に入力させるようにし、このカム信号に基づいてイベントを発生させる構成とすることで対応していた。

【0005】

つまり、クランク信号の異常が検知された場合に、カム信号に基づいてイベントを発生させることができるように入力経路へと入力させる信号および処理系統を切り替えることで、エンジンの制御を継続して車両の退避走行を実現することができるようにしていた（例えば、特許文献1参照）。

【特許文献1】特開2007-205242号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、上述したような構成においては、入力経路から入力されるクランク信号における信号レベルの変化状態を監視しておき、その変化状態が、クランク信号が正常である場合における変化状態と比べて所定以上相違していることをもって、クランク信号に異常が発生していることを検知すればよい。

【0007】

しかし、クランク信号の異常を検知し、入力経路へと入力させる信号をカム信号へと切り替えた以降は、このカム信号の変化状態がそもそもクランク信号の変化状態と相違しているため、クランク信号に異常が発生していることを正常に検知できなくなる。

20

【0008】

ただ、クランク信号に異常が発生した以降は、少なくとも上述した退避走行を実現できればよく、入力経路へと入力させる信号をカム信号へと切り替えるのと同時に、入力経路から入力される信号についての変化状態の監視を行わないようにして、クランク信号の異常を検知しないこととしても問題はない。

【0009】

とはいえ、上述したようなクランク信号の異常が短時間だけのものであった場合のように、クランク信号が正常に戻る可能性を考えると、入力経路へと入力させる信号をカム信号へと切り替えた以降であっても、クランク信号の異常を検知できるようにしておくことが望ましい。

30

【0010】

それは、クランク信号の異常が検出されなくなった、つまりクランク信号が正常に戻ったことをもって、入力経路へと入力させる信号をクランク信号に戻すようにすれば、エンジンの制御についても正常な状態に戻すことができるからである。

【0011】

本発明は、このような要望に応えるべくなされたものであり、その目的は、入力経路へと入力させる信号をクランク信号からカム信号へと切り替えた以降であっても、クランク信号の異常を継続的に検知できるようにするための技術を提供することである。

【課題を解決するための手段】

40

【0012】

上記課題を解決するためには、車両などのエンジン制御装置を以下に示す第1の構成のようになすことが考えられる。

この構成においては、エンジンにおけるクランク軸が単位角度回転する毎に信号レベルが特定方向に変化するクランク信号を、入力経路に対して入力させる信号入力手段と、前記入力経路から入力される入力信号を所定の通倍数で通倍した通倍クロックを生成する通倍クロック生成手段と、該通倍クロック生成手段により生成される通倍クロックを受けて動作するカウンタであって、そのカウント値それぞれが、クランク軸の単位角度を上述した通倍数で割ってなる分解能でクランク軸の回転位置を示した場合における各位置に対応づけられているアングルカウンタと、該アングルカウンタのカウント値に基づいて特定さ

50

れるクランク軸の回転位置に応じて、エンジンの制御に関するイベントを発生させるイベント発生手段と、前記入力経路から入力される入力信号における信号レベルの変化状態を監視する状態監視手段と、該状態監視手段により監視されている変化状態が、前記クランク信号が正常である場合における変化状態と比べて所定以上相違していることをもって、前記クランク信号に異常が発生していると判定する異常判定手段と、該異常判定手段により前記クランク信号に異常が発生していると判定された以降、該クランク信号に異常が発生していないと判定されるまで、前記信号入力手段が前記入力経路に対して入力させる入力信号を、エンジンにおけるカム軸が単位角度回転する毎に信号レベルが変化するカム信号に切り替える入力切替手段と、少なくとも、前記異常判定手段により前記クランク信号に異常が発生していると判定されている間、前記クランク信号と同期して信号レベルが特定方向に変化するクランク入力イベント信号を生成するイベント信号生成手段と、を備えている。

10

【0013】

そして、前記状態監視手段は、前記異常判定手段により前記クランク信号に異常が発生していると判定されている間、前記イベント信号生成手段により生成されたクランク入力イベント信号における信号レベルの変化状態を監視する。

【0014】

このように構成されたエンジン制御装置では、クランク信号に異常が発生すると、入力経路に入力される入力信号がクランク信号からカム信号へと切り替えられ、以降、このカム信号に基づいてエンジンの制御に関するイベントを発生させるようになる。こうして、エンジンの制御を継続して車両の退避走行を実現することができる。

20

【0015】

このように入力信号がカム信号へと切り替えられた以降は、入力経路における入力信号の変化状態ではなく、クランク入力イベント信号の変化状態が監視されるようになり、その変化状態に基づいてクランク信号に異常が発生しているか否かの判断がなされるようになる。

【0016】

このクランク入力イベント信号は、クランク信号と同期して信号レベルが特定方向に変化する信号であるため、その信号レベルの変化状態を監視するということは、結果的にクランク信号における変化状態を監視していることになる。

30

【0017】

そのため、入力経路における入力信号がカム信号へと切り替えられた以降であっても、クランク入力イベント信号における信号レベルの変化状態に基づいて、その切替前と同様に、クランク信号の異常を継続的に検知することができるようになる。

【0018】

そして、上記構成では、クランク信号に異常が発生していない、つまりクランク信号が正常に戻ったと判定された場合に、入力経路に入力させる信号をカム信号からクランク信号へと戻し、また、この入力信号たるクランク信号における変化状態を監視する状態に戻すことにより、その異常が発生する前の正常な状態にエンジンの制御を戻すことができる。

40

【0019】

この構成における通倍クロック生成手段は、入力経路から入力される入力信号がクランク信号からカム信号に切り替えられる前後で、通倍クロックを生成する際の通倍数を適切なものに変更することが望ましい。具体的には、入力信号がクランク信号である場合における通倍数をクランク通倍数とすると、入力信号がカム信号に切り替えられた後の通倍数であるカム通倍数を、「(カム軸における単位角度×クランク通倍数)／クランク軸における単位角度」により求められる値に変更するようになるとよい。

【0020】

また、上述したイベント信号生成手段は、クランク信号に基づいてこれと同期して信号レベルが特定方向に変化する信号をクランク入力イベント信号として別途生成したうえで

50

、これを出力することとすればよいが、クランク信号そのものをクランク入力イベント信号として生成（出力）することとしてもよい。

【0021】

また、上述した状態監視手段は、入力信号における信号レベルの変化状態として、どのようなパラメータを監視することとしてもよいが、例えば、一定期間内に信号レベルが特定方向に変化する回数を変化状態として監視するようにすることが考えられる。

【0022】

この場合には、上記構成を以下に示す第2の構成のようにするとよい。

この構成において、前記状態監視手段は、一定期間内に監視対象の信号における信号レベルが特定方向に変化する回数を繰り返しカウントしており、前記異常判定手段は、前記状態監視手段によりカウントされた回数が、前記クランク信号が正常である場合における回数として想定される範囲（正常範囲）を超えている場合に、前記クランク信号に異常が発生していると判定する。

10

【0023】

この構成であれば、一定期間内に監視対象の信号における信号レベルが特定方向に変化する回数が、クランク信号が正常である場合における回数として想定される正常範囲を超えていることをもって、クランク信号に異常が発生していると判定することができる。

【0024】

なお、この構成における状態監視手段は、一定期間内に信号レベルが特定方向に変化する回数をその変化毎に随時カウントすることとすればよいが、その変化が複数回発生する毎にまとめて回数をカウントすることとしてもよい。

20

【0025】

この後者の場合には、状態監視手段によるカウントおよび異常判定手段による判定の頻度を低くすることで、それらに要する処理負荷を軽減することができて好適である。

このようなことを実現するためには、上記第2の構成を以下に示すようにした第2-1の構成のようにするとよい。

【0026】

この構成においては、前記入力経路から入力される入力信号を所定の分周比で分周してなるクランク分周イベント信号を生成する入力分周手段を備えている。そして、前記イベント信号生成手段は、前記クランク信号を前記入力分周手段によるクランク分周イベント信号の生成に係る分周比で分周し、該分周してなる信号を前記クランク入力イベント信号として生成して、前記異常判定手段は、前記状態監視手段によりカウントされた回数が、前記クランク信号が正常である場合の前記クランク分周イベント信号における回数をとって想定される範囲（正常範囲）を超えている場合に、前記クランク信号に異常が発生していると判定する。

30

【0027】

この構成では、一定期間内に信号レベルが特定方向に変化する回数が、その変化毎ではなく、その分周比に応じた回数発生する毎にカウントされる。つまり、この場合にカウントされる回数は、実際に信号レベルが特定方向に変化した回数を分周比に応じて間引いた値となる。

40

【0028】

しかし、クランク信号に異常が発生しているか否かの判定に際して用いられる回数は、このクランク信号を同じ分周比で分周してなるクランク分周イベント信号における回数であり、同様に間引かれた値であるため、その判定に支障はない。

【0029】

そして、このように、一定期間内に信号レベルが特定方向に変化する回数が、分周比に応じた回数発生する毎にカウントされる構成であれば、そのカウントおよび異常判定手段による判定の頻度が低くなるため、それらに要する処理負荷を軽減することができる。

【0030】

ただ、この構成においては、クランク信号に異常が発生した以降に、状態監視手段によ

50

るカウントおよび異常判定手段による判定の頻度を元に戻すようにして、クランク信号に異常が発生しているか否かの判定を早期に実現できるようにしてもよい。

【0031】

このためには、上記第2の構成を以下に示す第3の構成のようにすることが考えられる。

この構成においては、前記入力経路から入力される入力信号を所定の分周比で分周してなるクランク分周イベント信号を生成する入力分周手段を備えている。そして、前記状態監視手段は、一定期間内に前記入力分周手段により生成されたクランク分周イベント信号における信号レベルが特定方向に変化する回数を、該クランク分周イベント信号の生成に係る分周比に相当する値を単位回数としてカウントする。

10

【0032】

この構成では、クランク信号に異常が発生していなければ、入力経路から入力される入力信号を分周してなる信号であるクランク分周イベント信号につき、その信号レベルが特定方向に変化する回数がカウントされる。

【0033】

このクランク分周イベント信号はクランク信号を分周してなる信号であるため、これにおける信号レベルが特定方向に変化する回数をそのままカウントしてしまうと、その分周比に応じた回数の発生毎にカウントが進む結果、そのカウント値は、クランク信号における回数を分周比に応じて間引いた値となってしまう。

【0034】

ところが、この構成では、その分周比に相当する値を単位回数としてカウントしているため、最終的には、そのカウント値がクランク信号における回数と一致する。

20

そして、このように、一定期間内に信号レベルが特定方向に変化する回数が、分周比に応じた回数の発生毎にカウントされる構成であれば、そのカウントおよび異常判定手段による判定の頻度が低くなるため、それらに要する処理負荷を軽減することができる。

【0035】

さらに、クランク信号に異常が発生した以降は、クランク信号と同期するクランク入力イベント信号における信号レベルの変化状態を監視することで、状態監視手段によるカウントおよび異常判定手段による判定の頻度を元に戻すことができる。これにより、それより前と比べて状態監視手段によるカウントおよび異常判定手段による判定の頻度を高くして、早期にクランク信号の異常が発生していない、つまり正常に戻ったことを判定することができる。

30

【0036】

また、上記第2、第3の構成において、状態監視手段の監視に係る「一定期間」とは、どのように規定した期間であってもよい。

例えば、前記クランク信号が、前記クランク軸が前記単位角度回転する毎に信号レベルが特定方向に変化する通常領域と、前記クランク軸の回転位置が特定位置に到達したときに限って次に信号レベルが特定方向に変化するまでに必要な回転角度が前記単位角度の所定整数倍になる欠け歯領域と、を有している場合であれば、上記「一定期間」として、そのクランク信号が欠け歯領域から次に欠け歯領域となるまでの期間を採用することが考えられる。

40

【0037】

この場合、上記第2、第3の構成を以下に示す第4の構成とするとよい。

この構成においては、前記クランク信号の信号レベルが特定方向に変化してから、次に信号レベルが特定方向に変化するまでの時間間隔を計測するクランク間隔計測手段と、該クランク間隔計測手段による計測値が、前記クランク信号の有する欠け歯領域において到達しうる計測値となっている場合に、前記クランク信号が前記欠け歯領域となっていると判定する欠け歯判定手段と、を備えている。

【0038】

そして、前記状態監視手段は、前記欠け歯判定手段により前記欠け歯領域になっている

50

と判定されてから次に前記欠け歯領域になっていると判定されるまでの期間につき、この期間に信号レベルが特定方向に変化する回数を繰り返しカウントする。

【0039】

この構成であれば、クランク信号が欠け歯領域から次に欠け歯領域となるまでの期間内に信号レベルが特定方向に変化する回数が、クランク信号が正常である場合における回数として想定される正常範囲を超えていることをもって、クランク信号に異常が発生していると判定することができる。

【0040】

また、上述した状態監視手段の監視に係る「一定期間」としては、カム軸が一定の角度だけ回転するのに要する期間を採用することも考えられる。

10

このためには、上記第2、第3の構成を以下に示すようにした第5の構成とすることが考えられる。

【0041】

この構成においては、前記カム信号の信号レベルが特定方向に変化する回数を繰り返しカウントするカム変化カウント手段、を備えている。そして、前記状態監視手段は、前記カムカウント手段によりカウントされた回数が、カム軸を一定の角度だけ回転させるのに要する回数に到達するまでの期間につき、この期間に信号レベルが特定方向に変化する回数を繰り返しカウントする。

【0042】

この構成であれば、カム軸が一定の角度だけ回転するまでの期間内に信号レベルが特定方向に変化する回数が、クランク信号が正常である場合における回数として想定される正常範囲を超えていることをもって、クランク信号に異常が発生していると判定することができる。

20

【0043】

この構成における「カム軸が一定の角度だけ回転するのに要する回数に到達するまでの期間」とは、例えば、エンジンの1サイクルにおいてカム軸が回転するまでの期間などのことである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0044】

以下に本発明の実施形態を図面と共に説明する。

30

(1) 全体構成

エンジン制御装置（以下、「ECU」という）1は、図1に示すように、ECU1外部から入力される信号を入力する入力回路2、ECU1外部へ各種信号を出力する出力回路3、入力回路2から入力される信号に基づいてエンジンを制御するマイクロコンピュータ（以降、「マイコン」という）4などで構成される。なお、本実施形態においては、6気筒（第1～第6気筒）からなるエンジンを制御する構成について説明する。

【0045】

ここで入力回路2における入力対象となる信号には、クランク信号、第1カム信号、第2カム信号などがある。これらのうち、クランク信号は、クランク軸センサ（図示されない）から出力されてくる信号であって、エンジンにおけるクランク軸の回転に伴ってパルス状に信号レベルが変化する信号である。また、第1カム信号は、第1カム軸センサ（図示されない）から出力されてくる信号であって、エンジンの備える第1、第2カム軸のうち、第1カム軸の回転に伴って信号レベルが変化する信号である。そして、第2カム信号は、第2カム軸センサ（図示されない）から出力されてくる信号であって、上記第2カム軸の回転に伴って信号レベルが変化する信号である。

40

【0046】

ここで、これら信号の詳細を図2に基づいて説明する。

まず、クランク信号は、クランク軸が単位角度 $\Delta\theta^\circ$ CA（本実施形態においては 6° CA（CA：クランクアングル））回転する毎に信号レベルがパルス状に変化する。

【0047】

50

ただ、クランク軸の回転位置が 360°CA 毎に設定された特定位置に到達した場合に限り、次にクランク信号の信号レベルが変化するまでの回転角が単位角度 $\Delta \theta^\circ \text{CA}$ の k 倍（本実施形態では、 $k=3$ ）だけ長くなる。

【0048】

つまり、クランク信号には、クランク軸の回転位置が特定位置以外であれば、クランク軸が単位角度 $\Delta \theta^\circ \text{CA}$ 回転する毎に、パルス状に信号レベルが変化する有効なエッジ（以降、「有効エッジ」という）が発生する。

【0049】

そして、クランク軸の回転位置が特定位置となったら、単位角度 $\Delta \theta$ 毎の有効エッジが $k-1$ 個だけ発生しなくなる。これにより、クランク軸の回転位置が特定位置となった場合には、有効エッジの発生間隔が k 倍の長さとなる。以降、クランク信号において有効エッジの間隔が単位角度の k 倍となる領域を「欠け歯」という。

10

【0050】

また、このクランク信号においては、所定のクランク角度（本実施形態においては、 720°CA ／気筒数 $6=120^\circ \text{CA}$ ）毎に発生する有効エッジが、それぞれエンジンにおける気筒の上死点に対応づけられている（#1, #5, #3, #6, #2, #4 TDC）。

【0051】

これら上死点のうち、第1気筒の上死点（#1 TDC）に対応する有効エッジから、所定のクランク角度（本実施形態においては 18°CA ）だけ前に発生する有効エッジが、クランク信号の基準位置（図2における「0」の位置）に対応づけられている。

20

【0052】

なお、本実施形態においては、基準位置に対応する有効エッジから 108°CA だけ後に発生する有効エッジ、および、この有効エッジから更に 360°CA だけ後に発生する有効エッジそれぞれが、上述した「特定位置」として対応づけられている。つまり、これら有効エッジから単位角度の k 倍となる領域それぞれが「欠け歯」となっている。

【0053】

次に、第1カム信号は、クランク信号の基準位置より所定のクランク角度（本実施形態では 105°CA ）だけ前のクランク位置で信号レベルがHレベルとなった以降、第1カム軸が 240°CA , 240°CA , 210°CA , 30°CA と回転する毎に、その信号レベルがHレベルからLレベルまたはLレベルからHレベルへと変化する信号である。

30

【0054】

そして、第2カム信号は、クランク信号の基準位置より所定のクランク角度（本実施形態では 15°CA ）だけ後のクランク位置で信号レベルがHレベルとなった以降、第2カム軸が 210°CA , 30°CA , 240°CA , 240°CA と回転する毎に、その信号レベルがHレベルからLレベルまたはLレベルからHレベルへと変化する信号である。

【0055】

続いて、ECU1を構成する各構成要素について説明する。

入力回路2は、ECU1外部から入力したクランク信号を波形成形してマイコン4へ出力する回路と、ECU1外部から入力した第1, 第2カム信号を波形成形してマイコン4へ出力する回路と、で構成されている。

40

【0056】

出力回路3は、マイコン4から出力される信号（後述するイベント信号）を、エンジンにおける具体的な制御対象（例えば、インジェクタ、イグナイタなど）に出力する回路である。

【0057】

マイコン4は、マイコン4全体の動作を制御するCPU10, 入力回路2から入力される信号に基づいて後述するアングルクロックを生成するアングルクロック生成部12, アングルクロック生成部12により生成されるアングルクロックと同期させた信号をCPU10からの指令に基づいて出力回路3へ出力するタイマ出力部14, CPU10による処

50

理手順などを記憶するフラッシュROM16, CPU10による処理結果などを記憶するRAM18などを備えている。

【0058】

このマイコン4の備えるアングルクロック生成部12は、図3に示すように、入力選択部20, エッジ間計測部22, 通倍クロック生成部24, エッジ後経過角度計測部26, アングルクロック生成部28, 入力分周部32, クランク計測部34などからなる。

【0059】

これらのうち、入力選択部20は、入力回路2から入力される第1, 第2カム信号に基づいて、第1, 第2カム信号それぞれの信号レベルが変化するタイミングで信号レベルがパルス状に変化(有効エッジが発生)する信号(以降、単に「カム信号」という)を生成する(図2参照)。本実施形態におけるカム信号は、カム軸それぞれが120°CA回転する毎の規則的な変化点P, および、変化点Pの間に位置する不規則な変化点Qそれぞれにおいて、その信号レベルがパルス状に変化する信号となる。

10

【0060】

また、この入力選択部20は、入力回路2から入力されるクランク信号または上述したカム信号を、CPU10からの指令に基づいて選択的にアングルクロック生成部12の各部へと至る入力経路に出力する。ただ、この入力選択部20には、アングルクロック生成部12の各部に対する信号供給の許可または禁止を設定するための供給レジスタが内蔵されており、この供給レジスタに初期値である「1」がセットされていれば、各部への信号の供給を行う供給許可状態となるが、「0」がセットされていると、各部への信号の供給を行わない供給禁止状態となる。

20

【0061】

さらに、この入力選択部20は、入力回路2から入力されるクランク信号またはこれに同期した有効エッジが発生する信号(以降「クランク入力イベント信号」という)を生成してCPU10などアングルクロック生成部12の外部へと出力する。ただ、この入力選択部20には、クランク入力イベント信号の外部への出力の許可または禁止を設定するための出力レジスタが内蔵されており、この出力レジスタに初期値である「0」がセットされていると、クランク入力イベント信号の出力を行わないが、「1」がセットされていれば、クランク入力イベント信号の出力を行う。

【0062】

30

また、エッジ間計測部22は、入力選択部20から入力される入力信号に有効エッジが発生する毎に、次に入力信号に有効エッジが発生するまでの間隔をカウントするエッジ間時間計測カウンタを内蔵している。このエッジ間時間計測カウンタは、入力信号に有効エッジが発生した際にリセットされ、次に有効エッジが発生するまでの間、システムクロック(の立ち上がりまたは立ち下がりエッジ)をカウントする(図4「エッジ間時間計測カウンタ」参照)。これにより、入力信号に有効エッジが発生する間隔が計測される。そして、エッジ間計測部22は、エッジ間時間計測カウンタによる計測値を、次の有効エッジが発生したタイミング(リセットされる前のタイミング)で通倍クロック生成部24に転送する。

【0063】

40

また、通倍クロック生成部24は、エッジ間計測部22から転送されてくる計測値を、内蔵する第1レジスタに通倍クロック基準時間としてセットする(図4「通倍クロック基準時間」参照)。こうしてレジスタに通倍クロック基準時間をセットしたら、この通倍クロック基準時間を、内蔵する第2レジスタにセットされた通倍数 f (本実施形態においては、 $f=60$ (初期値))で割った値を1周期とする通倍クロックを生成する(同図「通倍クロック」参照)。そして、この通倍クロック生成部24は、上述のようにして生成した通倍クロックを、エッジ後経過角度計測部26およびアングルクロック生成部28それぞれに出力する。

【0064】

また、エッジ後経過角度計測部26は、通倍クロック生成部24から入力される通倍ク

50

ロックにつき、この信号の信号レベルが特定方向（本実施形態においては、LレベルからHレベル）に変化する回数をカウントする経過角度計測カウンタを内蔵している。この経過角度計測カウンタは、入力選択部20から有効エッジが入力された際にリセットされ、次に有効エッジが入力されるまでの間、通倍クロックの立ち上がりエッジをカウントする（同図「経過角度計測カウンタ」参照）。

【0065】

ここで、クランク信号またはカム信号は、クランク軸またはカム軸の回転に伴って信号レベルが変化する信号であり、通倍クロックは、これら信号の信号レベルが特定方向に変化する時間間隔を通倍したクロックである。つまり、この経過角度計測カウンタは、入力選択部20から有効エッジが入力された以降における軸の回転角度（経過角度： 0°CA ~ $\Delta\theta^\circ \text{CA}$ ）を、クランク信号またはカム信号に有効エッジが発生する間隔よりも高い分解能（具体的には、 f 倍の分解能）で仮想的に計測することになる。

10

【0066】

また、このエッジ後経過角度計測部26は、経過角度計測カウンタによるカウント値のしきい値である「エッジ後経過角度計測」を内蔵レジスタに記憶しており、そのカウント値が上記エッジ後経過角度計測以上となった際に、その旨を示す割込信号をCPU10に対して出力するように構成されている。この「エッジ後経過角度計測」は、クランク信号が「欠け歯」以外の領域のときに到達しうるカウント値よりも大きな値（本実施形態では、このカウント値の2.5倍； $\Delta\theta \times 2.5$ ）を初期値とする値である。

【0067】

20

また、アングルクロック生成部28は、通倍クロック生成部24から入力される通倍クロックにつき、この通倍クロックの信号レベルが特定方向（本実施形態においては、LレベルからHレベル）に変化する回数をカウントする基準カウンタと、入力選択部20から入力される入力信号の信号レベルが特定方向（本実施形態においては、LレベルからHレベル）に変化する毎に上記通倍数 f ずつカウントアップするガードカウンタと、基準カウンタのカウント値がシステムクロックに同期してセットされるアングルカウンタと、を内蔵している。

【0068】

これらのうち、基準カウンタは、通倍クロック生成部24から入力される通倍クロックの立ち上がりエッジを、内蔵する第1レジスタにセットされた上限値までカウントした後、次の立ち上がりエッジで初期化（カウント値を「0」にクリア）される。また、この基準カウンタは、内蔵する第2レジスタにセットされたモード値で示されるモードによりカウントを行うように構成されている。ここでいうモードには、ガードカウンタにセットされた値以上のカウントアップが禁止される禁止モード、ガードカウンタにセットされた値以上のカウントが許可される許可モードがある。また、アングルカウンタは、エンジンの1サイクルにおけるクランク軸の回転位置を、上述した単位角度 $\Delta\theta^\circ \text{CA}$ （ 6°CA ）を上述した通倍数 f （初期値の60）で割った分解能（ $6/60 = 0.1^\circ \text{CA}$ ）で示した場合における各位置に、そのカウント値が対応づけられている。つまり、クランク軸の回転位置は、このアングルカウンタのカウント値によって特定されることとなる。

30

【0069】

40

また、入力分周部32は、入力選択部20から入力される入力信号を、内蔵する分周レジスタにセットされた分周比 n （本実施形態においては、 $n = 5$ （初期値））で分周し、こうして分周してなるクランク分周イベント信号をCPU10など外部へと出力する。

【0070】

このクランク分周イベント信号は、図2に示すように、クランク信号において有効エッジが n 回発生する毎に信号レベルがパルス状に変化する。つまり、クランク分周イベント信号には、クランク軸が単位角度 $\Delta\theta^\circ \text{CA}$ の n 倍に相当する角度（初期値では $6^\circ \text{CA} \times 5 = 30^\circ \text{CA}$ ）だけ回転する毎に有効エッジが発生する。

【0071】

ただ、この入力分周部32には、クランク分周イベント信号を出力するか否かを設定す

50

るための出力レジスタが内蔵されており、この出力レジスタに初期値である「1」がセットされていれば、クランク分周イベント信号の出力を行うが、「0」がセットされていると、クランク分周イベント信号の出力を行わない。

【0072】

そして、クランク計測部34は、入力選択部20から入力されるクランク入力イベント信号の信号レベルが特定方向（本実施形態においては、LレベルからHレベル）に変化する毎に、次に信号レベルが特定方向に変化するまでの間隔をカウントする変化間隔計測カウンタを内蔵している。この変化間隔計測カウンタは、クランク入力イベント信号の信号レベルが特定方向に変化した際にリセットされ、次に信号レベルが特定方向に変化するまでの間、システムクロック（の立ち上がりまたは立ち下がりエッジ）をカウントする。これにより、クランク入力イベント信号の信号レベルが特定方向に変化するまでの間隔が計測される。

10

【0073】

また、このクランク計測部34は、変化間隔計測カウンタによるカウント値のしきい値である「変化間隔計測」を内蔵レジスタに記憶しており、そのカウント値が上記変化間隔計測以上となった際に、その旨を示す割込信号をCPU10に対して出力するように構成されている。この「変化間隔計測」は、クランク信号が「欠け歯」以外の領域のときに到達しうるカウント値よりも大きな値（本実施形態では、このカウント値の2.5倍）を初期値とする値である。

20

（2）クランク信号の診断に関する処理

続いて、マイコン4（のCPU10）により実行される処理のうち、クランク信号の診断に関する処理について説明する。

（2-1）入力信号診断処理

はじめに、マイコン4が起動された以降、入力分周部32から出力されるクランク分周イベント信号、または、入力選択部20から出力されたクランク入力イベント信号に有効エッジが発生する、つまりその信号レベルが特定方向に変化する（以下、単に「特定レベル変化」という）毎に起動される入力信号診断処理の処理手順を、図5に基づいて説明する。なお、クランク分周イベント信号およびクランク入力イベント信号は、後述のように同時に出力されないため、この入力信号診断処理は、いずれかが出力されている状況下において、その特定レベル変化が発生する毎に繰り返し起動されることとなる。

30

【0074】

この入力信号診断処理が起動すると、まず、クランク信号において欠け歯から次の欠け歯までの間における特定レベル変化の回数をセットするための変数である「欠け歯後エッジ数（初期値0）」に、その起動の契機となった対象信号に応じた単位回数が加算される（s110）。

【0075】

ここでは、その起動の契機となった信号がクランク分周イベント信号であれば、入力分周部32の分周レジスタにセットされた「分周比n」が単位回数として「欠け歯後エッジ数」に加算される。これは、クランク分周イベント信号が、入力選択部20から入力されるクランク信号を分周レジスタにセットされた分周比nで分周してなる信号であるため、クランク信号にn回の特定レベル変化が発生する毎に1回の特定レベル変化が発生するからである。

40

【0076】

一方、その起動の契機となった信号がクランク入力イベント信号であれば、「1」が単位回数として「欠け歯後エッジ数」に加算される。これは、クランク入力イベント信号が、クランク信号またはこれに同期して特定レベル変化が発生する信号だからであり、クランク信号に特定レベル変化が発生すれば、同様に特定レベル変化が発生するからである。

【0077】

次に、クランク信号が欠け歯領域となっているか否かがチェックされる（s120）。ここでは、エッジ後経過角度計測部26またはクランク計測部34からの割込信号の入力

50

があることをもって、クランク信号が欠け歯領域となっていると判定される。

【0078】

クランク信号が欠け歯領域になると、図6に示すように、この領域を構成する特定レベル変化が発生してから次の特定レベル変化が発生するまでの間隔は、それ以外の領域において特定レベル変化が発生する間隔よりも長くなる。

【0079】

そのため、エッジ後経過角度計測部26内蔵のエッジ後経過角度計測カウンタ、および、クランク計測部34内蔵の変化間隔計測カウンタにより特定レベル変化がカウントされる過程において、それらカウント値は、欠け歯以外の領域（通常領域）における最大値よりも大きな値にまで到達することになる。

10

【0080】

そうすると、これらカウンタのカウント値は、しきい値である「エッジ後経過角度計測」、「変化間隔計測」よりも大きくなる結果、エッジ後経過角度計測部26およびクランク計測部34が、CPU10に対して割込信号を出力するようになる。

【0081】

このようなことから、このs120では、エッジ後経過角度計測部26またはクランク計測部34からの割込信号の入力があることをもって、クランク信号が欠け歯領域となっていると判定される。

【0082】

具体的には、本入力信号診断処理の起動の契機となった信号が、クランク分周イベント信号であれば、エッジ後経過角度計測部26からの割込信号の入力があることをもって、クランク信号が欠け歯領域となっていると判定される。一方、その契機となった信号が、クランク入力イベント信号であれば、クランク計測部34からの割込信号の入力があることをもって、クランク信号が欠け歯領域となっていると判定される。

20

【0083】

このs120で、クランク信号が欠け歯領域になっていないと判定された場合には（s120:NO）、直ちに本入力信号診断処理が終了する。

これ以降、クランク分周イベント信号またはクランク入力イベント信号に特定レベル変化が発生する毎に、本入力信号診断処理が起動されて上記s110による「欠け歯後エッジ数」の積算、つまりクランク信号に特定レベル変化が発生した回数のカウントが、クランク信号が欠け歯領域になるまで繰り返されることとなる。

30

【0084】

そして、上記s120で、クランク信号が欠け歯領域になっていると判定された場合には（s120:YES）、上述した変数「欠け歯後エッジ数」にセットされた値が、クランク信号において欠け歯から次の欠け歯までの間に発生する正常な特定レベル変化の回数として想定される値の範囲内（正常範囲内）にあるか否かがチェックされる（s130）。

【0085】

このs130で「欠け歯後エッジ数」にセットされた値が正常範囲内にあると判定された場合には（s130:YES）、クランク信号の診断結果が正常であることを示す情報がマイコン4の内蔵メモリに記憶される（s140）一方、正常範囲を超えていると判定された場合には（s130:NO）、クランク信号の診断結果が異常であることを示す情報がマイコン4の内蔵メモリに記憶される（s150）。

40

【0086】

こうして、s140またはs150を終えたら、上述した変数「欠け歯後エッジ数」が初期化（「0」がセット）された後（s160）、本入力信号診断処理が終了する。

（2-2）入力切替処理

続いて、マイコン4が起動された以降、入力信号診断処理と並行して、一定時間毎に繰り返し実行される入力切替処理の処理手順を、図7に基づいて説明する。

【0087】

50

この入力切替処理が起動されると、まず、入力信号診断処理（図5のs140, s150）において内蔵メモリに記憶されたクランク信号の診断結果（正常または異常）に基づき、クランク信号が正常であるか否かがチェックされる（s210）。

【0088】

このs210で、クランク信号が正常であると判定されたら（s210: YES）、入力選択部20からアングルクロック生成部12各部に供給される信号としてクランク信号が選択される（s220）。

【0089】

ここでは、クランク信号を選択すべき旨の指令が、CPU10からアングルクロック生成部12へと出力される。アングルクロック生成部12のうち、入力選択部20は、この指令を受けた以降、入力回路2から入力される信号のうち、クランク信号をアングルクロック生成部12の各部へと出力するように内部経路を切り替える。

【0090】

また、上記指令を受けた際、通倍クロック生成部24は、内蔵する第2レジスタに、通倍数fとしてクランク信号用の値（本実施形態においては、60）をセットする。また、上記指令を受けたエッジ後経過角度計測部26は、内蔵するレジスタに、エッジ後経過角度計測としてクランク信号用の値（本実施形態では、初期値「 $\Delta\theta \times 2.5$ 」と同じ値）をセットする。また、上記指令を受けたアングルクロック生成部28は、内蔵する第1レジスタに、基準カウンタ、アングルカウンタそれぞれの上限值としてクランク信号用の値をセットする。ここでいう「クランク信号用の上限値」とは、クランク軸の1回転（360°CA）に、アングルカウンタにおける分解能（0.1°CA）を積算した値（360÷0.1=3600）である。

【0091】

そして、入力選択部20からのクランク入力イベント信号の出力を禁止すべく設定がなされる（s230）。ここでは、CPU10からアングルクロック生成部12に対して、クランク入力イベント信号の出力を禁止すべき旨が指令され、この指令を受けたアングルクロック生成部12が、入力選択部20の信号出力レジスタにその旨を示す値「0」をセットする。これにより、以降、入力選択部20からのクランク入力イベント信号の出力が禁止される。

【0092】

また、上述したs210で、クランク信号が異常であると判定されたら（s210: NO）、入力選択部20によりアングルクロック生成部12の各部に出力される信号としてカム信号が選択される（s240）。

【0093】

ここでは、カム信号を選択すべき旨の指令が、CPU10からアングルクロック生成部12の各部へと出力される。アングルクロック生成部12のうち、入力選択部20は、この指令を受けた以降、入力回路2から入力される信号のうち、カム信号をアングルクロック生成部12の各部へと出力するように内部経路を切り替える。

【0094】

また、上記指令を受けた通倍クロック生成部24は、内蔵する第2レジスタに、通倍数fとしてカム信号用の値をセットする。ここでいう「カム信号用の通倍数f」とは、カム信号における規則的な変化点Pの間隔（120°CA）と、クランク信号用の通倍数f（60）とを積算した値を、更にクランク信号の単位角度（6°CA）で割った値（ $(120 \times 60) / 6 = 1200$ ）である。また、上記指令を受けたアングルクロック生成部28は、内蔵する第1レジスタに、基準カウンタ、アングルカウンタそれぞれの上限值としてカム信号用の値をセットする。ここでいう「カム信号用の上限値」とは、カム軸の1回転（720°CA）に、アングルカウンタにおける分解能（0.1°CA）を積算した値（720÷0.1=7200）である。なお、このs240では、上記s220とは異なり、エッジ後経過角度計測部26におけるエッジ後経過角度計測のセットは行われない。

10

20

30

40

50

【0095】

そして、入力選択部20からのクランク入力イベント信号の出力を許可すべく設定がなされる(s250)。ここでは、CPU10からアングルクロック生成部12に対して、クランク入力イベント信号の出力を行うべき旨が指令され、この指令を受けたアングルクロック生成部12が、入力選択部20の信号出力レジスタにその旨を示す値「1」をセットする。これにより、以降、入力選択部20からのクランク入力イベント信号の出力が許可される。

【0096】

こうして、上記s230、s250で入力選択部20による設定がなされた後、本入力切替処理が終了する。

10

以上のように、本入力切替処理では、クランク信号が正常である場合にクランク入力イベント信号の出力が『禁止』されるのに対し、クランク信号が異常である場合にクランク入力イベント信号の出力が『許可』される。

(2-3) 入力分周処理

続いて、マイコン4が起動された以降、入力分周部32から出力されるクランク分周イベント信号、または、入力選択部20から出力されたクランク入力イベント信号に特定レベル変化が発生する毎に起動される入力分周処理の処理手順を、図8に基づいて説明する。

【0097】

なお、この入力分周処理は、上記入力信号診断処理と同様、クランク分周イベント信号およびクランク入力イベント信号のいずれかが出力されている状況下において、その信号に特定レベル変化が発生する毎に起動されることとなる。

20

【0098】

この入力分周処理が起動されると、まず、入力信号診断処理(図5のs140、s150)において内蔵メモリに記憶されたクランク信号の診断結果(正常または異常)に基づき、クランク信号が正常であるか否かがチェックされる(s310)。

【0099】

このs310で、クランク信号が正常であると判定されたら(s310: YES)、クランク信号が欠け歯の領域(欠け歯の領域に隣接したエッジが発生する領域を含む)となっているか否かがチェックされる(s320)。

30

【0100】

ここでは、アングルクロック生成部28に内蔵されたアングルカウンタのカウント値が、クランク軸の回転位置が欠け歯領域になる所定期間前後(本実施形態では特定レベル変化二つ分前または後)の位置に対応づけられた値である場合や、上記s120と同様にエッジ後経過角度計測部26またはクランク計測部34からの割込信号の入力がある場合に、クランク信号が欠け歯の領域となっていると判定される。

【0101】

このs320で、クランク信号が欠け歯領域となっていると判定された場合には(s320: YES)、アングルクロック生成部12における入力分周部32内蔵の分周レジスタに分周比nとして「5」がセットされた後(s330)、入力分周部32からのクランク分周イベント信号の出力を許可すべく設定がなされる(s340)。

40

【0102】

このs340では、CPU10からアングルクロック生成部12に対して、クランク分周イベント信号の出力を許可すべき旨が指令され、この指令を受けたアングルクロック生成部12が、入力分周部32の信号出力レジスタにその旨を示す値「1」をセットする。これにより、以降、入力分周部32からクランク分周イベント信号が出力されるようになる。

【0103】

一方、上記s320で、クランク信号が欠け歯領域となっていないと判定された場合には(s320: NO)、アングルクロック生成部12における入力分周部32内蔵の分周

50

レジスタに分周比 n として「1」がセットされた後（s 3 5 0）、プロセスが s 3 4 0 へと移行し、入力分周部 3 2 からのクランク分周イベント信号の出力を許可すべく設定がなされる。

【0 1 0 4】

こうして、s 3 4 0 により、入力分周部 3 2 からのクランク分周イベント信号の出力を許可すべく設定がなされた後、本入力分周処理が終了する。

また、上記 s 3 1 0 で、クランク信号が異常であると判定されたら（s 3 1 0 : NO）、入力分周部 3 2 からのクランク分周イベント信号の出力を禁止すべく設定がなされる（s 3 6 0）。ここでは、CPU 1 0 からアングルクロック生成部 1 2 に対して、クランク分周イベント信号の出力を行わない旨が指令され、この指令を受けたアングルクロック生成部 1 2 が、入力分周部 3 2 の信号出力レジスタにその旨を示す値「0」をセットする。これにより、以降、入力分周部 3 2 からのクランク分周イベント信号の出力が禁止される。

10

【0 1 0 5】

こうして、s 3 6 0 により、入力分周部 3 2 からのクランク分周イベント信号の出力を禁止すべく設定がなされた後、本入力分周処理が終了する。

以上のように、本入力分周処理では、上述した入力切替処理とは反対に、クランク信号が正常である場合にクランク分周イベント信号の出力が『許可』されるのに対し、クランク信号が異常である場合にクランク分周イベント信号の出力が『禁止』される。

20

【0 1 0 6】

この入力分周処理では、入力選択部 2 0 からクランク信号が正常に輸入されている状況において（s 3 1 0 「YES」）、クランク分周イベント信号の出力が許可され（s 3 4 0）、クランク信号が欠け歯領域であるか否かに応じた周期のクランク分周イベント信号が出力されるようになる（s 3 2 0 ~ s 3 5 0）。

【0 1 0 7】

具体的には、クランク信号が欠け歯領域でなければ、入力分周部 3 2 内蔵の分周レジスタに分周比 n として「5」がセットされるため（s 3 5 0）、クランク信号を「5」で分周してなるクランク分周イベント信号が出力される（図 2 参照）。

【0 1 0 8】

それに対し、クランク信号が欠け歯領域であれば、入力分周部 3 2 内蔵の分周レジスタに分周比 n として「1」がセットされるため（s 3 3 0）、クランク信号を「1」で分周した、つまりクランク信号と同期したクランク分周イベント信号が出力される（図 2 における欠け歯領域参照）。

30

【0 1 0 9】

また、入力選択部 2 0 からクランク信号が正常に輸入されていない状況において（s 3 1 0 「NO」）、クランク分周イベント信号の出力が禁止されるため（s 3 6 0）、クランク分周イベント信号が出力されなくなる（図 9 の期間「C」, 「D」参照）。

【0 1 1 0】

その後、クランク信号が正常に輸入されるようになると、再度、クランク分周イベント信号の出力が許可され（s 3 4 0）、クランク信号が欠け歯領域であるか否かに応じた周期のクランク分周イベント信号が出力されるようになる（s 3 2 0 ~ s 3 5 0）（図 9 の期間「E」参照）。

40

（2-4）クランク信号の診断に関する動作内容

続いて、上述したクランク信号の診断に関する各処理におけるパラメータの遷移について説明する。

【0 1 1 1】

まず、入力選択部 2 0 からクランク信号が正常に輸入されている状況においては（図 7 の s 2 1 0 「YES」）、入力選択部 2 0 から出力される信号としてクランク信号が選択され（同図 s 2 2 0）、クランク入力イベント信号の出力が禁止された状態となる（同図 s 2 3 0）。これ以降、クランク信号に基づくアングルクロックの生成が行われる。

50

【0112】

なお、このように、クランク信号が正常である間は、クランク入力イベント信号の出力が禁止されているが、クランク分周イベント信号の出力が許可された状態となっているため（図8のs 310→s 340）、上述した入力信号診断処理および入力切替処理は、このクランク分周イベント信号の特定レベル変化を受けて起動することとなる。

【0113】

この状況においては、クランク分周イベント信号に特定レベル変化が発生する毎に、変数「欠け歯後エッジ数」に単位回数が積算され（図5のs 110）、その積算過程でクランク信号が欠け歯領域になると（同図s 120「YES」）、その積算値に基づいてクランク信号が正常であるか否かがチェックされる（同図s 130～s 150）（図9の期間「A」参照）。 10

【0114】

この時点でクランク信号が正常であれば、「欠け歯後エッジ数」の積算値も正常範囲内となるため（同図s 130「YES」）、クランク信号が正常であると判定された後（同図s 140）、「欠け歯後エッジ数」が初期化される（同図s 160）。

【0115】

その後、クランク信号に異常が発生し、その積算値が正常範囲から外れてしまうと（同図s 130「NO」）、クランク信号が異常であると判定された後（同図s 150）、「欠け歯後エッジ数」が初期化される（同図s 160）（図9の期間「B」→「C」参照）。

【0116】

こうして、クランク信号が異常であると判定された以降は、入力選択部20から出力される信号としてカム信号が選択され（図7のs 240）、クランク入力イベント信号の出力が許可された状態となると共に（同図s 250）、クランク分周イベント信号の出力が禁止される（図8のs 360）（図9の期間「C」参照）。これ以降、カム信号に基づくアングルクロックの生成が行われる。

【0117】

こうして、入力選択部20から出力される信号としてカム信号が選択された以降は、クランク入力イベント信号に特定レベル変化が発生する毎に、変数「欠け歯後エッジ数」に単位回数が積算され（図5のs 110）、その積算過程でクランク信号が欠け歯領域になると（同図s 120「YES」）、その積算値に基づいてクランク信号が正常であるか否かがチェックされる（図5のs 130～s 150）（図9の期間「D」参照）。 30

【0118】

その後、カム信号によるアングルクロックの生成が行われつつも、クランク入力イベント信号に特定レベル変化が発生する毎にクランク信号のチェックが繰り返し行われ（図5のs 110～s 160）、その中でクランク信号が正常と判定されると（同図s 140）、入力選択部20から出力される信号としてクランク信号が選択し直される（図7のs 220）。

【0119】

以降は、上述したように、クランク信号に基づくアングルクロックの生成が行われると共に、クランク信号のチェックが繰り返し行われることとなる（図9の期間「E」参照）。 40

（2-5）入力信号診断処理の別構成

また、上述した構成では、クランク信号において欠け歯領域から次の欠け歯領域までの期間における特定レベル変化の回数に基づいて、クランク信号に異常が発生しているか否かを判定するように構成されたものを例示した。

【0120】

しかし、このようにクランク信号の異常が発生していることを判定するに際しては、他の期間における特定レベル変化の回数を参照することとしてもよい。

具体的な例としては、例えば、カム軸がエンジンにおける1サイクルの間などの一定の 50

角度だけ回転するまでの期間内に、クランク信号の信号レベルが特定方向に変化した回数に基づいて、クランク信号に異常が発生しているか否かを判定するように構成してもよい。

【0121】

このためには、まず、図5のs110と同様に、クランク分周イベントまたはクランク入力イベント信号における特定レベル変化毎にその信号に応じた単位回数に変数「クランクエッジ発生数」にセットされるように構成しておく。また、入力選択部20からクランク入力イベント信号と同様にカム信号またはこれに同期して有効エッジの発生する信号が出力されるように構成しておき、このカム信号に有効エッジが発生する毎に、以下の入力信号診断処理が起動するようにする（図10参照）。 10

【0122】

この場合における入力信号診断処理が起動すると、まず、カム信号において有効エッジが発生した回数をセットするための変数である「カムエッジ発生数（初期値0）」に単位回数（ここでは「1」）が加算される（s112）。 20

【0123】

次に、変数「カムエッジ発生数」にセットされている回数が、カム軸における特定の回転角度（例えばエンジンの1サイクルにおける回転角度）に相当する回数（以降「上限回数」という）に到達しているか否かがチェックされる（s122）。 30

【0124】

このs122で変数「カムエッジ発生数」にセットされている回数が上限回数に到達していないと判定された場合には（s122：NO）、直ちに本入力信号診断処理が終了する。

【0125】

これ以降、カム信号に有効エッジが発生する毎に、本入力信号診断処理が起動されて上記s112による変数「カムエッジ発生数」への加算が上限回数に到達するまで繰り返されることとなる。

【0126】

そして、上記s122で変数「カムエッジ発生数」にセットされている回数が上限回数に到達していると判定された場合には（s122：YES）、上述した変数「クランクエッジ発生数」にセットされた値が、カム軸が特定の回転角度だけ回転する期間中にクランク信号において正常に特定レベル変化が発生する回数として想定される値の範囲内（正常範囲内）にあるか否かがチェックされる（s132）。 40

【0127】

このs132で変数「クランクエッジ発生数」にセットされた値が正常範囲内にあると判定された場合には（s132：YES）、クランク信号の診断結果が正常であることを示す情報がマイコン4の内蔵メモリに記憶される（s140）一方、正常範囲を超えていると判定された場合には（s132：NO）、クランク信号の診断結果が異常であることを示す情報がマイコン4の内蔵メモリに記憶される（s150）。 50

【0128】

こうして、s140またはs150を終えたら、上述した変数「クランクエッジ発生数」および「カムエッジ発生数」が初期化（「0」がセット）された後（s162）、本入力信号診断処理が終了する。

（3）アングルクロックの生成に関する処理

以下に、マイコン4（のCPU10）により実行される処理のうち、アングルクロックの生成に関する処理について説明する。

（3-1）クランクエッジ割込処理

はじめに、マイコン4が起動された以降、入力切替処理でクランク信号が選択されている（図7のs220が行われた）状況において、入力選択部20から出力される信号に特定レベル変化が発生する毎に、CPU10が繰り返し実行するクランクエッジ割込処理の処理手順を、図11に基づいて説明する。

【0129】

このクランクエッジ割込処理が起動されると、まず、その契機となった特定レベル変化が、クランク信号における欠け歯領域を構成する特定レベル変化直後のものであるか否かがチェックされる（s 410）。

【0130】

特定レベル変化がクランク信号において欠け歯領域を構成するものであるときには、それ以外の領域を構成するときよりも特定レベル変化の間隔が大きくなることから、図6に示すように、エッジ後経過角度計測部26に内蔵された経過角度計測カウンタのカウント値が、「欠け歯」以外の領域であるときよりも大きな値に到達することになる。

【0131】

そうすると、経過角度計測カウンタのカウント値は、しきい値であるエッジ後経過角度計測（ $\Delta\theta \times 2.5$ ）よりも大きくなる結果、エッジ後経過角度計測部26が、割込信号をCPU10に対して出力することになる。そのため、このS310では、エッジ後経過角度計測部26から割込信号の入力があった場合に、その特定レベル変化が欠け歯領域を構成する特定レベル変化直後のものであると判定する。

【0132】

このs410で、特定レベル変化が欠け歯領域を構成する特定レベル変化直後のものであると判定された場合（s410：YES）、クランク位置確定フラグに「OFF」がセットされているか否かがチェックされる（s420）。このクランク位置確定フラグは、マイコン4が起動される毎にソフトウェア的に設定されるフラグであって、初期値として「OFF」がセットされたものである。

【0133】

このs420で、クランク位置確定フラグが「OFF」になっていると判定された場合（s420：YES）、アングルクロック生成部28に内蔵された基準カウンタおよびアングルカウンタそれぞれに、「59」と、通倍クロック生成部24のレジスタにセットされた通倍数f（ここでは、60）と、を積算した値「 $59 \times f$ 」がセットされる（s430, s440）。

【0134】

次に、クランク位置確定フラグに「ON」がセットされる（s450）。

こうして、s450を終えた後、または、上述したs420でクランク位置確定フラグが「ON」になっていると判定された場合（s420：NO）、アングルクロック生成部28に内蔵されたガードカウンタに「0」がセットされる（s460）。

【0135】

次に、アングルクロック生成部28に内蔵された基準カウンタのカウントが、許可モードにより行われるように設定される（s470）。ここでは、CPU10からアングルクロック生成部28に対して、許可モードにより基準カウンタのカウントを行うべき旨が指令される。この指令を受けたアングルクロック生成部28は、第2レジスタに許可モードを示すモード値をセットする。これにより、以降、基準カウンタが、許可モードによりカウントを行うようになる。

【0136】

次に、通倍クロック生成部24のレジスタにセットされる通倍クロック基準時間が修正される（s480）。ここでは、CPU10から通倍クロック生成部24に対して、エッジ間計測部22から通倍クロック生成部24へと転送される計測値を所定値で割ってなる値を、通倍クロック基準時間としてセットすべき旨が指令される。この指令を受けた通倍クロック生成部24は、次のタイミングでエッジ間計測部22から転送されてくる計測値を所定値で割り、こうして得られた値を通倍クロック基準時間としてレジスタにセットする。なお、上述した「所定値」は、クランク信号の欠け歯領域における特定レベル変化の間隔と通常領域（欠け歯領域以外の領域）における特定レベル変化の間隔との比を示す値（本実施形態においては「3」）である。

【0137】

そして、分周カウンタに「2」がセットされた後（s 4 9 0）、次の処理（s 5 3 0）へプロセスが移行する。この分周カウンタは、CPU 1 0がソフトウェア的に動作させる初期値「0」のカウンタである。

【0 1 3 8】

また、上述したs 4 1 0で、特定レベル変化が欠け歯領域を構成する特定レベル変化直後のものでないと判定された場合（s 4 1 0：NO）、その特定レベル変化が欠け歯領域を構成するものであるか否かがチェックされる（s 5 0 0）。ここでは、アングルクロック生成部2 8に内蔵されたアングルカウンタのカウント値が、クランク軸の回転位置が欠け歯領域になる直前（特定レベル変化一つ分前）の位置に対応づけられた値である場合に、特定レベル変化が欠け歯領域となる直前のものであると判定される。

10

【0 1 3 9】

このs 5 0 0で、特定レベル変化が欠け歯領域を構成するものであると判定された場合（s 5 0 0：YES）、アングルクロック生成部2 8に内蔵されたガードカウンタに、「5 9」と、通倍クロック生成部2 4のレジスタにセットされた通倍数 f （= 6 0）と、を積算した値「 $5 9 \times f$ 」がセットされる（s 5 1 0）。

【0 1 4 0】

こうして、s 5 1 0を終えた後、または、上述したs 5 0 0で特定レベル変化が欠け歯領域を構成するものでないと判定された場合（s 5 0 0：YES）、アングルクロック生成部2 8に内蔵された基準カウンタのカウントが、禁止モードにより行われるように設定された後（s 5 2 0）、次の処理（s 5 3 0）へプロセスが移行する。

20

【0 1 4 1】

このs 5 2 0では、CPU 1 0からアングルクロック生成部2 8に対して、禁止モードにより基準カウンタのカウントを行うべき旨が指令される。この指令を受けたアングルクロック生成部2 8は、第2レジスタに禁止モードを示すモード値をセットする。これにより、以降、基準カウンタが、禁止モードによりカウントを行うようになる。

【0 1 4 2】

次に（s 4 9 0，s 5 2 0の後）、クランク位置確定フラグに「ON」がセットされているか否かがチェックされる（s 5 3 0）。

このs 5 3 0で、クランク位置確定フラグに「ON」がセットされていると判定された場合（s 5 3 0：YES）、分周カウンタがデクリメント（1減算）された後（s 5 4 0）、分周カウンタが「0」となっているか否かがチェックされる（s 5 5 0）。

30

【0 1 4 3】

このs 5 5 0で、分周カウンタが「0」となっていると判定された場合（s 5 5 0：YES）、制御対象（インジェクタ、イグナイタなど）を駆動するための基準タイミングとなるイベントが発生する（s 5 6 0）。

【0 1 4 4】

本実施形態において、CPU 1 0は、本クランクエッジ割込処理と並行して、イベント発生から制御対象への通電を開始するまでの待機時間およびその通電を継続させる継続時間を演算する処理と、所定のタイミングでイベントが発生した際に上記待機時間および継続時間をタイマ出力部1 4に内蔵されたタイマそれぞれにセットする処理と、を実行するように構成されている。

40

【0 1 4 5】

こうして、各時間がタイマにセットされたタイマ出力部1 4は、タイマのカウント値に基づいて上記待機時間だけ待機した後、出力回路3に対して上記継続時間だけ制御対象への通電を行うべき旨を指令する。そして、この指令を受けた出力回路3が、制御対象を駆動するための駆動信号を、上記継続時間だけ制御対象に出力することで制御対象が駆動されることになる。

【0 1 4 6】

そして、s 5 6 0の後、分周カウンタに「5」がセットされる（s 5 7 0）。

こうして、s 5 7 0を終えた後、上述したs 5 5 0で分周カウンタが「0」になっ

50

ないと判定された場合（s 5 5 0：NO）、または、上述した s 5 3 0 でクランク位置確定フラグに「OFF」がセットされていると判定された場合（s 5 3 0：NO）、本クランクエッジ割込処理が終了する。

【0147】

ここまで説明したクランクエッジ割込処理によれば、マイコン4が起動した以降、カウンタのカウント値などのパラメータが、図12，図13に示すように変化する。

まず、マイコン4が起動した直後は（図12におけるe0の区間参照）、経過角度計測カウンタが正常に動作しておらず、また、アングルカウンタによるカウントもなされていないことから、s 4 1 0，s 5 0 0で「NO」と判定され、プロセスがs 5 2 0を経てs 5 3 0へ移る。このとき、クランク位置確定フラグは、初期値「OFF」のままであるため、s 5 3 0で「NO」と判定され、そのままクランクエッジ割込処理が終了する。

10

【0148】

その後、特定レベル変化が発生する毎に上述した手順（s 4 1 0→s 5 0 0→s 5 2 0→s 5 3 0）が繰り返される（図12におけるe1の区間参照）。その過程において、特定レベル変化がクランク信号における欠け歯領域を構成する特定レベル変化直後のものになるまでに（図12のE2参照）、経過角度計測カウンタのカウント値がエッジ後経過角度計測を超える（図6参照）。そのため、エッジ後経過角度計測部26からの割込信号を受けて、s 4 1 0で「YES」と判定されることとなり、プロセスがs 4 2 0以降へ移行する。

【0149】

20

この時点で、クランク位置確定フラグは、初期値「OFF」であることから、s 4 3 0へ移行して基準カウンタに「 $59 \times \text{通倍数 } f(60)$ 」がセットされ、s 4 4 0にてアングルカウンタに「 $59 \times \text{通倍数 } f(60)$ 」がセットされた後、s 4 5 0にてクランク位置確定フラグに「ON」がセットされる。

【0150】

続いて、s 4 6 0にてガードカウンタに「0」がセットされ、s 4 7 0にて基準カウンタが許可モードに設定される。このs 4 6 0では、ガードカウンタに「0」がセットされるが、s 4 7 0にて基準カウンタが許可モードに設定されるため、基準カウンタによる上限値までのカウントは継続されることとなる（図12におけるe3の区間参照）。

【0151】

30

続いて、s 4 8 0にて通倍クロック基準時間が修正される（図12における通倍クロック基準時間「 $T2/3$ 」参照）。

続いて、s 5 3 0へ移行するが、この時点では、クランク位置確定フラグが「ON」となっていることから、このs 5 3 0で「YES」と判定され、s 5 4 0にて分周カウンタのデクリメントがなされる。

【0152】

これにより、分周カウンタの値は、直前のs 4 9 0にてセットされた「2」から「1」減算された値「1」となり、この時点で「0」にはなっていないため、s 5 5 0で「NO」と判定されて、クランクエッジ割込処理が終了する。

【0153】

40

この次に特定レベル変化が発生した際には（図12のE3参照）、s 4 1 0，s 5 2 0それぞれで「NO」と判定され、s 5 2 0で基準カウンタが禁止モードに戻された後、s 5 3 0で「YES」と判定されてから、s 5 4 0にて分周カウンタのデクリメントがなされる。これにより、分周カウンタの値は、「0」となるため、s 5 5 0で「YES」と判定され、s 5 6 0にてイベントの発生が行われた後（図12の「分周イベント」参照）、s 5 7 0で分周カウンタに「5」がセットされてクランクエッジ割込処理が終了する。

【0154】

こうして、マイコン4が起動して最初に特定レベル変化が「欠け歯」とであると判定された以降は、次に、特定レベル変化が欠け歯領域を構成するものとなるまで、s 4 1 0→s 5 0 0→s 5 2 0～s 5 7 0が繰り返される（図13におけるe4の区間参照）。

50

【0155】

そして、特定レベル変化が欠け歯領域を構成するものとなったら、s 5 1 0にてガードカウンタに「5 9×通倍数 f (6 0)」のセットがなされた後、s 5 2 0～s 5 7 0が行われる(図13におけるe 5の区間参照)。

【0156】

この次に、クランク信号に特定レベル変化が発生した際には、その特定レベル変化は欠け歯領域を構成する特定レベル変化直後のものであるため、s 4 1 0で「YES」と判定され、この時点でクランク位置確定フラグは「ON」であるためにs 4 2 0で「NO」と判定されて、プロセスがs 4 6 0へ移行する。

【0157】

これ以降は、上述したのと同様、ガードカウンタ「0」の状態基準カウンタのカウンタが継続され、そのカウンタ値が「0」にクリアされた後(図13におけるe 6の区間参照)、次に特定レベル変化が欠け歯領域を構成するものとなるまで、s 4 1 0→s 5 0 0→s 5 2 0～s 5 7 0が繰り返されることとなる(図13におけるe 7の区間参照)。

(3-2) カムエッジ割込処理

以下に、マイコン4が起動された以降、時間同期タスクでカム信号が選択されている(図7のs 2 4 0が行われた)状況において、入力選択部20から出力される信号に特定レベル変化が発生する毎に、CPU10が繰り返し実行するカムエッジ割込処理の処理手順を、図14に基づいて説明する。

【0158】

このカムエッジ割込処理が起動されると、まず、カム位置確定フラグに「OFF」がセットされているか否かがチェックされる(s 6 1 0)。このカム位置確定フラグは、マイコン4が起動される毎にソフトウェア的に設定されるフラグであって、初期値として「OFF」がセットされたものである。

【0159】

このs 6 1 0で、カム位置確定フラグが「OFF」になっていると判定された場合(s 6 1 0: YES)、アングルクロック生成部28に内蔵されたガードカウンタのカウンタ値が、通倍クロック生成部24のレジスタにセットされた通倍数f(ここでは、1 2 0 0)を2倍にした値($2 \times 1 2 0 0 = 2 4 0 0$)以上になっているか否かがチェックされる(s 6 2 0)。ガードカウンタは、初期値として「0」がセットされたものである。

【0160】

このs 6 2 0で、ガードカウンタのカウンタ値が通倍数fを2倍にした値以上になっていると判定された場合(s 6 2 0: YES)、アングルクロック生成部28に内蔵された基準カウンタ、ガードカウンタおよびアングルカウンタそれぞれに初期値がセットされる(s 6 3 0)。本実施形態においては、入力回路2に入力される第1、第2カム信号のうち、一方の信号における信号レベルと他方の信号における信号レベルの変化状態(エッジの方向)との組み合わせそれぞれに対して、各カウンタにセットすべき初期値が定められている(図15参照)。そのため、s 6 3 0では、入力回路2に入力される第1、第2カム信号の信号レベルおよび変化状態に基づいて、その定めに従った初期値が各カウンタにセットされる。なお、上述した「定め」は、例えば、上記組み合わせと初期値との対応関係をフラッシュROM16などにデータテーブルとして記憶した構成とすればよく、この場合、s 6 3 0において、そのデータテーブルを参照して該当する初期値を特定するようにすればよい。

【0161】

次に、カム位置確定フラグに「ON」がセットされた後(s 6 4 0)、次の処理(s 6 7 0)へ移行する。

一方、上述したs 6 2 0で、ガードカウンタのカウンタ値が通倍数fを2倍にした値以上になっていないと判定された場合(s 6 2 0: NO)、s 6 3 0、s 6 4 0が行われることなく、プロセスが次の処理(s 6 7 0)へ移行する。

【0162】

また、上述した s 6 1 0 で、カム位置確定フラグが「ON」になっていると判定された場合 (s 6 1 0 : NO)、アングルクロック生成部 2 8 に内蔵されたガードカウンタのカウント値が、通倍クロック生成部 2 4 のレジスタにセットされた通倍数 f (1 2 0 0) に、エンジンの気筒数 (本実施形態では 6) を積算した値 ($1\,200 \times 6 = 7\,200$) 以上となっているか否かがチェックされる (s 6 5 0)。

【0 1 6 3】

この s 6 5 0 で、ガードカウンタのカウント値が通倍数 f にエンジンの気筒数を積算した値以上になっていると判定された場合 (s 6 5 0 : YES)、ガードカウンタに「0」がセットされた後 (s 6 6 0)、プロセスが次の処理 (s 6 7 0) へ移行する。一方、ガードカウンタの値が通倍数 f にエンジンの気筒数を積算した値以上になっていないと判定された場合 (s 6 5 0 : NO)、s 6 6 0 が行われることなく、プロセスが次の処理 (s 6 7 0) へ移行する。

10

【0 1 6 4】

次に、アングルクロック生成部 2 8 に内蔵されたガードカウンタのカウント値が「0」であるか否かがチェックされ (s 6 7 0)、「0」であれば (s 6 7 0 : YES)、図 1 0 の s 4 7 0 と同様、アングルクロック生成部 2 8 に内蔵された基準カウンタのカウントが、許可モードにより行われるように設定される (s 6 8 0)。一方、ガードカウンタのカウント値が「0」でなければ (s 6 7 0 : NO)、図 1 0 の s 5 2 0 と同様、基準カウンタのカウントが、禁止モードにより行われるように設定される (s 6 9 0)。

【0 1 6 5】

20

こうして、s 6 8 0、s 6 9 0 にて基準カウンタの設定がなされたら、本カムエッジ割込処理が起動される契機となった特定レベル変化が、カム信号における不規則な変化点 Q となる直前の変化点であるか (つまり、次の特定レベル変化が変化点 Q であるか) 否かがチェックされる (s 7 0 0)。

【0 1 6 6】

本実施形態においては、第 2 カム信号が L レベルのときに第 1 カム信号が H から L へと変化する点と、第 1 カム信号が L レベルのときに第 2 カム信号が H から L へと変化する点と、が不規則な変化点 Q となる (図 2、図 1 5 参照)。そして、第 2 カム信号が H レベルの時に第 1 カム信号が H から L へと変化する変化点 P、または、第 1 カム信号が H レベルのときに第 2 カム信号が H から L へと変化する変化点 P が、変化点 Q の直前の変化点である。そのため、この s 7 0 0 では、第 1、第 2 カム信号の状態 (第 1、第 2 カム信号の一方における信号レベルと他方における信号レベルの変化状態との組み合わせ) に基づいて、次の特定レベル変化が変化点 Q であるか否かがチェックされる。

30

【0 1 6 7】

この s 7 0 0 で、特定レベル変化が不規則な変化点 Q となる直前の変化点を示すものであると判定された場合 (s 7 0 0 : YES)、入力選択部 2 0 が、アングルクロック生成部 1 2 の各部に対する信号の供給を行わない供給禁止状態となる (s 7 1 0)。

【0 1 6 8】

一方、特定レベル変化が不規則な変化点 Q となる直前の変化点を示すものではないと判定された場合 (s 7 0 0 : NO)、入力選択部 2 0 が、アングルクロック生成部 1 2 の各部に対する信号の供給を行う供給許可状態となる (s 6 2 0)。

40

【0 1 6 9】

この s 7 1 0、s 7 2 0 では、CPU 1 0 が、入力選択部 2 0 に内蔵されたレジスタに「0」をセットすることで入力選択部 2 0 が供給禁止状態となるのに対し、同レジスタに「1」をセットすることで入力選択部 2 0 が供給許可状態となる。

【0 1 7 0】

こうして、s 7 1 0、s 7 2 0 で入力選択部 2 0 が供給禁止状態または供給許可状態とされた後、カム位置確定フラグに「ON」がセットされ、かつ、今回の特定レベル変化が変化点 Q でないか否かがチェックされる (s 7 3 0)。

【0 1 7 1】

50

この s 7 3 0 で、カム位置確定フラグに「OFF」がセットされている、または、今回の特定レベル変化が変化点 Q であると判定された場合 (s 7 3 0 : NO)、本カムエッジ割込処理が終了する。

【0172】

一方、s 7 3 0 で、カム位置確定フラグに「ON」がセットされ、かつ、今回の特定レベル変化が変化点 Q でないと判定された場合 (s 7 3 0 : YES)、イベントカウンタのカウンタ値が「0」より大きな値となっているか否かがチェックされる (s 7 4 0)。このイベントカウンタは、CPU 10 がソフトウェア的に起動する初期値「0」のカウンタである。

【0173】

この s 7 4 0 で、イベントカウンタのカウンタ値が「0」より大きな値になっていると判定された場合 (s 7 4 0 : YES)、イベントカウンタのカウンタ値と同じ数だけ、制御対象 (インジェクタ、イグナイタなど) を駆動するための基準タイミングとなるイベントが発生した後 (s 7 5 0)、プロセスが次の処理 (s 7 6 0) へ移行する。

【0174】

一方、s 7 4 0 で、イベントカウンタのカウンタ値が「0」より大きな値になっていないと判定された場合 (s 7 4 0 : NO)、s 7 5 0 が行われることなく、次の処理 (s 7 6 0) へ移行する。

【0175】

次に、エッジ後経過角度計測部 26 に内蔵されたレジスタに、エッジ後経過角度計測がセットされる (s 7 6 0)。ここでは、規則的な変化点 P からイベントを発生させるまでに必要なカム軸 (またはクランク軸) の回転角度 (イベントまでの角度またはイベント発生間隔; 本実施形態では 15°CA)、カム軸の回転位置が各気筒の上死点に到達する間隔 (TDC 角度; 120°CA)、および、通倍クロック生成部 24 のレジスタにセットされた通倍数 f に基づく式「イベントまでの角度 (15°CA) / (TDC 角度 (120°CA) / 通倍数 f (1200))」にて求められる値 ($15 / (120 / 1200) = 150$) が、エッジ後経過角度計測として上記レジスタにセットされる。

【0176】

なお、この時点において、エッジ後経過角度計測部 26 における経過角度計測カウンタのカウンタ値は、その信号レベルが特定方向に変化するまでの間における通倍クロックのエッジ数を示すものであり、カム信号の信号レベルが特定方向に変化した以降におけるカム軸の回転位置に対応するものとなる。

【0177】

次に、エッジ後経過角度計測割込に「許可」がセットされる (s 7 7 0)。このエッジ後経過角度計測割込は、エッジ後経過角度計測部 26 に内蔵された初期値「禁止」のレジスタである。このエッジ後経過角度計測割込に「許可」がセットされている間は、エッジ後経過角度計測部 26 から割込信号の入力を受けて、後述するエッジ後経過角度計測割込処理が CPU 10 により起動されるようになる。

【0178】

そして、イベントカウンタに、イベント値がセットされる (s 7 8 0)。ここでは、TDC 角度 (120°CA)、および、イベントを発生させるべき回転角度の間隔 (イベント間隔; 本実施形態では 30°CA) に基づく式「TDC 角度 / イベント間隔」にて求められる値 ($120 / 30 = 4$) が、イベント値としてイベントカウンタにセットされる。

【0179】

ここまで説明したカムエッジ割込処理によれば、カウンタのカウンタ値などのパラメータが、図 16 に示すように変化する。

まず、本カムエッジ割込処理が最初に起動されたとき、カム位置確定フラグは初期値「OFF」であり、ガードカウンタのカウンタ値がカウンタアップして「 $1 \times$ 通倍数 f 」となることから (図 16 における e 0, e 1 の区間参照)、s 6 1 0 で「YES」、s 6 2 0 で「NO」と判定され、s 6 7 0 へ移行する。ここで、ガードカウンタは「 $1 \times$ 通倍数

10

20

30

40

50

f」となっているため、s 6 7 0で「NO」と判定され、プロセスがs 6 9 0を経てs 7 0 0へ移行する。

【0180】

この時点において、s 6 3 0を経ていないことから、s 7 0 0では、特定レベル変化が不規則な変化点Qとなる直前の変化点を示すものであると判定されることはなく、「NO」と判定されてs 7 2 0へ移行し、入力選択部20が初期状態である供給許可状態のままで維持される。

【0181】

そして、s 7 3 0では、この時点でカム位置確定フラグの値が初期値「OFF」のまま変更されていないため、s 7 3 0で「NO」と判定されて、本カムエッジ割込処理が終了する。

10

【0182】

この後、次の特定レベル変化が発生した際には（図16のE2参照）、カム位置確定フラグは初期値「OFF」であり、ガードカウンタがカウントアップして「2×通倍数f」となることから（図16におけるe2の区間参照）、s 6 2 0で「YES」と判定される。こうして、s 6 2 0で「YES」と判定された場合、s 6 3 0でガードカウンタ、基準カウンタおよびアングルカウンタそれぞれに初期値がセットされた後、s 6 4 0でカム位置確定フラグに「ON」がセットされる。このとき、第2カム信号がHレベルのときに、第1カム信号に立ち上がりエッジが発生した状態であるため、ガードカウンタに4800（ $=4 \times f$ ）、基準カウンタに3600、アングルカウンタに3600がそれぞれセットされる（図15参照）。

20

【0183】

続いて、s 6 7 0、s 6 9 0、s 7 0 0、s 7 2 0を経て、この時点でカム位置確定フラグが「ON」であり、かつ、今回の特定レベル変化が変化点Qでないことから、s 7 3 0で「YES」と判定され、s 7 4 0でイベントカウンタがチェックされる。

【0184】

このとき、イベントカウンタは初期値「0」のままであることから、s 7 5 0が行われることなく、s 7 6 0～s 7 8 0により各パラメータが設定された後、本カムエッジ割込処理が終了する。

【0185】

30

これ以降、変化点Qとなる直前の特定レベル変化が発生するため（図16のE3参照）、s 7 0 0で「YES」と判定され、s 7 1 0にて入力選択部20が供給禁止状態に設定された後、以降の処理が行われる。

【0186】

こうして、入力選択部20は、供給禁止状態に設定されていると、供給許可状態に設定し直されるまでの間、各部への信号の供給を行わなくなる。そのため、この次に発生する不規則な変化点Qの特定レベル変化については、各部に供給されない。その結果、各部のカウントがリセットされることなく、継続されることとなる（図16におけるe3の区間参照）。

【0187】

40

その後、特定レベル変化が発生する毎に、上述と同様に各処理が行われた後、ガードカウンタが「気筒数×通倍数f（ $=6 \times 1200 = 7200$ ）」以上のカウント値となったら、s 6 5 0で「YES」と判定され、s 6 6 0でガードカウンタに「0」がセットされる。

【0188】

続いて、s 6 7 0で「YES」と判定されて、s 6 8 0で基準カウンタが許可モードに設定されるため、s 6 6 0でガードカウンタに「0」がセットされていても、基準カウンタによる上限値までのカウントが継続される（図16におけるe4の区間参照）。

【0189】

ここでも、イベントカウンタは初期値「0」のままであることから、s 7 5 0が行われ

50

ることなく、s 7 6 0～s 7 8 0により各パラメータが設定された後、本カムエッジ割込処理が終了する。

【0190】

この後は、上述したのと同様、ガードカウンタ「0」の状態で基準カウンタのカウントが継続され、そのカウント値が「0」にクリアされた後（図16におけるe4の区間参照）、変化点Qとなる直前の特定レベル変化が発生するまで、s 6 5 0→s 6 7 0→s 6 9 0→s 7 0 0→s 7 2 0→s 7 3 0～s 7 8 0が繰り返される（図16におけるe5～e6の区間参照）。

【0191】

これ以降、上述したのと同様に、s 6 5 0でガードカウンタが「気筒数×f」以上のカウント値となるまで、上述した処理が繰り返されることとなる（図16におけるe7～e8の区間参照）。

（3-3）エッジ後経過角度計測割込処理

続いて、図14のs 7 7 0でエッジ後経過角度計測割込に「許可」がセットされた状態で、エッジ後経過角度計測部26から割込信号の入力があった場合に起動されるエッジ後経過角度計測割込処理の処理手順を、図17に基づいて説明する。

【0192】

この経過角度計測割込処理が起動されると、まず、図10のs 5 6 0と同様、制御対象を駆動するための基準タイミングとなるイベントが発生する（s 8 1 0）。

次に、イベントカウンタがデクリメント（1減算）された後（s 8 2 0）、イベントカウンタが「0」より大きな値であるか否かがチェックされる（s 8 3 0）。

【0193】

このs 8 3 0で、イベントカウンタが「0」より大きな値であると判定された場合（S s 8 3 0：YES）、エッジ後経過角度計測部26に内蔵されたレジスタに、エッジ後経過角度計測をセットし直す（s 8 4 0）。

【0194】

ここでは、イベント発生間隔（30°CA）、TDC角度（120°CA）および通倍数fに基づく式「イベント発生間隔（30°CA）／（TDC角度（120°CA）／通倍数f（1200））」にて求められる値（15／（120／1200）＝300）を、エッジ後経過角度計測に対して加算した値が、新たなエッジ後経過角度計測として上記レジスタにセットされる。

【0195】

一方、s 8 3 0で、イベントカウンタが「0」になっていると判定された場合（s 8 3 0：NO）、エッジ後経過角度計測割込に「禁止」がセットされる（s 8 5 0）。こうして、エッジ後経過角度計測割込に「禁止」がセットされた以降、エッジ後経過角度計測部26から割込信号の入力があっても、本エッジ後経過角度計測割込処理が起動されなくなる。

【0196】

こうして、s 8 4 0、s 8 5 0が終了した後、本エッジ経過角度計測割込処理が終了する。

ここまで説明したエッジ後経過角度計測割込処理は、図14のs 7 6 0にてエッジ後経過角度計測に「150」がセットされ、同図s 7 7 0でエッジ後経過角度計測割込に「許可」がセットされ、同図s 7 8 0でイベントカウンタに「4」がセットされて、さらに、エッジ後経過角度計測カウンタがリセットされた状態で起動されるようになる（図18におけるe1の区間参照）。そして、以降、カウンタのカウント値などのパラメータが図18、図19に示すように変化する。

【0197】

具体的にいうと、まず、エッジ後経過角度計測カウンタがエッジ後経過角度計測「150」に到達することで（図18におけるe2の区間参照）、エッジ後経過角度計測部26からの割込信号の発生に伴い、本処理が起動する。すると、s 8 1 0によるイベントの発

10

20

30

40

50

生後（図18の「分周イベント」参照）、s820にてイベントカウンタが「4」から「3」とされ、この時点で「0」より大きい値であるため、s820で「YES」と判定された後、s840でエッジ後経過角度計測がセットし直される。このs840では、エッジ後経過角度計測に「300」が加算されて「450」となる。

【0198】

この後、エッジ後経過角度計測カウンタがエッジ後経過角度計測「450」に到達することで（図18におけるe3の区間参照）、エッジ後経過角度計測部26からの割込信号の発生に伴い、本処理が起動する。すると、s810によるイベントの発生後、s820にてイベントカウンタが「3」から「2」とされ、この時点で「0」より大きい値であるため、s820で「YES」と判定された後、s840でエッジ後経過角度計測がセットし直される。このs840では、エッジ後経過角度計測に「300」が加算されて「450」となる。

10

【0199】

以下同様に、エッジ後経過角度計測カウンタがエッジ後経過角度計測に到達する毎に、エッジ後経過角度計測割込処理が繰り返し行われ（図18のe4、e5の区間参照）、イベントカウンタが「0」になったら、s830で「NO」と判定された後、s850でエッジ後経過角度計測割込に「禁止」がセットされる。そうすると、再度、図14のs770でエッジ後経過角度計測割込に「許可」がセットされるまで、エッジ後経過角度計測割込処理が起動されない状態になる（図18におけるe5の区間参照）。

【0200】

20

これにより、本エッジ後経過角度計測割込処理により発生するイベントは、カム軸を規則的な変化点Pから15°CAだけ回転させた回転位置から、イベント間隔毎（15°CA、45°CA、75°CA、105°CA）に発生するようになる。

【0201】

ところで、上述したカムエッジ割込処理においては、図14のs740にて「YES」と判定された場合に、s750にてイベントカウンタに応じた数のイベント発行が行われることとなっているが、上記s740にて「YES」と判定されるのは、例えば、車両が急加速するときのように、エンジンの回転数が急激に上昇する場合などである。

【0202】

このような場合には、上述したエッジ経過角度計測割込処理が、適切な回数だけ（具体的にいうと、イベントカウンタが「0」になるまで）繰り返される前に、カム信号に特定レベル変化が発生し、これにより、図14のs760～s780でイベントカウンタを含む各パラメータが設定し直されてしまう。そうすると、本来発生させるべきイベントが発生されなくなってしまうため、本実施形態では、図14のs740でイベントカウンタが「0」でないと判定された場合に、その時点におけるイベントカウンタの値に応じた数のイベントを同図s750にて発生させるようにしている（図19におけるe7～e9の区間参照）。

30

（4）作用、効果

このように構成されたエンジン制御装置1では、クランク信号に異常が発生すると（図7のs210「NO」）、入力経路に入力される入力信号がクランク信号からカム信号へと切り替えられ（同図s240）、以降、このカム信号に基づいてエンジンの制御に関するイベントを発生させるようになる（図14参照）。こうして、エンジンの制御を継続して車両の退避走行を実現することができる。

40

【0203】

このように入力信号がカム信号へと切り替えられた以降は、このカム信号が入力される入力経路における入力信号の変化状態ではなく、クランク入力イベント信号の変化状態が監視されるようになり（図7のs250）、その変化状態に基づいてクランク信号に異常が発生しているか否かの判断がなされるようになる。

【0204】

このクランク入力イベント信号は、クランク信号と同期して特定レベル変化が発生する

50

信号であるため、その信号レベルの変化状態を監視するということは、結果的にクランク信号における変化状態を監視していることになる。

【0205】

そのため、入力経路における入力信号がカム信号へと切り替えられた以降であっても、クランク入力イベント信号における信号レベルの変化状態に基づいて、その切替前と同様に、クランク信号の異常を継続的に検知することができるようになる。

【0206】

そして、上記実施形態では、クランク信号に異常が発生していない、つまりクランク信号が正常に戻ったと判定された場合に（図7のs210）、入力経路に入力させる信号をカム信号からクランク信号へと戻し（同図s220）、また、このクランク信号を分周したクランク分周イベント信号における変化状態を監視する状態に戻すことにより（同図s230、図8のs340）、その異常が発生する前の正常な状態にエンジンの制御を戻すことができる。

10

【0207】

また、上記実施形態では、クランク信号が欠け歯領域となってから次の欠け歯領域となるまでの期間内に対象信号における特定レベル変化の回数が正常範囲（クランク信号が正常である場合における回数の範囲）を超えていることをもって、クランク信号に異常が発生していると判定することができる（図5のs130）。

【0208】

また、上記実施形態では、入力信号診断処理においてクランク分周イベント信号の特定レベル変化をカウントすることにより、対象信号における特定レベル変化の回数を、その変化が複数回発生する毎に単位回数ずつまとめてカウントしている（図5のs110）。

20

【0209】

クランク分周イベント信号はクランク信号を分周してなる信号であるため、これに特定レベル変化が発生する回数をそのままカウントしてしまうと、その分周比に応じた回数の発生毎にカウントが進む結果、そのカウント値は、クランク信号における回数を分周比に応じて間引いた値となってしまう。

【0210】

ところが、上記実施形態では、その分周比に相当する値である単位回数ずつカウントしているため、最終的には、そのカウント値がクランク信号における回数と一致する。

30

そして、このように、対象信号における特定レベル変化の回数が、分周比に応じた回数の発生毎にカウントされる構成であれば、そのカウントおよび判定を行う入力信号診断処理が起動される頻度が低くなるため、それらに要する処理負荷を軽減することができる。

【0211】

さらに、クランク信号に異常が発生した以降は、クランク信号と同期するクランク入力イベント信号における特定レベル変化の回数をカウントすることで（図7のs210→s250、図5のs110）、そのカウントおよび判定を行う入力信号診断処理が起動される頻度を相対的に高くすることができる。これにより、早期にクランク信号の異常が発生していない、つまりクランク信号が正常に戻ったことを判定することができる。

【0212】

40

また、上記実施形態では、クランク信号において欠け歯領域から次の欠け歯領域までの期間における特定レベル変化の回数が正常範囲を超えていること（図5のs130）、または、カム軸が一定の角度だけ回転するまでの期間内における特定レベル変化の回数が正常範囲を超えていることをもって（図10のs132）、クランク信号に異常が発生していると判定することができる（同図s150）。

（5）変形例

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は、上記実施形態に何ら限定されることはなく、本発明の技術的範囲に属する限り種々の形態をとり得ることはいうまでもない。

【0213】

50

例えば、上記実施形態においては、クランク信号に異常が発生していると判定された以降、クランク入力イベント信号に特定レベル変化が発生する毎に入力信号診断処理が起動され、単位回数「1」が変数「欠け歯後エッジ数」に加算される、つまり特定レベル変化の発生毎にその回数がカウントされるように構成されている。これは、クランク入力イベント信号が、クランク信号に同期した特定レベル変化の発生する信号だからである。

【0214】

しかし、その特定レベル変化が複数回発生する毎に、その変化回数をまとめてカウントするようにしてもよく、この場合、そのカウントおよび判定を行う入力信号診断処理の起動する頻度を低くすることで、それらに要する処理負荷を軽減するのに適している。

【0215】

このためには、入力選択部20が、入力分周部32と同じ分周比でクランク信号を分周した信号をクランク入力イベント信号として出力するように構成するとよい。そして、図5のs110では、入力信号診断処理の起動の契機となった信号に拘わらず、単位回数として常に同じ値（例えば「1」など）を変数「欠け歯後エッジ数」にセットするように構成するとよい。

【0216】

この構成では、特定レベル変化の回数が、その発生毎ではなく、その分周比に応じた回数発生する毎にカウントされる。つまり、こうしてカウントされる回数は、実際に特定レベル変化が発生した回数を分周比に応じて間引いた値となる。

【0217】

しかし、クランク信号に異常が発生しているか否かの判定に際して用いられる回数は、このクランク信号を同じ分周比で分周してなるクランク分周イベント信号における特定レベル変化の回数であり、同様に間引かれた値であるため、その判定に支障はない。

【0218】

そして、このように特定レベル変化の回数が分周比に応じた回数発生する毎にカウントされる構成であれば、入力信号診断処理を起動する頻度が低くなるため、それらに要する処理負荷を軽減することができる。

(6) 本発明との対応関係

以上説明した実施形態において、入力選択部20が本発明における信号入力手段、イベント信号生成手段であり、通倍クロック生成部24が本発明における通倍クロック生成手段であり、図11のs560、図17のs810が本発明におけるイベント発生手段であり、入力信号診断処理が本発明における状態監視手段であり、図5のs130、図10のs132が本発明における異常判定手段であり、入力選択処理が本発明における入力切替手段であり、入力分周部32が本発明における入力分周手段であり、図5のs110、s120が本発明におけるクランク間隔計測手段であり、同図s130、図8のs320が本発明における欠け歯判定手段であり、図10のs112、s122が本発明におけるカム変化カウント手段である。

【図面の簡単な説明】

【0219】

【図1】 エンジン制御装置の概略構成を表す構成図

【図2】 エンジンの制御に利用される各信号の波形を示す図

【図3】 アングルクロック生成回路の構成を示すブロック図

【図4】 入力信号の変化に伴うパラメータの変化状態を示すタイムチャート(1)

【図5】 入力信号診断処理を示すフローチャート

【図6】 入力信号の変化に伴うパラメータの変化状態を示すタイムチャート(2)

【図7】 入力切替処理を示すフローチャート

【図8】 入力分周処理を示すフローチャート

【図9】 クランク信号の診断に関する動作内容を示すタイムチャート

【図10】 別構成における入力信号診断処理を示すフローチャート

【図11】 クランクエッジ割込処理

10

20

30

40

50

【図 1 2】 クランクエッジ割込処理における各パラメータの変化状態を示すタイムチャート (1/2)

【図 1 3】 クランクエッジ割込処理における各パラメータの変化状態を示すタイムチャート (2/2)

【図 1 4】 カムエッジ割込処理における各パラメータの変化状態を示すタイムチャート

【図 1 5】 第 1, 第 2 カム信号における信号レベルの組み合わせと、各カウンタにセットすべき初期値との関係を示す表

【図 1 6】 カムエッジ割込処理における各パラメータの変化状態を示すタイムチャート (1/3)

【図 1 7】 エッジ経過角度計測割込処理を示すフローチャート

10

【図 1 8】 カムエッジ割込処理における各パラメータの変化状態を示すタイムチャート (2/3)

【図 1 9】 カムエッジ割込処理における各パラメータの変化状態を示すタイムチャート (3/3)

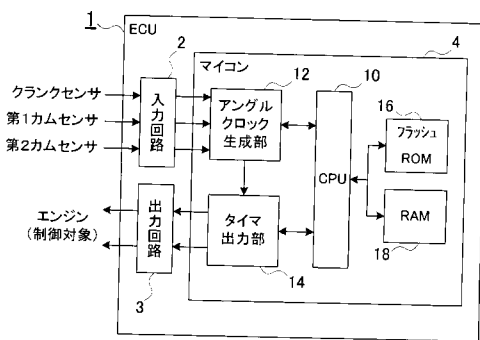
【符号の説明】

【0 2 2 0】

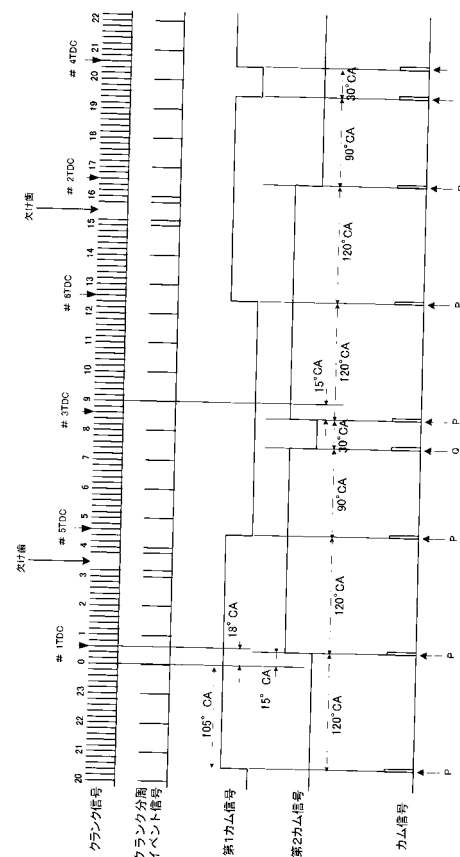
1…エンジン制御装置、2…入力回路、3…出力回路、4…マイコン、10…CPU、12…アングルクロック生成部、14…タイマ出力部、16…フラッシュROM、18…RAM、20…入力選択回路、22…エッジ間計測部、24…通倍クロック生成部、26…エッジ後経過角度計測部、28…アングルクロック生成部、32…入力分周部、34…クランク計測部。

20

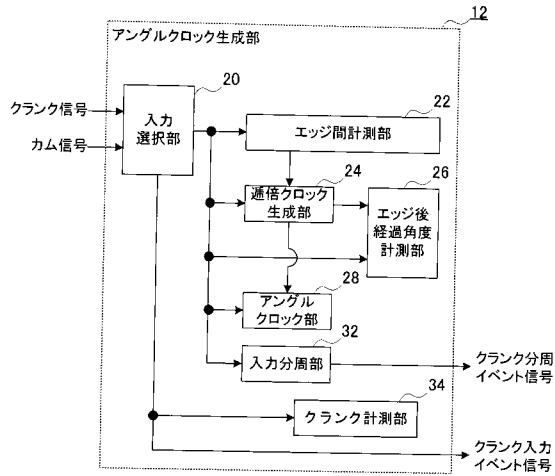
【図 1】



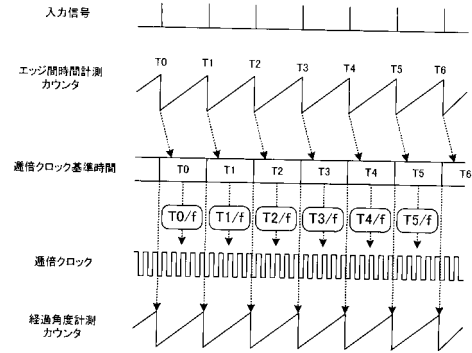
【図 2】



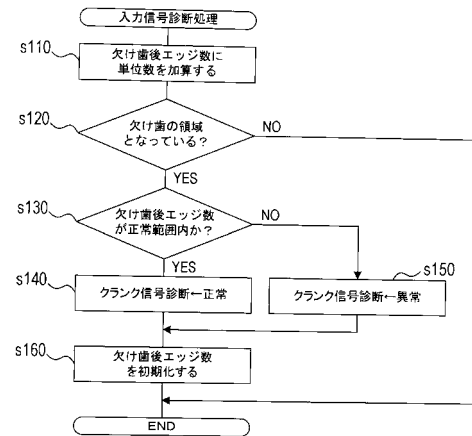
【図 3】



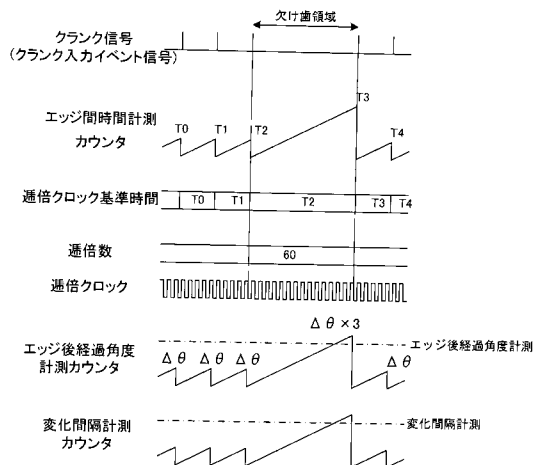
【図 4】



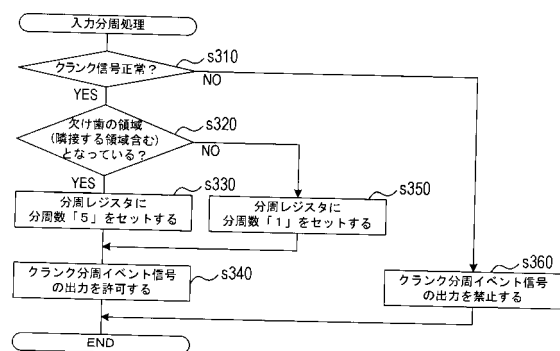
【図 5】



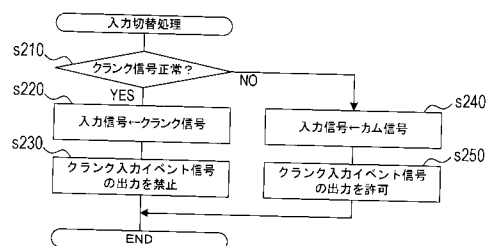
【図 6】



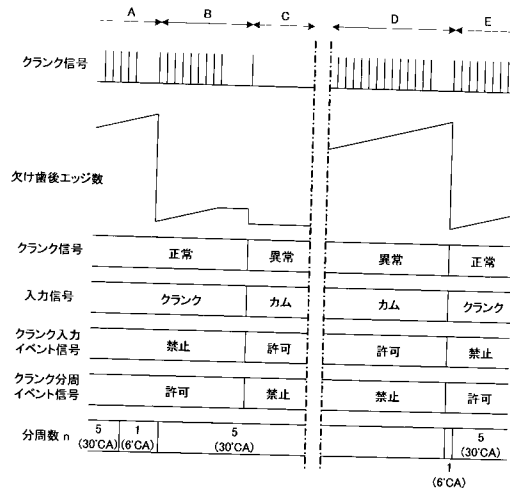
【図 8】



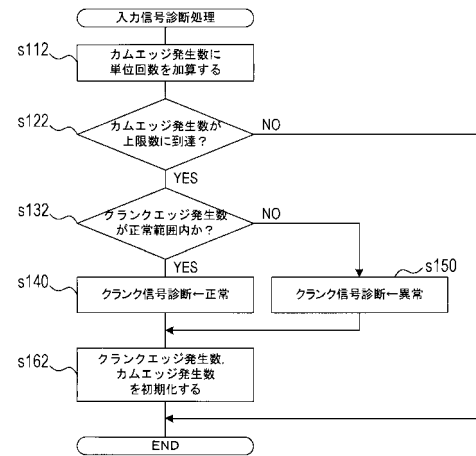
【図 7】



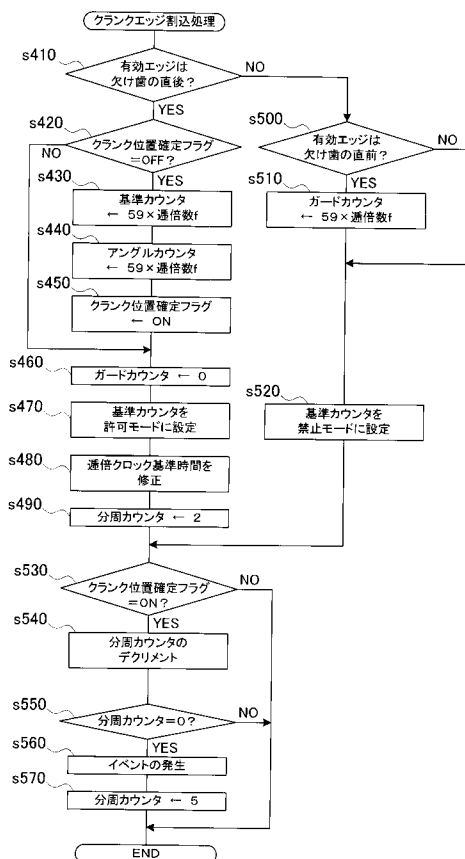
【図 9】



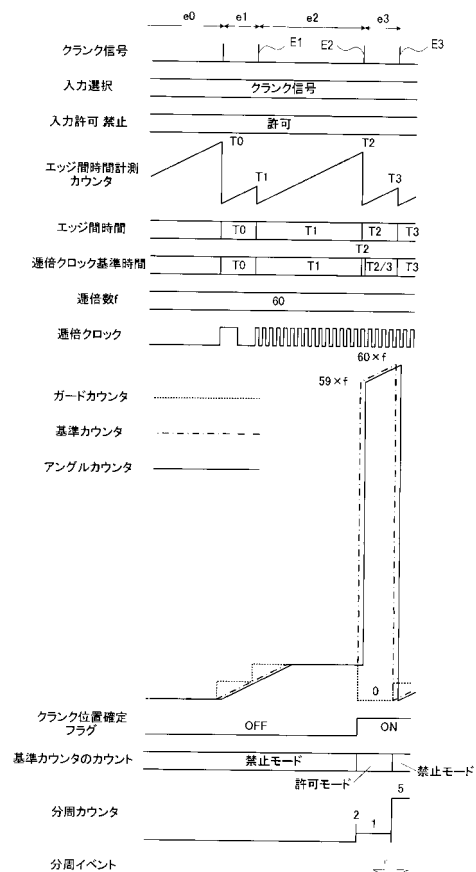
【図 10】



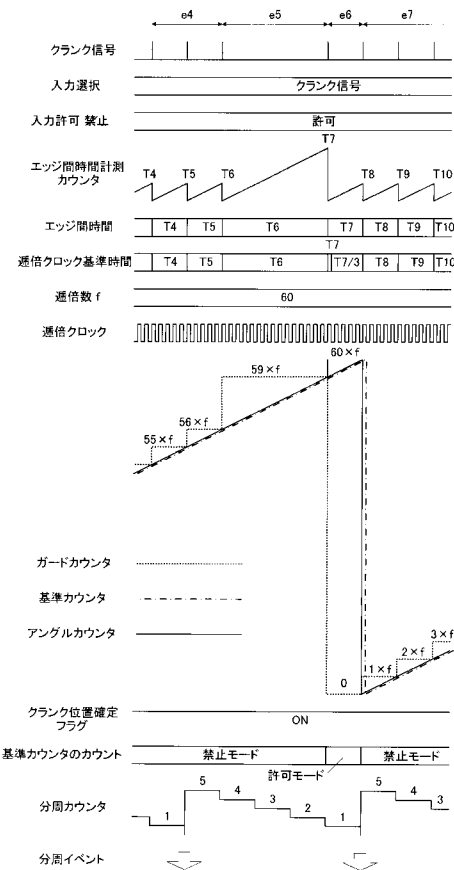
【図 11】



【図 12】



【図 13】



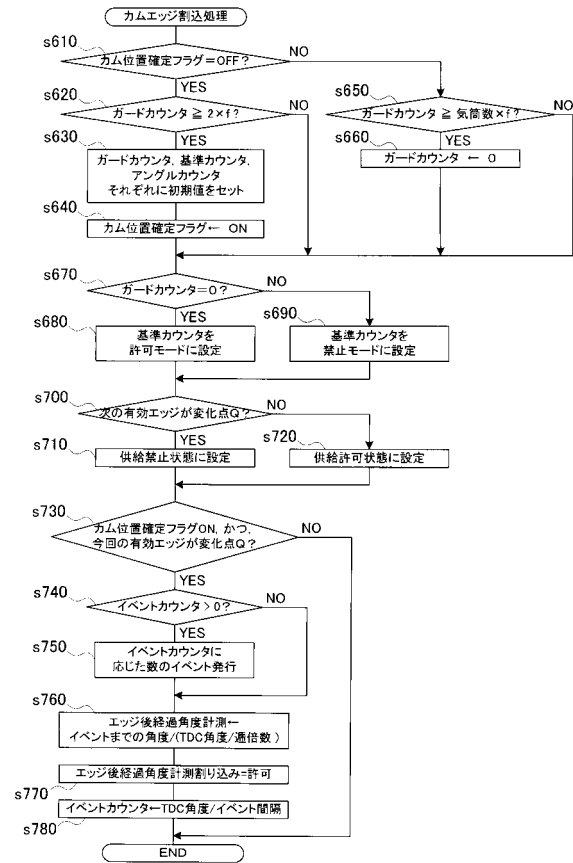
【図 15】

第1カム信号	↑	↑	↓	↓	L	H	L	H
第2カム信号	L	H	L	H	↑	↑	↓	↓
変化点	P	P	Q	P	P	Q	P	P
ガードカウンタ	0	4800	6900	2400	3600	1200	3300	6000
基準カウンタ	6000	3600	5700	1200	2400	0	2100	4800
アングルカウンタ	6000	3600	5700	1200	2400	0	2100	4800

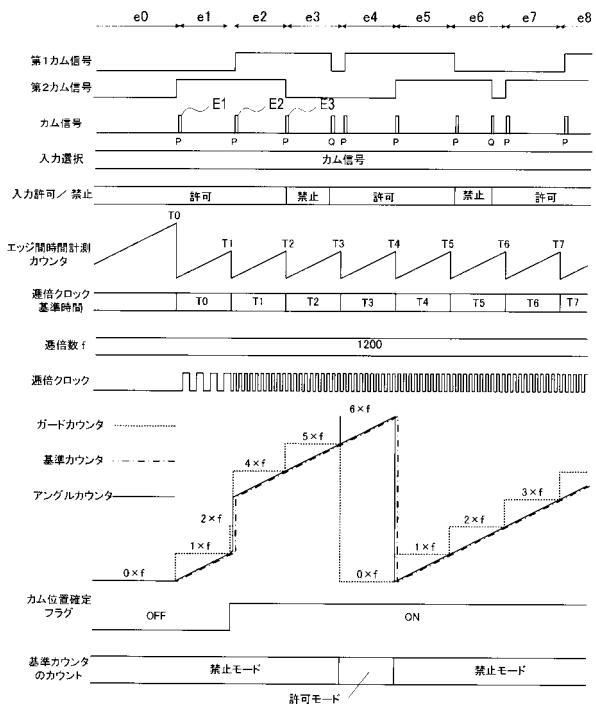
↑: 立ち上がりエッジ ↓: 立ち下がりエッジ

L: ローレベル H: ハイレベル

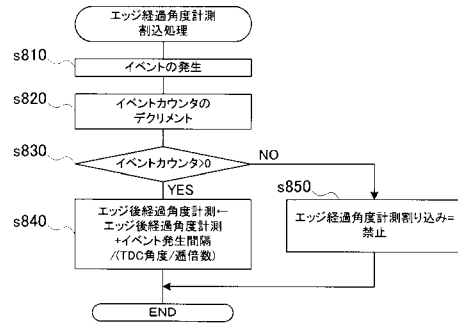
【図 14】



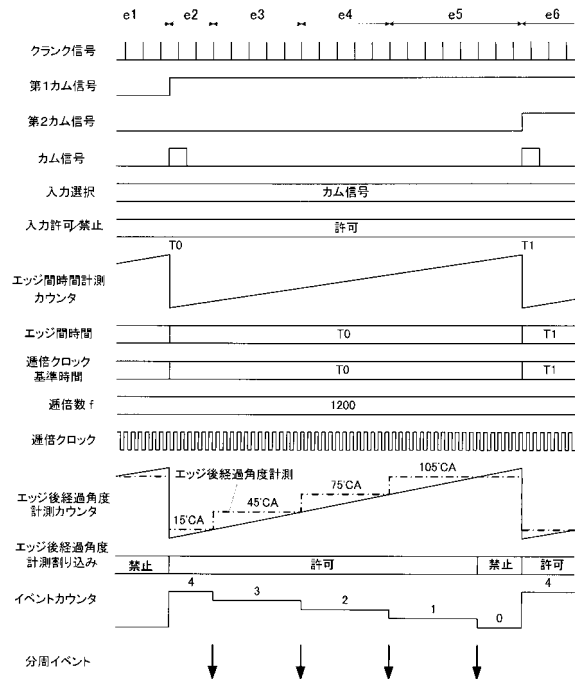
【図 16】



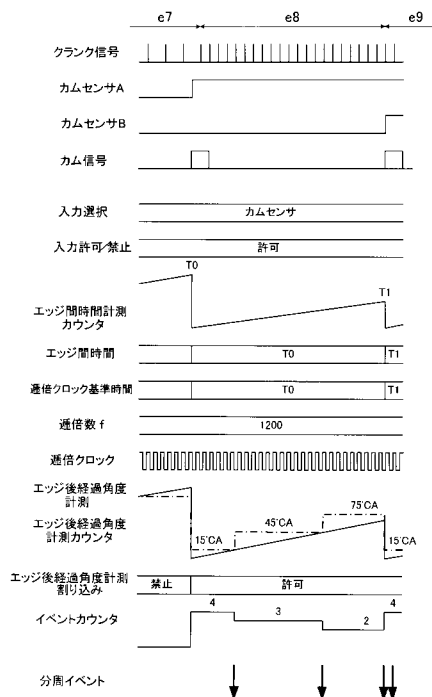
【図 17】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2007-205242 (JP, A)
特開2006-200484 (JP, A)
特開平10-047142 (JP, A)
特開2003-247450 (JP, A)
特開2001-214790 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D 43/00-45/00

F02D 41/00-41/40