(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
2006 年9 月28 日 (28.09.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/100943 A1

(51) 国際特許分類:
F02P 5/15 (2006.01) *F02D 41/34* (2006.01)
F02P 5/152 (2006.01) *F02M 63/00* (2006.01)
F02P 5/153 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2006/304775

(22) 国際出願日: 2006 年3 月10 日 (10.03.2006)

(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2005-080698 2005 年3 月18 日 (18.03.2005) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町１番地 Aichi (JP). ヤマハ発動機株式会社 (YAMAHA HATSUDOKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4388501 静岡県磐田市新貝２５００番地 Shizuoka (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 伊藤 之一 (ITO, Yukikazu) [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). 岩見 豊 (IWAMI, Yutaka) [JP/JP]; 〒4388501 静岡県磐田市新貝２５００番地 ヤマハ発動機株式会社内 Shizuoka (JP). 西垣 昌登 (NISHIGAKI, Masato) [JP/JP]; 〒4388501 静岡県磐田市新貝２５００番地 ヤマハ発動機株式会社内 Shizuoka (JP).

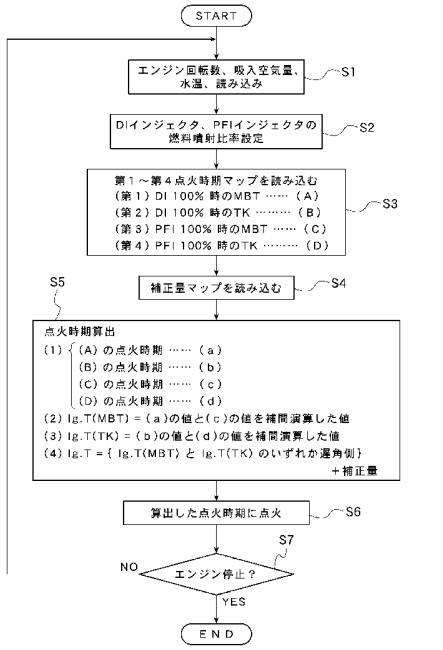
(74) 代理人: 佐野 弘 (SANO, Hiroshi); 〒1040042 東京都中央区入船１丁目２番９号 八丁堀ＭＦビル９階 Tokyo (JP).

(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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,

[続葉有]

(54) Title: DUAL FUEL INJECTION SYSTEM INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: ２系統燃料噴射式内燃機関



S1. READ IN ENGINE R.P.M., INTAKE AIR VOLUME, WATER TEMPERATURE
S2. SET FUEL INJECTION RATIO BETWEEN DI INJECTOR AND PFI INJECTOR
S3. READ IN FIRST THROUGH FOURTH IGNITION TIMING MAPS
(FIRST) MBT AT THE TIME OF 100% DI ..... (A)
(SECOND) TK AT THE TIME OF 100% DI ..... (B)
(THIRD) MBT AT THE TIME OF 100% PFI ..... (C)
(FOURTH) TK AT THE TIME OF 100% PFI ..... (D)
S4. READ IN CORRECTION AMOUNT MAP
S5. CALCULATE IGNITION TIMING
(1) IGNITION TIMING OF (A) ..... (a)
IGNITION TIMING OF (B) ..... (b)
IGNITION TIMING OF (C) ..... (c)
IGNITION TIMING OF (D) ..... (d)
(2) lg.T(MBT)=VALUE OPERATED BY INTERPOLATING VALUE OF (a) AND VALUE OF (c)
(3) lg.T(TK)=VALUE OPERATED BY INTERPOLATING VALUE OF (b) AND VALUE OF (d)
(4) lg.T={ANY ONE OF lg.T(MBT) AND lg.T(TK) ON THE DELAY ANGLE SIDE}
+CORRECTION AMOUNT
S6. IGNITE AT CALCULATED IGNITION TIMING
S7. ENGINE STALL?

(57) Abstract: A dual fuel injection system internal combustion engine having PFI and DI fuel injection systems in which generation of knocking is prevented easily. An ECU for controlling an engine sets a fuel injection amount ratio between a DI injector and a PFI injector (step S2), and derives the maximum torque generation timing (MBT) and the knocking limit torque generation timing (TK) at the time of 100% DI, and the maximum torque generation timing (MBT) and the knocking limit torque generation timing (TK) at the time of 100% PFI, respectively, with reference to first through fourth ignition timing maps (step S3). The ECU derives a correction amount from a correction amount map (step S4), and calculates as an ignition timing a value obtained by adding the correction amount to whichever interpolation value on the delay angle side, a first interpolation value operated by interpolating MBT at the time of 100% DI and MBT at the time of 100% PFI and a second interpolation value operated by interpolating TK at the time of 100% DI and TK at the time of 100% (step S5).

(57) 要約: ＰＦＩ方式およびＤＩ方式の燃料噴射方式を有する２系統燃料噴射式内燃機関において、簡易にノッキングの発生を防止する。 エンジンを制御するＥＣＵは、ＤＩインジェクタ、ＰＦＩインジェクタの燃料噴射量の比率を設定し（ステップＳ２）、第１～第４点火時期マップを参照し、ＤＩ１００％時の最大トルク発生時期（ＭＢＴ）およびノッキング限界トルク発生時期（ＴＫ）、ＰＦＩ１００％時の最大トルク発生時期（ＭＢＴ）およびノッキング限界トルク発生時期（ＴＫ）をそれぞれ導出する（ステップＳ３）。ＥＣＵは補正量マップから補正量を導出し（ステップＳ４）、ＤＩ１００％時のＭＢＴとＰＦＩ１００％時のＭＢＴを補間演算した第１の補間値、ＤＩ１００％時のＴＫとＰＦＩ１００％時のＴＫを補間演算した第２の補間値のうち、いずれか遅角側の補間値に補正量を加算した値を点火時期として算出する（ステップＳ５）。

WO 2006/100943 A1

BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:
— 国際調査報告書

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

2系統燃料噴射式内燃機関

技術分野

[0001] 本発明は、吸気管噴射方式(Port Fuel Injection system)のインジェクタと筒内噴射方式(Direct Injection System)のインジェクタとの2つを備えた2系統燃料噴射式内燃機関に関する。

背景技術

[0002] 自動車の内燃機関においては、自動車を低速走行状態から急加速した場合などにノッキングが発生することがある。

[0003] ノッキングは、エンジン負荷と点火時期の不適合などにより、伝播火炎前方の未燃混合気が圧縮され高温になって自己着火し、燃焼時に生じる燃焼室内の大きな圧力波が燃焼室壁を加振する現象である。ノッキングの発生により、燃焼室内の温度や圧力の異常上昇が生じ、燃焼室が破損する恐れがある。そのため、従来より、ノッキング防止のためのさまざまな方策が講じられている(たとえば、特許文献1参照)。

[0004] 特許文献1においては、内燃機関の点火時期を制御する制御手段において、ノッキングの発生する恐れのない低負荷範囲では点火時期を最大トルク発生時期(MBT:Minimum Spark Advance for Best Torque)に設定し、ノッキングの発生するおそれのある高負荷範囲では点火時期をノッキング検出に基づいてノッキング限界トルク発生時期(TK)に設定している。なお、ノッキング限界とは、点火時期を次第に進めてノック音(トレースノック)の聞こえ始めるときをいう。

特許文献1:特開平10－141194号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] しかし、上記特許文献1に記載された発明は、1気筒にひとつの燃料供給装置のみを用いる内燃機関において点火時期の制御を行う場合に適用するものである。

[0006] 一方、燃料噴射方式としては、各気筒ごとの吸気管にインジェクタから燃料を噴射する吸気管噴射方式(Port Fuel Injection system,以下「PFI方式」と称する。)と、各

気筒ごとのシリンダ内部に直接インジェクタから燃料を噴射する筒内噴射方式(Direct Injection System, 以下「DI方式」と称する。)とが存在する。PFI方式は燃料と空気が均一に混合した状態を形成し易く、低回転時でもエンジンの性能を十分に発揮させることができる利点を持つ。一方、DI方式はシリンダ内部により多くの空気を吸入できるため、高回転時に高い性能を発揮させられる利点を持つ。そして、両方式の利点を活用して内燃機関の燃焼効率を高めるため、1気筒にPFI方式のインジェクタとDI方式のインジェクタを並存させ、エンジンの回転数や負荷状態に応じて双方のインジェクタの燃料の噴出率を変化させる方式が考えられる。

[0007] しかし、DI方式とPFI方式とでは、最大トルク発生時期やノッキング限界トルク発生時期などのタイミングが異なる。そのため、両方式のインジェクタを並存させた場合に上記特許文献1に記載された発明を用いても最適な点火時期に合わせられないという問題がある。

[0008] 本発明は上記問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、PFI方式およびDI方式という2系統の燃料噴射方式を有する2系統燃料噴射式内燃機関において、簡易な演算処理によりノッキングの発生を回避し、最適な点火時期制御を可能とすることにある。

課題を解決するための手段

[0009] 請求項1に記載の発明は、筒内噴射用インジェクタおよび吸気管噴射用インジェクタと、内燃機関の運転状態を検知する運転状態検知手段と、前記運転状態を監視するとともに前記運転状態に依存して前記筒内噴射用インジェクタおよび前記吸気管噴射用インジェクタのそれぞれの燃料噴射量を制御する噴射量制御手段と、前記筒内噴射用インジェクタのみを用いて燃料噴射をした場合の前記内燃機関の点火時期を最大トルク発生時期に略一致するよう前記内燃機関の運転状態に基づいて割り付けた第1点火時期マップ、および前記筒内噴射用インジェクタのみを用いて燃料噴射をした場合の前記内燃機関の点火時期をノッキング限界トルク発生時期に略一致するよう前記内燃機関の運転状態に基づいて割り付けた第2点火時期マップ、および前記吸気管噴射用インジェクタのみを用いて燃料噴射をした場合の前記内燃機関の点火時期を最大トルク発生時期に略一致するよう前記内燃機関の運転状態

に基づいて割り付けた第3点火時期マップ、および前記吸気管噴射用インジェクタのみを用いて燃料噴射をした場合の前記内燃機関の点火時期をノッキング限界トルク発生時期に略一致するよう前記内燃機関の運転状態に基づいて割り付けた第4点火時期マップを備えた記憶手段と、前記筒内噴射用インジェクタおよび前記吸気管噴射用インジェクタがそれぞれ噴射する前記燃料噴射量の比率、および前記4種類の時期マップを用いて前記気筒の点火時期を制御する点火時期制御手段とを備えたことを特徴とする2系統燃料噴射式内燃機関である。

[0010] 請求項2に記載の発明は、前記運転状態検知手段が検知した運転状態において、前記第1ないし第4点火時期マップ中に割り付けられた値を参照して基本点火時期を算出し、前記燃料噴射量の比率に依存して前記第1点火時期マップの前記基本点火時期および前記第3点火時期マップの前記基本点火時期を補間演算した第1の補間値を算出するとともに、前記燃料噴射量の比率に依存して前記第2点火時期マップの前記基本点火時期および前記第4点火時期マップの前記基本点火時期を補間演算した第2の補間値を算出し、前記第1の補間値と前記第2の補間値とを比較していずれか遅角側の前記補間値を前記気筒の点火時期とする点火時期算出手段を備えたことを特徴とする、請求項1に記載の2系統燃料噴射式内燃機関である。

[0011] 請求項3に記載の発明は、前記運転状態検知手段は、前記内燃機関の冷却水の水温を検知する水温検知手段を備え、前記点火時期算出手段は、前記冷却水の水温に依存して前記気筒の点火時期の補正量を算出することを特徴とする、請求項2に記載の2系統燃料噴射式内燃機関である。

[0012] 請求項4に記載の発明は、前記運転状態検知手段は、内燃機関回転数検知手段と、内燃機関負荷検知手段とを備えたことを特徴とする、請求項1に記載の2系統燃料噴射式内燃機関である。

[0013] 請求項5に記載の発明は、前記内燃機関負荷検知手段は、吸入空気量検知手段と、アクセル開度検知手段と、吸気管負圧検知手段とのうち少なくともいずれかを備えたことを特徴とする、請求項4に記載の2系統燃料噴射式内燃機関である。

発明の効果

[0014] 請求項1に記載の発明によれば、第1～第4の点火時期マップを用いて点火時期を

制御することにより、簡易な演算処理によって、点火時期を最大トルク発生時期やノッキング限界トルク発生時期が異なるDI方式とPFI方式にそれぞれ対応させることが可能になり、PFI方式およびDI方式という2系統の燃料噴射方式を有する2系統燃料噴射式内燃機関において簡易な演算処理によりノッキングの発生を回避し、最適な点火時期を設定することが可能となる。

[0015] 請求項2に記載の発明によれば、PFI方式およびDI方式という2系統の燃料噴射方式を有する2系統燃料噴射式内燃機関において、内燃機関の運転状態に応じて筒内噴射用インジェクタと吸気管噴射用インジェクタとの燃料噴射量を調整しながら駆動させる場合であっても、前記4枚の点火時期マップを使用するのみで、複雑な演算処理を行うことなく、点火時期を常時内燃機関の運転状態に適した状態に維持し、ノッキングの発生を回避し、最適な点火時期に設定することが可能となる。

[0016] 請求項3に記載の発明によれば、水温検知手段によって内燃機関の冷却水の水温を検知し、水温に依存して点火時期の補正量を算出することにより、点火時期に影響を及ぼしやすい内燃機関の暖気状態に基づいた点火時期の調整が可能になり、点火時期制御の精度をより高められる。

[0017] 請求項4に記載の発明によれば、内燃機関の運転状態は、内燃機関回転数検知手段と内燃機関負荷検知手段によって検知でき、内燃機関の回転数と負荷をパラメータとした点火時期の制御を実現することができ、精度の高い最適な点火時期制御を実現できる。

[0018] 請求項5に記載の発明によれば、吸入空気量検知手段、アクセル開度検知手段、吸気管負圧検知手段のうち少なくともいずれかを内燃機関負荷検知手段として備えることにより、内燃機関にかかった負荷量の正確な検知を実現し、点火時期制御を高い精度で行うことができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]この発明の実施の形態に係るエンジンを示す断面図である。

[図2]同実施の形態に係るPFIインジェクタが配設されたブロックの平面図である。

[図3]同実施の形態に係る図2の正面図である。

[図4]同実施の形態に係るエンジンにおける、制御ブロック図である。

[図5]同実施の形態に係るエンジンにおける、点火時期マップの模式図である。

[図6]同実施の形態に係るエンジンにおける、補正量マップの模式図である。

[図7]同実施の形態に係るエンジンにおける、点火時期制御の原理を示す模式図である。

[図8]同実施の形態に係るエンジンにおける、点火時期制御手順を示す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

[0020] 以下、この発明の実施の形態について説明する。

[0021] 図1乃至図8には、この発明の実施の形態を示す。

[0022] まず構成を説明すると、図1中符号11は「内燃機関」であるV型6気筒エンジンで、各気筒12毎に、吸気ポート13及び排気ポート14が形成されると共に、各気筒12毎に筒内噴射インジェクタ(以下「DIインジェクタ」という)15と吸気管噴射インジェクタ(以下「PFIインジェクタ」という)16とが配設されている。このDIインジェクタ15から気筒12内(燃焼室内)に直接燃料が噴射されて気筒12内で空気と混合されると共に、PFIインジェクタ16から吸気ポート13内に燃料が噴射され、吸気ポート13内を流れる空気と混合されて気筒12内に吸い込まれ、所定の時期で点火プラグ14aが点火されることにより、燃焼されるように構成されている。

[0023] また、各気筒12毎に、吸気ポートを開閉する吸気バルブ18及び排気ポートを開閉する排気バルブ19が配設され、吸気バルブ18が開かれることにより、サージタンク20から吸気ポート13を介して気筒12内(燃焼室内)に清浄な空気が吸入されるようになっている。

[0024] そして、各気筒12毎に設けられた各DIインジェクタ15はDIデリバリパイプ23で、各PFIインジェクタ16はPFIデリバリパイプ24で連結され、そのDIデリバリパイプ23は、筒内噴射系配管(以下「DI配管」という)26により燃料タンク28に環流するように接続され、PFIデリバリパイプ24も吸気管噴射系配管(以下「PFI配管」という)27により燃料タンク28に接続されている(図1乃至図4参照)。

[0025] そのDIデリバリパイプ23には、図4に示すように、フューエルポンプ31及び高圧ポンプ32にて燃料が所定の高い圧力で送られ、PFIデリバリパイプ24には、フューエ

ルポンプ31にて燃料がDIデリバリパイプ23側より低い圧力で送られるようになっている。DIインジェクタ15は、高圧の気筒12内に直接燃料を噴射するため、高い圧力が必要となる。

[0026] これら各インジェクタ15，16は、各ポンプ31，32により、所望の燃料圧力で送られてきた燃料を図示省略のソレノイドバルブが所定時間（噴射時間）開くことにより、所望の量の燃料を噴射できるように構成されている。

[0027] これら各インジェクタ15，16は、「制御手段」としてのエンジンコントロールユニット（以下「ECU」という）35に接続され、ソレノイドバルブの開閉時期及び開閉時間が制御されるようになっている。

[0028] また、このECU35には、そのDIデリバリパイプ23に配設された燃料圧力センサ36及び燃料温度センサ37が接続されると共に、このECU35には、内燃機関回転数検知手段としてのエンジン回転数を検出するエンジン回転数センサ38及び、内燃機関負荷検知手段としてのエンジン負荷を検出するエンジン負荷センサ39、水温検知手段としてのエンジン冷却水の温度を検出する水温センサ41が接続されている。エンジン回転数センサ38、エンジン負荷センサ39により、エンジン運転状態が検知され、水温センサ41によりエンジン温度状態が検知されるようになっている。

[0029] 内燃機関の運転状態を検知する運転状態検知手段は、前記内燃機関回転数検知手段、前記内燃機関負荷検知手段、前記水温検知手段等からなる。

[0030] そのエンジン負荷センサ39としては、例えば吸入空気量を検出する吸入空気量検知手段としての吸入空気量検知センサ、アクセル開度を検出するアクセル開度検知手段としてのアクセル開度検知センサ、又は吸気管負圧を検出する吸気管負圧検知手段としての吸気管負圧検知センサ等の何れかを用いることができる。

[0031] このECU35には、各種のアクチュエータ40が接続され、このアクチュエータ40がECU35からの信号により制御されるように構成されている。ECU35は、エンジン回転数センサ38及び、エンジン負荷センサ39、水温センサ41からの情報を所定のサンプリング時間ごとに取得し、DIインジェクタ15およびPFIインジェクタ16がそれぞれ気筒12内に燃料を噴射するのに必要とされる要求噴射量を求める。

[0032] そして、このECU35により、燃焼室内の混合気に点火する点火時期が制御される

ように構成されている。

[0033] 詳しくは、ECU35の備える記憶手段(記憶部35a)には内燃機関の運転状態に応じた点火時期マップが記憶され、ECU35の中央演算手段(中央演算部35b)はこれらのマップの値を用い、実装されたソフトウェアなどに基づいて演算を行うことで内燃機関の運転状態に応じた点火時期の制御を行う。

[0034] また、ECU35の中央演算手段35bは、記憶部35aに記憶された各種プログラム等と協働し、DIインジェクタ15やPFIインジェクタ16の燃料噴射量を制御する噴射量制御手段(噴射量制御部35c)や、気筒12の点火時期を制御する点火時期制御手段(点火時期制御部35d)や、気筒12の点火時期を算出する点火時期算出手段(点火時期算出部35e)などの機能を実現する。

[0035] ECU35は、点火時期マップとして4枚の点火時期マップと補正量マップとを備えている。

[0036] 図5に、ECU35の備える4枚の点火時期マップの模式図を示す。4枚の点火時期マップとしては、(1)DIインジェクタ15のみを用いて燃料噴射をした場合の内燃機関の点火時期を最大トルク発生時期(Minimum Spark Advance for Best Torque 以下「MBT」と称する。)に略一致するよう内燃機関の運転状態に基づいて割り付けた第1点火時期マップ(A)、(2)DIインジェクタ15のみを用いて燃料噴射をした場合の内燃機関の点火時期をノッキング限界トルク発生時期(以下「TK」と称する。)に略一致するよう内燃機関の運転状態に基づいて割り付けた第2点火時期マップ(B)、(3)PFIインジェクタ16のみを用いて燃料噴射をした場合の内燃機関の点火時期をMBTに略一致するよう内燃機関の運転状態に基づいて割り付けた第3点火時期マップ(C)、(4)PFIインジェクタ16のみを用いて燃料噴射をした場合の内燃機関の点火時期をTKに略一致するよう内燃機関の運転状態に基づいて割り付けた第4点火時期マップ(D)、の4枚が備えられている。各点火時期マップは、エンジン回転数(rpm)とエンジン負荷とをパラメータとし、WOT(Wide Open Throttle)までの値について、一定間隔ごとに点火時期の値が割り付けられている。

[0037] 図6に、補正量マップの模式図を示す。補正量マップは、エンジン冷却水の水温をパラメータとし、A℃、B℃、・・・N℃(A、B、・・・Nは所定の値)について、点火時期を

補正する補正量(補正角の値)が割り付けられている。

[0038] ECU35は、4枚の点火時期マップの値と、補正量マップの値とを用いて気筒12における点火時期を算出する点火時期算出手段としての機能や、点火時期に点火プラグ14aを発火させる指令を出す点火時期制御手段としての機能を有する。

[0039] 図7は、この実施の形態におけるECU35の点火時期制御の原理を示す模式図である。同図において、横軸は点火時期Ig. T(右方向が進角側、左方向が遅角側)を示し、縦軸はトルクを示す。

[0040] エンジン点火時期に対するトルクの値を図示した場合、山型の曲線(以下この曲線を「点火時期－トルク曲線」と称する。)を描くことになり、点火時期－トルク曲線の頂点がMBTを示し、頂点の一方側にTKがくる。点火時期－トルク曲線の形状や、曲線の頂点、曲線上のTKの位置は、DIインジェクタ15を用いた場合とPFIインジェクタ16を用いた場合で相違する。従って、例えば、エンジン回転数センサ38およびエンジン負荷センサ39がひとつのサンプリング時間においてひとつの値を取得し、このときの値を図5(A)～(D)に示す点r1～r4(すべて図上の同一の点)とすると、図7に示すとおり、r1およびr2はひとつの点火時期－トルク曲線(図7のDI＝100%の曲線)上の点となり、r3およびr4は他の点火時期－トルク曲線(図7のPFI＝100%の曲線)上の点となる。

[0041] エンジンの運転状態に応じてDIインジェクタ15とPFIインジェクタ16との燃料噴射量を調整しながら駆動させる場合には、両インジェクタ15、16の燃料噴射量の比率に依存して補間した値をとると、図7に示すとおり、ひとつの点火時期－トルク曲線(DI＝100%の曲線)と他の点火時期－トルク曲線(PFI＝100%の曲線)との間に補間値の点火時期－トルク曲線(中間の曲線)が形成される。補間値の点火時期－トルク曲線上において、r1とr3とを結ぶ直線との交点には第1の補間値r5が形成され、r2とr4とを結ぶ直線との交点には第2の補間値r6が形成される。

[0042] 第1の補間値r5と第2の補間値r6とのうち、遅角側に位置する値を気筒12の点火時期とすれば、DIインジェクタ15およびPFIインジェクタ16をいかなる燃料噴射量の比率で用いても、気筒12にノッキングの発生を回避し、最適な点火時期制御を行うことができる。したがって、図7に示す場合は、第2の補間値r6を気筒12の点火時期と

して適用する。

[0043] 図8は、この実施の形態のエンジンの点火時期制御手順を示すフローチャートである。以下、このフローチャートに即してこの実施形態の作用を説明する。

[0044] ECU35は、所定のサンプリング時間ごとにエンジン回転数センサ38、エンジン負荷センサ39、水温センサ41の値を読み込む(ステップS1)。ECU35は、ステップS1で読み込んだエンジン回転数の値とエンジン負荷の値よりDIインジェクタ15およびPFIインジェクタ16の燃料噴射量の比率(燃料噴射比率)を設定する(ステップS2)。なお、算出の結果により、DIインジェクタ15のみ燃料を噴射する場合、およびPFIインジェクタ16のみ燃料を噴射する場合、DIインジェクタ15およびPFIインジェクタ16の双方が燃料を噴射する場合、という3通りの場合が生ずる。

[0045] ECU35は、第1～第4点火時期マップ(A)～(D)を読み込む(ステップS3)。

[0046] ECU35は、さらに、読み込んだ水温センサ41の値をもとに補正量マップを読み込む(ステップS4)。

[0047] ECU35は、以下(1)～(4)の演算を行い、点火時期を算出する(ステップS5)。

(1) ECU35は、ステップS1で読み込んだエンジン回転数と吸入空気量の値、およびステップS3で読み込んだ4枚の点火時期マップに基づき、

[0048] (a)第1点火時期マップ(A)に基づく、DIインジェクタ15の燃料噴射量の比率が100%のときのMBTにおける点火時期

[0049] (b)第2点火時期マップ(B)に基づく、DIインジェクタ15の燃料噴射量の比率が100%のときのTKにおける点火時期

[0050] (c)第3点火時期マップ(C)に基づく、PFIインジェクタ16の燃料噴射量の比率が100%のときのMBTにおける点火時期

[0051] (d)第4点火時期マップ(D)に基づく、PFIインジェクタ16の燃料噴射量の比率が100%のときのTKにおける点火時期

の値をそれぞれ基本点火時期として算出する。

[0052] 読み込んだエンジン回転数の値とエンジン負荷の値とが、第1～第4点火時期マップ(A)～(D)上に割り付けられた値に一致する場合には、各点火時期マップ上の値を(a)～(d)の点火時期とする。

[0053] 読み込んだエンジン回転数の値とエンジン負荷の値とが第1～第4点火時期マップ(A)～(D)上に割り付けられた値に一致しない場合には、各点火時期マップ上の近傍の値をもとに値を算出する。たとえば、図5に示すように、エンジン回転数の値とエンジン負荷の値とが、点火時期マップ(A)～(D)において、割り付けられていない点である点Pを示す場合、点Pと、点Pの周囲4近傍における割り付けられた値である点q1～q4との距離をそれぞれ算出し、点q1～q4の値に、点q1から点Pまでの距離、・・・点q4から点Pまでの距離、にそれぞれ依存した値を乗じ、乗じた結果得た値を点Pの点火時期の値とする。

(2) (1)で算出した(a)の値と(c)の値を補間演算した値を第1の補間値Ig. T(MBT)とする。補間演算は、(a)の値と(c)の値からステップS2で算出したDIインジェクタ15とPFIインジェクタ16の燃料噴射量の比率に依存した値を算出する。たとえば、燃料噴射量の比率がDIインジェクタ15が60%、PFIインジェクタ16が40%の場合、(a)×0. 6+(c)×0. 4のような演算により値を算出する。

(3) (1)で算出した(b)の値と(d)の値を補間演算した値を第2の補間値Ig. T(TK)とする。補間演算は、上記(2)と同様に行う。

(4) 第1の補間値Ig. T(MBT)と第2の補間値Ig. T(TK)とを比較し、これらのうちいずれか遅角側の値に、ステップS4で読み込んだ補正量を加えた値を点火時期Ig. Tとして算出する。

[0054] ステップS5の手順ののち、ECU35は、ステップS5で算出した点火時期において気筒12内の燃料に点火を行う(ステップS6)。

[0055] 以上の手順はエンジン停止まで繰り返される(ステップS7)。

[0056] 以上、この実施の形態においては、ECU35がDI方式における第1および第2点火時期マップと、PFI方式における第3および第4時期マップとを用いて気筒12の点火時期を制御することにより、簡易な制御によって、気筒12の点火時期をMBTやTKにそれぞれ対応させることが可能になる。

[0057] この実施の形態によれば、第1ないし第4点火時期マップ(A)～(D)中に割り付けられた値を参照して点火時期(a)～(d)を算出することにより、各点火時期マップ(A)～(D)の領域内において値の割り付けが存在しない箇所も、各点火時期マップ(A)

～(D)をもとに値を簡易に算出することが可能になる。

[0058] また、この実施の形態によれば、第1ないし第4点火時期マップ(A)～(D)をDIインジェクタ15のみ、またはPFIインジェクタ16のみを用いて燃料噴射した場合の点火時期のみを割り付けることにより、マップを作成する際に両インジェクタ15、16を併用し燃料噴射量を調整しながら実験を繰り返す手間が省け、少ない工程で正確な点火時期マップ(A)～(D)を作成できる。

[0059] また、この実施の形態によれば、DI方式およびPFI方式の最大トルク発生時期の点火時期マップ(A)(C)を用い、燃料噴射量の比率に依存して補間演算して第1の補間値を算出し、同様に、DI方式およびPFI方式のノッキング限界トルク発生時期の点火時期マップ(B)(D)を用い、燃料噴射量の比率に依存して補間演算して第2の補間値を算出し、第1の補間値と第2の補間値とのいずれか遅角側を気筒の点火時期とすることにより、PFI方式およびDI方式という2系統の燃料噴射方式を併有する内燃機関において、エンジンの運転状態に応じてDIインジェクタ15とPFIインジェクタ16との燃料噴射量を調整しながら駆動させる場合であっても、4枚の点火時期マップを使用するのみで、複雑な演算処理を行うことなく、点火時期を常時エンジンの運転状態に適した状態に維持することができる。

[0060] この実施の形態によれば、エンジン回転数センサ38とエンジン負荷センサ39によって、エンジンの回転数と負荷を検知でき、エンジンの回転数とエンジンの負荷とをパラメータとした点火時期の制御を実現できる。

[0061] この実施の形態によれば、吸入空気量検知センサ、アクセル開度検知センサ、吸気管負圧検知センサのうち少なくともいずれかを内燃機関負荷検知手段として備えることにより、エンジンにかかった負荷量を正確に検知できる。

[0062] この実施の形態によれば、水温センサ41によってエンジンの冷却水の水温を検知し、水温に依存して点火時期の補正量を算出することにより、点火時期に影響を及ぼしやすいエンジンの暖気状態に基づいて点火時期を調整できる。

[0063] なお、上記実施の形態においては、エンジンの冷却水の水温に基づいて補正量を算出したが、エンジンの運転状態を反映し、定常的に値を検知できるものであればどのようなものを用いてもよい。

[0064] また、上記実施の形態においては、各気筒12ごとにDIインジェクタ15とPFIインジェクタ16とを設けたが、両インジェクタ15、16の設置個数は各気筒ごとに1個づつでなくてもよい。上記実施の形態以外の両インジェクタ15、16の設置形態としては、例えば、各気筒12ごとにDIインジェクタ15を設け、各気筒12の吸気ポート13に配設される吸気管の上流側を1本に束ね、束ねられた吸気管部分にひとつのPFIインジェクタ16を設ける構成などが考えられる。

[0065] 上記実施の形態は本発明の実施の態様の一例を示すものであり、本発明がこの実施の形態のみに限定されることを示すものではないことは、いうまでもない。

符号の説明

[0066] 11・・・エンジン

12・・・気筒

15・・・DIインジェクタ

16・・・PFIインジェクタ

35・・・ECU

38・・・エンジン回転数センサ

39・・・エンジン負荷センサ

40・・・アクチュエータ

41・・・水温センサ

請求の範囲

[1] 筒内噴射用インジェクタおよび吸気管噴射用インジェクタと、

内燃機関の運転状態を検知する運転状態検知手段と、

前記運転状態を監視するとともに前記運転状態に依存して前記筒内噴射用インジェクタおよび前記吸気管噴射用インジェクタのそれぞれの燃料噴射量を制御する噴射量制御手段と、

前記筒内噴射用インジェクタのみを用いて燃料噴射をした場合の前記内燃機関の点火時期を最大トルク発生時期に略一致するよう前記内燃機関の運転状態に基づいて割り付けた第1点火時期マップ、および前記筒内噴射用インジェクタのみを用いて燃料噴射をした場合の前記内燃機関の点火時期をノッキング限界トルク発生時期に略一致するよう前記内燃機関の運転状態に基づいて割り付けた第2点火時期マップ、および前記吸気管噴射用インジェクタのみを用いて燃料噴射をした場合の前記内燃機関の点火時期を最大トルク発生時期に略一致するよう前記内燃機関の運転状態に基づいて割り付けた第3点火時期マップ、および前記吸気管噴射用インジェクタのみを用いて燃料噴射をした場合の前記内燃機関の点火時期をノッキング限界トルク発生時期に略一致するよう前記内燃機関の運転状態に基づいて割り付けた第4点火時期マップを備えた記憶手段と、

前記筒内噴射用インジェクタおよび前記吸気管噴射用インジェクタがそれぞれ噴射する前記燃料噴射量の比率、および前記4種類の点火時期マップを用いて前記気筒の点火時期を制御する点火時期制御手段と

を備えたことを特徴とする2系統燃料噴射式内燃機関。

[2] 前記運転状態検知手段が検知した運転状態において、前記第1ないし第4点火時期マップ中に割り付けられた値を参照して基本点火時期を算出し、前記燃料噴射量の比率に依存して前記第1点火時期マップの前記基本点火時期および前記第3点火時期マップの前記基本点火時期を補間演算した第1の補間値を算出するとともに、前記燃料噴射量の比率に依存して前記第2点火時期マップの前記基本点火時期および前記第4点火時期マップの前記基本点火時期を補間演算した第2の補間値を算出し、前記第1の補間値と前記第2の補間値とを比較していずれか遅角側の前記

補間値を前記気筒の点火時期とする点火時期算出手段を備えた

ことを特徴とする、請求項1に記載の2系統燃料噴射式内燃機関。

[3] 前記運転状態検知手段は、前記内燃機関の冷却水の水温を検知する水温検知手段を備え、

前記点火時期算出手段は、前記冷却水の水温に依存して前記気筒の点火時期の補正量を算出する

ことを特徴とする、請求項2に記載の2系統燃料噴射式内燃機関。

[4] 前記運転状態検知手段は、

内燃機関回転数検知手段と、

内燃機関負荷検知手段と

を備えたことを特徴とする、請求項1に記載の2系統燃料噴射式内燃機関。

[5] 前記内燃機関負荷検知手段は、

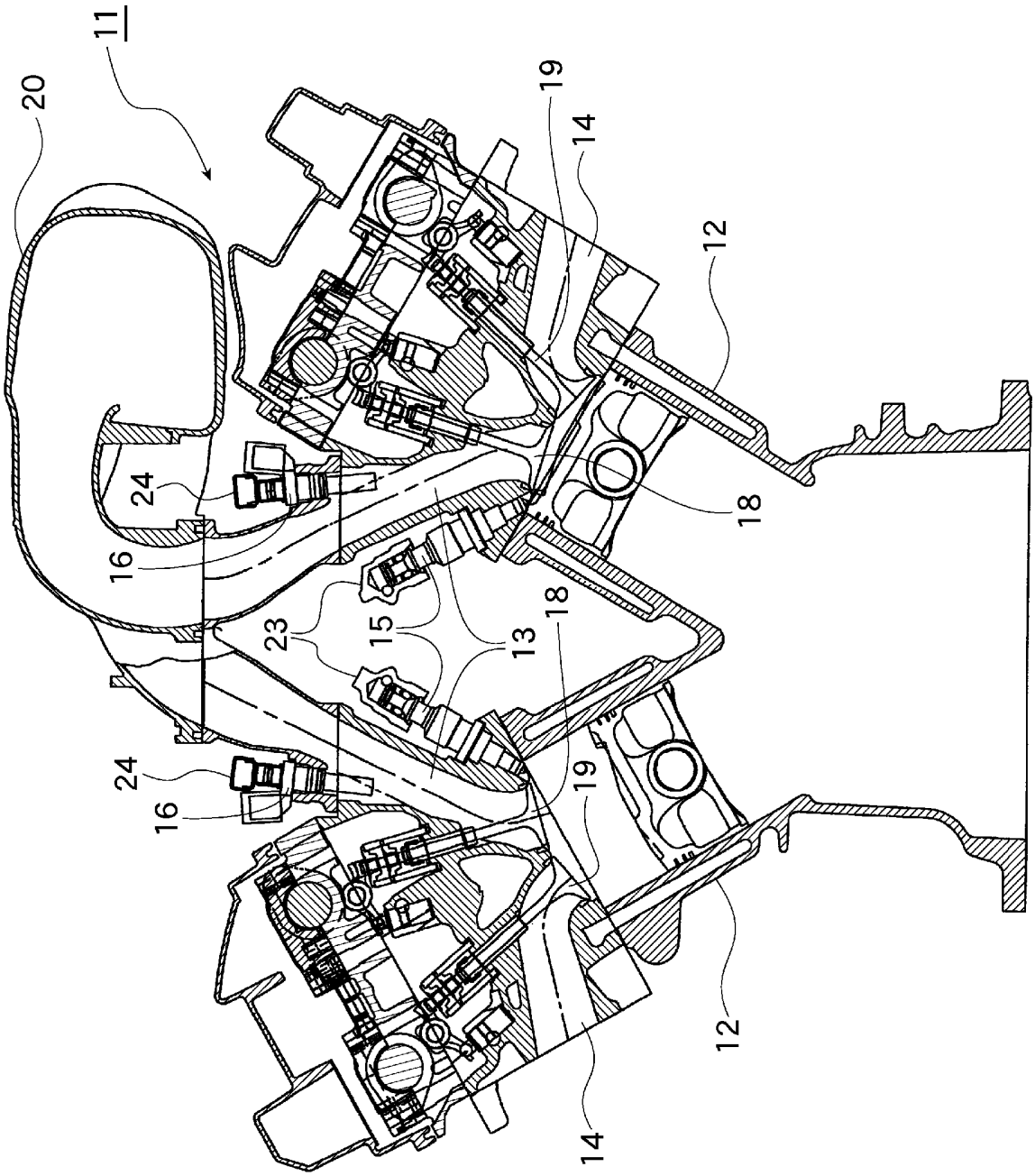
吸入空気量検知手段と、

アクセル開度検知手段と、

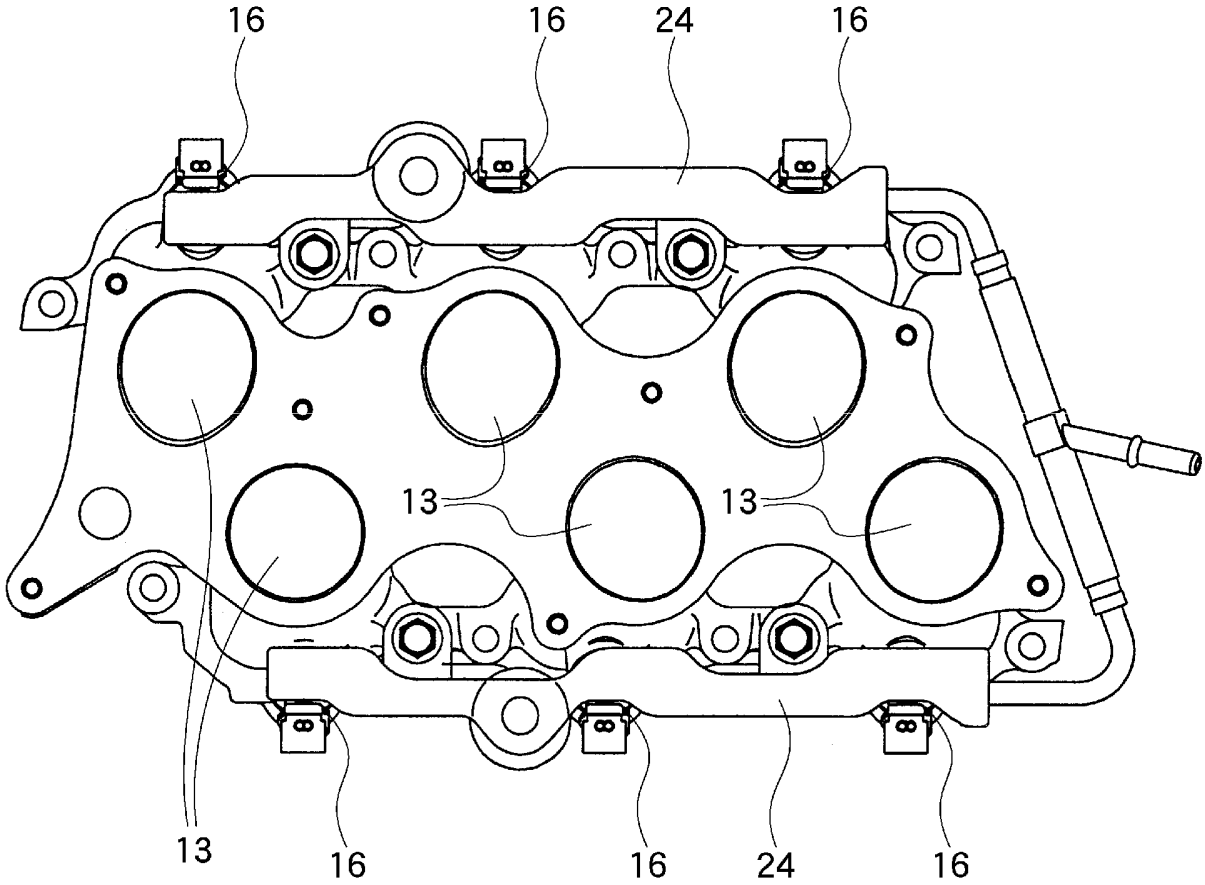
吸気管負圧検知手段と

のうち少なくともいずれかを備えたことを特徴とする、請求項4に記載の2系統燃料噴射式内燃機関。

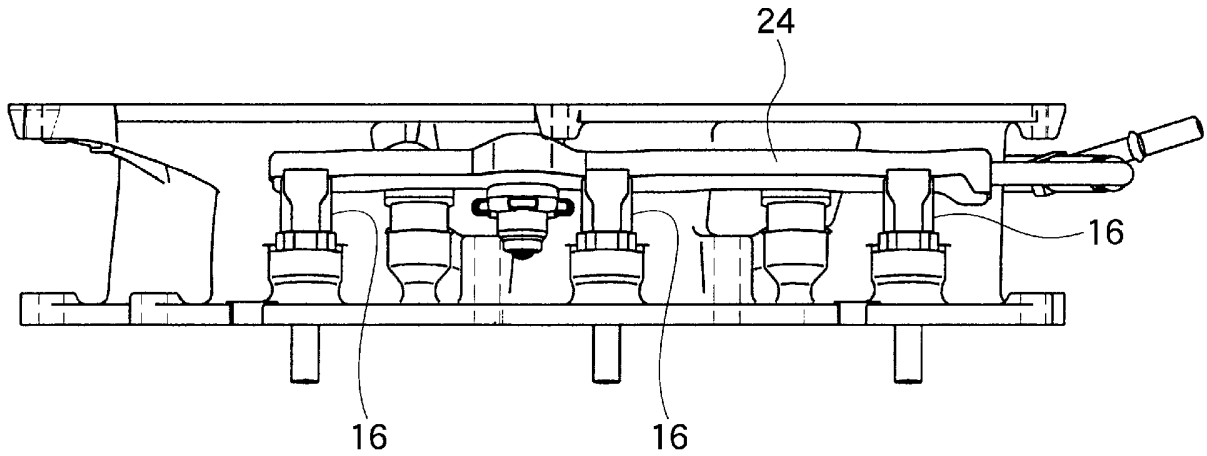
[図1]



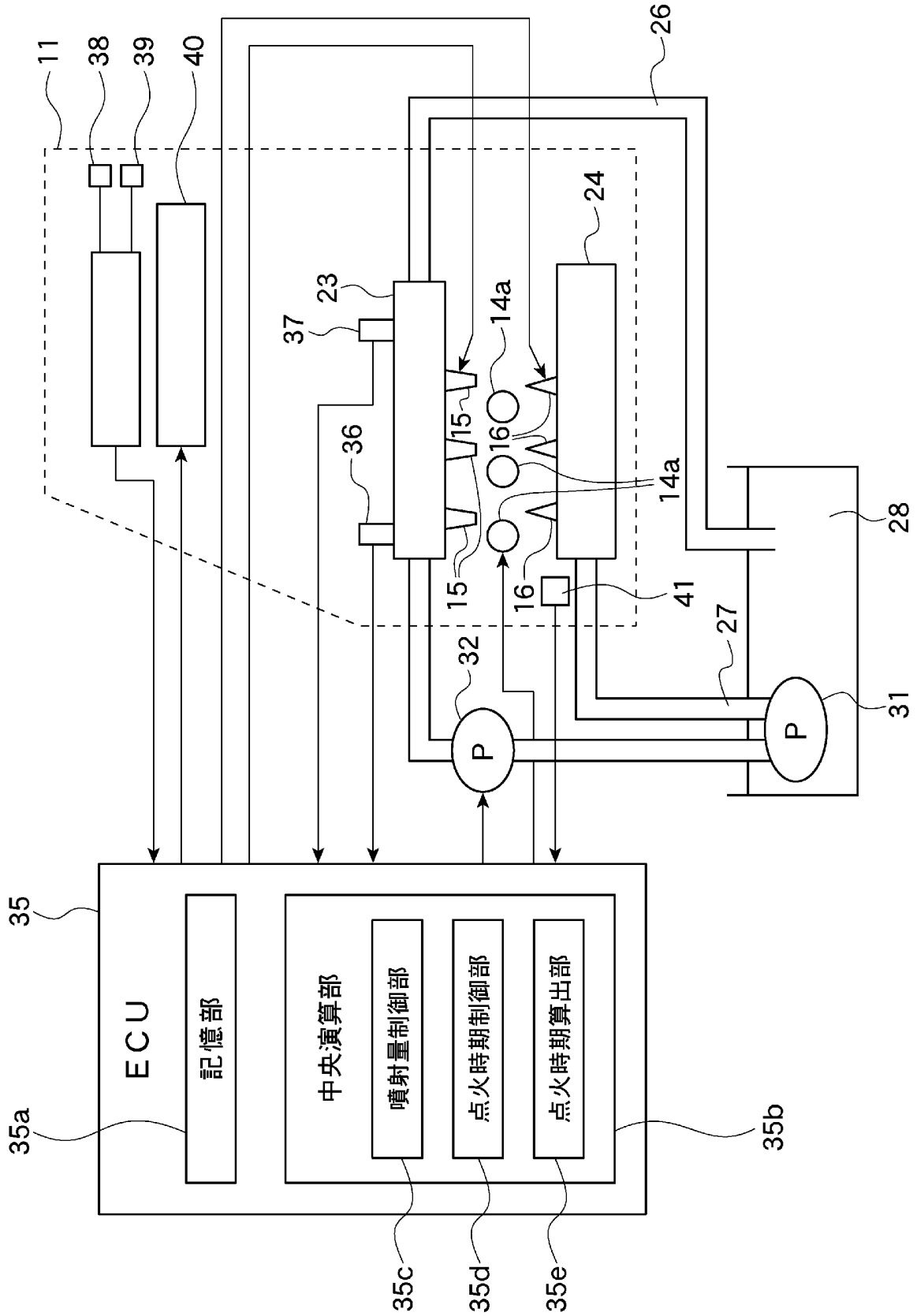
[図2]



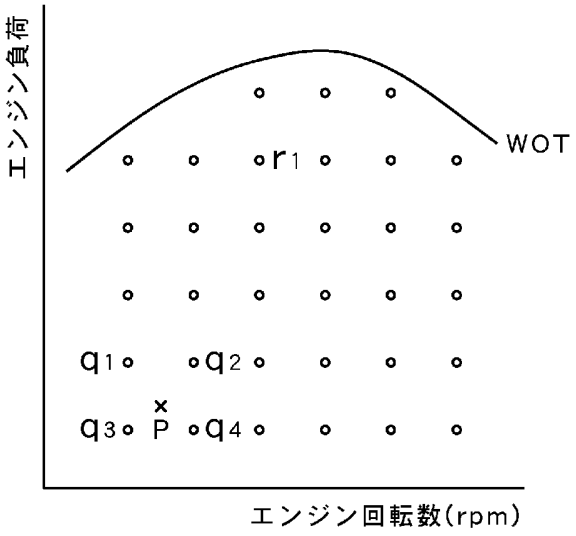
[図3]



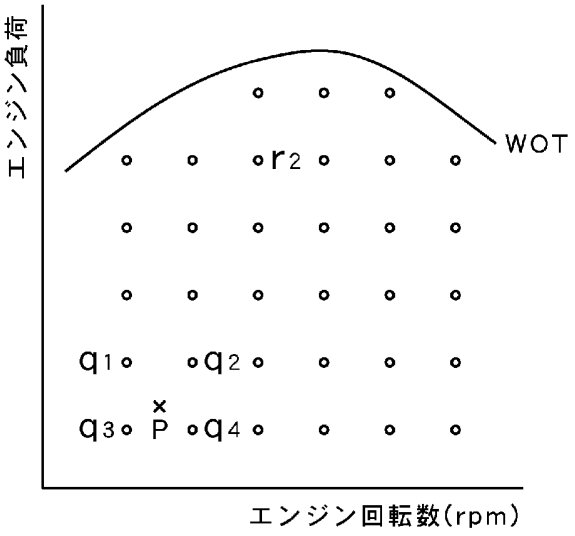
[図4]


11
38
39
40
26
24
23
37
14a
15
16
36
14a
28
15
16
41
27
32
31
P
P
35
ECU
記憶部
中央演算部
噴射量制御部
点火時期制御部
点火時期算出部
35a
35b
35c
35d
35e

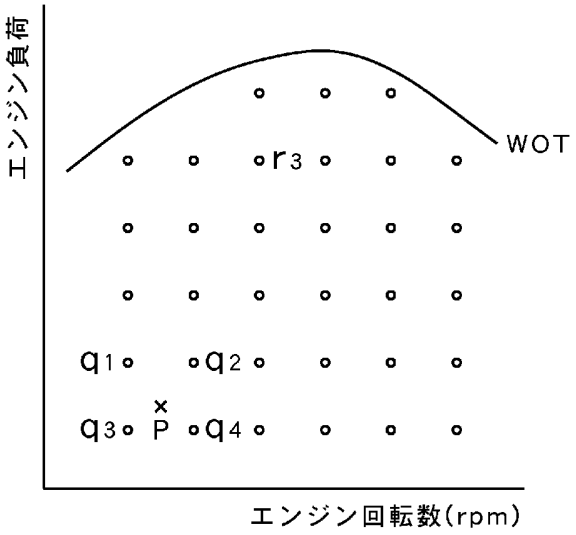
[図5]



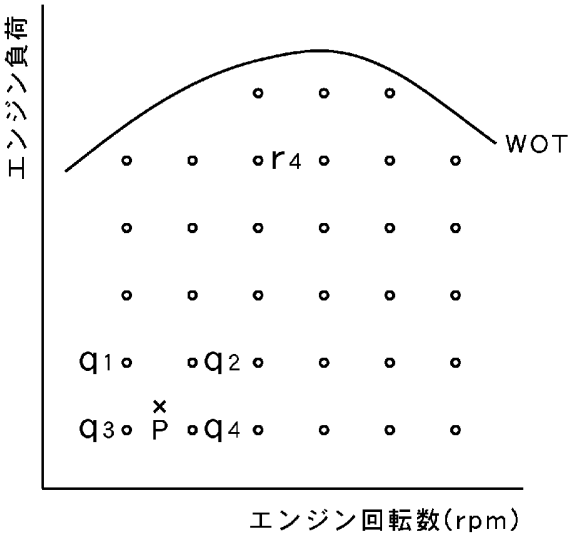
（A）第１点火時期マップ
（DI = 100%, MBT）



（B）第２点火時期マップ
（DI = 100%, TK）



（C）第３点火時期マップ
（PFI = 100%, MBT）



（D）第４点火時期マップ
（PFI = 100%, TK）

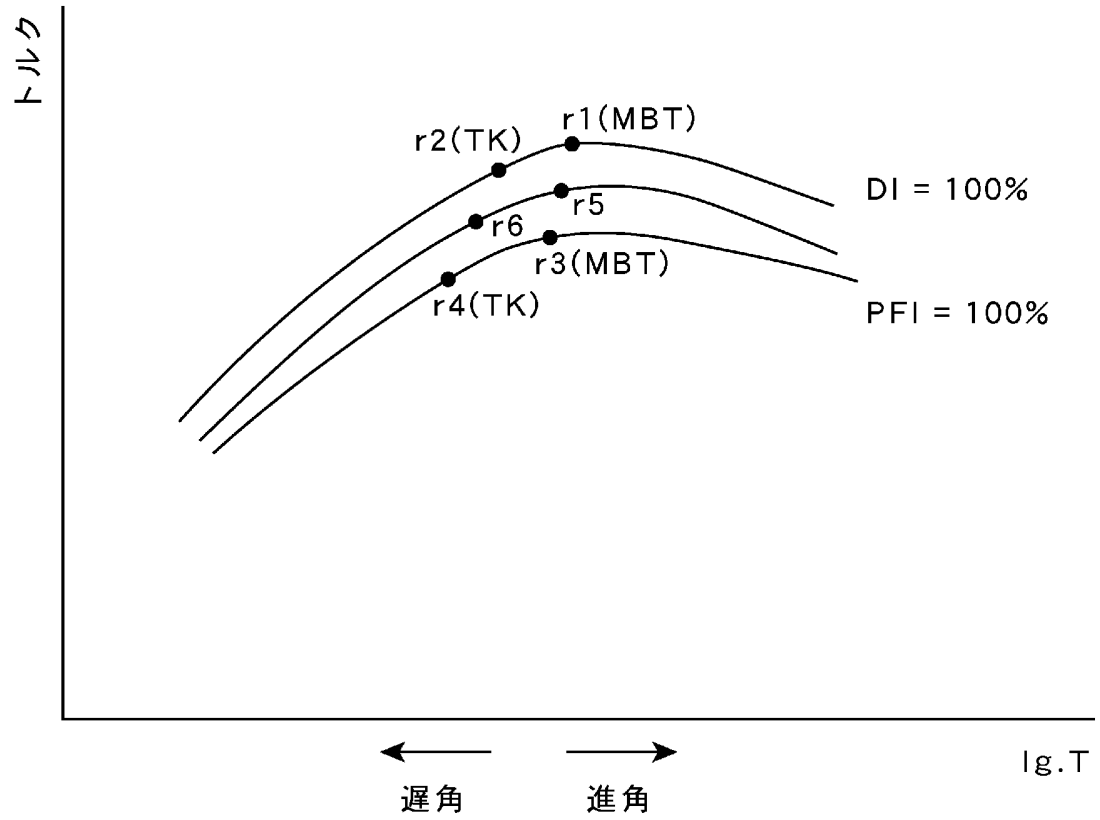
４枚の点火時期マップ

[図6]

水　温（°C）	A	B	・・・・・	N
補正量（deg）	+2	+1	・・・・・	-2

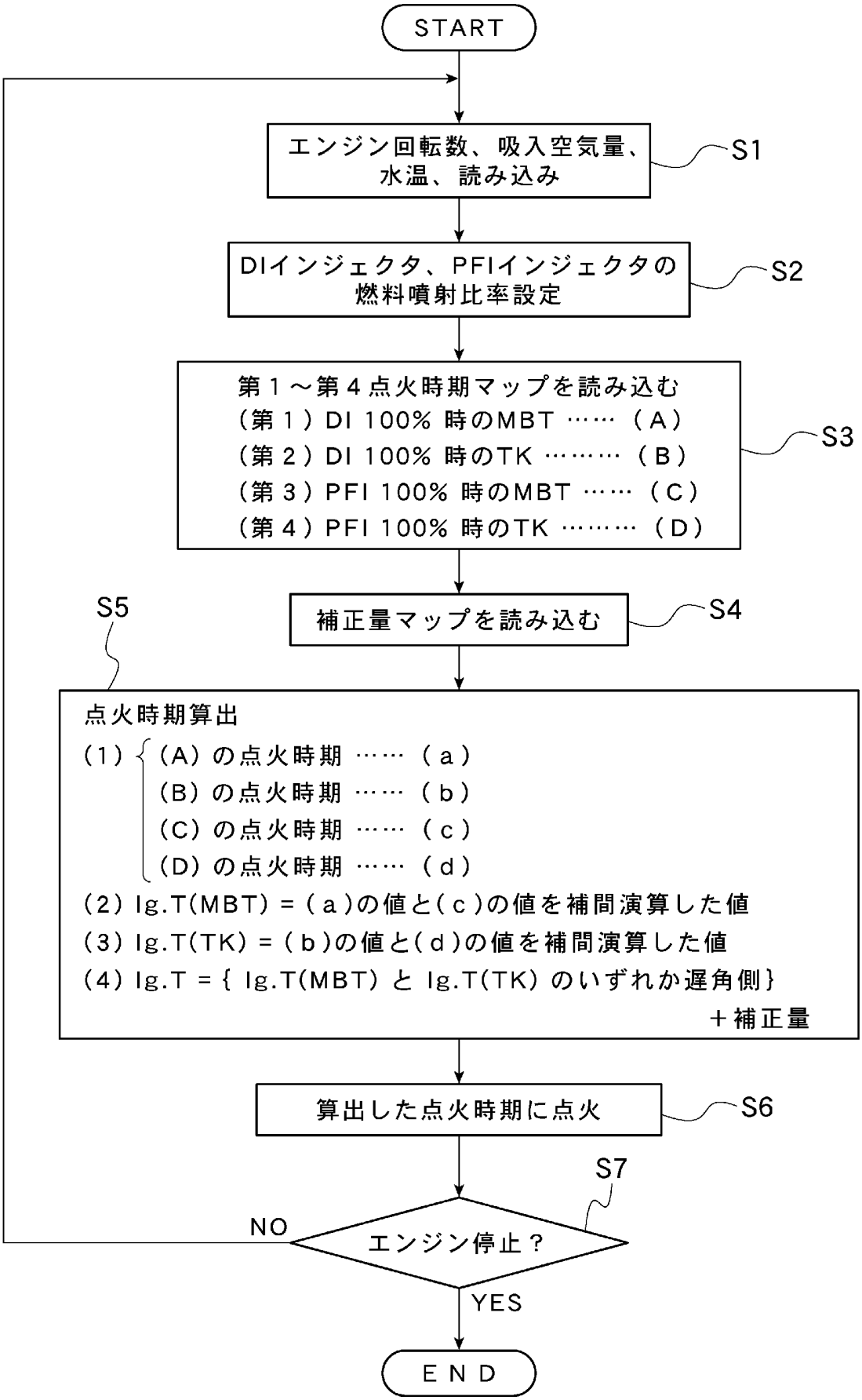
補正量マップ

[図7]



点火時期制御の原理

[図8]


START
エンジン回転数、吸入空気量、水温、読み込み
S1
DIインジェクタ、PFIインジェクタの燃料噴射比率設定
S2
第１～第４点火時期マップを読み込む
（第１）DI 100% 時のMBT ……（A）
（第２）DI 100% 時のTK ……（B）
（第３）PFI 100% 時のMBT ……（C）
（第４）PFI 100% 時のTK ……（D）
S3
補正量マップを読み込む
S4
S5
点火時期算出
（1）（A）の点火時期 ……（a）
（B）の点火時期 ……（b）
（C）の点火時期 ……（c）
（D）の点火時期 ……（d）
（2）lg.T(MBT) =（a）の値と（c）の値を補間演算した値
（3）lg.T(TK) =（b）の値と（d）の値を補間演算した値
（4）lg.T ={ lg.T(MBT) と lg.T(TK) のいずれか遅角側}
＋補正量
算出した点火時期に点火
S6
S7
NO
エンジン停止？
YES
END

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2006/304775

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F02P5/15(2006.01), ***F02P5/152***(2006.01), ***F02P5/153***(2006.01), ***F02D41/34***(2006.01), ***F02M63/00***(2006.01)

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)
F02P5/15(2006.01), ***F02P5/152***(2006.01), ***F02P5/153***(2006.01), ***F02D41/34***(2006.01), ***F02M63/00***(2006.01)

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 1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2006 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2006

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.
Y	JP 7-99113 B2 (Mazda Motor Corp.), 25 October, 1995 (25.10.95), Page 3, right column, line 36 to page 4, left column, line 9; page 4, left column, line 34 to right column, line 4 (Family: none)	1,4,5
Y	JP 2002-195141 A (Toyota Motor Corp.), 10 July, 2002 (10.07.02), Claims 1, 2; Par. Nos. [0031], [0032]; Figs. 2, 4 (Family: none)	1,4,5
A	JP 3414303 B2 (Nissan Motor Co., Ltd.), 09 June, 2003 (09.06.03), Par. Nos. [0119] to [0121] & US 6340014 B1 & EP 0943793 A2	1-5

☒ 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	Date of mailing of the international search report
11 April, 2006 (11.04.06)	25 April, 2006 (25.04.06)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2006/304775

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,A	JP 2006-57594 A (Toyota Motor Corp.), 02 March, 2006 (02.03.06), Par. Nos. [0031], [0032] (Family: none)	1-5

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００６／３０４７７５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　*F02P5/15*（2006.01），*F02P5/152*（2006.01），*F02P5/153*（2006.01），*F02D41/34*（2006.01），*F02M63/00*（2006.01）

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.　*F02P5/15*（2006.01），*F02P5/152*（2006.01），*F02P5/153*（2006.01），*F02D41/34*（2006.01），*F02M63/00*（2006.01）

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	１９７１－２００６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００６年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
Y	JP 7-99113 B2（マツダ株式会社）1995.10.25，第３ページ右欄第３６～第４ページ左欄第９行，第４ページ左欄第３４行～右欄第４行（ファミリーなし）	1,4,5
Y	JP 2002-195141 A（トヨタ自動車株式会社）2002.07.10，【請求項１】，【請求項２】，段落【００３１】，【００３２】，【図２】，【図４】　（ファミリーなし）	1,4,5

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
１１．０４．２００６	２５．０４．２００６

国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官（権限のある職員）	３Ｚ	３４２６
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	森藤　淳志 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	関連する請求の範囲の番号
A	JP 3414303 B2（日産自動車株式会社）2003.06.09, 段落【０１１９】－【０１２１】 & US 6340014 B1 & EP 0943793 A2	1-5
P,A	JP 2006-57594 A（トヨタ自動車株式会社）2006.03.02, 段落【００３１】,【００３２】　（ファミリーなし）	1-5