

(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2004-245106
(P2004-245106A)

(43) 公開日 平成16年9月2日(2004.9.2)

(51) Int. Cl. ⁷ F02D 45/00	F I F O 2 D 45/00 3 6 4 Z F O 2 D 45/00 3 6 2 H F O 2 D 45/00 3 6 2 Z	テーマコード (参考) 3 G O 8 4
---	--	--------------------------

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 (22) 出願日	特願2003-34580 (P2003-34580) 平成15年2月13日 (2003.2.13)	(71) 出願人 000004260 株式会社デンソー 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 (74) 代理人 100098420 弁理士 加古 宗男 (72) 発明者 村上 佳史 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 西川 誠一郎 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内 Fターム(参考) 3G084 DA07 FA10 FA11 FA20 FA38
-----------------------	--	--

(54) 【発明の名称】 内燃機関の運動エネルギー予測装置

(57) 【要約】

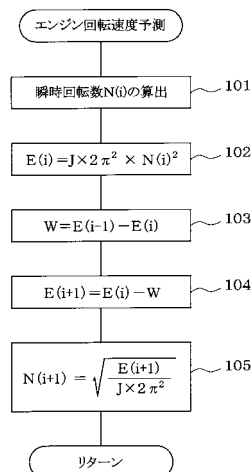
【課題】 エンジンの持つ未来の運動エネルギーを精度良く予測する。

【解決手段】 各TDC毎に下記式により運動エネルギーEを算出する(ステップ101、102)。

$$E = J \times 2 \pi^2 \times N^2$$

ここで、EはTDCにおける運動エネルギー、Jはエンジン毎に決まる慣性モーメント、NはTDCにおける瞬間のエンジン回転速度である。そして、1行程過去のTDCで算出した運動エネルギーE(i-1)と現在の運動エネルギーE(i)との差分から、エンジンの運動を妨げる仕事量Wを求める(ステップ103)。この後、現在の運動エネルギーE(i)と仕事量Wとの差分から1行程未来のTDCにおける運動エネルギーの予測値E(i+1)を求め(ステップ104)、この運動エネルギーの予測値E(i+1)を用いて1行程未来のTDCにおけるエンジン回転速度N(i+1)を算出する(ステップ105)。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

内燃機関の現在の運動エネルギーを演算する運動エネルギー演算手段と、
内燃機関の運動を妨げる仕事量を演算する仕事量演算手段と、
前記二つの演算手段で演算した現在の運動エネルギーと仕事量とに基づいて未来の運動エネルギーを予測する未来運動エネルギー予測手段と
を備えていることを特徴とする内燃機関の運動エネルギー予測装置。

【請求項 2】

前記運動エネルギー演算手段は、エンジン回転速度、クランク軸角速度、ピストンの移動速度のうち少なくとも一つを用いて前記現在の運動エネルギーを演算することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の運動エネルギー予測装置。

10

【請求項 3】

前記仕事量演算手段は、ポンプ損失、各部の摩擦損失、各補機の駆動損失、熱損失、車両駆動系損失、路面との摩擦損失のうち少なくとも一つを用いて前記仕事量を演算することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関の運動エネルギー予測装置。

【請求項 4】

前記仕事量演算手段は、前記運動エネルギー演算手段の過去の演算値である過去の運動エネルギーと現在の演算値である現在の運動エネルギーとの差分をとることで前記仕事量を求めることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の内燃機関の運動エネルギー予測装置。

【請求項 5】

前記未来運動エネルギー予測手段は、前記運動エネルギー演算手段により演算された現在の運動エネルギーから前記仕事量演算手段により演算された仕事量を減算することで前記未来の運動エネルギーを求めることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の内燃機関の運動エネルギー予測装置。

20

【請求項 6】

前記未来運動エネルギー予測手段により予測された未来の運動エネルギーに基づいて未来の回転速度に関わる値を予測する回転速度予測手段を備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の内燃機関の運動エネルギー予測装置。

【請求項 7】

前記回転速度予測手段は、内燃機関の回転に関わる部分の質量、前記内燃機関の回転運動の径、前記内燃機関の慣性モーメントのうち少なくとも一つを考慮したパラメータを回転速度に関わる値の変化量として用いて前記未来の回転速度に関わる値を予測することを特徴とする請求項 6 に記載の内燃機関の運動エネルギー予測装置。

30

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、内燃機関の未来の運動エネルギーを予測する内燃機関の運動エネルギー予測装置に関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

内燃機関において、運転状況に応じた制御を行なうためには、内燃機関のもつ運動エネルギーの量を把握することが必要である。従来から運動エネルギーを代表する値として、エンジン回転速度が広くエンジン制御に用いられている。例えば、特許文献 1（特開平 11 - 107823 号公報）では、イグニッションスイッチがオフされた瞬間のエンジン運転状態（吸気管圧力、エンジン回転速度）に基づいて、クランク軸が慣性により回転して停止するまでの回転量（TDC 数）を演算し、イグニッションスイッチがオフされる直前に燃料が噴射された気筒と、前記停止するまでの回転量（TDC 数）とから、次のエンジン始動時の順次噴射における最初の気筒を推定するようにしている。

40

【0003】

また、特許文献 2（特開 2001 - 82204 号公報）では、減速時フューエルカット実

50

行中に、通常のフューエルカット復帰回転速度 N_{e1} よりも所定回転速度 N_e だけ高い回転速度において、電動機（モータ・ジェネレータ等）によりエンジンを駆動できるか否かを判断し、駆動できる場合には、フューエルカット復帰回転速度を低い方の回転速度 N_{e2} に設定して燃費を向上させ、駆動できない場合には通常のフューエルカット復帰回転速度 N_{e1} に設定するようにしている。

【0004】

【特許文献1】

特開平11-107823号公報（第2頁等）

【特許文献2】

特開2001-82204号公報（第1頁等）

10

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前記特許文献1では、エンジンが持つ慣性の運動エネルギーを予めマッチングして記憶しているにすぎず、停止過程において運動エネルギーの変化を予測していないため、エンジンフリクションの変化（例えばエンジンオイルの油温変化による粘度の違い等）によるバラツキにより、クランク軸が慣性により回転して停止するまでの回転量（TDC数）の推定を誤る可能性があった。しかも、経時変化等によりマッチングした定数とのずれが生じてしまった場合には、修正する手段が無いという問題もあった。

【0006】

また、前記特許文献2では、フューエルカット復帰の判定条件として、フューエルカット復帰回転速度を持っているだけで、回転速度の変化量、つまり運動エネルギーの変化量を予測していないため、エンジンストールを回避する手段として、フューエルカット復帰回転速度を高め設定して燃費効果を犠牲にしなければならないという問題があった。

20

【0007】

本発明は上記従来技術の問題を解決するためになされたものであり、その目的は、内燃機関の持つ未来の運動エネルギーを精度良く予測することができる内燃機関の運動エネルギー予測装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明の請求項1の内燃機関の運動エネルギー予測装置は、内燃機関の現在の運動エネルギーを運動エネルギー演算手段により演算すると共に、内燃機関の運動を妨げる仕事を仕事量演算手段により演算し、演算した現在の運動エネルギーと仕事量とに基づいて未来の運動エネルギーを未来運動エネルギー予測手段により予測するようにしたものである。内燃機関の運動エネルギーは、その運動を妨げるように働く仕事量によって消費されるため、内燃機関の現在の運動エネルギーと前記運動を妨げる仕事を算出すれば、未来の運動エネルギーを予測することができる。

30

【0009】

この場合、請求項2のように、運動エネルギー演算手段は、エンジン回転速度、クランク軸角速度、ピストンの移動速度のうち少なくとも一つを用いて前記現在の運動エネルギーを演算すれば良い。エンジン回転速度、クランク軸角速度、ピストンの移動速度は、いずれも内燃機関の運動エネルギーを代表する値であるから、これらから現在の運動エネルギーを演算することができる。

40

【0010】

また、前記運動を妨げる仕事量は、車両の状態、内燃機関の運転条件により変化するため、請求項3のように、ポンプ損失、各部の摩擦損失、各補機の駆動損失、熱損失、車両駆動系損失、路面との摩擦損失のうち少なくとも一つを用いて仕事を演算すれば良い。ここで、車両駆動系損失と路面との摩擦損失は、停車中は考慮する必要がなく、走行中のみ考慮すれば良い。

【0011】

また、運動エネルギーを減少させる原因は運動を妨げる仕事のみである。そこで、請求項4

50

のように、前記運動エネルギー演算手段の過去の演算値である過去の運動エネルギーと現在の演算値である現在の運動エネルギーとの差分をとることで前記仕事を求めるようにすれば良い。つまり、ある期間の運動を妨げる仕事を演算するには、演算したい期間分だけ過去において演算した運動エネルギーと現在演算した運動エネルギーとの差分をとれば良い。このようにすれば、極めて簡単な演算処理で仕事を求めることができる。

【0012】

また、前記運動を妨げる仕事量として考慮した損失が大きく変化しないような状況下では、演算された前記運動を妨げる仕事量と同量だけ、未来において運動エネルギーは減少する。そこで、請求項5のように、前記運動エネルギー演算手段により演算された現在の運動エネルギーから前記運動を妨げる仕事量を減算することで、未来の運動エネルギーの予測値を求めれば良い。このようにすれば、極めて簡単な演算処理で未来の運動エネルギーを予測することができる。

10

【0013】

また、請求項6のように、未来運動エネルギー予測手段により予測された未来の運動エネルギーに基づいて未来の回転速度に関わる値を回転速度予測手段により予測するようにしても良い。内燃機関の未来の運動エネルギーを予測すれば、その予測値から内燃機関の回転速度に関わる値を導き出すことで、未来の回転速度に関わる値を予測することができる。この未来の回転速度は、内燃機関の停止位置の制御、フューエルカット復帰制御、トルク制御等の種々の制御に利用することができる。

【0014】

また、内燃機関の回転速度に関わる値の変化は、回転に関わる部分の性状に影響される。そこで、請求項7のように、内燃機関の回転に関わる部分の質量と内燃機関の回転運動の径、内燃機関の慣性モーメントのうち少なくとも一つを考慮したパラメータを回転速度に関わる値の変化量として用いて未来の回転速度に関わる値を予測するようにしても良い。これにより、未来の回転速度に関わる値の予測精度を向上することができる。

20

【0015】

【発明の実施の形態】

[実施形態(1)]

以下、本発明をエンジン停止過程において低下していくエンジン回転速度の予測に適用した実施形態(1)を図1乃至図4に基づいて説明する。尚、本実施形態(1)のエンジン回転速度の予測は、例えば、エンジンが停止した時に圧縮行程にある気筒を推定する際に用いられる。

30

【0016】

まず、図1に基づいてエンジン制御システム全体の構成を概略的に説明する。エンジン11の吸気ポート12に接続された吸気管13の途中には、スロットルバルブ14が設けられ、このスロットルバルブ14の開度(スロットル開度)TAがスロットル開度センサ15によって検出される。吸気管13には、スロットルバルブ14をバイパスするバイパス通路16が設けられ、このバイパス通路16の途中に、アイドルスピードコントロールバルブ(以下「ISCバルブ」と表記する)17が設けられている。スロットルバルブ14の下流側には、吸気管圧力PMを検出する吸気管圧力センサ18が設けられ、各気筒の吸気ポート12の近傍には、燃料噴射弁19が取り付けられている。

40

【0017】

一方、エンジン11の排気ポート20に接続された排気管21の途中には、排気ガス浄化用の触媒22が設置されている。エンジン11のシリンダブロックには、冷却水温THWを検出する冷却水温センサ23が設けられている。エンジン11のクランク軸24に取付けられたシグナルロータ25の外周に対向してクランク角センサ26が設置され、このクランク角センサ26からシグナルロータ25の回転に同期して所定クランク角毎(例えば10 A毎)にクランクパルス信号CRSが出力される。また、エンジン11のカム軸27に取付けられたシグナルロータ28の外周に対向してカム角センサ29が設置され、このカム角センサ29からシグナルロータ28の回転に同期して所定のカム角でカムパルス

50

信号 C A S が出力される。

【 0 0 1 8 】

これら各種センサの出力は、エンジン制御回路（以下「 E C U 」と表記する） 3 0 に入力される。この E C U 3 0 は、マイクロコンピュータを主体として構成され、各種センサで検出したエンジン運転状態に応じて、燃料噴射弁 1 9 の燃料噴射量や噴射時期、点火プラグ 3 1 の点火時期、 I S C バルブ 1 7 のバイパス空気量等を制御する。更に、この E C U 3 0 は、クランクパルス信号 C R S とカムパルス信号 C A S に基づいてクランク角判定、エンジン回転速度 N の演算と記憶、運動エネルギーの演算と記憶、運動を妨げる仕事量の演算と記憶、未来の運動エネルギー予測値の演算、未来のエンジン回転速度予測値の演算を行なう。

10

【 0 0 1 9 】

ここで、図 2 に示すタイムチャートを用いて、未来の運動エネルギーと未来のエンジン回転速度の予測方法を説明する。本実施形態（ 1 ）では、各 T D C において、下記の（ 1 ）式により運動エネルギー E を算出する。 i 番目の T D C において、 1 行程後の i + 1 番目の T D C における運動エネルギーの予測を行なった上で、それをエンジン回転速度に変換することで、 i + 1 番目の T D C におけるエンジン回転速度の予測を行う。

【 0 0 2 0 】

$$E = J \times 2 \quad \times N^2 \quad \dots \dots (1)$$

ここで、 E は T D C における運動エネルギー、 J は、エンジン毎に決まる慣性モーメントであり、予め適合等により算出された値が用いられる。 N は、 T D C における瞬間のエンジン回転速度（以下「瞬時回転速度」と表記する）である。

20

【 0 0 2 1 】

このエンジン回転速度の予測は、図 3 に示すエンジン回転速度予測プログラムによって実行される。本プログラムは、 T D C 毎に繰り返し起動される。本プログラムが起動されると、まず、ステップ 1 0 1 で、クランクパルス信号 C R S から現在の T D C における瞬時回転速度 N (i) を算出し、次のステップ 1 0 2 で、前記（ 1 ）式を用いて現在の T D C における運動エネルギー E (i) を算出する。このステップ 1 0 2 の処理が特許請求の範囲でいう運動エネルギー演算手段としての役割を果たす。

【 0 0 2 2 】

この後、ステップ 1 0 3 に進み、次の（ 2 ）式を用いて、運動を妨げる仕事量 W を算出する。本実施形態（ 1 ）では、エンジン停止過程の条件であるため、運動を妨げる仕事量 W としては、ポンプ損失、各部の摩擦損失、各補機の駆動損失を考慮する。

30

【 0 0 2 3 】

$$W = E (i - 1) - E (i) \quad \dots \dots (2)$$

ここで、 E (i - 1) は、 1 行程過去の T D C において（ 1 ）式により算出された運動エネルギーである。このステップ 1 0 3 の処理が特許請求の範囲でいう仕事量演算手段としての役割を果たす。この場合、運動エネルギーを減少させる原因は運動を妨げる仕事のみであるため、 1 行程過去の運動エネルギー E (i - 1) と現在の運動エネルギー E (i) との差分をとることで、仕事量 W を求める。

【 0 0 2 4 】

エンジン停止過程のような低回転の運転条件では、図 4 に示すように、運動を妨げる仕事量 W として考慮したポンプ損失、各部の摩擦損失、各補機の駆動損失はエンジン回転速度に依らずほぼ一定値となる。従って、 1 行程未来の T D C においてエンジン 1 1 の持つ運動エネルギーは、ステップ 1 0 3 で算出された運動を妨げる仕事量 W 分だけ減少することになる。そこで、ステップ 1 0 4 で、次の（ 3 ）式を用いて 1 行程未来の T D C における運動エネルギーの予測値 E (i + 1) を算出する。

40

$$E (i + 1) = E (i) - W \quad \dots \dots (3)$$

【 0 0 2 5 】

このステップ 1 0 4 の処理が特許請求の範囲でいう未来運動エネルギー予測手段としての役割を果たす。

50

そして、次のステップ 105 で、前記 (1) 式を変形した次の (4) 式を用いて 1 行程未来の TDC における瞬時回転速度 $N(i+1)$ を算出する。

【0026】

【数 1】

$$N(i+1) = \sqrt{\frac{E(i+1)}{J \times 2\pi^2}} \quad \text{----- (4)}$$

10

【0027】

このステップ 105 の処理が特許請求の範囲でいう回転速度予測手段としての役割を果たす。

以上説明したような処理により、エンジン 11 が持つ未来の運動エネルギーを予測することができ、その運動エネルギーの予測値から未来のエンジン回転速度を予測することができる。

【0028】

尚、上記実施形態 (1) では、運動を妨げる仕事量として考慮した損失がほぼ一定値であるエンジン停止過程 (低回転域) の場合で示したが、例えば、フューエルカット (燃料カット) 等での高・中回転域からのエンジン回転速度低下過程のように、運動を妨げる仕事量として考慮した損失が変化する場合であっても、損失の変化に影響するパラメータを用いて補正を行なうことで、回転速度領域に依らず未来の運動エネルギーを予測することができる。

20

【0029】

また、上記実施形態 (1) では、運動エネルギーの算出にエンジン回転速度を用いたが、クランク軸角速度、ピストンの移動速度といった他の内燃機関の回転速度に関わる値を用いて算出しても良い。

【0030】

また、上記実施形態 (1) では、エンジン 11 の燃焼が停止しているエンジン停止過程で説明したが、燃焼が発生しているエンジン運転中は、現在の運動エネルギーを演算する手段と、運動を妨げる仕事量を演算する手段に加え、燃焼によって得られるエネルギーを推定する手段を追加して、未来の運動エネルギーを予測すれば良い。この際、燃焼によって得られるエネルギーの推定は、各気筒の筒内圧、吸気管圧力、吸入空気量、スロットル開度、噴射燃料量、点火タイミング、空燃比等を考慮して行なえば良い。

30

【0031】

また、上記実施形態 (1) では、算出した現在の運動エネルギーと運動を妨げる仕事量とに基づいて 1 行程未来の運動エネルギーを予測するようにしたが、予測した未来の運動エネルギーと運動を妨げる仕事量とに基づいて、更に未来の運動エネルギーを予測するようにしても良い。

40

【0032】

また、上記実施形態 (1) では、TDC 毎のタイミングで運動エネルギーの算出、運動を妨げる仕事量の算出、未来の運動エネルギーの予測を行ない、1 行程未来の運動エネルギーの予測値を算出するようにしたが、これらの算出・予測のタイミング、予測する期間は、TDC 毎、1 行程毎に限定されず、いずれのタイミング、いずれの期間に行なっても良い。

【0033】

[実施形態 (2)]

上記実施形態 (1) では、運動エネルギー E を算出する際に、エンジンに固有の慣性モーメント J が必要となるため、予め、正確な慣性モーメント J を適合等により求める工数が必要となる。

50

【0034】

そこで、本発明の実施形態(2)では、図5のエンジン回転速度予測プログラムによって、慣性モーメントJを用いずに、未来のエンジン回転速度を予測するようにしている。

【0035】

ここで、本実施形態(2)のエンジン回転速度の予測方法を説明する。

運動エネルギー算出式である前記(1)式を用いて、運動を妨げる仕事量の算出式である(2)式を変形すると、次の(5)式のようになる。

【0036】

【数2】

$$\frac{W}{J \times 2\pi^2} = N(i-1)^2 - N(i)^2 \quad \text{----- (5)}$$

10

【0037】

この(5)式の左辺を回転速度低下を表す量Cとして次の(6)式のように定義する。

【0038】

【数3】

$$C = \frac{W}{J \times 2\pi^2} \quad \text{----- (6)}$$

20

【0039】

この(6)式を(5)式に代入して得られた次の(7)式を用いて、回転速度低下量Cを算出する。

30

$$C = N(i-1)^2 - N(i)^2 \quad \text{..... (7)}$$

ここで、N(i)は現在のTDCにおける瞬時回転速度、N(i-1)は1行程前のTDCにおける瞬時回転速度である。

【0040】

前述したように、エンジン停止過程のような低回転の運転条件では、運動を妨げる仕事量Wは一定値とみなせる。また、慣性モーメントJもエンジン毎に固有の一定値であるので、上記(6)式で定義した回転速度低下量Cはエンジン回転速度に依らず一定値となる。従って、1行程未来のTDCにおける瞬時回転速度N(i+1)は、上記(6)式で算出された回転速度低下量C分だけ減少することになる。

そこで、次の(8)式を用いて1行程未来のTDCにおける瞬時回転速度の予測値N(i+1)を算出する。

40

【0041】

【数4】

$$N(i+1) = \sqrt{N(i)^2 - C} \quad \text{----- (8)}$$

50

【0042】

以上説明した瞬時回転速度の予測値 $N(i+1)$ の算出は、図5のエンジン回転速度予測プログラムによってTDC毎に繰り返し実行される。本プログラムが起動されると、まず、ステップ201で、クランクパルス信号CRSから現在のTDCにおける瞬時回転速度 $N(i)$ を算出する。その後、ステップ202に進み、前記(7)式を用いて回転速度低下量 C を算出した後、ステップ203に進み、前記(8)式を用いて1行程未来のTDCにおける瞬時回転速度の予測値 $N(i+1)$ を算出する。

【0043】

以上説明した本実施形態(2)のエンジン瞬時回転速度の予測値 $N(i+1)$ の算出方法では、エンジンに固有の慣性モーメント J を用いることなく、現在と1行程前の瞬時回転速度 $N(i)$, $N(i-1)$ のみからエンジン瞬時回転速度の予測値 $N(i+1)$ を算出することができるため、エンジンに固有の慣性モーメント J を予め適合等により求める工数が不用となり、開発期間を短縮することができる利点がある。しかも、未来のエンジン瞬時回転速度を予測するまでに必要な演算回数を少なくすることができ、ECU30のCPU演算負荷を軽減することができる。また、適合により求めた慣性モーメント J を使用しないため、エンジン毎の製造公差に影響されなくなり、更に精度のよい未来のエンジン回転速度を予測することができる。

10

【0044】

尚、前記(8)式の右辺に前記(7)式を代入して、次の(9)式のように変形し、この(9)式を用いて、回転速度低下量 C を演算せずに、現在と1行程前の瞬時回転速度 $N(i)$, $N(i-1)$ のみからエンジン瞬時回転速度の予測値 $N(i+1)$ を算出するようにしても良い。

20

【0045】

【数5】

$$N(i+1) = \sqrt{2N(i)^2 - N(i-1)^2} \quad \text{----- (9)}$$

30

【0046】

以上説明した各実施形態(1), (2)では、未来のエンジン回転速度を予測しようとしたが、同様の方法を用いて、クランク軸角速度や、ピストンの移動速度といった内燃機関の回転速度に関わるその他の値を予測するようにしても良い。

【0047】

また、上記実施形態(2)では、回転速度低下量 C (回転速度に関わる値の変化量)として慣性モーメント J を考慮した値を用いたが、ピストンとコンロッド、クランク軸の質量の合計値のような回転に関わる部分の質量や、クランク軸半径のような回転運動の径を考慮した値を回転速度に関わる値の変化量として用いるようにしても良い。

40

【0048】

その他、本発明は、4気筒エンジンに限定されず、3気筒以下又は5気筒以上のエンジンにも適用して実施することができ、また、図1に示すような吸気ポート噴射エンジンに限定されず、筒内噴射エンジンやリーンバーンエンジンにも適用して実施できることはいうまでもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態(1)におけるエンジン制御システム全体の概略構成図

【図2】エンジン回転速度の挙動と運動エネルギー予測のタイミングを示したタイムチャート

【図3】実施形態(1)のエンジン回転速度予測プログラムの処理の流れを示すフローチ

50

ャート

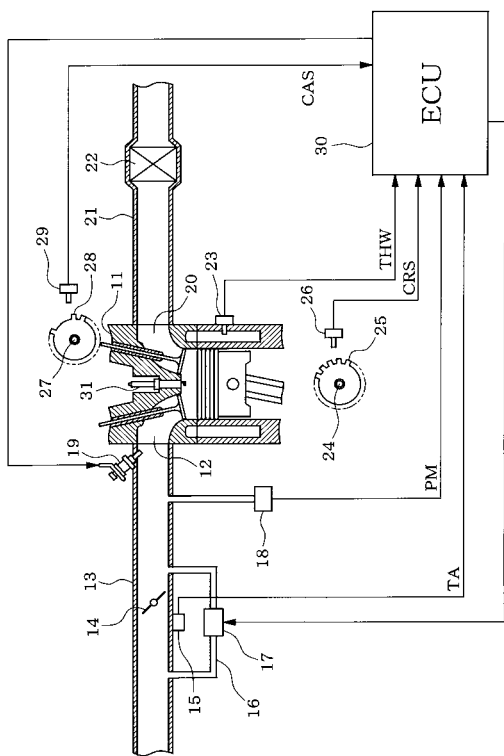
【図4】ガソリンエンジンのエンジン回転速度と各種の損失の大きさとの関係を示す図

【図5】実施形態(2)のエンジン回転速度予測プログラムの処理の流れを示すフローチャート

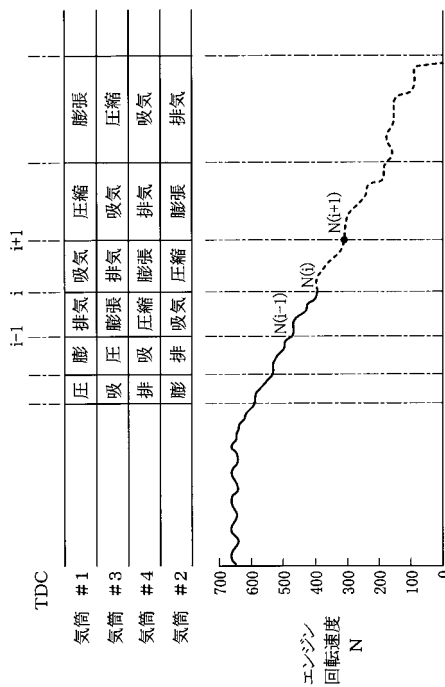
【符号の説明】

11...エンジン(内燃機関)、13...吸気管、14...スロットルバルブ、16...バイパス通路、17...ISCバルブ、19...燃料噴射弁、26...クランク角センサ、29...カム角センサ、30...ECU(運動エネルギー演算手段、仕事量演算手段、未来運動エネルギー予測手段、回転速度予測手段)。

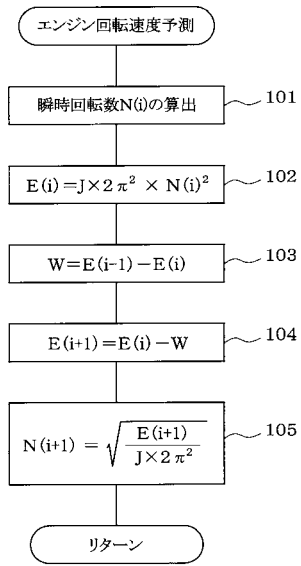
【図1】



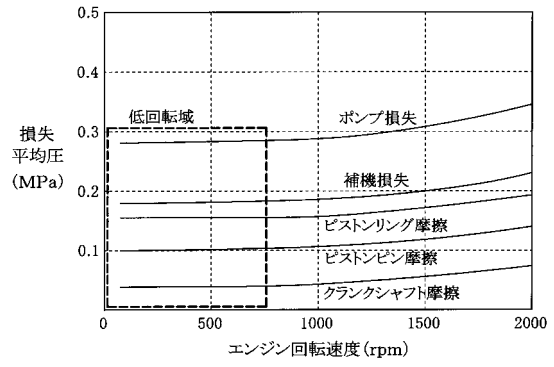
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

