

(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  
2013年7月25日(25.07.2013)



(10) 国際公開番号  
WO 2013/108455 A1

- (51) 国際特許分類:  
F02D 45/00 (2006.01) F02M 25/08 (2006.01)  
F02D 41/14 (2006.01) F02P 5/15 (2006.01)  
F02D 41/18 (2006.01) F02P 5/152 (2006.01)  
F02M 25/07 (2006.01) F02P 5/153 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/077074
- (22) 国際出願日: 2012年10月19日(19.10.2012)
- (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 2012-008563 2012年1月19日(19.01.2012) JP
- (71) 出願人: 本田技研工業株式会社(HONDA MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1078556 東京都港区南青山二丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 入江 誠一郎(IRIE Seiichiro); 〒3510113 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 伊藤 久志(ITO Hisashi); 〒3510113 埼玉県和光市中央1丁目4番

1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 高宮 秀治(TAKAMIYA Hideharu); 〒3510113 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 小松 弘崇(KO-MATSU Hirotaka); 〒3510113 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 本橋 康弘(MOTOHASHI Yasuhiro); 〒3510113 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).

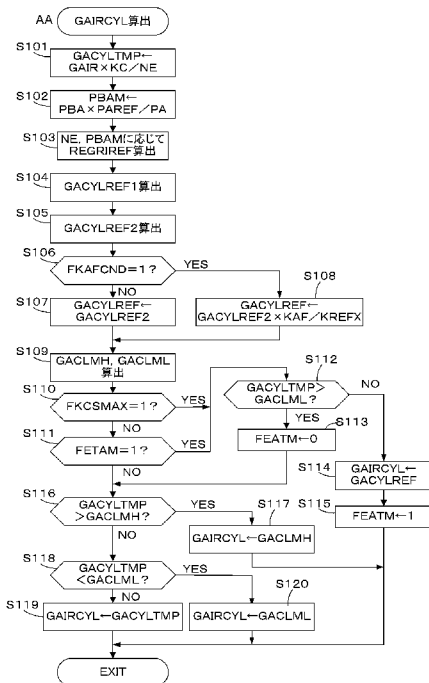
(74) 代理人: 新井 孝治(ARAI Koji); 〒1100015 東京都台東区東上野3丁目33番8号 渡井ビル9階 新井特許事務所 Tokyo (JP).

(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, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

[続葉有]

(54) Title: DEVICE FOR CONTROLLING INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 内燃機関の制御装置



S103 REGRIREF calculated according to NE, PBAM  
 S104 GACYLREF1 calculated  
 S105 GACYLREF2 calculated  
 S109 GACLMH, GACLML calculated  
 AA GAIRCYL calculated

(57) Abstract: Provided is a device for controlling an internal combustion engine comprising an evaporated fuel passage for supplying to an intake passage an evaporated fuel gaseous mixture, which is a gaseous mixture of evaporated fuel and air produced in a fuel tank. A fully-open intake air amount, which is the intake air amount corresponding to a fully open state of a throttle valve, is calculated, and a theoretical intake air amount, which corresponds to a state of engine exhaust not flowing back to a combustion chamber, is calculated according to the fully-open intake air amount and the intake pressure. An air-fuel ratio correction amount and a learning value thereof are calculated according to a detected air-fuel ratio, and a standard intake air amount is calculated using the intake pressure and the engine speed, as well as the air-fuel ratio correction amount and the learning value. A limit process is performed in which the lower limit value of the detected intake air amount is set according to the standard intake air amount, and the detected intake air amount is limited within a range of the lower limit value or greater. An evaporated fuel gaseous mixture amount supplied to the intake passage is calculated, the intake air amount subsequent to the limit process is corrected using the evaporated fuel gaseous mixture amount, and the intake gas amount is calculated. The exhaust backflow rate is calculated using the theoretical intake air amount and the intake gas amount.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2013/108455 A1



SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロ  
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, 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, ML,  
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

燃料タンク内で発生する蒸発燃料と空気の混合気である蒸発燃料混合気を吸気通路に供給する蒸発燃料通路を備える内燃機関の制御装置が提供される。スロットル弁を全開にした状態に対応する吸入空気量である全開吸入空気量が算出され、機関の排気が燃焼室に還流されない状態に対応する理論吸入空気量が、全開吸入空気量及び吸気圧に応じて算出される。検出空燃比に応じて空燃比補正量及びその学習値が算出され、吸気圧及び機関回転数と、空燃比補正量及び学習値とを用いて基準吸入空気量が算出される。検出吸入空気量の下限値が基準吸入空気量に応じて設定され、検出吸入空気量を下限値以上の範囲内に制限するリミット処理が行われる。吸気通路に供給される蒸発燃料混合気量が算出され、その蒸発燃料混合気量を用いてリミット処理後の吸入空気量が補正され、吸入ガス量が算出される。理論吸入空気量及び吸入ガス量を用いて排気還流率が算出される。

## 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し、特に機関の燃焼室に吸入されるガスに含まれる排気（燃焼ガス）の割合を示す排気還流率に基づいて制御を行う内燃機関の制御装置に関する。

### 背景技術

[0002] 特許文献1には、排気還流率の算出に、機関の吸入空気量を検出する吸入空気量センサを使用する手法が示されている。吸入空気量センサの特性ばらつきや他の要因によって、検出吸入空気量が実際の吸入空気量からずれる場合があり、特許文献1の手法ではそのような検出ずれがあると排気還流率の算出精度が低下する。

[0003] 特許文献2には、吸入空気量センサの検出ずれの影響を軽減した空燃比制御装置が示されている。この制御装置によれば、機関排気系において検出される空燃比（酸素濃度）に応じて空燃比フィードバック制御量が算出され、空燃比フィードバック制御量を用いて空燃比のフィードバック制御が行われ、スロットル弁がほぼ全開とされる高負荷運転状態においては、空燃比フィードバック制御量に基づいて吸入空気量センサ検出値の上限値が変更される。これにより、特に吸気脈動による吹き返しの影響によって空燃比の制御精度が悪化することが防止される。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開WO2011/074302号公報

特許文献2：特開2005-325762号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] 吸入空気量センサが故障した場合、あるいは機関吸気系に接続される排気

還流通路、蒸発燃料通路などの配管外れがある場合においては、機関が高負荷運転状態以外の運転状態にあっても、吸入空気量センサにより検出される吸入空気量が実吸入空気量と大きく乖離し、排気還流率の算出精度が低下する。そのため、検出吸入空気量を用いて算出される排気還流率に応じた燃料供給制御及び点火時期制御の制御精度が悪化する。

[0006] 燃料供給制御では、空燃比フィードバック制御を行うことにより、定常的な運転状態では実際の空燃比を所望値に維持することが可能であるが、過渡運転状態においては制御精度が悪化する。一方点火時期制御では、吸入空気量の検出誤差は定常的な運転状態においてもノッキングの増加や失火の原因となる。特許文献2に示された手法では、上記した配管外れのような異常状態は考慮されていないため、改善の余地があった。

[0007] 本発明はこの点に着目してなされたものであり、排気還流率の算出に適用される検出吸入空気量を設定下限値以上の範囲内に制限するリミット処理を適切に行い、排気還流率を用いた制御の制御精度が大きく悪化する事態を回避することが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

[0008] 上記目的を達成するため本発明は、内燃機関(1)の吸気通路(2)内に設けられたスロットル弁(3)と、前記機関に燃料を供給する燃料タンク内で発生する蒸発燃料と空気の混合気である蒸発燃料混合気を前記吸気通路(2)に供給する蒸発燃料通路(25)とを備える内燃機関の制御装置を提供する。この制御装置は、前記機関の回転数(N<sub>E</sub>)を検出する回転数検出手段と、前記機関の吸気圧(P<sub>B<sub>A</sub></sub>)を検出する吸気圧検出手段と、前記スロットル弁(3)を全開にした状態に対応する吸入空気量である全開吸入空気量(G<sub>A<sub>W<sub>O<sub>T</sub></sub></sub>)を、前記機関回転数(N<sub>E</sub>)に応じて算出する全開吸入空気量算出手段と、前記機関の排気が燃焼室に還流されない状態に対応する理論吸入空気量(G<sub>A<sub>T<sub>H</sub></sub></sub>)を、前記全開吸入空気量(G<sub>A<sub>W<sub>O<sub>T</sub></sub></sub>)及び前記吸気圧(P<sub>B<sub>A</sub></sub>)に応じて算出する理論吸入空気量算出手段と、前記機関の吸入空気量(G<sub>A<sub>C<sub>Y<sub>L<sub>T<sub>M<sub>P</sub></sub></sub></sub></sub>)を検出する吸入空気量検出手段と、前記機</sub></sub></sub></sub>

関の排気通路（21）において空燃比（KACT）を検出する空燃比検出手段と、検出される空燃比（KACT）に応じて空燃比補正量（KAF）を算出する空燃比補正量算出手段と、前記空燃比補正量（KAF）の学習値（KREFX）を算出する学習値算出手段と、前記吸気圧（PBA）及び機関回転数（NE）と、前記空燃比補正量（KAF）及び学習値（KREFX）とを用いて基準吸入空気量（GACYLREF）を算出する基準吸入空気量算出手段と、検出される吸入空気量（GACYLTMP）の下限值（GACLML）を、前記基準吸入空気量（GACYLREF）に応じて設定する下限値設定手段と、検出される吸入空気量（GACYLTMP）を前記下限値（GACLML）以上の範囲内に制限するリミット処理を行うリミット処理手段と、前記蒸発燃料通路（25）を介して前記吸気通路（2）に供給される蒸発燃料混合気量（GPGC）を算出する蒸発燃料混合気量算出手段と、前記蒸発燃料混合気量（GPGC）を用いて前記リミット処理後の吸入空気量（GAIRCYL）を補正することにより、吸入ガス量（GINGASCYL）を算出する吸入ガス量算出手段と、前記理論吸入空気量（GATH）及び吸入ガス量（GINGASCYL）を用いて排気還流率（REGRT）を算出する排気還流率算出手段とを備え、前記排気還流率（REGRT）を用いて前記機関を制御することを特徴とする。

[0009] この構成によれば、スロットル弁を全開にした状態に対応する吸入空気量である全開吸入空気量が、機関回転数に応じて算出され、排気還流が全くない状態に対応する理論吸入空気量が、全開吸入空気量及び吸気圧に応じて算出される。さらに蒸発燃料通路を介して吸気通路に供給される蒸発燃料混合気量が算出され、蒸発燃料混合気量を用いて吸入空気量を補正して吸入ガス量が算出され、算出される吸入ガス量と理論吸入空気量とを用いて排気還流率が算出され、算出された排気還流率を用いて機関制御が行われる。また検出される空燃比に応じて空燃比補正量が算出されるとともに、この空燃比補正量の学習値が算出され、吸気圧、機関回転数、空燃比補正量、及びその学習値を用いて基準吸入空気量が算出され、さらにこの基準吸入空気量に応じ

て吸入空気量の下限値が算出され、検出される吸入空気量をその下限値以上の範囲内に制限するリミット処理が行われる。したがって、比較的簡単な演算によって蒸発燃料混合気も考慮した正確な排気還流率が得られ、機関制御精度を高めることができる。また、吸気圧及び機関回転数とともに、機関で燃焼する混合気の実空燃比が反映される空燃比補正量及びその学習値を用いて検出吸入空気量の下限値の設定が行われるので、例えば吸入空気量検出手段の故障時や蒸発燃料通路の配管外れなどが発生した場合に、検出吸入空気量を設定下限値以上の範囲内に制限するリミット処理を適切に行い、排気還流率を用いた機関制御の精度が大きく悪化する事態を回避することができる。

[0010] また、前記機関の出力を最大とする最適点火時期（IGMBT）を前記排気還流率（REGRT）に応じて算出する最適点火時期算出手段をさらに備え、前記最適点火時期（IGMBT）を用いて前記機関の点火時期制御を行うことが望ましい。

[0011] この構成によれば、最適点火時期が排気還流率に応じて算出され、算出された最適点火時期を用いて点火時期制御が行われる。排気還流率と最適点火時期との関係は、吸気弁の作動位相や外部排気還流の有無の影響を受けないことが確認されているので、排気還流率に応じて最適点火時期を設定することにより、機関運転状態に適した最適点火時期を簡便に算出することができる。

[0012] また、前記機関のノッキングを検出するノッキング検出手段（14）と、該ノッキング検出手段（14）によるノッキングの検出頻度が高くなるほど増加するように点火時期の遅角補正量（DIGKCS）を算出する遅角補正量算出手段と、前記遅角補正量（DIGKCS）が遅角限界値（DIGKMAX）に達したときは、前記リミット処理後の吸入空気量（GAIRCYL）を前記基準吸入空気量（GACYLREF）に置換するフェールセーフ処理手段とをさらに備え、前記遅角補正量（DIGKCS）を用いて前記機関の点火時期制御を行うことが望ましい。

- [0013] この構成によれば、ノッキングの検出頻度が高くなるほど増加するように点火時期の遅角補正量が算出され、その遅角補正量を用いて点火時期制御が行われる。遅角補正量が遅角限界値に達したときは、リミット処理後の吸入空気量を基準吸入空気量に置換するフェールセーフ処理が行われるので、検出吸入空気量が実際の吸入空気量から大きくずれた状態において、ノッキングの発生を確実に防止することができる。
- [0014] また、前記機関は前記排気通路（21）から前記吸気通路（2）に排気を還流する排気還流通路（22）を備え、該排気還流通路（22）を介して前記吸気通路（2）に流入するガス量の推定値である推定還流ガス量（GEGREXE）を算出する推定還流ガス量算出手段と、前記空燃比補正量（KAF）を前記学習値（KREFX）で除算することにより得られる空燃比判定パラメータ（KAFDET）が、検出される吸入空気量（GACYLTMP）及び推定還流ガス量（GEGREXE）に応じて設定される所定範囲（RABNL）内にあるときに前記排気還流通路（22）が異常であると判定する異常判定手段とをさらに備え、前記基準吸入空気量算出手段は、前記排気還流通路（22）による外部排気還流率の目標値（REGREXCMD）が所定値（REGREXTH）以上であり、かつ前記機関が所定高負荷運転状態にあり、かつ前記異常判定手段により前記排気還流通路（22）が異常であると判定され、かつ前記遅角補正量（DIGKCS）が前記遅角限界値（DIGKMAX）に達したときは、前記基準吸入空気量（GACYLREF = GACYLREF2）に前記空燃比判定パラメータ（KAFDET）を乗算することにより、前記基準吸入空気量（GACYLREF）を修正し、前記フェールセーフ処理手段は、前記リミット処理後の吸入空気量（GAIRCYL）を修正された基準吸入空気量（GACYLREF）に置換することが望ましい。
- [0015] この構成によれば、排気還流通路を介して吸気通路に流入するガス量の推定値である推定還流ガス量が算出され、空燃比補正量を学習値で除算することにより得られ空燃比判定パラメータが、検出される吸入空気量及び推定還

流ガス量に応じて設定される所定範囲内にあるときに排気還流通路が異常であると判定される。排気還流通路による外部排気還流率の目標値が所定値以上であり、かつ機関が所定高負荷運転状態にあり、かつ排気還流通路が異常であると判定され、かつ遅角補正量が遅角限界値に達したときは、基準吸入空気量に空燃比判定パラメータを乗算することにより、基準吸入空気量が修正され、リミット処理後の吸入空気量を修正された基準吸入空気量に置換するフェールセーフ処理が行われる。排気還流通路の配管外れが発生した場合においては、吸気圧に応じて算出される基準吸入空気量が実際の吸入空気量から大きくずれるので、空燃比判定パラメータを乗算して修正された基準吸入空気量を適用することによって、実際の吸入空気量を精度良く近似することができる。したがって、リミット処理後の吸入空気量を修正された基準吸入空気量に置換することによって、排気還流通路の配管外れが発生し、排気還流通路から吸気通路に新気が流入するような場合において、ノッキングの発生を確実に防止することができる。また、空燃比補正量を学習値で除算することにより得られ空燃比判定パラメータを用いることにより、燃料噴射弁や吸入空気量検出手段の特性ばらつきの影響を排除し、精度の高い修正を行うことができる。

[0016] また、前記蒸発燃料混合気中の蒸発燃料濃度 (K A F E V A C T) を算出する蒸発燃料濃度算出手段と、前記蒸発燃料混合気量 (G P G C) 及び蒸発燃料濃度 (K A F E V A C T) に応じて算出される前記蒸発燃料混合気中の新気量 (G P G A C Y L) を用いて前記吸入空気量 (G A I R C Y L) を補正し、補正吸入空気量 (G A I R C Y L C) を算出する補正吸入空気量算出手段と、前記機関におけるノッキングの発生限界に対応するノック限界点火時期 (I G K N O C K) を、前記排気還流率 (R E G R T) 及び補正吸入空気量 (G A I R C Y L C) に応じて算出するノック限界点火時期算出手段とをさらに備え、前記最適点火時期 (I G M B T) またはノック限界点火時期 (I G K N O C K) の何れか遅角側の点火時期を用いて前記点火時期制御を行うことが望ましい。

[0017] この構成によれば、蒸発燃料混合気中の蒸発燃料濃度が算出され、蒸発燃料混合気量及び蒸発燃料濃度に応じて算出される蒸発燃料混合気中の新気量を用いて吸入空気量を補正して補正吸入空気量が算出され、排気還流率及び補正吸入空気量に応じてノック限界点火時期が算出される。ノック限界点火時期は排気還流率との相関性が高いので、排気還流率に応じてノック限界点火時期を算出することにより、ノッキングを確実に回避可能な範囲で機関出力を最大化する点火時期制御を高精度に行うことができる。また、蒸発燃料通路を介して蒸発燃料混合気が吸気通路に供給されるときは、気筒に吸入される新気量は、吸入空気量に蒸発燃料混合気中の新気量を加算したものとなるので、排気還流率及び補正吸入空気量に応じてノック限界点火時期を算出することにより、ノック限界点火時期の算出精度を高めることができる。

### 図面の簡単な説明

- [0018] [図1]本発明の一実施形態にかかる内燃機関及びその制御装置の構成を示す図である。
- [図2]図1に示す弁作動特性可変装置の概略構成を示す図である。
- [図3]吸気弁の作動位相の変化を示す図である。
- [図4]全排気還流率（REGRT）の算出手法を説明するための図である。
- [図5]大気圧の変化に対する理論全開空気量（GAWOT）の変化を説明するための図である。
- [図6]吸気温補正を説明するための図である。
- [図7]全排気還流率（REGRT）と最適点火時期（IGMBT）との関係を示す図である。
- [図8]質量燃焼割合（RCMB）の推移を示す図である。
- [図9]全排気還流率（REGRT）とEGRノッキング補正量（DEGRT）との関係を示す図である。
- [図10]全排気還流率を算出する処理（第1の実施形態）のフローチャートである。
- [図11]図10の処理で実行される吸入空気量（GAIRCYL）算出処理の

フローチャートである。

[図12]蒸発燃料混合気の流量を制御する処理のフローチャートである。

[図13]図12の処理で実行されるPGCMD算出処理のフローチャートである。

[図14]蒸発燃料濃度係数(KAFEVACT)を算出する処理のフローチャートである。

[図15]点火時期(IGLOG)を算出する処理のフローチャートである。

[図16]図15の処理で実行されるIGKNOCK算出処理のフローチャートである。

[図17]図16の処理で実行されるGAIRCYLC算出処理のフローチャートである。

[図18]図16の処理で参照されるテーブル及びマップの設定を説明するための図である。

[図19]充填効率( $\eta_c$ )と基本ノック限界点火時期(IGKNOCKB)との関係を示す図である。

[図20]制御動作例を説明するためのタイムチャートである。

[図21]制御動作例を説明するためのタイムチャートである。

[図22]図11の処理の変形例を示すフローチャートである。

## 発明を実施するための形態

[0019] 以下本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

図1は、本発明の一実施形態にかかる内燃機関とその制御装置の構成を示す図であり、図2は弁作動特性可変装置の構成を示す図である。図1において、例えば4気筒を有する内燃機関(以下単に「エンジン」という)1は、吸気弁及び排気弁と、これらを駆動するカムを備えるとともに、吸気弁を駆動するカムの、クランク軸回転角度を基準とした作動位相を連続的に変更するカム位相可変機構としての弁作動特性可変機構42を有する弁作動特性可変装置40を備えている。弁作動特性可変機構42により吸気弁を駆動するカムの作動位相が変更され、吸気弁の作動位相が変更される。

[0020] エンジン 1 の吸気通路 2 にはスロットル弁 3 が配されている。また、スロットル弁 3 にはスロットル弁開度 TH を検出するスロットル弁開度センサ 4 が連結されており、その検出信号は、電子コントロールユニット（以下（ECU）という）5 に供給される。スロットル弁 3 には、スロットル弁 3 を駆動するアクチュエータ 7 が接続されており、アクチュエータ 7 は、ECU 5 によりその作動が制御される。

吸気通路 2 には、エンジン 1 の吸入空気流量 GAIR を検出する吸入空気流量センサ 13 が設けられている。吸入空気流量センサ 13 の検出信号は、ECU 5 に供給される。

[0021] 吸気通路 2 のスロットル弁 3 の下流側には、蒸発燃料通路 25 が接続されており、蒸発燃料通路 25 は図示しないキャニスタに接続されている。蒸発燃料通路 25 には、蒸発燃料と空気の混合気（蒸発燃料混合気、以下「パージガス」という）の流量を制御するパージ制御弁 26 が設けられている。パージ制御弁 26 は ECU 5 によりその作動が制御される。キャニスタは、エンジン 1 に燃料を供給する燃料タンク内で発生する蒸発燃料を貯蔵するものであり、パージ制御弁 26 が開弁されると、キャニスタからパージガスが蒸発燃料通路 25 を介して、吸気通路 2 に供給される。

[0022] 排気通路 21 と吸気通路 2 の間には、排気還流通路 22 が設けられており、排気還流通路 22 は、スロットル弁 3 の下流側において吸気通路 2 と接続されている。排気還流通路 22 には、排気還流量を制御する排気還流制御弁 23 が設けられており、排気還流制御弁 23 は ECU 5 によりその作動が制御される。

[0023] 排気通路 21 には、酸素濃度センサ 24（以下「LAFセンサ 24」という）が装着されており、この LAFセンサ 24 は排気中の酸素濃度（空燃比）にほぼ比例した検出信号を ECU 5 に供給する。

[0024] 燃料噴射弁 6 はエンジン 1 とスロットル弁 3 との間かつ吸気通路 2 の図示しない吸気弁の少し上流側に各気筒毎に設けられており、各噴射弁は図示しない燃料ポンプに接続されていると共に ECU 5 に電氣的に接続されて当該

ECU5からの信号により燃料噴射弁6の開弁時間が制御される。

エンジン1の各気筒の点火プラグ15は、ECU5に接続されており、ECU5は点火プラグ15に点火信号を供給し、点火時期制御を行う。

[0025] スロットル弁3の下流には吸気圧PBAを検出する吸気圧センサ8及び吸気温TAを検出する吸気温センサ9が取付けられている。またエンジン1の本体には、エンジン冷却水温TWを検出するエンジン冷却水温センサ10が取り付けられている。これらのセンサの検出信号は、ECU5に供給される。

[0026] ECU5には、エンジン1のクランク軸（図示せず）の回転角度を検出するクランク角度位置センサ11及び、エンジン1の吸気弁を駆動するカムが固定されたカム軸の回転角度を検出するカム角度位置センサ12が接続されており、クランク軸の回転角度及びカム軸の回転角度に応じた信号がECU5に供給される。クランク角度位置センサ11は、一定クランク角周期毎（例えば6度周期）に1パルス（以下「CRKパルス」という）と、クランク軸の所定角度位置を特定するパルスを発生する。また、カム角度位置センサ12は、エンジン1の特定の気筒の所定クランク角度位置でパルス（以下「CYLパルス」という）と、各気筒の吸入行程開始時の上死点（TDC）でパルス（以下「TDCパルス」という）を発生する。これらのパルスは、燃料噴射時期、点火時期等の各種タイミング制御及びエンジン回転数（エンジン回転速度）NEの検出に使用される。なお、カム角度位置センサ12より出力されるTDCパルスと、クランク角度位置センサ11より出力されるCRKパルスとの相対関係からカム軸の実際の作動位相CAINが検出される。

[0027] エンジン1の適宜の位置に、高周波振動を検出するノックセンサ14が装着されており、その検出信号がECU5に供給される。またECU5には、エンジン1によって駆動される車両のアクセルペダルの踏み込み量（以下「アクセルペダル操作量」という）APを検出するアクセルセンサ31、当該車両の走行速度（車速）VPを検出する車速センサ32、及び大気圧PAを

検出する大気圧センサ33が接続されている。これらのセンサの検出信号は、ECU5に供給される。

[0028] 弁作動特性可変装置40は、図2に示すように、吸気弁の作動位相を連続的に変更する弁作動特性可変機構42と、吸気弁の作動位相を連続的に変更するために、その開度が連続的に変更可能な電磁弁44とを備えている。吸気弁の作動位相を示すパラメータとして、上記カム軸の作動位相CAINが用いられる（以下「吸気弁作動位相CAIN」という）。電磁弁44には、オイルパン46の潤滑油がオイルポンプ45により、加圧されて供給される。なお、弁作動特性可変機構42の具体的な構成は、例えば特開2000-227013号公報に示されている。

[0029] 弁作動特性可変機構42により、吸気弁は、図3に実線L2で示す特性を中心として、吸気弁作動位相CAINの変化に伴って破線L1で示す最進角位相から、一点鎖線L3で示す最遅角位相までの間の位相で駆動される。本実施形態では、吸気弁作動位相CAINは、最遅角位相を基準とした進角量として定義される。

[0030] ECU5は各種センサからの入力信号波形を整形し、電圧レベルを所定レベルに修正し、アナログ信号値をデジタル信号値に変換する等の機能を有する入力回路、中央演算処理ユニット（以下「CPU」という）、CPUで実行される演算プログラム及び演算結果等を記憶する記憶回路のほか、アクチュエータ7、燃料噴射弁6、点火プラグ15、排気還流制御弁23、及び電磁弁44に駆動信号を供給する出力回路等から構成される。

[0031] ECU5のCPUは、上記センサの検出信号に応じて、点火時期制御、スロットル弁3の開度制御、エンジン1に供給する燃料量（燃料噴射弁6の開弁時間）の制御、排気還流制御弁23による排気還流制御、及び電磁弁44による弁作動特性の制御を行う。

[0032] 燃料噴射弁6の開弁時間TOUTは、下記式(1)により算出される。

$$TOUT = TIM \times KCMD \times KAF \times KTOTAL \quad (1)$$

ここに、TIMは基本燃料量、具体的には燃料噴射弁6の基本燃料噴射時

間であり、吸入空気流量  $G A I R$  に応じて設定された  $T I M$  テーブルを検索して決定される。 $T I M$  テーブルは、エンジンに供給する混合気の空燃比がほぼ理論空燃比になるように設定されている。

[0033]  $K C M D$  はエンジン 1 の運転状態に応じて設定される目標空燃比係数である。目標空燃比係数  $K C M D$  は、空燃比  $A / F$  の逆数、すなわち燃空比  $F / A$  に比例し、理論空燃比のとき値 1. 0 をとるので、以下「目標当量比」という。

[0034]  $K A F$  は、フィードバック制御の実行条件が成立するときは、 $L A F$  センサ 2 4 の検出値から算出される検出当量比  $K A C T$  が目標当量比  $K C M D$  に一致するように  $P I D$  (比例積分微分) 制御あるいは適応制御器 (Self Tuning Regulator) を用いた適応制御により算出される空燃比補正係数である。

[0035]  $K T O T A L$  は夫々各種エンジンパラメータ信号に応じて演算される他の補正係数 (エンジン冷却水温  $T W$  に応じた補正係数  $K T W$ 、吸気温  $T A$  に応じた補正係数  $K T A$  など) の積である。

[0036] 次に本実施形態における排気還流率の算出手法の概要を説明する。以下の説明における「吸入空気量」、「還流排気量」などのガス量の次元は正確には 1  $T D C$  期間 (4 気筒エンジンではクランク角が 1 8 0 度回転する期間) 当たりのガス質量である。

[0037] 図 4 は、本実施形態における全排気還流率 (以下「全  $E G R$  率」という)  $R E G R T$  の算出手法を説明するための図であり、吸気圧  $P B A$  と、エンジンに吸入されるガス量 (空気量 + 還流排気量) との関係 (エンジン回転数  $N E$  及び吸気弁作動位相  $C A I N$  は一定) を示す。全  $E G R$  率  $R E G R T$  は、内部排気還流と排気還流通路 2 2 を介した外部排気還流による全還流排気量の、全吸入ガス量 (理論吸入空気量  $G A T H$ ) に対する比率である (下記式 (1 2) (1 5) 参照)。図 4 (a) は、パーズ制御弁 2 6 が閉弁され、パーズガスが吸気通路 2 に供給されない状態 (以下「パーズ停止状態」という) に対応し、図 4 (b) は、パーズ制御弁 2 6 が開弁され、パーズガスが吸気通路 2 に供給されている状態 (以下「パーズ実行状態」という) に対応す

る。

[0038] 図4において、動作点PWOTは、スロットル弁3を全開とした状態に対応し、外部排気還流が行われず、かつ内部排気還流が無いと仮定した理想的な動作点を示す。動作点PWOTでは、吸入空気量はエンジン回転数NE一定の条件下で最大となる。なお、スロットル弁3を全開とした状態においても実際には残留ガス率（内部排気還流率）が「0」となることはない。ただし、吸気圧PBAWOTはほぼ大気圧PAと等しくなるので、内部排気還流率は最小となる。動作点PWOTと原点を通る直線LTHは、外部排気還流が行われず、かつ内部排気還流が無いと仮定した理想的な吸入空気量と吸気圧との関係を示す。以下この直線LTHを、「理論吸入空気量直線LTH」という。また線L11及びL12は、それぞれ内部排気還流のみを考慮したときの関係、及び内部排気還流及び外部排気還流をともに考慮したときの関係を示す。なお、線L11及びL12は、実際には直線とはならないが、説明のために直線で示している。

[0039] 先ず図4(a)を参照してパーズ停止状態における全EGR率REGRTの算出手法を説明する。

吸気圧PBAがPBA1である状態に対応する、理論吸入空気量直線LTH上のガス量を「理論吸入空気量GATH」とすると、理論吸入空気量GATHは、下記式(11)で表される。式(11)のGAIRCYLは吸入空気量（新気量）であり、GEGRIN、GEGREX、及びGEGRTは、それぞれ内部還流排気量、外部還流排気量、及び全還流排気量である。

$$\begin{aligned} GATH &= GAIRCYL + GEGRIN + GEGREX \\ &= GAIRCYL + GEGRT \end{aligned} \quad (11)$$

[0040] したがって、全EGR率REGRTは、下記式(12)により算出される。

$$\begin{aligned} REGRT &= GEGRT / GATH \\ &= (GATH - GAIRCYL) / GATH \end{aligned} \quad (12)$$

[0041] 一方、パーズ実行状態では、理論吸入空気量GATHは、下記式(13)

で与えられる。式(13)のGPGCは、蒸発燃料通路25から吸気通路2に供給されるパージガス量であり、下記式(14)で示すように、パージガスに含まれる蒸発燃料量GVAPOR及びパージガスに含まれる新気量(以下「二次空気量」という)GPGACYLの和で与えられる。また式(13)のGINGASCYLは、吸入空気量GAIRCYLとパージガス量GPGCとの和であり、以下「吸入ガス量GINGASCYL」という。

$$\begin{aligned} GATH &= GAIRCYL + GPGC + GEGRIN + GEGREX \\ &= GINGASCYL + GEGRT \end{aligned} \quad (13)$$

$$GPGC = GVAPOR + GPGACYL \quad (14)$$

[0042] したがって、全EGR率REGRTは、下記式(15)により算出される。

$$\begin{aligned} REGRT &= GEGRT / GATH \\ &= (GATH - GINGASCYL) / GATH \end{aligned} \quad (15)$$

[0043] なお、後述するように点火時期IGLOGの制御においては、吸入空気量GAIRCYLに二次新気量GPGACYLを加算することにより算出される補正吸入空気量GAIRCYLC(図4(b)参照)が使用される。

[0044] パージ実行状態に対応する式(13)及び(15)において、パージガス量GPGCを「0」とすれば、パージ停止状態に対応する式(11)及び(12)が得られるので、パージ実行状態に対応する式(13)及び(15)を基本式として以下の説明を行う。

[0045] 図5は、大気圧が変化した場合を説明するための図であり、全開動作点PWOT1が基準状態に対応する動作点であり、吸気圧PBAが基準吸気圧PBASTD(例えば100kPa(750mmHg))である状態に相当する。当該車両が高地に移動し大気圧が低下するのに伴って、動作点PWOT1は理論吸入空気量直線LTH上を、動作点PWOT2、PWOT3のように移動する。各動作点PWOT1~PWOT3から出発する曲線L21~L23は、それぞれ内部排気還流を考慮した(外部排気還流を行わない場合の)吸入ガス量GINGASCYLを示す。

[0046] このように本実施形態では、大気圧変化に対して理論吸入空気量直線LTHを変更する必要がなく、高地においても正確な全EGR率REGRTを算出することができる。

[0047] ただし、吸気温TAの変化に伴う空気密度補正を行う必要があり、検出される吸気温TAに応じて下記式(16)による補正を行う。式(16)のTASTDは、基準状態の吸気温(例えば25℃)であり、GAWOTSTDは、基準状態における全開動作点PWOTに対応する吸入空気量であり、以下「基準理論全開空気量GAWOTSTD」という。またGAWOTは、検出される吸気温TAの運転状態における全開動作点PWOTに対応する吸入空気量であり、「理論全開空気量GAWOT」という。「n」は、実験により「0」から「1」の間の値に設定される定数であり、例えば「0.5」に設定される。

[数1]

$$GAWOT = GAWOTSTD \times \left( \frac{TASTD + 273}{TA + 273} \right)^n \quad (16)$$

[0048] 図6に示す直線LTHSTDが基準状態における理論吸入空気量直線であり、直線LTHが検出吸気温TAに対応する理論吸入空気量直線である。なお図6は、検出吸気温TAが基準吸気温TASTDより高い例に対応する。

[0049] 図7は、全EGR率REGRTと、最適点火時期IGMBTとの関係(エンジン回転数NEは一定)を示す図である。最適点火時期IGMBTは、エンジン出力トルクが最大となる点火時期である。この図において、記号●及び○は、吸気弁作動位相CAINが0度の運転状態に対応し、記号■及び□は、吸気弁作動位相CAINが20度の運転状態に対応し、記号▲及び△は、吸気弁作動位相CAINが45度の運転状態に対応する。また記号●、■及び▲は、外部排気還流を行わない場合(内部排気還流のみ)に対応し、記号○、□及び△は、外部排気還流を行った場合(内部排気還流+外部排気還流)に対応する。

[0050] 図7から、全EGR率REGRTと、最適点火時期IGMBTとの関係が

、吸気弁の作動位相CAIN、あるいは外部排気還流の有無に依存せず、曲線L31で代表させることが可能であることが確認される。したがって、エンジン回転数NE及び全EGR率REGRTに応じて設定された最適点火時期算出マップ（IGMBTマップ）を1つ設けておくことにより、すべての運転状態に対応した最適点火時期の設定を行うことが可能となる。よって、マップ設定工数を大幅に低減することができる。

[0051] 図8は、燃焼室内に吸入された混合気の質量燃焼割合RCMBの変化特性（横軸はクランク角度CA）を示す図である。同図（a）は、充填効率 $\eta_c$ を一定として、全EGR率REGRTを変化させたときの特性を示しており、曲線L41～L43は、それぞれ、全EGR率REGRTが6.3%、16.2%、及び26.3%である運転状態に対応する。曲線L41が最も燃焼速度が速いことを意味する。すなわち、全EGR率REGRTは、混合気の燃焼速度を変化させる主要因であることが確認される。

[0052] 一方図8（b）は、全EGR率を一定として充填効率 $\eta_c$ を変化させたときの特性（実線、破線、及び一点鎖線）を示している。図に示す実線、破線、及び一点鎖線は、ほとんど重なっており、充填効率 $\eta_c$ を変化させても混合気の燃焼速度はほとんど変化しないことが確認できる。したがって、最適点火時期IGMBTを充填効率 $\eta_c$ （吸入新気量）ではなく、全EGR率REGRTに応じて設定することが適切であることが確認できる。

[0053] 図9は、全EGR率REGRTと、EGRノッキング補正量DEGRTとの関係（エンジン回転数NEは一定）を示す図である。EGRノッキング補正量DEGRTは、ノッキングの発生限界を示すノック限界点火時期IGKNOCKの算出に適用される点火時期補正量であり、還流排気量の変化に対応した補正を行うために適用される。この図に示す記号○、□及び△は、充填効率 $\eta_c$ が異なる状態に対応するデータを示しており、充填効率 $\eta_c$ に依存しないことが確認できる。したがって、エンジン回転数NEが一定の状態では、全EGR率REGRTと、EGRノッキング補正量DEGRTとの関係は、曲線L51で代表させることができる。よって、EGRノッキング補

正量DEGRTは、エンジン回転数NE及び全EGR率REGRTに応じて設定されたDEGRTマップを用いることにより、適切に設定することができる。なお、曲線L51で示される関係は、基本的には吸気弁作動位相CAINに依存しないが、エンジン特性のばらつきなどによって吸気弁作動位相CAINに応じた修正が必要となることも考えられる。そのような場合には、吸気弁作動位相CAINに応じた複数のテーブルを設けるか、あるいは吸気弁作動位相CAINに応じた補正を行うようにしてもよい。

[0054] 図10は、全EGR率REGRTを算出する処理のフローチャートである。この処理はTDCパルスの発生に同期してECU5のCPUで実行される。

ステップS11では、エンジン回転数NE及び吸気弁作動位相CAINに応じて設定されたGAWOTSTDマップを検索し、基準理論全開空気量GAWOTSTDを算出する。ステップS12では、上記式(16)による吸気温TAに応じた補正を行い、理論全開空気量GAWOTを算出する。

[0055] ステップS13では、検出される吸気圧PBAを下記式(17)に適用し、理論吸入空気量GATHを算出する。

$$GATH = GAWOT \times PBA / PBASTD \quad (17)$$

[0056] ステップS14では、図11に示すGAIRCYL算出処理を実行し、検出される吸入空気流量GAIR[g/sec]に応じて、1つの気筒の1吸気行程における吸入空気量GAIRCYLを算出する。ステップS15では、図13のステップS68で算出されるパージガス流量QPGCを下記式(19)に適用し、1つの気筒の1吸気行程におけるパージガス量GPGCに変換する。式(19)のKCは、変換係数である。

$$GPGC = QPGC \times KC / NE \quad (19)$$

[0057] ステップS16では、下記式(20)に吸入空気量GAIRCYL及びパージガス量GPGCを適用し、吸入ガス量GINGASCYLを算出する。

$$GINGASCYL = GAIRCYL + GPGC \quad (20)$$

ステップS17では、前記式(15)により、全EGR率REGRTを算

出する。

[0058] 図11は、図10のステップS14で実行されるGAIRCYL算出処理のフローチャートである。

ステップS101では、下記式(21)に検出吸入空気流量GAIRを適用し、検出吸入空気量GACYLTMPを算出する。

$$GACYLTMP = GAIR \times KC / NE \quad (21)$$

[0059] ステップS102では、検出吸気圧PBA及び大気圧PAを下記式(22)に適用し、修正吸気圧PBAMを算出する。式(22)のPAREFは、例えば101.3kPaに設定される基準大気圧である。

$$PBAM = PBA \times PAREF / PA \quad (22)$$

[0060] ステップS103では、エンジン回転数NE及び修正吸気圧PBAMに応じてREGRIREFマップを検索し、基準内部排気還流率(以下「基準内部EGR率」という)REGRIREFを算出する。本実施形態では、吸気弁作動位相CAINの複数の値に対応して複数のREGRIREFマップが予め設定されており、吸気弁作動位相CAIN(現在値)に応じたマップの選択及び補間演算が行われる。基準内部EGR率は、排気還流通路22を介した外部排気還流がない状態における平均的な内部EGR率に相当する。

[0061] ステップS104では、基準内部EGR率REGRIREF及び理論吸入空気量GATHを下記式(23)に適用し、第1基本基準吸入空気量GACYLREF1を算出する。第1基本基準吸入空気量GACYLREF1は、外部排気還流が行われない状態における吸入空気量の基準値に相当する。

$$GACYLREF1 = (1 - REGRIREF) \times GATH \quad (23)$$

[0062] ステップS105では、第1基本基準吸入空気量GACYLREF1及びEGR補正係数KEGRを下記式(24)に適用し、第2基本基準吸入空気量GACYLREF2を算出する。第2基本基準吸入空気量GACYLREF2は、外部排気還流が行われる状態を考慮した吸入空気量の基準値に相当する。

$$GACYLREF2 = GACYLREF1 \times KEGR \quad (24)$$

[0063] ここで、EGR補正係数 $K_{EGR}$ は、エンジン運転状態に応じて設定される外部排気還流率の目標値 $REGREXCMD$ を「1」から減算した値（ $1 - REGREXCMD$ ）に相当するパラメータであり、外部排気還流を行わないときは「1」に設定される。

[0064] ステップS106では、KAF補正条件フラグ $FKAFCOND$ が「1」であるか否かを判別する。 $FKAFCOND$ は、下記の条件1)～4)がすべて満たされるとき「1」に設定される。

1) エンジン1が所定高負荷運転状態（例えば充填効率が60%以上の運転状態）にある。

2) 外部排気還流率目標値 $REGREXCMD$ が所定値 $REGREXTH$ （例えば0.15）以上である。

3) 排気還流通路22の配管外れ（以下「二次空気流入異常」という）が発生していると判定されている。

4) 点火時期のノッキング遅角補正量 $DIGKCS$ が最大遅角量 $DIGKMAX$ と等しい。

[0065] 上記条件3)は、具体的には以下のようにして判定される。下記式(25)で定義される空燃比判定パラメータ $KAFDET$ が（ $KAFX \pm DKAFX$ ）で定義される所定異常範囲 $RABNL$ 内にあるか否かを判別し、空燃比判定パラメータ $KAFDET$ が所定異常範囲 $RABNL$ 内にあるときに、二次空気流入異常が発生していると判定される。

$$KAFDET = KAF / KREFX \quad (25)$$

[0066]  $KREFX$ は、空燃比補正係数 $KAF$ の学習値であり、蒸発燃料通路25を介してパージガスを吸気通路2に供給していないときに算出される空燃比補正係数 $KAF$ のなまし値（最新値を含む所定数の直近算出値の移動平均値）である。ただし、学習値 $KREFX$ は、吸入空気量 $GAIRCYL$ がステップS109で算出される上限値 $GACLMH$ または下限値 $GACLML$ に設定されたときは、設定される前の値に保持される。

[0067]  $KAFX$ は、下記式(26)により算出される判定基準値であり、 $DKA$

FXは例えば「0.1」に設定される範囲設定値である。この判定手法は、二次空気流入異常が発生すると、吸気通路2には吸入空気流量センサ13では検出されない新気が流入するため、空燃比判定パラメータKAFDETは、下記式(26)によって算出される判定基準値KAFXとほぼ等しくなることに基づくものである。

$$KAFX = (GACYLTMP + GEGREXE) / GACYLTMP \quad (26)$$

[0068] ここでGEGREXEは、排気還流通路22を介して吸気通路2に流入するガス量の推定値である推定還流ガス量であり、吸入ガス量GGASから検出吸入空気量GACYLTMPを減算することにより算出される(下記式(27))。

$$GEGREXE = GGAS - GACYLTMP \quad (27)$$

[0069] 吸入ガス量GGASは、理論吸入空気量GATHから内部還流排気量GEGRINを減算したガス量に相当し、修正吸気圧PBAMに応じて予め設定されているGGASテーブル(図4(b)に示す線L11に相当する)を検索することにより算出される。

[0070] 通常はステップS106の答は否定(NO)となり、ステップS107に進んで、基準吸入空気量GACYLREFを第2基本基準吸入空気量GACYLREF2に設定する。

[0071] ステップS106の答が肯定(YES)、すなわちKAF補正条件フラグFKAFCONDが「1」であるときは、第2基本基準吸入空気量GACYLREF2、空燃比補正係数KAF、及び学習値KREFXを下記式(28)に適用し、基準吸入空気量GACYLREFを算出する。

$$GACYLREF = GACYLREF2 \times KAF / KREFX \quad (28)$$

[0072] ステップS109では、理論吸入空気量GATH及び基準吸入空気量GACYLREFを、それぞれ下記式(29)及び(30)を用いて吸入空気量の上限値GACLMH及び下限値GACLMLを算出する。

$$GACLMH = CLH \times GATH \quad (29)$$

$$GACLMML = CLL \times GACYLREF \quad (30)$$

ここでCLH及びCLLは、許容範囲を設定するための定数であり、例えばそれぞれ「1.05」及び「0.85」程度の値に設定される。

[0073] ステップS110では、遅角限界フラグFKCSMAXが「1」であるか否かを判別する。遅角限界フラグFKCSMAXは、点火時期のノッキング遅角補正量DIGKCSが最大遅角量DIGKMAXと等しいとき「1」に設定される。ステップS110の答が肯定（YES）であるときは、検出吸入空気量GACYLTMPがステップS109で算出される下限値GACLMMLより大きいと否かを判別する（ステップS112）。この答が否定（NO）、すなわち $GACYLTMP \leq GACLMML$ であるときは、吸入空気量GAIRCYLを基準吸入空気量GACYLREFに設定するとともに（ステップS114）、そのことを示す切換フラグFEATMを「1」に設定する（ステップS115）。一方、ステップS112の答が肯定（YES）であるときは、切換フラグFEATMを「0」に設定し（ステップS113）、ステップS116に進む。

[0074] ステップS110の答が否定（NO）であって、ノッキング遅角補正量DIGKCSが最大遅角量DIGKMAXに達していないときは、切換フラグFEATMが「1」であるか否かを判別する（ステップS111）。その答が肯定（YES）であるときは、ステップS112に進み、切換フラグFEATMが「0」であるときは、ステップS116に進む。

[0075] ステップS116～S120では、検出吸入空気量GACYLTMPのリミット処理を行って吸入空気量GAIRCYLを算出する。すなわち、検出吸入空気量GACYLTMPが上限値GACLMHより大きいときは吸入空気量GAIRCYLを上限値GACLMHに設定し（ステップS116, S117）、検出吸入空気量GACYLTMPが下限値GACLMMLより小さいときは吸入空気量GAIRCYLを下限値GACLMMLに設定し（ステップS118, S120）、検出吸入空気量GACYLTMPが上下限値の範囲内にあるときは、吸入空気量GAIRCYLを検出吸入空気量GACYL

TMPに設定する（ステップS119）。

[0076] なお図示はしていないが、切換フラグFEATMが「1」から「0」に変化した直後においては、吸入空気量GAIRCYLを基準吸入空気量GACYLREFから検出吸入空気量GACYL TMPへ徐々に移行させる過渡制御が行われる。

[0077] 図12は、パージガス流量制御、すなわちパージ制御弁26の開度制御を行う処理のフローチャートである。この処理は、ECU5のCPUで所定時間（例えば80ms）毎に実行される。

[0078] ステップS51では、パージ実行フラグFPGACTが「1」であるか否かを判別する。パージ実行フラグFPGACTは、パージガスを吸気通路2に供給する運転状態であるとき「1」に設定される。ステップS51の答が否定（NO）であるときは、パージ制御弁駆動デューティDOUTPGCを「0」に設定し（ステップS52）、次いで過渡制御係数KPGTを所定初期値KPGTINI（ $< 1.0$ ）に設定する（ステップS53）。過渡制御係数KPGTは、パージガスの供給開始当初においてパージガス流量を制限するための係数であり、パージガス供給開始後、「1.0」に達するまで時間経過にともなって増加するように設定される（図13、ステップS65～S67参照）。

[0079] ステップS51の答が肯定（YES）、すなわちパージガス供給を行うときは、燃料カットフラグFFCが「1」であるか否かを判別する（ステップS54）。燃料カットフラグFFCは、エンジン1への燃料供給を一時的に停止する運転状態において「1」に設定される。燃料カットフラグFFCが「1」であるときは、過渡制御係数KPGTを所定初期値KPGTINIに設定するとともに、パージ制御弁駆動デューティDOUTPGCを「0」に設定する（ステップS55、S56）。

[0080] ステップS54の答が否定（NO）であるときは、図13に示すPGCMD算出処理を実行し、目標駆動デューティPGCMDを算出する（ステップS57）。ステップS58では、パージ制御弁駆動デューティDOUTPG

Cを目標駆動デューティPGCMDに設定する。ステップS59では、図13の処理で算出されるパージガス流量QPGC及び基本パージガス流量QPGCBASEを下記式(31)に適用し、パージガス流量比QRATEを算出する。

$$QRATE = QPGC / QPGCBASE \quad (31)$$

[0081] 図13は、図12のステップS57で実行されるPGCMD算出処理のフローチャートである。

ステップS61では、検出される吸入空気流量GAIRを下記式(32)に適用し、基本パージガス流量QPGCBASEを算出する。式(32)のKQPGBは、所定目標パージ率である。

$$QPGCBASE = GAIR \times KQPGB \quad (32)$$

[0082] ステップS62では、基本パージガス流量QPGCBASEが上限値QPGMAXより大きいか否かを判別し、その答が否定(NO)であるときは、目標パージガス流量PGCMDを基本パージガス流量QPGCBASEに設定する(ステップS63)。基本パージガス流量QPGCBASEが上限値QPGMAXより大きいときは、目標パージガス流量PGCMDを上限値QPGMAXに設定する(ステップS64)。

[0083] ステップS65では、過渡制御係数KPGTを所定量DKPGT(<1.0)だけ増加させる。ステップS66では、過渡制御係数KPGTが「1.0」より大きいか否かを判別し、その答が否定(NO)であるときは、直ちにステップS68に進む。ステップS66の答が肯定(YES)であるときは、過渡制御係数KPGTを「1.0」に設定し(ステップS67)、ステップS68に進む。

[0084] ステップS68では、目標パージガス流量PGCMD及び過渡制御係数KPGTを下記式(33)に適用し、パージガス流量QPGCを算出する。

$$QPGC = QPGCMD \times KPGT \quad (33)$$

ステップS69では、パージガス流量QPGCを下記式(34)に適用し、パージガス流量QPGCを目標駆動デューティPGCMDに変換する。K

DUTYは、所定の変換係数であり、KDPBGは吸気圧PBAと大気圧PAとの差圧に応じて設定される差圧係数である。

$$PGCMD = QPGC \times KDUTY / KDPBG \quad (34)$$

[0085] 図13の処理から明らかなように、図12のステップS59で算出されるパージガス流量比QRATEは、過渡制御係数KPGTが「1.0」より小さいとき、及び基本パージガス流量QPGCBASEが上限値QPGMAXより大きいとき、「1.0」より小さい値をとり、それ以外るとき「1.0」をとる。

[0086] 図14は、パージガス中の蒸発燃料濃度を示す蒸発燃料濃度係数KA FE VACTを算出する処理のフローチャートである。この処理は、ECU5のCPUで所定時間（例えば80msec）毎に実行される。

[0087] ステップS71では、フィードバック制御フラグFAFFBが「1」であるか否かを判別する。フィードバック制御フラグFAFFBは、LAFセンサ24により検出される空燃比(KACT)を目標空燃比(KCMD)と一致させる空燃比フィードバック制御を実行するとき「1」に設定される。ステップS71の答が否定(NO)であるときは、直ちにステップS76に進む。

[0088] ステップS71の答が肯定(YES)であって空燃比フィードバック制御が行われているときは、空燃比補正係数KAFが学習値KREFXから下側偏差DKAFEXLを減算した値より小さいか否かを判別する(ステップS72)。下側偏差DKAFEXLは、パージガス供給による空燃比補正係数KAFの減少方向のずれを判定するためのパラメータであり、吸入空気流量GAIRが大きくなるほど小さな値に設定される。

[0089] ステップS72の答が肯定(YES)であって、パージガス供給による空燃比補正係数KAFの減少方向のずれが大きいときは、パージガス中の蒸発燃料濃度が高いと判定し、下記式(35)によって基本濃度係数KA FE Vを所定加算量DKEVAPOPだけ増加させる(ステップS74)。

$$KA FE V = KA FE V + DKEVAPOP \quad (35)$$

[0090] ステップS72の答が否定（NO）であるときは、空燃比補正係数KAFが学習値KREFXに上側偏差DKAFEVXHを加算した値より大きいかなかを判別する（ステップS73）。上側偏差DKAFEVXHは、ページガス供給による空燃比補正係数KAFの増加方向のずれを判定するためのパラメータであり、吸入空気流量GAIRが大きくなるほど小さな値に設定される。

[0091] ステップS73の答が肯定（YES）であって、ページガス供給による空燃比補正係数KAFの増加方向のずれが大きいときは、ページガス中の蒸発燃料濃度が低いと判定し、下記式（36）によって基本濃度係数KAFEVを所定減算量DKEVAPOMだけ減少させる（ステップS75）。

$$KAFEV = KAFEV - DKEVAPOM \quad (36)$$

[0092] ステップS73の答が否定（NO）であるときは、基本濃度係数KAFEVの更新を行うことなくステップS76に進む。

[0093] ステップS76では、基本濃度係数KAFEVが「0」より大きいかなかを判別し、その答が否定（NO）であるときは、基本濃度係数KAFEVを「0」に設定する（ステップS77）。基本濃度係数KAFEVが「0」より大きいときはさらに、上限係数值KAFEVLMTより大きいかなかを判別する（ステップS78）。その答が肯定（YES）であるときは、基本濃度係数KAFEVを上限係数值KAFEVLMTに設定し（ステップS79）、ステップS80に進む。ステップS78の答が否定（NO）であるときは直ちにステップS80に進む。

[0094] ステップS80では、下記式（37）に基本濃度係数KAFEV及びページガス流量比QRATEを適用し、蒸発燃料濃度係数KAFEVACTを算出する。

$$KAFEVACT = KAFEV \times QRATE \quad (37)$$

[0095] 図15は、圧縮上死点からの進角量で示される点火時期IGLOGを算出する処理のフローチャートである。この処理はTDCパルスの発生に同期してECU5のCPUで実行される。

[0096] ステップS21では、エンジン回転数NE及び全EGR率REGRTに応じてIGMBTマップ（図7参照）を検索し、最適点火時期IGMBTを算出する。ステップS22では、図16に示すIGKNOCK算出処理を実行し、ノック限界点火時期IGKNOCKを算出する。

[0097] ステップS23では、最適点火時期IGMBTがノック限界点火時期IGKNOCK以上であるか否かを判別し、その答が肯定（YES）であるときは、基本点火時期IGBをノック限界点火時期IGKNOCKに設定する（ステップS24）。ステップS23で最適点火時期IGMBTがノック限界点火時期IGKNOCKより小さいときは、基本点火時期IGBを最適点火時期IGMBTに設定する（ステップS25）。

[0098] ステップS26では、基本点火時期IGBに例えばエンジン冷却水温TWに応じて算出される補正值IGCRを加算して、点火時期IGLOGを算出する。

ECU5のCPUは、算出された点火時期IGLOGに応じて点火プラグ15による点火を行う。

[0099] 図16は、図15のステップS22で実行されるIGKNOCK算出処理のフローチャートである。

ステップS30では、図17に示すGAIRCYL算出処理を実行し、補正吸入空気量GAIRCYLを算出する。図17のステップS91では、パージガス量GPGC及び蒸発燃料濃度係数KAFEVACTを下記式（41）に適用し、パージガスに含まれる新気量を示す二次新気量GPGACYLを算出する。

$$GPGACYL = GPGC \times (1 - KAFEVACT) \quad (41)$$

[0100] ステップS92では、吸入空気量GAIRCYLに二次新気量GPGACYLを加算することにより（下記式（42））、補正吸入空気量GAIRCYLを算出する。

$$GAIRCYLC = GAIRCYL + GPGACYL \quad (42)$$

[0101] 図16に戻り、ステップS31では、エンジン回転数NE及び補正吸入空

気量  $G A I R C Y L C$  に応じて  $I G K N O C K B$  マップを検索し、基本ノック限界点火時期  $I G K N O C K B$  を算出する。 $I G K N O C K B$  マップは、全  $E G R$  率  $R E G R T$  が所定基準値に設定され、かつ吸気弁作動位相  $C A I N$  が「0度」に設定された状態に対応して設定されている。

[0102] ステップ  $S 3 2$  では、吸気弁作動位相  $C A I N$  に応じて図 18 (a) に示す  $C M P R$  テーブルを検索し、実効圧縮比  $C M P R$  を算出する。吸気弁作動位相  $C A I N$  が変化すると、吸気弁の閉弁時期  $C A C L$  が変化し、実効圧縮比  $C M P R$  が変化する。 $C M P R$  テーブルには、予め算出された吸気弁作動位相  $C A I N$  と実効圧縮比  $C M P R$  との関係が設定されている。

[0103] ステップ  $S 3 3$  では、実効圧縮比  $C M P R$  及びエンジン回転数  $N E$  に応じて  $D C M P R$  マップを検索し、圧縮比ノッキング補正量  $D C M P R$  を算出する。圧縮比ノッキング補正量  $D C M P R$  は、図 18 (b) に示すように、「0」以下の値をとり、実効圧縮比  $C M P R$  が増加するほど減少するように設定されている。実効圧縮比  $C M P R$  の算出手法は、国際公開  $W O 2 0 1 1 / 0 7 4 3 0 2$  号公報に示されている。

[0104] ステップ  $S 3 4$  では、全  $E G R$  率  $R E G R T$  及びエンジン回転数  $N E$  に応じて  $D E G R T$  マップを検索し、 $E G R$  ノッキング補正量  $D E G R T$  を算出する。 $E G R$  ノッキング補正量  $D E G R T$  は、「0」より大きい値をとり、図 9 に示すように全  $E G R$  率  $R E G R T$  が増加するほど増加するように設定されている。

[0105] ステップ  $S 3 5$  では、ノックセンサ 14 の出力に基づくノッキング検出処理（図示せず）の検出結果に基づいてノッキング遅角補正量  $D I G K C S$  を算出する。ノッキング遅角補正量  $D I G K C S$  は、ノッキングが検出されると増加し、ノッキングが検出されない期間中は徐々に減少するように算出される遅角係数  $K C S$ （0 以上 1 以下の値に設定される）と、最大遅角量  $D I G K M A X$  とを乗算することにより算出される。ノッキング発生状況に応じたノッキング遅角補正量  $D I G K C S$  の算出手法は公知のものであり、例えば特許第 4087265 号公報に示されている。

[0106] ステップS36では、下記式(43)に基本ノック限界点火時期IGKNOCKB、圧縮比ノッキング補正量DCMPR、EGRノッキング補正量DEGRT、及びノッキング遅角補正量DIGKCSを適用し、ノック限界点火時期IGKNOCKを算出する。

$$\text{IGKNOCK} = \text{IGKNOCKB} + \text{DCMPR} + \text{DEGRT} - \text{DIGKCS} \quad (43)$$

[0107] なお、本実施形態では、燃料噴射弁6の開弁時間、すなわち燃料噴射量TOUTも、全EGR率REGRTを用いて算出される。

[0108] 図19は、充填効率 $\eta_c$ と基本ノック限界点火時期IGKNOCKBとの関係を示す図であり、図19(a)に示す実線は、パージガス供給時において吸入空気量GAIRCYLに応じて基本ノック限界点火時期IGKNOCKBを算出した例を示し、図19(b)に示す実線は、パージガス供給時において補正吸入空気量GAIRCYLCに応じて基本ノック限界点火時期IGKNOCKBを算出した例を示す。

[0109] 図19に示す記号□及び△は、実際のノック限界点火時期を示し、それぞれパージガスが25%流入した状態及び75%流入した状態に対応する。すなわち、吸入空気量GAIRCYLに応じて基本ノック限界点火時期IGKNOCKBを算出した場合には、基本ノック限界点火時期IGKNOCKBが実際のノック限界点火時期より遅角側の値となり、基本ノック限界点火時期IGKNOCKBの設定誤差が大きくなる。

[0110] これに対し、補正吸入空気量GAIRCYLCに応じて基本ノック限界点火時期IGKNOCKBを算出した場合には、基本ノック限界点火時期IGKNOCKBと、実際のノック限界点火時期との差はほとんどなくなり、基本ノック限界点火時期IGKNOCKBの設定精度を高めることができる。

[0111] 図20は、第1の制御動作例を示すタイムチャートであり、検出吸入空気量流量GAIR(同図(a))、算出される吸入空気量GAIRCYL(同図(b))、点火時期のノッキング遅角補正量DIGKCS(同図(c))、及び点火時期IGLOG(同図(d))の推移を示す。この例は、吸入空

気流量センサ 13 の故障または蒸発燃料通路 25 の異常（配管外れ）による新気の流入が発生している状態に対応する。図 20（a）の一点鎖線は真の吸入空気流量  $G A I R T$  を示す。

[0112] 時刻  $t_0$  から検出吸入空気量流量  $G A I R$  が真の値  $G A I R T$  からずれ始めると、時刻  $t_1$  までは吸入空気量  $G A I R C Y L$  は、検出吸入空気量  $G A C Y L T M P$  に設定されるため、検出吸入空気量流量  $G A I R$  と同様に減少し、時刻  $t_1$  以後は下限値  $G A C L M L$  に設定される。そのため、時刻  $t_1$  の少し前までは検出吸入空気量  $G A C Y L T M P$  の減少に対応して点火時期  $I G L O G$  が増加する。一方ノッキング遅角補正量  $D I G K C S$  は、時刻  $t_0$  以後徐々に増加するので、点火時期  $I G L O G$  は時刻  $t_1$  の少し前から減少する。その後ノッキング遅角補正量  $D I G K C S$  は、時刻  $t_2$  において最大遅角量  $D I G K M A X$ （遅角限界値）に達する。その結果、図 11 のステップ S 110 の答が肯定（YES）となり、かつステップ S 112 の答が否定（NO）となって（ $G A C Y L T M P \leq G A C L M L$ ）、吸入空気量  $G A C Y L$  が基準吸入空気量  $G A C Y L R E F$  に設定される。これにより、点火時期  $I G L O G$  が基準吸入空気量  $G A C Y L R E F$  に対応する値にステップ的に変化し、時刻  $t_2$  以後においてノッキング遅角補正量  $D I G K C S$  は徐々に減少する。

[0113] 時刻  $t_3$  から検出吸入空気流量  $G A I R$  が増加し始め、時刻  $t_4$  において検出吸入空気量  $G A C Y L T M P$  が下限値  $G A C L M L$  を超えて、図 11 のステップ S 112 の答が肯定（YES）となる。したがって、吸入空気量  $G A I R C Y L$  は徐々に検出吸入空気量  $G A C Y L T M P$  へ移行する。ノッキング遅角補正量  $D I G K C S$  は時刻  $t_2$  の少し後から時刻  $t_4$  までは徐々に減少し、時刻  $t_4$  の少し後から吸入空気量  $G A I R C Y L$  の変化にともなって変化する。

[0114] 図 20 に示す例では、修正吸気圧  $P B A M$  に応じて算出される第 2 基本基準吸入空気量  $G A C Y L R E F 2$  が真の吸入空気量とほぼ一致するので、図 11 のステップ S 106 の答が否定（NO）となり、基準吸入空気量  $G A C$

YLREFは第2基本基準吸入空気量GACYLREF2に設定される。そして、時刻t2からt4までの期間は、吸入空気量GAIRCYLが基準吸入空気量GACYLREFに設定されるので、ノッキングの発生が防止される（したがって、ノッキング遅角補正量DIGKCSが徐々に減少する）。

[0115] 図21は、第2の制御動作例を示すタイムチャートであり、検出吸入空気量流量GAIR（同図（a））、算出される吸入空気量GAIRCYL（同図（b））、点火時期のノッキング遅角補正量DIGKCS（同図（c））、空燃比判定パラメータKAFDET（同図（d））及び点火時期IGLOG（同図（e））の推移を示す。この例は、排気還流通路22の異常（配管外れ）による新気の流入が発生している状態に対応する。図21（a）及び（b）の一点鎖線は、それぞれ真に吸入空気流量GAIRT及び対応する真の吸入空気量GAIRCYL Tを示す。

[0116] この例では、修正吸気圧PBAMは、排気還流通路22が正常であって排気還流が行われている状態とほぼ同一となるため、修正吸気圧PBAMに応じて算出される第2基本基準吸入空気量GACYLREF2は、真の吸入空気量GAIRCYL Tから大きくずれずれる。したがって、検出吸入空気量GACYLTMPが真の値GAIRCYL Tからずれ始めても、基準吸入空気量GACYLREF（=GACYLREF2）は変化しない。

[0117] 一方、真の吸入空気量GAIRCYL Tは増加するため、空燃比補正係数KAFが増加し、空燃比判定パラメータKAFDETが増加する。そして空燃比判定パラメータKAFDETは、時刻t11の少し前に所定異常範囲RABLN（ $KAFX \pm DKAFX$ ）に入る。またノッキング遅角補正量DIGKCSは、吸入空気量GAIRCYLが真の吸入空気量GAIRCYL Tからずれているため、時刻t10以後徐々に増加し、時刻t12において最大遅角量DIGKMAXに達する。

[0118] その結果、図11のステップS106及びS110の答がともに肯定（YES）となり、基準吸入空気量GACYLREFは第2基本基準吸入空気量GAIRCREF2に空燃比判定パラメータKAFDET（ $=KAF/KR$

E F X) を乗算した値に設定される (ステップ S 1 0 8)。これにより、下限値 G A C L M L が増加し、ステップ S 1 1 2 の答が否定 (N O) となり、吸入空気量 G A I R C Y L がステップ S 1 0 8 で算出された基準吸入空気量 G A C Y L R E F に設定される (ステップ S 1 1 4)。したがって、吸入空気量 G A I R C Y L 及び基準吸入空気量 G A C Y L R E F が真の吸入空気量 G A I R C Y L T とほぼ一致する。

[0119] 時刻  $t_{13}$  から真の吸入空気流量 G A I R T が減少するため、空燃比判定パラメータ K A F D E T、基準吸入空気量 G A C Y L R E F、及び下限値 G A C L M が減少し、時刻  $t_{14}$  において検出吸入空気量 G A C Y L T M P が下限値 G A C L M L を超えて、図 1 1 のステップ S 1 1 2 の答が肯定 (Y E S) となる。したがって、吸入空気量 G A I R C Y L は徐々に検出吸入空気量 G A C Y L T M P へ移行する。ノッキング遅角補正量 D I G K C S は時刻  $t_{12}$  の少し後から時刻  $t_{14}$  までは徐々に減少し、時刻  $t_{14}$  の少し後から吸入空気量 G A I R C Y L の変化にともなって変化する。

[0120] この例では、ノッキング遅角補正量 D I G K C S が最大遅角量 D I G K M A X に到達すると、基準吸入空気量 G A C Y L R E F は第 2 基本基準吸入空気量 G A C Y L R E F 2 に空燃比判定パラメータ K A F D E T (= K A F / K R E F X) を乗算した値に設定される。そして、時刻  $t_{12}$  から  $t_{14}$  までの期間は、吸入空気量 G A I R C Y L が基準吸入空気量 G A C Y L R E F に設定されるので、ノッキングの発生が防止される (したがって、ノッキング遅角補正量 D I G K C S が徐々に減少する)。このように排気還流通路 2 2 の配管外れの場合には、修正吸気圧 P B A M に応じて算出される第 2 基本基準吸入空気量 G A I R C R E F 2 では、真の吸入空気量 G A I R C Y L T を近似することはできないので、第 2 基本基準吸入空気量 G A I R C R E F 2 を空燃比補正係数 K A F 及び学習値 K R E F X を用いて補正することにより、真の吸入空気量 G A I R C Y L T に近い値に設定された吸入空気量 G A I R C Y L を用いて、適切な制御を行うことができる。

[0121] 以上のように本実施形態では、スロットル弁 3 を全開にした状態に対応す

る吸入空気量である理論全開空気量 $GAWOT$ が、吸気弁作動位相 $CAIN$ 及びエンジン回転数 $NE$ に応じて算出され、還流排気量が「0」である仮想的な状態に対応する理論吸入空気量 $GATH$ が、理論全開空気量 $GAWOT$ 及び吸気圧 $PBA$ に応じて算出される。さらに蒸発燃料通路25を介して吸気通路2に供給されるパージガス量 $GPGC$ が算出され、パージガス量 $GPGC$ を用いて吸入空気量 $GAIRCYL$ を補正して吸入ガス量 $GINGASCYL$ が算出され、吸入ガス量 $GINGASCYL$ と理論吸入空気量 $GATH$ とを用いて全EGR率 $REGRT$ が算出され、全EGR率 $REGRT$ を用いて点火時期制御が行われる。また検出当量比 $KACT$ に応じて空燃比補正係数 $KAF$ が算出されるとともに、空燃比補正係数 $KAF$ の学習値 $KREFX$ が算出され、修正吸気圧 $PBAM$ 、エンジン回転数 $NE$ 、空燃比補正係数 $KAF$ 、及び学習値 $KREFX$ を用いて基準吸入空気量 $GACYLREF$ が算出され、さらに基準吸入空気量 $GACYLREF$ に応じて吸入空気量の下限值 $GACLMH$ が算出されるとともに、理論吸入空気量 $GATH$ に応じて上限値 $GACLMH$ が算出され、検出吸入空気量 $GACYL TMP$ をその上下限值 $GACLMH$ 、 $GACLMH$ の範囲内に制限するリミット処理が行われる。

[0122] したがって、比較的簡単な演算によって蒸発燃料混合気も考慮した正確な全EGR率 $REGRT$ が得られ、点火時期制御の精度を高めることができる。また、修正吸気圧 $PBAM$ 及びエンジン回転数 $NE$ とともに、燃焼混合気の実空燃比が反映される空燃比補正係数 $KAF$ 及びその学習値 $KREFX$ を用いて下限値 $GACLMH$ の設定が行われるので、例えば吸入空気流量センサ13の故障時や蒸発燃料通路25または排気還流通路22の配管外れなどが発生した場合に、検出吸入空気量 $GACYL TMP$ を下限値 $GACLMH$ 以上の範囲内に制限するリミット処理を適切に行い、点火時期の制御精度が大きく悪化する事態を回避することができる。さらに蒸発燃料通路25を介して吸気通路2に供給されるパージガス量 $GPGC$ により補正された吸入ガス量 $GINGASCYL$ を用いて、全EGR率 $REGRT$ が算出されるので

、パージガスが供給されている状態においても正確な排気還流率を得ることができる。

[0123] またノッキングの検出頻度が高くなるほど増加するようにノッキング遅角補正量  $DIGKCS$  が算出され、そのノッキング遅角補正量  $DIGKCS$  を用いて点火時期制御が行われる。ノッキング遅角補正量  $DIGKCS$  が最大遅角量  $DIGKMAX$  に達したときは、吸入空気量  $GAIRCYL$  を基準吸入空気量  $GACYLREF$  に置換するフェールセーフ処理が行われるので、検出吸入空気量  $GACYLTMP$  が実際の吸入空気量  $GAIRCYLT$  から大きくずれた状態において、ノッキングの発生を確実に防止することができる。

[0124] また排気還流通路 22 を介して吸気通路 2 に流入するガス量の推定値である推定還流ガス量  $GEGREXE$  が算出され、空燃比判定パラメータ  $KAFDET$  が、検出吸入空気量  $GACYLTMP$  及び推定還流ガス量  $GEGREXE$  に応じて設定される所定範囲  $RABNL$  ( $KAFX \pm DKAFX$ ) 内にあるときに排気還流通路 22 が異常であると判定される。そして、排気還流通路 22 による外部排気還流率目標値  $REGREXCMD$  が所定値  $REGREXTH$  以上であり、かつエンジン 1 が所定高負荷運転状態にあり、かつ排気還流通路 22 が異常であると判定され、かつノッキング遅角補正量  $DIGKCS$  が最大遅角量  $DIGKMAX$  に達したときは、吸入空気量  $GAIRCYL$  が、空燃比判定パラメータ  $KAFDET$  を用いて修正された基準吸入空気量  $GACYLREF$  に置換するフェールセーフ処理が行われる。

[0125] 排気還流通路 22 の配管外れが発生した場合においては、修正吸気圧  $PBAM$  に応じて算出される第 2 基本基準吸入空気量  $GACYLREF2$  が実際の吸入空気量  $GAIRCYLT$  から大きくずれるので、空燃比判定パラメータ  $KAFDET$  を乗算して修正された基準吸入空気量  $GACYLREF$  を適用することによって、実際の吸入空気量  $GAIRCYLT$  を精度良く近似することができる。したがって、吸入空気量  $GAIRCYL$  を修正された基準吸入空気量  $GACYLREF$  に置換することによって、排気還流通路 22 の

配管外れが発生し、排気還流通路 22 から吸気通路 2 に新気が流入するような場合において、ノッキングの発生を確実に防止することができる。また、空燃比補正係数  $KAF$  を学習値  $KREFX$  で除算することにより得られ空燃比判定パラメータ  $KAFDET$  を用いることにより、燃料噴射弁 6 や吸入空気流量センサ 13 の特性ばらつきの影響を排除し、精度の高い修正を行うことができる。

[0126] また最適点火時期  $IGMBT$  が全  $EGR$  率  $REGRT$  に応じて算出されるので、内部排気還流まで考慮された高精度の最適点火時期  $IGMBT$  を得ることができる。また全  $EGR$  率  $REGRT$  と最適点火時期  $IGMBT$  との関係は、吸気弁作動位相  $CAIN$  や外部排気還流の有無の影響を受けないことが確認されているので (図 7)、全  $EGR$  率  $REGRT$  に応じて最適点火時期  $IGMBT$  を設定することにより、エンジン運転状態に適した最適点火時期  $IGMBT$  を簡便に算出することができる。そして、算出された最適点火時期  $IGMBT$  を用いて点火時期制御を行うことにより、エンジンの出力性能を十分に発揮させることができる。

[0127] またパージガス中の蒸発燃料濃度を示す蒸発燃料濃度係数  $KAFEVACT$  が算出され、パージガス量  $GPGC$  及び蒸発燃料濃度係数  $KAFEVACT$  に応じて算出される二次新気量  $GPGACYL$  を用いて吸入空気量  $GAI R CYL$  を補正して補正吸入空気量  $GAI R CYL C$  が算出され、基本ノック限界点火時期  $IGKNOCKB$  がエンジン回転数  $NE$  及び補正吸入空気量  $GAI R CYL C$  に応じて算出される。さらに全  $EGR$  率  $REGRT$  に応じて  $EGR$  ノッキング補正量  $DEGRT$  が算出され、基本ノック限界点火時期  $IGKNOCKB$  を、 $EGR$  ノッキング補正量  $DEGRT$  により補正することによりノック限界点火時期  $IGKNOCK$  が算出される。

[0128] ノック限界点火時期  $IGKNOCK$  は全  $EGR$  率  $REGRT$  との相関性が高いので (図 9 参照)、全  $EGR$  率  $REGRT$  に応じて算出される  $EGR$  ノッキング補正量  $DEGRT$  による補正を行うことにより、ノッキングを確実に回避可能な範囲でエンジン出力を最大化する点火時期制御を高精度に行う

ことができる。また、蒸発燃料通路25を介してパージガスが吸気通路2に供給されるときは、気筒に吸入される新気量は、吸入空気量 $G A I R C Y L$ に二次新気量 $G P G A C Y L$ を加算したものとなるので、全EGR率 $R E G R T$ 及び補正吸入空気量 $G A I R C Y L C$ に応じてノック限界点火時期 $I G K N O C K$ を算出することにより、ノック限界点火時期 $I G K N O C K$ の算出精度を高めることができる。

[0129] また吸気弁作動位相 $C A I N$ に応じて圧縮比ノッキング補正量 $D C M P R$ が算出され、基本ノック限界点火時期 $I G K N O C K B$ が圧縮比ノッキング補正量 $D C M P R$ により補正されるので、吸気弁作動位相 $C A I N$ をエンジン運転状態に応じて変化させる場合においても正確なノック限界点火時期 $I G K N O C K$ を得ることができる。

[0130] より具体的には、吸気弁作動位相 $C A I N$ に応じてエンジンの実効圧縮比 $C M P R$ が算出され、該実効圧縮比 $C M P R$ に応じて圧縮比ノッキング補正量 $D C M P R$ が算出される。ノック限界点火時期 $I G K N O C K$ は実効圧縮比 $C M P R$ に依存して変化するので、吸気弁作動位相 $C A I N$ に応じて実効圧縮比 $C M P R$ を算出し、その実効圧縮比 $C M P R$ に応じて基本ノック限界点火時期 $I G K N O C K B$ を補正することにより、より適切な補正を行うことができる。

[0131] 本実施形態では、クランク角度位置センサ11及び吸気圧センサ8が、回転数検出手段及び吸気圧検出手段に相当し、吸入空気流量センサ13が吸入空気量検出手段に相当し、LAFセンサ24が空燃比検出手段に相当し、ノックセンサ14がノッキング検出手段の一部を構成し、ECU5が、全開吸入空気量算出手段、理論吸入空気量算出手段、蒸発燃料混合気量算出手段、吸入ガス量算出手段、空燃比補正量算出手段、学習値算出手段、基準吸入空気量算出手段、下限値設定手段、リミット処理手段、排気還流率算出手段、蒸発燃料濃度算出手段、補正吸入空気量算出手段、最適点火時期算出手段、ノック限界点火時期算出手段、推定還流ガス量算出手段、異常判定手段、ノッキング検出手段の一部、遅角補正量算出手段、及びフェールセーフ処理手

段を構成する。具体的には、図10のステップS11及びS12が全開吸入空気量算出手段に相当し、ステップS13が理論吸入空気量算出手段に相当し、ステップS15が吸入ガス量算出手段に相当し、ステップS15が排気還流率算出手段に相当し、図11のステップS102～S108が基準吸入空気量算出手段に相当し、ステップS109が下限値設定手段に相当し、ステップS118～S120がリミット処理手段に相当し、ステップS110～S115がフェールセーフ処理手段に相当し、図13のステップS61～S68が蒸発燃料混合気量算出手段に相当し、図14の処理が蒸発燃料濃度算出手段に相当し、図15のステップS21が最適点火時期算出手段に相当し、図16の処理がロック限界点火時期算出手段に相当し、図17の処理が補正吸入空気量算出手段に相当する。

[0132] なお本発明は上述した実施形態に限るものではなく、種々の変形が可能である。例えば、上述した実施形態では、図11に示す処理は図22に示すように変形してもよい。図22の処理は、図11のステップS104を削除し、ステップS103をステップS103aに変えたものである。ステップS103aでは、エンジン回転数NE及び修正吸気圧PBAM（並びに吸気弁作動位相CAIN）に応じて、GACYLREF1マップを検索することにより、第1基本基準吸入空気量GACYLREF1を算出する。GACYLREF1マップは、図11のステップS103及びS104によって算出される第1基本基準吸入空気量GACYLREF1をマップとして設定したものに相当する。

[0133] また上述した実施形態では、排気還流通路22による外部排気還流が行われる内燃機関の制御に本発明を適用した例を示したが、外部排気還流が行われない（内部排気還流のみが行われる）内燃機関の制御にも本発明は適用可能である。

[0134] また上述した実施形態では、吸気弁作動位相CAINに応じて実効圧縮比CMP Rを算出し、実効圧縮比CMP Rに応じて圧縮比ノッキング補正量DCMP Rを算出するようにしたが、吸気弁作動位相CAINに応じて直接、

圧縮比ノッキング補正量DCMPRを算出するようにしてもよい。また、吸気弁作動位相が固定されている内燃機関の制御にも本発明は適用可能である。

[0135] また本発明は、クランク軸を鉛直方向とした船外機などのような船舶推進機用エンジンなどの制御にも適用が可能である。

### 符号の説明

- [0136]
- 1 内燃機関
  - 2 吸気通路
  - 3 スロットル弁
  - 5 電子制御ユニット（全開吸入空気量算出手段、理論吸入空気量算出手段、蒸発燃料混合気量算出手段、吸入ガス量算出手段、空燃比補正量算出手段、学習値算出手段、基準吸入空気量算出手段、下限値設定手段、リミット処理手段、排気還流率算出手段、蒸発燃料濃度算出手段、補正吸入空気量算出手段、最適点火時期算出手段、ノック限界点火時期算出手段、推定還流ガス量算出手段、異常判定手段、ノッキング検出手段の一部、遅角補正量算出手段、フェールセーフ処理手段)
  - 8 吸気圧センサ（吸気圧検出手段）
    - 1 1 クランク角度位置センサ（回転数検出手段）
    - 1 3 吸入空気流量センサ（吸入空気量検出手段）
    - 1 4 ノックセンサ（ノッキング検出手段）
    - 2 1 排気通路
    - 2 2 排気還流通路
    - 2 4 酸素濃度センサ（空燃比検出手段）
    - 2 5 蒸発燃料通路

## 請求の範囲

[請求項1]

内燃機関の吸気通路内に設けられたスロットル弁と、前記機関に燃料を供給する燃料タンク内で発生する蒸発燃料と空気の混合気である蒸発燃料混合気を前記吸気通路に供給する蒸発燃料通路とを備える内燃機関の制御装置において、

前記機関の回転数を検出する回転数検出手段と、

前記機関の吸気圧を検出する吸気圧検出手段と、

前記スロットル弁を全開にした状態に対応する吸入空気量である全開吸入空気量を、前記機関回転数に応じて算出する全開吸入空気量算出手段と、

前記機関の排気が燃焼室に還流されない状態に対応する理論吸入空気量を、前記全開吸入空気量及び前記吸気圧に応じて算出する理論吸入空気量算出手段と、

前記機関の吸入空気量を検出する吸入空気量検出手段と、

前記機関の排気通路において空燃比を検出する空燃比検出手段と、

検出される空燃比に応じて空燃比補正量を算出する空燃比補正量算出手段と、

前記空燃比補正量の学習値を算出する学習値算出手段と、

前記吸気圧及び機関回転数と、前記空燃比補正量及び学習値とを用いて基準吸入空気量を算出する基準吸入空気量算出手段と、

検出される吸入空気量の下限値を、前記基準吸入空気量に応じて設定する下限値設定手段と、

検出される吸入空気量を前記下限値以上の範囲内に制限するリミット処理を行うリミット処理手段と、

前記蒸発燃料通路を介して前記吸気通路に供給される蒸発燃料混合気量を算出する蒸発燃料混合気量算出手段と、

前記蒸発燃料混合気量を用いて、前記リミット処理後の吸入空気量を補正することにより、吸入ガス量を算出する吸入ガス量算出手段と

、  
前記理論吸入空気量及び吸入ガス量を用いて排気還流率を算出する排気還流率算出手段とを備え、

前記排気還流率を用いて前記機関を制御する制御装置。

[請求項2] 前記機関の出力を最大とする最適点火時期を前記排気還流率に応じて算出する最適点火時期算出手段をさらに備え、前記最適点火時期を用いて前記機関の点火時期制御を行う請求項1の制御装置。

[請求項3] 前記機関のノッキングを検出するノッキング検出手段と、  
該ノッキング検出手段によるノッキングの検出頻度が高くなるほど増加するように点火時期の遅角補正量を算出する遅角補正量算出手段と、

前記遅角補正量が遅角限界値に達したときは、前記リミット処理後の吸入空気量を前記基準吸入空気量に置換するフェールセーフ処理手段とをさらに備え、

前記遅角補正量を用いて前記機関の点火時期制御を行う請求項2の制御装置。

[請求項4] 前記機関は前記排気通路から前記吸気通路に排気を還流する排気還流通路を備え、

該排気還流通路を介して前記吸気通路に流入するガス量の推定値である推定還流ガス量を算出する推定還流ガス量算出手段と、

前記空燃比補正量を前記学習値で除算することにより得られる空燃比判定パラメータが、検出される吸入空気量及び推定還流ガス量に応じて設定される所定範囲内にあるときに前記排気還流通路が異常であると判定する異常判定手段とをさらに備え、

前記基準吸入空気量算出手段は、前記排気還流通路による外部排気還流率の目標値が所定値以上であり、かつ前記機関が所定高負荷運転状態にあり、かつ前記異常判定手段により前記排気還流通路が異常であると判定され、かつ前記遅角補正量が前記遅角限界値に達したとき

は、前記基準吸入空気量に前記空燃比判定パラメータを乗算することにより、前記基準吸入空気量を修正し、

前記フェールセーフ処理手段は、前記リミット処理後の吸入空気量を修正された基準吸入空気量に置換する請求項3の制御装置。

[請求項5]

前記蒸発燃料混合気中の蒸発燃料濃度を算出する蒸発燃料濃度算出手段と、

前記蒸発燃料混合気量及び蒸発燃料濃度に応じて算出される前記蒸発燃料混合気中の新気量を用いて前記吸入空気量を補正することにより補正吸入空気量を算出する補正吸入空気量算出手段と、

前記機関におけるノッキングの発生限界に対応するノック限界点火時期を、前記排気還流率及び補正吸入空気量に応じて算出するノック限界点火時期算出手段とをさらに備え、

前記最適点火時期またはノック限界点火時期の何れか遅角側の点火時期を用いて前記点火時期制御を行う請求項2から4の何れか1項の制御装置。

[請求項6]

内燃機関の吸気通路内に設けられたスロットル弁と、前記機関に燃料を供給する燃料タンク内で発生する蒸発燃料と空気の混合気である蒸発燃料混合気を前記吸気通路に供給する蒸発燃料通路とを備える内燃機関の制御方法であって、

a) 前記機関の回転数を検出し、

b) 前記機関の吸気圧を検出し、

c) 前記スロットル弁を全開にした状態に対応する吸入空気量である全開吸入空気量を、前記機関回転数に応じて算出し、

d) 前記機関の排気が燃焼室に還流されない状態に対応する理論吸入空気量を、前記全開吸入空気量及び前記吸気圧に応じて算出し、

e) 前記機関の吸入空気量を検出し、

f) 前記機関の排気通路において空燃比を検出し、

g) 検出される空燃比に応じて空燃比補正量を算出し、

- h) 前記空燃比補正量の学習値を算出し、
- i) 前記吸気圧及び機関回転数と、前記空燃比補正量及び学習値とを用いて基準吸入空気量を算出し、
- j) 検出される吸入空気量の下限値を、前記基準吸入空気量に応じて設定し、
- k) 検出される吸入空気量を前記下限値以上の範囲内に制限するリミット処理を行い、
- l) 前記蒸発燃料通路を介して前記吸気通路に供給される蒸発燃料混合気量を算出し、
- m) 前記蒸発燃料混合気量を用いて、前記リミット処理後の吸入空気量を補正することにより、吸入ガス量を算出し、
- n) 前記理論吸入空気量及び吸入ガス量を用いて排気還流率を算出するステップを備え、  
前記排気還流率を用いて前記機関を制御する制御方法。

[請求項7]

- o) 前記機関の出力を最大とする最適点火時期を前記排気還流率に応じて算出するステップをさらに備え、前記最適点火時期を用いて前記機関の点火時期制御を行う請求項6の制御方法。

[請求項8]

- p) 前記機関のノッキングを検出し、
- q) 前記ノッキングの検出頻度が高くなるほど増加するように点火時期の遅角補正量を算出し、
- r) 前記遅角補正量が遅角限界値に達したときは、前記リミット処理後の吸入空気量を前記基準吸入空気量に置換するステップをさらに備え、  
前記遅角補正量を用いて前記機関の点火時期制御を行う請求項7の制御方法。

[請求項9]

- 前記機関は前記排気通路から前記吸気通路に排気を還流する排気還流通路を備え、
- s) 該排気還流通路を介して前記吸気通路に流入するガス量の推定

値である推定還流ガスを算出し、

t) 前記空燃比補正量を前記学習値で除算することにより得られる空燃比判定パラメータが、検出される吸入空気量及び推定還流ガス量に応じて設定される所定範囲内にあるときに前記排気還流通路が異常であると判定するステップをさらに備え、

前記ステップ i) では、前記排気還流通路による外部排気還流率の目標値が所定値以上であり、かつ前記機関が所定高負荷運転状態にあり、かつ前記ステップ t) において前記排気還流通路が異常であると判定され、かつ前記遅角補正量が前記遅角限界値に達したときは、前記基準吸入空気量に前記空燃比判定パラメータを乗算することにより、前記基準吸入空気量を修正し、

前記ステップ t) では、前記リミット処理後の吸入空気量を修正された基準吸入空気量に置換する請求項 8 の制御方法。

[請求項10]

u) 前記蒸発燃料混合気中の蒸発燃料濃度を算出し、

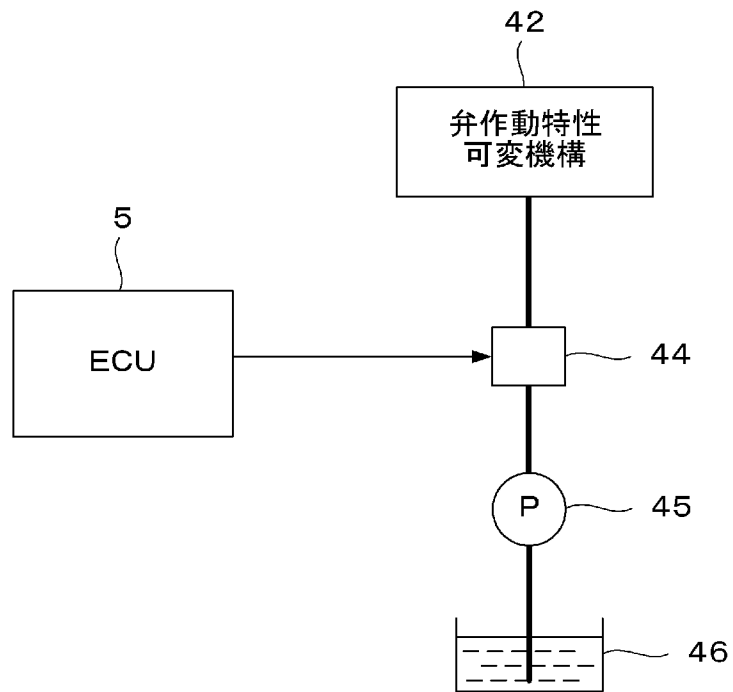
v) 前記蒸発燃料混合気量及び蒸発燃料濃度に応じて算出される前記蒸発燃料混合気中の新気量を用いて前記吸入空気量を補正することにより補正吸入空気量を算出し、

w) 前記機関におけるノッキングの発生限界に対応するノック限界点火時期を、前記排気還流率及び補正吸入空気量に応じて算出するステップさらに備え、

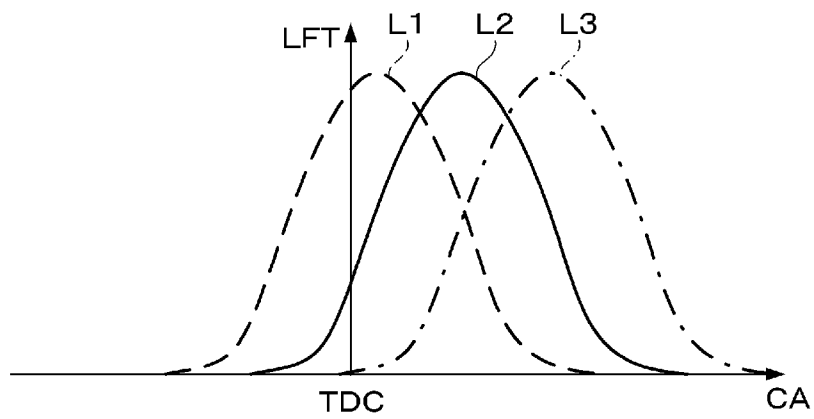
前記最適点火時期またはノック限界点火時期の何れか遅角側の点火時期を用いて前記点火時期制御を行う請求項 7 から 9 の何れか 1 項の制御方法。



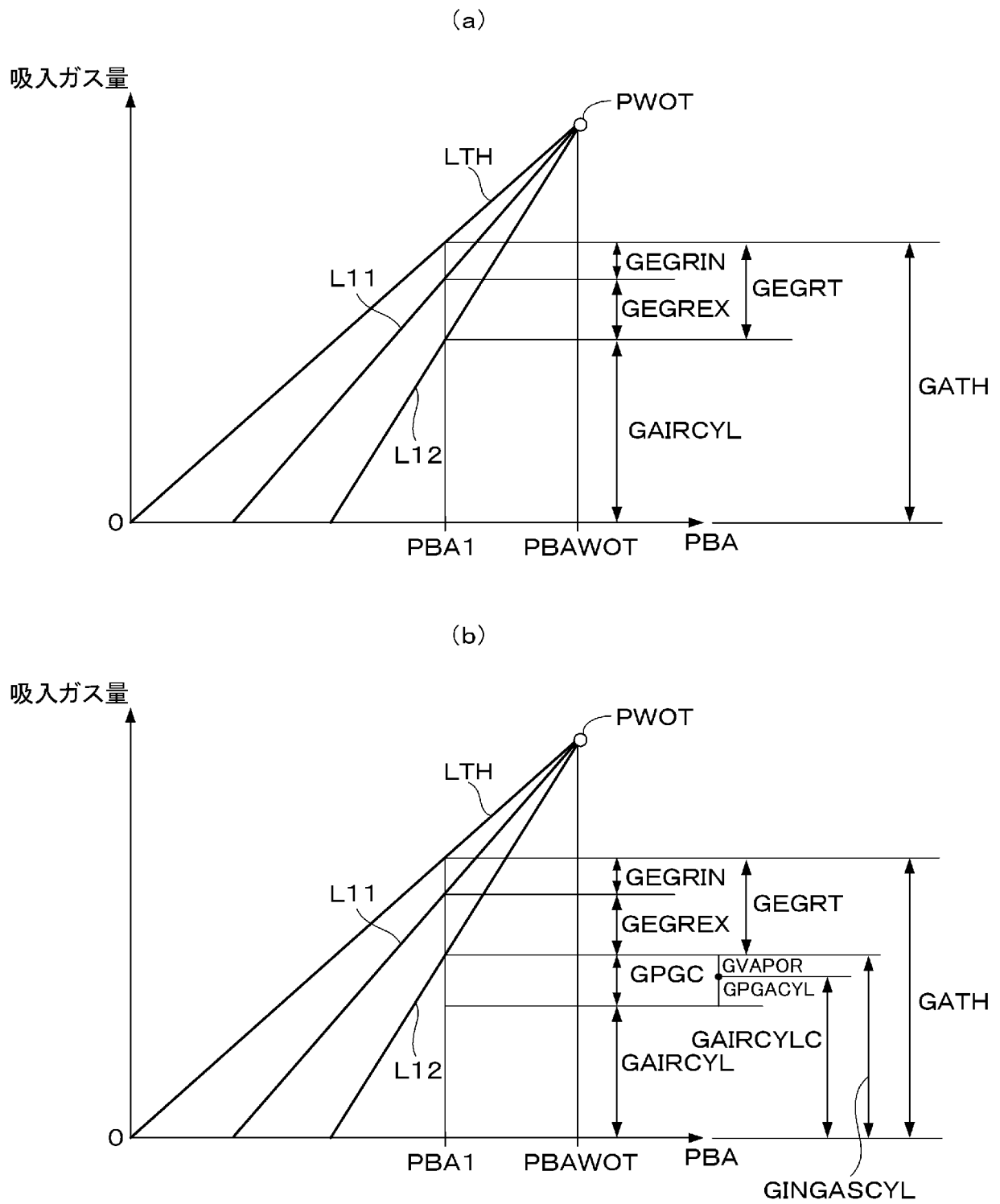
[図2]



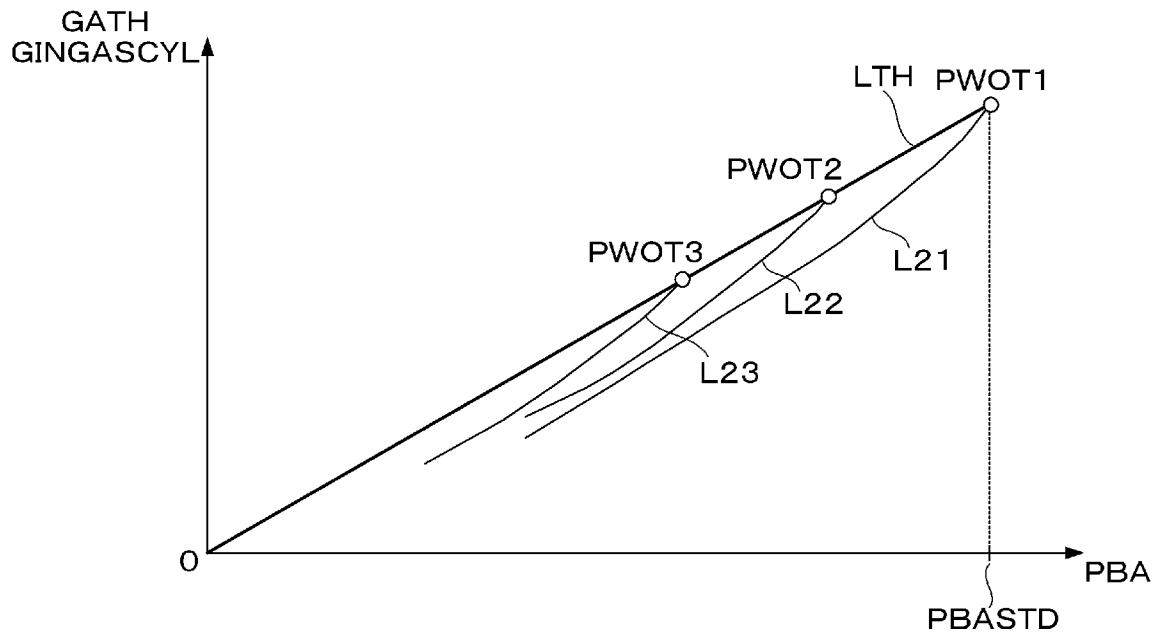
[図3]



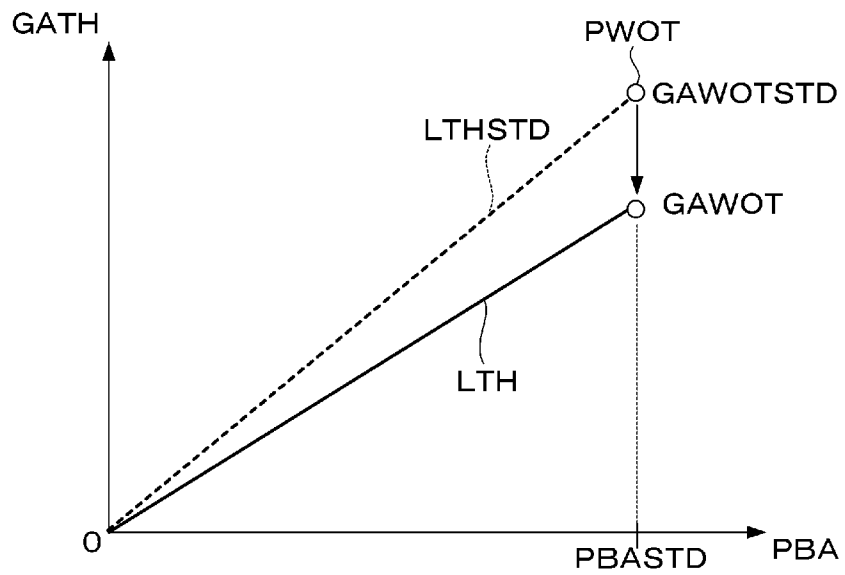
[図4]



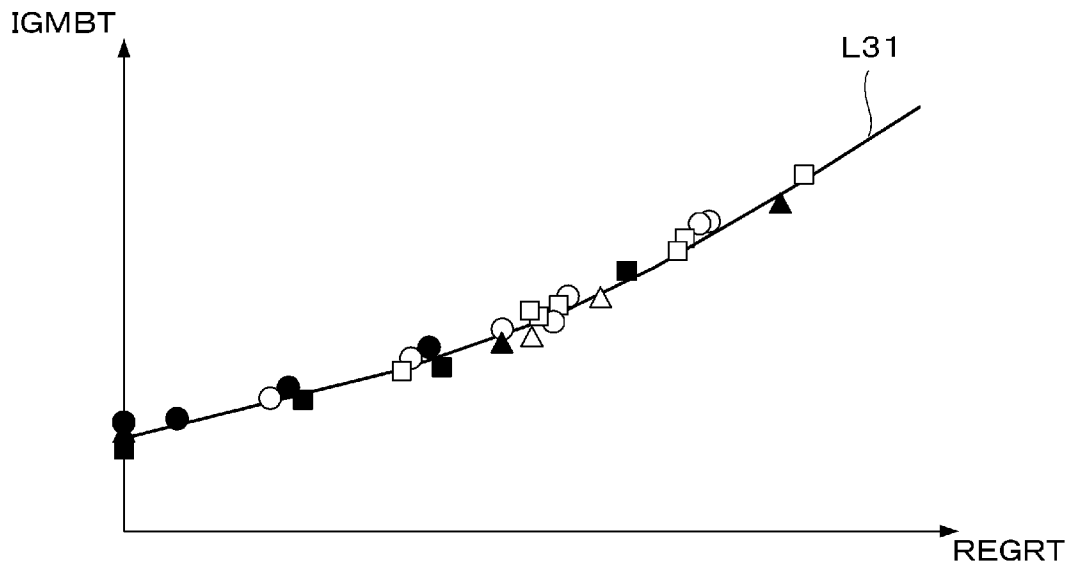
[図5]



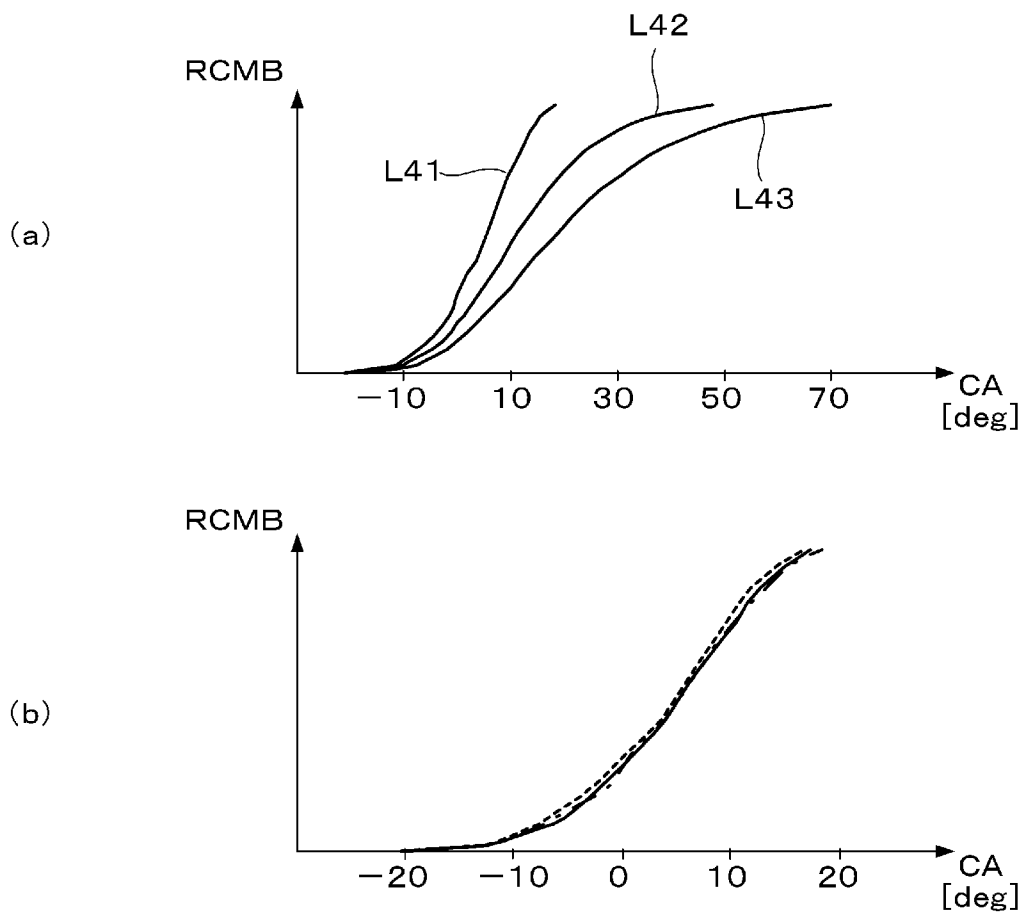
[図6]



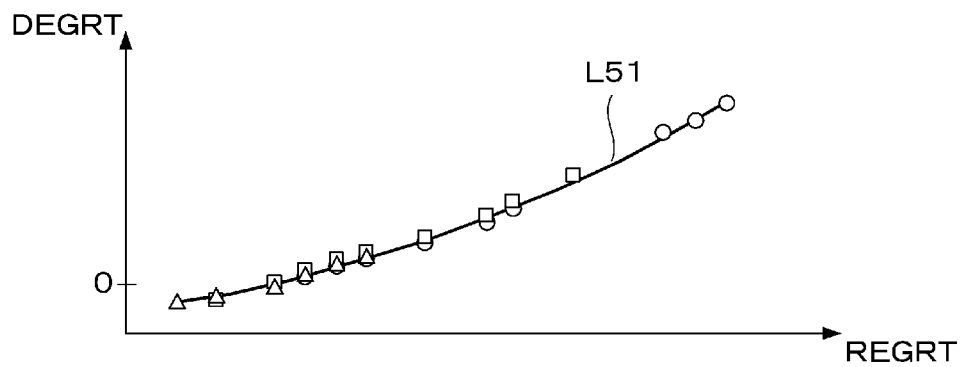
[図7]



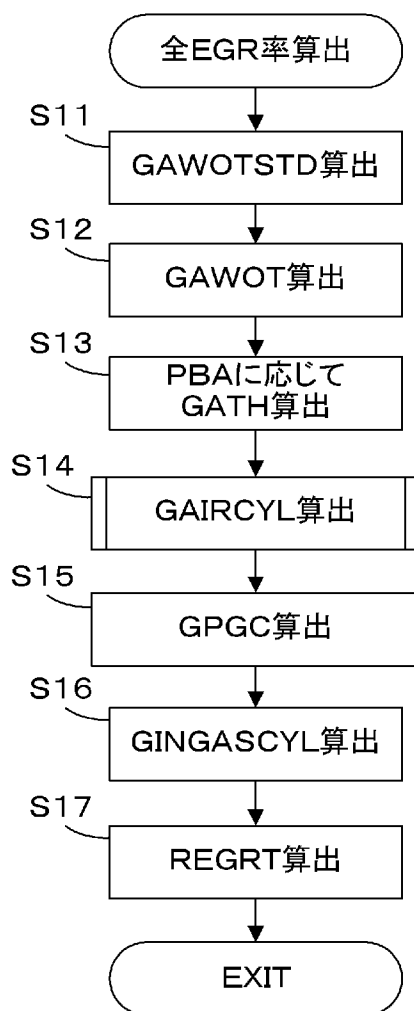
[図8]



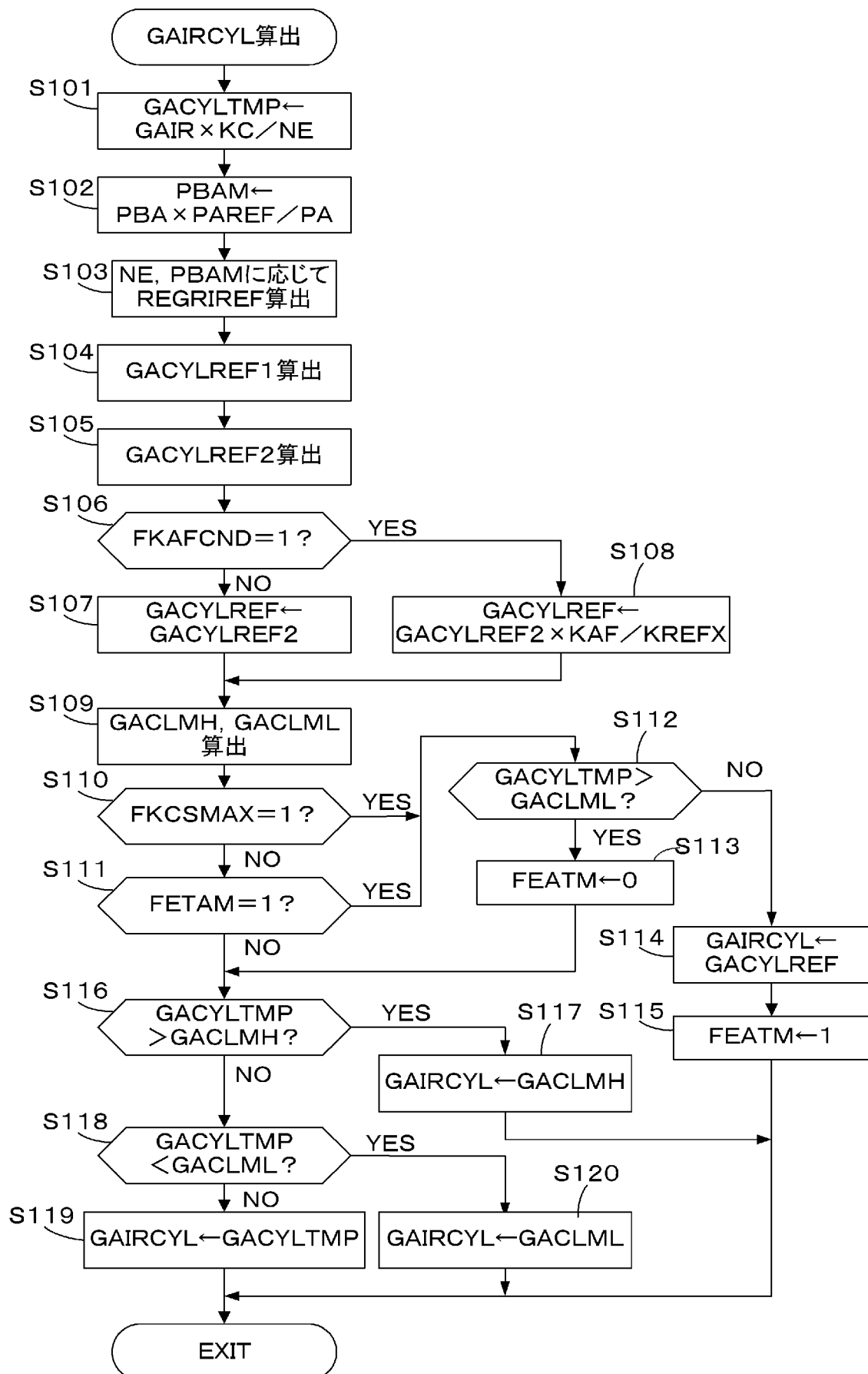
[図9]



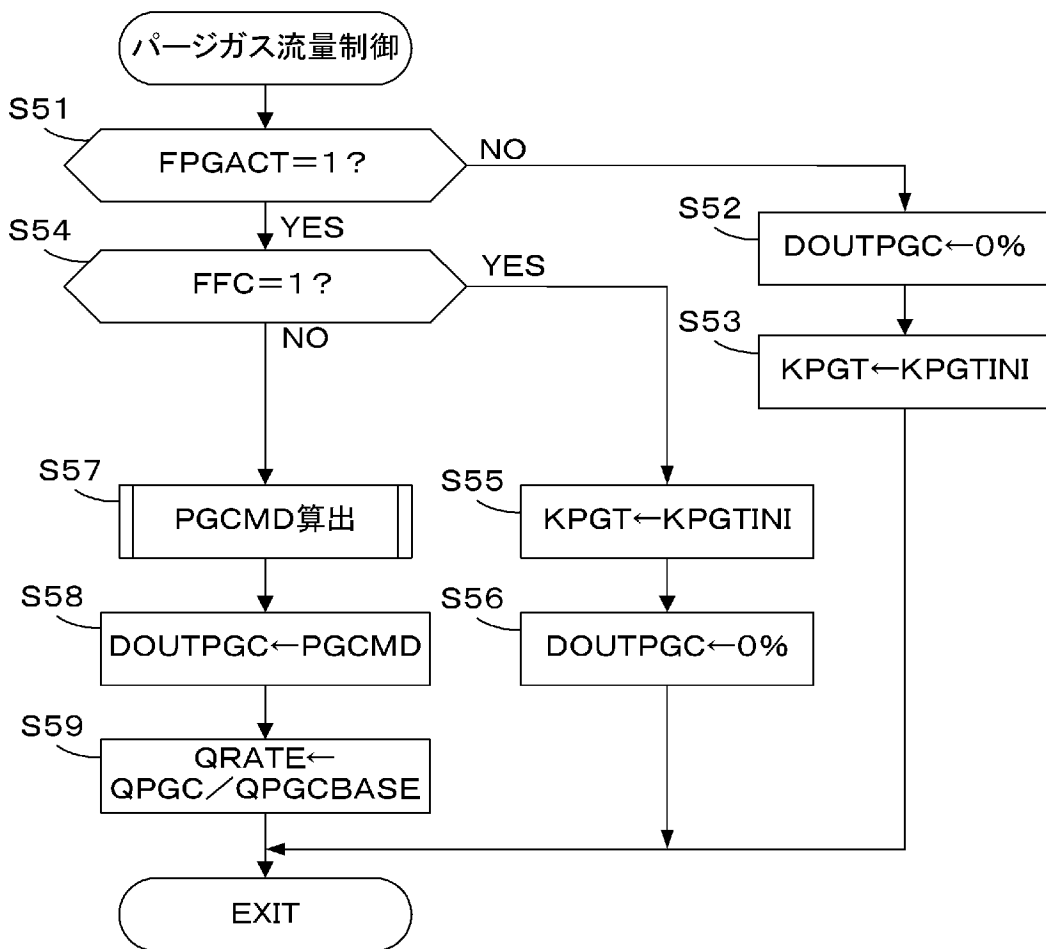
[図10]



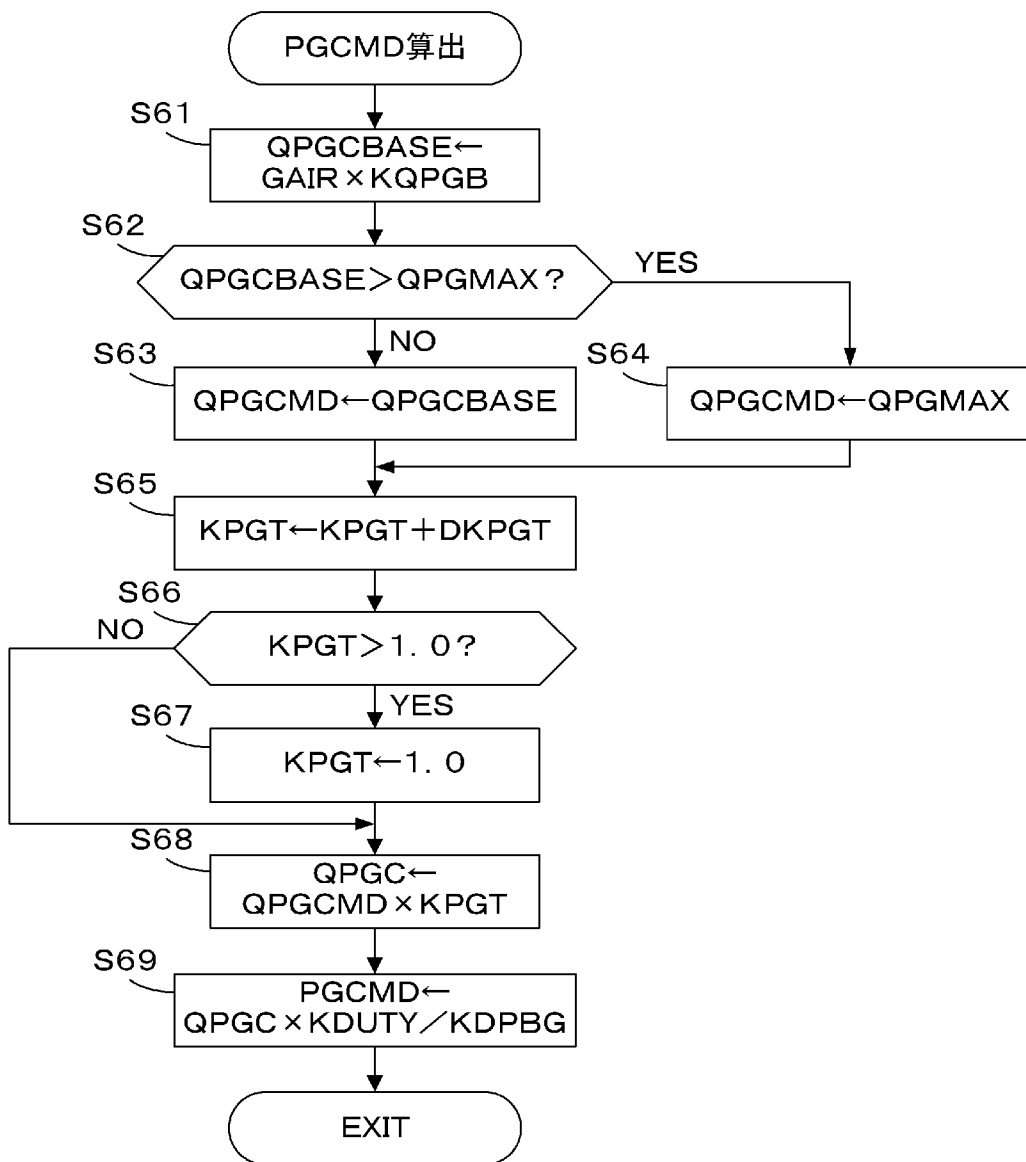
[図11]



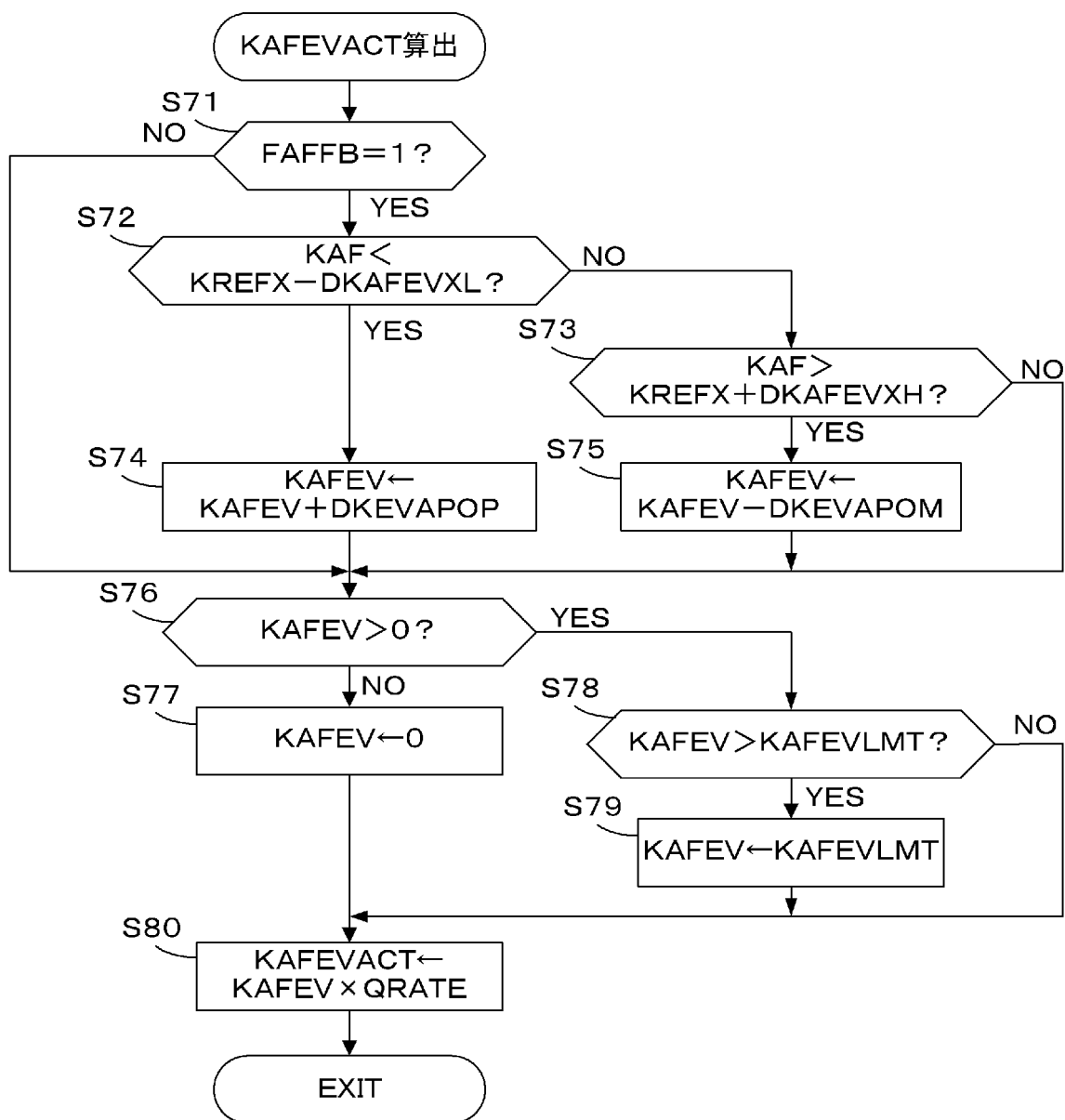
[図12]



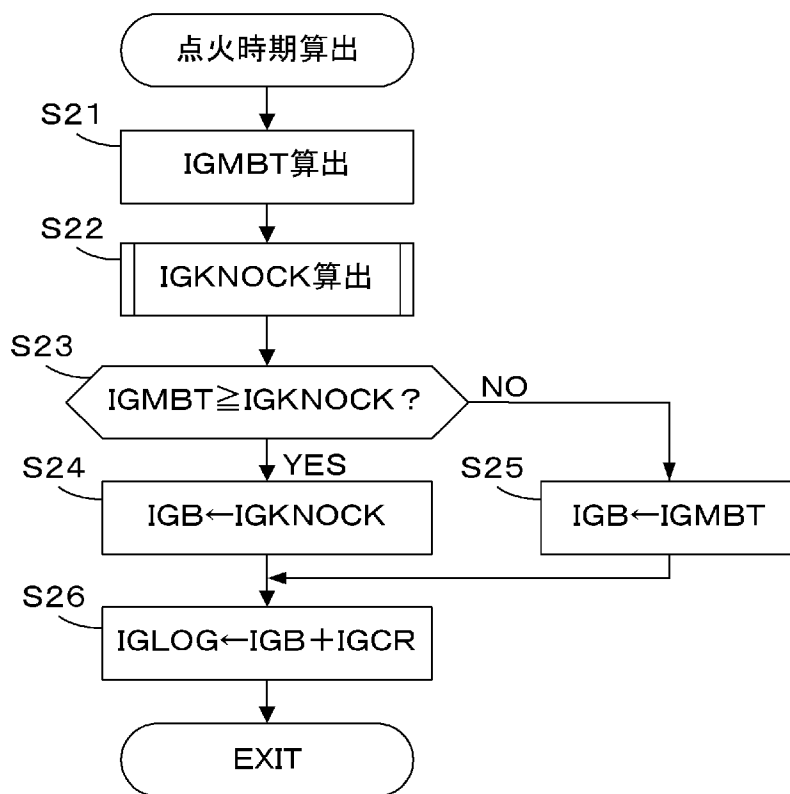
[図13]



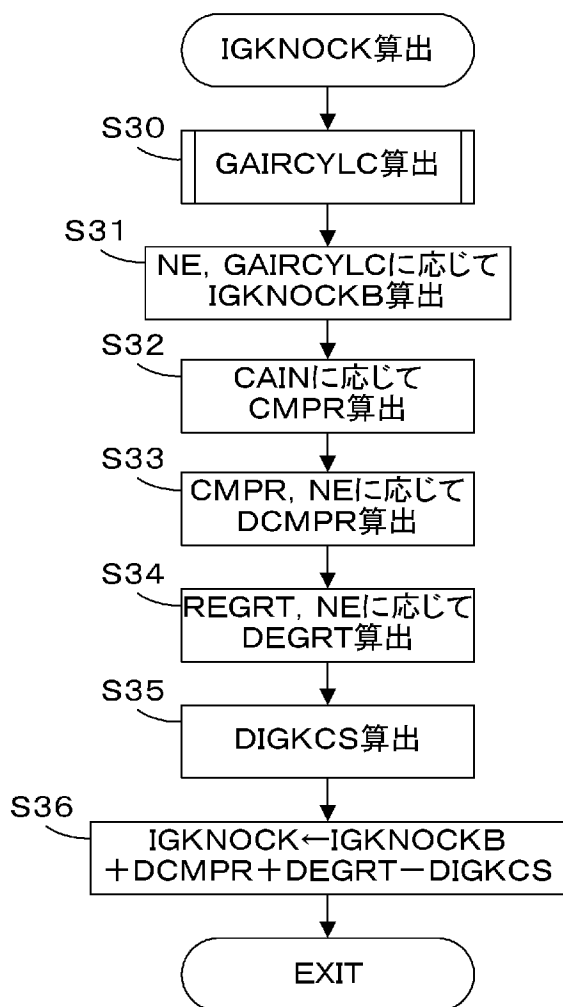
[図14]



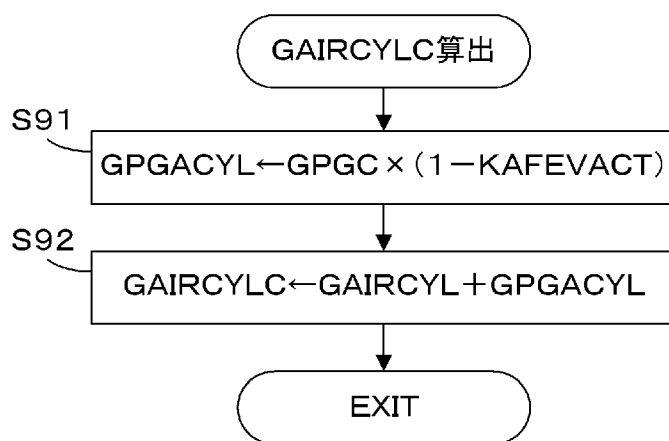
[図15]



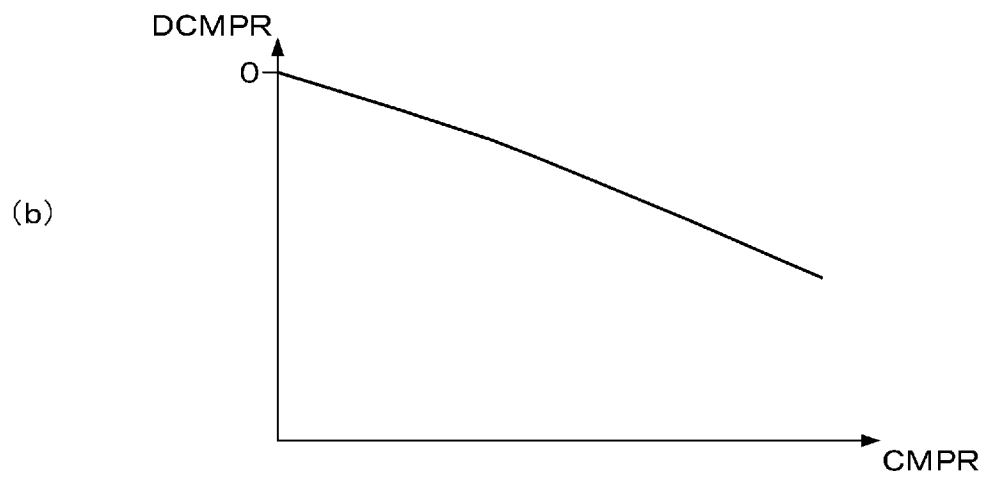
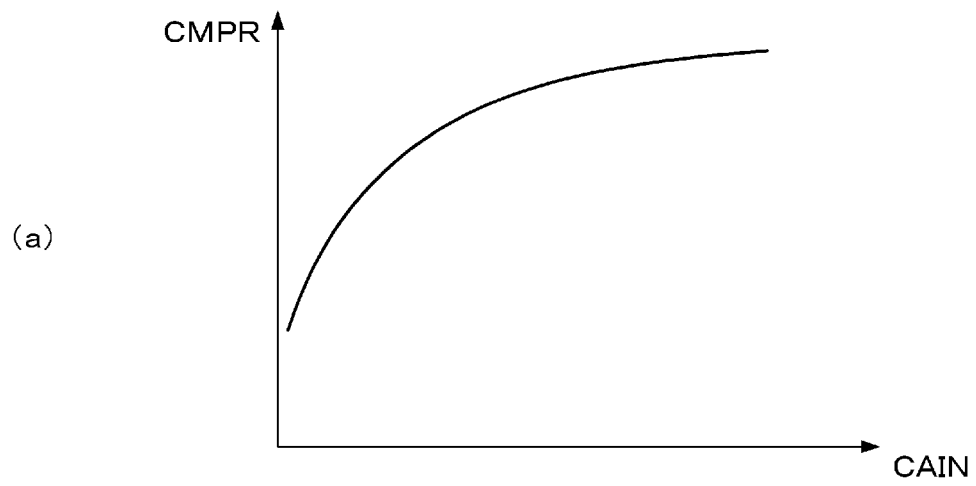
[図16]



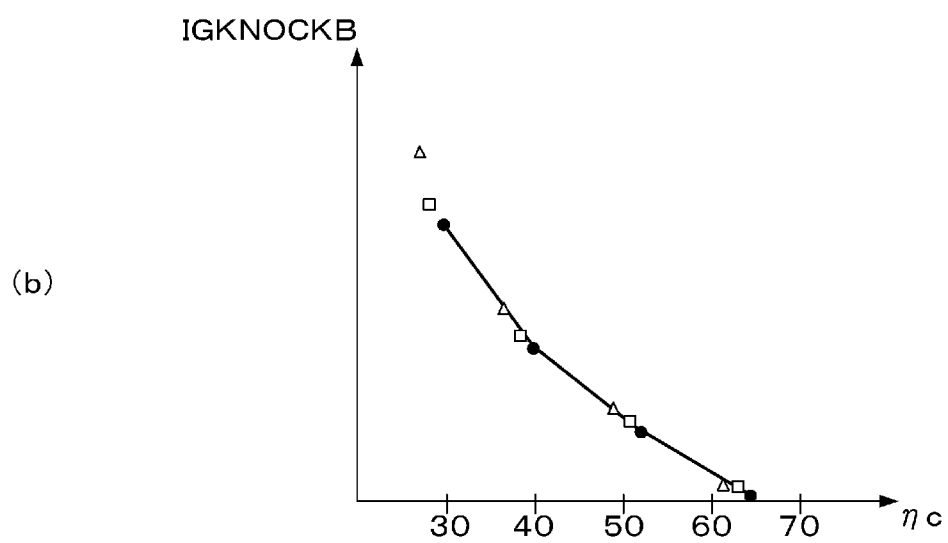
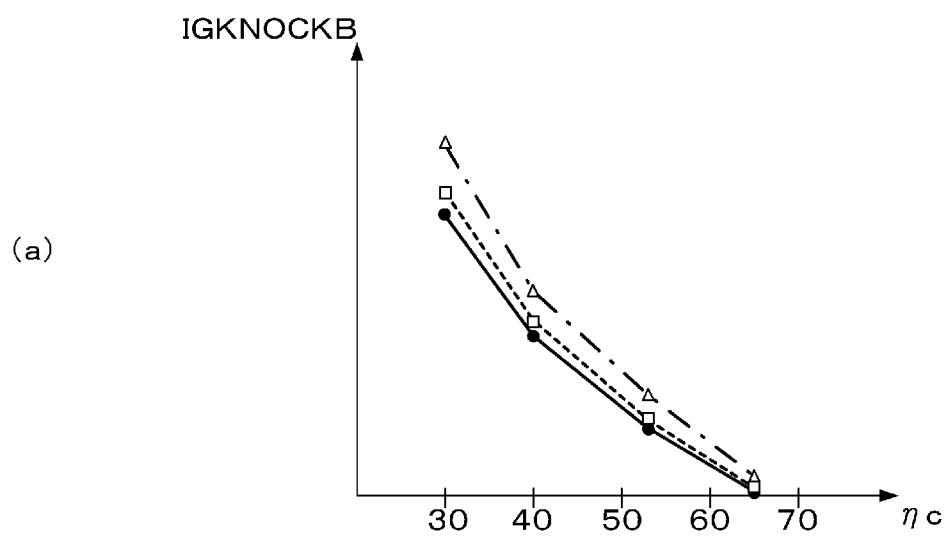
[図17]



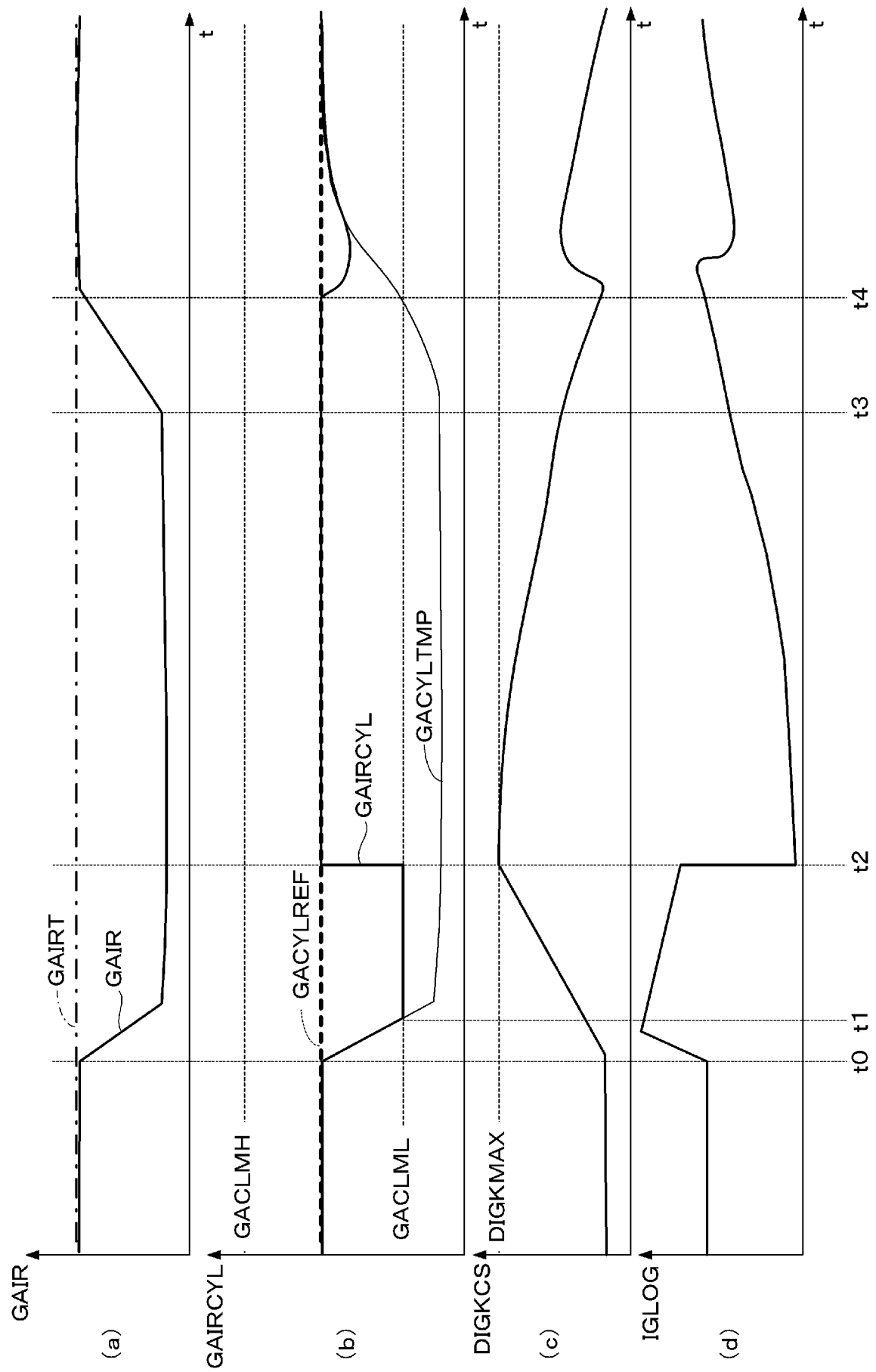
[図18]



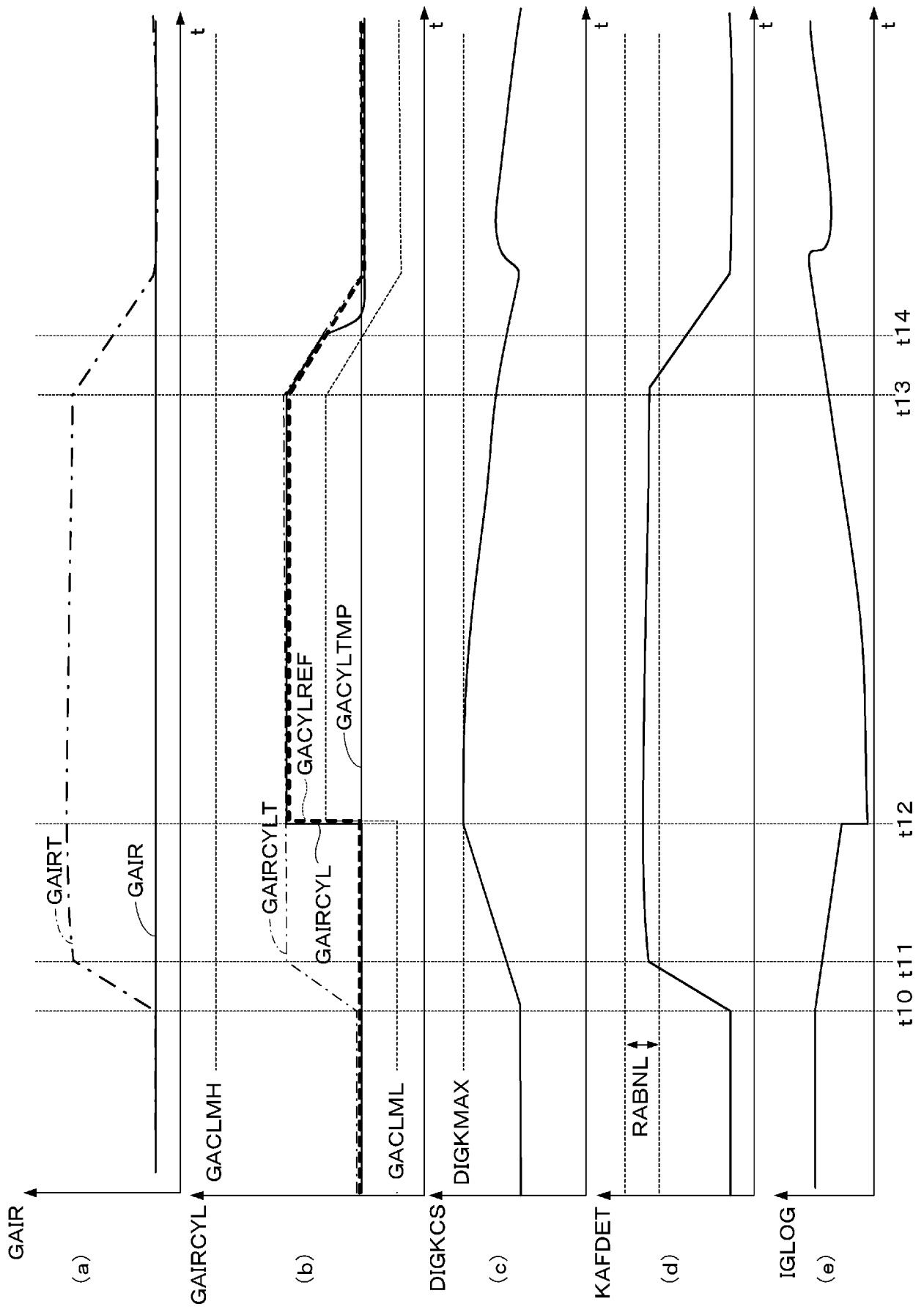
[図19]



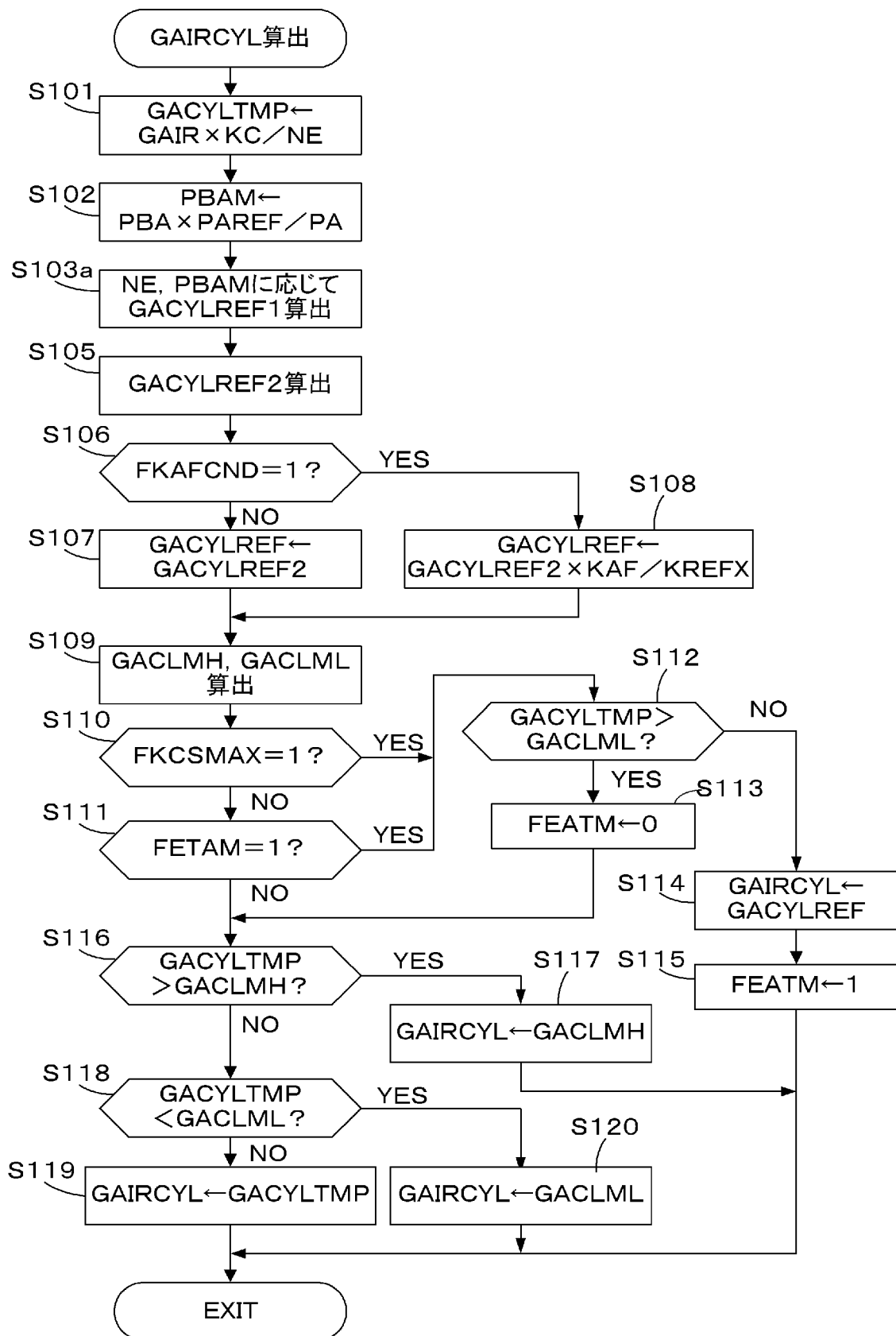
[図20]



[圖21]



[図22]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2012/077074

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

*F02D45/00* (2006.01) i, *F02D41/14* (2006.01) i, *F02D41/18* (2006.01) i, *F02M25/07* (2006.01) i, *F02M25/08* (2006.01) i, *F02P5/15* (2006.01) i, *F02P5/152* (2006.01) i, *F02P5/153* (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*, *F02D41/14*, *F02D41/18*, *F02M25/07*, *F02M25/08*, *F02P5/15*, *F02P5/152*, *F02P5/153*

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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	WO 2011/074302 A1 (Honda Motor Co., Ltd.), 23 June 2011 (23.06.2011), entire text; all drawings & CN 102597466 A	1-10
A	JP 2002-147279 A (Toyota Motor Corp.), 22 May 2002 (22.05.2002), paragraphs [0003] to [0004], [0023] to [0040]; fig. 2, 3 & US 2002/0055814 A1 & DE 10154521 A & FR 2816364 A	1-10
A	JP 2006-258029 A (Honda Motor Co., Ltd.), 28 September 2006 (28.09.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-10

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  
13 November, 2012 (13.11.12)

Date of mailing of the international search report  
27 November, 2012 (27.11.12)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/077074

## 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 2009-24671 A (Honda Motor Co., Ltd.), 05 February 2009 (05.02.2009), paragraph [0037] (Family: none)	1-10
A	JP 2006-328963 A (Toyota Motor Corp.), 07 December 2006 (07.12.2006), abstract; claims 1 to 4; paragraphs [0057] to [0062]; fig. 6 (Family: none)	5,10
A	JP 2007-297955 A (Denso Corp.), 15 November 2007 (15.11.2007), paragraphs [0003] to [0008] (Family: none)	5,10

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, F02D41/14(2006.01)i, F02D41/18(2006.01)i, F02M25/07(2006.01)i, F02M25/08(2006.01)i, F02P5/15(2006.01)i, F02P5/152(2006.01)i, F02P5/153(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. F02D45/00, F02D41/14, F02D41/18, F02M25/07, F02M25/08, F02P5/15, F02P5/152, F02P5/153

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	1971-2012年
日本国実用新案登録公報	1996-2012年
日本国登録実用新案公報	1994-2012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	WO 2011/074302 A1 (本田技研工業株式会社) 2011.06.23, 全文、全図 & CN 102597466 A	1-10
A	JP 2002-147279 A (トヨタ自動車株式会社) 2002.05.22, 段落【0003】-【0004】、【0023】-【0040】、図2、図3 & US 2002/0055814 A1 & DE 10154521 A & FR 2816364 A	1-10
A	JP 2006-258029 A (本田技研工業株式会社) 2006.09.28, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-10

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日  
13.11.2012

国際調査報告の発送日  
27.11.2012

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)  
星名 真幸  
3Z 3617  
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 2009-24671 A (本田技研工業株式会社) 2009.02.05, 段落【0037】 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2006-328963 A (トヨタ自動車株式会社) 2006.12.07, 要約、請求項1-4、段落【0057】-【0062】、図6 (ファミリーなし)	5, 10
A	JP 2007-297955 A (株式会社デンソー) 2007.11.15, 段落【0003】-【0008】 (ファミリーなし)	5, 10