

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015年7月16日(16.07.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/104909 A1

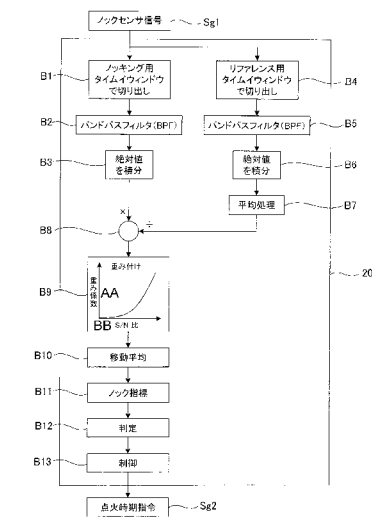
- (51) 国際特許分類:
F02D 45/00 (2006.01) F02P 5/152 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/081002
- (22) 国際出願日: 2014年11月25日(25.11.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-002968 2014年1月10日(10.01.2014) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 高柳 恒(TAKAYANAGI, Ko); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 白石 匡孝(SHIRAISHI, Masataka); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 佐瀬 遼(SASE, Ryo); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 光石 俊郎, 外(MITSUISHI, Toshiro et al.); 〒1070052 東京都港区赤坂四丁目9番6号 タク・赤坂ビル4階 光石法律特許事務所 Tokyo (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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, 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, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,

[続葉有]

(54) Title: KNOCKING DETERMINATION DEVICE AND KNOCKING CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 内燃機関のノッキング判定装置及びノッキング制御装置

[図2]



- B1 Extraction using knocking time window
- B2, B5 Bandpass filter (BPF)
- B3, B6 Integration of absolute value
- B4 Extraction using reference time window
- B7 Averaging process
- B9 Weighting
- B10 Moving average
- B11 Knocking indicator
- B12 Determination
- B13 Control
- Sg1 Knock sensor signal
- Sg2 Ignition timing command
- AA Weighting coefficient
- BB S/N ratio

(57) Abstract: Provided are a knocking determination device and a knocking control device for an internal combustion engine, with which a large amount of knocking can be detected quickly and with which knocking is easily determined. A knocking time window and a bandpass filter (BPF) are used (B1-B2) to extract a knocking frequency waveform signal from a knock sensor signal (Sg1), and integration is performed to obtain a first calculated value (B3). A reference time window and a BPF are used (B4-B5) to extract a reference frequency waveform signal from the knock sensor signal (Sg1), and integration is performed to obtain a second calculated value (B6). The average value of multiple instances of the second calculated value is obtained (B7), and the first calculated value is divided by the average value to obtain a signal-to-noise (S/N) ratio (B8). A multiplied value is obtained (B9) by multiplying the S/N ratio by a weighting coefficient, a moving average value for several of the multiplied values is obtained (10), and the moving average is used as a knocking indicator to determine knocking and to perform a control (B11-13).

(57) 要約: 大きなノッキングを早く検知することができ、ノッキング判定が容易な内燃機関のノッキング判定装置及びノッキング制御装置を提供する。そのため、ノッキング用タイムウィンドウ及びBPF (B1~B2) を用いて、ノッキングセンサ信号 (Sg1) からノッキング周波数の波形信号を取り出し、積分して第1の演算値を求め (B3)、リファレンス用タイムウィンドウ及びBPF (B4~B5) を用いて、ノッキングセンサ信号 (Sg1) からリファレンス周波数の波形信号を取り出し、積分して第2の演算値を求め (B6)、第2の演算値の複数個の平均値を求め (B7)、第1の演算値を平均値で除算したS/N比を求め (B8)、S/N比に重み係数を乗算した乗算値を求め (B9)、乗算値の複数個の移動平均値を求め (B10)、移動平均値をノック指標として用いて、ノッキングの判定、制御を行う (B11~B13)。

WO 2015/104909 A1



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

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

内燃機関のノッキング判定装置及びノッキング制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、ガスエンジンやガソリンエンジン等におけるノッキング判定及び制御を行う内燃機関のノッキング判定装置及びノッキング制御装置に関する。

背景技術

[0002] ガスエンジンやガソリンエンジン等の内燃機関では、筒内で燃料が異常燃焼するノッキングが生じる。ノッキングの強度が大きいと、エンジンが損傷するおそれがある。そこで、これらのエンジンでは、ノッキングを検知し、ノッキング強度に応じて点火時期の制御や出力を下げる制御を行っている。

[0003] ノッキング判定には、筒内圧センサを使用する場合と、例えば、加速度センサ等を使用する場合がある。ノッキング判定では、一般的に下記の手法が用いられている。

[0004] (1) センサ信号から、ノッキングが起こる時間帯（タイムウィンドウ）のデータを取り出す。

(2) ノッキング周波数の成分のみ通過させるバンドパスフィルタ（以下、BPF）にセンサ信号を通し、ノッキング周波数の波形信号を取り出す。

(3) 取り出した波形信号の演算処理を行い、ノッキング強度を求める。例えば、振幅の最大値を求める演算処理をしたり、高速フーリエ変換解析（以下、FFT解析）を行い、ノッキング周波数付近のパワースペクトル密度の平方和であるパーシャルオーバーオール（以下、POA）を求める演算処理をしたり、波形信号を積分し、POA相当の値を求める演算処理をしたりして、ノッキング強度を求めている。

(4) これらの演算を各サイクルで行い、各サイクルで演算したノッキング強度について、所定回数のサイクル（例えば、50サイクル）での頻度も

考慮したノック指標を求めて、ノッキング判定を行う。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2007-231903号公報

特許文献2：特許第4919097号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ノッキングは、各サイクルで連続して同じ強度となるわけではない。ノッキングが発生し易い状態では、上記ノック指標の平均値が上がると共に、ノック指標が大きい頻度が高くなる傾向がある。又、ノッキング強度が大きい場合、エンジンの損傷防止のため、早い検知性能が求められる。

[0007] 従って、エンジンの損傷を防ぎ、一定のノッキングレベルを維持する制御を行うには、下記について考慮して、ノッキング判定することが必要である。

(a) ノッキング強度とノッキング頻度の2つの情報からノッキング判定を行う。

(b) ノッキング強度が大きい場合、エンジンの損傷防止のため、早く（例えば、1サイクルで）検知する。

[0008] ところが、従来のノッキング検知では、ノッキング強度だけでなく、ノッキング頻度をカウントする必要があり、所定回数のサイクルが必要となり、大きいノッキングの早い検知ができなかったり（例えば、特許文献1の段落0041参照）、ノック指標の演算（例えば、特許文献2の図8、図9参照；特に、ノック判定値 V_{kd} を求めるための u 値の演算）が複雑であったりして、大きいノッキングを早く、容易に検知することができないという問題があった。

[0009] 本発明は上記課題に鑑みなされたもので、大きなノッキングを早く検知することができ、ノッキング判定が容易な内燃機関のノッキング判定装置及び

ノッキング制御装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0010] 上記課題を解決する第1の発明に係る内燃機関のノッキング判定装置は、
内燃機関の各気筒に取り付けられ、ノッキングの強度に相関する加速度又は筒内圧を測定する加速度センサ又は筒内圧センサと、
前記加速度センサ又は前記筒内圧センサで測定されたセンサ信号に基づいて、ノッキングの判定及び制御を行う制御手段とを備え、
前記制御手段は、
前記センサ信号からノッキング周波数の波形信号を取り出し、前記ノッキング周波数の波形信号による第1の演算値を演算し、
前記センサ信号からリファレンス周波数の波形信号を取り出し、前記リファレンス周波数の波形信号による第2の演算値を演算し、前記第2の演算値の複数個の平均値を求め、
前記第1の演算値を前記平均値で除算した比を求め、
前記比をノッキング強度とノッキング頻度とを含むノック指標に変換し、
前記ノック指標の大きさに基づいて、ノッキングの判定を行う
ことを特徴とする。
- [0011] 上記課題を解決する第2の発明に係る内燃機関のノッキング判定装置は、
上記第1の発明に記載の内燃機関のノッキング判定装置において、
前記制御手段は、
前記比を前記ノック指標に変換する重み係数を予め規定しておき、前記比に前記重み係数を乗算した乗算値を求め、前記乗算値の複数個の移動平均値を求め、前記移動平均値をノッキングの判定を行う前記ノック指標として用いる
ことを特徴とする。
- [0012] 上記課題を解決する第3の発明に係る内燃機関のノッキング判定装置は、
上記第2の発明に記載の内燃機関のノッキング判定装置において、
前記制御手段は、

前記比が大きくなるほど前記重み係数を大きくすることを特徴とする。

[0013] 上記課題を解決する第4の発明に係る内燃機関のノッキング判定装置は、上記第1の発明に記載の内燃機関のノッキング判定装置において、前記制御手段は、

前記比に対する閾値と当該閾値に応じた規定回数を予め規定しておき、前記比が前記閾値を超えた回数を前記規定回数で除算した百分率を求め、前記百分率をノッキングの判定を行う前記ノック指標として用いることを特徴とする。

[0014] 上記課題を解決する第5の発明に係る内燃機関のノッキング判定装置は、上記第4の発明に記載の内燃機関のノッキング判定装置において、前記制御手段は、

各々異なる前記閾値と各々の前記閾値に応じた前記規定回数の組を複数組規定し、前記閾値が大きくなるほど前記規定回数を小さくすることを特徴とする。

[0015] 上記課題を解決する第6の発明に係る内燃機関のノッキング判定装置は、上記第1～第5のいずれか1つの発明に記載の内燃機関のノッキング判定装置において、

前記制御手段は、

前記センサ信号の同じ時間帯から前記ノッキング周波数の波形信号と前記リファレンス周波数の波形信号を取り出すと共に、予め規定した規定値以下のものを前記リファレンス周波数の波形信号とすることを特徴とする。

[0016] 上記課題を解決する第7の発明に係る内燃機関のノッキング判定装置は、上記第1～第5のいずれか1つの発明に記載の内燃機関のノッキング判定装置において、

前記制御手段は、

前記センサ信号の異なる時間帯から前記ノッキング周波数の波形信号と前

記リファレンス周波数の波形信号を取り出すと共に、前記リファレンス周波数の波形信号の前記時間帯を、前記ノッキング周波数の波形信号の前記時間帯の直前の時間帯、又は、未点火時の時間帯とすることを特徴とする。

[0017] 上記課題を解決する第8の発明に係る内燃機関のノッキング判定装置は、上記第1～7のいずれか1つの発明に記載の内燃機関のノッキング判定装置において、

前記制御手段は、

複数個の前記第2の演算値の標準偏差を求め、当該標準偏差の範囲内にある前記第2の演算値を用いて前記平均値を求めることを特徴とする。

[0018] 上記課題を解決する第9の発明に係る内燃機関のノッキング判定装置は、上記第1～第8のいずれか1つの発明に記載の内燃機関のノッキング判定装置において、

前記制御手段は、

前記内燃機関の初期の前記第2の演算値を基準値として保持しておくと共に、当該基準値に対する基準閾値を規定しておき、

新たに演算した前記第2の演算値が前記基準値に対し前記基準閾値より下がった場合、前記加速度センサ又は前記筒内圧センサの感度低下と判定して、通知を行う

ことを特徴とする。

[0019] 上記課題を解決する第10の発明に係る内燃機関のノッキング判定装置は、

上記第1～第8のいずれか1つの発明に記載の内燃機関のノッキング判定装置において、

前記制御手段は、

全ての前記気筒の前記第2の演算値の平均を基準値として保持しておくと共に、当該基準値に対する基準閾値を規定しておき、

新たに演算した前記第2の演算値が前記基準値に対し前記基準閾値より下がった場合、前記加速度センサ又は前記筒内圧センサの感度低下と判定して、通知を行うことを特徴とする。

[0020] 上記課題を解決する第11の発明に係る内燃機関のノッキング制御装置は、

上記第1～第10のいずれか1つの発明に記載の内燃機関のノッキング判定装置を用いた内燃機関のノッキング制御装置であって、

前記制御手段は、

ノッキングの判定に応じて、前記気筒の点火時期の遅角化、前記内燃機関の出力の低下又は停止を行うことを特徴とする。

発明の効果

[0021] 本発明によれば、ノッキング強度とノッキング頻度とを含むノック指標を用いるので、ノッキングを容易に判定することができ、大きいノッキングほど早く検知することができる。又、経年変化による感度低下も検知することができる。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]本発明に係る内燃機関のノッキング判定装置及びノッキング制御装置の実施形態の一例を説明する概略構成図である。

[図2]図1に示した内燃機関のノッキング判定装置及びノッキング制御装置におけるノッキング判定及び制御の一例（実施例1）を説明するブロック図である。

[図3]図2に示したブロック図におけるタイムウィンドウを説明する図である。

[図4]図1に示した内燃機関のノッキング判定装置及びノッキング制御装置におけるノッキング判定及び制御の他の一例（実施例2）を説明するブロック図である。

[図5]図1に示した内燃機関のノッキング判定装置及びノッキング制御装置におけるノッキング判定及び制御の他の一例（実施例3）を説明するブロック図である。

発明を実施するための形態

[0023] 以下、本発明に係る内燃機関のノッキング判定装置及びノッキング制御装置の実施形態について、図1～図5を参照して説明する。

[0024] （実施例1）

図1は、本実施例の内燃機関のノッキング判定装置及びノッキング制御装置を説明する概略構成図である。又、図2は、図1に示した内燃機関のノッキング判定装置及びノッキング制御装置におけるノッキング判定及び制御を説明するブロック図であり、図3は、図2に示したブロック図におけるタイムウィンドウを説明する図である。

[0025] 本実施例の内燃機関のノッキング判定装置及びノッキング制御装置において、内燃機関（エンジン）は、図1に示すように、少なくとも1つの気筒10（図1では、一例として、4つの気筒10を図示）と、後述する演算処理による判定や制御を行うECU（Electronics Control Unit）20と、ECU20からの指令に基づいて、後述する点火プラグ14を制御する点火装置21とを有している。なお、警報装置22については、後述の実施例4において説明する。

[0026] 各気筒10は、シリンダ11と、シリンダ11内を往復運動するピストン12と、ピストン12に連結されたクランク13とを有しており、クランク13を介して、クランク軸（図示省略）が回転駆動される。又、シリンダ11にガスやガソリン等からなる燃料と共に空気を供給する給気弁及び給気ポート、燃焼した燃料をシリンダ11から排気する排気弁及び排気ポート等も有しているが、図1では、図示を省略している。

[0027] シリンダ11に供給された燃料は、シリンダ11に取り付けた点火プラグ14を用いて点火し、燃焼させる。このとき、シリンダ11に取り付けたノックセンサ15を用いて、各気筒10に発生するノッキング強度に相関する

物理量を、ノックセンサ信号 S g 1 として検出している。本実施例では、ノックセンサ 1 5 として、加速度を検出する加速度センサを用いるが、これに代えて、筒内圧を検出する筒内圧センサを用いても、本実施例及び後述する実施例 2 ~ 4 を実施可能である。

[0028] ノックセンサ 1 5 で検出された各気筒 1 0 のノックセンサ信号 S g 1 は、ECU 2 0 へ入力され、入力されたノックセンサ信号 S g 1 を用い、後述する演算処理を行って、ノッキング判定を行っている。そして、ECU 2 0 は、演算処理によるノッキング判定に基づいて、各気筒 1 0 に対する点火時期指令 S g 2 を点火装置 2 1 へ送信し、点火装置 2 1 は、点火時期指令 S g 2 に基づいて、各気筒 1 0 へ点火信号 S g 3 を送信している。

[0029] なお、図 1 に示した各気筒 1 0 においては、クランク軸のクランク角を検出するクランク角センサも設けられており、このセンサからの信号も ECU 2 0 へ入力されて、後述する演算処理に用いられている。

[0030] 又、図 1 に示した内燃機関は、同等の機能を有する構成であれば、他の内燃機関でも良い。例えば、ガスエンジン、ガソリンエンジン、ディーゼルエンジン等でも良い。

[0031] 次に、図 2、図 3 を参照して、図 1 に示した内燃機関のノッキング判定装置及びノッキング制御装置におけるノッキング判定及び制御を説明する。なお、以下のノッキング判定及び制御は、各気筒、各サイクルで各々行っている。

[0032] (ブロック B 1)

ノックセンサ 1 5 で検出された各気筒 1 0 のノックセンサ信号 S g 1 が、ECU 2 0 へ入力されると、ノッキングが起こる時間帯のノッキング用タイムウィンドウ TW 1 (図 3 参照) を用いて、ノックセンサ信号 S g 1 からノッキング用データを切り出す。ノッキング用タイムウィンドウ TW 1 としては、クランク角の範囲を予め規定しておけば良い。ここでは、一例として、点火後であって、筒内圧のピークより前のクランク角から、燃焼が終了するクランク角までを、ノッキング用タイムウィンドウ TW 1 としている。

[0033] (ブロックB2)

切り出したノッキング用データを、ノッキング周波数の成分のみを通過させるBPFに通し、ノッキング周波数(例えば、3kHz程度)の波形信号を取り出す。

[0034] (ブロックB3)

取り出したノッキング周波数の波形信号の演算処理を行い、第1の演算値を求める。例えば、波形信号の絶対値の積分値を求め、POA相当の値を求める演算処理を行う。なお、この演算処理に代えて、振幅の最大値を求める演算処理をしたり、又は、FFT解析を行い、POAを求める演算処理をしたりしても良い。なお、上記積分値とPOAは数学的に等価である。

[0035] FFT解析を行い、POAを求める場合には、FFT解析により、パワースペクトルを算出し、算出したパワースペクトルに基づいて、パワースペクトル密度を算出し、ノッキング周波数付近のパワースペクトル密度の平方和を算出することで、POAを求めれば良い。

[0036] (ブロックB4)

上述したブロックB1と同じように、リファレンス用タイムウィンドウを用いて、ノックセンサ信号Sg1からリファレンス用データを切り出す。

[0037] ここで、リファレンス用タイムウィンドウ及びリファレンス用データについて、図3を参照して説明を行う。リファレンス用データとしては、ノッキング未発生時のデータDr1、燃焼初期段階のデータDr2又は未点火時のバックグラウンドのデータDr3を用いることができる。なお、図3では、参考のため、シリンダ11の筒内圧も併記している。

[0038] ノッキング未発生時のデータDr1を用いる場合には、ノッキングを検知するノッキング用タイムウィンドウTW1と同じタイムウィンドウを用い、予め規定した規定値以下のデータを保持しておき、これをリファレンス用データとして使用する。規定値以下のデータが新たに取得できた場合には、保持するデータを逐次更新していき、これをリファレンス用データとして使用する。

[0039] 又、燃焼初期段階のデータ D_r2 を用いる場合には、タイムウィンドウ $TW1$ とは異なり、タイムウィンドウ $TW1$ の直前のタイムウィンドウ $TW2$ のデータを使用する。又、未点火時のバックグラウンドのデータ D_r3 を用いる場合にも、タイムウィンドウ $TW1$ とは異なり、未点火時のタイムウィンドウ $TW3$ のデータを使用する。

[0040] (ブロック B5)

上述したブロック B2 と同じように、切り出したリファレンス用データを、リファレンス周波数の成分のみを通過させる BPF に通し、リファレンス周波数の波形信号を取り出す。

[0041] ここで、リファレンス用データとノッキング用データのタイムウィンドウが同じタイムウィンドウ $TW1$ を用いる場合は、ノッキング検知の周波数と同じ周波数の成分（例えば、3 kHz 程度）のみを通過させる BPF を用いれば良い。一方、リファレンス用データとノッキング用データのタイムウィンドウが異なり、タイムウィンドウ $TW2$ 又は $TW3$ を用いる場合は、リファレンス用の BPF も異なるものとし、ノッキング検知の周波数と異なる周波数の成分（例えば、1 kHz 程度）のみを通過させる BPF を用いれば良い。

[0042] (ブロック B6)

上述したブロック B3 と同じように、取り出したリファレンス周波数の波形信号の演算処理を行い、第2の演算値、例えば、リファレンス周波数の波形信号の絶対値の積分値又は振幅の最大値又は POA を求める。

[0043] (ブロック B7)

ブロック B6 の演算処理により求めた第2の演算値の平均処理を行い、リファレンス平均値を求める。

[0044] この際、直近の複数回のサイクルの第2の演算値を用いた移動平均処理により、リファレンス平均値を求めても良いが、例えば、上限値と下限値を除くためのローパスフィルタを通した後に、リファレンス平均値を求めても良いし、複数回のサイクルの第2の演算値の標準偏差 (σ) を求め、求めた1

σ の範囲内にある第2の演算値について、リファレンス平均値を求めても良い。予め、上限値と下限値を決めておく必要があるが、 1σ の範囲内にある第2の演算値を用いる場合には、上限値と下限値を決めておく必要はなく、例えば、経時変化があっても、その経時変化に追従して、リファレンス平均値を求めることができる。

[0045] (ブロックB8)

ブロックB3の演算処理により求めた第1の演算値を、ブロックB7の平均処理により求めたリファレンス平均値で除算して、第1の演算値の S/N 比を求める。これにより、ノックセンサ15のセンサ感度の個体差を補正することができる。

[0046] (ブロックB9)

予め、 S/N 比と重み係数との関係を規定しておき、ブロックB8で求めた S/N 比に対して重み付けを行う。つまり、求めた S/N 比に、対応する重み係数を乗算した乗算値を求める。この重み係数とは、求めた S/N 比に対して、ノッキング強度と共にノッキング頻度を含む数値とする係数であり、これにより、1つの数値を1サイクルで評価するだけでノッキング判定が可能となる。従来は、ノッキング強度とノッキング頻度からノッキング判定を行っており、判定のために所定回数のサイクルが必要であったが、上述した重み付けを行うことにより、大きいノッキングを早く、容易に検知することができる。

[0047] S/N 比と重み係数との関係は、実際は、内燃機関の試験運転を行って、マップデータとして規定している。この際、内燃機関へのダメージ（例えば、ライナ温度によるダメージ、ピストンリング、ガスケットのダメージ等）を表すノッキング・シビアリティと点火時期の進角化との関係と同等の関係となるように、 S/N 比と重み係数との関係を規定している。例えば、1回発生しただけでエンジンが損傷する最大の S/N 比を基準に、ブロックB9に示すような曲線（例えば、 n 次曲線）となるように、つまり、 S/N 比が大きくなるほど、重み係数がより大きくなるように、 S/N 比と重み係数と

の関係の規定している。

[0048] (ブロックB10)

ブロックB9で重み付けしたS/N比(乗算値)について、移動平均値を求める。例えば、直近の複数個の重み付けしたS/N比についての移動平均値を求める。

[0049] (ブロックB11)

本実施例では、ブロックB10で求めた移動平均値がロック指標となる。

[0050] (ブロックB12)

ブロックB11におけるロック指標を、予め規定したロック判定閾値に基づいて、ノッキング判定を行う。なお、ロック判定閾値は、内燃機関の仕様により異なるので、その仕様に応じて設定されるが、例えば、20~50%である。

[0051] (ブロックB13)

ブロックB13におけるノッキング判定に基づいて、制御を行う。例えば、ロック指標の大きさに応じて、点火時期を小さく遅らせたり、大きく遅らせたり(遅角化)、更には、出力を下げたり、機関をトリップ(停止)したりする点火時期指令Sg2を点火装置21へ送信する。

[0052] このように、重み付けを行なったロック指標を用いることで、ノッキング強度と共にノッキング頻度を含む数値とすることができ、小さいノッキングから大きいノッキングまで、1つのアナログ値で取り扱うことができる。これにより、ノッキング判定が容易になり、制御しやすくなると共に、大きなノッキングを早く検出することができる。

[0053] (実施例2)

図4は、本実施例の内燃機関のノッキング判定装置及びノッキング制御装置におけるノッキング判定及び制御を説明するブロック図である。図4を参照して、本実施例のノッキング判定及び制御を説明する。ここでは、一例として、図1に示した内燃機関のノッキング判定装置及びノッキング制御装置において、以下に説明するノッキング判定及び制御が実施されるが、同等の

機能を有する構成であれば、他の装置でも良い。又、以下のノッキング判定及び制御も、各気筒、各サイクルで各々行っている。

[0054] (ブロックB21)

ノックセンサ15で検出された各気筒10のノックセンサ信号Sg1が、ECU20へ入力されると、ノックセンサ信号Sg1から、ノッキングが起こる時間帯のノッキング用タイムウィンドウTW1を用いて、ノッキング用データを切り出す。ノッキング用タイムウィンドウTW1については、実施例1で説明したもので良い(図3参照)。

[0055] (ブロックB22)

切り出したノッキング用データを、ノッキング周波数の成分のみを通過させるBPFに通し、ノッキング周波数(例えば、3kHz程度)の波形信号を取り出す。

[0056] (ブロックB23、B24)

取り出したノッキング周波数の波形信号のFFT解析を行い、FFT解析したノッキング周波数の波形信号のPOAを求める演算処理を行う。なお、この演算処理に代えて、振幅の最大値を求める演算処理をしたり、又は、波形信号の絶対値の積分値を求め、POA相当の値を求める演算処理をしたりしても良い。なお、上記POAと積分値は数学的に等価である。

[0057] (ブロックB25、B26)

演算処理したPOAについて、下記の式1及び表1を用いて、各ノック指標、つまり、大ノック指標、中ノック指標及び小ノック指標を演算する。下記の式1において、C1は予め規定したPOAに対する閾値Thを超えたサイクル回数であり、C2は規定サイクル回数であり、閾値Thを超えたサイクル回数C1を、規定サイクル回数C2で除算した百分率を求めている。

[0058] 又、表1においては、ノッキング強度とノッキング頻度の2つの観点で、大ノック指標、中ノック指標及び小ノック指標における閾値Thと当該閾値Thに応じた規定サイクル回数C2の組を複数組規定している。なお、表1に示した閾値Th及び規定サイクル回数C2は、例示であり、内燃機関の特

性に応じて、適宜に変更可能であるが、閾値 T_h が大きくなるほど規定サイクル回数 C_2 を小さくしている。

[0059] 各ノック指標 [%] = $C_1 / C_2 \times 100$. . . (式1)

[0060] [表1]

	閾値 T_h	規定サイクル回数 C_2	ノック判定時の制御
大ノック指標	0.5 ~ 0.8	1 (瞬時値)	機関トリップ/出力下げ制御
中ノック指標	0.3 ~ 0.7	10	点火時期リタード (大)
小ノック指標	0.2 ~ 0.5	50	点火時期リタード (小)

[0061] (ブロック B27、B28)

予め規定した大ノック指標、中ノック指標及び小ノック指標に対するノック判定閾値に基づいて、演算した大ノック指標、中ノック指標及び小ノック指標を判定し、その判定に基づいて、制御を行う。例えば、小ノック判定の場合には、点火時期を小さく遅らせたり、中ノック判定の場合には、大きく遅らせたり (遅角化)、更に、大ノック判定の場合には、出力を下げたり、機関をトリップ (停止) したりする点火時期指令 $S_g 2$ を点火装置 21 へ送信する。なお、ノック判定閾値は、内燃機関の仕様により異なるので、その仕様に応じて設定されるが、例えば、20~50%である。

[0062] (ブロック B29)

ブロック B24 で演算処理した POA について、移動平均を求める。例えば、直近の複数個の POA についての移動平均を求める。 POA 移動平均を求めることにより、ノッキングの傾向を把握することができる。

[0063] 従来、FFT解析を行い、 POA 演算を行うだけでは、検知に時間がかかり、大ノックの検知には適していなかった。しかしながら、上述したように、 POA を大ノック指標、中ノック指標及び小ノック指標に分け、各ノック指標を算出する際、ノック指標毎に規定サイクル回数を変えることで、ノック指標毎に検知の速さを変えることができ、これにより、大ノックほど早く検知することができる。

[0064] (実施例3)

図5は、本実施例の内燃機関のノッキング判定装置及びノッキング制御装

置におけるノッキング判定及び制御を説明するブロック図である。図5を参照して、本実施例のノッキング判定及び制御を説明する。ここでも、一例として、図1に示した内燃機関のノッキング判定装置及びノッキング制御装置において、以下に説明するノッキング判定及び制御が実施されるが、同等の機能を有する構成であれば、他の装置でも良い。又、以下のノッキング判定及び制御も、各気筒、各サイクルで各々行っている。

[0065] (ブロックB31)

ノックセンサ15で検出された各気筒10のノックセンサ信号Sg1が、ECU20へ入力されると、ノックセンサ信号Sg1から、ノッキングが起る時間帯のノッキング用タイムウィンドウTW1を用いて、ノッキング用データを切り出す。ノッキング用タイムウィンドウTW1については、実施例1で説明したもので良い(図3参照)。

[0066] (ブロックB32)

切り出したノッキング用データを、ノッキング周波数の成分のみを通過させるBPFに通し、ノッキング周波数(例えば、3kHz程度)の波形信号を取り出す。ノッキング用BPFについても、実施例1で説明したもので良い。

[0067] (ブロックB33)

取り出したノッキング周波数の波形信号の演算処理を行い、第1の演算値を求める。例えば、波形信号の絶対値の積分値を求め、POA相当の値を求める演算処理を行う。なお、この演算処理に代えて、振幅の最大値を求める演算処理をしたり、又は、FFT解析を行い、POAを求める演算処理をしたりしても良い。なお、上記積分値とPOAは数学的に等価である。

[0068] (ブロックB34)

上述したブロックB31と同じように、ノックセンサ信号Sg1から、リファレンス用タイムウィンドウを用いて、リファレンス用データを切り出す。リファレンス用タイムウィンドウ及びリファレンス用データについても、実施例1で説明したもので良い(図3参照)。

[0069] (ブロック B 3 5)

上述したブロック B 3 2 と同じように、切り出したリファレンス用データを、リファレンス周波数の成分のみを通過させる B P F に通し、リファレンス周波数の波形信号を取り出す。リファレンス用 B P F についても、実施例 1 で説明したもので良い。

[0070] (ブロック B 3 6)

上述したブロック B 3 3 と同じように、取り出したリファレンス周波数の波形信号の演算処理を行い、第 2 の演算値、例えば、リファレンス周波数の波形信号の絶対値の積分値又は振幅の最大値又は P O A を求める。

[0071] (ブロック B 3 7)

ブロック B 3 6 の演算処理により求めた第 2 の演算値の平均処理を行い、リファレンス平均値を求める。ここでも、実施例 1 と同じように、リファレンス平均値を求めれば良い。

[0072] (ブロック B 3 8)

ブロック B 3 3 の演算処理により求めた第 1 の演算値を、ブロック B 3 7 の平均処理により求めたリファレンス平均値で除算して、第 1 の演算値の S / N 比を求める。これにより、ノックセンサ 1 5 のセンサ感度の個体差を補正することができる。

[0073] (ブロック B 3 9、B 4 0)

演算処理した S / N 比について、上記の式 1 及び表 1 を用いて、各ノック指標、つまり、大ノック指標、中ノック指標及び小ノック指標を演算する。なお、本実施例において、表 1 中の閾値 T h は、S / N 比に対して規定すれば良い。

[0074] (ブロック B 4 1、B 4 2)

予め規定した大ノック指標、中ノック指標及び小ノック指標に対するノック判定閾値に基づいて、演算した大ノック指標、中ノック指標及び小ノック指標を判定し、その判定に基づいて、制御を行う。例えば、小ノック判定の場合には、点火時期を小さく遅らせたり、中ノック判定の場合には、大きく

遅らせたり（遅角化）、更に、大ノック判定の場合には、出力を下げたり、機関をトリップ（停止）したりする点火時期指令 S g 2 を点火装置 2 1 へ送信する。なお、ノック判定閾値は、内燃機関の仕様により異なるので、その仕様に応じて設定されるが、例えば、20～50%である。

[0075] このように、各ノック指標を算出する際、ノック指標毎に規定サイクル数を変えることで、ノック指標毎に検知の速さを変えることができる。これにより、大ノックほど早く検知することができる。

[0076] （実施例 4）

本実施例の内燃機関のノッキング判定装置及びノッキング制御装置について、図 1 を参照して説明する。ここでも、一例として、図 1 に示した内燃機関のノッキング判定装置及びノッキング制御装置を例示するが、同等の機能を有する構成であれば、他の装置でも良い。

[0077] 本実施例では、更に、ECU 20 からの指令に基づいて、警報を発報、送信する警報装置 22 を備えている。

[0078] ECU 20 は、実施例 1 で説明した第 2 の演算値（リファレンス周波数の波形信号の絶対値の積分値又は振幅の最大値又は POA）について、予め、内燃機関の出荷初期段階のデータを保持しておき、これを基準値としておく。そして、その後取得した任意の気筒 10 の第 2 の演算値が、基準値に対し、予め規定した基準閾値より下がると、経年変化による感度低下と判定する。

[0079] 或いは、全気筒 10 の第 2 の演算値の平均処理を行い、これを基準値としても良い。この場合も、その後取得した任意の気筒 10 の第 2 の演算値が、基準値に対し、予め規定した基準閾値より下がると、経年変化による感度低下と判定する。

[0080] いずれの場合でも、経年変化として、ノックセンサ 15 の劣化とケーブルの劣化の 2 種類を検知することができる。

[0081] そして、ECU 20 が、警報装置 22 を用い、経年変化による感度低下の検知結果を、運用者に発報したり、遠隔監視装置に送信したりすることによ

り、経年変化やその予兆を通知するようにしている。

[0082] このようにして、ノックセンサ15、ケーブルの経年変化の劣化による感度低下を検知することができる。

産業上の利用可能性

[0083] 本発明は、ガスエンジンやガソリンエンジン等の内燃機関に適用可能なものである。

符号の説明

- [0084]
- 10 気筒
 - 11 シリンダ
 - 14 点火プラグ
 - 15 ノックセンサ
 - 20 ECU (制御手段)
 - 21 点火装置
 - 22 警報装置

請求の範囲

- [請求項1] 内燃機関の各気筒に取り付けられ、ノッキングの強度に相関する加速度又は筒内圧を測定する加速度センサ又は筒内圧センサと、
前記加速度センサ又は前記筒内圧センサで測定されたセンサ信号に基づいて、ノッキングの判定及び制御を行う制御手段とを備え、
前記制御手段は、
前記センサ信号からノッキング周波数の波形信号を取り出し、前記ノッキング周波数の波形信号による第1の演算値を演算し、
前記センサ信号からリファレンス周波数の波形信号を取り出し、前記リファレンス周波数の波形信号による第2の演算値を演算し、前記第2の演算値の複数個の平均値を求め、
前記第1の演算値を前記平均値で除算した比を求め、
前記比をノッキング強度とノッキング頻度とを含むノック指標に変換し、
前記ノック指標の大きさに基づいて、ノッキングの判定を行うことを特徴とする内燃機関のノッキング判定装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の内燃機関のノッキング判定装置において、
前記制御手段は、
前記比を前記ノック指標に変換する重み係数を予め規定しておき、
前記比に前記重み係数を乗算した乗算値を求め、前記乗算値の複数個の移動平均値を求め、前記移動平均値をノッキングの判定を行う前記ノック指標として用いる
ことを特徴とする内燃機関のノッキング判定装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の内燃機関のノッキング判定装置において、
前記制御手段は、
前記比が大きくなるほど前記重み係数を大きくする
ことを特徴とする内燃機関のノッキング判定装置。
- [請求項4] 請求項1に記載の内燃機関のノッキング判定装置において、

前記制御手段は、

前記比に対する閾値と当該閾値に応じた規定回数を予め規定しておき、前記比が前記閾値を超えた回数を前記規定回数で除算した百分率を求め、前記百分率をノッキングの判定を行う前記ノック指標として用いる

ことを特徴とする内燃機関のノッキング判定装置。

[請求項5]

請求項4に記載の内燃機関のノッキング判定装置において、

前記制御手段は、

各々異なる前記閾値と各々の前記閾値に応じた前記規定回数の組を複数組規定し、前記閾値が大きくなるほど前記規定回数を小さくすることを特徴とする内燃機関のノッキング判定装置。

[請求項6]

請求項1から請求項5のいずれか1つに記載の内燃機関のノッキング判定装置において、

前記制御手段は、

前記センサ信号の同じ時間帯から前記ノッキング周波数の波形信号と前記リファレンス周波数の波形信号を取り出すと共に、予め規定した規定値以下のものを前記リファレンス周波数の波形信号とすることを特徴とする内燃機関のノッキング判定装置。

[請求項7]

請求項1から請求項5のいずれか1つに記載の内燃機関のノッキング判定装置において、

前記制御手段は、

前記センサ信号の異なる時間帯から前記ノッキング周波数の波形信号と前記リファレンス周波数の波形信号を取り出すと共に、前記リファレンス周波数の波形信号の前記時間帯を、前記ノッキング周波数の波形信号の前記時間帯の直前の時間帯、又は、未点火時の時間帯とする

ことを特徴とする内燃機関のノッキング判定装置。

[請求項8]

請求項1から請求項7のいずれか1つに記載の内燃機関のノッキン

グ判定装置において、

前記制御手段は、

複数個の前記第2の演算値の標準偏差を求め、当該標準偏差の範囲内にある前記第2の演算値を用いて前記平均値を求めることを特徴とする内燃機関のノッキング判定装置。

[請求項9]

請求項1から請求項8のいずれか1つに記載の内燃機関のノッキング判定装置において、

前記制御手段は、

前記内燃機関の初期の前記第2の演算値を基準値として保持しておくと共に、当該基準値に対する基準閾値を規定しておき、

新たに演算した前記第2の演算値が前記基準値に対し前記基準閾値より下がった場合、前記加速度センサ又は前記筒内圧センサの感度低下と判定して、通知を行う

ことを特徴とする内燃機関のノッキング判定装置。

[請求項10]

請求項1から請求項8のいずれか1つに記載の内燃機関のノッキング判定装置において、

前記制御手段は、

全ての前記気筒の前記第2の演算値の平均を基準値として保持しておくと共に、当該基準値に対する基準閾値を規定しておき、

新たに演算した前記第2の演算値が前記基準値に対し前記基準閾値より下がった場合、前記加速度センサ又は前記筒内圧センサの感度低下と判定して、通知を行う

ことを特徴とする内燃機関のノッキング判定装置。

[請求項11]

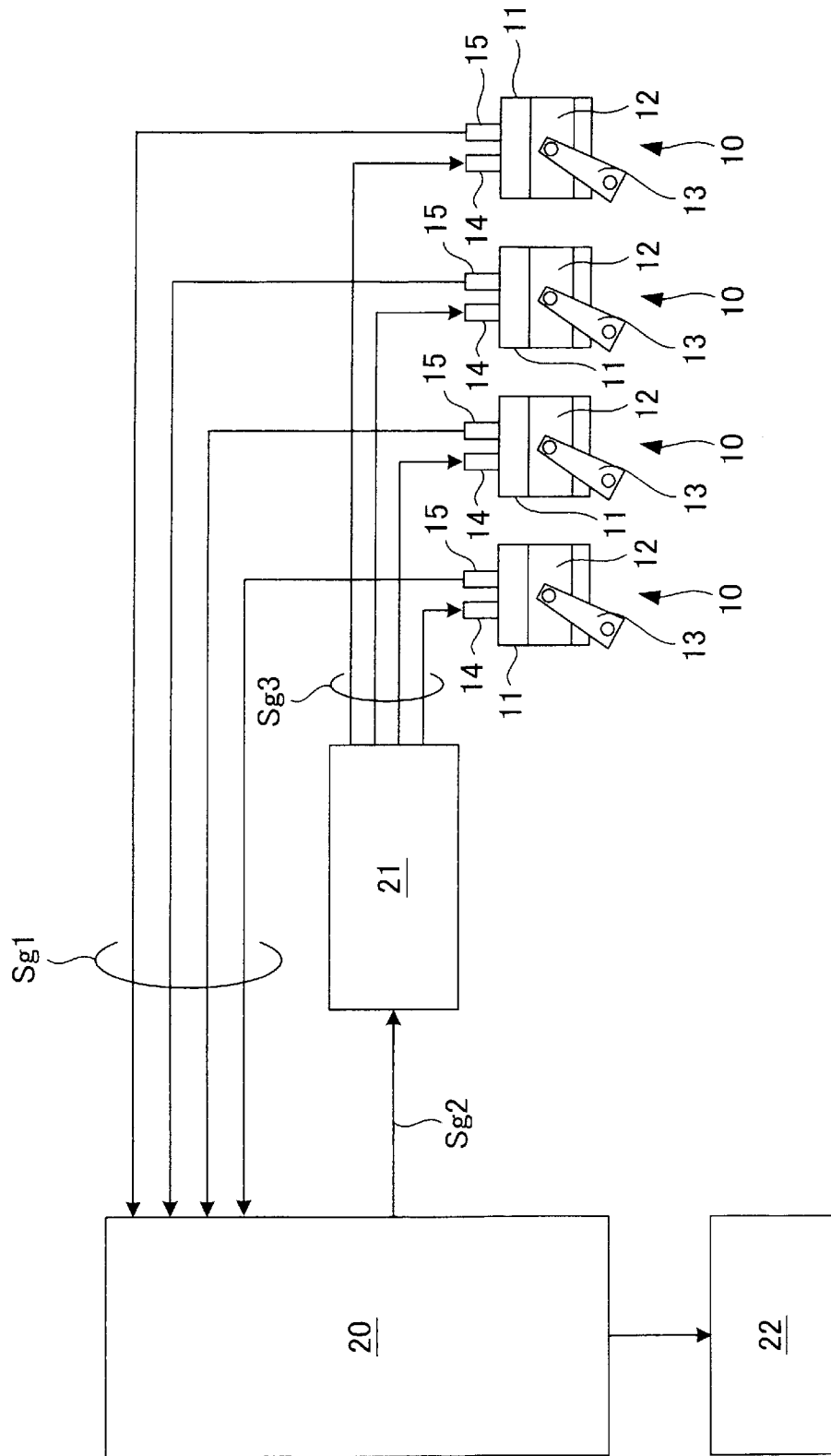
請求項1から請求項10のいずれか1つに記載の内燃機関のノッキング判定装置を用いた内燃機関のノッキング制御装置であって、

前記制御手段は、

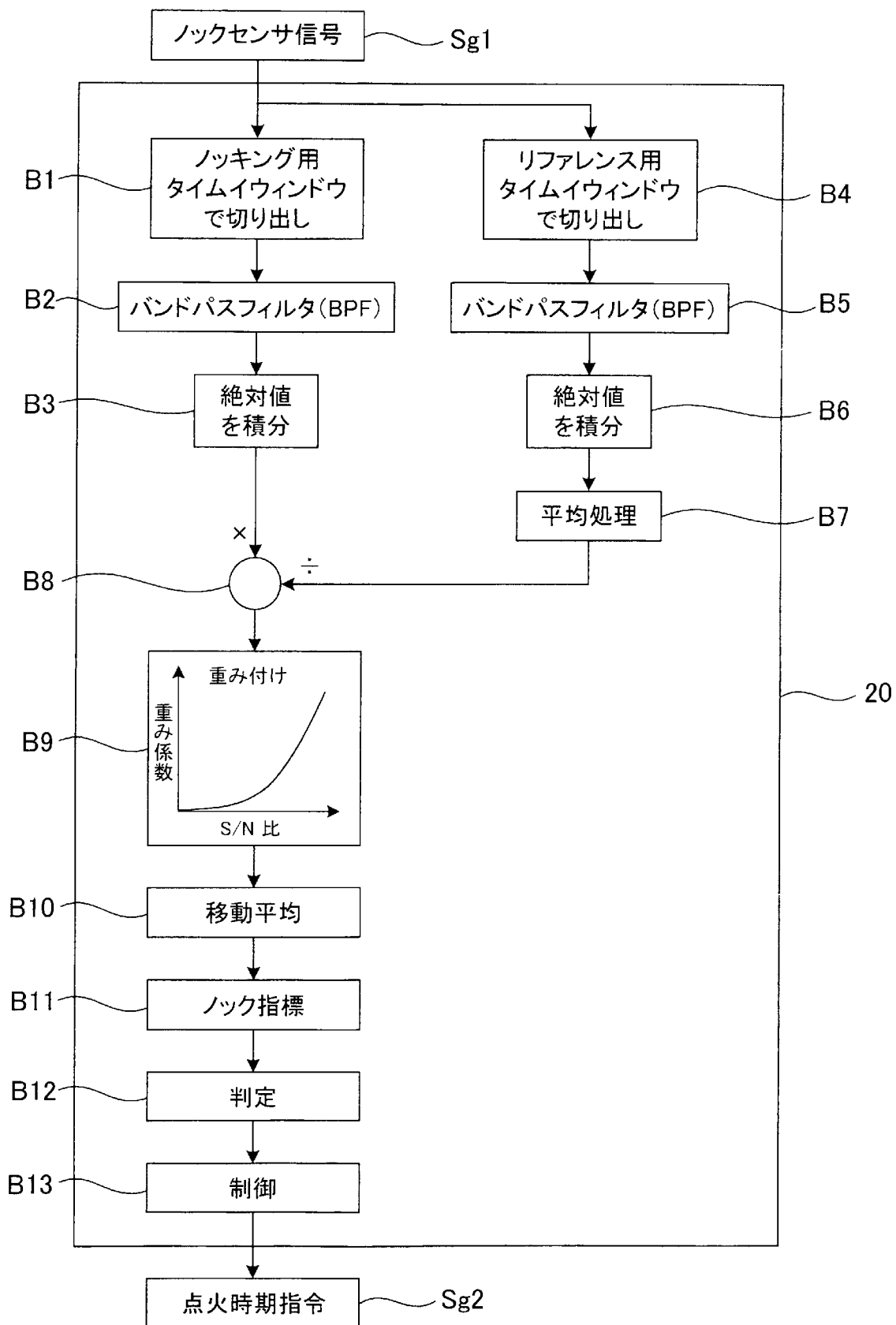
ノッキングの判定に応じて、前記気筒の点火時期の遅角化、前記内燃機関の出力の低下又は停止を行う

ことを特徴とする内燃機関のロック制御装置。

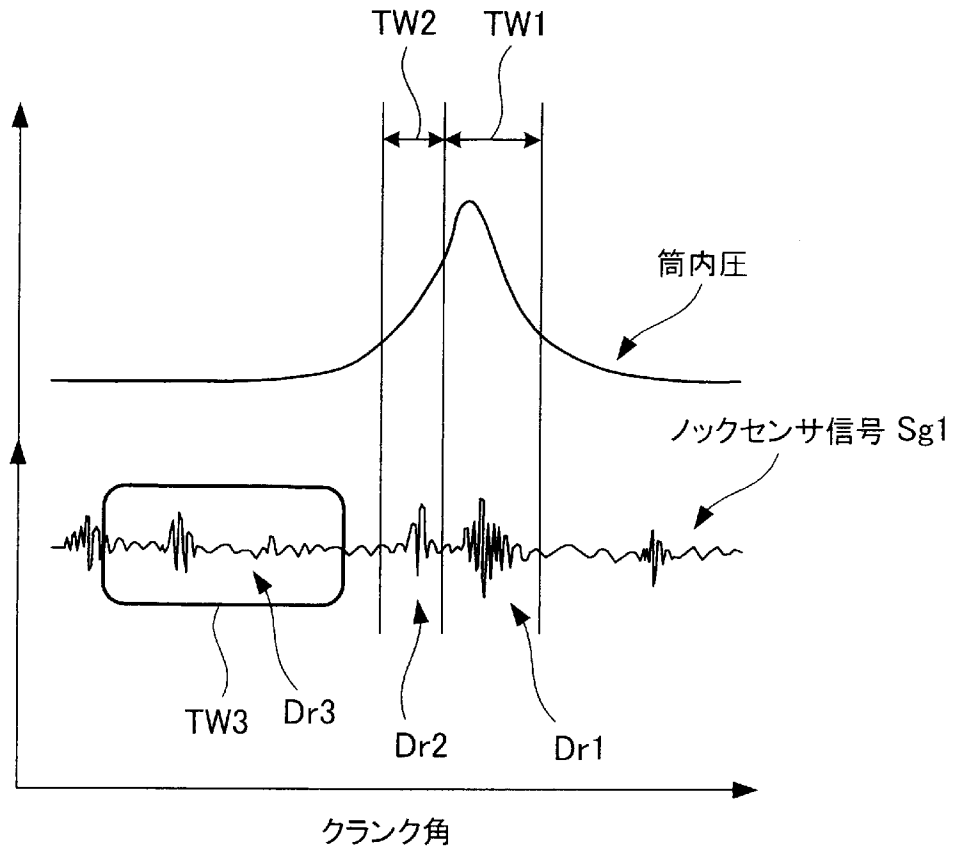
[図1]



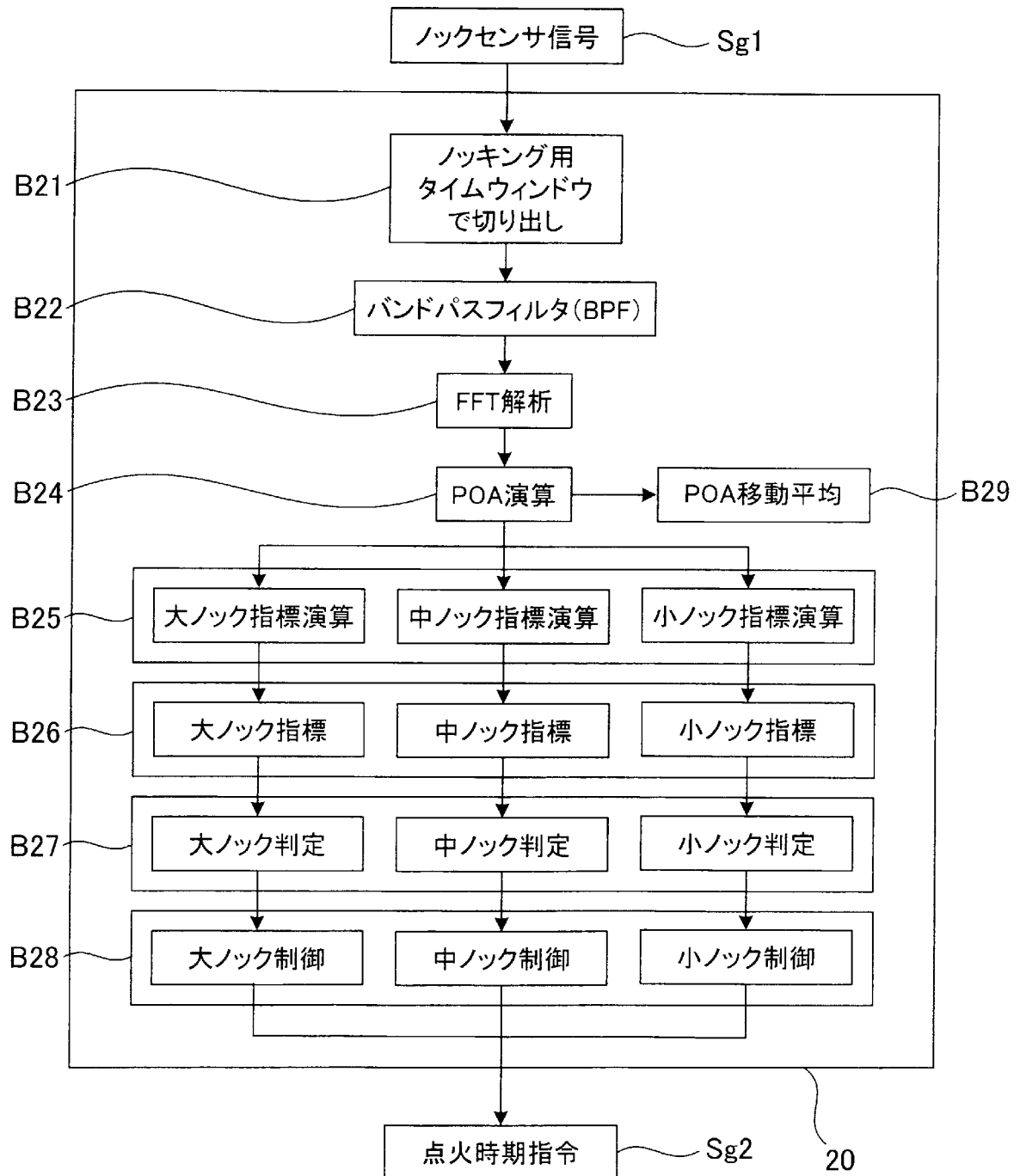
[図2]



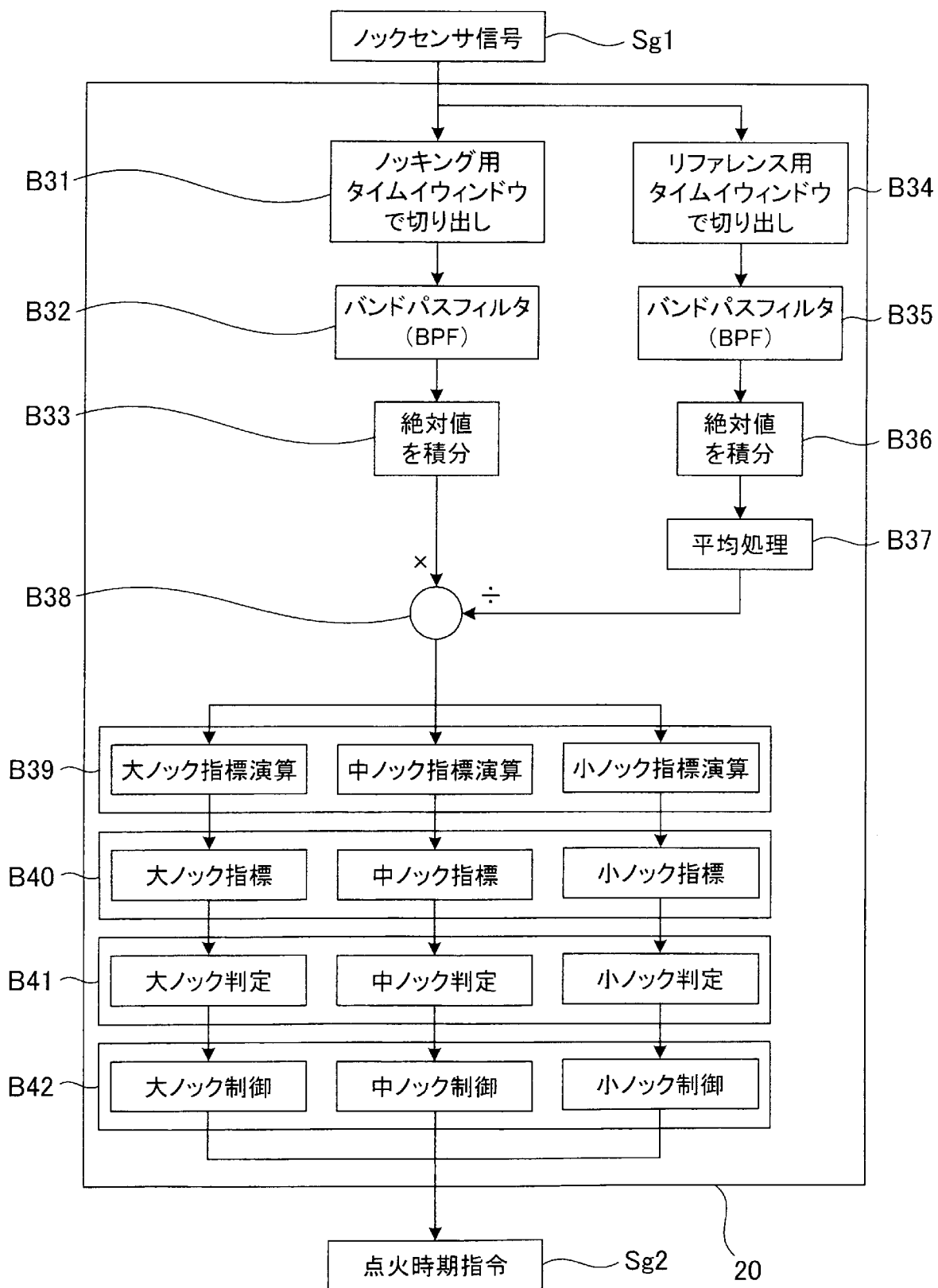
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2014/081002

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F02D45/00(2006.01) i, F02P5/152(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)
F02D41/00-45/00, F02P5/145-5/155

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
X A	JP 9-14043 A (Hitachi, Ltd.), 14 January 1997 (14.01.1997), paragraphs [0012] to [0022], [0030] to [0061] (Family: none)	1, 11 2-10
A	JP 2001-234804 A (Daihatsu Motor Co., Ltd.), 31 August 2001 (31.08.2001), entire text & US 2001/0017051 A1 & EP 1130254 A1 & KR 10-2001-0085559 A & CN 1310293 A	1-10
A	JP 2012-103157 A (A & D Co., Ltd.), 31 May 2012 (31.05.2012), entire text (Family: none)	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 25 February 2015 (25.02.15)	Date of mailing of the international search report 10 March 2015 (10.03.15)
--	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/081002

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-204496 A (Suzuki Motor Corp.), 07 October 2013 (07.10.2013), entire text (Family: none)	2-3

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. F02D45/00(2006.01)i, F02P5/152(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 (IPC)) Int.Cl. F02D41/00-45/00, F02P5/145-5/155		
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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015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 請求項の番号
X A	JP 9-14043 A (株式会社日立製作所) 1997.01.14, 段落[0012]-[0022], [0030]-[0061] (ファミリーなし)	1, 11 2-10
A	JP 2001-234804 A (ダイハツ工業株式会社) 2001.08.31, 全文 & US 2001/0017051 A1 & EP 1130254 A1 & KR 10-2001-0085559 A & CN 1310293 A	1-10
A	JP 2012-103157 A (株式会社エー・アンド・デイ) 2012.05.31, 全文 (ファミリーなし)	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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、一般的な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 25.02.2015	国際調査報告の発送日 10.03.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 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) 藤村 泰智 電話番号 03-3581-1101 内線 3395	3Z 9247

C (続き) . 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 請求項の番号
A	JP 2013-204496 A (スズキ株式会社) 2013.10.07, 全文 (ファミリーなし)	2-3