

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2008年4月17日 (17.04.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/044622 A1

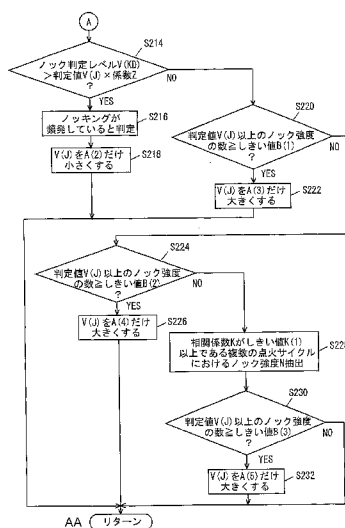
- (51) 国際特許分類:
F02D 45/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/069540
- (22) 国際出願日: 2007年10月1日 (01.10.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2006-272036 2006年10月3日 (03.10.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP). 株式会社日本自動車部品総合研究所 (NIPPON SOKEN, INC.) [JP/JP]; 〒4450012 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 金子理人 (KANEKO, Rihito) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市

トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 笠島健司 (KASASHIMA, Kenji) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 吉原正朝 (YOSHIHARA, Masatomo) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 千田健次 (SENDA, Kenji) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 花井紀仁 (HANAI, Norihito) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 山迫靖広 (YAMASAKO, Yasuhiro) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP). 大江修平 (OE, Shuhei) [JP/JP]; 〒4450012 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内 Aichi (JP). 竹村優一 (TAKEMURA, Yuichi) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).

[続葉有]

(54) Title: INTERNAL COMBUSTION ENGINE KNOCKING JUDGING DEVICE AND KNOCKING JUDGING METHOD

(54) 発明の名称: 内燃機関のノッキング判定装置およびノッキング判定方法



- S214 KNOCK JUDGMENT LEVEL V(KD) > JUDGMENT VALUE V(J) × COEFFICIENT Z?
- S216 JUDGE THAT KNOCKING IS OCCURRING FREQUENTLY
- S218 DECREASE V(J) BY A(2)
- S220 NUMBER OF KNOCK STRENGTHS WHICH IS JUDGMENT VALUE V(J) ≥ THRESHOLD VALUE B(1)?
- S222 INCREASE V(J) BY A(3)
- S224 NUMBER OF KNOCK STRENGTHS WHICH IS JUDGMENT VALUE V(J) ≥ THRESHOLD VALUE B(2)?
- S226 INCREASE V(J) BY A(4)
- S228 EXTRACT KNOCK STRENGTHS N IN IGNITION CYCLES IN WHICH CORRELATION COEFFICIENT K IS THRESHOLD VALUE K(1) OR MORE
- S230 NUMBER OF KNOCK STRENGTHS WHICH IS JUDGMENT VALUE V(J) ≥ THRESHOLD VALUE B(3)?
- S232 INCREASE V(J) BY A(5)
- RETURN

(57) Abstract: An engine ECU executes a program including a step (S222) of increasing the judgment value V(J) by a correction A(3) if the number of knock strengths N which is the judgment value V(J) or more, out of the knock strengths N in a predetermined number of continuous ignition cycles, is a threshold B(1) or more (YES at S220) and a step (S232) of increasing the judgment value V(J) by a correction A(5) if the number of knocking strengths N which is the judgment value V(J) or more, out of the knock strengths N in a predetermined number of continuous ignition cycles and out of the knock strengths N in ignition cycles satisfying the condition that the correlation coefficient K calculated by comparing the waveform of vibration and a knock waveform model is a threshold K(1) or more, is a threshold value B(3) or more (YES at S230).

(57) 要約: エンジンECUは、予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクル分のノック強度Nのうち、判定値V(J)以上のノック強度Nの数がしきい値B(1)以上である場合(S220にてYES)、補正量A(3)だけ判定値V(J)を大きくするステップ(S222)と、予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクル分のノック強度Nのうち、振動の波形とノック波形モデルとを比較して算出される相関係数Kがしきい値K(1)以上であるという条件を満たす複数の点火サイクルにおけるノック強度Nのうち、判定値V(J)以上のノック強度Nの数がしきい値B(3)以上である場合(S230にてYES)、補正量A(5)だけ判定値V(J)を大きくするステップ(S232)とを含む、プログラムを実行する。



(74) 代理人：深見久郎， 外(FUKAMI, Hisao et al.); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目2番7号 中之島セントラルタワー22階 深見特許事務所 Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK,

SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明細書

内燃機関のノッキング判定装置およびノッキング判定方法

5 技術分野

本発明は、内燃機関において発生するノッキングの判定に関し、特に、内燃機関の振動の強度および振動の波形に基づいたノッキングの判定に関する。

背景技術

10 従来より、内燃機関において発生するノッキング（ノック）を検出する様々な方法が提案されている。たとえば、内燃機関の振動の強度がしきい値よりも高いとノッキングが発生したと判定する技術がある。ところが、ノッキングが発生していなくても、たとえば吸気バルブや排気バルブが閉じる際に発生する振動などのノイズの強度がしきい値よりも高い場合がある。この場合、ノッキングが発生
15 していないにもかかわらず、ノッキングが発生したと誤判定し得る。そこで、振動が発生するクランク角や減衰率など、強度以外の特性も考慮するために振動の波形に基づいてノッキングの有無を判定する技術が提案されている。

特開 2003-021032 号公報に記載の内燃機関のノック制御装置は、内燃機関のノッキングを検出するためのノックセンサと、ノックセンサにより検出
20 される出力信号を統計処理する統計処理部と、統計処理部による処理結果に基づいてノッキングの発生を判定する第 1 の仮判定部と、ノックセンサにより検出される出力信号の波形形状に基づいてノッキングの発生を判定する第 2 の仮判定部と、第 1 の仮判定部によるノック仮判定と第 2 の仮判定部によるノック仮判定との結果に基づいて最終的にノッキングの発生を判定する最終ノック判定部とを含む。最終ノック判定部は、第 1 の仮判定部と第 2 の仮判定部との両方がノッキン
25 グが発生したと判定したときに最終的にノッキングが発生したと判定する。第 1 の仮判定部では、ノックセンサにより検出される出力信号の最大値と、統計処理部による処理結果に基づいて算出されるノック判定レベル（判定値）とを比較することにより、ノッキングが発生したか否かが判定される。判定値は、ノッキン

グの発生頻度に基づいて、設定値 ΔV を判定値から減算した値もしくは「1」より大きな値Aと設定値 ΔV との積を判定値に加算した値に補正される。

ところで、特開2003-021032号公報に記載のロック制御装置のように、ノッキングの有無を判定する際に用いる判定値を補正する際、ノッキングに起因する振動とノイズとを区別せずに用いると、ノイズの強度はノッキングに起因する振動の強度と同程度に大きいことから、判定値を誤って補正し得る。そこで、ノイズを除外して判定値を補正することが考えられる。しかしながら、ノイズを除外して判定値を補正すると、判定値を補正するために必要なデータが少なくなる。したがって、判定値の補正が遅延し得る。

発明の開示

本発明の目的は、判定値を速やかに、かつ精度よく補正することができる内燃機関のノッキング判定装置およびノッキング判定方法を提供することである。

この発明のある局面に係る内燃機関のノッキング判定装置は、予め定められたクランク角の間隔において、内燃機関の振動の強度を検出するロックセンサと、演算ユニットとを備える。演算ユニットは、内燃機関の振動の強度に基づいて、内燃機関の振動の波形を検出し、内燃機関の振動の強度に応じた第1の値を算出し、検出された波形と内燃機関の振動の波形の基準として予め定められた波形モデルとを比較した結果に基づいて、検出された波形と波形モデルとの差に応じた第2の値を算出し、第1の値と予め定められた第1の判定値とを比較した結果および第2の値と予め定められた第2の判定値とを比較した結果に基づいて内燃機関にノッキングが発生したか否かを判定し、予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクルにおいて算出された第1の値のうち、第1の判定値以上の第1の値の数が第1の数以上である場合に第1の判定値を補正し、第2の値が予め定められた条件を満たす複数の点火サイクルにおいて算出された第1の値のうち、第1の判定値以上の第1の値の数が第2の数以上である場合に第1の判定値を補正する。

この構成によると、予め定められたクランク角の間隔において、内燃機関の振動の強度が検出される。内燃機関の振動の強度に基づいて、内燃機関の振動の波

形が検出される。さらに、内燃機関の振動の強度に応じた第1の値が算出される。検出された波形と内燃機関の振動の波形の基準として予め定められた波形モデルとを比較した結果に基づいて、検出された波形と波形モデルとの差に応じた第2の値が算出される。第1の値と予め定められた第1の判定値とを比較した結果および第2の値と予め定められた第2の判定値とを比較した結果に基づいて内燃機関にノッキングが発生したか否かが判定される。これにより、振動の強度および振動の波形の両方を考慮してノッキングが発生したか否を判断することができる。ところで、内燃機関において発生する振動の強度は常に同じであるとは限らない。たとえば運転条件またはノックセンサの経年劣化などにより、検出される振動の強度が変化し得る。したがって、ノッキングが発生したか否かを判定するために用いる判定値を補正する必要がある。そこで、予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクルにおいて算出された第1の値のうち、第1の判定値以上の第1の値の数が第1の数以上である場合に第1の判定値が補正される。これにより、振動の波形と波形モデルとの差にかかわらず、第1の判定値以上の第1の値の数が多い場合には、第1の判定値を補正することができる。すなわち、ノッキングに起因した振動であるかノイズであるかに関わらず、第1の判定値が内燃機関で発生する振動の強度に対して過小であるといえる場合には、第1の判定値を補正することができる。そのため、第1の判定値を速やかに補正することができる。ところで、ノイズの強度は比較的大きいことから、第1の判定値が過小でなくとも、第1の判定値以上の第1の値が多くなり得る。そこで、検出された波形と波形モデルとの差に応じた第2の値が予め定められた条件を満たす複数の点火サイクルにおいて算出された第1の値のうち、第1の判定値以上の第1の値の数が第2の数以上である場合に第1の判定値が補正される。これにより、たとえば、検出された波形と波形モデルとの差が大きい点火サイクル、すなわち、ノイズが混在した点火サイクルにおいて算出された第1の値を除く第1の値に対して第1の判定値が小さいといえる場合には、第1の判定値を補正することができる。そのため、ノイズの影響を除外して、判定値を精度よく補正することができる。その結果、判定値を速やかに、かつ精度よく補正することができる。

好ましくは、演算ユニットは、予め定められた数だけ連続した複数の点火サイ

クルにおいて算出された第1の値のうち、第1の判定値以上の第1の値の数が第1の数以上である場合、第2の値が予め定められた条件を満たす複数の点火サイクルにおいて算出された第1の値のうち、第1の判定値以上の第1の値の数が第2の数以上である場合に比べて、大きい補正量で第1の判定値を補正する。

- 5 この構成によると、予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクルにおいて算出された第1の値のうち、第1の判定値以上の第1の値の数が第1の数以上である場合は、第2の値が条件を満たす複数の点火サイクルにおいて算出された第1の値のうち、第1の判定値以上の第1の値の数が第2の数以上である場合よりも大きい補正量で第1の判定値が補正される。これにより、第1の判定値が内
10 燃機関で発生する振動の強度に対して過小であるといえる場合には、第1の判定値を大きく補正することができる。そのため、第1の判定値を速やかに補正することができる。

- さらに好ましくは、演算ユニットは、予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクルにおいて算出された第1の値のうち、第1の判定値以上の第1の値の
15 数が多いほど、より大きい補正量で第1の判定値を補正する。

- この構成によると、予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクルにおいて算出された第1の値のうち、第1の判定値以上の第1の値の数が多いほど、より大きい補正量で第1の判定値が補正される。これにより、第1の判定値が内燃
20 機関で発生する振動の強度に対して過小であるといえる場合には、第1の判定値をより大きく補正することができる。そのため、第1の判定値を速やかに補正することができる。

- さらに好ましくは、演算ユニットは、第2の値が条件を満たす複数の点火サイクルにおいて算出された第1の値のうち、第1の判定値以上の第1の値の数が第2の数以上である場合であって、かつ予め定められた数だけ連続した複数の点火
25 サイクルにおいて算出された第1の値のうち、第1の判定値以上の第1の値の数が第1の数未満である場合に、第1の判定値を補正する。

 この構成によると、予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクルにおいて算出された第1の値に基づく第1の判定値の補正が行なわれない場合のみ、第2の値が条件を満たす複数の点火サイクルにおいて算出された第1の値に基づく

第1の判定値の補正が行なわれる。これにより、第1の判定値が重複して補正されることを防止することができる。

さらに好ましくは、演算ユニットは、複数の点火サイクルにおいて検出された振動の強度のうち、内燃機関の振動の強度に基づいて算出される第3の判定値よりも大きい強度の割合が予め定められた割合より大きい場合に第1の判定値を補正し、複数の点火サイクルにおいて検出された振動の強度のうち、第3の判定値よりも大きい強度の割合が予め定められた割合より小さい場合であって、かつ内燃機関にノッキングが発生したと判断される場合に、第1の判定値を補正し、予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクルにおいて算出された第1の値のうち、第1の判定値以上の第1の値の数が第1の数以上である場合であって、かつ複数の点火サイクルにおいて検出された振動の強度のうち、第3の判定値よりも大きい強度の割合が予め定められた割合より小さい場合に、第1の判定値を補正する。

この構成によると、複数の点火サイクルにおいて検出された振動の強度のうち、内燃機関の振動の強度に基づいて算出される第3の判定値よりも大きい強度の割合が予め定められた割合より多い場合に第1の判定値が補正される。これにより、ノッキングが発生した頻度が多い場合に第1の判定値を補正することができる。第3の判定値よりも大きい強度の割合に基づく補正が行なわれない場合であっても、内燃機関にノッキングが発生したと判断される場合は、第1の判定値が補正される。これにより、ノッキングが発生した場合には、第1の判定値を確実に補正することができる。第3の判定値よりも大きい強度の割合に基づく第1の判定値の補正が行なわれない場合にのみ、予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクルにおいて算出された第1の値に基づく第1の判定値の補正が行なわれる。これにより、第3の判定値よりも大きい強度の割合に基づく第1の判定値の補正が行なわれる場合には、補正が重複して行なわれることを抑制することができる。

さらに好ましくは、第2の値は、検出された波形と波形モデルとの差が小さいほどより大きくなるように算出される。条件は、予め定められた値以上であるという条件である。

この構成によると、第2の値は、検出された波形と波形モデルとの差が小さい

ほどより大きくなるように算出される。第2の値が予め定められた値以上であるという条件を満たす複数の点火サイクルにおいて算出された第1の値のうち、第1の判定値以上の第1の値の数が第2の数以上である場合に第1の判定値が補正される。これにより、検出された波形と波形モデルとの差が大きい点火サイクル、すなわち、ノイズが混在した点火サイクルにおいて算出された第1の値を除く第1の値に対して第1の判定値が小さいといえる場合には、第1の判定値を補正することができる。そのため、ノイズの影響を除外して、判定値を精度よく補正することができる。

10 図面の簡単な説明

図1は、本発明の実施の形態に係るノッキング判定装置であるエンジンECUにより制御されるエンジンを示す概略構成図である。

図2は、ノッキング時にエンジンで発生する振動の周波数帯を示す図である。

図3は、図1のエンジンECUを示す制御ブロック図である。

15 図4は、エンジンの振動波形を示す図である。

図5は、エンジンECUのROMに記憶されたノック波形モデルを示す図である。

図6は、振動波形とノック波形モデルとを比較した図である。

20 図7は、エンジンECUのROMもしくはSRAMに記憶された判定値V(J)のマップを示す図である。

図8は、強度値LOG(V)の頻度分布を示す図(その1)である。

図9は、強度値LOG(V)の頻度分布を示す図(その2)である。

図10は、強度値LOG(V)の頻度分布を示す図(その3)である。

図11は、強度値LOG(V)の頻度分布を示す図(その4)である。

25 図12は、強度値LOG(V)の頻度分布を示す図(その5)である。

図13は、エンジンECUの機能ブロック図である。

図14は、本発明の実施の形態に係るノッキング判定装置であるエンジンECUが実行するプログラムの制御構造を示すフローチャート(その1)である。

図15は、本発明の実施の形態に係るノッキング判定装置であるエンジンEC

Uが実行するプログラムの制御構造を示すフローチャート（その２）である。

図１６は、本発明の実施の形態に係るノッキング判定装置であるエンジンＥＣＵが実行するプログラムの制御構造を示すフローチャート（その３）である。

５ 発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。以下の説明では、同一の部品には同一の符号を付してある。それらの名称および機能も同一である。したがって、それらについての詳細な説明は繰返さない。

図１を参照して、本発明の実施の形態に係るノッキング判定装置を搭載した車両のエンジン１００について説明する。このエンジン１００には複数の気筒が設けられる。本実施の形態に係るノッキング判定装置は、たとえばエンジンＥＣＵ（Electronic Control Unit）２００のＲＯＭ（Read Only Memory）２０２に記憶されたプログラムを実行することにより実現される。

エンジン１００は、エアクリーナ１０２から吸入された空気とインジェクタ１０４から噴射される燃料との混合気を、燃焼室内で点火プラグ１０６により点火して燃焼させる内燃機関である。点火時期は、出力トルクが最大になるＭＢＴ（Minimum advance for Best Torque）になるように制御されるが、ノッキングが発生した場合など、エンジン１００の運転状態に応じて遅角されたり、進角されたりする。

混合気が燃焼すると、燃焼圧によりピストン１０８が押し下げられ、クランクシャフト１１０が回転する。燃焼後の混合気（排気ガス）は、三元触媒１１２により浄化された後、車外に排出される。エンジン１００に吸入される空気の量は、スロットルバルブ１１４により調整される。

エンジン１００は、エンジンＥＣＵ２００により制御される。エンジンＥＣＵ２００には、ノックセンサ３００と、水温センサ３０２と、タイミングロータ３０４に対向して設けられたクランクポジションセンサ３０６と、スロットル開度センサ３０８と、車速センサ３１０と、イグニッションスイッチ３１２と、エアフローメータ３１４とが接続されている。

ノックセンサ３００は、エンジン１００のシリンダブロックに設けられる。ノ

ックセンサ 300 は、圧電素子により構成されている。ノックセンサ 300 は、エンジン 100 の振動により電圧を発生する。電圧の大きさは、振動の大きさと対応した大きさとなる。ノックセンサ 300 は、電圧を表わす信号をエンジン ECU 200 に送信する。水温センサ 302 は、エンジン 100 のウォータージャケット内の冷却水の温度を検出し、検出結果を表わす信号を、エンジン ECU 200 に送信する。

タイミングロータ 304 は、クランクシャフト 110 に設けられており、クランクシャフト 110 と共に回転する。タイミングロータ 304 の外周には、予め定められた間隔で複数の突起が設けられている。クランクポジションセンサ 306 は、タイミングロータ 304 の突起に対向して設けられている。タイミングロータ 304 が回転すると、タイミングロータ 304 の突起と、クランクポジションセンサ 306 とのエアギャップが変化するため、クランクポジションセンサ 306 のコイル部を通過する磁束が増減し、コイル部に起電力が発生する。クランクポジションセンサ 306 は、起電力を表わす信号を、エンジン ECU 200 に送信する。エンジン ECU 200 は、クランクポジションセンサ 306 から送信された信号に基づいて、クランク角およびクランクシャフト 110 の回転数を検出する。

スロットル開度センサ 308 は、スロットル開度を検出し、検出結果を表わす信号をエンジン ECU 200 に送信する。車速センサ 310 は、車輪（図示せず）の回転数を検出し、検出結果を表わす信号をエンジン ECU 200 に送信する。エンジン ECU 200 は、車輪の回転数から、車速を算出する。イグニッションスイッチ 312 は、エンジン 100 を始動させる際に、運転者によりオン操作される。エアフローメータ 314 は、エンジン 100 に吸入される空気量を検出し、検出結果を表わす信号をエンジン ECU 200 に送信する。

エンジン ECU 200 は、電源である補機バッテリー 320 から供給された電力により作動する。エンジン ECU 200 は、各センサおよびイグニッションスイッチ 312 から送信された信号、ROM 202 や S RAM (Static Random Access Memory) 204 に記憶されたマップおよびプログラムに基づいて演算処理を行ない、エンジン 100 が所望の運転状態となるように、機器類を制御する。

本実施の形態において、エンジンECU200は、ノックセンサ300から送信された信号およびクランク角に基づいて、予め定められたノック検出ゲート（予め定められた第1クランク角から予め定められた第2クランク角までの区間）におけるエンジン100の振動の波形（以下、振動波形と記載する）を検出し、検出された振動波形に基づいて、エンジン100にノッキングが発生したか否かを判定する。本実施の形態におけるノック検出ゲートは、燃焼行程において上死点（0度）から90度までである。なお、ノック検出ゲートはこれに限らない。このノック検出ゲートが、前述の第1の発明における第1の範囲に対応する。

ノッキングが発生した場合、エンジン100には、図2において実線で示す周波数付近の周波数の振動が発生する。ノッキングに起因して発生する振動の周波数は一定ではなく、所定の帯域幅を有する。そのため、本実施の形態においては、図2に示すように、第1の周波数帯A、第2の周波数帯Bおよび第3の周波数帯Cに含まれる振動を検出する。なお、図2におけるCAは、クランク角（Crank Angle）を示す。なお、ノッキングに起因して発生する振動の周波数帯は3つに限られない。

図3を参照して、エンジンECU200についてさらに説明する。エンジンECU200は、A/D（アナログ/デジタル）変換部400と、バンドパスフィルタ（1）410と、バンドパスフィルタ（2）420と、バンドパスフィルタ（3）430と、積算部450とを含む。

A/D変換部400は、ノックセンサ300から送信されたアナログ信号をデジタル信号に変換する。バンドパスフィルタ（1）410は、ノックセンサ300から送信された信号のうち、第1の周波数帯Aの信号のみを通過させる。すなわち、バンドパスフィルタ（1）410により、ノックセンサ300が検出した振動から、第1の周波数帯Aの振動のみが抽出される。

バンドパスフィルタ（2）420は、ノックセンサ300から送信された信号のうち、第2の周波数帯Bの信号のみを通過させる。すなわち、バンドパスフィルタ（2）420により、ノックセンサ300が検出した振動から、第2の周波数帯Bの振動のみが抽出される。

バンドパスフィルタ（3）430は、ノックセンサ300から送信された信号

のうち、第3の周波数帯Cの信号のみを通過させる。すなわち、バンドパスフィルタ(3)430により、ノックセンサ300が検出した振動から、第3の周波数帯Cの振動のみが抽出される。

5 積算部450は、バンドパスフィルタ(1)410～バンドパスフィルタ(3)430により選別された信号、すなわち振動の強度を、クランク角度で5度分づつ積算する。以下、積算された値を積算値と表わす。積算値の算出は、周波数帯ごとに行なわれる。この積算値の算出により、各周波数帯における振動波形が検出される。

10 さらに、算出された第1の周波数帯A～第3の周波数帯Cの積算値は、クランク角度に対応して加算される。すなわち、第1の周波数帯A～第3の周波数帯Cの振動波形が合成される。

これにより、図4に示すように、エンジン100の振動波形が検出される。すなわち、第1の周波数帯A～第3の周波数帯Cの合成波形が、エンジン100の振動波形として用いられる。

15 検出された振動波形は、図5に示すようにエンジンECU200のROM202に記憶されたノック波形モデルと比較される。ノック波形モデルは、エンジン100にノッキングが発生した場合の振動波形のモデルとして予め作成される。

20 ノック波形モデルにおいて、振動の強度は0～1の無次元数として表され、振動の強度はクランク角と一義的には対応していない。すなわち、本実施の形態のノック波形モデルにおいては、振動の強度のピーク値以降、クランク角が大きくなるにつれ振動の強度が低減することが定められているが、振動の強度がピーク値となるクランク角は定められていない。

25 本実施の形態におけるノック波形モデルは、ノッキングにより発生した振動の強度のピーク値以降の振動に対応している。なお、ノッキングに起因した振動の立ち上がり以降の振動に対応したノック波形モデルを記憶してもよい。

ノック波形モデルは、実験などにより、強制的にノッキングを発生させた場合におけるエンジン100の振動波形を検出し、この振動波形に基づいて予め作成されて記憶される。

ノック波形モデルは、エンジン100の寸法やノックセンサ300の出力値が、

寸法公差やノックセンサ 300 の出力値の公差の中央値であるエンジン 100 (以下、特性中央エンジンと記載する) を用いて作成される。すなわち、ノック波形モデルは、特性中央エンジンに強制的にノッキングを発生させた場合における振動波形である。なお、ノック波形モデルを作成する方法は、これに限られず、
5 その他、シミュレーションにより作成してもよい。

検出された波形とノック波形モデルとの比較においては、図 6 に示すように、正規化された波形とノック波形モデルとが比較される。ここで、正規化とは、たとえば、検出された振動波形における積算値の最大値で各積算値を除算することにより、振動の強度を 0 ~ 1 の無次元数で表わすことである。なお、正規化の方法はこれに限らない。
10

本実施の形態において、エンジン ECU 200 は、正規化された振動波形とノック波形モデルとの偏差に関する値である相関係数 K を算出する。正規化後の振動波形において振動の強度が最大になるタイミングとノック波形モデルにおいて振動の強度が最大になるタイミングとを一致させた状態で、正規化後の振動波形とノック波形モデルとの偏差の絶対値 (ズレ量) をクランク角ごと (5 度ごと)
15 に算出することにより、相関係数 K が算出される。

正規化後の振動波形とノック波形モデルとのクランク角ごとの偏差の絶対値を $\Delta S(I)$ (I は自然数) とし、ノック波形モデルにおける振動の強度をクランク角で積分した値 (ノック波形モデルの面積) を S とおくと、相関係数 K は、 $K = (S - \sum \Delta S(I)) / S$ という方程式により算出される。ここで、 $\sum \Delta S(I)$ は、 $\Delta S(I)$ の総和である。本実施の形態において、相関係数 K は、振動波形の形状がノック波形モデルの形状に近いほど、大きな値として算出される。したがって、振動波形にノッキング以外の要因による振動の波形が含まれた場合、相関係数 K は小さく算出される。なお、相関係数 K の算出方法はこれに限らない。

さらに、エンジン ECU 200 は、積算値の最大値 (ピーク値) に基づいて、ノック強度 N を算出する。積算値の最大値を P とし、エンジン 100 にノッキングが発生していない状態におけるエンジン 100 の振動の強度を表わす値を BGL (Back Ground Level) とおくと、ノック強度 N は、 $N = P / BGL$ という方程式で算出される。なお、ノック強度 N を算出する際の積算値の最大値 P は対数
25

変換される。また、ノック強度 N の算出方法はこれに限らない。

BGLは、後述する強度値 $\text{LOG}(V)$ の頻度分布において、標準偏差 σ と係数（たとえば「1」）との積を、中央値 $V(50)$ から減算した値として算出される。なお、BGLの算出方法はこれに限らず、BGLをROM202に記憶しておくようにしてもよい。

本実施の形態において、エンジンECU200は、算出されたノック強度 N とSRAM204に記憶された判定値 $V(J)$ とを比較し、さらに検出された波形と記憶されたノック波形モデルとを比較して、エンジン100にノッキングが発生したか否かを1点火サイクルごとに判定する。

図7に示すように、判定値 $V(J)$ は、エンジン回転数 NE と吸入空気量 KL とをパラメータとした運転状態により区分される領域毎に、マップとして記憶される。本実施の形態においては、低回転（ $NE < NE(1)$ ）、中回転（ $NE(1) \leq NE < NE(2)$ ）、高回転（ $NE(2) \leq NE$ ）、低負荷（ $KL < KL(1)$ ）、中負荷（ $KL(1) \leq KL < KL(2)$ ）、高負荷（ $KL(2) \leq KL$ ）で区分することにより、気筒毎に9つの領域が設けられる。なお、領域の数はこれに限らない。また、エンジン回転数 NE および吸入空気量 KL 以外のパラメータを用いて領域を区分するようにしてもよい。

エンジン100もしくは車両の出荷時において、ROM202に記憶される判定値 $V(J)$ （出荷時における判定値 $V(J)$ の初期値）には、予め実験などにより定められる値が用いられる。ところが、ノックセンサ300の出力値のばらつきや劣化などにより、エンジン100で同じ振動が生じた場合であっても、検出される強度が変化し得る。この場合、判定値 $V(J)$ を補正し、実際に検出される強度に応じた判定値 $V(J)$ を用いてノッキングが発生したか否かを判定する必要がある。

そこで、本実施の形態においては、強度 V を対数変換した値である強度値 $\text{LOG}(V)$ と、各強度値 $\text{LOG}(V)$ が検出された頻度（回数、確率ともいう）との関係を示す頻度分布に基づいて、ノック判定レベル $V(KD)$ が算出される。

エンジン回転数 NE と吸入空気量 KL とをパラメータとする領域ごとに強度値 $\text{LOG}(V)$ が算出される。強度値 $\text{LOG}(V)$ を算出するために用いられる強

度 V は、予め定められたクランク角の間における強度のピーク値（５度ごとの積算値のピーク値）である。算出される強度 $\text{LOG}(V)$ に基づいて、強度値 $\text{LOG}(V)$ の頻度を最小値から累積して５０％になる中央値 $V(50)$ が算出される。また、中央値 $V(50)$ 以下の強度値 $\text{LOG}(V)$ における標準偏差 σ が算出される。たとえば、本実施の形態においては、複数（たとえば２００サイクル）の強度値 $\text{LOG}(V)$ に基づいて算出される中央値および標準偏差と近似した中央値 $V(50)$ および標準偏差 σ が、以下の算出方法により１点火サイクルごとに算出される。

今回検出された強度値 $\text{LOG}(V)$ が前回算出された中央値 $V(50)$ よりも大きい場合、前回算出された中央値 $V(50)$ に予め定められた値 $C(1)$ を加算した値が、今回の中央値 $V(50)$ として算出される。逆に、今回検出された強度値 $\text{LOG}(V)$ が前回算出された中央値 $V(50)$ よりも小さい場合、前回算出された中央値 $V(50)$ から予め定められた値 $C(2)$ （たとえば $C(2)$ は $C(1)$ と同じ値）を減算した値が、今回の中央値 $V(50)$ として算出される。

今回検出された強度値 $\text{LOG}(V)$ が、前回算出された中央値 $V(50)$ よりも小さく、かつ前回算出された中央値 $V(50)$ から前回算出された標準偏差 σ を減算した値よりも大きい場合、前回算出された標準偏差 σ から予め定められた値 $C(3)$ を２倍した値を減算した値が、今回の標準偏差 σ として算出される。逆に、今回検出された強度値 $\text{LOG}(V)$ が、前回算出された中央値 $V(50)$ よりも大きい場合、または前回算出された中央値 $V(50)$ から前回算出された標準偏差 σ を減算した値よりも小さい場合、前回算出された標準偏差 σ に予め定められた値 $C(4)$ （たとえば $C(4)$ は $C(3)$ と同じ値）を加算した値が、今回の標準偏差 σ として算出される。なお、中央値 $V(50)$ および標準偏差 σ の算出方法はこれに限定されない。また、中央値 $V(50)$ および標準偏差 σ の初期値は、予め設定された値であってもよいし、「０」であってもよい。

中央値 $V(50)$ および標準偏差 σ を用いて、ノック判定レベル $V(KD)$ が算出される。図８に示すように、中央値 $V(50)$ に係数 $U(1)$ （ $U(1)$ は定数で、たとえば $U(1) = 3$ ）と標準偏差 σ との積を加算した値が、ノック判

定レベル $V(KD)$ となる。なお、ノック判定レベル $V(KD)$ の算出方法はこれに限らない。

ノック判定レベル $V(KD)$ よりも大きい強度値 $LOG(V)$ の割合(頻度)が、ノッキングが発生した頻度として判定され、ノック占有率 KC としてカウントされる。

ノック占有率 KC がしきい値 $KC(0)$ よりも大きいと、点火時期の遅角が行なわれる頻度が高くなるように、判定値 $V(J)$ が予め定められた補正量 $A(1)$ だけ小さく補正される。補正された判定値 $V(J)$ は、SRAM204に記憶される。

係数 $U(1)$ は、実験などより得られたデータや知見から求められた係数である。 $U(1)=3$ とした場合のノック判定レベル $V(KD)$ よりも大きい強度値 $LOG(V)$ が、実際にノッキングが発生した点火サイクルにおける強度値 $LOG(V)$ と略一致する。なお、係数 $U(1)$ に「3」以外の値を用いるようにしてもよい。

強度値 $LOG(V)$ の頻度分布においては、エンジン100においてノッキングが発生していなければ、図9に示すように正規分布となり、強度値 $LOG(V)$ の最大値 $V(MAX)$ とノック判定レベル $V(KD)$ とが一致する。一方、ノッキングが発生することにより、検出される強度 V が大きくなり、大きい強度値 $LOG(V)$ が算出されると、図10に示すように、ノック判定レベル $V(KD)$ よりも最大値 $V(MAX)$ が大きくなる。

さらにノッキングが発生する頻度が大きくなると、図11に示すように最大値 $V(MAX)$ はさらに大きくなる。このとき、頻度分布における中央値 $V(50)$ および標準偏差 σ は、最大値 $V(MAX)$ とともに大きくなる。そのため、ノック判定レベル $V(KD)$ が大きくなる。

ノック判定レベル $V(KD)$ よりも小さい強度値 $LOG(V)$ は、ノッキングが発生したサイクルにおける強度値 $LOG(V)$ とは判定されないため、ノック判定レベル $V(KD)$ が大きくなると、それだけ、ノッキングが発生していても、ノッキングが発生していないと判定される頻度が高くなる。

そこで、本実施の形態においては、図12に示すように、ノック判定レベル V

(KD) が、現在の判定値 $V(J)$ と係数 Z との積よりも大きい場合、ノッキングが頻発している状態であると判定する。この場合、ノック占有率 KC がしきい値 $KC(0)$ よりも大きい場合の補正量 $A(1)$ よりも大きい補正量 $A(2)$ で、判定値 $V(J)$ が小さくされる。これにより、ノッキングが頻発している場合には、点火時期の遅角制御をより多く行なって、ノッキングを抑制することができる。

ところで、判定値 $V(J)$ がエンジン 100 で実際に発生する振動の強度に対して過小であると、ノッキングが発生している頻度が少ないにもかかわらず、ノッキングが発生したと判定される頻度が必要以上に多くなる。この場合、点火時期の遅角が行なわれる頻度が必要以上に多くなり、エンジン 100 の出力の観点から好ましくない。

そこで、本実施の形態においては、予め定められた数（たとえば 200 回）だけ連続した複数の点火サイクル分のノック強度 N のうち、判定値 $V(J)$ 以上のノック強度 N の数がしきい値 $B(1)$ 以上であると、補正量 $A(3)$ だけ判定値 $V(J)$ が大きくされる。

また、予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクル分のノック強度 N のうち、判定値 $V(J)$ 以上のノック強度 N の数がしきい値 $B(2)$ ($B(2) < B(1)$) 以上であって、しきい値 $B(1)$ 未満であると、補正量 $A(3)$ よりも小さい補正量 $A(4)$ だけ判定値 $V(J)$ が大きくされる。これにより、判定値 $V(J)$ を速やかに大きくすることができる。

ところで、エンジン 100 には、ノッキングに起因する振動の他、吸気バルブ 116 もしくは排気バルブ 118 の着座による振動が発生し得る。また、インジェクタ（特に、筒内に直接燃料を噴射する直噴インジェクタ）104 もしくはインジェクタに燃料を供給するポンプ 120 の作動によっても振動が発生し得る。

これらによる振動は、ノッキングの有無、すなわち判定値 $V(J)$ の大きさに関わらずノイズとして検出され得る。ノイズの強度は、ノッキングによる振動の強度の大きさと同程度の大きさである。

したがって、予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクル分の全てのノック強度 N を母集団として用いた場合、判定値 $V(J)$ が過小でなくとも、判定

値 $V(J)$ 以上のノック強度 N が存在し得る。

そこで、判定値 $V(J)$ 以上のノック強度 N の数がしきい値 $B(1)$ 未満であり、かつしきい値 $B(2)$ 未満である場合は、予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクル分の全てのノック強度 N のうち、相関係数 K がしきい値 K

5 (1) (たとえば $K(1) = 0.6$) 以上であるという条件を満たす複数の点火サイクルにおけるノック強度 N が母集団として用いられる。

相関係数 K がしきい値 $K(1)$ 以上であるという条件を満たす複数の点火サイクルにおけるノック強度 N のうち、判定値 $V(J)$ 以上のノック強度 N の数がしきい値 $B(3)$ ($B(3) < B(2)$) 以上であると、補正量 $A(4)$ よりも小さい補正量 $A(5)$ だけ判定値 $V(J)$ が大きくなる。

10

図13を参照して、本実施の形態に係るノッキング判定装置であるエンジンECU200の機能について説明する。なお、以下に説明するエンジンECU200の機能は、ハードウェアにより実現してもよく、ソフトウェアにより実現してもよい。

15

エンジンECU200は、強度検出部210と、波形検出部212と、ノック強度算出部220と、相関係数算出部222と、ノッキング判定部230と、強度値算出部240と、第1補正部241と、第2補正部242と、第3補正部243と、第4補正部244とを含む。

20

強度検出部210は、ノックセンサ300から送信された信号に基づいて、ノック検出ゲートにおける振動の強度 V を検出する。波形検出部212は、振動の強度 V をクランク角度で5度分ずつ積算することにより、ノック検出ゲートにおける振動の波形を検出する。

25

ノック強度算出部220は、ノック強度 N を算出する。相関係数算出部222は、相関係数 K を算出する。ノッキング判定部230は、ノック強度 N が判定値 $V(J)$ より大きく、かつ相関係数 K がしきい値 $K(2)$ より大きい場合、ノッキングが発生したと判定する。

強度値算出部240は、強度 V を対数変換した強度値 $\text{LOG}(V)$ を算出する。第1補正部241は、ノック判定レベル $V(KD)$ よりも大きい強度値 $\text{LOG}(V)$ の割合であるノック占有率 KC がしきい値 $KC(0)$ よりも大きいと、判

定値 $V(J)$ が補正量 $A(1)$ だけ小さくなるように補正する。

第2補正部242は、ノック判定レベル $V(KD)$ が、現在の判定値 $V(J)$ と係数 Z との積よりも大きい場合、補正量 $A(2)$ だけ判定値 $V(J)$ が小さくなるように補正する。

5 第3補正部243は、予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクル分のノック強度 N のうち、判定値 $V(J)$ 以上のノック強度 N の数がしきい値 $B(1)$ 以上であると、補正量 $A(3)$ だけ判定値 $V(J)$ が大きくなるように補正する。また、第3補正部243は、予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクル分のノック強度 N のうち、判定値 $V(J)$ 以上のノック強度 N の数がし
10 きい値 $B(2)$ 以上であると、補正量 $A(4)$ だけ判定値 $V(J)$ が大きくなるように補正する。

第4補正部244は、相関係数 K がしきい値 $K(1)$ 以上であるという条件を満たす複数の点火サイクルにおけるノック強度 N のうち、判定値 $V(J)$ 以上のノック強度 N の数がしきい値 $B(3)$ 以上であると、補正量 $A(5)$ だけ判定値
15 $V(J)$ が大きくなるように補正する。

図14を参照して、本実施の形態に係るノッキング判定装置であるエンジンECU200が、ノッキングが発生したか否かを1点火サイクルごとに判定して点火時期を制御するために実行するプログラムの制御構造について説明する。

ステップ（以下、ステップを S と略す）100にて、エンジンECU200は、
20 クランクポジションセンサ306から送信された信号に基づいて、エンジン回転数 NE を検出するとともに、エアフローメータ314から送信された信号に基づいて、吸入空気量 KL を検出する。

$S102$ にて、エンジンECU200は、ノックセンサ300から送信された信号に基づいて、エンジン100の振動の強度を検出する。振動の強度は、ノック
25 センサ300の出力電圧値で表される。なお、ノックセンサ300の出力電圧値と対応した値で振動の強度を表してもよい。強度の検出は、燃焼行程において上死点から90度（クランク角で90度）までの間で行なわれる。

$S104$ にて、エンジンECU200は、ノックセンサ300の出力電圧値（振動の強度を表わす値）を、クランク角で5度ごとに（5度分だけ）積算した

値（積算値）を算出する。積算値の算出は、第1の周波数帯A～第3の周波数帯Cの振動ごとに行なわれる。さらに第1の周波数帯A～第3の周波数帯Cの積算値が、クランク角度に対応して加算されて、エンジン100の振動波形が検出される。

5 S106にて、エンジンECU200は、第1の周波数帯A～第3の周波数帯Cの合成波形（エンジン100の振動波形）における積算値のうち、最も大きい積算値（ピーク値P）を算出する。

10 S108にて、エンジンECU200は、エンジン100の振動波形を正規化する。ここで、正規化とは、算出されたピーク値で、各積算値を除算することにより、振動の強度を0～1の無次元数で表わすことをいう。

 S110にて、エンジンECU200は、正規化された振動波形とノック波形モデルとの偏差に関する値である相関係数Kを算出する。S112にて、エンジンECU200は、ノック強度Nを算出する。

15 S114にて、エンジンECU200は、ノック強度Nが判定値V（J）よりも大きく、かつ相関係数Kがしきい値K（2）よりも大きいか否かを判別する。ノック強度Nが判定値V（J）よりも大きく、かつ相関係数Kがしきい値K（2）よりも大きい場合（S114にてYES）、処理はS116に移される。そうでない場合（S114にてNO）、処理はS120に移される。

20 S116にて、エンジンECU200は、エンジン100にノッキングが発生したと判定する。S118にて、エンジンECU200は、点火時期を遅角する。S120にて、エンジンECU200は、エンジン100にノッキングが発生していないと判定する。S122にて、エンジンECU200は、点火時期を進角する。

25 図15および図16を参照して、本実施の形態に係るノッキング判定装置であるエンジンECU200が、判定値V（J）を補正するために実行するプログラムの制御構造について説明する。

 S200にて、エンジンECU200は、ノックセンサ300から送信された信号に基づいて検出される強度Vから、強度値LOG（V）を算出する。ここで、強度Vは、予め定められたクランク角の間におけるピーク値（5度ごとの積算値

のピーク値)である。

S 2 0 2にて、エンジンECU 2 0 0は、算出された強度値LOG (V) について、中央値V (5 0) および標準偏差 σ を算出する。なお、中央値V (5 0) および標準偏差 σ を算出は、予め定められた数の複数の点火サイクル分の強度値
5 LOG (V) が抽出されるごとに算出するようにしてもよい。

S 2 0 4にて、エンジンECU 2 0 0は、算出された中央値V (5 0) および標準偏差 σ に基づいて、BGLおよびロック判定レベルV (KD) を算出する。

S 2 0 6にて、エンジンECU 2 0 0は、ロック判定レベルV (KD) よりも大きい強度値LOG (V) の割合を、ロック占有率KCとしてカウントする。

10 S 2 0 8にて、エンジンECU 2 0 0は、前回判定値V (J) が補正されてから予め定められた数の複数の点火サイクル分の強度値LOG (V) が算出されているか否かを判別する。

予め定められた数の複数の点火サイクル分の強度値LOG (V) が算出されている場合 (S 2 0 8にてYES)、処理はS 2 1 0に移される。そうでない場合
15 (S 2 0 8にてNO)、処理はS 2 0 0に戻される。

S 2 1 0にて、エンジンECU 2 0 0は、ロック占有率KCがしきい値KC (0) よりも大きいかな否かを判定する。ロック占有率KCがしきい値KC (0) よりも大きい場合 (S 2 1 0にてYES)、処理はS 2 1 2に移される。そうでない場合 (S 2 1 0にてNO)、処理はS 2 1 4に移される。

20 S 2 1 2にて、エンジンECU 2 0 0は、判定値V (J) を、補正量A (1) だけ小さくする。

S 2 1 4にて、エンジンECU 2 0 0は、ロック判定レベルV (KD) が、現在の判定値V (J) と係数Z (たとえば $Z = 1.5$) との積よりも大きいかな否かを判別する。ロック判定レベルV (KD) が、現在の判定値V (J) と係数Zとの積よりも大きい場合 (S 2 1 4にてYES)、処理はS 2 1 6に移される。そ
25 うでない場合 (S 2 1 4にてNO)、処理はS 2 2 0に移される。

S 2 1 6にて、エンジンECU 2 0 0は、ノッキングが頻発していると判定する。S 2 1 8にて、エンジンECU 2 0 0は、判定値V (J) を、補正量A (2) だけ小さくする。

S 2 2 0にて、エンジンECU 2 0 0は、予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクル分のノック強度Nのうち、判定値V (J) 以上のノック強度Nの数がしきい値B (1) 以上であるか否かを判別する。

5 判定値V (J) 以上のノック強度Nの数がしきい値B (1) 以上である場合 (S 2 2 0にてYES)、処理はS 2 2 2に移される。そうでない場合 (S 2 2 0にてNO)、処理はS 2 2 4に移される。S 2 2 2にて、エンジンECU 2 0 0は、補正量A (3) だけ判定値V (J) を大きくする。なお、S 2 2 2の後にS 2 1 4～S 2 1 8の処理を実行するようにしてもよい。

10 S 2 2 4にて、エンジンECU 2 0 0は、予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクル分のノック強度Nのうち、判定値V (J) 以上のノック強度Nの数がしきい値B (2) 以上であるか否かを判別する。判定値V (J) 以上のノック強度Nの数がしきい値B (2) 以上である場合 (S 2 2 4にてYES)、処理はS 2 2 6に移される。そうでない場合 (S 2 2 4にてNO)、処理はS 2 2 8に移される。S 2 2 6にて、エンジンECU 2 0 0は、補正量A (4) だけ判定
15 値V (J) を大きくする。

S 2 2 8にて、エンジンECU 2 0 0は、予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクル分のノック強度Nのうち、相関係数Kがしきい値K (1) 以上であるという条件を満たす複数の点火サイクルにおけるノック強度Nを抽出する。

20 S 2 3 0にて、エンジンECU 2 0 0は、抽出されたノック強度Nのうち、判定値V (J) 以上のノック強度Nの数がしきい値B (3) 以上であるか否かを判別する。

判定値V (J) 以上のノック強度Nの数がしきい値B (3) 以上である場合 (S 2 3 0にてYES)、処理はS 2 3 2に移される。そうでない場合 (S 2 3 0にてNO)、この処理は終了する。

25 S 2 3 2にて、エンジンECU 2 0 0は、補正量A (5) だけ判定値V (J) を大きくする。その後、この処理は終了する。

以上のような構造およびフローチャートに基づく、本実施の形態に係るノッキング判定装置であるエンジンECU 2 0 0の動作について説明する。

エンジン1 0 0の運転中において、クランクポジションセンサ3 0 6から送信

された信号に基づいて、エンジン回転数NEが検出されるとともに、エアフローメータ314から送信された信号に基づいて、吸入空気量KLが検出される（S100）。また、ノックセンサ300から送信された信号に基づいて、エンジン100の振動の強度が検出される（S102）。

5 燃焼行程における上死点から90度までの間において、5度ごとの積算値が第1の周波数帯Aから第3の周波数帯Cの振動ごとに算出される（S104）。算出された第1の周波数帯A～第3の周波数帯Cの積算値がクランク角度に対応して加算され、前述した図4に示すようなエンジン100の振動波形が検出される。

10 5度ごとの積算値により振動波形を検出することにより、振動の強度が細かく変化する複雑な形状の振動波形が検出されることを抑制することができる。そのため、検出された振動波形とノック波形モデルとの比較を容易にすることができる。

算出された積算値に基づいて、第1の周波数帯A～第3の周波数帯Cの合成波形（エンジン100の振動波形）における積算値のピーク値Pが算出される（S106）。

15 算出されたピーク値Pでエンジン100の振動波形における積算値が除算されて、振動波形が正規化される（S108）。正規化により、振動波形における振動の強度が0～1の無次元数で表される。これにより、振動の強度に関係なく検出された振動波形とノック波形モデルとの比較を行なうことができる。そのため、
20 振動の強度に対応した多数のノック波形モデルを記憶しておく必要がなく、ノック波形モデルの作成を容易にすることができる。

正規化後の振動波形において振動の強度が最大になるタイミングとノック波形モデルにおいて振動の強度が最大になるタイミングとを一致させ（図6参照）、この状態で、正規化後の振動波形とノック波形モデルとのクランク角ごとの偏差の絶対値 $\Delta S(I)$ が算出される。この $\Delta S(I)$ の総和 $\Sigma \Delta S(I)$ およびノック波形モデルにおいて振動の強度をクランク角で積分した値Sに基づいて、 $K = (S - \Sigma \Delta S(I)) / S$ により相関係数Kが算出される（S110）。これにより、検出された振動波形とノック波形モデルとの一致度合を数値化して客観的に判定することができる。また、振動波形とノック波形モデルとを比較するこ

とで、振動の減衰傾向など、振動の挙動からノッキング時の振動であるか否かを分析することができる。

さらに、ピーク値 P （ピーク値 P を対数変換した値）を BGL で除算することにより、ノック強度 N が算出される（ $S112$ ）。これにより、振動の強度に基づいて、エンジン 100 の振動がノッキングに起因した振動であるか否かをより詳細に分析することができる。

ノック強度 N が判定値 $V(J)$ よりも大きく、かつ相関係数 K がしきい値 $K(2)$ よりも大きい場合（ $S114$ にて YES ）、ノッキングが発生したと判定され（ $S116$ ）、点火時期が遅角される（ $S118$ ）。これにより、ノッキングの発生が抑制される。

ノック強度 N が判定値 $V(J)$ 以下である場合または相関係数 K がしきい値 $K(2)$ 以下である場合（ $S114$ にて NO ）、ノッキングが発生していないと判定され（ $S120$ ）、点火時期が進角される（ $S122$ ）。このようにして、ノック強度 N と判定値 $V(J)$ とを比較することにより 1 点火サイクルごとにノッキングが発生したか否かが判定され、点火時期が遅角されたり、進角されたりする。

ところで、ノックセンサ 300 の出力値のばらつきや劣化などにより、エンジン 100 で同じ振動が生じた場合であっても、検出される強度が変化し得る。この場合、判定値 $V(J)$ を補正し、実際に検出される強度に応じた判定値 $V(J)$ を用いてノッキングが発生したか否かを判定する必要がある。

そこで、本実施の形態に係るノッキング判定装置であるエンジン $ECU200$ においては、強度値 $LOG(V)$ が算出される（ $S200$ ）。算出された強度値 $LOG(V)$ について、中央値 $V(50)$ および標準偏差 σ が算出される（ $S202$ ）。これらの中央値 $V(50)$ および標準偏差 σ に基づいて、 BGL およびノック判定レベル $V(KD)$ が算出される（ $S204$ ）。

このノック判定レベル $V(KD)$ よりも大きい強度値 $LOG(V)$ の割合が、ノック占有率 KC としてカウントされる（ $S206$ ）。

予め定められた数の複数の点火サイクル分の強度値 $LOG(V)$ が算出されている場合であって（ $S208$ にて YES ）、ノック占有率 KC がしきい値 KC

(0) よりも大きい場合 (S 2 1 0 にて YES)、ノッキングが発生する頻度が大きいといえる。

5 この場合、点火時期が遅角され易くなるように、判定値 $V(J)$ が、補正量 $A(1)$ だけ小さくされる (S 2 1 2)。これにより、ノッキングが発生する頻度を小さくすることができる。

ところで、前述したように、ノッキングが発生する頻度が極めて大きくなると、検出される強度 V 、すなわち強度値 $\text{LOG}(V)$ が大きくなる結果、ノック判定レベル $V(KD)$ が過大になる。この場合、ノッキングが多発しているにも関わらず、ノック占有率 KC がしきい値 $KC(0)$ 以下になり得る。

10 そこで、ノック判定レベル $V(KD)$ が、現在の判定値 $V(J)$ と係数 Z との積よりも大きい場合 (S 2 1 4 にて YES)、ノッキングが頻発していると判定され (S 2 1 6)、判定値 $V(J)$ が補正量 $A(2)$ だけ小さくされる (S 2 1 8)。これにより、ノッキングが発生する頻度を小さくすることができる。

15 一方、判定値 $V(J)$ がエンジン 100 で実際に発生する振動の強度に対して過小であると、ノッキングが発生している頻度が少ないにもかかわらず、ノッキングが発生したと判定される頻度が必要以上に多くなる。この場合、点火時期の遅角が行なわれる頻度が必要以上に多くなり、エンジン 100 の出力の観点から好ましくない。

そこで、判定値 $V(J)$ が過小である場合に判定値 $V(J)$ を大きくするため、
20 予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクル分のノック強度 N のうち、判定値 $V(J)$ 以上のノック強度 N の数がしきい値 $B(1)$ 以上であるか否かが判別される (S 2 2 0)。

判定値 $V(J)$ 以上のノック強度 N の数がしきい値 $B(1)$ 以上である場合 (S 2 2 0 にて YES)、補正量 $A(3)$ だけ判定値 $V(J)$ が大きくされる
25 (S 2 2 2)。

判定値 $V(J)$ 以上のノック強度 N の数がしきい値 $B(1)$ 未満であるが (S 2 2 0 にて NO)、しきい値 $B(1)$ より小さいしきい値 $B(2)$ 以上である場合 (S 2 2 4 にて YES)、補正量 $A(3)$ より小さい補正量 $A(4)$ だけ判定値 $V(J)$ が大きくされる (S 2 2 6)。

これにより、点火時期が必要以上に遅角されることを抑制することができる。
このとき、相関係数Kの大きさに関わらず、前回判定値V (J) が補正された後の点火サイクルであって、予め定められた数だけ連続した点火サイクルにおけるノック強度Nがしきい値B (1) またはしきい値B (2) との比較に用いられる。

5 そのため、前回判定値V (J) が補正された後、予め定められた数のノック強度Nが算出され次第、判定値V (J) を大きくすることができる。そのため、判定値V (J) を速やかに大きくすることができる。

10 一方、判定値V (J) 以上のノック強度Nの数がしきい値B (1) 未満であって (S 2 2 0にてNO)、かつしきい値B (2) 未満である場合 (S 2 2 4にてNO) は、予め定められた数の複数の点火サイクル分のノック強度Nのうち、相関係数Kがしきい値K (1) 以上であるという条件を満たす複数の点火サイクルにおけるノック強度Nが抽出される (S 2 2 8)。これにより、ノイズが検出された点火サイクルにおけるノック強度Nを除外することができる。

15 抽出されたノック強度Nのうち、判定値V (J) 以上のノック強度Nの数がしきい値B (3) 以上である場合 (S 2 3 0にてYES)、ノッキングの有無を判定する上で適切な値よりも判定値V (J) がわずかに小さいといえる。

この場合、補正量A (3) および補正量A (5) よりも小さい補正量A (5) だけ判定値V (J) が大きくされる (S 2 3 2)。これにより、判定値V (J) を、ノッキングの有無を判定する上で適切な値にすることができる。

20 以上のように、本実施の形態に係るノッキング判定装置であるエンジンECUによれば、予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクル分のノック強度Nのうち、判定値V (J) 以上のノック強度Nの数がしきい値B (1) 以上である場合もしくはしきい値B (2) 以上である場合、判定値V (J) が大きくされる。これにより、予め定められた数のノック強度Nが算出され次第、判定値V (J) を大きくすることができる。そのため、判定値V (J) を速やかに大きくすることができる。一方、判定値V (J) 以上のノック強度Nの数がしきい値B (1) 未満であって、かつしきい値B (2) 未満である場合は、予め定められた数の複数の点火サイクル分のノック強度Nのうち、相関係数Kがしきい値K (1) 以上であるという条件を満たす複数の点火サイクルにおけるノック強度Nが抽出され

25

る。これにより、ノイズが検出された点火サイクルにおけるロック強度 N を除外することができる。抽出されたロック強度 N のうち、判定値 $V(J)$ 以上のロック強度 N の数がしきい値 $B(3)$ 以上である場合、判定値 $V(J)$ が大きくなる(5232)。これにより、判定値 $V(J)$ を、ノッキングの有無を判定する上で適切な値にすることができる。

なお、本実施の形態においては、ロック判定レベル $V(KD)$ が判定値 $V(J)$ と係数 Z との積よりも大きい場合にノッキングが頻発していると判定するようにしていたが、ノッキングが頻発しているか否かを判定する方法はこれに限らない。たとえば、ロック判定レベル $V(KD)$ が判定値 $V(J)$ と予め定められた値との和よりも大きい場合に、ノッキングが頻発していると判定するようにしてもよい。また、ロック判定レベル $V(KD)$ の代わりに、ロック判定レベル $V(KD)$ とは異なる値であって、中央値 $V(50)$ に標準偏差 σ と係数との積を加算した値を用いて、ノッキングが頻発しているか否かを判定するようにしてもよい。

今回開示された実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

請求の範囲

1. 内燃機関のノッキング判定装置であって、
予め定められたクランク角の間隔において、前記内燃機関（100）の振動の
5 強度を検出するノックセンサ（300）と、
演算ユニット（200）とを備え、
前記演算ユニット（200）は、
前記内燃機関（100）の振動の強度に基づいて、前記内燃機関（100）の
振動の波形を検出し、
10 前記内燃機関（100）の振動の強度に応じた第1の値を算出し、
前記検出された波形と前記内燃機関（100）の振動の波形の基準として予め
定められた波形モデルとを比較した結果に基づいて、前記検出された波形と前記
波形モデルとの差に応じた第2の値を算出し、
前記第1の値と予め定められた第1の判定値とを比較した結果および前記第2
15 の値と予め定められた第2の判定値とを比較した結果に基づいて前記内燃機関
（100）にノッキングが発生したか否かを判定し、
予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクルにおいて算出された第1の
値のうち、前記第1の判定値以上の第1の値の数が第1の数以上である場合に前
記第1の判定値を補正し、
20 前記第2の値が予め定められた条件を満たす複数の点火サイクルにおいて算出
された第1の値のうち、前記第1の判定値以上の第1の値の数が第2の数以上で
ある場合に前記第1の判定値を補正する、内燃機関のノッキング判定装置。
2. 前記演算ユニット（200）は、前記予め定められた数だけ連続した複数の
の点火サイクルにおいて算出された第1の値のうち、前記第1の判定値以上の第
25 1の値の数が第1の数以上である場合、前記第2の値が予め定められた条件を満
たす複数の点火サイクルにおいて算出された第1の値のうち、前記第1の判定値
以上の第1の値の数が第2の数以上である場合に比べて、大きい補正量で前記第
1の判定値を補正する、請求の範囲第1項に記載の内燃機関のノッキング判定装
置。

3. 前記演算ユニット（200）は、前記予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクルにおいて算出された第1の値のうち、前記第1の判定値以上の第1の値の数が多いほど、より大きい補正量で前記第1の判定値を補正する、請求の範囲第1項に記載の内燃機関のノッキング判定装置。

5 4. 前記演算ユニット（200）は、前記第2の値が前記条件を満たす複数の点火サイクルにおいて算出された第1の値のうち、前記第1の判定値以上の第1の値の数が前記第2の数以上である場合であって、かつ前記予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクルにおいて算出された第1の値のうち、前記第1の判定値以上の第1の値の数が前記第1の数未満である場合に、前記第1の判定値を補正する、請求の範囲第1項に記載の内燃機関のノッキング判定装置。

10 5. 前記演算ユニット（200）は、
複数の点火サイクルにおいて検出された振動の強度のうち、前記内燃機関（100）の振動の強度に基づいて算出される第3の判定値よりも大きい強度の割合が予め定められた割合より大きい場合に前記第1の判定値を補正し、
15 複数の点火サイクルにおいて検出された振動の強度のうち、前記第3の判定値よりも大きい強度の割合が予め定められた割合より小さい場合であって、かつ前記内燃機関（100）にノッキングが発生したと判断される場合に、前記第1の判定値を補正し、

20 予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクルにおいて算出された第1の値のうち、前記第1の判定値以上の第1の値の数が前記第1の数以上である場合であって、かつ複数の点火サイクルにおいて検出された振動の強度のうち、前記第3の判定値よりも大きい強度の割合が前記予め定められた割合より小さい場合に、前記第1の判定値を補正する、請求の範囲第1項に記載の内燃機関のノッキング判定装置。

25 6. 前記第2の値は、前記検出された波形と前記波形モデルとの差が小さいほどより大きくなるように算出され、

前記条件は、予め定められた値以上であるという条件である、請求の範囲第1項に記載の内燃機関のノッキング判定装置。

7. 内燃機関のノッキング判定方法であって、

予め定められたクランク角の間隔において、前記内燃機関（１００）の振動の強度を検出するステップと、

前記内燃機関（１００）の振動の強度に基づいて、前記内燃機関（１００）の振動の波形を検出するステップと、

- 5 前記内燃機関（１００）の振動の強度に応じた第１の値を算出するステップと、
前記検出された波形と前記内燃機関（１００）の振動の波形の基準として予め定められた波形モデルとを比較した結果に基づいて、前記検出された波形と前記波形モデルとの差に応じた第２の値を算出するステップと、

- 10 前記第１の値と予め定められた第１の判定値とを比較した結果および前記第２の値と予め定められた第２の判定値とを比較した結果に基づいて前記内燃機関（１００）にノッキングが発生したか否かを判定するステップと、

予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクルにおいて算出された第１の値のうち、前記第１の判定値以上の第１の値の数が第１の数以上である場合に前記第１の判定値を補正するステップと、

- 15 前記第２の値が予め定められた条件を満たす複数の点火サイクルにおいて算出された第１の値のうち、前記第１の判定値以上の第１の値の数が第２の数以上である場合に前記第１の判定値を補正するステップとを含む、内燃機関のノッキング判定方法。

- 20 ８．前記第１の判定値以上の第１の値の数が前記第１の数以上である場合に前記第１の判定値を補正するステップは、前記第１の判定値以上の第１の値の数が前記第２の数以上である場合に前記第１の判定値を補正するステップよりも大きい補正量で前記第１の判定値を補正するステップを含む、請求の範囲第７項に記載の内燃機関のノッキング判定方法。

- 25 ９．前記第１の判定値以上の第１の値の数が前記第１の数以上である場合に前記第１の判定値を補正するステップは、前記予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクルにおいて算出された第１の値のうち、前記第１の判定値以上の第１の値の数が多いほど、より大きい補正量で前記第１の判定値を補正するステップを含む、請求の範囲第７項に記載の内燃機関のノッキング判定方法。

- 10 前記第１の判定値以上の第１の値の数が前記第２の数以上である場合に

前記第 1 の判定値を補正するステップは、前記第 2 の値が前記条件を満たす複数の
の点火サイクルにおいて算出された第 1 の値のうち、前記第 1 の判定値以上の第
1 の値の数が前記第 2 の数以上である場合であって、かつ前記予め定められた数
5 だけ連続した複数の点火サイクルにおいて算出された第 1 の値のうち、前記第 1
の判定値以上の第 1 の値の数が前記第 1 の数未満である場合に、前記第 1 の判定
値を補正するステップを含む、請求の範囲第 7 項に記載の内燃機関のノッキング
判定方法。

1 1. 前記ノッキング判定方法は、

複数の点火サイクルにおいて検出された振動の強度のうち、前記内燃機関（1
10 0 0）の振動の強度に基づいて算出される第 3 の判定値よりも大きい強度の割合
が予め定められた割合より多い場合に前記第 1 の判定値を補正するステップと、

複数の点火サイクルにおいて検出された振動の強度のうち、前記第 3 の判定値
よりも大きい強度の割合が前記予め定められた割合より小さい場合であって、か
つ前記内燃機関（1 0 0）にノッキングが発生したと判断される場合に、前記第
15 1 の判定値を補正するステップとをさらに含み、

前記第 1 の判定値以上の第 1 の値の数が前記第 1 の数以上である場合に前記第
1 の判定値を補正するステップは、前記予め定められた数の連続した複数の点火
サイクルにおいて算出された第 1 の値のうち、前記第 1 の判定値以上の第 1 の値
の数が前記第 1 の数以上である場合であって、かつ複数の点火サイクルにおいて
20 検出された振動の強度のうち、前記第 3 の判定値よりも大きい強度の割合が予め
定められた割合より小さい場合に、前記第 1 の判定値を補正するステップを含む、
請求の範囲第 7 項に記載の内燃機関のノッキング判定方法。

1 2. 前記第 2 の値は、前記検出された波形と前記波形モデルとの差が小さい
ほどより大きくなるように算出され、

25 前記条件は、予め定められた値以上であるという条件である、請求の範囲第 7
項に記載の内燃機関のノッキング判定方法。

1 3. 内燃機関のノッキング判定装置であって、

予め定められたクランク角の間隔において、前記内燃機関（1 0 0）の振動の
強度を検出するための手段（3 0 0）と、

前記内燃機関（１００）の振動の強度に基づいて、前記内燃機関（１００）の振動の波形を検出するための手段（２００）と、

前記内燃機関（１００）の振動の強度に応じた第１の値を算出するための手段（２００）と、

- ５ 前記検出された波形と前記内燃機関（１００）の振動の波形の基準として予め定められた波形モデルとを比較した結果に基づいて、前記検出された波形と前記波形モデルとの差に応じた第２の値を算出するための手段（２００）と、

- 前記第１の値と予め定められた第１の判定値とを比較した結果および前記第２の値と予め定められた第２の判定値とを比較した結果に基づいて前記内燃機関（１００）にノッキングが発生したか否かを判定するための手段（２００）と、

前記第１の値と予め定められた第１の判定値とを比較した結果に基づいて前記第１の値の数が多いほど、より大きい補正量で前記第１の判定値を補正するための手段を含む、請求の範囲第１３項に記載の内燃機関のノッキング判定装置。

- １５ 前記第２の値が予め定められた条件を満たす複数の点火サイクルにおいて算出された第１の値のうち、前記第１の判定値以上の第１の値の数が第２の数以上である場合に前記第１の判定値を補正するための第２の補正手段（２００）とを含む、内燃機関のノッキング判定装置。

- １４．前記第１の補正手段（２００）は、前記第２の補正手段（２００）よりも大きい補正量で前記第１の判定値を補正するための手段を含む、請求の範囲第１３項に記載の内燃機関のノッキング判定装置。

１５．前記第１の補正手段（２００）は、前記予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクルにおいて算出された第１の値のうち、前記第１の判定値以上の第１の値の数が多いほど、より大きい補正量で前記第１の判定値を補正するための手段を含む、請求の範囲第１３項に記載の内燃機関のノッキング判定装置。

- ２５ １６．前記第２の補正手段（２００）は、前記第２の値が前記条件を満たす複数の点火サイクルにおいて算出された第１の値のうち、前記第１の判定値以上の第１の値の数が前記第２の数以上である場合であって、かつ前記予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクルにおいて算出された第１の値のうち、前記第１の判定値以上の第１の値の数が前記第１の数未満である場合に、前記第１の判

定値を補正するための手段を含む、請求の範囲第 1 3 項に記載の内燃機関のノッキング判定装置。

17. 前記ノッキング判定装置は、

5 複数の点火サイクルにおいて検出された振動の強度のうち、前記内燃機関（100）の振動の強度に基づいて算出される第 3 の判定値よりも大きい強度の割合が予め定められた割合より大きい場合に前記第 1 の判定値を補正するための第 3 の補正手段（200）と、

10 複数の点火サイクルにおいて検出された振動の強度のうち、前記第 3 の判定値よりも大きい強度の割合が予め定められた割合より小さい場合であって、かつ前記内燃機関（100）にノッキングが発生したと判断される場合に、前記第 1 の判定値を補正するための第 4 の補正手段（200）とをさらに含み、

15 前記第 1 の補正手段（200）は、予め定められた数だけ連続した複数の点火サイクルにおいて算出された第 1 の値のうち、前記第 1 の判定値以上の第 1 の値の数が前記第 1 の数以上である場合であって、かつ複数の点火サイクルにおいて検出された振動の強度のうち、前記第 3 の判定値よりも大きい強度の割合が前記予め定められた割合より小さい場合に、前記第 1 の判定値を補正するための手段を含む、請求の範囲第 1 3 項に記載の内燃機関のノッキング判定装置。

18. 前記第 2 の値は、前記検出された波形と前記波形モデルとの差が小さいほどより大きくなるように算出され、

20 前記条件は、予め定められた値以上であるという条件である、請求の範囲第 1 3 項に記載の内燃機関のノッキング判定装置。

FIG. 1

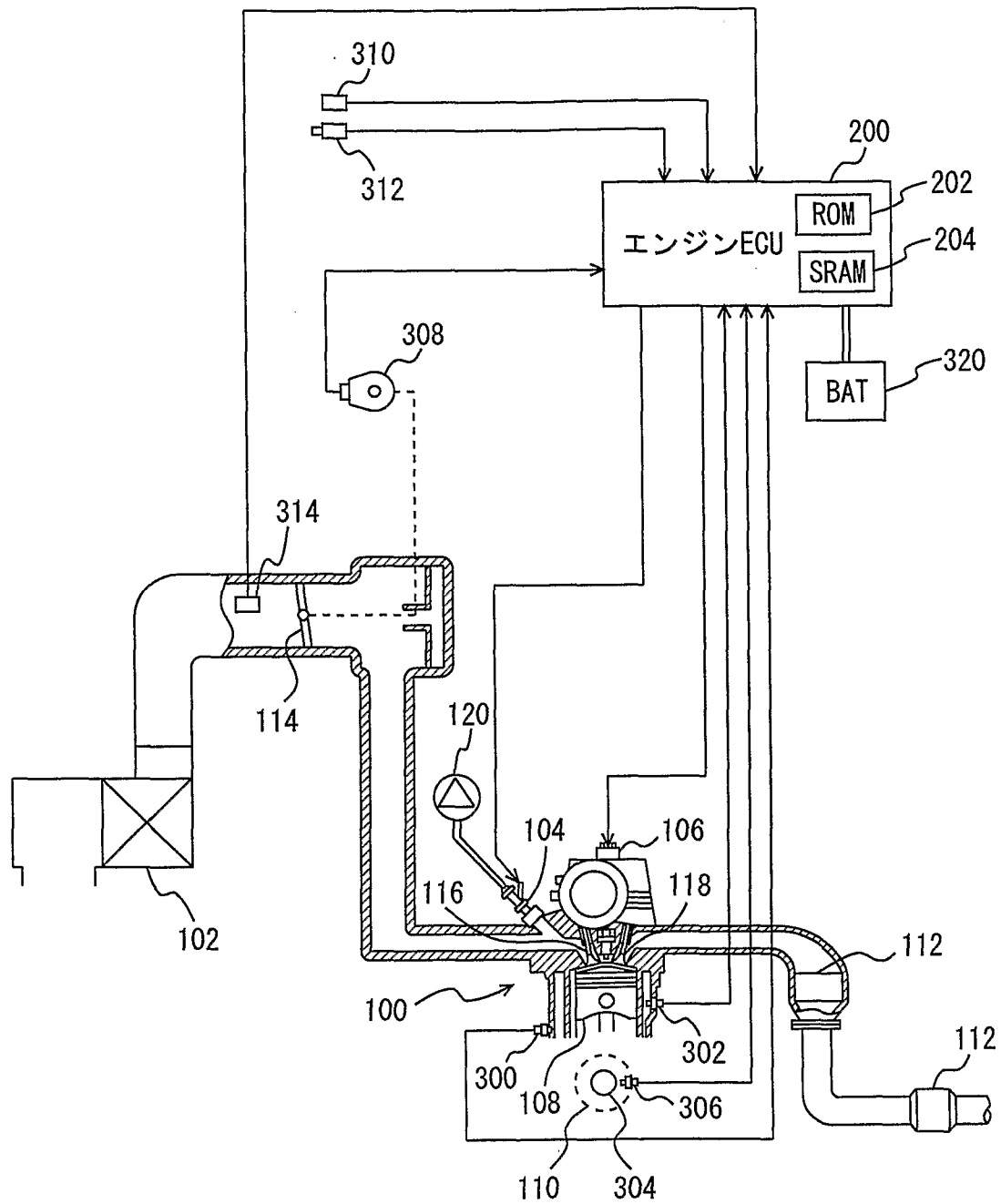


FIG. 2

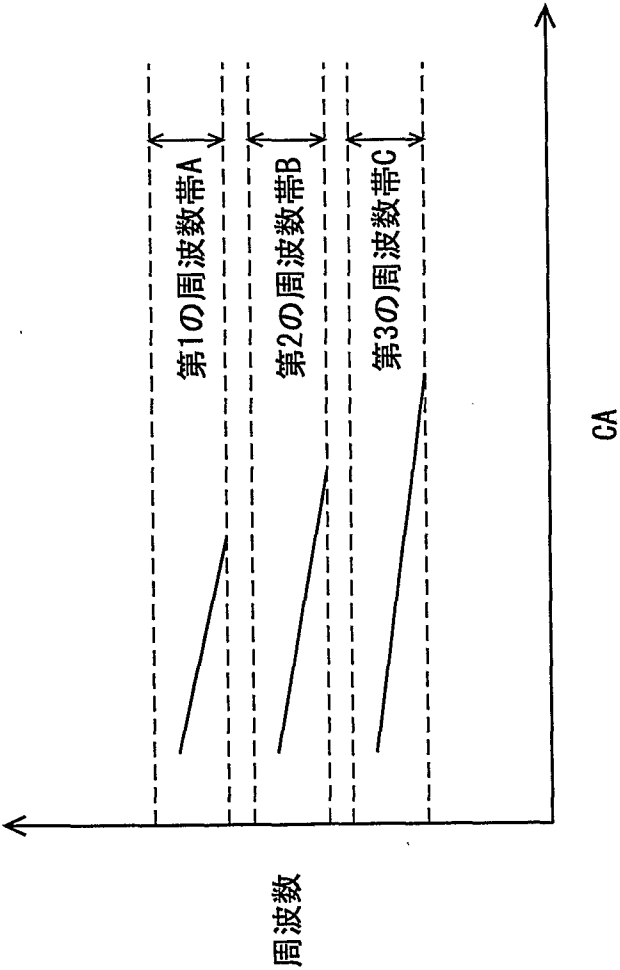


FIG. 3

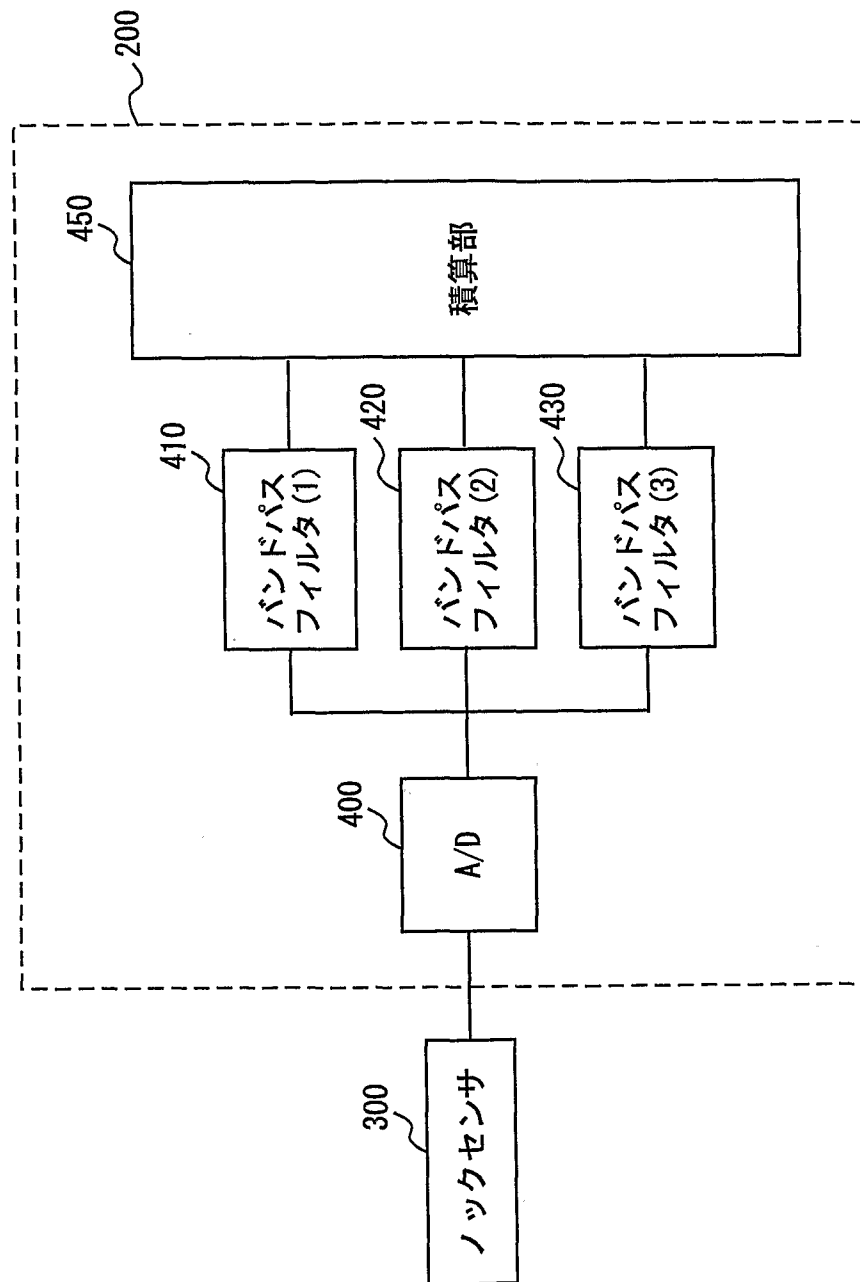


FIG. 4

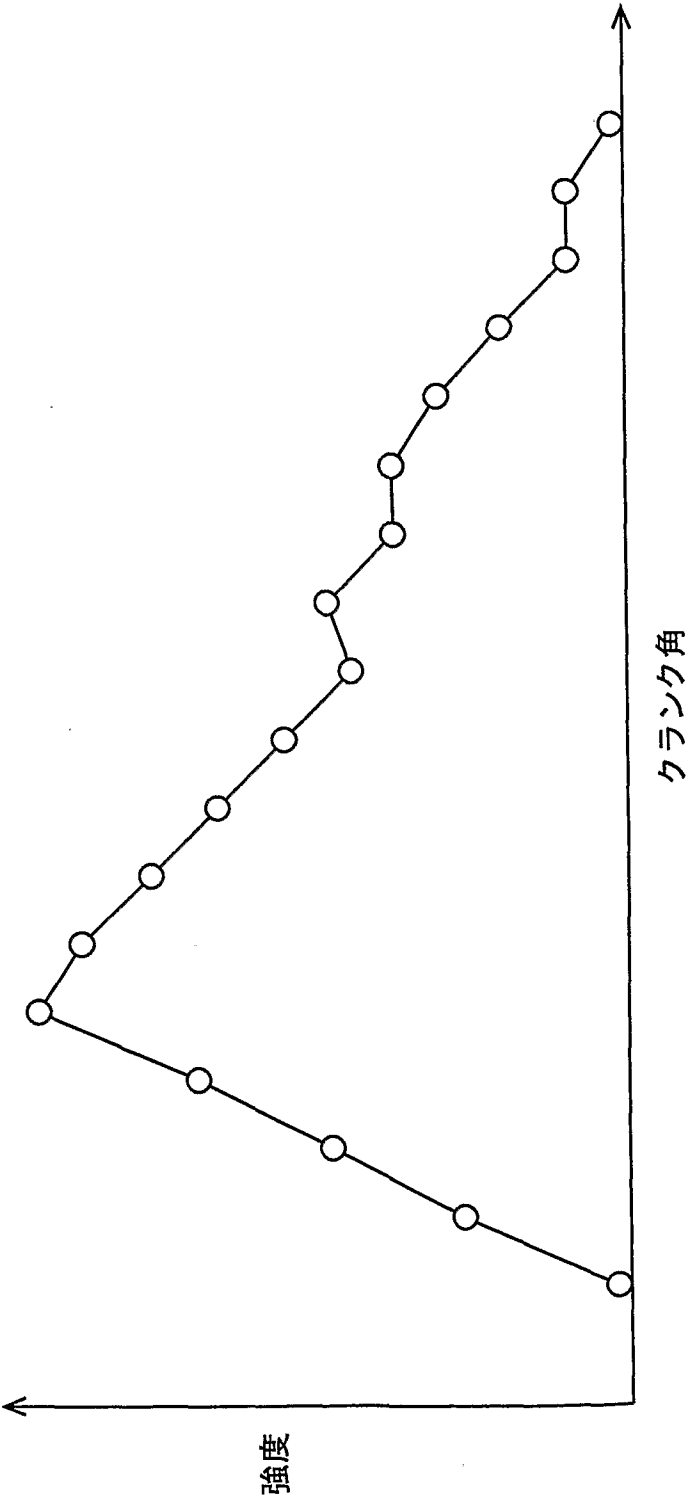


FIG. 5

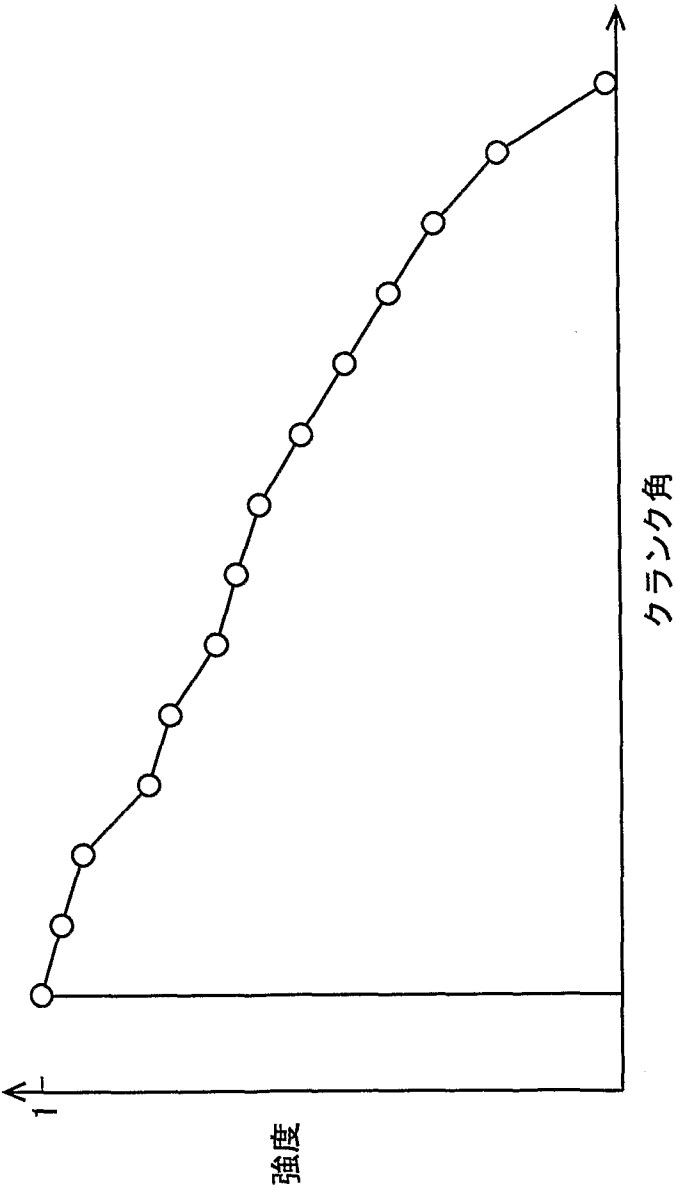
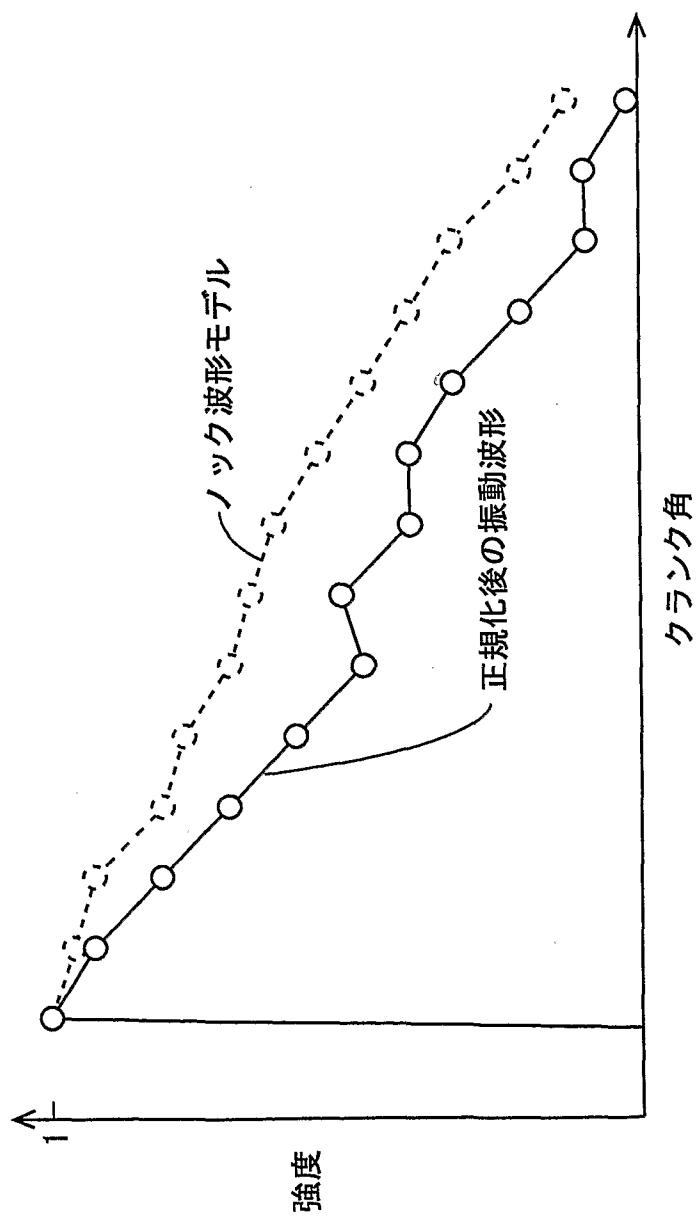


FIG. 6



F I G . 7

		A	C	B
KL (2)				
吸入空気量KL		B	C	B
KL (1)				
		A	B	A
		NE (1)	NE (2)	
		エンジン回転数NE		

FIG. 8

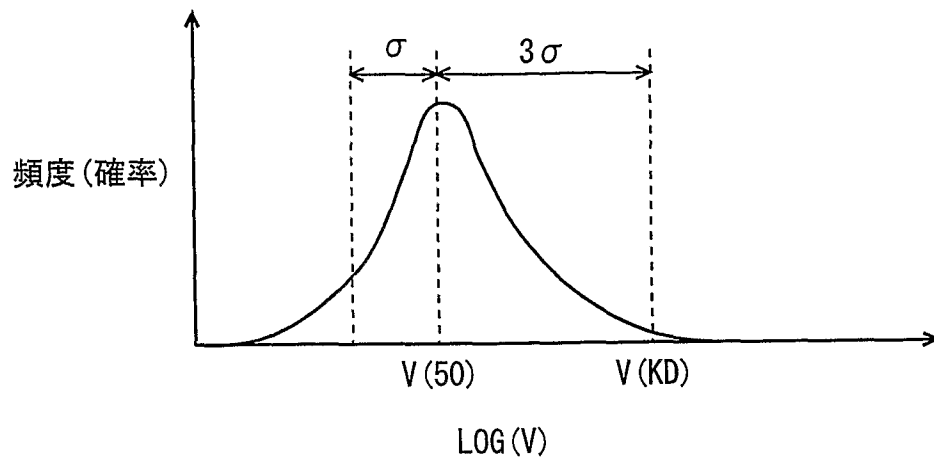


FIG. 9

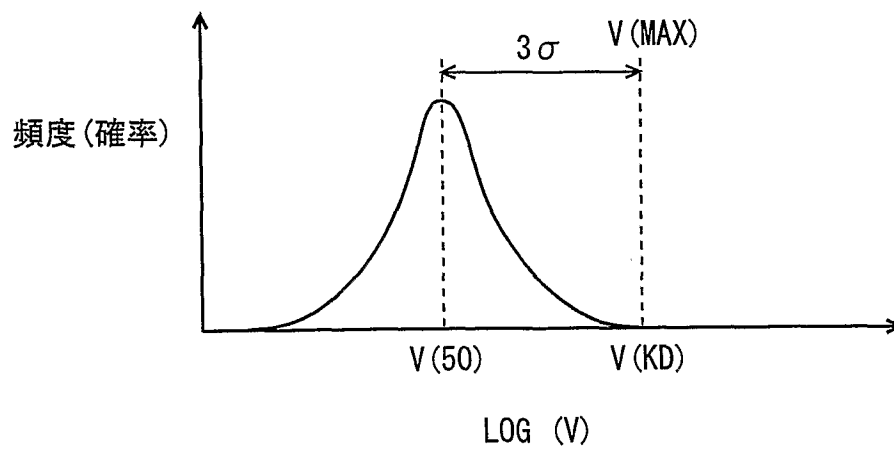


FIG. 10

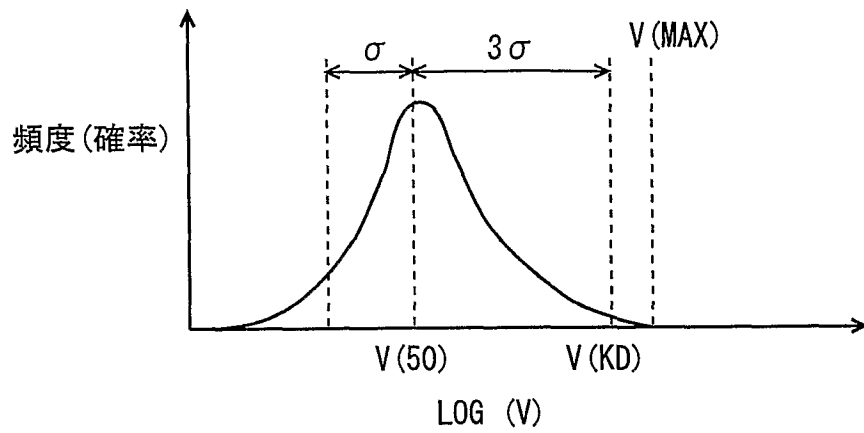


FIG. 11

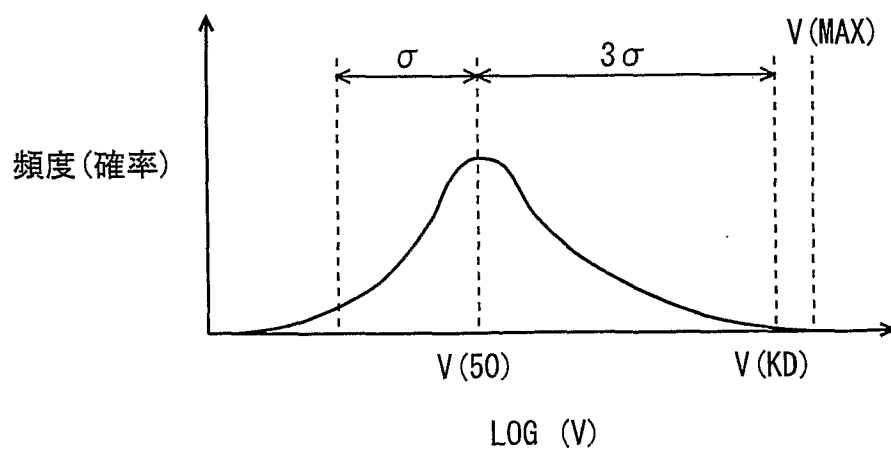


FIG. 12

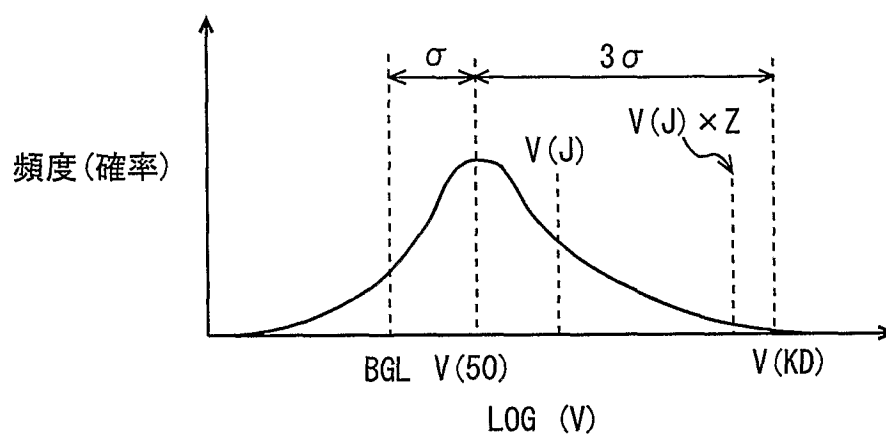


FIG. 13

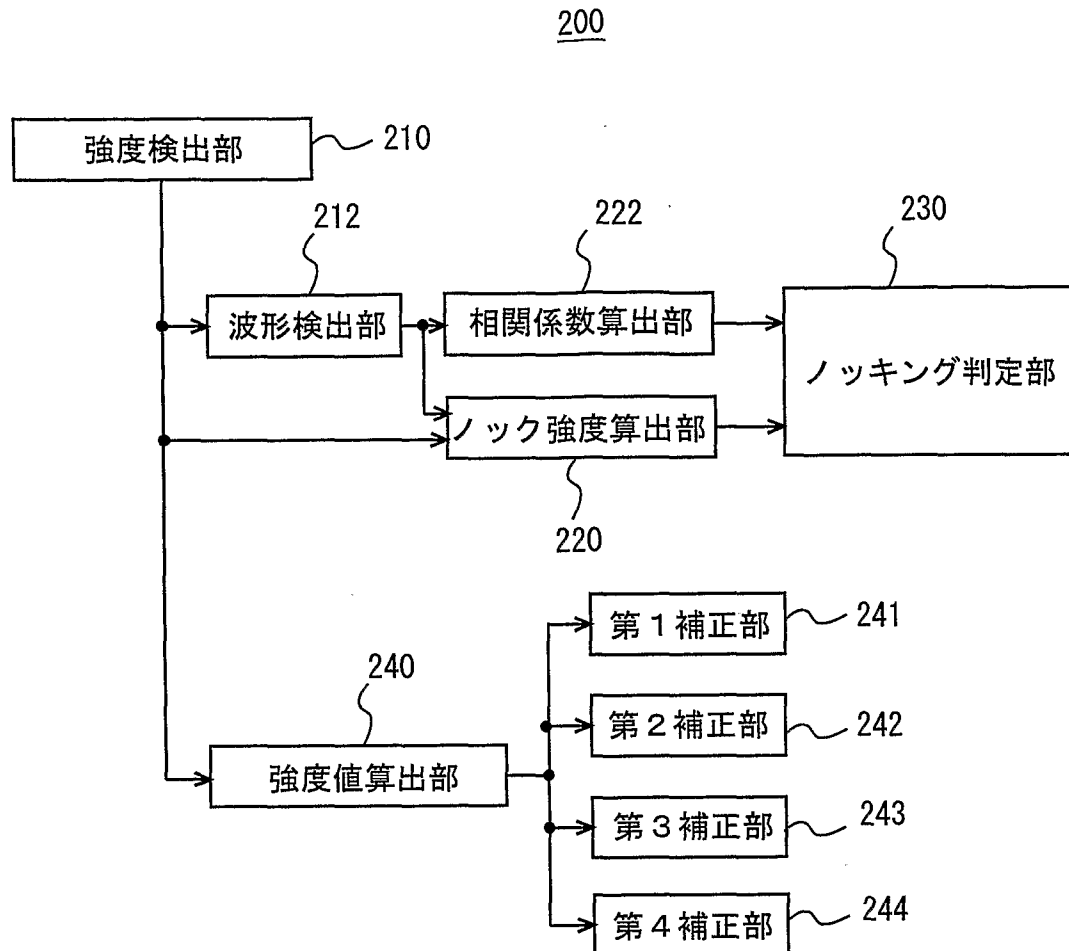


FIG. 14

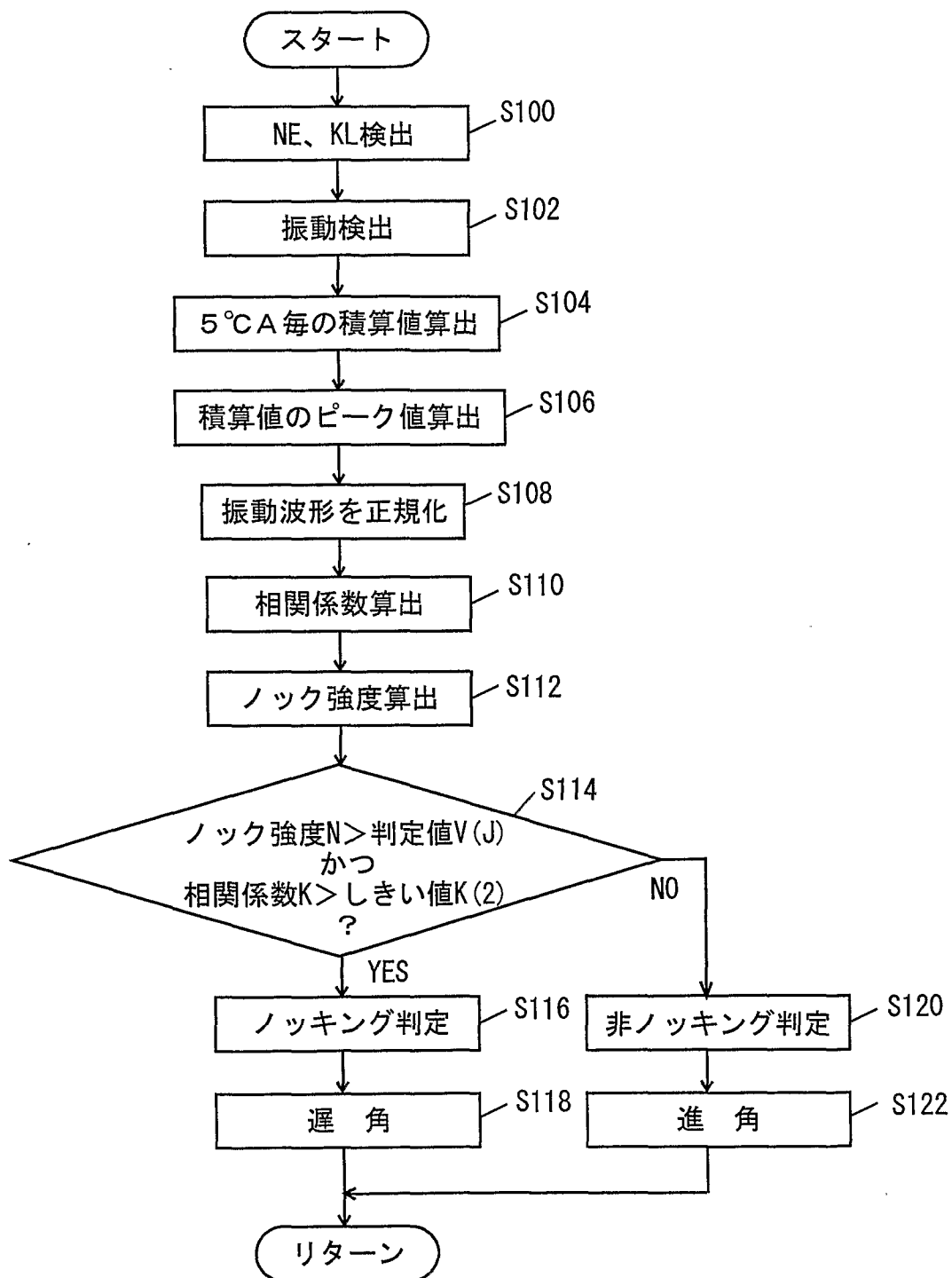


FIG. 15

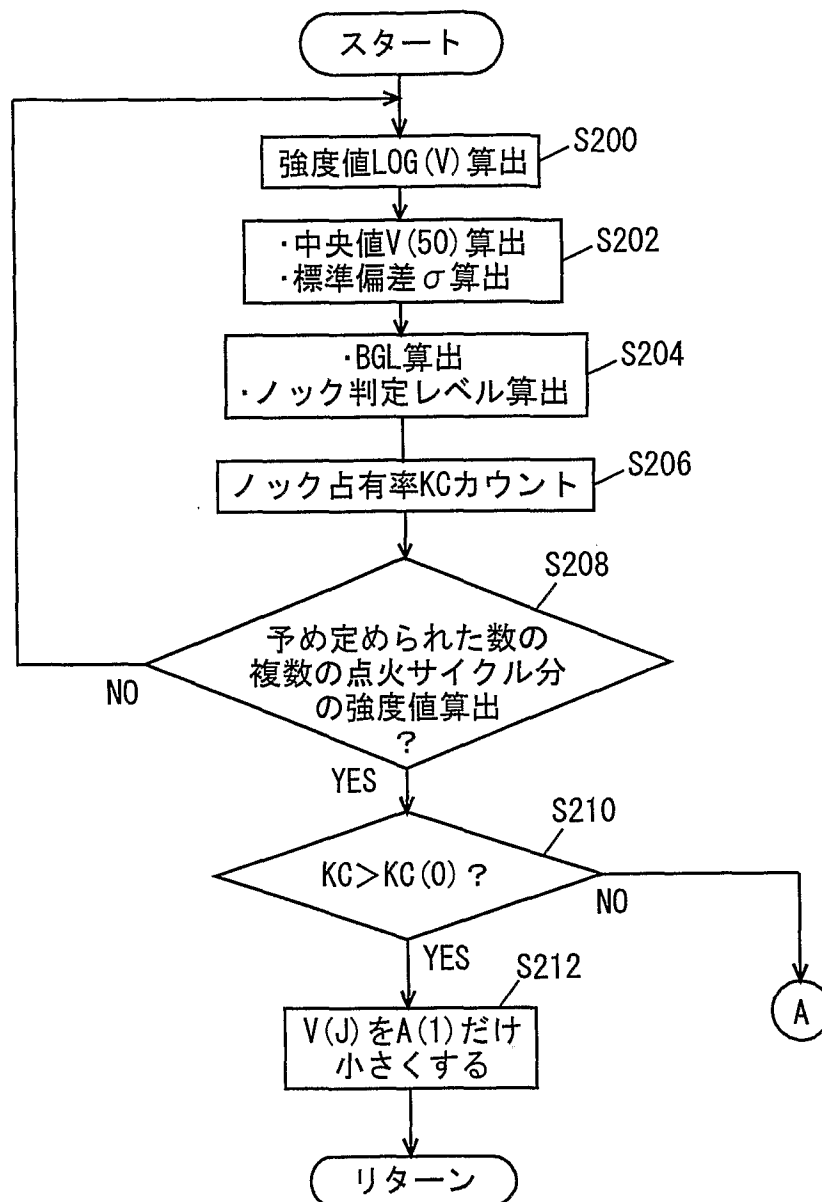
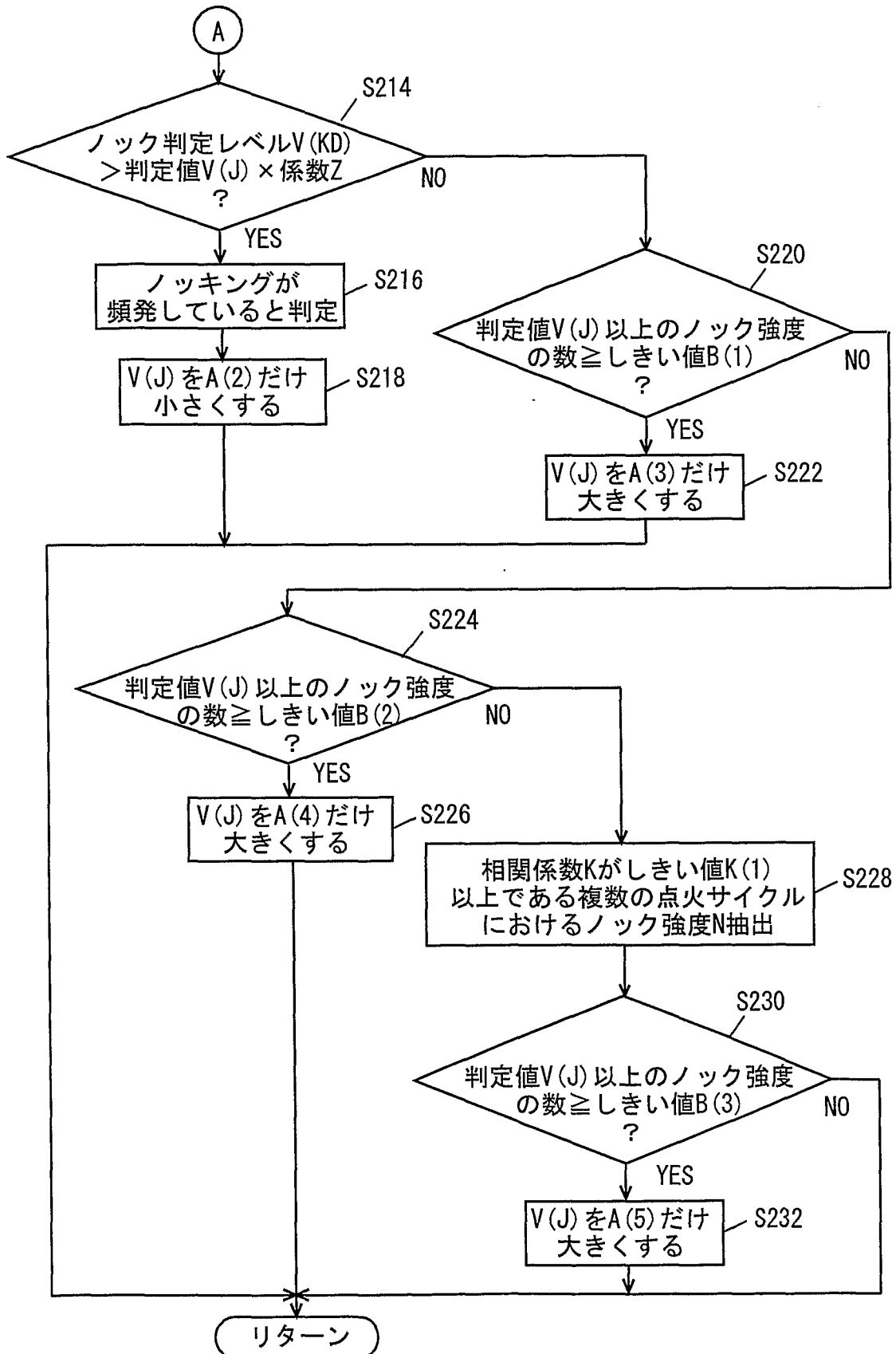


FIG. 16



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/069540

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D45/00(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02D45/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 7-301582 A (Unisia Jecs Corp.), 14 November, 1995 (14.11.95), Page 1, left column (Family: none)	1-18
A	JP 4-66753 A (Hitachi, Ltd.), 03 March, 1992 (03.03.92), Page 6, upper right column & US 5230316 A & EP 454486 A2 & DE 69105342 C	1-18
A	JP 4-76249 A (Japan Electronic Control Systems Co., Ltd.), 11 March, 1992 (11.03.92), Page 4, upper right column to lower left column (Family: none)	1-18

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
26 December, 2007 (26.12.07)

Date of mailing of the international search report
15 January, 2008 (15.01.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. F02D45/00 (2006. 01) i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. F02D45/00			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 0 7 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 0 7 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 0 7 年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
A	JP 7-301582 A（株式会社ユニシアジェックス）1995. 11. 14, P 1 左 欄（ファミリーなし）	1 - 1 8	
A	JP 4-66753 A（株式会社日立製作所）1992. 03. 03, P 6 右上欄 US 5230316 A & EP 454486 A2 & DE 69105342 C	1 - 1 8	
A	JP 4-76249 A（日本電子機器株式会社）1992. 03. 11, P 4 右上欄 ～左下欄（ファミリーなし）	1 - 1 8	
☐ C 欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 2 6 . 1 2 . 2 0 0 7		国際調査報告の発送日 1 5 . 0 1 . 2 0 0 8	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5 東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号		特許庁審査官（権限のある職員） 佐々木 正章	3 Z 9 1 3 3
		電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 5	