

(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  
2011年5月12日(12.05.2011)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2011/055431 A1

- (51) 国際特許分類:  
F02D 13/02 (2006.01) F02D 23/00 (2006.01)  
F02D 21/08 (2006.01) F02D 23/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/068841
- (22) 国際出願日: 2009年11月4日(04.11.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (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).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 勝俣 真知子(KATSUMATA, Machiko) [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).
- (74) 代理人: 高橋 英樹, 外(TAKAHASHI, Hideki et al.); 〒1600007 東京都新宿区荒木町20番地 インテック88ビル5階 特許業務法人 高田・高橋国際特許事務所 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, 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, IS, JP, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, 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, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, 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(条約第21条(3))

(54) Title: APPARATUS FOR CONTROLLING INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 内燃機関の制御装置

[図3]

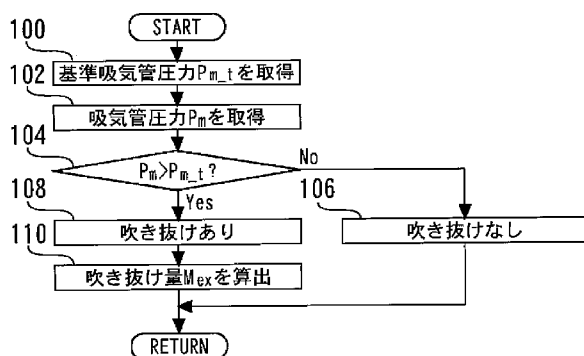


FIG. 3:  
 100 ACQUIRE REFERENCE INTAKE PIPE PRESSURE  $P_{m,t}$   
 102 ACQUIRE INTAKE PIPE PRESSURE  $P_m$   
 106 DETERMINE THAT THERE IS NOT AIR BLOWING THROUGH  
 108 DETERMINE THAT THERE IS AIR BLOWING THROUGH  
 110 CALCULATE AMOUNT  $M_{ex}$  OF AIR BLOWING THROUGH

(57) Abstract: Provided is an apparatus for controlling an internal combustion engine, the apparatus being provided with a supercharger and capable of determining with a high degree of accuracy whether or not there is fresh air blowing through to an exhaust passage in an internal combustion engine. The apparatus for controlling an internal combustion engine is provided with: a supercharger; an intake pipe pressure acquiring means which detects or estimates a value for the intake pipe pressure; an intake variable-valve-actuation device which variably sets the valve timing of an intake valve; an exhaust variable-valve-actuation device which variably sets the valve timing of an exhaust valve; a storage means in which information relating to the reference intake pipe pressure indicated by a value that depends on the valve timing of the intake valve and does not depend on the valve timing of the exhaust valve has been stored; a reference intake pipe pressure acquiring means which acquires a value for the reference intake pipe pressure, the value corresponding to the valve timing of the intake valve; and a blowing-through determining means which determines, on the basis of a result of comparison between the values for the intake pipe pressure and for the reference intake pipe pressure, whether or not there is fresh air blowing through to the exhaust side.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2011/055431 A1



---

本発明は、過給機を備えた内燃機関における排気通路への新気の吹き抜けの有無を精度良く判定することのできる内燃機関の制御装置を提供することを目的とする。本発明の内燃機関の制御装置は、過給機と、吸気管圧力を検出または推定する吸気管圧力取得手段と、吸気弁のバルブタイミングを可変とする吸気可変動弁装置と、排気弁のバルブタイミングを可変とする排気可変動弁装置と、吸気弁のバルブタイミングに依存する値であって排気弁のバルブタイミングには依存しない値である基準吸気管圧力に関する情報を記憶した記憶手段と、吸気弁のバルブタイミングに対応した基準吸気管圧力を取得する基準吸気管圧力取得手段と、上記吸気管圧力と上記基準吸気管圧力とを比較した結果に基づいて、排気側への新気の吹き抜けの有無を判定する吹き抜け判定手段と、を備える。

## 明 細 書

**発明の名称**： 内燃機関の制御装置

### 技術分野

[0001] 本発明は、内燃機関の制御装置に関する。

### 背景技術

[0002] 過給機付き内燃機関においては、吸気圧力が排気圧力より高くなる場合があるので、吸気弁と排気弁とが共に開いたバルブオーバーラップ状態のときに、燃烧室に流入した新気が排気弁を通過して排気側へ吹き抜けることがある。過給機付き内燃機関の燃費やエミッションなどを良好にするための適切なエンジン制御の内容は、新気の吹き抜けの有無に応じて異なる。従って、最適なエンジン制御を行うためには、新気の吹き抜けの有無を精度良く検知することが望まれる。

[0003] 日本特開2008-75549号公報には、吸気圧力、排気圧力、機関回転速度および吸気バルブの可変バルブ機構の制御状態に基づいて内部EGR掃気量を算出し、その内部EGR掃気量に基づいて吹き抜けの有無を判定し、吹き抜けがあると判定された場合には、バルブオーバーラップ期間を減じるように制御する装置が開示されている。

[0004] また、日本特開昭63-297746号公報には、排気側へ吹き抜ける吸気量を予め実験的に求めて、エンジン回転数およびエンジン負荷の関数としてマップの形でコントロールユニットに記憶しておくことにより、排気側へ吹き抜ける吸気量を算出する装置が開示されている。この装置では、排気側への吸気の吹き抜けが生ずる場合には、エアフローメータで検出された吸入空気量から、排気側へ吹き抜ける吸気量を差し引いた値に基づいて、燃料噴射量を演算するようにしている。

### 先行技術文献

### 特許文献

[0005] 特許文献1：日本特開2008-75549号公報

特許文献2：日本特開2004-36406号公報

特許文献3：日本特開昭63-297746号公報

特許文献4：日本特開2005-320937号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、実際には、上記日本特開2008-75549号公報に開示された方法では、吸気管長や排気管容積（脈動）を考慮したとしても、吹き抜け量の算出精度が良くない。これは、吸排気バルブの流量係数の適合が困難なことなどが原因であると考えられる。更に、吸気圧力や排気圧力をセンサで検出する場合には、センサのコストが増大するという問題も加わる。また、精度面、コスト面以外に、計算負荷が増加するという問題もある。

[0007] 吹き抜け量はバルブタイミングによって異なる。上記日本特開昭63-297746号公報に開示された技術では、バルブタイミングがエンジン回転数およびエンジン負荷の関数であることを前提とすることにより、吹き抜け量も結局はエンジン回転数およびエンジン負荷の関数になると想定して、吹き抜け量をエンジン回転数およびエンジン負荷に対するマップとして記憶するようにしている。しかしながら、実際のエンジン制御において、バルブタイミングは、必ずしもエンジン回転数およびエンジン負荷の関数になるとは限らない。すなわち、過渡運転状態や、他の制御からの要求があった場合などには、予め設定されたバルブタイミングとは異なるバルブタイミングでエンジンが作動する場合がある。このため、上記従来技術では、吹き抜けの有無を精度良く判定することはできない。また、対象とするエンジンで実現し得るすべてのバルブタイミングにおいて、吹き抜け量をエンジン回転数およびエンジン負荷の関数として表すマップを持つことは、開発段階での適合工数が多くなり過ぎる。特に、吸気弁だけでなく排気弁のバルブタイミングをも変えることのできるエンジンでは、適合工数が過大となる。

[0008] 本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、過給機を備えた内燃機関における排気通路への新気の吹き抜けの有無を精度良く判定

することのできる内燃機関の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

[0009] 第1の発明は、上記の目的を達成するため、内燃機関の制御装置であって

、

吸気通路内の空気を圧縮するコンプレッサを有する過給機と、

吸気管圧力を検出または推定する吸気管圧力取得手段と、

吸気弁のバルブタイミングを可変とする吸気可変動弁装置と、

排気弁のバルブタイミングを可変とする排気可変動弁装置と、

前記吸気弁のバルブタイミングに依存する値であって前記排気弁のバルブタイミングには依存しない値である基準吸気管圧力に関する情報を記憶した記憶手段と、

前記記憶手段に記憶された情報に基づいて、前記吸気弁のバルブタイミングに対応した基準吸気管圧力を取得する基準吸気管圧力取得手段と、

前記吸気管圧力取得手段により検出または推定された吸気管圧力と、前記基準吸気管圧力取得手段により取得された基準吸気管圧力とを比較した結果に基づいて、排気側への新気の吹き抜けの有無を判定する吹き抜け判定手段と、

を備えることを特徴とする。

[0010] また、第2の発明は、第1の発明において、

前記吹き抜け判定手段により吹き抜けがあると判定された場合に、前記吸気管圧力取得手段により検出または推定された吸気管圧力に基づいて、排気側へ吹き抜ける新気の量を算出する吹き抜け量算出手段を備えることを特徴とする。

[0011] また、第3の発明は、第1または第2の発明において、

前記基準吸気管圧力は、前記吸気弁のバルブタイミングを一定として前記排気弁のバルブタイミングを遅角したときに前記吸気弁から流入する新気の量が減少する領域と、前記吸気弁のバルブタイミングを一定として前記排気弁のバルブタイミングを遅角したときに前記吸気弁から流入する新気の量が

増加する領域との境界の値であることを特徴とする。

[0012] また、第4の発明は、第1乃至第3の発明の何れかにおいて、  
燃料噴射装置と、

前記吹き抜け判定手段により吹き抜けがあると判定された場合に、前記吸気管圧力取得手段により検出または推定された吸気管圧力に基づいて、気筒内に充填される新気の量を算出する筒内新気量算出手段と、

前記筒内新気量算出手段により算出された筒内新気量と、目標空燃比とに基づいて、燃料噴射量を算出する第1の燃料噴射量算出手段と、

前記吹き抜け判定手段により吹き抜けがあると判定された場合に、前記第1の燃料噴射量算出手段により算出された量の燃料を、前記排気弁が閉じた後に前記燃料噴射装置に噴射させる噴射制御手段と、

を備えることを特徴とする。

[0013] また、第5の発明は、第4の発明において、

前記燃料噴射装置は、気筒内に直接に燃料を噴射する筒内燃料噴射装置を含み、

前記噴射制御手段は、前記吹き抜け判定手段により吹き抜けがあると判定された場合には、前記第1の燃料噴射量算出手段により算出された量の燃料を前記筒内燃料噴射装置に噴射させることを特徴とする。

[0014] また、第6の発明は、第4または第5の発明において、

前記吸気弁から流入する新気の量を算出する新気流入量算出手段と、

前記新気流入量算出手段により算出された新気流入量と、目標空燃比とに基づいて、燃料噴射量を算出する第2の燃料噴射量算出手段と、

を備え、

前記噴射制御手段は、前記吹き抜け判定手段により吹き抜けがないと判定された場合には、前記第2の燃料噴射量算出手段により算出された量の燃料を前記燃料噴射装置に噴射させることを特徴とする。

[0015] また、第7の発明は、第6の発明において、

排気ガスの空燃比を一時的にリッチにするリッチスパイク制御を必要時に

実行するリッチスパイク制御手段を備え、

前記噴射制御手段は、前記リッチスパイク制御手段によりリッチスパイク制御が実行される場合には、前記吹き抜け判定手段の判定結果にかかわらず、前記第2の燃料噴射量算出手段により算出された量の燃料を前記燃料噴射装置に噴射させることを特徴とする。

[0016] また、第8の発明は、第1乃至第7の発明の何れかにおいて、

前記過給機は、排気ガスの流れによって作動するタービンで前記コンプレッサを駆動するものであり、

過渡運転状態における吸気流量の変化に対する前記過給機の回転数の変化の遅れに関する時定数と、定常運転状態における吸気流量と過給圧との関係を表すマップとを含むコンプレッサモデルに基づいて、前記コンプレッサを通過する新気の流量を推定するコンプレッサ流量推定手段を備え、

前記コンプレッサ流量推定手段は、排気エネルギーの大きさに影響を及ぼすパラメータに基づいて、前記時定数と、前記マップとの少なくとも一方を補正するコンプレッサモデル補正手段を含むことを特徴とする。

[0017] また、第9の発明は、第8の発明において、

前記吹き抜け判定手段により吹き抜けがあると判定された場合に、前記吸気管圧力取得手段により検出または推定された吸気管圧力に基づいて、排気側へ吹き抜ける新気の量を算出する吹き抜け量算出手段を備え、

前記コンプレッサモデル補正手段は、前記吹き抜け量算出手段により算出された吹き抜け量を前記パラメータとして、前記時定数および前記マップを補正する手段を含むことを特徴とする。

[0018] また、第10の発明は、第8の発明において、

排気ガス再循環を可能とする排気ガス再循環手段と、  
排気ガス再循環量を取得する排気ガス再循環量取得手段と、  
を備え、

前記コンプレッサモデル補正手段は、前記排気ガス再循環量取得手段により取得された排気ガス再循環量を前記パラメータとして、前記時定数および

前記マップを補正する手段を含むことを特徴とする。

[0019] また、第11の発明は、第8の発明において、

前記コンプレッサモデル補正手段は、前記排気弁のバルブタイミングを前記パラメータとして、前記時定数および前記マップを補正する手段を含むことを特徴とする。

[0020] また、第12の発明は、第8の発明において、

実際の点火時期が通常点火時期に対して遅角されている場合に、その点火時期遅角量を取得する点火時期遅角量取得手段を備え、

前記コンプレッサモデル補正手段は、前記点火時期遅角量を前記パラメータとして、前記時定数を補正する手段を含むことを特徴とする。

### 発明の効果

[0021] 第1の発明によれば、吸気管圧力を検出または推定し、その吸気管圧力と、基準吸気管圧力とを比較した結果に基づいて、排気側への新気の吹き抜けの有無を精度良く判定することができる。基準吸気管圧力は、吸気弁のバルブタイミングに依存するが、排気弁のバルブタイミングには依存しない値である。このため、排気可変動弁装置を備えた内燃機関においても、基準吸気管圧力を実験して予め調べることは容易であるので、開発段階での適合工数を少なくすることができる。

[0022] 第2の発明によれば、排気側へ吹き抜ける新気の量を算出することができるので、排気側への新気の吹き抜けが生じた場合に、燃料噴射量などを補正する制御をより適切に実行することができる。

[0023] 第3の発明によれば、基準吸気管圧力を、吸気弁のバルブタイミングを一定として排気弁のバルブタイミングを遅角したときに吸気弁から流入する新気の量が減少する領域と、吸気弁のバルブタイミングを一定として排気弁のバルブタイミングを遅角したときに吸気弁から流入する新気の量が増加する領域との境界の値とすることにより、排気側への新気の吹き抜けの有無を精度良く判定することができる。

[0024] 第4の発明によれば、排気側に吹き抜ける新気の中に未燃燃料が含まれな

いようにすることができる。すなわち、燃焼せずに無駄に排気側に流れる燃料を確実に無くすことができるので、燃費を改善することができる。また、排気側に新気が吹き抜ける場合であっても、気筒内の空燃比を目標空燃比に正確に一致させることができる。

[0025] 第5の発明によれば、排気側への新気の吹き抜けがあると判定された場合には、燃料を筒内噴射することができる。これにより、排気側に吹き抜ける新気の中に未燃燃料が含まれることをより確実に防止することができる。

[0026] 第6の発明によれば、排気側への新気の吹き抜けがないと判定された場合には、吸気弁から流入する新気量と、目標空燃比とに基づいて、燃料噴射量を算出する。これにより、気筒内の空燃比を目標空燃比に一致させることができる。

[0027] 第7の発明によれば、リッチスパイク制御が実行される場合には、吹き抜けの有無にかかわらず、吸気弁から流入する新気量と目標空燃比とに基づいて算出された量の燃料を噴射することができる。これにより、リッチスパイクの実行中は、吹き抜けの有無にかかわらず、排気ガスの空燃比を目標とするリッチ空燃比に正確に一致させることができるので、優れた排気浄化率が得られる。

[0028] 第8の発明によれば、コンプレッサモデルによるコンプレッサ流量の推定精度を向上することができる。

[0029] 第9の発明によれば、排気側への新気の吹き抜けの影響をコンプレッサモデルに適切に反映させることができるので、コンプレッサ流量の推定精度を向上することができる。

[0030] 第10の発明によれば、排気ガス再循環の影響をコンプレッサモデルに適切に反映させることができるので、コンプレッサ流量の推定精度を向上することができる。

[0031] 第11の発明によれば、排気弁のバルブタイミングの影響をコンプレッサモデルに適切に反映させることができるので、コンプレッサ流量の推定精度を向上することができる。

[0032] 第12の発明によれば、点火時期遅角制御の影響をコンプレッサモデルに適切に反映させることができるので、コンプレッサ流量の推定精度を向上することができる。

### 図面の簡単な説明

- [0033] [図1]本発明の実施の形態1のシステム構成を説明するための図である。
- [図2]吸気バルブタイミング  $I_n V T$  を固定して排気バルブタイミング  $E_x V T$  を異ならせた場合の  $P_m - M_c$  関係を表すグラフである。
- [図3]本発明の実施の形態1において実行されるルーチンのフローチャートである。
- [図4]本発明の実施の形態2において実行されるルーチンのフローチャートである。
- [図5]本発明の実施の形態3において実行されるルーチンのフローチャートである。
- [図6]本発明の実施の形態4で用いられるコンプレッサモデルを示すブロック線図である。
- [図7]図6に示すコンプレッサモデルによるコンプレッサ流量  $M_{c p}$  の算出方法を表す図である。
- [図8]本発明の実施の形態4において実行されるルーチンのフローチャートである。
- [図9]本発明の実施の形態5において実行されるルーチンのフローチャートである。
- [図10]本発明の実施の形態6において実行されるルーチンのフローチャートである。
- [図11]本発明の実施の形態7において実行されるルーチンのフローチャートである。

### 発明を実施するための最良の形態

[0034] 以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。なお、各図において共通する要素には、同一の符号を付して、重複する説明を省略する

。

[0035] 実施の形態 1.

図 1 は、本発明の実施の形態 1 のシステム構成を説明するための図である。図 1 に示すように、本発明の実施の形態 1 のシステムは、内燃機関 10 を備えている。本実施形態の内燃機関 10 は、火花点火式で、且つリーンバーン運転が可能なものとする。内燃機関 10 の気筒数および気筒配置は特に限定されない。図 1 には、一つの気筒のみが代表して描かれている。

[0036] 内燃機関 10 の各気筒には、ピストン 12 と、吸気弁 14 と、排気弁 16 と、点火プラグ 18 と、気筒内（燃焼室内）に直接に燃料を噴射する筒内インジェクタ 20 とが設けられている。吸気弁 14 は、吸気管 38 を介して、吸気通路 22（サージタンク 36）に連通している。排気弁 16 は、排気管 40 を介して、排気通路 24 に連通している。

[0037] また、本実施形態の内燃機関 10 には、ターボ過給機 26 と、吸気可変動弁装置 44 と、排気可変動弁装置 46 とが備えられている。

[0038] ターボ過給機 26 は、コンプレッサ 26a とタービン 26b とを有している。タービン 26b は、排気通路 24 の途中に配置されており、排気通路 24 を流れる排気ガスのエネルギーによって回転する。コンプレッサ 26a は、吸気通路 22 の途中に配置されており、タービン 26b に駆動されて回転することにより、吸気通路 22 内の空気を圧縮する。以下、ターボ過給機 26 の回転数を「ターボ回転数」と称する。

[0039] コンプレッサ 26a より上流側の吸気通路 22 には、エアクリーナ 28 と、吸入空気量を検出するエアフローメータ 30 とが設置されている。コンプレッサ 26a より下流側の吸気通路 22 には、インタークーラ 32 と、スロットル弁 34 と、サージタンク 36 とが設けられている。

[0040] タービン 26b より下流側の排気通路 24 には、NO<sub>x</sub> 吸蔵還元型三元触媒 42 が設置されている。NO<sub>x</sub> 吸蔵還元型三元触媒 42 は、流入する排気ガスの空燃比がリーンであるときには NO<sub>x</sub> を吸蔵し、流入する排気ガスの空燃比がリッチであるときには吸蔵した NO<sub>x</sub> を N<sub>2</sub> に還元浄化して放出する

ことができる。

[0041] 吸気可変動弁装置 44 は、吸気弁 14 のバルブタイミング（以下、「吸気バルブタイミング」と称する） $I n V T$  を変化させることのできる装置である。吸気可変動弁装置 44 としては、例えば、内燃機関 10 のクランクシャフト（図示せず）の回転位相に対する、吸気弁 14 を駆動するカムシャフトの回転位相をアクチュエータによって相対的に変化させる機構を用いることができる。吸気弁 14 を駆動するカムシャフトの回転角は、カムポジションセンサ 48 によって検出される。このカムポジションセンサ 48 の信号に基づいて、実際の（現在の）吸気バルブタイミング  $I n V T$  を検出することができる。

[0042] 排気可変動弁装置 46 は、排気弁 16 のバルブタイミング（以下、「排気バルブタイミング」と称する） $E x V T$  を変化させることのできる装置である。排気可変動弁装置 46 としては、例えば、内燃機関 10 のクランクシャフト（図示せず）の回転位相に対する、排気弁 16 を駆動するカムシャフトの回転位相をアクチュエータによって相対的に変化させる機構を用いることができる。排気弁 16 を駆動するカムシャフトの回転角は、カムポジションセンサ 50 によって検出される。このカムポジションセンサ 50 の信号に基づいて、実際の（現在の）排気バルブタイミング  $E x V T$  を検出することができる。

[0043] なお、本発明では、吸気可変動弁装置 44 あるいは排気可変動弁装置 46 の構成は上記の構成に限定されるものではない。すなわち、吸気可変動弁装置 44 あるいは排気可変動弁装置 46 は、例えば、吸気弁 14 あるいは排気弁 16 の作用角を変化させることのできる機構や、吸気弁 14 あるいは排気弁 16 を任意の時期に電磁的に開閉することのできる機構など、いかなる機構であってもよい。

[0044] 以下、吸気バルブタイミング  $I n V T$  あるいは排気バルブタイミング  $E x V T$  を早くすることを「進角」と称し、遅くすることを「遅角」と称する。

[0045] 本実施形態のシステムは、更に、ECU (Electronic Control Unit) 60

を備えている。ECU60には、上述した各種のセンサおよびアクチュエータのほか、内燃機関10のクランクシャフトの回転角を検出するクランク角センサ62と、吸気管38内の圧力（以下、「吸気管圧力」と称する） $P_m$ を検出する吸気管圧力センサ64とが電氣的に接続されている。

[0046] 吸気弁14を通して燃焼室へ流入する新気量（以下、「吸気弁通過新気量」と称する） $M_c$ は、吸気管圧力 $P_m$ に応じて定まる。この関係を以下「 $P_m$ - $M_c$ 関係」と称する。図2は、吸気バルブタイミング $I_n V T$ を固定して排気バルブタイミング $E_x V T$ を異ならせた場合の $P_m$ - $M_c$ 関係を表すグラフである。図2において、実線で示すグラフは、排気バルブタイミング $E_x V T$ の遅角量がゼロの状態、すなわち排気バルブタイミング $E_x V T$ を最も進角させた状態における $P_m$ - $M_c$ 関係のグラフである。この状態から、排気バルブタイミング $E_x V T$ を遅角するにつれて、 $P_m$ - $M_c$ 関係のグラフは、細い破線で示すグラフへ、更には太い破線で示すグラフへと移行する。すなわち、図2には、吸気バルブタイミング $I_n V T$ が同じで排気バルブタイミング $E_x V T$ が異なる三本の $P_m$ - $M_c$ 関係のグラフが示されており、これら三本のグラフは一点（ $P_{m\_t}$ ,  $M_{c\_t}$ ）で交わっている。このように、本発明者が実験によって得た知見によれば、過給エンジンにおける $P_m$ - $M_c$ 関係のグラフは、吸気バルブタイミング $I_n V T$ が同じであれば、排気バルブタイミング $E_x V T$ の値に関係なく、ある一点（ $P_{m\_t}$ ,  $M_{c\_t}$ ）を通過することが判明した。この点の圧力 $P_{m\_t}$ を以下「基準吸気管圧力」と称する。

[0047] 吸気バルブタイミング $I_n V T$ が一定である場合には、排気バルブタイミング $E_x V T$ を遅角するほど、排気弁16と吸気弁14とが共に開いている期間、すなわちバルブオーバーラップ期間が長くなる。排気圧力が吸気管圧力 $P_m$ に比して大きい場合には、バルブオーバーラップのときに排気ポート内の排気ガスが排気弁16を逆流することにより、内部EGR（Exhaust Gas Recirculation）が生ずる。内部EGRが生じている場合には、バルブオーバーラップ期間が長いほど、内部EGR量（内部EGRによって気筒内に残

留する排気ガスの量)が増える。内部EGR量が増えると、その分だけ吸気弁通過新気量 $M_c$ が減少する。

[0048] 内部EGRが生じている場合、内部EGR量を $M_e$ とすると、気筒内に充填されるガスの量は、吸気弁通過新気量 $M_c$ と内部EGR量 $M_e$ との和になる。吸気弁14が閉じた時点における気筒内圧力 $P_c$ が吸気管圧力 $P_m$ に等しいことを考えると、吸気弁14が閉じた時点での気筒内の気体の状態方程式は、次式で表すことができる。

$$P_m \cdot V_c = (M_c + M_e) R_c \cdot T_c \quad \dots (1)$$

[0049] ただし、 $V_c$ は、吸気弁14が閉じた時点での気筒内容積であり、吸気バルブタイミング $I_n V T$ に基づいて算出することができる。 $R_c$ は気体定数であり、 $T_c$ は吸気温度である。上記(1)式を変形すると、次式が得られる。

$$M_c = \{V_c / (R_c \cdot T_c)\} P_m - M_e \quad \dots (2)$$

[0050] 図2に示すように、吸気管圧力 $P_m$ が基準吸気管圧力 $P_{m\_t}$ より低い領域では、排気バルブタイミング $E_x V T$ を遅角するほど吸気弁通過新気量 $M_c$ が減る傾向がある。この原因は、排気バルブタイミング $E_x V T$ を遅角するほど、バルブオーバーラップ期間が長くなり、内部EGR量が増加するためであると考えられる。

[0051] これに対し、吸気管圧力 $P_m$ が基準吸気管圧力 $P_{m\_t}$ より高い領域では、上記の傾向とは逆に、排気バルブタイミング $E_x V T$ を遅角するほど吸気弁通過新気量 $M_c$ が増える傾向がある。このように、排気バルブタイミング $E_x V T$ の変化に対して吸気弁通過新気量 $M_c$ の変化する方向が、基準吸気管圧力 $P_{m\_t}$ を境にして逆になるのは、過給による新気の吹き抜けの影響であると考えられる。

[0052] 過給によって吸気管圧力 $P_m$ が高くなった状態では、バルブオーバーラップのときに、吸気弁14から燃焼室に流入した新気の一部が、排気弁16を通過して排気側(排気管40側)へ抜け出てしまう場合がある。このことを「吹き抜け」という。新気の吹き抜けが生じている場合には、バルブオーバー

ラップ期間が長いほど、排気側に吹き抜ける新気量（以下、「吹き抜け量」と称する） $M_{ex}$ が多くなる。このことに鑑みれば、吸気管圧力 $P_m$ が基準吸気管圧力 $P_{m\_t}$ より高い領域において、排気バルブタイミング $E_x V T$ を遅角するほど吸気弁通過新気量 $M_c$ が増える原因は、バルブオーバーラップ期間が長くなることによって吹き抜け量 $M_{ex}$ が増加するためであると考えることができる。

[0053] 以上のことから、基準吸気管圧力 $P_{m\_t}$ を境として、それより吸気管圧力 $P_m$ が高い領域（つまり $P_m > P_{m\_t}$ が成り立つ領域）が、新気の吹き抜けが生ずる領域であると結論することができる。従って、吸気管圧力 $P_m$ を基準吸気管圧力 $P_{m\_t}$ と比較することにより、新気の吹き抜けの有無を精度良く判定することができる。

[0054] 吸気バルブタイミング $I_n V T$ が変化すれば、基準吸気管圧力 $P_{m\_t}$ も変化する。しかしながら、前述した通り、吸気バルブタイミング $I_n V T$ が同じであれば、排気バルブタイミング $E_x V T$ が変化しても、基準吸気管圧力 $P_{m\_t}$ は一定である。このため、予め実験を行って基準吸気管圧力 $P_{m\_t}$ を調べ、マップ化してECU60に記憶させておくことは容易である。

[0055] 新気の吹き抜けが生じる場合には、バルブオーバーラップのときに排気ガスが排気弁16を逆流することはないので、内部EGR量 $M_e$ はゼロになると言える。従って、新気の吹き抜けが生じる場合には、気筒内に充填されるガスは、100%新気であると考えることができる。また、新気の吹き抜けが生じる場合も、吸気弁14が閉じた時点における気筒内圧力 $P_c$ は吸気管圧力 $P_m$ に等しい。従って、新気の吹き抜けが生じる場合において、気筒内に充填される新気量（以下、「筒内新気量」と称する）を $M_{cylinder}$ とすると、吸気弁14が閉じた時点での気筒内の気体の状態方程式は、次式で表すことができる。

$$P_m \cdot V_c = M_{cylinder} \cdot R_c \cdot T_c \quad \dots (3)$$

[0056] 従って、新気の吹き抜けが生じる場合の筒内新気量 $M_{cylinder}$ は、上記(3)式を変形した次式によって算出することができる。

$$M_{cylinder} = \{ V_c / (R_c \cdot T_c) \} P_m \dots (4)$$

[0057] 上記(4)式から分かるように、新気の吹き抜けが生じる領域、つまり  $P_m > P_{m\_t}$  が成立する領域では、吸気管圧力  $P_m$  が同じならば、排気バルブタイミング  $E_x V T$  にかかわらず、筒内新気量  $M_{cylinder}$  は一定になる。

[0058] 新気の吹き抜けが生じる場合の吸気弁通過新気量  $M_c$  は、筒内新気量  $M_{cylinder}$  と吹き抜け量  $M_{ex}$  との和であると考えることができる。すなわち、吹き抜け量  $M_{ex}$  は、吸気弁通過新気量  $M_c$  から筒内新気量  $M_{cylinder}$  を差し引いた値であると考えることができる。従って、吹き抜け量  $M_{ex}$  は、次式によって算出することができる。

$$M_{ex} = M_c - M_{cylinder} \dots (5)$$

[0059] 本実施形態では、上述した原理に基づいて、内燃機関 10 における新気の吹き抜けの有無を判定する。図 3 は、その判定を行うために ECU 60 が実行するルーチンのフローチャートである。図 3 に示すルーチンによれば、まず、現在の吸気バルブタイミング  $I_n V T$  に対応した基準吸気管圧力  $P_{m\_t}$  が取得される(ステップ 100)。前述したように、基準吸気管圧力  $P_{m\_t}$  は、吸気バルブタイミング  $I_n V T$  に応じて変化するが、排気バルブタイミング  $E_x V T$  には依存しない。ECU 60 には、実験によって予め調べられた吸気バルブタイミング  $I_n V T$  と基準吸気管圧力  $P_{m\_t}$  との関係を表すマップが記憶されている。ステップ 100 では、そのマップと、カムポジションセンサ 48 によって検出される現在の吸気バルブタイミング  $I_n V T$  とに基づいて、基準吸気管圧力  $P_{m\_t}$  が算出される。

[0060] なお、機関回転速度に応じて基準吸気管圧力  $P_{m\_t}$  を補正することが必要である場合には、機関回転速度との関係を含めた形で基準吸気管圧力  $P_{m\_t}$  のマップを作成しておき、クランク角センサ 62 によって検出される現在の機関回転速度も加味して、基準吸気管圧力  $P_{m\_t}$  を算出すればよい。

[0061] 上記ステップ 100 の処理に続いて、現在の吸気管圧力  $P_m$  が取得される(ステップ 102)。本実施形態では、吸気管圧力センサ 64 により、現在の吸気管圧力  $P_m$  を検出することができる。しかしながら、本発明では、吸

気系の物理モデルなどを用いた公知の推定手法によって現在の吸気管圧力  $P_m$  を取得するようにしてもよい。吸気系の物理モデルの一例については、後述する実施の形態 4 で説明する。

[0062] 続いて、上記ステップ 100 で取得された基準吸気管圧力  $P_{m\_t}$  と、上記ステップ 102 で取得された吸気管圧力  $P_m$  とが比較される（ステップ 104）。その比較の結果、吸気管圧力  $P_m$  が基準吸気管圧力  $P_{m\_t}$  以下であった場合には、新気の吹き抜けは生じていないと判定される（ステップ 106）。これに対し、吸気管圧力  $P_m$  が基準吸気管圧力  $P_{m\_t}$  より高い場合には、新気の吹き抜けが生じていると判定される（ステップ 108）。

[0063] 新気の吹き抜けが生じていると判定された場合には、吹き抜け量  $M_{ex}$  が算出される（ステップ 110）。このステップ 110 では、まず、筒内新気量  $M_{cylinder}$  が算出される。筒内新気量  $M_{cylinder}$  は、吸気管圧力  $P_m$  と、吸気バルブタイミング  $I_n V T$  に応じて定まる吸気弁閉弁時の筒内容積  $V_c$  と、吸気温度  $T_c$  とに基づき、上記（4）式に従って算出することができる。吸気温度  $T_c$  は、図示しない吸気温センサで検出した値、または公知の推定手法によって推定した値を用いればよい。続いて、吸気弁通過新気量  $M_c$  が次のようにして算出される。ECU 60 には、図 2 に示すようなマップを異なる吸気バルブタイミング  $I_n V T$  毎に集めた  $P_m - M_c$  関係マップが予め記憶されている。その  $P_m - M_c$  関係マップを用いれば、現在の吸気バルブタイミング  $I_n V T$  および排気バルブタイミング  $E_x V T$  に対応した  $P_m - M_c$  関係を求めることができる。そして、その求められた  $P_m - M_c$  関係に現在の吸気管圧力  $P_m$  を代入することにより、吸気弁通過新気量  $M_c$  を算出することができる。ステップ 110 では、以上のようにして算出された筒内新気量  $M_{cylinder}$  および吸気弁通過新気量  $M_c$  に基づき、上記（5）式に従って、吹き抜け量  $M_{ex}$  を算出することができる。

[0064] 以上説明したように、本実施形態によれば、新気の吹き抜けの有無を簡単な構成で精度良く判定することができ、また、吹き抜け量  $M_{ex}$  を正確に算出することができる。このため、その判定結果や、吹き抜け量  $M_{ex}$  の算出

値に応じて、内燃機関 10 に対する制御の内容を補正するようにすれば、燃費、エミッションなどの諸特性を改善することが可能となる。

[0065] 上述した実施の形態 1 においては、吸気管圧力センサ 64 が前記第 1 の発明における「吸気管圧力取得手段」に、ECU 60 が前記第 1 の発明における「記憶手段」に、それぞれ相当している。また、ECU 60 が、上記ステップ 100 の処理を実行することにより前記第 1 の発明における「基準吸気管圧力取得手段」が、上記ステップ 104, 106 および 108 の処理を実行することにより前記第 1 の発明における「吹き抜け判定手段」が、上記ステップ 110 の処理を実行することにより前記第 2 の発明における「吹き抜け量算出手段」が、それぞれ実現されている。

[0066] 実施の形態 2.

次に、図 4 を参照して、本発明の実施の形態 2 について説明するが、上述した実施の形態 1 との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を簡略化または省略する。

[0067] 排気側に吹き抜けた新気の中に燃料が含まれていた場合、その燃料は機関出力には寄与しないので、無駄になってしまう。このため、吹き抜けが発生する場合には、吹き抜ける新気の中に燃料が含まれないようにすることが望ましい。そこで、本実施形態では、吹き抜けが発生すると判定された場合には、噴射すべき燃料の全量を、排気弁 16 が閉じた後に筒内インジェクタ 20 によって筒内に直接に噴射することにした。

[0068] 図 4 は、上記の機能を実現するために本実施形態において ECU 60 が実行するルーチンのフローチャートである。図 4 に示すルーチンによれば、まず、新気の吹き抜けの有無が判定される（ステップ 120）。このステップ 120 では、前述した図 3 のステップ 100 ~ 108 と同様の処理を行うことにより、新気の吹き抜けの有無を判定することができる。

[0069] 上記ステップ 120 で吹き抜けがないと判定された場合には、通常の燃料噴射制御が次のようにして実行される。まず、吸気弁通過新気量  $M_c$  を目標空燃比で除算することにより、燃料噴射量が算出される（ステップ 122）

。なお、吸気弁通過新気量 $M_c$ は、図3のステップ110の説明で述べた方法によって算出される。続いて、上記ステップ122で算出された量の燃料が、通常の手順で噴射される（ステップ124）。このステップ124における噴射タイミングは、予め設定された通常の噴射タイミングである。また、筒内インジェクタ20のほかに、吸気ポート内に燃料を噴射するポートインジェクタ（図示せず）を備えた内燃機関の場合には、ステップ122で算出された量の燃料を筒内インジェクタ20とポートインジェクタとで分担して噴射してもよいし、あるいは全量をポートインジェクタから噴射してもよい。

[0070] 吹き抜けがない場合には、気筒内に充填される新気の量は、吸気弁通過新気量 $M_c$ に等しい。よって、上記ステップ122の手法によって燃料噴射量を算出することにより、気筒内の空燃比を目標空燃比に一致させることができる。

[0071] 一方、上記ステップ120で、吹き抜けがあると判定された場合には、次のような燃料噴射制御が実行される。まず、筒内新気量 $M_{cylinder}$ を目標空燃比で除算することにより燃料噴射量が算出される（ステップ126）。なお、筒内新気量 $M_{cylinder}$ は、図3のステップ110の説明で述べた方法によって算出される。続いて、上記ステップ126で算出された量の燃料が、排気弁16が閉じた後の吸気行程、あるいは圧縮行程において、筒内インジェクタ20から噴射される（ステップ128）。

[0072] 新気の吹き抜けは、排気弁16が閉じた時点で完全に止まる。従って、新気の吹き抜けが生ずると判定された場合には、排気弁16が閉じた後に筒内インジェクタ20から燃料を噴射するようにすれば、排気側に吹き抜ける新気には燃料が全く含まれないことになる。このため、排気側に燃料が吹き抜けて無駄になることを確実に防止することができ、燃費を改善することができる。

[0073] 新気の吹き抜けが生ずる場合、吸気弁通過新気量 $M_c$ には、筒内新気量 $M_{cylinder}$ に加えて、吹き抜け量 $M_{ex}$ が含まれている。このため、吸気弁通過新気

量 $M_c$ と目標空燃比とから燃料噴射量を計算すると、筒内の空燃比が目標空燃比に対しリッチ側にずれてしまう。これに対し、本実施形態では、新気の吹き抜けが生ずる場合には、筒内新気量 $M_{cylinder}$ と目標空燃比とから燃料噴射量を計算することにより、気筒内の空燃比を目標空燃比に一致させることができる。

[0074] なお、上述した実施の形態2では、新気の吹き抜けが生ずると判定された場合に、排気弁16が閉じた後に筒内インジェクタ20から燃料を噴射するようにしているが、ポートインジェクタを備えた内燃機関の場合には、排気弁16が閉じた後であって吸気弁14が閉じる前の期間（吸気行程）においてポートインジェクタから燃料を噴射するようにしてもよい。この期間であれば、ポートインジェクタからの噴射であっても、燃料を気筒内に流入させることができる。

[0075] 上述した実施の形態2においては、筒内インジェクタ20が前記第4の発明における「燃料噴射装置」および前記第5の発明における「筒内燃料噴射装置」に、吸気弁通過新気量 $M_c$ が前記第6の発明における「新気流入量」に、それぞれ相当している。また、ECU60が、上記ステップ126の処理を実行することにより前記第4の発明における「筒内新気量算出手段」および「第1の燃料噴射量算出手段」が、上記ステップ128の処理を実行することにより前記第4および第5の発明における「噴射制御手段」が、上記ステップ122の処理を実行することにより前記第6の発明における「新気流入量算出手段」および「第2の燃料噴射量算出手段」が、上記ステップ128の処理を実行することにより前記第6の発明における「噴射制御手段」が、それぞれ実現されている。

[0076] 実施の形態3.

次に、図5を参照して、本発明の実施の形態3について説明するが、上述した実施の形態1および2との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を簡略化または省略する。

[0077] 図1に示す本実施形態の内燃機関10の排気通路24には、NO<sub>x</sub>吸蔵還

元型三元触媒 42 が設置されている。内燃機関 10 が理論空燃比よりリーンな空燃比で運転されているときには、排気ガス中の  $\text{NO}_x$  をこの  $\text{NO}_x$  吸蔵還元型三元触媒 42 によって捕捉し、吸蔵することができる。  $\text{NO}_x$  吸蔵還元型三元触媒 42 に吸蔵できる  $\text{NO}_x$  の量には限界がある。 ECU 60 は、  $\text{NO}_x$  吸蔵還元型三元触媒 42 に吸蔵されている  $\text{NO}_x$  の量を公知の手法によって算出している。そして、 ECU 60 は、その算出された  $\text{NO}_x$  吸蔵量が限界値に達する前に、目標空燃比を一時的に理論空燃比以下のリッチ空燃比に設定するリッチスパイク制御を実行する。リッチスパイク制御を実行することにより、  $\text{NO}_x$  吸蔵還元型三元触媒 42 には、理論空燃比以下のリッチ空燃比の排気ガスが流入する。この排気ガスに含まれる HC、CO 等の未燃成分によって、  $\text{NO}_x$  吸蔵還元型三元触媒 42 に吸蔵されていた  $\text{NO}_x$  が  $\text{N}_2$  に還元浄化されて放出される。これにより、  $\text{NO}_x$  吸蔵還元型三元触媒 42 が再び  $\text{NO}_x$  を捕捉できる状態になり、内燃機関 10 をリーンバーン運転に復帰させることができる。

[0078] 前述したように、実施の形態 2 では、新気の吹き抜けがあると判定された場合には、筒内新気量  $M_{\text{cylinder}}$  と目標空燃比とから燃料噴射量を算出するとともに、排気弁 16 が閉じた後に筒内インジェクタ 20 から燃料を噴射するように制御している。しかしながら、リッチスパイクの実行中にこの制御が行われると、燃料を含まないリーンな吹き抜け新気が  $\text{NO}_x$  吸蔵還元型三元触媒 42 に流入するので、  $\text{NO}_x$  還元効率が低下する場合がある。また、筒内新気量  $M_{\text{cylinder}}$  と目標空燃比とから燃料噴射量を算出すると、気筒内の空燃比は目標空燃比に一致するが、吹き抜けた新気を含めた全体の排気ガスの空燃比は、目標空燃比よりリーンになる。つまり、  $\text{NO}_x$  吸蔵還元型三元触媒 42 に流入する排気ガスの空燃比が、目標空燃比よりリーンになってしまう。このことから、  $\text{NO}_x$  還元効率が低下する。

[0079] そこで、本実施形態では、上記のような点を改善するため、リッチスパイクの実行中は、新気の吹き抜けの有無にかかわらず、吸気弁通過新気量  $M_c$  と目標空燃比とから燃料噴射量を算出することとした。

[0080] 図5は、上記の機能を実現するために本実施形態においてECU60が実行するルーチンのフローチャートである。図5に示すルーチンは、図4に示すルーチンと比べ、ステップ120の前にステップ118が追加されていること以外は同じである。図5に示すルーチンによれば、まず、リッチスパイク制御が実行中であるかどうか判别される（ステップ118）。このステップ118において、リッチスパイク制御の実行中ではないと判别された場合には、ステップ120以下の処理が実行される。その内容は、前述した実施の形態2と同様である。

[0081] これに対し、このステップ118において、リッチスパイク制御の実行中であると判别された場合には、ステップ122以下の処理が実行される。すなわち、吸気弁通過新気量 $M_c$ と目標空燃比とから燃料噴射量が算出され（ステップ122）、その算出された量の燃料が通常の手順で噴射される（ステップ124）。図5に示すルーチンの処理は、上述した点以外は前述した実施の形態2の図4のルーチンと同じであるため、これ以上の説明は省略する。

[0082] 上述した本実施形態の制御によれば、リッチスパイク制御の実行中は、新気の吹き抜けが発生している場合であっても、吸気弁通過新気量 $M_c$ と目標空燃比とから燃料噴射量を算出するので、吹き抜けた新気を含めた全体の排気ガスの空燃比を目標空燃比に一致させることができる。このため、リッチスパイク制御において設定された所定のリッチ空燃比の排気ガスを $NO_x$ 吸蔵還元型三元触媒42に確実に流入させることができるので、良好な $NO_x$ 還元効率が得られる。

[0083] 上述した実施の形態3においては、ECU60が、上述したリッチスパイク制御を実行することにより前記第7の発明における「リッチスパイク制御手段」が、図5に示すルーチンの処理を実行することにより前記第7の発明における「噴射制御手段」が、それぞれ実現されている。

[0084] 実施の形態4.

次に、図6乃至図8を参照して、本発明の実施の形態4について説明する

が、上述した実施の形態 1 および 2 との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を簡略化または省略する。

[0085] 前述した実施の形態 1 乃至 3 では、吸気管圧力  $P_m$  を取得する方法として、吸気管圧力センサ 64 を設け、吸気管圧力  $P_m$  を直接に検出するようにしている。これに対し、本実施形態では、以下に述べるような吸気系の物理モデル（エアモデル）を用いて吸気管圧力  $P_m$  を推定する。

[0086] 以下の説明では、コンプレッサ 26a の上流の圧力（以下、「コンプレッサ上流圧力」と称する）を  $P_a$ 、インタークーラ 32 の下流（スロットル弁 34 の上流）の圧力（以下、「過給圧」と称する）を  $P_{ic}$ 、コンプレッサ 26a を通過する新気の流量（以下、「コンプレッサ流量」と称する） $M_{cp}$ 、スロットル弁 34 を通過する新気の流量（以下、「スロットル流量」と称する）を  $M_t$  とする。

[0087] ECU 60 は、以下に説明するような手順の計算を所定の周期毎に繰り返し実行することにより、吸気管圧力  $P_m$  その他の吸気系の物理量の値を更新する。

[0088] スロットル流量  $M_t$  は、次式によって計算される。

$$M_t = f(P_m / P_{ic}) \quad \dots (6)$$

上記 (6) 式において、 $f(x)$  は、 $x$  の関数を意味する。また、吸気管圧力  $P_m$ 、過給圧  $P_{ic}$  は、現時点においてメモリに記憶されている値、すなわち、前回の計算で得られた値である。

[0089] 吸気弁通過新気量  $M_c$  は、現時点においてメモリに記憶されている吸気管圧力  $P_m$  の値（前回の計算で得られた吸気管圧力  $P_m$  の値）と、前述した  $P_m - M_c$  関係マップとに基づいて算出される。

[0090] 過給圧  $P_{ic}$  の更新には、次式による計算が用いられる。

$$P_{ic} = P_{ic}(\text{前回値}) + K \cdot (M_{cp} - M_t) \quad \dots (7)$$

上記 (7) 式において、スロットル流量  $M_t$  は、先に上記 (6) 式で計算された値である。コンプレッサ流量  $M_{cp}$  は、後述するコンプレッサモデルを用いて算出された値である。K は定数である。

[0091] 吸気管圧力 $P_m$ の更新には、以下の(8)式による計算が用いられる。

$$P_m = P_m(\text{前回値}) + K_m \cdot (M_t - M_c) \quad \dots (8)$$

(8)式において、スロットル流量 $M_t$ 、先に上記(6)式で計算された値であり、吸気弁通過新気量 $M_c$ は、先に $P_m - M_c$ 関係マップで計算された値である。 $K_m$ は定数である。

[0092] 次に、コンプレッサ流量 $M_{cp}$ を推定するためのコンプレッサモデルについて説明する。図6は、本実施形態で用いられるコンプレッサモデルを示すブロック線図である。このコンプレッサモデルでは、吸気弁通過新気量 $M_c$ (前回値)と、過給圧 $P_{ic}$ (前回値)と、コンプレッサ上流圧力 $P_a$ とに基づいて、コンプレッサ流量 $M_{cp}$ が算出される。なお、コンプレッサ上流圧力 $P_a$ は、図示しない大気圧センサによって計測される。

[0093] 図7は、図6に示すコンプレッサモデルによるコンプレッサ流量 $M_{cp}$ の算出方法を表す図である。図7中の右上がりの曲線 $G_A - P_{ic}$ は、定常運転状態における吸気流量 $G_A$ と過給圧 $P_{ic}$ との関係を示す曲線である。ECU60には、この関係を実験によって調べた結果がマップとして予め記憶されている。このマップを以下「 $G_A - P_{ic}$ 定常マップ」と称する。また、図7中の右下がりの複数の曲線は、それぞれ、同一のターボ回転数におけるコンプレッサ流量曲線である。コンプレッサ流量曲線は、ターボ回転数が高くなるほど、高圧側、高流量側に移行する。

[0094] 図6に示すように、コンプレッサモデルは、1次遅れ要素Aと、セクションBと、セクションCとを有している。1次遅れ要素Aは、吸気弁通過新気量 $M_c$ (前回値)を入力とし、 $M_{c\_tar}$ を出力する。気筒内空気量が変わると排気エネルギー量はすぐに変化するが、排気エネルギー量が変わってからターボ回転数が変わるまでには遅れが生ずる。1次遅れ要素Aは、この遅れに対応するためのものである。

[0095] コンプレッサモデルのセクションBでは、まず、 $G_A - P_{ic}$ 定常マップを用いて、 $G_A - P_{ic}$ 定常マップ上で上記 $M_{c\_tar}$ に対応する過給圧の値 $P_{ic\_tar}$ が算出される。そして、その算出された $P_{ic\_tar}$ と、

過給圧  $P_{ic}$ （前回値）との差にゲイン  $G_1$  を乗じた値が算出される。このセクション B は、 $G_A - P_{ic}$  定常マップからのズレによる流量差を補正する補正値を算出するものである。

[0096] コンプレッサモデルのセクション C では、コンプレッサ上流圧力  $P_a$  と過給圧  $P_{ic}$ （前回値）との差にゲイン  $G_2$  を乗じた値が算出される。過給圧  $P_{ic}$ （すなわちコンプレッサ下流圧力）がコンプレッサ上流圧力  $P_a$  より低い領域では、コンプレッサ流量  $M_{cp}$  は急増する。このセクション C は、そのような  $P_{ic} < P_a$  の領域におけるコンプレッサ流量  $M_{cp}$  の急増に対応するための補正値を算出するものである。

[0097] コンプレッサモデルでは、上述したセクション B で算出された補正値およびセクション C で算出された補正値を上記  $M_{ctar}$  に加算することにより、コンプレッサ流量  $M_{cp}$  が算出される。なお、図 7 中では、1 次遅れ要素 A による処理が矢印 A で、セクション B による処理が矢印 B で、それぞれ示されている。

[0098] 従来、 $G_A - P_{ic}$  定常マップは、一本の線、すなわち一対一対応の関係であるものとされていた。しかしながら、実際には、吸気流量  $G_A$  が同じであっても、排気エネルギーの大きさが異なる場合があり、その結果として過給圧  $P_{ic}$  が異なる場合がある。その原因は、定常運転状態において一対一対応の関係になるのは実際には過給圧  $P_{ic}$  とターボ回転数との関係であり、吸気流量  $G_A$  が同じであっても排気エネルギーの大きさが異なるとターボ回転数が異なるためであると考えられる。

[0099] また、排気エネルギーの大きさが異なると、ターボ回転数が増減する速度も異なるので、1 次遅れ要素 A における時定数  $T$  の適切な値が異なる。

[0100] ところで、排気側への新気の吹き抜けが生じた場合には、気筒内で燃焼に寄与する新気の量が、吹き抜けた新気のみだけ減少する。このため、吹き抜けがない場合と比べて、排気エネルギーが小さくなる結果、ターボ回転数が低くなる。従って、吸気流量  $G_A$  が同じであっても、排気側への新気の吹き抜けが生じた場合には、吹き抜けがない場合と比べて、過給圧  $P_{ic}$  が低く

なる。また、排気エネルギーが小さくなることにより、ターボ回転数の上昇速度は遅くなり、ターボ回転数の降下速度は速くなる。排気側への新気の吹き抜けが生じた場合には、これらの影響により、コンプレッサモデルによるコンプレッサ流量 $M_{cp}$ の推定に誤差が生じることが考えられる。

[0101] そこで、本実施形態では、これらの影響をコンプレッサモデルに適切に反映させるために、吹き抜け量 $M_{ex}$ に応じて、 $GA-P_{ic}$ 定常マップおよび1次遅れ要素Aの時定数 $T$ を補正することとした。

[0102] 図8は、上記の機能を実現するために本実施形態においてECU60が実行するルーチンのフローチャートである。図8に示すルーチンによれば、まず、新気の吹き抜けの有無が判定される（ステップ130）。このステップ120では、前述した図3のステップ100～108とほぼ同様の処理を行うことにより、新気の吹き抜けの有無が判定される。ただし、本実施形態では、上述したエアモデルを用いて推定された吸気管圧力 $P_m$ を基準吸気管圧力 $P_{m\_t}$ と比較することによって吹き抜けの有無を判定する点が、実施の形態1と異なる。本実施形態では、エアモデルを用いて吸気管圧力 $P_m$ を推定することにより、吸気管圧力センサ64を設けなくて済むので、コストの低減が図れる。

[0103] 上記ステップ130で吹き抜けがあると判定された場合には、次に、吹き抜け量 $M_{ex}$ が算出される（ステップ132）。このステップ132では、前述した図3のステップ110と同様にして、吹き抜け量 $M_{ex}$ を算出することができる。続いて、 $GA-P_{ic}$ 定常マップにおける過給圧 $P_{ic}$ が小さくなる方向に $GA-P_{ic}$ 定常マップが補正される（ステップ134）。すなわち、 $GA-P_{ic}$ 定常マップは、例えば図7中のDで示す曲線へと補正される。このステップ134における補正量は、ステップ132で算出された吹き抜け量 $M_{ex}$ が大きいほど、大きくされる。

[0104] 上記ステップ134の処理に続いて、1次遅れ要素Aの時定数 $T$ が補正される（ステップ136）。前述したように、排気エネルギーが小さくなると、ターボ回転数の上昇速度は遅くなり、ターボ回転数の降下速度は速くなる

。このため、このステップ136では、ターボ回転数が上昇する内燃機関10の加速時には1次遅れ要素Aの時定数Tが長くなる方向に補正され、ターボ回転数が降下する内燃機関10の減速時には1次遅れ要素Aの時定数Tが短くなる方向に補正される。そして、その補正量は、ステップ132で算出された吹き抜け量 $M_{ex}$ が大きいほど、大きくされる。

[0105] 以上説明した図8に示すルーチンの処理によれば、新気の吹き抜けによる排気エネルギーの低下の影響をコンプレッサモデルに適切に反映させることができる。このため、新気の吹き抜けが発生している場合であっても、コンプレッサ流量 $M_{cp}$ を正確に推定することができ、ひいては吸気管圧力 $P_m$ を正確に推定することができる。

[0106] 上述した実施の形態4においては、時定数Tが前記第8および第9の発明における「時定数」に、 $GAPic$ 定常マップが前記第8および第9の発明における「マップ」に、吹き抜け量 $M_{ex}$ が前記第8および第9の発明における「パラメータ」に、それぞれ相当している。また、ECU60が、上述したコンプレッサモデルによりコンプレッサ流量 $M_{cp}$ を算出することにより前記第8の発明における「コンプレッサ流量推定手段」が、ステップ132の処理を実行することにより前記第9の発明における「吹き抜け量算出手段」が、ステップ134および136の処理を実行することにより前記第8および第9の発明における「コンプレッサモデル補正手段」が、それぞれ実現されている。

[0107] 実施の形態5.

次に、図9を参照して、本発明の実施の形態5について説明するが、上述した実施の形態4との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を簡略化または省略する。

[0108] 前述したように、本実施形態の内燃機関10では、吸気バルブタイミング $InVT$ や排気バルブタイミング $ExVT$ を変化させることにより、内部EGRを行うことができる。

[0109] 前述した実施の形態4で説明したように、コンプレッサモデルによるコン

プレッサ流量 $M_{cp}$ の推定精度を高めるためには、排気エネルギーの大きさに応じた補正を行うことが望ましい。排気エネルギーの大きさに影響を与えるパラメータとしては、新気の吹き抜け量 $M_{ex}$ 以外に、EGR量（排気ガス再循環量）が挙げられる。吸気流量 $G_A$ が同じであっても、EGR量が多くなるほど、排気エネルギーは小さくなる。これは、EGR量が多いほど、気筒内に占める不活性ガスが多くなることにより、燃焼温度が低下するためである。そこで、本実施形態では、EGRの影響をコンプレッサモデルに適切に反映させるために、EGR量に応じて、 $G_A - P_{ic}$ 定常マップおよび1次遅れ要素Aの時定数 $T$ を補正することとした。

[0110] 図9は、上記の機能を実現するために本実施形態においてECU60が実行するルーチンのフローチャートである。図9に示すルーチンによれば、まず、EGRが実行中であるか否かが判別される（ステップ140）。なお、外部EGR装置（図示せず）を備えた内燃機関の場合には、このステップ140において、外部EGRと内部EGRとの少なくとも一方が実行中である場合にはEGRが実行中であると判定される。

[0111] 上記ステップ140でEGRが実行中であると判定された場合には、次に、EGR量が取得される（ステップ142）。外部EGR装置を備えた内燃機関の場合には、このステップ142において、内部EGR量だけでなく外部EGR量も含めたEGR量が取得される。EGR量の算出方法は公知であるため、説明を省略する。

[0112] 上記ステップ142の処理に続いて、 $G_A - P_{ic}$ 定常マップにおける過給圧 $P_{ic}$ が小さくなる方向に $G_A - P_{ic}$ 定常マップが補正される（ステップ144）。すなわち、 $G_A - P_{ic}$ 定常マップは、例えば図7中のDで示す曲線へと補正される。このステップ144における補正量は、ステップ142で算出されたEGR量が大きいほど、大きくされる。

[0113] 上記ステップ144の処理に続いて、1次遅れ要素Aの時定数 $T$ が補正される（ステップ146）。このステップ146では、ターボ回転数が上昇する内燃機関10の加速時には1次遅れ要素Aの時定数 $T$ が長くなる方向に補

正され、ターボ回転数が降下する内燃機関10の減速時には1次遅れ要素Aの時定数Tが短くなる方向に補正される。そして、その補正量は、ステップ142で取得されたEGR量が大きいほど、大きくされる。

[0114] 以上説明した図9に示すルーチンの処理によれば、EGRによる排気エネルギーの低下の影響をコンプレッサモデルに適切に反映させることができる。このため、EGRの実行中においても、コンプレッサ流量 $M_{cp}$ を正確に推定することができ、ひいては吸気管圧力 $P_m$ を正確に推定することができる。

[0115] 上述した実施の形態5においては、内部EGRを可能とする吸気可変動弁装置44および排気可変動弁装置46が前記第10の発明における「排気ガス再循環手段」に、EGR量が前記第10の発明における「パラメータ」に、それぞれ相当している。また、ECU60が、ステップ142の処理を実行することにより前記第10の発明における「排気ガス再循環量取得手段」が、ステップ144および146の処理を実行することにより前記第10の発明における「コンプレッサモデル補正手段」が、それぞれ実現されている。

[0116] 実施の形態6.

次に、図10を参照して、本発明の実施の形態6について説明するが、上述した実施の形態4との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を簡略化または省略する。

[0117] 前述した実施の形態4で説明したように、コンプレッサモデルによるコンプレッサ流量 $M_{cp}$ の推定精度を高めるためには、排気エネルギーの大きさに応じた補正を行うことが望ましい。排気バルブタイミング $E_{xVT}$ は、排気エネルギーの大きさに影響を与えるパラメータである。排気弁16が開くタイミングが遅いほど、気筒内の燃焼ガスがピストン12に対して与える仕事量が多くなる反面で、排気エネルギーは小さくなるからである。そこで、本実施形態では、排気弁16が開くタイミングの遅角の影響をコンプレッサモデルに適切に反映させるために、排気バルブタイミング $E_{xVT}$ の遅角量

に応じて、 $GAP_{ic}$ 定常マップおよび1次遅れ要素Aの時定数Tを補正することとした。

[0118] 図10は、上記の機能を実現するために本実施形態においてECU60が実行するルーチンのフローチャートである。図10に示すルーチンによれば、まず、排気バルブタイミング $ExVT$ が遅角されているか否かが判別される(ステップ150)。このステップ150で排気バルブタイミング $ExVT$ が遅角されていると判定された場合には、次に、排気バルブタイミング $ExVT$ の遅角量が取得される(ステップ152)。続いて、 $GAP_{ic}$ 定常マップにおける過給圧 $P_{ic}$ が小さくなる方向に $GAP_{ic}$ 定常マップが補正される(ステップ154)。すなわち、 $GAP_{ic}$ 定常マップは、例えば図7中のDで示す曲線へと補正される。このステップ154における補正量は、ステップ152で取得された排気バルブタイミング $ExVT$ の遅角量が大きいほど、大きくされる。

[0119] 上記ステップ154の処理に続いて、1次遅れ要素Aの時定数Tが補正される(ステップ156)。このステップ156では、ターボ回転数が上昇する内燃機関10の加速時には1次遅れ要素Aの時定数Tが長くなる方向に補正され、ターボ回転数が降下する内燃機関10の減速時には1次遅れ要素Aの時定数Tが短くなる方向に補正される。そして、その補正量は、ステップ152で算出された排気バルブタイミング $ExVT$ の遅角量が大きいほど、大きくされる。

[0120] 以上説明した図10に示すルーチンの処理によれば、排気バルブタイミング $ExVT$ の遅角による排気エネルギーの低下の影響をコンプレッサモデルに適切に反映させることができる。このため、排気バルブタイミング $ExVT$ が遅角されている場合であっても、コンプレッサ流量 $M_{cp}$ を正確に推定することができ、ひいては吸気管圧力 $P_m$ を正確に推定することができる。

[0121] 上述した実施の形態6においては、排気バルブタイミング $ExVT$ の遅角量が前記第11の発明における「パラメータ」に相当している。また、ECU60が、ステップ154および156の処理を実行することにより前記第

11の発明における「コンプレッサモデル補正手段」が実現されている。

[0122] 実施の形態7.

次に、図11を参照して、本発明の実施の形態7について説明するが、上述した実施の形態4との相違点を中心に説明し、同様の事項については、その説明を簡略化または省略する。

[0123] ECU60は、内燃機関10の過渡運転時に、ノッキングを防止するため、点火時期を通常の点火時期よりも遅角する点火時期遅角制御を実行する。点火時期遅角制御が実行されている場合の、通常点火時期に対する点火時期の遅角量を以下「点火遅角量」と称する。

[0124] 前述した実施の形態4で説明したように、コンプレッサモデルによるコンプレッサ流量 $M_{cp}$ の推定精度を高めるためには、排気エネルギーの大きさに応じた補正を行うことが望ましい。点火遅角量は、排気エネルギーの大きさに影響を与えるパラメータである。点火遅角量が大きいほど、排気温度が高くなり、排気エネルギーが大きくなるからである。点火遅角によって、排気エネルギーが大きくなると、ターボ回転数の上昇速度は速くなり、ターボ回転数の降下速度は遅くなる。そこで、本実施形態では、点火遅角の影響をコンプレッサモデルに適切に反映させるために、点火遅角量に応じて、1次遅れ要素Aの時定数 $T$ を補正することとした。なお、本実施形態における点火時期遅角制御は、過渡運転時にのみ実行される制御であるため、GAP $i$ c定常マップの補正は不要である。

[0125] 図11は、上記の機能を実現するために本実施形態においてECU60が実行するルーチンのフローチャートである。図11に示すルーチンによれば、まず、点火時期遅角制御が実行中であるか否かが判別される（ステップ160）。このステップ160で点火時期遅角制御が実行中であると判定された場合には、次に、点火遅角量が取得される（ステップ162）。続いて、1次遅れ要素Aの時定数 $T$ が補正される（ステップ164）。このステップ164では、ターボ回転数が上昇する内燃機関10の加速時には1次遅れ要素Aの時定数 $T$ が短くなる方向に補正され、ターボ回転数が降下する内燃機

関 10 の減速時には 1 次遅れ要素 A の時定数 T が長くなる方向に補正される。そして、その補正量は、ステップ 162 で算出された点火遅角量の遅角量が大きいほど、大きくされる。

[0126] 以上説明した図 11 に示すルーチンの処理によれば、点火遅角による排気エネルギーの増加の影響をコンプレッサモデルに適切に反映させることができる。このため、点火時期遅角制御が実行されている場合であっても、コンプレッサ流量  $M_{cp}$  を正確に推定することができ、ひいては吸気管圧力  $P_m$  を正確に推定することができる。

[0127] 上述した実施の形態 7 においては、点火遅角量が前記第 11 の発明における「パラメータ」に相当している。また、ECU 60 が、ステップ 162 の処理を実行することにより前記第 11 の発明における「点火時期遅角量取得手段」が、ステップ 164 の処理を実行することにより前記第 11 の発明における「コンプレッサモデル補正手段」が、それぞれ実現されている。

### 符号の説明

- [0128] 10 内燃機関  
12 ピストン  
14 吸気バルブ  
16 排気バルブ  
18 点火プラグ  
20 筒内インジェクタ  
22 吸気通路  
24 排気通路  
26 ターボ過給機  
26a 吸気圧縮機  
26b 排気タービン  
30 エアフローメータ  
32 インタークーラ  
34 スロットル弁

- 36 サージタンク
- 42 NO<sub>x</sub>触媒
- 44 吸気可変動弁装置
- 46 排気可変動弁装置
- 48, 50 カムポジションセンサ
- 60 ECU

## 請求の範囲

- [請求項1] 吸気通路内の空気を圧縮するコンプレッサを有する過給機と、  
吸気管圧力を検出または推定する吸気管圧力取得手段と、  
吸気弁のバルブタイミングを可変とする吸気可変動弁装置と、  
排気弁のバルブタイミングを可変とする排気可変動弁装置と、  
前記吸気弁のバルブタイミングに依存する値であって前記排気弁の  
バルブタイミングには依存しない値である基準吸気管圧力に関する情  
報を記憶した記憶手段と、  
前記記憶手段に記憶された情報に基づいて、前記吸気弁のバルブタ  
イミングに対応した基準吸気管圧力を取得する基準吸気管圧力取得手  
段と、  
前記吸気管圧力取得手段により検出または推定された吸気管圧力と  
、前記基準吸気管圧力取得手段により取得された基準吸気管圧力とを  
比較した結果に基づいて、排気側への新気の吹き抜けの有無を判定す  
る吹き抜け判定手段と、  
を備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。
- [請求項2] 前記吹き抜け判定手段により吹き抜けがあると判定された場合に、  
前記吸気管圧力取得手段により検出または推定された吸気管圧力に基  
づいて、排気側へ吹き抜ける新気の量を算出する吹き抜け量算出手段  
を備えることを特徴とする請求項1記載の内燃機関の制御装置。
- [請求項3] 前記基準吸気管圧力は、前記吸気弁のバルブタイミングを一定とし  
て前記排気弁のバルブタイミングを遅角したときに前記吸気弁から流  
入する新気の量が減少する領域と、前記吸気弁のバルブタイミングを  
一定として前記排気弁のバルブタイミングを遅角したときに前記吸気  
弁から流入する新気の量が増加する領域との境界の値であることを特  
徴とする請求項1または2に記載の内燃機関の制御装置。
- [請求項4] 燃料噴射装置と、  
前記吹き抜け判定手段により吹き抜けがあると判定された場合に、

前記吸気管圧力取得手段により検出または推定された吸気管圧力に基づいて、気筒内に充填される新気の量を算出する筒内新気量算出手段と、

前記筒内新気量算出手段により算出された筒内新気量と、目標空燃比とに基づいて、燃料噴射量を算出する第1の燃料噴射量算出手段と、

前記吹き抜け判定手段により吹き抜けがあると判定された場合に、前記第1の燃料噴射量算出手段により算出された量の燃料を、前記排気弁が閉じた後に前記燃料噴射装置に噴射させる噴射制御手段と、

を備えることを特徴とする請求項1乃至3の何れか1項記載の内燃機関の制御装置。

[請求項5] 前記燃料噴射装置は、気筒内に直接に燃料を噴射する筒内燃料噴射装置を含み、

前記噴射制御手段は、前記吹き抜け判定手段により吹き抜けがあると判定された場合には、前記第1の燃料噴射量算出手段により算出された量の燃料を前記筒内燃料噴射装置に噴射させることを特徴とする請求項4記載の内燃機関の制御装置。

[請求項6] 前記吸気弁から流入する新気の量を算出する新気流入量算出手段と、

前記新気流入量算出手段により算出された新気流入量と、目標空燃比とに基づいて、燃料噴射量を算出する第2の燃料噴射量算出手段と、

を備え、

前記噴射制御手段は、前記吹き抜け判定手段により吹き抜けがないと判定された場合には、前記第2の燃料噴射量算出手段により算出された量の燃料を前記燃料噴射装置に噴射させることを特徴とする請求項4または5に記載の内燃機関の制御装置。

[請求項7] 排気ガスの空燃比を一時的にリッチにするリッチスパイク制御を必

要時に実行するリッチスパイク制御手段を備え、

前記噴射制御手段は、前記リッチスパイク制御手段によりリッチスパイク制御が実行される場合には、前記吹き抜け判定手段の判定結果にかかわらず、前記第2の燃料噴射量算出手段により算出された量の燃料を前記燃料噴射装置に噴射させることを特徴とする請求項6記載の内燃機関の制御装置。

[請求項8]

前記過給機は、排気ガスの流れによって作動するタービンで前記コンプレッサを駆動するものであり、

過渡運転状態における吸気流量の変化に対する前記過給機の回転数の変化の遅れに関する時定数と、定常運転状態における吸気流量と過給圧との関係を表すマップとを含むコンプレッサモデルに基づいて、前記コンプレッサを通過する新気の流量を推定するコンプレッサ流量推定手段を備え、

前記コンプレッサ流量推定手段は、排気エネルギーの大きさに影響を及ぼすパラメータに基づいて、前記時定数と、前記マップとの少なくとも一方を補正するコンプレッサモデル補正手段を含むことを特徴とする請求項1乃至7の何れか1項記載の内燃機関の制御装置。

[請求項9]

前記吹き抜け判定手段により吹き抜けがあると判定された場合に、前記吸気管圧力取得手段により検出または推定された吸気管圧力に基づいて、排気側へ吹き抜ける新気の量を算出する吹き抜け量算出手段を備え、

前記コンプレッサモデル補正手段は、前記吹き抜け量算出手段により算出された吹き抜け量を前記パラメータとして、前記時定数および前記マップを補正する手段を含むことを特徴とする請求項8記載の内燃機関の制御装置。

[請求項10]

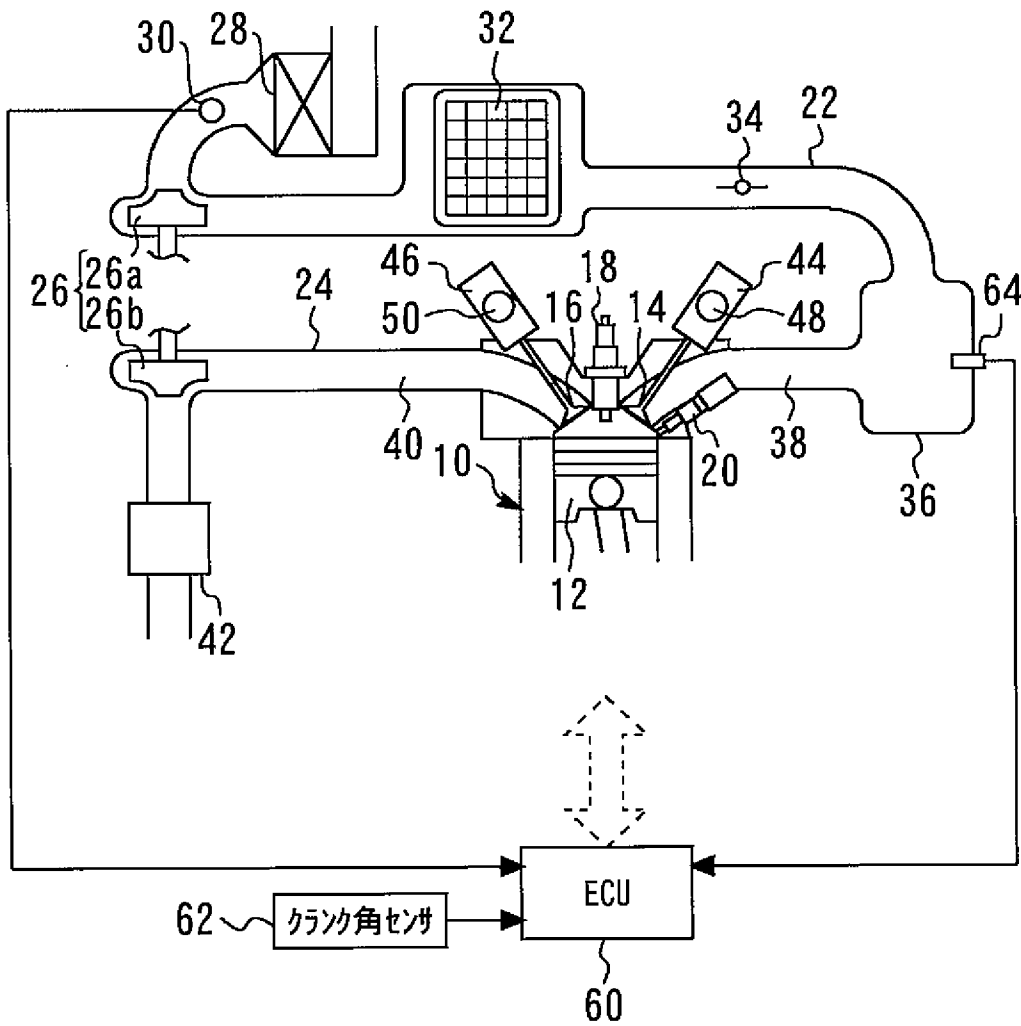
排気ガス再循環を可能とする排気ガス再循環手段と、  
排気ガス再循環量を取得する排気ガス再循環量取得手段と、  
を備え、

前記コンプレッサモデル補正手段は、前記排気ガス再循環量取得手段により取得された排気ガス再循環量を前記パラメータとして、前記時定数および前記マップを補正する手段を含むことを特徴とする請求項 8 記載の内燃機関の制御装置。

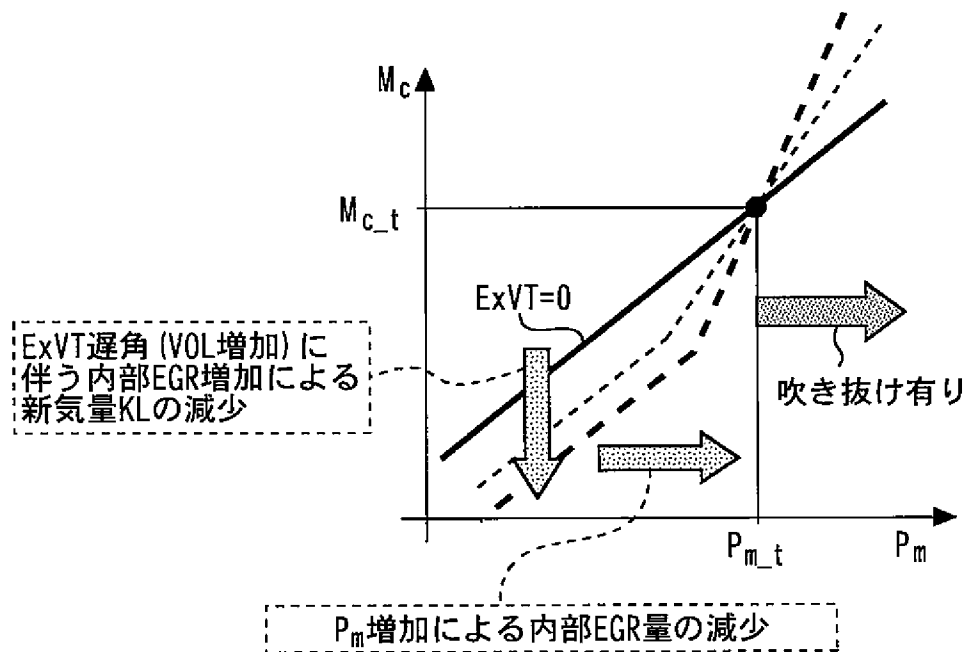
[請求項11] 前記コンプレッサモデル補正手段は、前記排気弁のバルブタイミングを前記パラメータとして、前記時定数および前記マップを補正する手段を含むことを特徴とする請求項 8 記載の内燃機関の制御装置。

[請求項12] 実際の点火時期が通常点火時期に対して遅角されている場合に、その点火時期遅角量を取得する点火時期遅角量取得手段を備え、  
前記コンプレッサモデル補正手段は、前記点火時期遅角量を前記パラメータとして、前記時定数を補正する手段を含むことを特徴とする請求項 8 記載の内燃機関の制御装置。

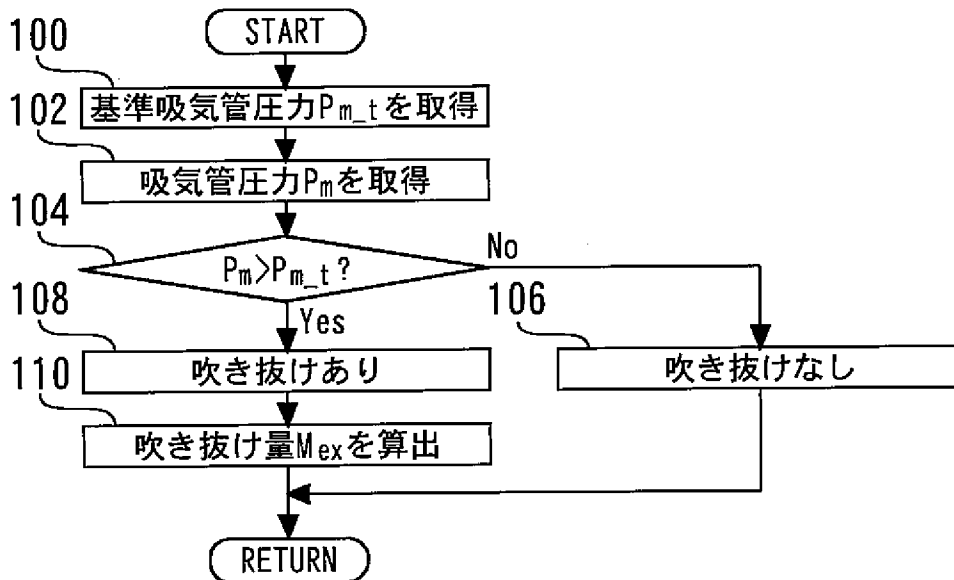
[図1]



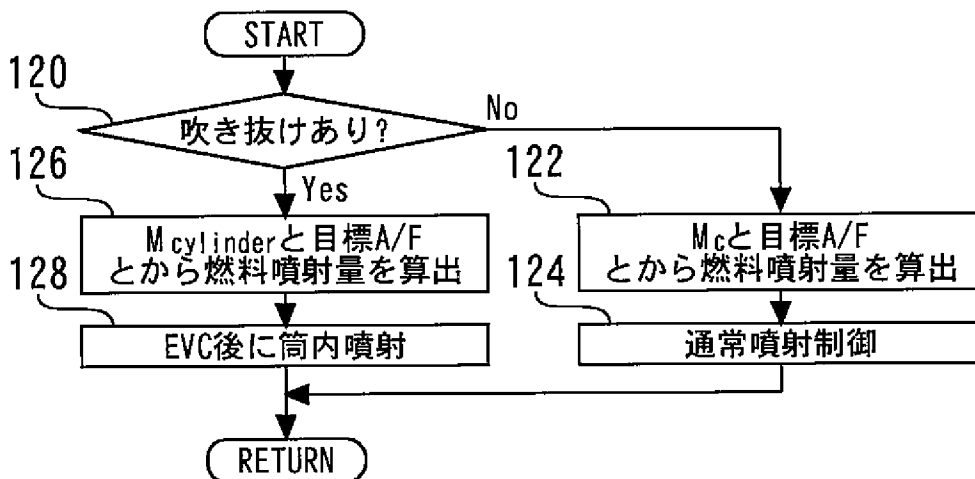
[図2]



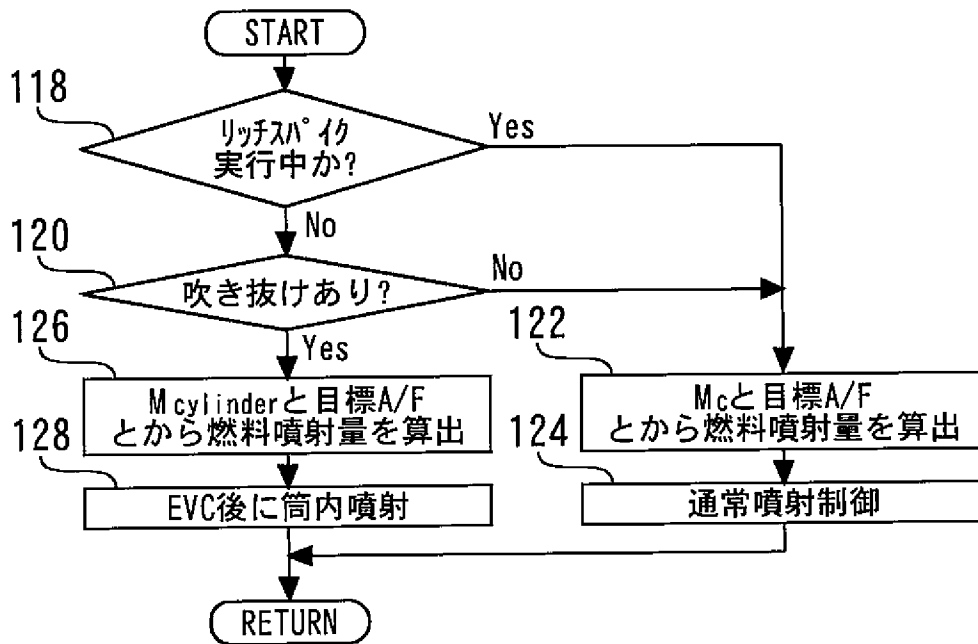
[図3]



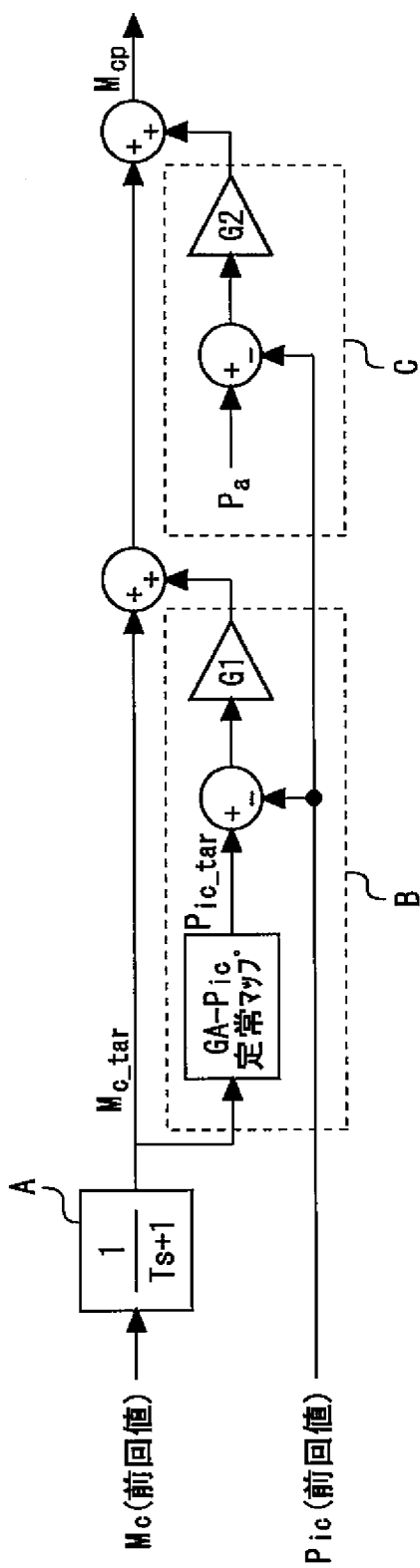
[図4]



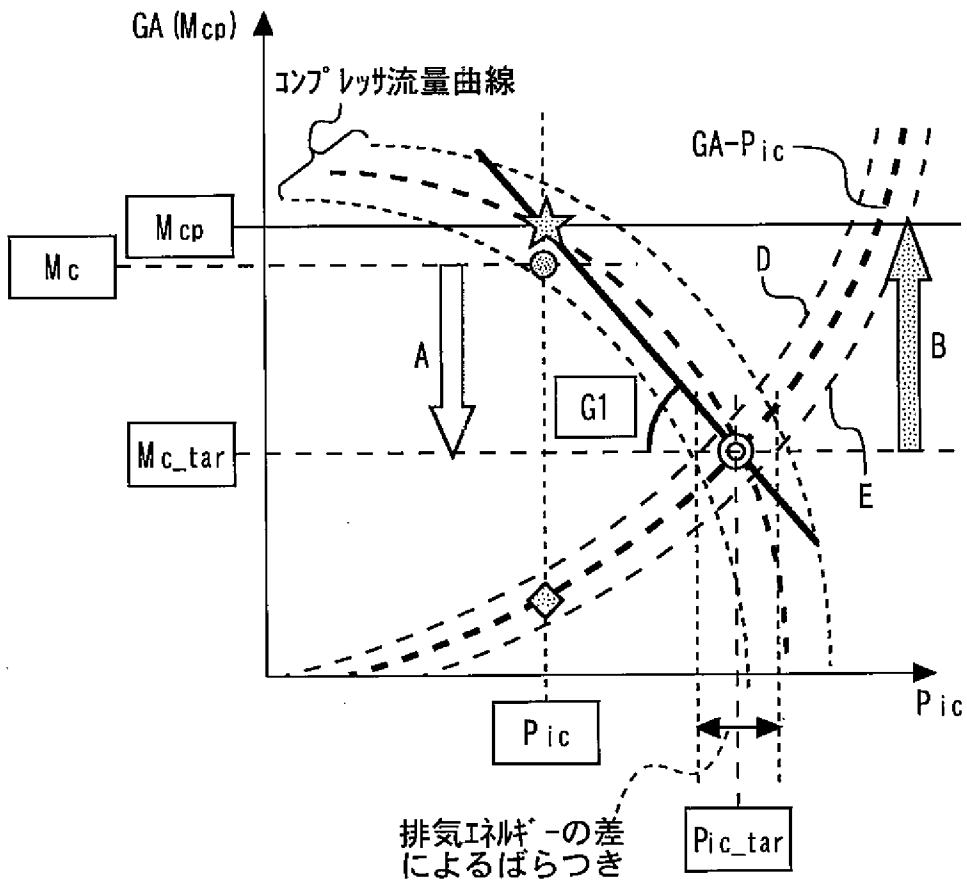
[図5]



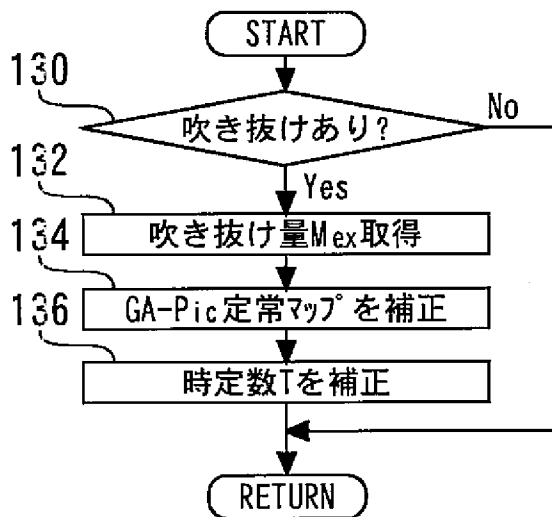
[図6]



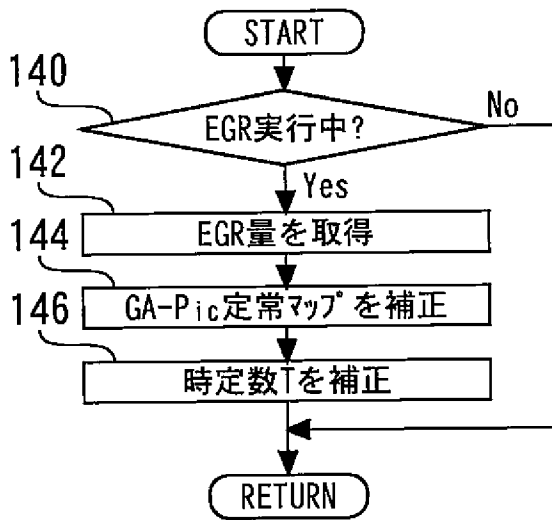
[図7]



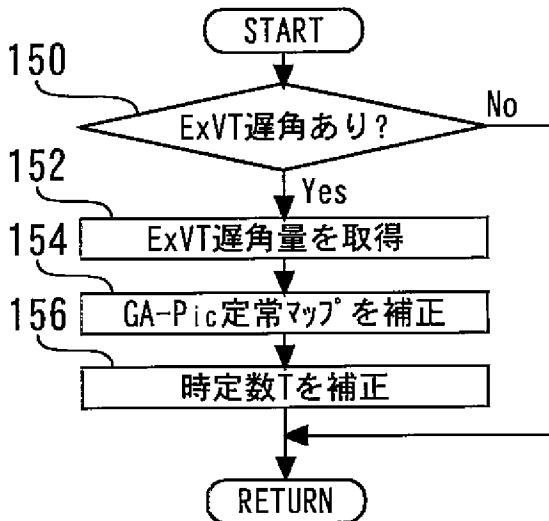
[図8]



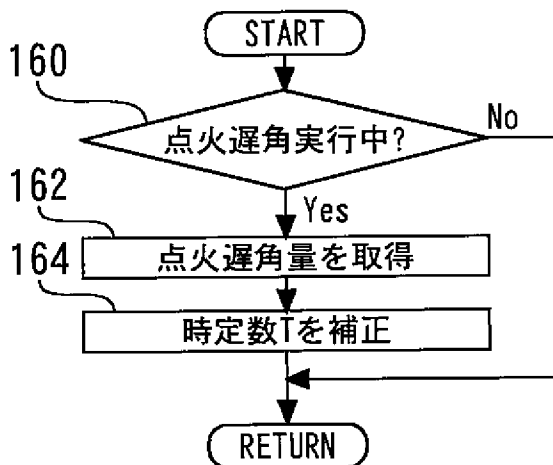
[図9]



[図10]



[図11]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2009/068841

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

*F02D13/02(2006.01)i, F02D21/08(2006.01)i, F02D23/00(2006.01)i, F02D23/02(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)

F02D13/02, F02D21/08, F02D23/00, F02D23/02

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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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 2009-085014 A (Toyota Motor Corp.), 23 April 2009 (23.04.2009), claims; paragraphs [0063] to [0067]; fig. 5, 6 (Family: none)	1-12
A	JP 2006-194112 A (Toyota Motor Corp.), 27 July 2006 (27.07.2006), paragraphs [0048] to [0060]; fig. 3 (Family: none)	1-12
A	JP 2008-025511 A (Toyota Motor Corp.), 07 February 2008 (07.02.2008), entire text; all drawings (Family: none)	1-12

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  
19 November, 2009 (19.11.09)

Date of mailing of the international search report  
08 December, 2009 (08.12.09)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/068841

## 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 63-297746 A (Mazda Motor Corp.), 05 December 1988 (05.12.1988), entire text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2005-133632 A (Toyota Motor Corp.), 26 May 2005 (26.05.2005), entire text; all drawings (Family: none)	5-6
A	JP 2006-017053 A (Denso Corp.), 19 January 2006 (19.01.2006), claims 1 to 3; paragraphs [0009], [0027] (Family: none)	5-6
A	JP 2003-293821 A (Honda Motor Co., Ltd.), 15 October 2003 (15.10.2003), paragraphs [0034] to [0039]; fig. 2 (Family: none)	8-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. F02D13/02(2006.01)i, F02D21/08(2006.01)i, F02D23/00(2006.01)i, F02D23/02(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. F02D13/02, F02D21/08, F02D23/00, F02D23/02

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 1971-2009年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2009年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2009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
A	JP 2009-085014 A (トヨタ自動車株式会社) 2009.04.23, 特許請求の範囲, 段落【0063】-【0067】, 図5, 図6 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2006-194112 A (トヨタ自動車株式会社) 2006.07.27, 段落【0048】-【0060】, 図3 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2008-025511 A (トヨタ自動車株式会社) 2008.02.07, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 63-297746 A (マツダ株式会社) 1988.12.05, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-12

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 19.11.2009	国際調査報告の発送日 08.12.2009
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) 鹿角 剛二 電話番号 03-3581-1101 内線 3355

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 2005-133632 A (トヨタ自動車株式会社) 2005.05.26, 全文、全図 (ファミリーなし)	5-6
A	JP 2006-017053 A (株式会社デンソー) 2006.01.19, 請求項1-3, 段落【0009】, 段落【0027】 (ファミリーなし)	5-6
A	JP 2003-293821 A (本田技研工業株式会社) 2003.10.15, 段落【0034】 - 【0039】, 図2 (ファミリーなし)	8-12