

(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2007-187021

(P2007-187021A)

(43) 公開日 平成19年7月26日(2007.7.26)

| | | |
|-----------------------------|-----------------|-------------|
| (51) Int. Cl. | F I | テーマコード (参考) |
| FO2D 45/00 (2006.01) | FO2D 45/00 362S | 2F063 |
| GO1B 7/30 (2006.01) | GO1B 7/30 H | 3G384 |

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 16 頁)

| | | | |
|-----------|--------------------------|----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2006-3853 (P2006-3853) | (71) 出願人 | 000004260 株式会社デンソー |
| (22) 出願日 | 平成18年1月11日 (2006.1.11) | (74) 代理人 | 100121821 弁理士 山田 強 |
| | | (72) 発明者 | 中田 謙一郎 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 |
| | | (72) 発明者 | 石塚 康治 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 |
| | | Fターム(参考) | 2F063 AA35 BA07 CA09 DA01 DA05 EA03 GA52 3G384 CA21 DA12 DA29 DA36 EB17 ED01 ED05 ED07 ED11 EE04 EF01 FA58Z FA61Z FA73Z |

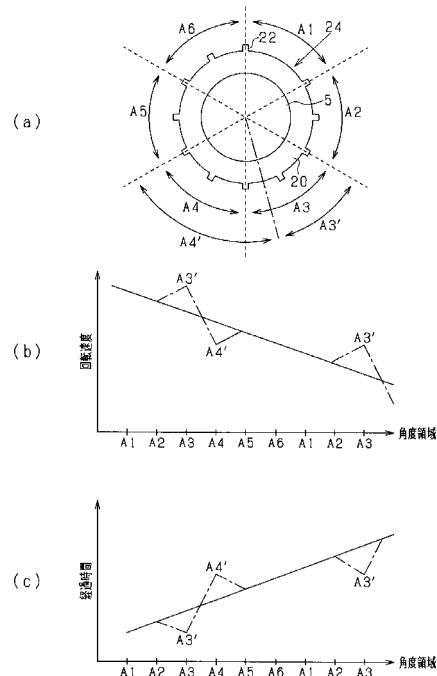
(54) 【発明の名称】 回転角度検出装置

(57) 【要約】

【課題】 製造工程の煩雑化を抑制しつつも、角度誤差を精度良く算出することのできる回転角度検出装置を提供する。

【解決手段】 クランク軸5のロータ20には、複数の歯部22が設けられている。これら歯部22によって区画される領域のうち、区間A1～A3（第1のグループ）は1番気筒及び2番気筒の燃焼行程と対応し、区間A4～A6（第2のグループ）は3番気筒及び4番気筒の燃焼行程と対応する。所定区間（例えばA1）の回転速度についてのクランク軸5の1回転の間の減少量に基づき、燃料カット制御によるクランク軸5の回転速度の減衰直線を算出する。そして、これに基づき、これら第1及び第2のグループの角度領域を等しくすべく、第1及び第2のグループ内の区間の角度を補正する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

内燃機関のクランク軸のトルクを生成する燃料噴射を停止させる燃料カット制御が行なわれるとき、前記クランク軸の回転と同期して回転する複数の被検出部によって定まる区間のうちの任意の区間を検出するクランク角センサの出力に基づき、前記任意の区間についての回転に要する時間及びその相当値のいずれかの物理量に応じた区間パラメータを算出することで、前記任意の区間の角度誤差を検出する回転角度検出装置において、

前記被検出部の所定の 2 つによって定義される区間の回転に関する前記物理量についての前記クランク軸の 1 回転の整数倍経過の前後の算出値に基づき、前記燃料カット制御による前記クランク軸の回転速度の減衰度合いを推定する推定手段と、

10

前記被検出部によって定まる区間の回転に関する前記物理量と前記減衰度合いとから把握される前記回転速度の減衰態様によって前記任意の区間の前記物理量の基準値を定め、該基準値に対する前記任意の区間の前記区間パラメータのずれに基づき、前記任意の区間の角度誤差を検出する誤差検出手段とを備えることを特徴とする回転角度検出装置。

【請求項 2】

前記区間パラメータは、前記任意の区間の回転に関する前記物理量の複数の平均値として算出されるものであることを特徴とする請求項 1 記載の回転角度検出装置。

【請求項 3】

前記クランク軸の 1 回転の整数倍によって定義される区間である全区間が前記被検出部によって分割された複数の区間のそれぞれについて、前記区間パラメータを算出する算出手段を更に備え、

20

前記複数の区間のそれぞれを前記任意の区間として、該各区間の前記角度誤差を検出することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の回転角度検出装置。

【請求項 4】

前記クランク軸の 1 回転の整数倍によって定義される区間である全区間が前記被検出部によって分割された複数の区間のそれぞれについて、前記区間パラメータを算出する算出手段と、

前記区間パラメータの平均値である全区間平均値を算出する全区間平均化手段とを更に備え、

前記誤差検出手段は、前記全区間平均値と前記減衰度合いとから把握される前記回転速度の減衰態様によって前記基準値を定めることを特徴とする請求項 3 記載の回転角度検出装置。

30

【請求項 5】

前記内燃機関が多気筒内燃機関であり、

前記複数の区間が、前記内燃機関の各気筒の圧縮上死点と対応する回転角度をそれぞれ含んで且つ等角度分割された角度領域によってグループ化されてなり、

前記誤差検出手段は、前記減衰態様に基づき、前記グループ化のなされた各グループの角度領域における前記物理量の平均値の基準値を算出する手段と、前記各グループの角度領域が互いに等しくなるように規格化するうえでの前記各区間の角度誤差を前記各グループの基準値に基づき検出する手段とを備えることを特徴とする請求項 3 又は 4 記載の回転角度検出装置。

40

【請求項 6】

前記減衰態様が前記回転角度の変化に比例して前記物理量が増加する減衰直線とされることを特徴とする請求項 5 記載の回転角度検出装置。

【請求項 7】

前記減衰態様が前記回転角度の変化に比例して前記物理量が増加する減衰直線とされるなり、

前記誤差検出手段は、前記減衰直線に対する前記任意の区間の区間パラメータのずれに基づき前記任意の区間の角度誤差を検出することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の回転角度検出装置。

50

【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と同期して回転する複数の被検出部を検出するクランク角センサの出力を取り込み、前記クランク軸の回転角度を検出する回転角度検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

この種の回転角度検出装置としては、クランク角センサの出力に基づき、クランク軸に設けられたロータ上に等間隔で形成された複数の歯（被検出部）を検出することで、出力軸（クランク軸）の回転角度を検出するものが周知である。ただし、実際の歯と歯の間隔には、通常、構造上の誤差がある。そして、構造上の誤差があると、クランク軸の回転角度の検出に誤差が生じる。

10

【0003】

そこで従来は、例えば下記特許文献1に見られるように、2つの歯によって区画される区間の回転に要する時間を検出するとともに、この検出される時間と理論時間とを比較して上記2つの歯の間の角度誤差を検出する装置も提案されている。ここで、理論時間は、クランク軸の一回転の領域が上記歯に対応して複数に分割された各区間毎に定義されている。この装置によれば、クランク軸の回転速度が「 $360^{\circ}CA$ 」毎に周期的に変化したとしても、上記角度誤差の検出に際し、この周期的な変化の影響を除去することができる。

20

【0004】

ただし、上記装置では、角度誤差を検出するために予め理論時間を用意する必要があり、装置の製造工程が煩雑化するという問題があった。

【特許文献1】特開平11-247707号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、製造工程の煩雑化を抑制しつつも、角度誤差を精度良く算出することのできる回転角度検出装置を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

以下、上記課題を解決するための手段、及びその作用効果について記載する。

【0007】

請求項1記載の発明は、前記被検出部の所定の2つによって定義される区間の回転に関する前記物理量についての前記クランク軸の1回転の整数倍経過の前後の算出値に基づき、前記燃料カット制御による前記クランク軸の回転速度の減衰度合いを推定する推定手段と、前記被検出部によって定まる区間の回転に関する前記物理量と前記減衰度合いとから把握される前記回転速度の減衰態様によって前記任意の区間の前記物理量の基準値を定め、該基準値に対する前記任意の区間の前記区間パラメータのずれに基づき、前記任意の区間の角度誤差を検出する誤差検出手段とを備えることを特徴とする。

40

【0008】

上記構成において、所定の2つの被検出部によって定義される区間（所定区間）の回転に関する上記物理量についてのクランク軸の1回転の整数倍経過の前後の算出値のずれは、燃料カット制御に伴うクランク軸の回転速度の減衰度合いを精度良く表現する。すなわち、所定区間に角度誤差があることで所定区間の回転に要する時間や所定区間の回転速度に誤差を生じさせる場合であっても、クランク軸の1回転の整数倍の回転の経過後の所定区間の回転に要する時間の伸長度合いや所定区間の回転速度の減少度合いは、クランク軸の回転速度の減衰度合いを適切に表現する。しかし、こうして把握される減衰度合いのみ

50

によっては、燃料カット制御によるクランク軸の回転速度の減衰の態様そのものを把握することはできない。そこで上記構成では、この減衰度合いと、被検出部によって定まる区間の回転に関する物理量とに基づき、クランク軸の回転速度の減衰態様を把握する。そして、減衰態様から任意の区間の回転に要する時間や同区間の回転速度等の物理量の基準値を定めることができる。こうして定められた物理量は、任意の区間に角度誤差がない場合の基準となる物理量として採用することができるため、この物理量と上記区間パラメータとのずれに基づき角度誤差を検出することができる。

【0009】

請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明において、前記区間パラメータは、前記任意の区間の回転に関する前記物理量の複数個の平均値として算出されるものであることを特徴とする。

10

【0010】

上記構成では、区間パラメータが、クランク軸の回転変動が平均化された値となっている。このため、角度誤差の検出に際して、クランク軸に加わる複雑な力によるクランク軸の回転変動や、クランク角センサの出力に混入するノイズ等の影響を好適に抑制することができる。

【0011】

請求項3記載の発明は、請求項1又は2記載の発明において、前記クランク軸の1回転の整数倍によって定義される区間である全区間が前記被検出部によって分割された複数の区間のそれぞれについて、前記区間パラメータを算出する算出手段を更に備え、前記複数の区間のそれぞれを前記任意の区間として、該各区間の前記角度誤差を検出することを特徴とする。

20

【0012】

上記構成では、算出手段を備えることで、全区間について角度誤差を検出することができる。

【0013】

請求項4記載の発明は、請求項3記載の発明において、前記クランク軸の1回転の整数倍によって定義される区間である全区間が前記被検出部によって分割された複数の区間のそれぞれについて、前記区間パラメータを算出する算出手段と、前記区間パラメータの平均値である全区間平均値を算出する全区間平均化手段とを更に備え、前記誤差検出手段は、前記全区間平均値と前記減衰度合いとから把握される前記回転速度の減衰態様によって前記基準値を定めることを特徴とする。

30

【0014】

上記構成において、全区間平均値は、各区間の角度誤差等の影響が好適に抑制された値となる。このため、この全区間平均値を用いることで、燃料カット制御による回転速度の減衰度合いを的確に把握することができる。

【0015】

請求項5記載の発明は、請求項3又は4記載の発明において、前記内燃機関が多気筒内燃機関であり、前記複数の区間が、前記内燃機関の各気筒の圧縮上死点と対応する回転角度をそれぞれ含んで且つ等角度分割された角度領域によってグループ化されてなり、前記誤差検出手段は、前記減衰態様に基づき、前記グループ化のなされた各グループの角度領域における前記物理量の平均値の基準値を算出する手段と、前記各グループの角度領域が互いに等しくなるように規格化するうえでの前記各区間の角度誤差を前記各グループの基準値に基づき検出する手段とを備えることを特徴とする。

40

【0016】

上記構成では、上記減衰度合いに基づき、各グループの基準値を精度良く算出することができる。そして、これに基づき、各グループの角度領域を互いに高精度で等しく設定することができる。

【0017】

請求項6記載の発明は、請求項5記載の発明において、前記減衰態様が前記回転角度の

50

変化に比例して前記物理量が変化する減衰直線とされてなることを特徴とする。

【0018】

上記構成では、回転角度と物理量との間に線形性を仮定することで、回転速度の減衰度合いを簡易且つ適切に算出することができる。

【0019】

請求項7記載の発明は、請求項1～4のいずれかに記載の発明において、前記減衰態様が前記回転角度の変化に比例して前記物理量が増加する減衰直線とされてなり、前記誤差検出手段は、前記減衰直線に対する前記任意の区間の区間パラメータのずれに基づき前記任意の区間の角度誤差を検出することを特徴とする。

【0020】

上記構成では、回転角度と物理量との間に線形性を仮定することで、減衰直線に対する任意の区間の区間パラメータのずれに基づき任意の区間の角度誤差を簡易且つ適切に算出することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

(第1の実施形態)

以下、本発明にかかる回転角度検出装置を、マニュアルトランスミッション車に搭載されたディーゼル機関の回転角度検出装置に適用した第1の実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。

【0022】

図1に、エンジンシステムの全体構成を示す。

【0023】

図示されるディーゼル機関1は、多気筒内燃機関(ここでは、4気筒を想定)として構成されており、各気筒毎に、燃料噴射弁2等のアクチュエータを備えている。また、各気筒のピストン3は、コンロッド4を介してクランク軸5と接続されている。また、クランク軸5は、カム軸6, 8と機械的に連結されている。カム軸6, 8は、クランク軸5が2回転する間に1回転するものである。すなわち、ディーゼル機関1は、4ストロークエンジンである。また、クランク軸5は、マニュアルトランスミッション(MT10)を介して駆動輪と連結可能とされている。一方、シフト操作部12は、ユーザによってシフト位置の操作がなされる部分であり、シフト操作部12の操作によって、MT10のシフト位置が変更される。なお、シフト操作部12には、シフト操作位置を検出するシフト位置センサ14が備えられている。

【0024】

上記クランク軸5には、図中左側に拡大して示すように、ロータ20が設けられている。このロータ20には、複数の被検出部(歯部22)が形成されている。詳しくは、ロータ20には、基本的には歯部22が等間隔(ここでは、「30°CA」を例示)に形成されており、ロータ20の一箇所には欠け歯部24が設けられている。

【0025】

一方、カム軸6には、ロータ30が設けられている。このロータ30にも、複数の被検出部(歯部32)が形成されている。ちなみに、ここでは、4つの歯部32が等間隔に形成された例を示した。

【0026】

上記歯部22は、クランク角センサ40によって検出される。一方、上記歯部32は、カム角センサ42によって検出される。

【0027】

電子制御装置(ECU50)は、中央処理装置(CPU52)や、読み出し専用メモリ(ROM54)、電氣的書き換え可能な読み出し専用メモリ(EEPROM56)等を備え構成されている。そして、ECU50は、クランク角センサ40や、カム角センサ42等、ディーゼル機関の各種運転状態を検出するセンサの検出値と、上記シフト位置センサ14等、ユーザからの要求についての検出値とを取り込む。そして、ECU50は、これ

10

20

30

40

50

ら検出結果に基づき、燃料噴射弁 2 等の各種アクチュエータを操作することで、ディーゼル機関 1 の出力を制御する。

【0028】

上記出力制御を適切に行うべく、ROM 54 内には、様々なプログラムが格納されている。このプログラムとしては、例えば各気筒の燃料噴射弁 2 の噴射特性のばらつきを補償する学習値を算出するための燃料噴射学習プログラム 60 や、上記歯部 22 間の間隔の構造上の誤差を補償するクランク角度誤差学習プログラム 62 がある。

【0029】

上記燃料噴射学習プログラム 60 による学習値の算出は、各気筒の燃料噴射に伴うクランク軸 5 の回転速度の上昇量の差をゼロとするために要求される操作量と基準となる操作量との差を、各気筒毎の学習値として算出するものである。こうして算出される学習値を用いることで、クランク角センサ 40 の出力に基づき算出される回転速度の上記上昇量を略均等することができる。しかし、歯部 22 の間隔に構造上の誤差がある場合には、クランク角センサ 40 の出力に基づき算出される回転角度や回転速度は、実際の回転角度や回転速度との間にずれを生じたものとなる。そして、ずれを生じているときには、上記学習値を用いて各気筒の燃料噴射弁 2 の噴射特性のばらつきを補償することができない。以下、これについて詳述する。

【0030】

図 2 (a) に、各気筒 (図中、# 1 ~ # 4) の燃料噴射に伴うクランク角センサ 40 の検出結果を示す。詳しくは、図中、実線にて歯部 22 に構造上の角度誤差がないときのものを示し、1 点鎖線にて歯部 22 に角度誤差があるときのものを示し、2 点鎖線にて燃料噴射弁 2 に噴射特性のばらつきがある場合を示す。図示されるように、歯部 22 に角度誤差がある場合と燃料噴射弁 2 に噴射特性のばらつきがある場合との双方において、燃料噴射に伴う回転上昇量についてのクランク角センサ 40 の検出結果に気筒間のばらつきがある。図 2 (b) に、図 2 (a) に示すクランク角センサ 40 の検出結果をトルク相当値に換算したグラフを示す。

【0031】

このように、クランク角センサ 40 によって検出される回転上昇量にばらつきが生じている場合であっても、それが燃料噴射弁 2 の噴射特性のばらつきによるものであるのか、あるいは角度誤差によるものであるのかを特定することができない。そこで本実施形態では、図 3 に示すように、角度誤差を学習した後 (ステップ S 2 : Y E S)、燃料噴射弁 2 の学習値を学習する (ステップ S 4)。ちなみに、この図 3 は、E C U 5 0 により所定期間で繰り返し実行される処理の手順である。

【0032】

ここで、角度誤差の学習について詳述する。

【0033】

まず、図 4 を用いて、歯部 22 間の間隔の構造上の誤差について説明する。

【0034】

図 4 (a) には、クランク軸 5 に設けられたロータ 20 について、欠け歯部 24 の両側の歯部 22 によって区画される区間を区間 A 1 とし、時計回りに順に「60°CA」毎に区間 A 2 ~ A 6 が定義されている。図 4 (a) では、歯部 22 にずれが生じていないものが示されているため、区間 A 1 ~ A 6 は全て互いに等しいものとなっている。これに対し、区間 A 3', A 4' は、歯部 22 にずれが生じたために、区間 A 3, A 4 に対してずれを生じた場合を示している。

【0035】

図 4 (b) に、ディーゼル機関 1 のクランク軸 5 のトルクの生成に寄与する燃料噴射を停止する燃料カット制御時における上記区間 A 1 ~ A 6 の回転速度を示す。また、図 4 (c) に、上記燃料カット制御時における上記区間 A 1 ~ A 6 の回転に要する時間 (経過時間) を示す。図 4 (b)、図 4 (c) に実線にて模式的に示されるのは、歯部 22 間の間隔に構造上のずれがない場合のものである。図示されるように、燃料カット制御がなされ

10

20

30

40

50

るために、回転速度は徐々に低下しており、経過時間は徐々に増加している。これに対し、歯部 2 2 間の間隔に上述した構造上のずれが生じた場合に検出される回転速度を、図 4 (b) に一点鎖線にて示す。図示されるように、回転速度は、区間 A 3 ' において一旦増加し、区間 A 4 ' において実際以上に小さな値となっている。また、歯部 2 2 間の間隔に上述した構造上のずれが生じた場合に検出される経過時間を、図 4 (c) に一点鎖線にて示す。図示されるように、経過時間は、区間 A 3 ' において一旦減少し、区間 A 4 ' において実際以上に大きな値となっている。

【 0 0 3 6 】

ここで例えば、区間 A 1 に 1 番気筒及び 3 番気筒の圧縮上死点があり、区間 A 4 に 2 番気筒及び 4 番気筒の圧縮上死点があって且つ区間 A 3 と区間 A 4 とに先の図 4 (a) に示した角度誤差がある場合には、燃料噴射弁 2 の噴射特性のばらつきがなくても、先の図 2 (a) に一点鎖線にて示すように回転上昇量にばらつきが生じる。そこで本実施形態では、1 番気筒及び 3 番気筒の燃焼行程と対応する区間 A 1 ~ A 3 を第 1 のグループとし、2 番気筒及び 4 番気筒の燃焼行程と対応する区間 A 4 ~ A 6 を第 2 のグループとしてクランク軸 5 の角度領域をグループ化し、上記構造上の誤差による各グループの角度領域のばらつきを補正する。そして、2 つのグループの角度領域を互いに等しくする補正 (規格化) を行なうことで、燃料噴射弁 2 の噴射特性のばらつきの学習に際して、角度誤差に起因して各気筒の燃焼行程による回転上昇量の検出値にばらつきが生じることを回避することができる。

【 0 0 3 7 】

図 5 に、上記クランク角度誤差学習プログラム 6 2 の処理手順を示す。この処理は、E C U 5 0 により、例えば所定周期で繰り返し実行される。

【 0 0 3 8 】

この一連の処理では、まずステップ S 1 0 において、学習条件が成立したか否かを判断する。この学習条件は、(イ)シフト操作部 1 2 がニュートラルレンジに操作されていること、(ロ)回転速度が所定の範囲内にあること、(ハ)燃料カット制御がなされていることの全ての条件が成り立つことである。

【 0 0 3 9 】

ここで、条件 (イ) は、駆動輪側からクランク軸 5 に付与されるトルクを略ゼロとする条件で学習制御を行うためのものである。この条件の成立により、駆動輪側から加えられるトルク変動によってクランク軸 5 に加えられるトルクが変動することを回避することができる。条件 (ロ) は、クランク軸 5 に加わる力の変動が過度に大きくならない条件下等で学習制御を行うためのものである。条件 (ハ) は、燃焼工程によるクランク軸 5 の回転変動を回避するためのものである。ちなみに、燃料カット制御は、車両減速時等において行なわれる。

【 0 0 4 0 】

上記学習条件が成立すると、ステップ S 1 2 に移行する。ここでは、図 6 に示す態様にて、上記区間 A 1 ~ A 6 における回転速度の平均値及び全区間における回転速度の平均値を算出する。図 6 は、各区間 A 1 ~ A 6 の回転速度 S 1 ~ S 6 の減衰態様を示している。ここで、例えば、上記区間 A 1 における回転速度の平均値は、「 $720 \times n \text{ } ^\circ \text{ C A}$ 」分の回転速度 S 1 (1) ~ S 1 (n) の平均値 N E 1 として算出する。また、全区間平均値 n e a v e は、各区間における回転速度の平均値 N E 1 ~ N 6 の平均値として算出する。

【 0 0 4 1 】

ここで、各区間 A 1 ~ A 6 の回転速度を直接用いる代わりにこれらの平均値を用いるのは、クランク軸 5 に加わる力によって実際にクランク軸 5 の回転が変動することや、クランク角センサ 4 0 の出力にノイズが混入することによる影響を抑制するためである。

【 0 0 4 2 】

クランク軸 5 の回転速度は、各気筒の圧縮上死点近傍において周期的に極小となる。しかし、これは、圧縮上死点となるタイミングを周期とする周期的な力がクランク軸 5 に加わることを意味しない。例えば 1 番気筒の圧縮上死点においては、1 番気筒のピストン 3

10

20

30

40

50

がコンロッド 4 を介してクランク軸 5 の回転を抑止しようとする力が特に強くなる。また、2 番気筒の圧縮上死点においては、2 番気筒のピストン 3 がコンロッド 4 を介してクランク軸 5 の回転を抑止しようとする力が特に強くなる。そして、各気筒のピストン 3 は、コンロッド 4 を介して、クランク軸 5 上の互いに異なる位置に力を加えることとなる。これは、各気筒のピストン 3 と連結されるコンロッド 4 がクランク軸 5 と接続される箇所が互いに異なるためである。このため、燃料カット制御後にクランク軸 5 が慣性によって回転を継続しようとする力と、各気筒のピストン 3 がコンロッド 4 を介してクランク軸 5 の回転を抑止しようとする力とによってクランク軸 5 のねじり力が生じて且つ、このねじり力は「720°CA」周期となっている。

【0043】

より厳密には、クランク軸 5 の回転速度の低下に伴い、回転変動も減衰していく。ここでは、ねじり力の減衰も生じている。更に、例えば任意の気筒の圧縮上死点においてピストン 3 がコンロッド 4 を介してクランク軸 5 に加えた抑止力とクランク軸 5 の慣性力とによって生じたねじり力は、クランク軸 5 の弾性等により、その後、クランク軸 5 に加わる逆方向のねじり力の原因ともなる。

【0044】

このように、燃料カット制御時にクランク軸 5 に加わる力は複雑に変動しており、これによりクランク軸 5 の回転速度も複雑に変動することとなる。本実施形態では、上記歯部 22 間の間隔の構造上の誤差を検出する際に、こうした変動の影響を極力抑制すべく、また、クランク角センサ 40 の出力に混入するノイズの影響を極力抑制すべく、上記平均値を用いる。

【0045】

続いて先の図 5 のステップ S14 では、区間 A1 ~ A6 のいずれかについての回転速度のクランク軸 5 の 1 回転における減衰度合いを算出する。具体的には、本実施形態では、図 7 (a) に示すように、区間 A1 の最初にサンプリングされる回転速度 $S1(1)$ から 2 度目にサンプリングされる回転速度 $S1(2)$ を減算することでその減少量 $neave2$ を算出する。この減少量 $neave2$ は、たとえ区間 A1 に角度誤差があったとしても、燃料カット制御に伴うクランク軸 5 の回転速度の減衰度合いを適切に定量化したものとなっている。すなわち、先の図 6 に一点鎖線にて示すように回転角度の増加に比例して回転速度が減少する線形関係が成り立つ場合、減少量 $neave2$ は、区間 A1 ~ 区間 A6 のいずれを用いても略等しい値として算出される。

【0046】

続いて先の図 5 のステップ S16 では、第 1 のグループと第 2 のグループとのそれぞれの回転速度の平均値である各基準値を算出する。ここでは、まず図 7 (b) に示すように、上記減少量 $neave2$ を「1/4」倍することで「90°CA」あたりの回転速度の減少量 wdh を算出する。次に図 7 (c) に示すように、全区間平均値 $neave$ に減少量 wdh を加算することで第 1 のグループの回転速度の基準値 $hdave$ を算出するとともに、全区間平均値 $neave$ から減少量 wdh を減算することで第 2 のグループの回転速度の基準値 $bkave$ を算出する。ここで全区間平均値 $neave$ を用いるのは、上記減少量 $neave2$ からは図 7 に一点鎖線にて示す減衰直線の傾きを把握することができるに過ぎず、減衰直線を定めるには不十分だからである。図 7 (c) では、この減衰直線の切片情報として、全区間平均値 $neave$ を用いた。

【0047】

続いて先の図 5 のステップ S18 では、各グループの基準値に対する同グループ内の区間の回転速度の平均値のずれを補正する補正值を算出する。これは、第 1 のグループの角度領域と第 2 のグループの角度領域とを等しくするための一手法である。より正確には、図 7 (d) に示すように、まず、第 1 のグループの各平均値 $NE1 \sim NE3$ の平均値と基準値 $hdave$ との比 HD と、第 2 のグループの各平均値 $NE4 \sim NE6$ の平均値と基準値 $bkave$ との比 BK とを算出する。そして、これら比 HD と比 BK との平均値 AVE を算出する。この平均値 AVE の逆数が、上記補正に際して区間 A1 ~ A6 の回転速度の

10

20

30

40

50

平均値を上記全区間平均値 $n e a v e$ とするための規格化因子となる。次に、第 1 のグループ内の区間 $A 1 \sim A 3$ の回転速度の平均値 $N E 1 \sim N E 3$ のそれぞれを基準値 $h a a v e$ で除算して且つ「 $1 / A V E$ 」にて規格化することで補正值 $K 1 \sim K 3$ を算出する。同様に、第 2 のグループ内の区間 $A 4 \sim A 6$ の回転速度の平均値 $N E 4 \sim N E 6$ のそれぞれを比 $b k a v e$ で除算して且つ「 $1 / A V E$ 」にて規格化することで補正值 $K 4 \sim K 6$ を算出する。

【0048】

これら補正值 $K 1 \sim K 6$ を用いることで、第 1 のグループと第 2 のグループとの回転角度領域を等しくすることができ、ひいては燃料噴射弁 2 の噴射特性のばらつきを高精度に検出することが可能となる。

10

【0049】

以上詳述した本実施形態によれば、以下の効果が得られるようになる。

【0050】

(1) 所定の区間(ここでは、 $A 1$)についてのクランク軸 5 の 1 回転の整数倍経過の前後の回転速度 $S 1 (1)$ 、 $S 1 (2)$ に基づき、燃料カット制御によるクランク軸 5 の回転速度の減衰度合いを推定した。これにより、クランク軸 5 の回転速度の減衰度合いを精度良く算出することができる。

【0051】

(2) 角度誤差の検出に際し、各区間 $A 1 \sim A 6$ の回転速度やこれらの全区間の平均値の代わりに、各区間 $A 1 \sim A 6$ の回転速度の平均値 $N E 1 \sim N E 6$ や、これらの全区間平均値 $n e a v e$ を用いた。これにより、角度誤差の検出に際して、クランク軸 5 に加わる複雑な力によるクランク軸 5 の回転変動や、クランク角センサ 40 の出力に混入するノイズ等の影響を好適に抑制することができる。

20

【0052】

(3) 全区間平均値と上記減衰度合いとに基づき、各グループの回転速度の平均値についての基準値 $h d a v e$ 、 $b k a v e$ を精度良く算出することができる。そして、各グループの基準値 $h d a v e$ 、 $b k a v e$ によって各グループの各区間 $A 1 \sim A 6$ の平均値 $N E 1 \sim N E 6$ を補正することで、各グループの角度領域を互いに高精度で等しく設定することができる。

【0053】

(4) 燃料カット制御に伴うクランク軸 5 の減衰態様として、回転角度の増加に比例して回転速度が減少する減衰直線を想定することで、回転速度の減衰度合いを簡易且つ適切に算出することができる。

30

【0054】

(第 2 の実施形態)

以下、第 2 の実施形態について、先の第 1 の実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。

【0055】

本実施形態では、先の図 5 のステップ $S 1 4$ において、図 8 に示す態様にて減衰度合い(減少量 $n e a v e 2$)を算出する。すなわち、特定の区間(ここでは、区間 $A 1$)においてサンプリングされる回転速度 $S 1 (1) \sim S 1 (n)$ を用いて、これらサンプリング値のうち時系列的に互いに隣接するものの差によって算出される減少量「 $S 1 (1) - S 1 (2)$ 」、「 $S 1 (2) - S 1 (3)$ 」、...、「 $S 1 (n) - S 1 (n + 1)$ 」の平均値を減少量 $n e a v e 2$ とする。

40

【0056】

これにより、特定のサンプリング値にノイズが混入した場合であっても、その影響を抑制しつつ減少量 $n e a v e 2$ を算出することができる。

【0057】

以上説明した本実施形態によれば、先の第 1 の実施形態の上記(1)～(4)の効果に加えて、更に以下の効果が得られるようになる。

50

【0058】

(5) クランク軸5の1回転の間の回転速度の減少量 n_{eave2} を、区間A1の回転速度についてのクランク軸5の1回転の間の減少量の n 回転分の平均値として算出した。これにより、区間A1の回転速度についての特定のサンプリング値にノイズが混入した場合であっても、その影響を抑制しつつ減少量 n_{eave2} を算出することができる。

【0059】

(第3の実施形態)

以下、第3の実施形態について、先の第1の実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。

【0060】

本実施形態では、先の図5のステップS14において、図9に示す態様にて減衰度合い(減少量 n_{eave2})を算出する。すなわち、各区間A1~A6におけるクランク軸5の1回転に伴う回転速度の減少量「 $S1(i) - S1(i+1)$ 、 $S2(i) - S2(i+1)$ 、... $S6(i) - S6(i+1)$: $i = 1 \sim n$ 」を、クランク軸5の「 n 」回転に渡って平均することで減少量 n_{eave2} を算出する。

【0061】

これにより、特定のサンプリング値にノイズが混入した場合であっても、その影響を抑制しつつ減少量 n_{eave2} を算出することができる。

【0062】

以上説明した本実施形態によれば、先の第1の実施形態の上記(1)~(4)の効果に加えて、更に以下の効果が得られるようになる。

【0063】

(6) クランク軸5の1回転の間の回転速度の減少量 n_{eave2} を、全ての区間A1~A6の回転速度についてのクランク軸5の n 回転の間の平均値として算出した。これにより、区間A1~A6の回転速度についての特定のサンプリング値にノイズが混入した場合であっても、その影響を抑制しつつ減少量 n_{eave2} を算出することができる。

【0064】

(第4の実施形態)

以下、第4の実施形態について、先の第1の実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。

【0065】

本実施形態では、クランク軸5の2回転を全区間として、これを区間A1~A6と区間A7~A12とに分割する。ここで、「 $A_p = A_{i+360} \text{ CA } (i = 1 \sim 6, p = 7 \sim 12)$ 」とする。この区間A q ($q = 1 \sim 12$)の設定には、クランク角センサ40の出力に基づくクランク角に加えて、カム角センサ42の出力に基づくカム角を用いる。そして、図10(a)に示すように、これら各区間A1~A12のそれぞれの回転速度の平均値 $NE1 \sim NE12$ と、これらの全区間平均値 n_{eave} とを算出する。

【0066】

次に、図10(b)に示すように、特定の区間(ここでは、区間A1)の回転速度についてのクランク軸5の2回転の間の減少量 n_{eave2} を算出し、これの「 $1/8$ 」の量として、「 90 CA 」あたりの回転速度の減少量 w_{dh} を算出する。

【0067】

一方、本実施形態では、「 720 CA 」の角度領域を4つのグループにグループ分けする。詳しくは、区間A1~A3を含む第1のグループは1番気筒の圧縮上死点を含み、区間A4~A6を含む第2のグループは3番気筒の圧縮上死点を含み、区間A7~A9を含む第3のグループは4番気筒の圧縮上死点を含み、区間A10~A11を含む第4のグループは2番気筒の圧縮上死点を含むようにする。そして、これら各グループの回転速度の基準値 1_{ave} , 2_{ave} , 3_{ave} , 4_{ave} を、全区間平均値と減少量 w_{dh} とを用いて算出する。これら基準値 1_{ave} , 2_{ave} , 3_{ave} , 4_{ave} は、減衰直線から定まる各グループの回転速度の平均値についての基準値である。

10

20

30

40

50

【0068】

こうして基準値が定まると、先の第1の実施形態と同様にして、各グループの角度領域を互いに等しくすべく、各区間A1～A12の補正値を算出する。

【0069】

ここで、上記各平均値NE1～NE12は、それぞれ各区間A1～A12の回転速度の「n」個のサンプリング値の平均値であるために、クランク角センサ40の出力に混入したノイズの影響が十分に抑制されたものとなっている。また、クランク軸5の回転変動の影響も含まれてはいるが、これは十分に抑制されている。この回転変動としては、例えば、上述した4ストローク周期でクランク軸5に加わる周期的な力によるものもある。ただし、この周期的な力によるものについては、異なる位相における力が各平均値NE1～NE12に平均化されて反映されることはない。すなわち、各平均値NE1～NE12には、上記周期的な力の特定の位相部分の影響のみが反映されている。ただしここでは、「720°CA」の整数倍だけずれた位相を同一位相と定義する。

【0070】

このため、これら各区間A1～A12と基準値1ave, 2ave, 3ave, 4aveのいずれかとのずれに基づき補正値を算出することで、これら各補正値を各区間にとってより適切なものとすることができる。

【0071】

以上説明した本実施形態によれば、先の第1の実施形態の上記(1)～(4)の効果に準じた効果加えて、更に以下の効果が得られるようになる。

【0072】

(7)クランク軸5の2回転を全区間とし、その各区間A1～A12毎に補正値を算出した。これにより、4ストローク周期でクランク軸5に加わる周期的な力の影響を、補正値の算出に際していっそう好適に除去することができる。

【0073】

(8)特定の区間(ここでは、区間A1)の回転速度についてのクランク軸5の2回転の間の減少量neave2として、クランク軸5の回転速度の減衰度合いを算出した。これにより、4ストローク周期でクランク軸5に加わる周期的な力の影響を、減衰度合いの算出に際して除去することができる。

【0074】

(第5の実施形態)

以下、第5の実施形態について、先の第1の実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。

【0075】

本実施形態では、グループ化を行わず、回転角度の増加に比例して回転速度が減少する減衰直線を基準とし、これと各区間A1～A6の回転速度とのずれに基づきこれら各区間A1～A6の補正値を算出する。

【0076】

すなわち、図11(a)に示すように、先の図5のステップS14の処理と同様にして減少量neave2を算出する。これにより、図11(b)に示すように、この減少量neave2の「1/360」が減衰直線の傾きとなる。ただし、ここでは、回転速度S1(1)のサンプリングポイントを「0°CA」としている。そして、この減衰直線「 $y = ax + b$ 」の切片bは、「 $x = 180°CA$ 」において回転速度が全区間平均値neaveとなるとして算出することができる。

【0077】

こうして減衰直線が求まると、図11(c)に示す態様にて各区間A1～A6の補正値K1～K6を補正する。詳しくは、例えば、サンプリングされるn個の回転速度S1(0)～S1(n)と、これと対応する減衰直線によって算出される回転速度「 $ax + b$ 、 $ax + 360 + b$ 、...、 $ax + 360(n - 1) + b$ 」との比の平均値として補正値K1を算出する。

10

20

30

40

50

【0078】

以上説明した本実施形態によれば、先の第1の実施形態の上記(1)、(2)の効果に加えて、更に以下の効果が得られるようになる。

【0079】

(9)回転角度の増加に比例して回転速度が減少する減衰直線に対する任意の区間の回転速度のずれに基づき区間A1～A6の角度誤差を補正值K1～K6として検出した。これにより、区間A1～A6の角度誤差を簡易且つ適切に算出することができる。

【0080】

(その他の実施形態)

なお、上記各実施形態は、以下のように変更して実施してもよい。

10

【0081】

・第1、第4、第5の実施形態において、減少量 n_{eave2} を算出するために用いる区間としては、区間A1に限らず、区間A1～A6の任意の1つであってもよい。更に、これら区間A1～A6のいずれかにも限らず、例えば区間A2を区画する2つの歯部22のいずれか一方と、これら2つの歯部22に挟まれる区間A2内の歯部22とによって区画される区間であってもよい。

【0082】

・第4、第5の実施形態において、減少量 n_{eave2} の算出手法として、先の第2、第3の実施形態の手法を用いてもよい。

【0083】

・クランク角度領域のグループ化としては、先の第1～第4の実施形態で例示したものに限らず、気筒数に応じて各気筒の圧縮上死点と対応する回転角度をそれぞれのグループが含むようにして適宜設定すればよい。例えば、5気筒内燃機関において、「0～144°CA」を第1のグループとし、「144～288°CA」を第2のグループとし、「288～432°CA」を第3のグループとし、「432～576°CA」を第4のグループとし、「576～720°CA」を第5のグループとしてもよい。ただし、この際、各グループの境界が歯部22によって規定されることが望ましい。

20

【0084】

・グループの回転速度の基準値に基づき、各グループの角度領域が互いに等しくなるようにする手法としては、上記実施形態で例示したものに限らない。例えば各グループ内の区間の回転速度の平均値が単調減少して且つそれらの平均値が上記基準値となるように各区間の補正值を設定してもよい。

30

【0085】

・第5の実施形態において、全区間を先の第4の実施形態と同一としてもよい。これにより、補正值の算出に際して、4ストローク周期でクランク軸5に加わる周期的な力の影響をいっそう好適に除去することができる。

【0086】

・減衰直線としては、回転角度の増加に比例してクランク軸5の回転速度が減少するものに限らない。例えば、回転角度の増加に比例して区間の回転に要する時間が増加するものとしてもよい。更に、時間に比例して回転速度が減少するものとしてもよい。

40

【0087】

・減衰直線の切片情報は、全区間平均値によって算出するものに限らない。例えば、第5の実施形態において、区間A3の回転速度 $S_3(1)$ と、区間A3を用いて算出される減少量 n_{eave2} とに基づき減衰直線を求めてもよい。この場合、この減衰直線は実際の減衰直線からオフセットされたものとなるが、各区間A1～A6の角度誤差の補正により、各グループの角度領域を互いに高精度に等しく設定することができる。

【0088】

・内燃機関としては、吸気バルブ及び排気バルブが機関駆動式のカム回転に連動して開閉するものに限らない。例えば吸気バルブや排気バルブを電磁駆動弁にて構成してもよい。この場合、燃料カット制御時に、全気筒の吸気バルブや排気バルブを全開状態とする

50

なら、各気筒のピストン 3 がコンロッド 4 を介してクランク軸 5 に加える力やその変動量を極力低減することができる。

【 0 0 8 9 】

・各区間 A 1 ~ A 6 等の補正值は、基準値 (h d a v e 、 b k a v e 等) に対する各区間の回転速度の平均値 N E 1 ~ N E 6 の比に基づき設定されるものに限らず、差に基づき設定されるものであってもよい。

【 0 0 9 0 】

・上記各実施形態では、区間の回転速度を用いて角度誤差を検出したが、区間の回転に要する時間であってもよい。更に、区間に要する時間や回転速度と相関を有するパラメータ等でもよく、要は、区間の回転に要する時間及びその相当値のいずれかの物理量であればよい。

10

【 0 0 9 1 】

・補正值の使用方法としては、燃料噴射特性のばらつきを補正する学習値の学習に限らない。例えば、所定クランク角度で燃料噴射を開始するに際しては、歯部 2 2 のいずれかが検出されてから所定クランク角度となるまでの時間を算出し、該時間の経過時に燃料噴射を開始する制御がある。こうした場合には、各区間の回転速度を精度良く算出することが噴射開始タイミングの制御精度を向上させる上で重要となる。このため、例えば第 5 の実施形態で算出される補正值を用いた噴射開始タイミングの設定は、有効である。

【 0 0 9 2 】

・マニュアルトランスミッション車に限らず、オートマチックトランスミッション車であってもよい。この場合、例えば車両減速時の燃料カット制御時に上記学習制御を行ってもよい。

20

【 0 0 9 3 】

・内燃機関としては、ディーゼル機関に限らず、ガソリン機関であってもよい。

【 0 0 9 4 】

・その他、クランク軸 5 の回転と同期して回転する被検出部 (歯部 2 2) や、カム軸 6 の回転と同期して回転する被検出部 (歯部 3 2) の構造等については適宜変更してよい。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 9 5 】

【 図 1 】 第 1 の実施形態におけるエンジンシステムの全体構成を示す図。

30

【 図 2 】 燃料噴射弁の噴射特性のばらつきを補償する学習値の学習に際しての問題点を説明する図。

【 図 3 】 上記学習値の学習にかかる処理の手順を示すフローチャート。

【 図 4 】 クランク軸に設けられるロータの歯部間の構造上の誤差に伴う問題点を説明する図。

【 図 5 】 上記実施形態にかかる角度誤差の検出の処理手順を示すフローチャート。

【 図 6 】 上記角度誤差の検出にかかる処理の態様を示す図。

【 図 7 】 上記角度誤差の検出にかかる処理の態様を示す図。

【 図 8 】 第 2 の実施形態における角度誤差の検出にかかる処理の態様を示す図。

【 図 9 】 第 3 の実施形態における角度誤差の検出にかかる処理の態様を示す図。

40

【 図 1 0 】 第 4 の実施形態における角度誤差の検出にかかる処理の態様を示す図。

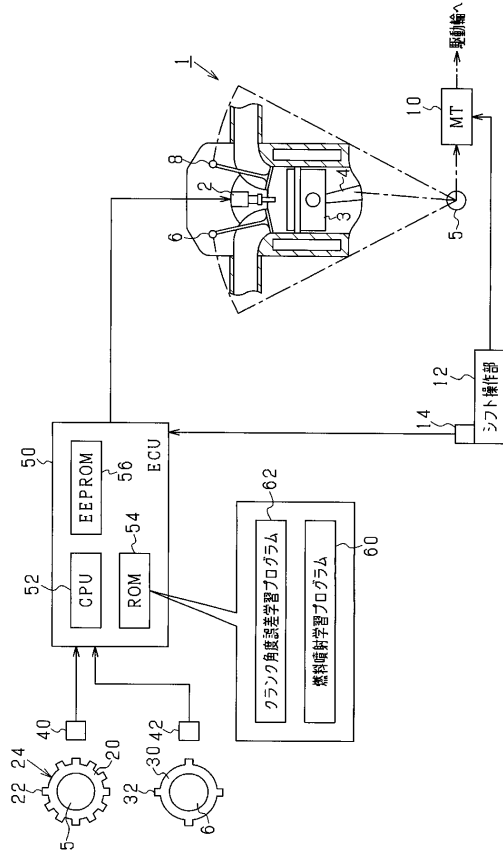
【 図 1 1 】 第 5 の実施形態における角度誤差の検出にかかる処理の態様を示す図。

【 符号の説明 】

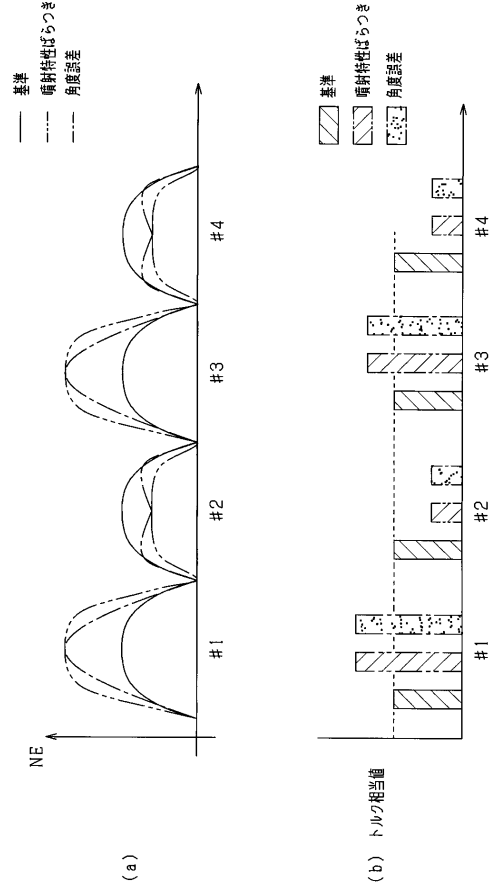
【 0 0 9 6 】

5 ... クランク軸、 6 , 8 ... カム軸、 2 0 ... ロータ、 2 2 ... 歯部、 3 0 ... ロータ、 3 2 ... 歯部、 4 0 ... クランク角センサ、 4 2 ... カム角センサ、 5 0 ... E C U (回転角度検出装置の一実施形態) 。

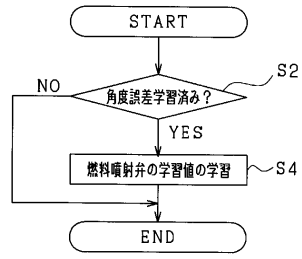
【 図 1 】



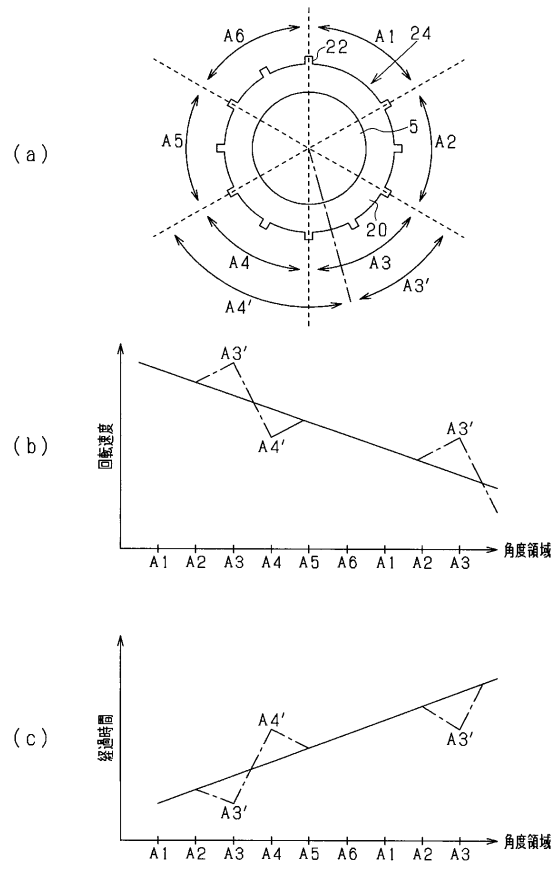
【 図 2 】



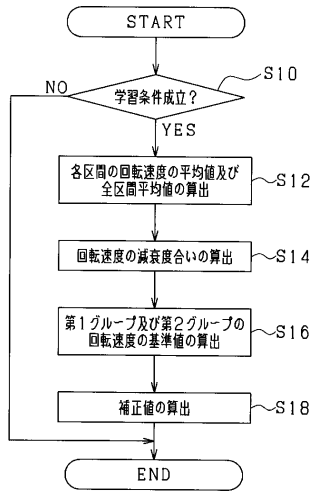
【 図 3 】



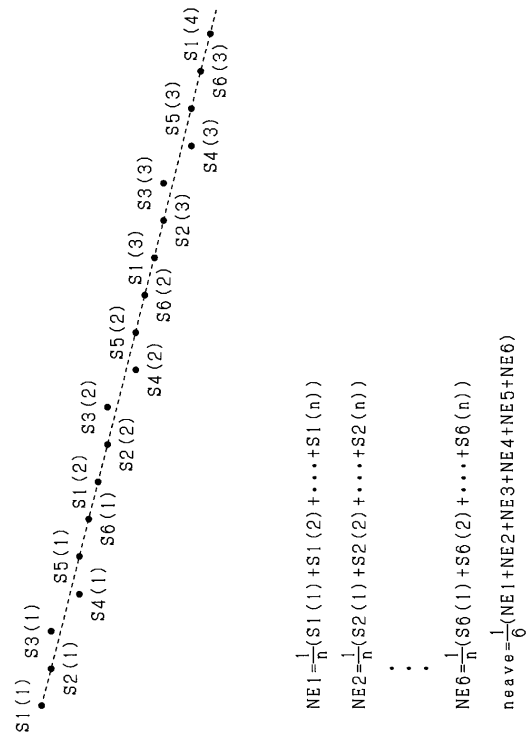
【 図 4 】



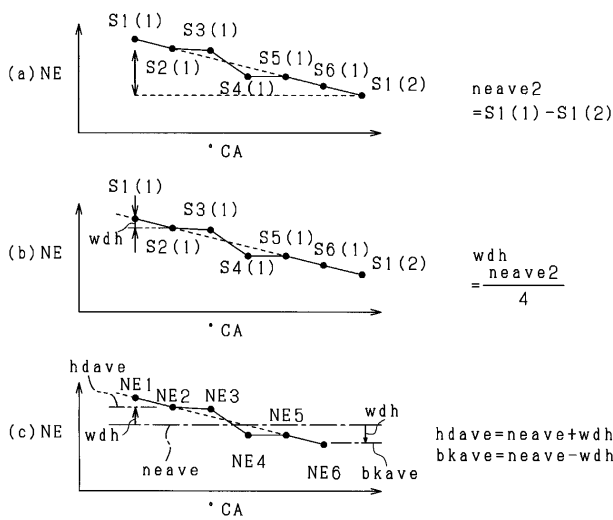
【 図 5 】



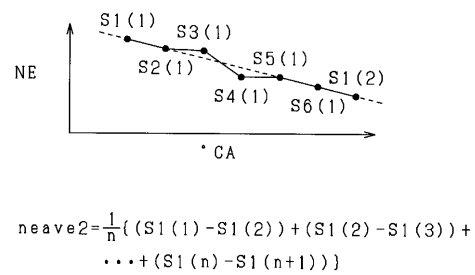
【 図 6 】



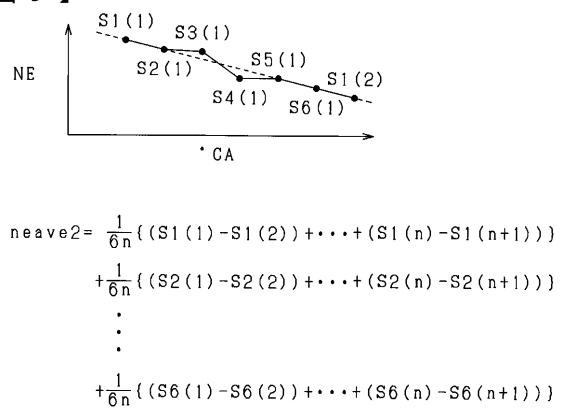
【 図 7 】



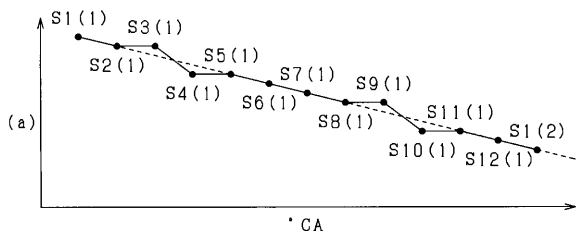
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 1 0 】



$$NE1 = \frac{1}{n} (S1(1) + \dots + S1(n))$$

⋮

$$NE12 = \frac{1}{n} (S12(1) + \dots + S12(n))$$

$$neave = \frac{1}{12} (NE1 + \dots + NE12)$$

(b) $wdh = \frac{S1(1) - S1(2)}{8} = \frac{neave2}{8}$

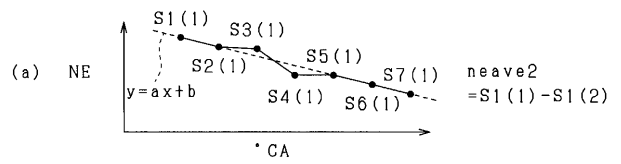
$$1ave = neave + 3wdh$$

$$3ave = neave + wdh$$

$$4ave = neave - wdh$$

$$2ave = neave - 3wdh$$

【 図 1 1 】



(b) $a = \frac{neave2}{360}$

$$neave = ax \frac{360}{2} + b$$

(c) $K1 = \frac{1}{n} \left(\frac{S1(1)}{ax0+b} + \dots + \frac{S1(n)}{ax360x(n-1)+b} \right)$

⋮

$$K6 = \frac{1}{n} \left(\frac{S6(1)}{ax300+b} + \dots + \frac{S6(n)}{ax(300+360x(n-1)+b)} \right)$$