(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4155807号
(P4155807)

(45)発行日　平成20年9月24日(2008.9.24)　(24)登録日　平成20年7月18日(2008.7.18)

(51)Int.Cl.		F I		
G01M 15/08	(2006.01)	G01M	15/08	
F02D 45/00	(2006.01)	F02D	45/00	368D
F02P 5/152	(2006.01)	F02P	5/15	D
F02P 5/153	(2006.01)			

請求項の数 5　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願2002-351506(P2002-351506)
(22)出願日　平成14年12月3日(2002.12.3)
(65)公開番号　特開2004-184228(P2004-184228A)
(43)公開日　平成16年7月2日(2004.7.2)
審査請求日　平成17年12月1日(2005.12.1)

(73)特許権者　000237592
富士通テン株式会社
兵庫県神戸市兵庫区御所通１丁目２番２８号
(73)特許権者　000003207
トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町１番地
(74)代理人　100077517
弁理士　石田　敬
(74)代理人　100092624
弁理士　鶴田　準一
(74)代理人　100107294
弁理士　妻鹿　恒雄
(74)代理人　100082898
弁理士　西山　雅也

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ノッキング検出装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
内燃機関の気筒内圧力を検出する気筒内圧力検出手段によって検出された複数サイクル分の気筒内圧力に基づきノッキング判定用閾値を算出する閾値算出手段と、
前記閾値算出手段により算出された閾値に基づいてノッキングの発生を判定するノッキング発生判定手段を具備するノッキング検出装置において、
前記気筒内圧力検出手段によって検出された気筒内圧力から、各サイクルの最大気筒内圧力を検出する最大気筒内圧力検出手段と、
前記気筒内圧力検出手段によって検出された気筒内圧力から抽出された各サイクルの気筒内圧力変動の最大値を検出する最大気筒内圧力変動検出手段と、
所定サイクルにおける、前記最大気筒内圧力変動検出手段で検出された最大気筒内圧力変動と前記最大気筒内圧力検出手段で検出された最大気筒内圧力に基づいて大ノッキングの発生を判定する大ノッキング発生判定手段をさらに具備するノッキング検出装置。
【請求項２】
前記大ノッキング発生判定手段が、所定サイクルにおける、前記最大気筒内圧力変動検出手段で検出された最大気筒内圧力変動が前記最大気筒内圧力検出手段で検出された最大気筒内圧力の１より大きい所定数分の１以上であるときに大ノッキング発生と判定するものである請求項１に記載のノッキング検出装置。
【請求項３】
前記大ノッキング発生判定手段で使用する１より大きい所定数が、内燃機関の回転数の関

数として設定される請求項２に記載のノッキング検出装置。
【請求項４】
前記大ノッキング発生判定手段で使用する１より大きい所定数を、過去の運転条件とノッキング発生状況に基づいて学習する学習手段を更に具備する請求項２又は３に記載のノッキング検出装置。
【請求項５】
前記最大気筒内圧力検出手段が、各サイクルの気筒内圧力の最大値と最小値の差を最大気筒内圧力として検出するものである請求項１から４のいずれか一項に記載のノッキング検出装置。
【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ノッキング検出装置に係り、特に大ノッキングを迅速かつ正確に検出可能なノッキング検出装置に関する。
【０００２】
【従来の技術】
新開発された自動車用内燃機関を実際の自動車に適用するためには、予想される種々の運転条件で実際に内燃機関を運転して、内燃機関制御用コンピュータに設定すべきパラメータ（燃料噴射量、点火時期、バルブ開閉タイミング等）の最適値を決定する適合という作業が必要となる。
【０００３】
この適合作業をすべて人力で行う場合には、多くの時間（工数）が必要となるため、ノッキング判定用の閾値の算出作業を自動化する下記の方法が提案されている。
【０００４】
図１は従来のノッキング検出方法が適用される適合試験装置の機能線図であって、内燃機関１０の気筒には気筒内圧力を計測する圧力センサ１０１～１０４（４気筒の場合）が設置されている。
【０００５】
圧力センサ１０１～１０４で測定された気筒内圧力は増幅回路１１を介して高速データロガ１２で収集される。なお、高速データロガ１２では内燃機関の回転角度も収集される。
【０００６】
データロガ１２で収集されたデータは気筒内圧力解析用パソコン１３に伝送され、ノッキング判定用閾値を算出している。
【０００７】
ここで、適切な閾値を決定するためには、例えば約１０秒（数百サイクル）間気筒内圧力を検出して、その結果を処理する必要がある（例えば特許文献１参照）。
【０００８】
また、気筒内圧力と負荷情報に基づいてノッキングが発生しているか否かを判定する方法もすでに提案されている（例えば特許文献２参照）。
【０００９】
【特許文献１】
特願２００２－１５４６１８（［００６７］、図１）
【特許文献２】
特開２００１－３２７４４（［０００５］、図３）
【００１０】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、ノッキングの規模が大きい場合（大ノッキングが発生した場合）には内燃機関を機械的に損傷するおそれがあるため、直ちに点火角を遅延させる、吸気弁の開弁タイミングを遅くする等のノッキング抑制策を施すことが必要となるが、従来から使用されているノッキング検出方法は閾値決定までに約１０秒を要するため閾値が決定される前に

大ノッキングが発生した場合には内燃機関に損傷が発生することを回避できない。

【００１１】

本発明は、上記課題に鑑みなされたものであって、ノッキングを正確かつ自動的に検出できるだけでなく、大ノッキングを迅速に検出することの可能なノッキング検出装置を提供することを目的とする。

【００１２】

【課題を解決するための手段】

本発明に係るノッキング検出装置は、内燃機関の気筒内圧力を検出する気筒内圧力検出手段によって検出された複数サイクル分の気筒内圧力に基づきノッキング判定用閾値を算出する閾値判定手段と、閾値算出手段により算出された閾値に基づいてノッキングの発生を判定するノッキング発生判定手段を具備するノッキング検出装置において、気筒内圧力検出手段によって検出された気筒内圧力から各サイクルの最大圧力を検出する最大気筒内圧力検出手段と、気筒内圧力検出手段によって検出された気筒内圧力から抽出された各サイクルの最大値を検出する最大気筒内圧力変動検出手段と、所定サイクルにおける最大気筒内圧力変動検出手段で検出された最大気筒内圧力変動と最大気筒内圧力検出手段で検出された最大気筒内圧力に基づいて大ノッキングの発生を判定する大ノッキング発生判定手段をさらに具備する。

【００１３】

本発明にあっては、気筒内圧力の変動の最大値と最大気筒内圧力に基づいて大ノッキングの発生が判定される。

【００１４】

【発明の実施の形態】

図２は本発明に係るノッキング検出装置が適用される適合試験装置の機能線図であって、内燃機関２０には気筒内圧力センサ２０１～２０４が取り付けられており、気筒内圧力センサ２０１～２０４の出力はノッキング検出装置２１に送られる。

【００１５】

ノッキング検出装置２１から出力されるノッキング情報は適合試験装置２２に送られ、さらに適合試験装置２２から出力される試験条件は制御ＥＣＵ２３に出力される。

【００１６】

そして、制御ＥＣＵ２３から出力される点火タイミング、バルブ開閉タイミング、燃料噴射タイミング等に基づいて内燃機関２０が運転される。

【００１７】

図３は適合試験のフローチャートであって、ステップ３１で試験条件を設定して内燃機関の運転を開始し、ステップ３２でノッキング検出処理を行う。

【００１８】

ステップ３３でノッキング検出処理の結果に基づきノッキングが発生しているか否かを判定し、ノッキングが発生していない時はステップ３４で適合データを収集する。

【００１９】

そしてステップ３５において全運転条件で試験が終了したかを判定し、終了していないときはステップ３１に戻る。

【００２０】

なお、ステップ３５において全運転条件で試験が終了したと判定されたときはこの試験を終了する。

【００２１】

ステップ３３でノッキングが発生していると判定されたときは、ステップ３６で例えば点火タイミングを遅くする等のノッキング抑制処理を施してステップ３１に戻り、新たな運転条件を設定する。

【００２２】

図４は本発明に係るノッキング検出装置で実行されるノッキング検出処理の詳細フローチャートであって、ステップ４１で気筒内圧力を計測し、ステップ４２で気筒内圧力変動Δ

Ｐを算出する。

【００２３】

図５は気筒内圧力変動算出方法の説明図であって、（イ）は上死点を基準（０°）としたときのクランク角度が－３０°から１２０°までの気筒内圧力を示す。気筒内圧力Ｐは約０°から３０°の間で最大圧力Ｐmaxとなるが、最大圧力Ｐmax近傍で高い周波数で振動する。

【００２４】

（ロ）はピーク近傍の拡大図であって、●は気筒内圧力のサンプリング点を表す。本発明では、気筒内圧力変動ΔＰを気筒内圧力の極小値と直後の極大値の差と定義して、（ハ）に示すような気筒内圧力変動ΔＰの時系列を算出する。

【００２５】

次にステップ４２で大ノッキング処理を実行する。

【００２６】

図６は、ステップ４３で実行される大ノッキング判定処理のフローチャートであって、ステップ４３１で気筒内圧力変動ΔＰの時系列の中から最大気筒内圧力変動ΔＰmaxを探索する。

【００２７】

即ち、最大圧力Ｐmaxと最大気筒内圧力変動ΔＰmaxは図５（イ）に示す値となる。

【００２８】

次にステップ４３２で最大気筒内圧力変動ΔＰmaxと最大圧力Ｐmaxの１／ｎの比Ｒを算出してこのルーチンを終了する。

【００２９】

ここで、ｎは経験に基づき一定値として設定されるが、内燃機関の回転数の関数として設定してもよい。例えば回転数１０００ｒｐｍのときにｎ＝１００、回転数６０００ｒｐｍのときにｎ＝３に設定することができる。

【００３０】

さらに、予め設定されたｎをα倍して、大ノッキングと判定する閾値を変更可能としてもよい。

【００３１】

さらに、先に適合試験を行ったときのノッキングの発生状況に応じて、ｎの値を修正し、次回の適合試験に使用するようにしてもよい。

【００３２】

図４のノッキング検出処理の詳細フローチャートに戻り、大ノッキング処理の結果に基づいてステップ４４で大ノッキング有りかを判定する。

【００３３】

即ち、大ノッキング処理で算出された最大気筒内圧力変動ΔＰmaxと最大圧力Ｐmaxの１／ｎの比Ｒが“１．０”以上であれば大ノッキング有りと判定し、比Ｒが“１．０”未満であれば大ノッキングは発生していないと判定する。

【００３４】

ステップ４４で肯定判定されたとき、即ち、大ノッキング有りと判定されたときは直ちにこのルーチンを終了して、図３の適合試験ルーチンのステップ３３に進む。

【００３５】

大ノッキングが発生している場合は、ステップ３３でも肯定されて直ちにステップ３７に進みノッキング抑制処理が実行されて、内燃機関２０に損傷が発生する前にノッキングを抑制することが可能となる。

【００３６】

大ノッキングが発生していない場合は、第一のノッキング検出処理のステップ４４で否定判定されてステップ４５で通常ノッキング処理を行い、ステップ４６で通常ノッキング閾値を再算出する。

【００３７】

そして、ステップ４６で閾値が再算出の前後で収斂しているかを判定し、収斂していないときはステップ４５に戻る。逆に収斂したと判定されたときはこのルーチンを終了する。

【００３８】

通常ノッキング処理及び通常ノッキング閾値再算出は、周知の方法を適用することが可能であるが、例えば以下の方法を使用することができる。

【００３９】

図７はノッキング検出処理ルーチンのステップ４５で実行される通常ノッキング処理のフローチャートであって、ステップ４５１で気筒内圧力変動ΔＰの平均値ΔＰm及び標準偏差σを算出する。

【００４０】

次にステップ４５２で第一の閾値ＴＨ１をΔＰm＋３σに、第二の閾値ＴＨ２をΔＰmに設定する。

【００４１】

ステップ４５３で最大気筒内圧力変動ΔＰmaxが第一の閾値ＴＨ１以上であるかを判定し、ステップ４５４で気筒内圧力変動ΔＰの中で第二の閾値ＴＨ２以上である個数ｎが、所定数、例えば“５”以上であるかを判定する。

【００４２】

ステップ４５３及び４５４でともに肯定判定されたときは、ステップ４５５でノッキング発生と判定する。

【００４３】

ステップ４５３及び４５４の少なくとも一方で否定されたときは、気筒内圧力変動ΔＰをノイズであると判定する。

【００４４】

図８はノッキング検出処理ルーチンのステップ４６で実行される通常ノッキング閾値再算出処理のフローチャートであって、ステップ４６１でノイズとみなされた気筒内圧力変動を使用して第一の閾値ＴＨ１及び第二の閾値ＴＨ２を再算出する。

【００４５】

そして、ノッキング検出処理において第一の閾値ＴＨ１及び第二の閾値ＴＨ２とその再算出値がほぼ一致したときは、処理は収斂したものとしてノッキング検出処理を終了する。

【００４６】

図３の適合試験ルーチンに戻って、ステップ３３でノッキングが発生しているかを判定し、肯定判定されたときはステップ３６でノッキング抑制処理を実行してステップ３１に戻る。

【００４７】

ステップ３３で否定判定されたときは、ステップ３４に進み内燃機関の運転状態を適合データとして収集する。

【００４８】

ステップ３５において全運転条件で試験を終了したかを判定し、試験を終了していないときはステップ３１に戻って試験条件を変更して適合試験を継続する。

【００４９】

なお、本発明においては一定時間ごとあるいは一定回転角度ごとに気筒内圧力を検出することが必要であるが、検出周期が短くするに応じて適合試験装置の負荷は増加するので、適合試験装置の能力に応じた最適な検出周期を決定することが必要である。

【００５０】

また、４サイクル内燃機関にあっては、クランク角度にして０°～７２０°の全域にわたって気筒内圧力を検出することが望ましいが、適合試験装置の負荷を低減するために、上死点を中心とする所定範囲、例えば±１８０°の気筒内圧力を検出してもよく、さらに負荷を低減するには最大気筒内圧力Ｐmax及び最大気筒内圧力変動ΔＰmaxを算出できる範囲、例えば上死点～９０°の範囲で気筒内圧力を検出してもよい。

【００５１】

なお、最大気筒内圧力Ｐmaxは検出された気筒内圧力の最大値と最小値の差として算出される。

【００５２】

さらに、大ノッキングが発生している状況では気筒内圧力変動は大きくなるので、最大気筒内圧力Ｐmaxを正確に算出するためには圧力センサの出力をローパスフィルタでフィリタリングした信号に基づいて最大気筒内圧力Ｐmaxを算出することが望ましい。

【００５３】

さらに、圧力センサの後段にピークホールド回路を挿入すれば、気筒内圧力の最大値及び最小値をハードウエア的に検出することができ、適合試験装置の負荷を低減することが可能となる。

【００５４】

さらに、運転条件によっては大ノッキングが発生する可能性がない場合もあるので、この場合には大ノッキング監視を省略してもよい。

【００５５】

上記実施形態においては、通常ノッキング判定、通常ノッキング閾値再計算及び適合データ収集の各処理を実行中は、大ノッキング発生を監視していない。

【００５６】

適合試験中に常時大ノッキング発生を監視する第二の実施形態にあっては、大ノッキング発生監視ルーチンを適合試験ルーチンから独立させることが必要である。

【００５７】

図９は第二の実施形態において適合試験ルーチンと並列に実行される大ノッキング発生監視ルーチンのフローチャートであって、ステップ９１で気筒内圧力を計測する。

【００５８】

そして、ステップ９２で気筒内圧力変動ΔＰを算出し、ステップ９３で大ノッキング判定を行うが、処理の内容は前述した通りである。

【００５９】

ステップ９４で大ノッキングが発生していると判定されたときは、ステップ９５でノッキング抑制処理を実行して、このルーチンを終了する。

【００６０】

逆に、ステップ９４で大ノッキングが発生していないと判定されたときは、直接このルーチンを終了する。

【００６１】

図１０は、第二の実施形態で適用される第二のノッキング検出処理の詳細フローチャートであって、ステップ４３及び４４が削除されている以外第一のノッキング検出処理と同一である。

【００６２】

本発明に係るノッキング検出装置によれば、従来のノッキング検出方法で使用されていた気筒内圧力センサを使用して、即ち新たなセンサを追加することなく大ノッキングを正確かつ迅速に検出することが可能となる。

【００６３】

従って適合作業を短時間で行うことができるだけでなく、適合対象の内燃機関を破損を回避することもできる。

【００６４】

なお、本発明は通常走行中に発生する大ノッキングの検出にも適用できることは明らかである。

【００６５】

【発明の効果】

本発明に係るノッキング検出装置によれば、従来のノッキング検出方法で使用されていた気筒内圧力センサで検出される１サイクルの気筒内圧力の高い周波数の変動の最大値と最大気筒内圧力に基づいて大ノッキングが発生しているか否かを正確かつ迅速に判定するこ

とができるので、大ノッキングが発生した場合でも直ちにノッキング抑制策を施すことができ、内燃機関を損傷することを防止できる。

【図面の簡単な説明】

【図１】従来の適合試験装置の機能線図である。

【図２】本発明に係るノッキング検出装置が適用される適合試験装置の機能線図である。

【図３】適合試験ルーチンのフローチャートである。

【図４】第一のノッキング検出処理の詳細フローチャートである。

【図５】気筒内圧力変動算出方法の説明図である。

【図６】大ノッキング処理のフローチャートである。

【図７】通常ノッキング処理のフローチャートである。

【図８】通常ノッキング閾値再算出堀のフローチャートである。

【図９】大ノッキング発生監視ルーチンのフローチャートである。

【図１０】第二のノッキング検出処理の詳細フローチャートである。

【符号の説明】

２０…内燃機関

２０１～２０４…気筒内圧力センサ

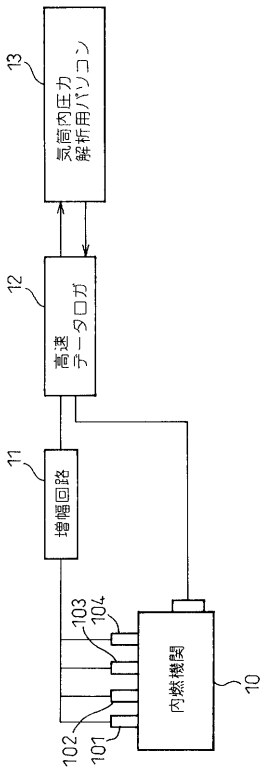
２１…ノッキング検出装置

２２…適合試験装置

２３…制御ＥＣＵ

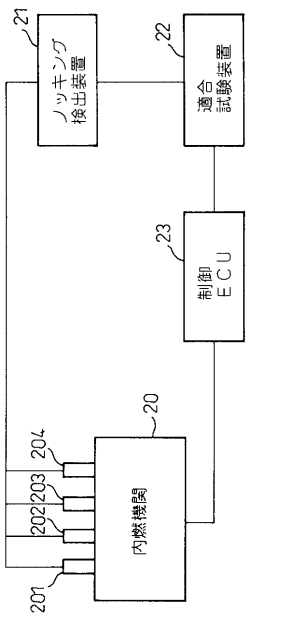
【図１】

図１ 従来の適合試験装置の機能線図



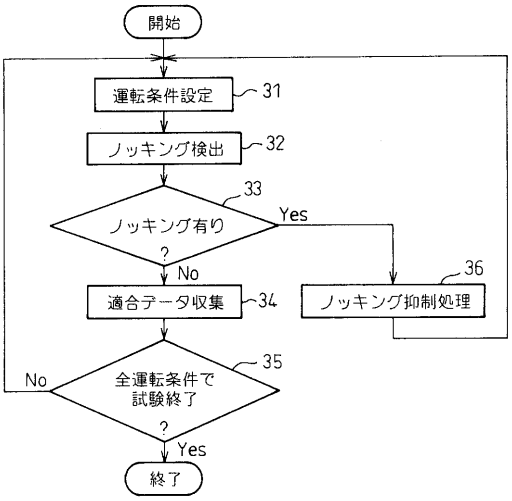
【図２】

図２ 本発明に係るノッキング検出装置が適用される適合試験装置の機能線図



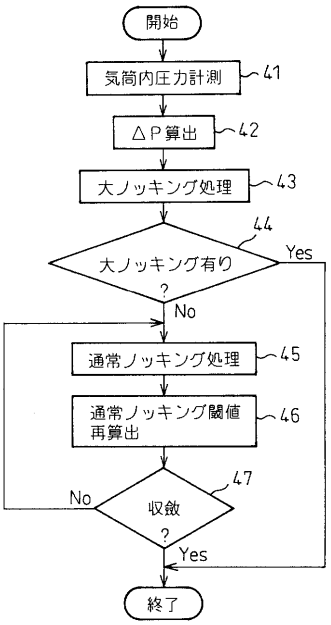
【図３】

図３　適合試験ルーチンのフローチャート



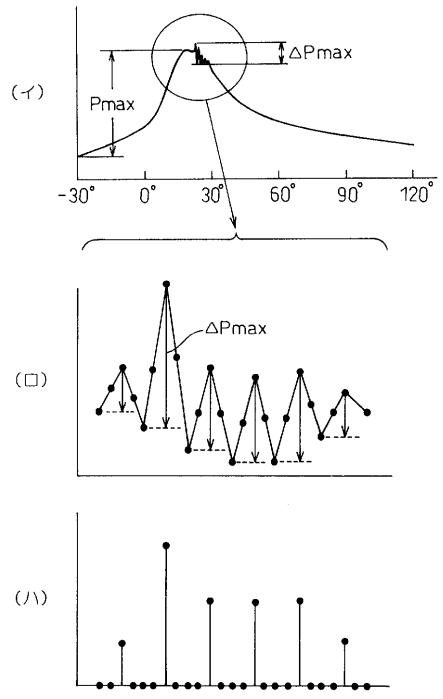
【図４】

図４
第一のノッキング検出処理の詳細フローチャート



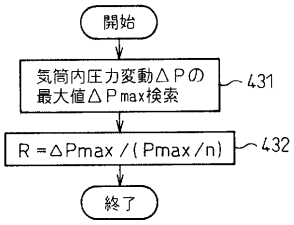
【図５】

図５　気筒内圧力変動算出方法の説明図



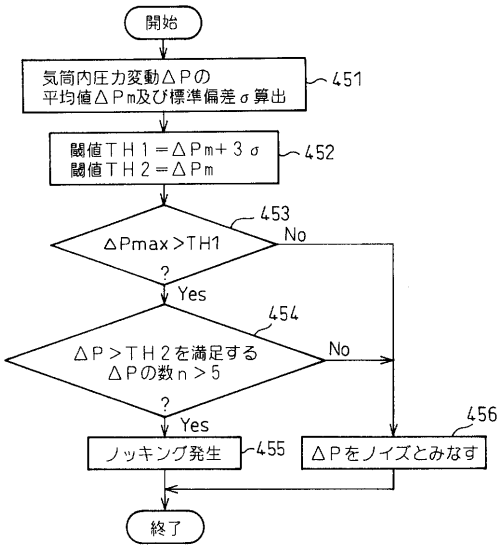
【図６】

図６　大ノッキング処理のフローチャート



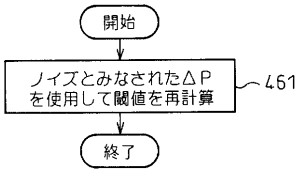
【図７】

図７　通常ノッキング処理のフローチャート



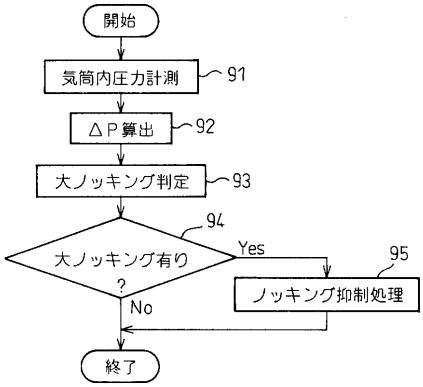
【図８】

図８　通常ノッキング閾値再算出処理のフローチャート



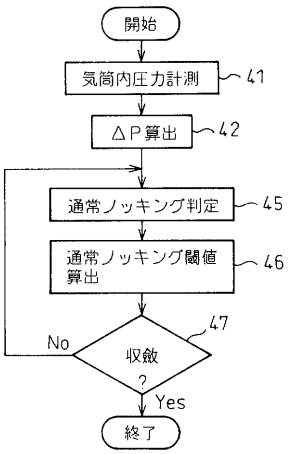
【図９】

図９　大ノッキング発生監視ルーチンのフローチャート



【図１０】

図10　第二のノッキング検出処理の詳細フローチャート



フロントページの続き

(72)発明者　福岡　亘二
兵庫県神戸市兵庫区御所通１丁目２番２８号　富士通テン株式会社内
(72)発明者　笠島　健司
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者　宮野尾　裕二
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者　吉見　政史
愛知県豊田市トヨタ町１番地　トヨタ自動車株式会社内

審査官　福田　裕司

(56)参考文献　特開昭６１－２１５４３７（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－０３２７４４（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－３３８２９５（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－１２６２４４（ＪＰ，Ａ）
国際公開第０２／０７９６２９（WO，Ａ１）
特開平０８－１３５４８２（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－２８０４０９（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－２４３４５７（ＪＰ，Ａ）
実開昭６３－０４８９４３（ＪＰ，Ｕ）
特開昭６２－１３１９７４（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－１１０６３８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
G01M　15/08
F02D　45/00
F02P　 5/152
F02P　 5/153