(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
2018年11月29日(29.11.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/216290 A1

(51) 国際特許分類:
F02D 13/02 (2006.01)　*F02D 41/04* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2018/007438

(22) 国際出願日：　2018年2月28日(28.02.2018)

(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 2017-102037　2017年5月23日(23.05.2017)　JP

(71) 出願人: アイシン精機株式会社 (**AISIN SEIKI KABUSHIKI KAISHA**) [JP/JP]; 〒4488650 愛知県刈谷市朝日町二丁目一番地 Aichi (JP).

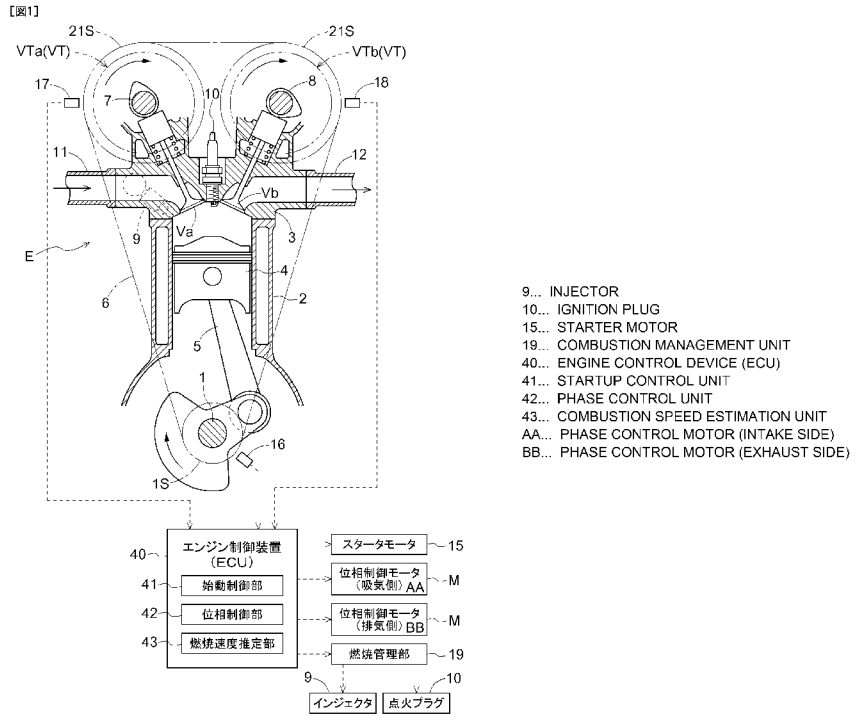
(72) 発明者: 藤本精一 (**FUJIMOTO Seiichi**); 〒4488650 愛知県刈谷市朝日町二丁目一番地 アイシン精機株式会社内 Aichi (JP). 田中浩和(**TANAKA Hirokazu**); 〒4488650 愛知県刈谷市朝日町二丁目一番地 アイシン精機株式会社内 Aichi (JP). 金子雅昭(**KANEKO Masaaki**); 〒4488650 愛知県刈谷市朝日町二丁目一番地 アイシン精機株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人R&C (**R&C IP LAW FIRM**); 〒5300005 大阪府大阪市北区中之島三丁目３番３号 Osaka (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,

(54) **Title:** CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称： 内燃機関の制御装置



(57) **Abstract:** Provided is a control device that facilitates startup by increasing the speed of a crank shaft at the time of startup of an internal combustion engine. An internal combustion engine is constituted by comprising: a plurality of cylinders each including a piston that reciprocates in cooperation with the rotation of a crank shaft, and an intake valve and an exhaust valve that open and close a combustion chamber; a starter motor that drives and rotates the crank shaft; and a valve open/close timing control mechanism that sets the timing for opening/closing the intake valve by the drive of

WO 2018/216290 A1

[続葉有]

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

an electric actuator. This control device controls the electric actuator such that, at the time of cranking, the open timing of the intake valve is set before the top dead center of the piston in the combustion chamber until initial combustion is performed by a combustion management unit.

(57) 要約:内燃機関の始動時にクランクシャフトを高速化して始動を容易にする制御装置を構成する。クランクシャフトの回転に連係して往復作動するピストンと燃焼室を開閉する吸気バルブおよび排気バルブとを有する複数の気筒と、クランクシャフトを駆動回転するスタータモータと、電動アクチュエータの駆動により吸気バルブの開閉時期を設定する弁開閉時期制御機構とを備えて内燃機関が構成されている。制御装置は、クランキング時には、燃焼管理部で最初の燃焼が行われるまでは、吸気バルブの開時期を、燃焼室のピストンの上死点より前に設定するように電動アクチュエータを制御する。

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、吸気バルブの開閉時期を制御する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、内燃機関の吸気バルブの開閉タイミングを制御するバルブタイミング調整機構を備え、このバルブタイミング調整機構によって開閉タイミングを最遅角タイミングに設定することにより内燃機関の始動時に燃焼室内圧力を低く抑える技術が記載されている。

[0003] また、特許文献２には、内燃機関の吸気弁に弁開閉時期制御機構を備え、この弁開閉時期制御機構を最遅角位相状態に設定することにより、燃焼室内の混合気の圧縮比を小さくする（所謂、デコンプ状態にする）ことで、エンジンの振動を小さくする技術が記載されている。

[0004] 特許文献２では、アイドルストップ条件が成立した状態で弁開閉時期制御機構を最遅角位相に設定して内燃機関を停止する制御形態が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平１１－３０１３４号公報

特許文献2：特開２００７－６４１２７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 内燃機関を安定的に始動するためには、クランクシャフトを高速回転させた状態で燃焼室での燃焼を行うことが重要である。そこで、内燃機関の始動時にクランクシャフトを高速で駆動するために、スタータモータに大容量のものを用いることが考えられるが、特許文献１及び２に記載されるように、

吸気バルブの開閉時期を制御する弁開閉時期制御機構を最遅角位相に設定することも行われている。

[0007] つまり、特許文献１及び２に記載の技術は、吸気バルブの開閉時期を制御する弁開閉時期制御機構を最遅角位相に設定することにより、クランキング時における燃焼室での空気の圧縮比を小さくして、クランクシャフトの回転の高速化を図るものである。

[0008] しかしながら、クランキング時において燃焼室での空気の圧縮比を小さくできる領域はピストンが下死点から上死点に至る過程だけであり、弁開閉時期制御機構を最遅角位相に設定した場合には、吸気量が低減するためピストンが下死点に達するまでの過程において負圧を高め、負荷を高めることも想像できた。

[0009] このような理由から、内燃機関の始動時にクランクシャフトの回転を高速化して始動を容易にする制御装置が求められる。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の特徴は、クランクシャフトの回転に連係してシリンダ内で往復作動するピストンと前記クランクシャフトの回転に連係して燃焼室を開閉する吸気バルブおよび排気バルブとを有する複数の気筒と、前記クランクシャフトを駆動回転させるスタータモータと、電動アクチュエータの駆動により前記吸気バルブの開閉時期を設定する弁開閉時期制御機構と、を備えて内燃機関が構成され、

前記スタータモータによってクランキングが行われる状況で、複数の前記気筒のうち最初に燃焼するように順序が設定された前記気筒の最初の燃焼が行われるときから、複数の前記気筒のうち最後に燃焼するように順序が設定された前記気筒の最初の燃焼が行われるまでは、前記吸気バルブの開時期であるＩＶＯを前記燃焼室のピストンの上死点であるＴＤＣより前となるＢＴＤＣに設定するように前記電動アクチュエータを制御する点にある。

[0011] この特徴構成によると、クランキングが行われる状況で、複数の気筒のうち最初に燃焼するように順序が設定された気筒において最初の燃焼が行われ

た後に、複数の気筒のうち最後に燃焼するように順序が設定された気筒において最初の燃焼が行われるまでは、吸気バルブの開時期であるＩＶＯをピストンの上死点であるＴＤＣより進角側に変位させてクランキングが行われる。このため、弁開閉時期制御機構を最遅角位相に設定するものと比較してクランキング時の吸気行程において燃焼室に吸引される空気量が増大し、負圧の影響を極めて小さくすることができる。また、ピストンが下死点であるＢＤＣに達した後に上死点であるＴＤＣに向けて作動する圧縮行程ではポンピングロスを招くものの、このポンピングロスが、弁開閉時期制御機構を最遅角位相に設定した場合のポンピングロスより僅かに増大するだけである。これにより、次の膨張行程では燃焼室内に充分の空気量が存在することになり、弁開閉時期制御機構を最遅角位相に設定するものと比較して負圧の影響を小さくすることができるため、ポンピングロスの低減が実現する。

[0012] 特に、このように吸気バルブの開閉タイミングを設定することにより、デコンプ状態でのクランキングと比較して、圧縮時には圧縮される空気量が多いため、圧縮に伴い空気の温度が上昇することになり、燃焼室での燃焼を容易にする。更に、この構成では弁開閉時期制御機構が電動アクチュエータの駆動力により開閉時期を設定する構成であるため、油圧によって作動する構成と比較してクランキング開始直後から弁開閉時期制御機構を必要とする吸気時期に設定することも可能となる。

その結果、内燃機関の始動時にポンピングロスを低減してクランクシャフトの回転を高速化して始動を容易にする制御装置が構成された。

[0013] 他の構成として、前記スタータモータによってクランキングが行われる状況で、複数の前記気筒のうち最初に燃焼するように順序が設定された前記気筒の最初の燃焼が行われる以前から、前記ＩＶＯを、前記ＴＤＣより前の前記ＢＴＤＣに設定しても良い。

[0014] これによると、吸気バルブの開時期であるＩＶＯを、燃焼室のピストンの上死点であるＴＤＣより前のＢＴＤＣに設定した状態でクランキングを開始することになるので、吸気バルブの開時期（ＩＶＯ）の制御が容易となる。

[0015] 他の構成として、複数の前記気筒のうち最後に燃焼するように順序が設定された前記気筒の最初の燃焼が行われた後に、前記燃焼室での燃焼速度に基づいて前記ＩＶＯを設定しても良い。

[0016] これによると、最初の燃焼の後に、燃焼室での燃焼速度に基づいてＩＶＯを設定するため、燃焼状態に対応して弁開閉時期制御機構において開閉時期を最適に設定してＨＣ（炭化水素）を低減して良好な燃費での内燃機関の稼動を実現する。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]エンジンの断面と制御ユニットとを示す図である。

[図2]弁開閉時期制御機構の断面図である。

[図3]図２のIII－III線断面図である。

[図4]図２のIV－IV線断面図である。

[図5]弁開閉時期制御機構の分解斜視図である。

[図6]始動ルーチンのフローチャートである。

[図7]オーバーラップとエンジンの回転数とを示すチャートである。

[図8]ポンピングロスを説明するためのＰＶサイクル線図とタイミングダイヤグラムとを示す図である。

[図9]比較例のＰＶサイクル線図とタイミングダイヤグラムとを示す図である。

[図10]別実施形態（ａ）の始動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形態

[0018] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

〔基本構成〕

図１に示すように、内燃機関としてのエンジンＥの吸気バルブＶａの開閉時期を設定する吸気側の弁開閉時期制御機構ＶＴａと、排気バルブＶｂの開閉時期を設定する排気側の弁開閉時期制御機構ＶＴｂと、エンジンＥと、を制御するようにＥＣＵとして機能するエンジン制御装置４０が構成されている。

[0019] 図１、図２に示すエンジンＥ（内燃機関の一例）は、乗用車等の車両に備えられるものを想定している。このエンジンＥは、クランクシャフト１を支持するシリンダブロック２の上部にシリンダヘッド３を連結し、シリンダブロック２に形成された複数のシリンダボアにピストン４を摺動自在に収容し、ピストン４をコネクティングロッド５によりクランクシャフト１に連結して４サイクル型に構成されている。

[0020] エンジンＥでは、一方の端部から他方に向けて＃１気筒、＃２気筒、＃３気筒、＃４気筒（図２では、＃１、＃２、＃３、＃４として示している）が配置され、シリンダの内部空間のうちピストン４とシリンダヘッド３との間に燃焼室が形成される。

[0021] シリンダヘッド３には、燃焼室への吸気時に開放する吸気バルブＶａと、燃焼室の燃焼ガスの排出時に開放する排気バルブＶｂとが備えられ、シリンダヘッド３の上部に吸気バルブＶａを制御する吸気カムシャフト７と、排気バルブＶｂを制御する排気カムシャフト８とが備えられる。また、クランクシャフト１の出力スプロケット１Ｓと、吸気側の弁開閉時期制御機構ＶＴａおよび排気側の弁開閉時期制御機構ＶＴｂの駆動ケース２１のスプロケット２１Ｓとに亘ってタイミングチェーン６が巻回されている。

[0022] 更に、シリンダヘッド３には、燃焼室に燃料を噴射するインジェクタ９と点火プラグ１０とが備えられている。シリンダヘッド３には、吸気バルブＶａを介して燃焼室に空気を供給するインテークマニホールド１１と、排気バルブＶｂを介して燃焼室からの燃焼ガスを送り出すエキゾーストマニホールド１２とが連結する。

[0023] エンジンＥでは、クランクシャフト１を駆動回転するスタータモータ１５を備え、クランクシャフト１の近傍位置には回転角と回転速度（単位時間あたりの回転数）とを検知するシャフトセンサ１６を備えている。吸気側の弁開閉時期制御機構ＶＴａの近傍には駆動ケース２１と内部ロータ２２との相対回転位相を検知する吸気側位相センサ１７を備え、排気側の弁開閉時期制御機構ＶＴｂの近傍には駆動ケース２１と内部ロータ２２との相対回転位相

を検知する排気側位相センサ１８を備えている。

[0024] 尚、エンジンＥでは、燃焼対象となる気筒を判別する気筒判別ユニット（図示せず）を備えており、この気筒判別ユニットの一部の構成を用いてシャフトセンサ１６が構成されている。

[0025] エンジン制御装置４０は、エンジンＥを制御するＥＣＵとして機能するものであり、始動制御部４１と、位相制御部４２と、燃焼速度推定部４３とを備えている。始動制御部４１はエンジンＥの始動を制御する。位相制御部４２は、吸気側の弁開閉時期制御機構ＶＴａと排気側の弁開閉時期制御機構ＶＴｂとの相対回転位相を制御する。燃焼速度推定部４３は燃焼室での燃焼速度を推定する。このエンジン制御装置４０の詳細と制御形態は後述する。

[0026] 〔弁開閉時期制御機構〕

吸気側の弁開閉時期制御機構ＶＴａと、排気側の弁開閉時期制御機構ＶＴｂとは共通する構成であるため、これらの上位概念を弁開閉時期制御機構ＶＴと称する。また、弁開閉時期制御機構ＶＴは、電動アクチュエータとしての位相制御モータＭの駆動力により対応するバルブの開閉時期を制御する。

[0027] 図２～図５には吸気側の弁開閉時期制御機構ＶＴａを示しており、弁開閉時期制御機構ＶＴａは、駆動ケース２１と、内部ロータ２２とを有すると共に、これらの相対回転位相を位相制御モータＭの駆動力により設定する位相調節部を備えている。

[0028] 駆動ケース２１は、外周にスプロケット２１Ｓが形成されると共に、吸気カムシャフト７の回転軸芯Ｘと同軸芯に配置されている。内部ロータ２２は、駆動ケース２１に対して相対回転自在に内包され、連結ボルト２３により吸気カムシャフト７に連結固定されている。駆動ケース２１と内部ロータ２２との間に位相調節部が配置され、駆動ケース２１の開口部分を覆う位置にフロントプレート２４を配置し、これを複数の締結ボルト２５により駆動ケース２１に締結している。尚、排気側の弁開閉時期制御機構ＶＴｂでは、内部ロータ２２が排気カムシャフト８に連結する。

[0029] 弁開閉時期制御機構ＶＴａでは、図３に示すようにタイミングチェーン６

からの駆動力により全体が駆動回転方向Ｓに回転する。また、位相制御モータＭの駆動力により駆動ケース２１に対する内部ロータ２２の相対回転位相が、駆動回転方向Ｓと同方向に変位する方向を進角方向Ｓａと称し、この逆方向への変位を遅角方向Ｓｂと称する。

[0030] 〔弁開閉時期制御機構：位相調節部〕

図２～図５に示すように、位相調節部は、内部ロータ２２の内周に一体形成される複数の内歯部２６Ｔを有し、回転軸芯Ｘと同軸芯に配置されるリングギヤ２６を備えると共に、これに咬合するための複数の外歯部２７Ｔを有し、回転軸芯Ｘに平行する姿勢の偏心軸芯Ｙと同軸芯に配置されるインナギヤ２７を備え、偏心カム体２８と、継手部Ｊとを備えて構成される。

[0031] この位相調節部では、リングギヤ２６の内歯部２６Ｔの歯数に対して、インナギヤ２７の外歯部２７Ｔの歯数が１歯だけ少ないものが用いられる。

[0032] また、継手部Ｊは、駆動ケース２１に対して内部ロータ２２が回転軸芯Ｘに直交する方向への変位を許しつつ、駆動ケース２１と内部ロータ２２との相対回転を阻止するオルダム継手として構成されている。

[0033] 偏心カム体２８は、回転軸芯Ｘと同軸芯で回転するようにフロントプレート２４に対して第１軸受３１により支持されている。偏心カム体２８には、回転軸芯Ｘに平行する姿勢の偏心軸芯Ｙを中心とする偏心カム面２８Ａが一体形成され、偏心カム面２８Ａに対して第２軸受３２を介してインナギヤ２７が回転自在に支持される。また、偏心カム面２８Ａに形成した凹部にバネ体２９を嵌め込み、バネ体２９の付勢力を、第２軸受３２を介してインナギヤ２７に作用させている。

[0034] 偏心カム体２８は全体に筒状であり、内周には、一対の係合溝２８Ｂが回転軸芯Ｘと平行となる姿勢で形成されている。

[0035] これにより、リングギヤ２６の内歯部２６Ｔの一部にインナギヤ２７の外歯部２７Ｔの一部が咬合する。尚、第１軸受３１と第２軸受３２とはボールベアリングで構成されるものであるが、ブッシュで構成されるものでも良い。

[0036] 継手部Ｊは、板材をプレス加工して成る継手部材３３を有している。継手部Ｊは、継手部材３３に形成した一対の係合アーム３３Ａを駆動ケース２１の係合溝部２１Ｇに係合させ、継手部材３３に形成した一対の係合凹部３３Ｂをインナギヤ２７の係合突部２７Ｕに係合させて構成されている。

[0037] つまり、継手部材３３は、中央部分が環状に形成されると共に、この環状の中央部分から外方に向けて一対の係合アーム３３Ａを突出形成し、環状の中央部分の空間と連なるように一対の係合凹部３３Ｂを形成した構造を有している。

[0038] 継手部Ｊでは、継手部材３３が、駆動ケース２１の一対の係合溝部２１Ｇを結ぶ直線方向に変位自在となり、この継手部材３３に対してインナギヤ２７が一対の係合突部２７Ｕを結ぶ直線方向に変位自在となる。

[0039] 位相制御モータＭ（図２参照）は、エンジンＥに支持されると共に、出力軸Ｍａに対して直交姿勢で備えた係合ピン３４を備えており、係合ピン３４を、偏心カム体２８の内周の係合溝２８Ｂに嵌め込んでいる。尚、位相制御モータＭには、ブラシレス直流モータが使用されるが、ステッピングモータ等の同期モータを用いても良い。

[0040] これにより、エンジンＥが停止する状態で作動形態を考えると、位相制御モータＭの駆動力で偏心カム体２８が回転した場合には、偏心カム面２８Ａが回転軸芯Ｘを中心に回転し、この回転に伴いインナギヤ２７が回転軸芯Ｘを中心に公転を開始する。この公転時には、インナギヤ２７の外歯部２７Ｔとリングギヤ２６の内歯部２６Ｔとの咬合位置がリングギヤ２６の内周に沿って変位するためインナギヤ２７には偏心軸芯Ｙを中心に自転させる力が作用する。

[0041] つまり、インナギヤ２７が１回転だけ公転した場合には、リングギヤ２６の内歯部２６Ｔの歯数と、インナギヤ２７の外歯部２７Ｔの歯数との差（歯数差）に相当する角度（１歯に対応する角度）だけインナギヤ２７に対して回転させようとする回転力（自転力）が作用する。

[0042] 前述したように、継手部Ｊは、駆動ケース２１に対するインナギヤ２７の

回転を規制する構造である。そのため、駆動ケース２１に対してインナギヤ２７が回転することはなく、インナギヤ２７に作用する回転力により、駆動ケース２１に対してリングギヤ２６が回転する。これにより、リングギヤ２６と一体的に内部ロータ２２が相対回転することになり、駆動ケース２１に対する吸気カムシャフト７の回転位相の調節が実現する。

[0043] 特に、インナギヤ２７が、回転軸芯Ｘを中心に１回転だけ公転した場合には、駆動ケース２１に対して吸気カムシャフト７を、インナギヤ２７の外歯部２７Ｔの歯数と差（歯数差）に相当する角度だけ回転させるため大きい減速比での調節が実現する。

[0044] 〔弁開閉時期制御機構：位相調節の概要〕

吸気側の弁開閉時期制御機構ＶＴａによる位相調節を例に挙げると、エンジン制御装置４０の位相制御部４２は、吸気カムシャフト７の回転速度と等速度で同じ方向に位相制御モータＭの出力軸Ｍａを駆動回転することで駆動ケース２１と内部ロータ２２との相対回転位相が維持する。

[0045] また、吸気カムシャフト７の回転速度を基準にして、位相制御モータＭの回転速度を増大する又は低減することにより、相対回転位相を進角方向Ｓａ又は遅角方向Ｓｂに変位させる。位相制御モータＭの回転速度の増大と低減とに対する相対回転位相の変位方向（進角方向Ｓａと遅角方向Ｓｂとの何れか）は、位相調節部のギヤ構成によって決まる。

[0046] 特に、弁開閉時期制御機構ＶＴは、位相制御モータＭの駆動力により相対回転位相を変位させる。これにより、油圧により変位を実現するものと比較して高速での作動が可能である。また、エンジンＥの始動時のように油圧が充分でない状況においても、必要とする回転位相に迅速に設定することが可能である。

[0047] 〔制御構成〕

図１に示すように、エンジン制御装置４０は、シャフトセンサ１６と、吸気側位相センサ１７と、排気側位相センサ１８とからの検知信号が入力すると共に、吸気側と排気側との位相制御モータＭと、スタータモータ１５とに

制御信号を出力し、更に、インジェクタ９と、点火プラグ１０とを制御する燃焼管理部１９に制御信号を出力する。

[0048] 始動制御部４１は、スタータモータ１５を制御することによりクランクシャフト１のクランキングを実現する。位相制御部４２は、吸気側の弁開閉時期制御機構ＶＴａの位相制御モータＭと、排気側の弁開閉時期制御機構ＶＴｂの位相制御モータＭとを制御することにより、吸気バルブＶａの開閉時期の設定と、排気バルブＶｂの開閉時期の設定とを可能にする。燃焼速度推定部４３は、燃焼室で燃焼速度を推定する。

[0049] 以下の制御では、図３、図８、及び図９に示すように、吸気バルブＶａの開時期であるＩＶＯ、排気バルブＶｂの開時期であるＥＶＯを早める方向を進角方向Ｓａ（進角側）と称し、この逆の方向を遅角方向Ｓｂ（遅角側）と称している。

[0050] また、燃焼速度推定部４３が燃焼速度を推定する際には、点火プラグ１０による点火タイミングを基準として、シャフトセンサ１６で検知されるクランクシャフト１の回転速度の増加傾向に基づいて燃焼速度を推定する手法が採用されている。尚、この燃焼速度推定部４３は燃焼速度を計測するための専用のセンサを備えるものが考えられ、燃焼速度を推定する際に予め設定されたテーブルデータを参照することや、複数のタイミングで取得したシャフトセンサ１６の検知信号に基づく処理を行うものも考えられる。

[0051] エンジン制御装置４０において、始動制御部４１、位相制御部４２、及び、燃焼速度推定部４３はソフトウエアで構成されるものを想定しているが、これらが、ロジック等を有する回路で成るハードウエアで構成されるものでも良く、ソフトウエアとハードウエアとの組み合わせによって構成されるものでも良い。

[0052] また、燃焼管理部１９は、インジェクタ９に対して燃料を供給するポンプ類の作動を管理すると共に、点火プラグ１０に電力を供給するイグニッション回路の制御により点火順序や点火タイミングを管理する。

[0053] このような構成から、図６のフローチャート、及び図７のタイミングチャ

ートに示すように、エンジンＥを始動する制御信号を始動タイミングＰ０で取得した場合には、エンジン制御装置４０の始動制御部４１が、排気バルブＶｂと吸気バルブＶａとの開閉時期を設定し、スタータモータ１５の駆動によりクランキングを開始する（＃１０１～＃１０３ステップ）。

[0054] この制御では、始動制御部４１が、排気側の弁開閉時期制御機構ＶＴｂを制御することで排気バルブＶｂの開閉時期を設定する。また、始動制御部４１が、吸気側の弁開閉時期制御機構ＶＴａを制御することで、図８の右部に示すように吸気バルブＶａの開時期であるＩＶＯを、ピストン４の上死点であるＴＤＣより以前（進角側）となるＢＴＤＣの位相に設定する。

[0055] また、この制御では、図８の右部に示すように排気バルブＶｂの閉時期であるＥＶＣが上死点ＴＤＣより僅かに遅角側となるＡＴＤＣの位相に設定される。尚、図８の右部に示すタイミングダイヤグラムでは、排気バルブＶｂが開状態にあり排気が行われる領域を排気領域Ｅｘとして示し、吸気バルブＶａが開状態にあり吸気が行われる領域を吸気領域Ｉｎとして示している。

[0056] 前述したように排気バルブＶｂの開閉時期と、吸気バルブＶａの開閉時期とを設定することにより、吸気バルブＶａと排気バルブＶｂとの間にオーバーラップが形成される。図８には、吸気バルブＶａの開時期であるＩＶＯと、閉時期であるＩＶＣとが示されると共に、排気バルブＶｂの開時期であるＥＶＯと閉時期であるＥＶＣと、ピストン４の下死点であるＢＤＣとが示されている。

[0057] 図７の上段には吸気バルブＶａの位相グラフｆが示され、図７の下段にはクランクシャフト１の回転数グラフｇ（回転速度のグラフ）が示されている。これらのグラフから理解できるように、始動タイミングＰ０の時点で吸気バルブＶａの開時期であるＩＶＯを進角方向に変位させてオーバーラップを形成すると共に、これに続いて回転数グラフｇに示すようにクランキングを開始する。

[0058] 次に、気筒判別の後に、回転数グラフｇの第１タイミングＰ１で最初の燃焼を行い、これに続いて、燃焼管理部１９が、設定された順序で各燃焼室で

の燃焼を行う（＃１０４～＃１０６ステップ）。

[0059] つまり、始動制御部４１では、複数の気筒について燃焼の順序を予め設定しており、例えば、＃１気筒、＃３気筒、＃４気筒、＃２気筒の順序に従って複数の気筒での燃焼が開始される。すなわち、上記の回転数グラフｇの第１タイミングＰ１では＃１気筒の燃焼が開始される。

[0060] また、最初の燃焼から、４つの気筒の燃焼室での最初の燃焼が終了するまでは、吸気バルブＶａの開時期であるＩＶＯが上死点であるＴＤＣより以前となるＢＴＤＣの位相に設定され、第２タイミングＰ２に達した場合には（＃１０６ステップ）、スタータモータ１５を停止し、燃焼速度推定部４３が各燃焼室での燃焼速度を推定し、推定した燃焼速度に対応して吸気側の弁開閉時期制御機構ＶＴａを制御して吸気バルブＶａの開時期であるＩＶＯを設定する（＃１０７、＃１０８ステップ）。

[0061] この制御では、始動制御部４１が、スタータモータ１５でクランキングが行われる状況で、複数の気筒のうち最初に燃焼するように順序が設定された気筒の最初の燃焼が行われるときから、複数の気筒のうち最後に燃焼するように順序が設定された気筒の最初の燃焼が行われるまでは、吸気バルブＶａの開時期であるＩＶＯがピストン４の上死点であるＴＤＣより前となるＢＴＤＣのうち決まった位相に維持されるように進角側の位相制御モータＭが制御されるのである。

[0062] 前述したように、吸気バルブＶａの開時期であるＩＶＯをピストン４の上死点であるＴＤＣの以前となるＢＴＤＣの位相に設定することで図８の右部に示す如く、排気バルブＶｂとの間でオーバーラップを形成している。これにより燃焼が開始された後に、吸気行程ａ（図８の左部を参照）において燃焼ガスが燃焼室に吸引される内部ＥＧＲの状態となり、燃焼速度が低下する。

[0063] 内部ＥＧＲの状態は燃焼室の温度上昇に有効であるが、前述したように燃焼速度が低下し、燃焼の不安定化を招くため、安定した燃焼を行うため、オーバーラップのラップ量を低減する方向に吸気バルブＶａの開時期であるＩ

ＶＯを変位させる制御が行われる。

[0064] 尚、エンジンＥを始動する制御では、排気側の弁開閉時期制御機構ＶＴｂは開閉時期を固定した状態で説明している。

[0065] このように、エンジンＥの始動時に吸気側の弁開閉時期制御機構ＶＴａの相対回転位相を、中間位相より進角側に設定する理由は、クランキング時におけるポンピングロスを低減することによりクランクシャフト１の回転速度の上昇を図るためである。尚、この制御では、吸気側の弁開閉時期制御機構ＶＴａの相対回転位相を進角側の機械的な限界位相となる最進角位相に設定しても良い。

[0066] 〔ポンピングロスの説明〕

このようなクランキングを行う際のＰＶサイクル線図を図８の左部に示している。図８に示すＰＶサイクル線図は、燃焼室の体積を横軸に取り、燃焼室の圧力を縦軸に取っており、吸気行程ａ、圧縮行程ｂ、膨張行程ｃ、排気行程ｄの各行程における燃焼室の圧力と、燃焼室の体積との関係が理解できる。

[0067] また、図８の右部のタイミングダイヤグラムは、図６のフローチャートの＃１０２ステップの制御に対応して、クランキング開始時の吸気バルブＶａの開時期であるＩＶＯを、ピストン４の上死点であるＴＤＣより前のＢＴＤＣの位相に設定した状態を示している。これにより、吸気バルブＶａと排気バルブＶｂとの間にオーバーラップが形成される。

[0068] 図８に示すように、クランキング時（燃焼が行われない状態で）の吸気行程ａでは、この行程の初期においてピストン４が上死点であるＴＤＣを超えて下死点であるＢＤＣに向けて作動を開始する時点で吸気バルブＶａが開放状態にあるため、負圧の発生を招くことなく吸気を行うことができる。

[0069] 次に、圧縮行程ｂでは燃焼室の容積の縮小に伴い圧力が上昇するものの、これに続く膨張行程ｃでは下死点ＢＤＣの近傍で発生する負圧は僅かであり、この後に排気行程ｄに移行する。排気行程ｄでは排気バルブＶｂが開放するため、燃焼室に圧力変化は発生しない。

[0070] これと対比するための比較例として、吸気側の弁開閉時期制御機構ＶＴａのタイミングダイヤグラムを図９の右部に示しており、クランキング時におけるＰＶサイクル線図を図９の左部に示している。

[0071] この比較例でも、図９に示すＰＶサイクル線図では、燃焼室の容積を横軸に取り、燃焼室の圧力を縦軸に取っており、クランクシャフト１の回転に伴い吸気行程ａ、圧縮行程ｂ、膨張行程ｃ、排気行程ｄの各行程が、この順序で行われる。

[0072] また、図９の右部のタイミングダイヤグラムでは、吸気バルブＶａの開時期であるＩＶＯを、ピストン４の上死点であるＴＤＣより後のＡＴＤＣの位相に設定することでネガティブオーバーラップが形成された状態を示している。

[0073] 図９に示すように、この比較例では、ネガティブオーバーラップが形成されているため、クランキング時の吸気行程ａでは、この行程の初期において吸気バルブＶａが開放するタイミングが遅れることになり、吸気の初期には大きい負圧が発生する。更に、吸気バルブＶａの開時期であるＩＶＯに達した後に吸気を継続する場合にも、吸気量が少ないため、継続的に負圧が作用する。

[0074] 次に、圧縮行程ｂでは燃焼室の容積の縮小に伴い圧力が上昇するものの、これに続く膨張行程では、燃焼室の吸気量が少ないため下死点ＢＤＣの近傍で大きい負圧が発生し、排気行程ｄに移行する。この排気行程ｄでは排気バルブＶｂが開放するため、燃焼室に圧力変化は発生しない。

[0075] このように、図６のフローチャートの制御を実行するもの（図８の左部のＰＶサイクル線図参照）では、比較例（図９の左部のＰＶサイクル線図）と比べると、エンジンＥのクランキングの開始以前から吸気バルブＶａの開時期であるＩＶＯを、ピストン４の上死点であるＴＤＣより前となるＢＴＤＣの位相に設定する。このため、吸気行程ａでの負圧の作用を軽減すると共に、膨張行程ｃでの負圧の作用も軽減しており、結果として、クランキング時に作用するポンピングロスを低減してクランクシャフト１の回転の高速化を

実現する。

[0076] このようにポンピングロスを低減してクランクシャフト１の高速回転を可能にするものでは、図９の右部のタイミングダイヤグラムに示すようにデコンプ状態でクランキングするものと比較して燃焼室で圧縮する空気量が増大する。このように燃焼室で圧縮する空気量が増大するものでは、圧縮行程ｂにおいて燃焼室の空気の温度上昇を図り、燃焼室での燃焼を容易にする。

[0077] 図６のフローチャートの制御では、図７の上段に示すように、スタータモータ１５でクランキングを開始する当初から吸気バルブＶａと排気バルブＶｂとの間にオーバーラップを形成するため、クランキング時のクランクシャフト１の回転の高速化を可能にする。

[0078] また、＃１～＃４の各気筒の燃焼室での燃焼が行われ、第２タイミングＰ２に達した後には、燃焼速度に基づき吸気側の弁開閉時期制御機構ＶＴａの位相を最適に設定するため、内部ＥＧＲの影響を排除して良好な稼動状態に移行することが可能となる。

[0079] 〔別実施形態〕

本発明は、上記した実施形態以外に以下のように構成しても良い（実施形態と同じ機能を有するものには、実施形態と共通の番号、符号を付している）。

[0080] （ａ）図１０のフローチャートに示すように、エンジンＥを始動する制御信号を取得した場合には、エンジン制御装置４０の始動制御部４１が、排気側の弁開閉時期制御機構ＶＴｂの制御により排気バルブＶｂの開閉時期を設定すると共に、吸気側の弁開閉時期制御機構ＶＴａの制御により吸気バルブＶａの開閉時期を最遅角に設定し、スタータモータ１５の駆動によりクランキングを開始する（＃２０１～＃２０３ステップ）。

[0081] このクランキングではクランクシャフト１の回転開始時の負荷を軽減するため一時的に吸気バルブＶａの開閉時期を最遅角（デコンプ状態）に設定するものであり、回転開始からクランクシャフト１が設定角度だけ回転した後に、吸気バルブＶａの開時期であるＩＶＯを、ピストン４の上死点であるＴ

ＤＣの以前となるＢＴＤＣの位相である進角側に設定する制御を行う（＃２０４、＃２０５ステップ）。

[0082] このようにクランクシャフト１の回転開始時の負荷を軽減するために吸気バルブＶａの開閉時期を最遅角に設定する制御は、例えば、スタータモータ１５によってクランクシャフト１の回転を僅かに回転させる時間だけ継続するだけで充分であり、このような理由から前述した設定角度が設定されている。

[0083] 次に、気筒判別の後に、燃焼管理部１９が、設定された順序で各燃焼室の燃焼を行う（＃２０６～＃２０８ステップ）。そして、各燃焼室での燃焼が行われた後には、スタータモータ１５を停止し、燃焼速度推定部４３が各燃焼室での燃焼速度を推定し、推定した燃焼速度に対応して吸気側の弁開閉時期制御機構ＶＴａを制御して吸気バルブＶａの開時期であるＩＶＯを設定する（＃２０９、＃２１０ステップ）。

[0084] 別実施形態（ａ）の制御では、クランキングによりクランクシャフト１が回転を開始する際（スタータモータ１５に電力を供給した直後）の負荷を軽減すると共に、クランクシャフト１が回転を開始した後には、クランキング時におけるポンピングロスを軽減することによりクランクシャフト１の回転の高速化を可能にするものであり、この制御によりエンジンＥの始動を良好に行える。

[0085] （ｂ）実施形態では排気側の弁開閉時期制御機構ＶＴｂを備えたが、排気側の弁開閉時期制御機構ＶＴｂを備えずに実施することが可能であり、排気側の弁開閉時期制御機構ＶＴｂとして油圧によって制御されるものを用いても良い。

[0086] （ｃ）弁開閉時期制御機構ＶＴは、電動モータ等のアクチュエータの駆動力により対応するバルブの開閉時期を制御すれば良いため、実施形態に示す構造に限るものではない。

産業上の利用可能性

[0087] 本発明は、吸気バルブの開閉時期を制御する内燃機関の制御装置に利用す

ることができる。

符号の説明

[0088]

１	クランクシャフト
４	ピストン
１５	スタータモータ
Ｅ	エンジン（内燃機関）
Ｍ	位相制御モータ（電動アクチュエータ）
Ｖａ	吸気バルブ
Ｖｂ	排気バルブ
ＶＴ	弁開閉時期制御機構

請求の範囲

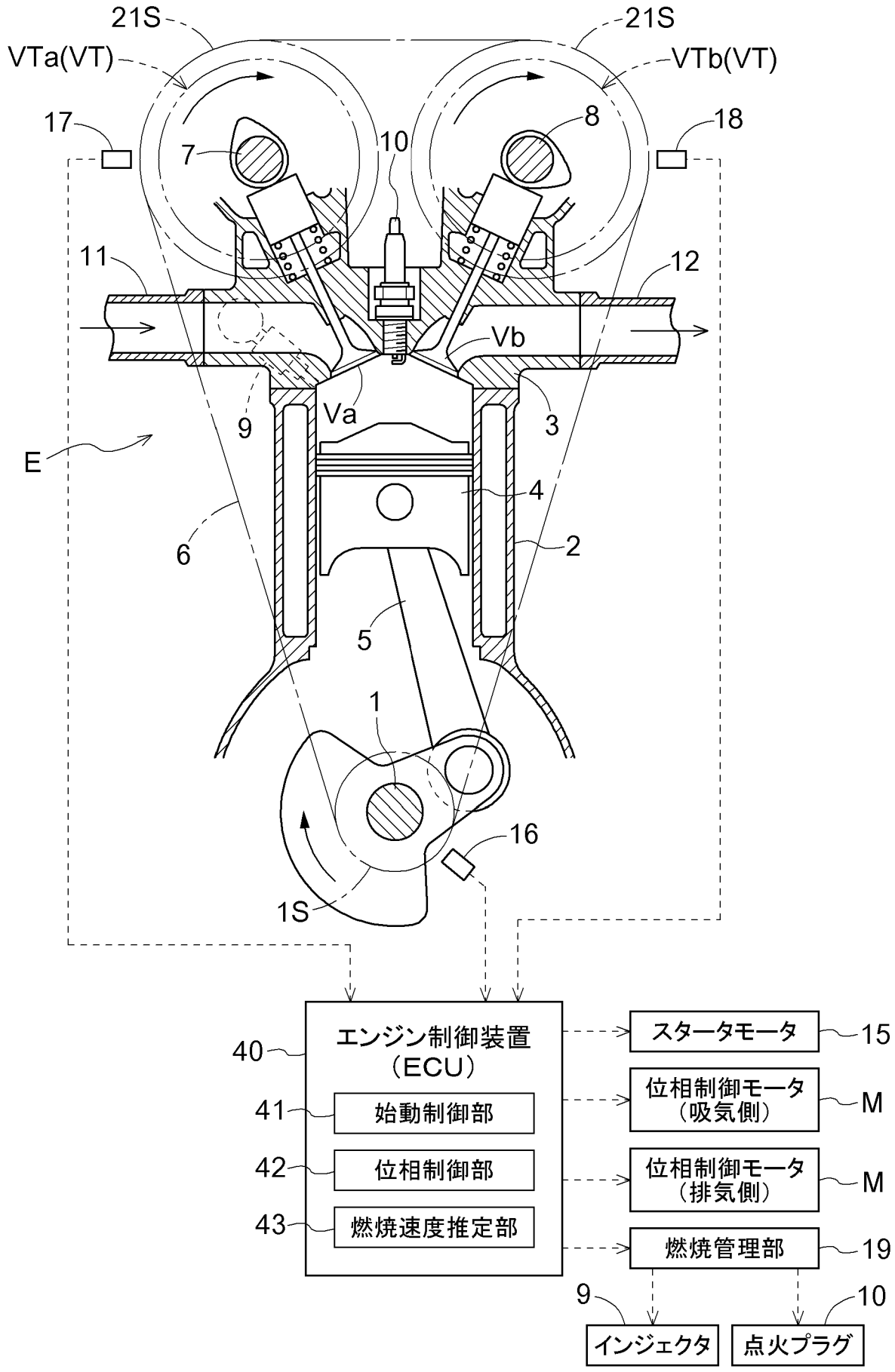
[請求項1] クランクシャフトの回転に連係してシリンダ内で往復作動するピストンと前記クランクシャフトの回転に連係して燃焼室を開閉する吸気バルブおよび排気バルブとを有する複数の気筒と、前記クランクシャフトを駆動回転させるスタータモータと、電動アクチュエータの駆動により前記吸気バルブの開閉時期を設定する弁開閉時期制御機構と、を備えて内燃機関が構成され、

前記スタータモータによってクランキングが行われる状況で、複数の前記気筒のうち最初に燃焼するように順序が設定された前記気筒の最初の燃焼が行われるときから、複数の前記気筒のうち最後に燃焼するように順序が設定された前記気筒の最初の燃焼が行われるまでは、前記吸気バルブの開時期であるＩＶＯを前記燃焼室のピストンの上死点であるＴＤＣより前となるＢＴＤＣに設定するように前記電動アクチュエータを制御する内燃機関の制御装置。

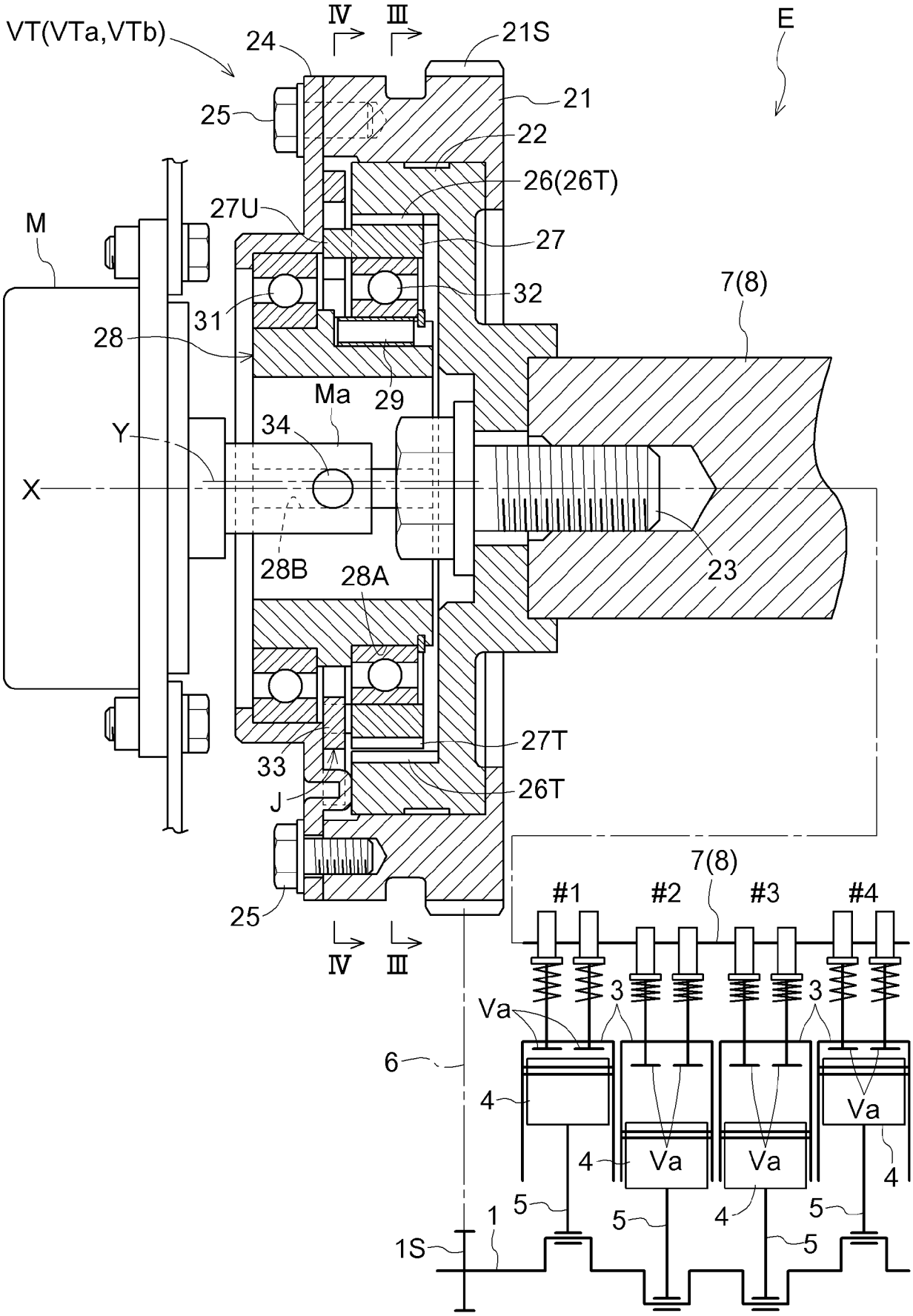
[請求項2] 前記スタータモータによってクランキングが行われる状況で、複数の前記気筒のうち最初に燃焼するように順序が設定された前記気筒の最初の燃焼が行われる以前から、前記ＩＶＯを、前記ＴＤＣより前の前記ＢＴＤＣに設定する請求項１に記載の内燃機関の制御装置。

[請求項3] 複数の前記気筒のうち最後に燃焼するように順序が設定された前記気筒の最初の燃焼が行われた後に、前記燃焼室での燃焼速度に基づいて前記ＩＶＯを設定する請求項１又は２に記載の内燃機関の制御装置。

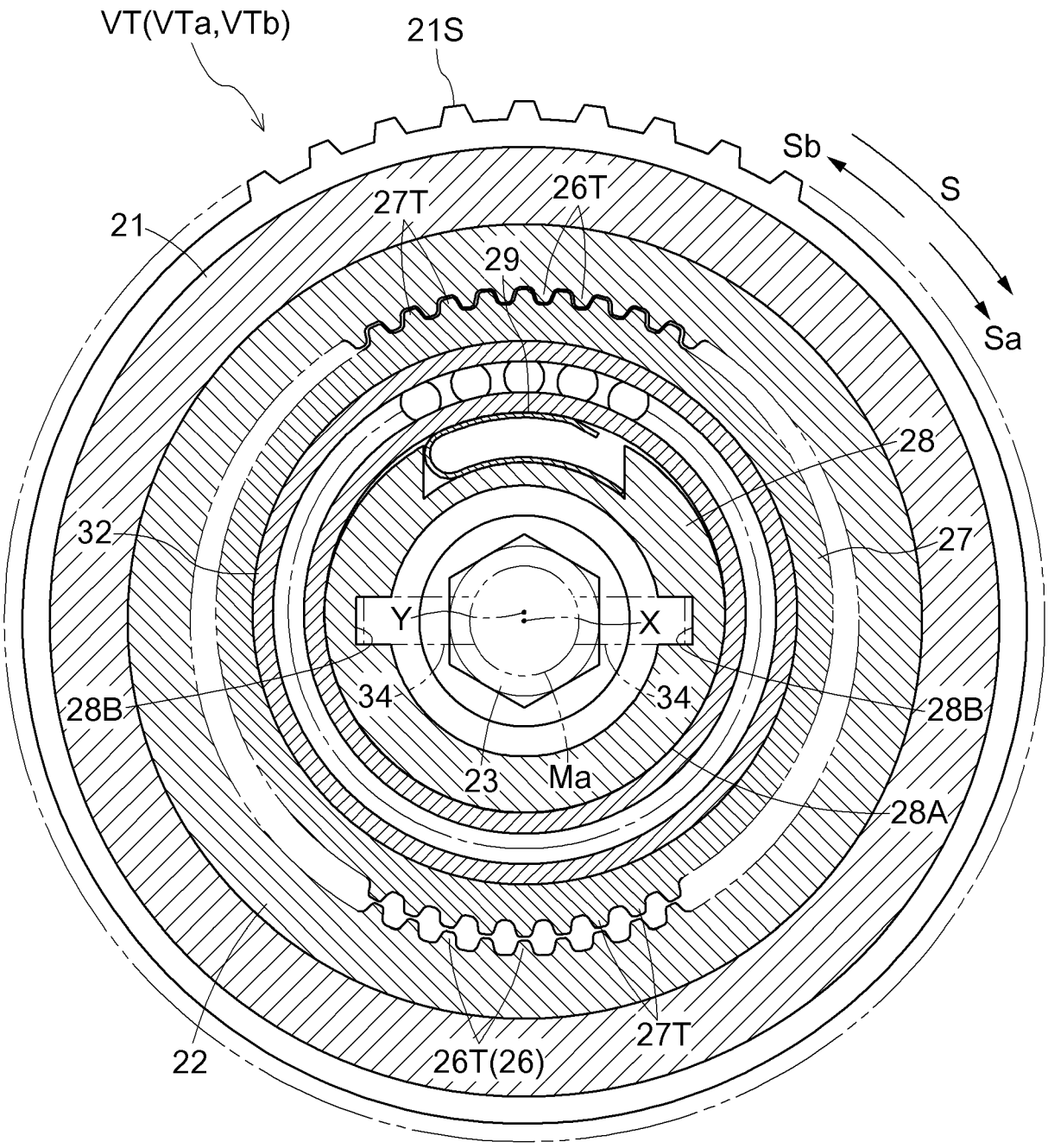
[図1]


21S
21S
VTa(VT)
VTb(VT)
17
18
7
8
10
11
12
Vb
Va
9
3
E
4
6
2
5
1
16
1S
エンジン制御装置
(ECU)
40
41
始動制御部
42
位相制御部
43
燃焼速度推定部
スタータモータ
15
位相制御モータ
(吸気側)
M
位相制御モータ
(排気側)
M
燃焼管理部
19
9
10
インジェクタ
点火プラグ

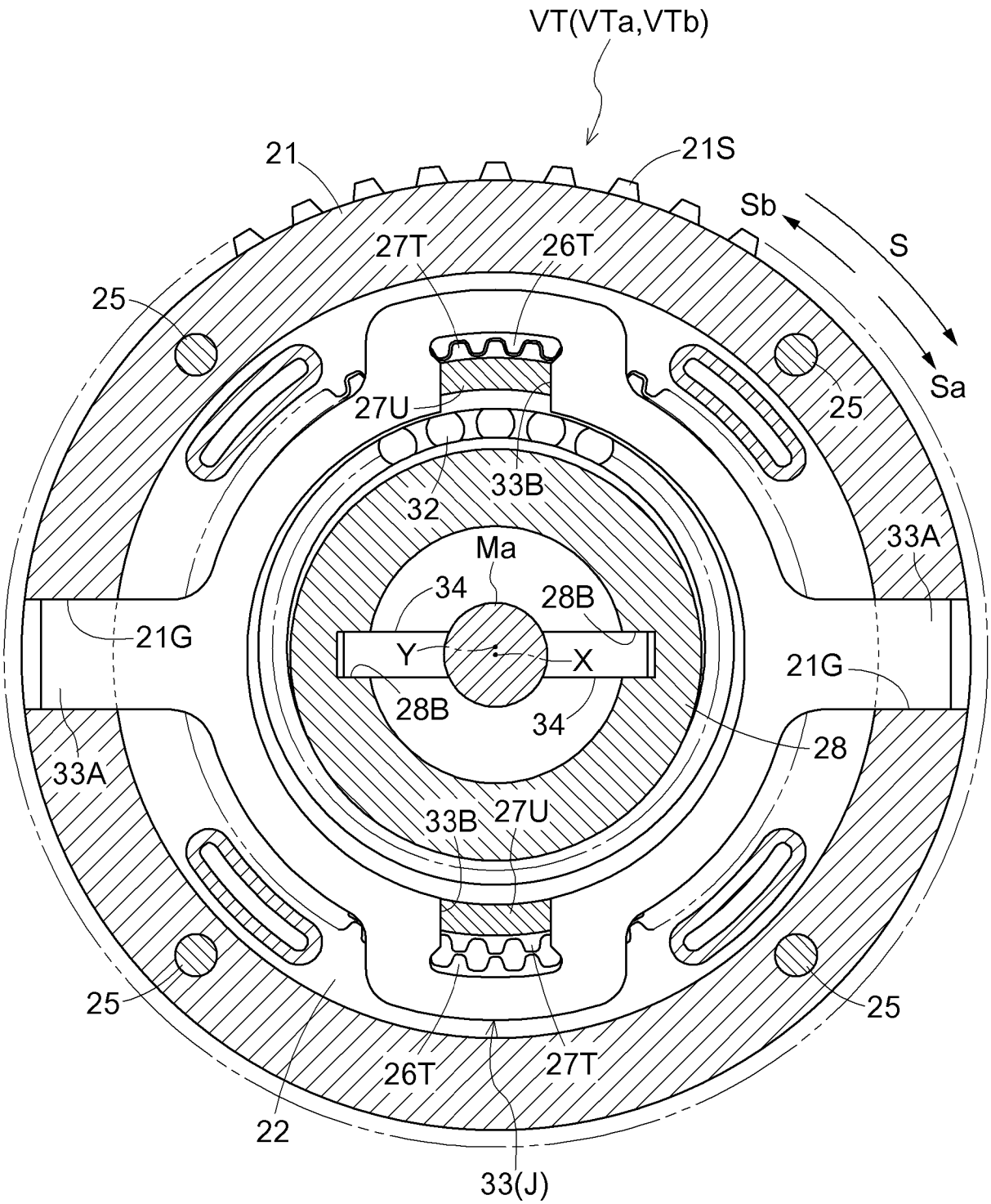
[図2]


VT(VTa,VTb)
24
Ⅳ
Ⅲ
21S
E
25
21
22
26(26T)
27U
M
27
32
7(8)
31
28
29
Ma
34
Y
X
28B
28A
23
27T
33
J
26T
25
Ⅳ
Ⅲ
7(8)
#1
#2
#3
#4
3
3
Va
6
4
Va
4
Va
Va
4
5
1
5
4
5
1S
5

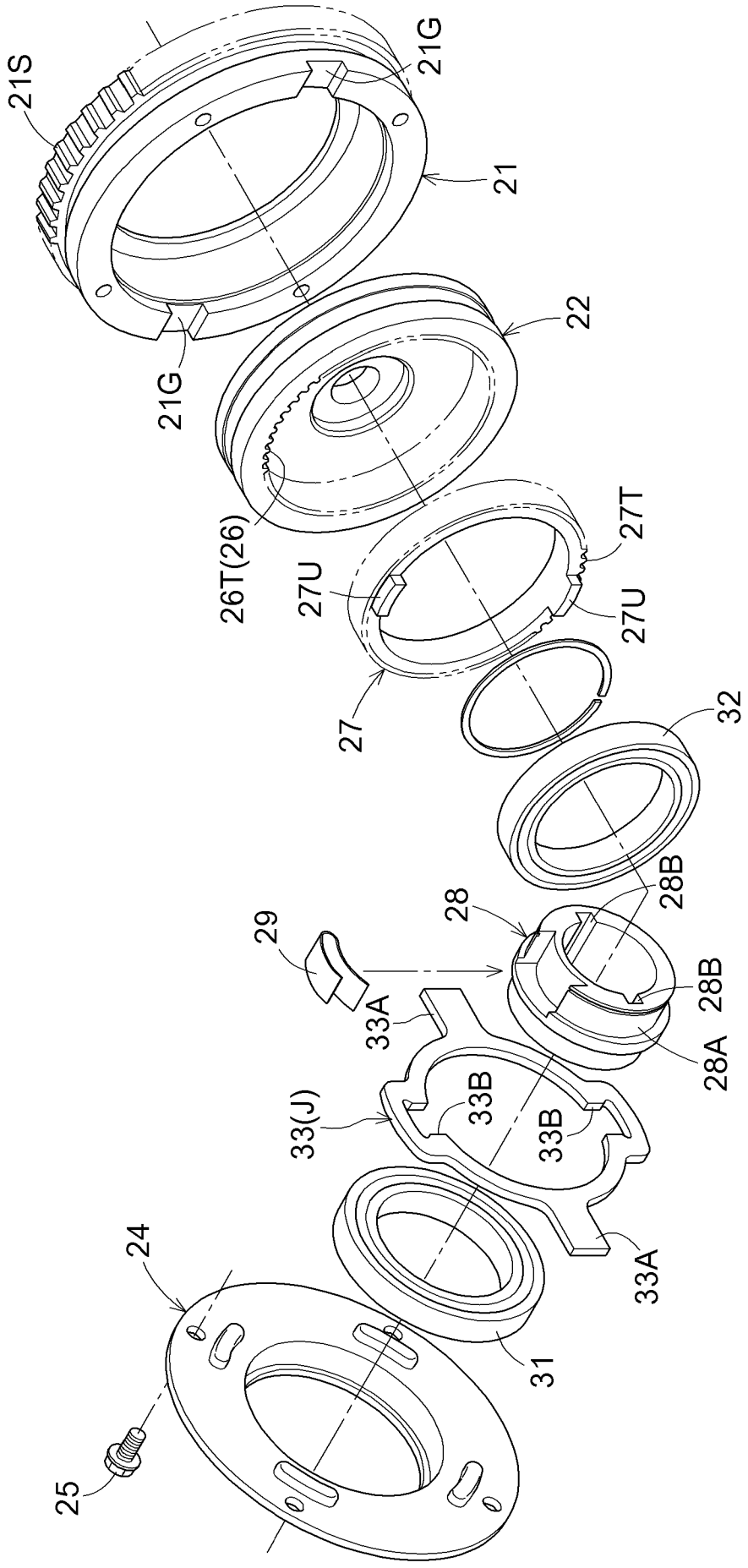
[図3]


VT(VTa,VTb)
21S
Sb
S
Sa
21
27T
26T
29
28
32
27
Y
X
34
34
28B
28B
23
Ma
28A
22
26T(26)
27T

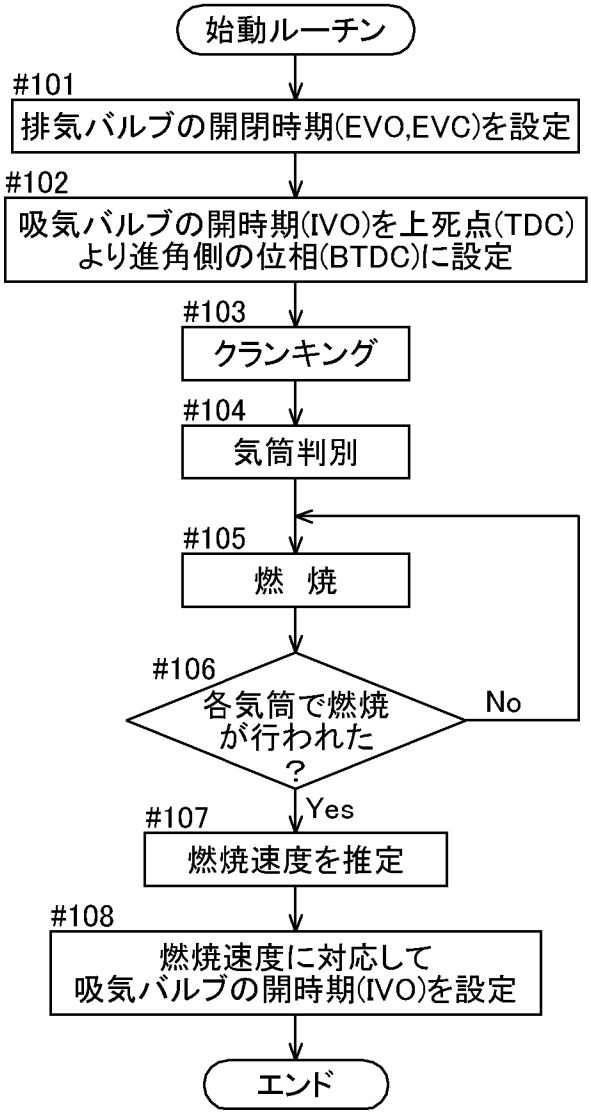
[図4]


VT(VTa,VTb)
21
21S
Sb
S
Sa
27T
26T
25
27U
25
32
33B
33A
Ma
34
28B
21G
Y
X
21G
28B
34
28
33A
33B
27U
25
25
26T
27T
22
33(J)

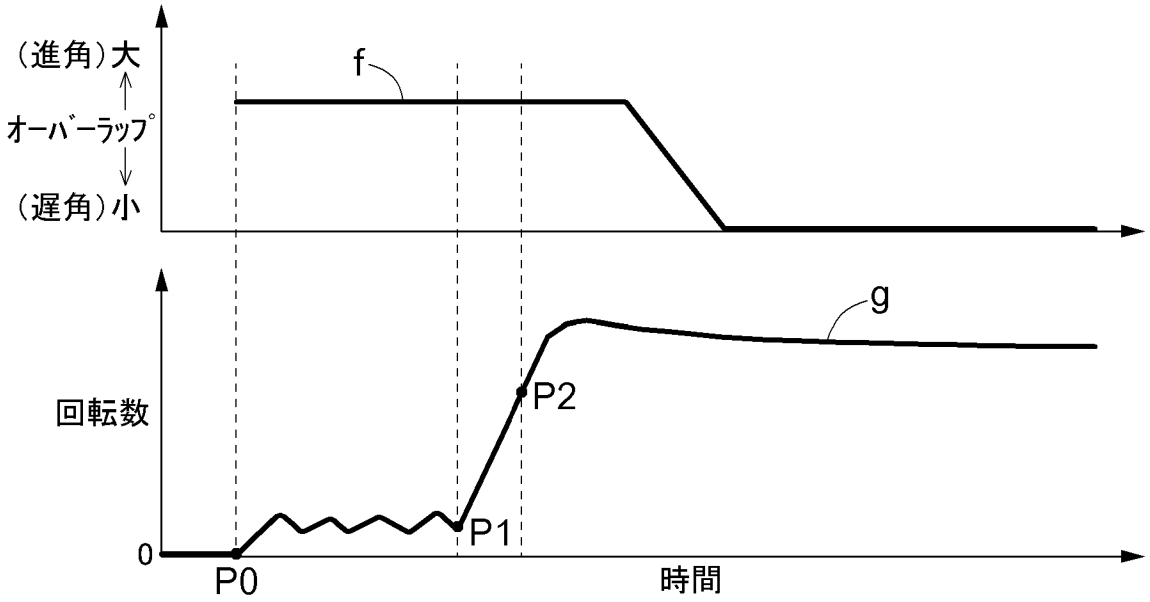
[図5]


21S
21G
21
22
21G
26T(26)
27U
27T
27U
27
32
28B
28
29
33A
28B
28A
33(J)
33B
33B
33A
24
31
25

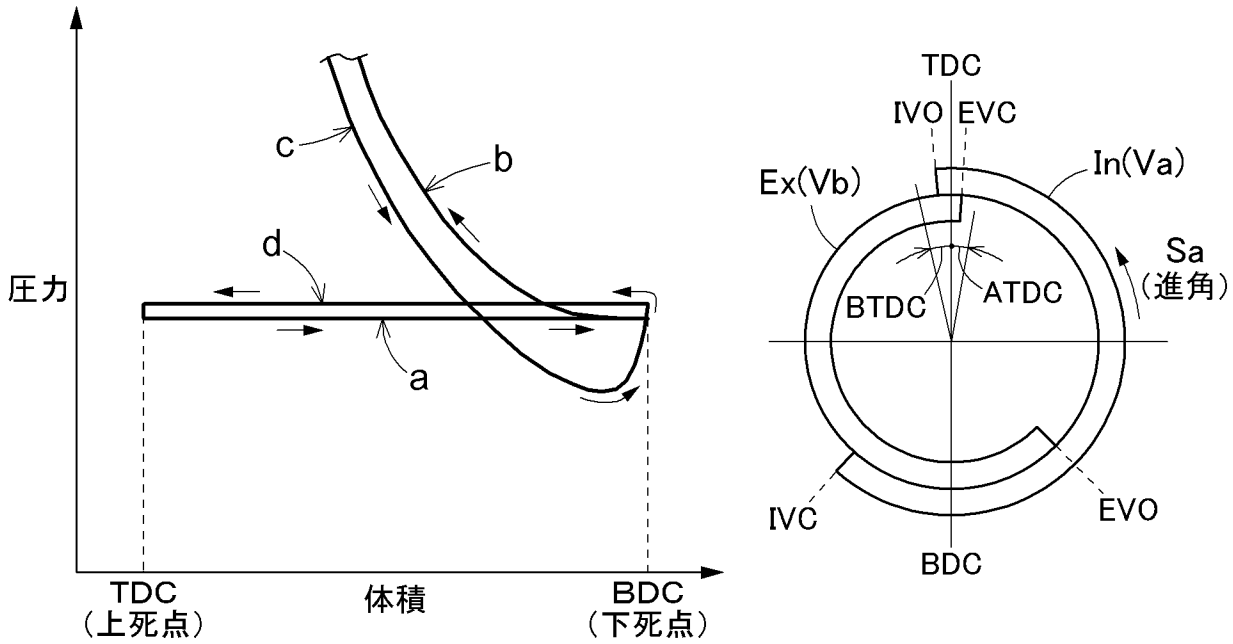
[図6]


始動ルーチン
#101
排気バルブの開閉時期(EVO,EVC)を設定
#102
吸気バルブの開時期(IVO)を上死点(TDC)より進角側の位相(BTDC)に設定
#103
クランキング
#104
気筒判別
#105
燃　焼
#106
各気筒で燃焼が行われた？
No
Yes
#107
燃焼速度を推定
#108
燃焼速度に対応して吸気バルブの開時期(IVO)を設定
エンド

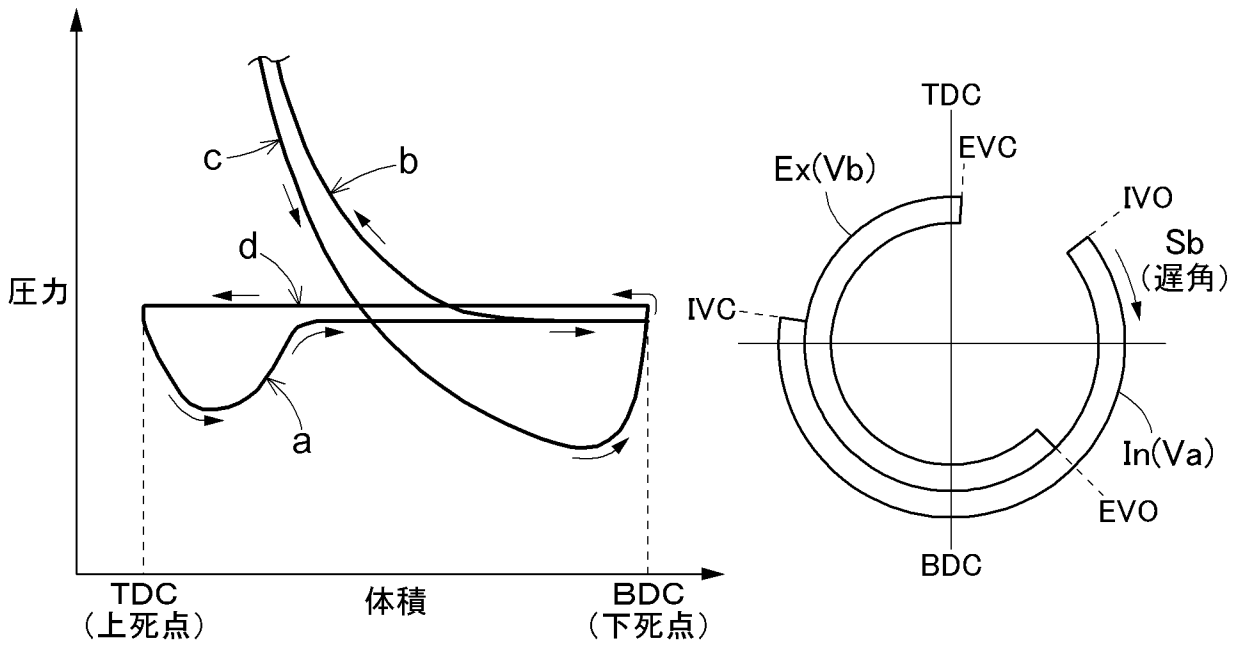
[図7]


(進角)大
オーバーラップ
(遅角)小
f
g
回転数
P2
P1
0
P0
時間

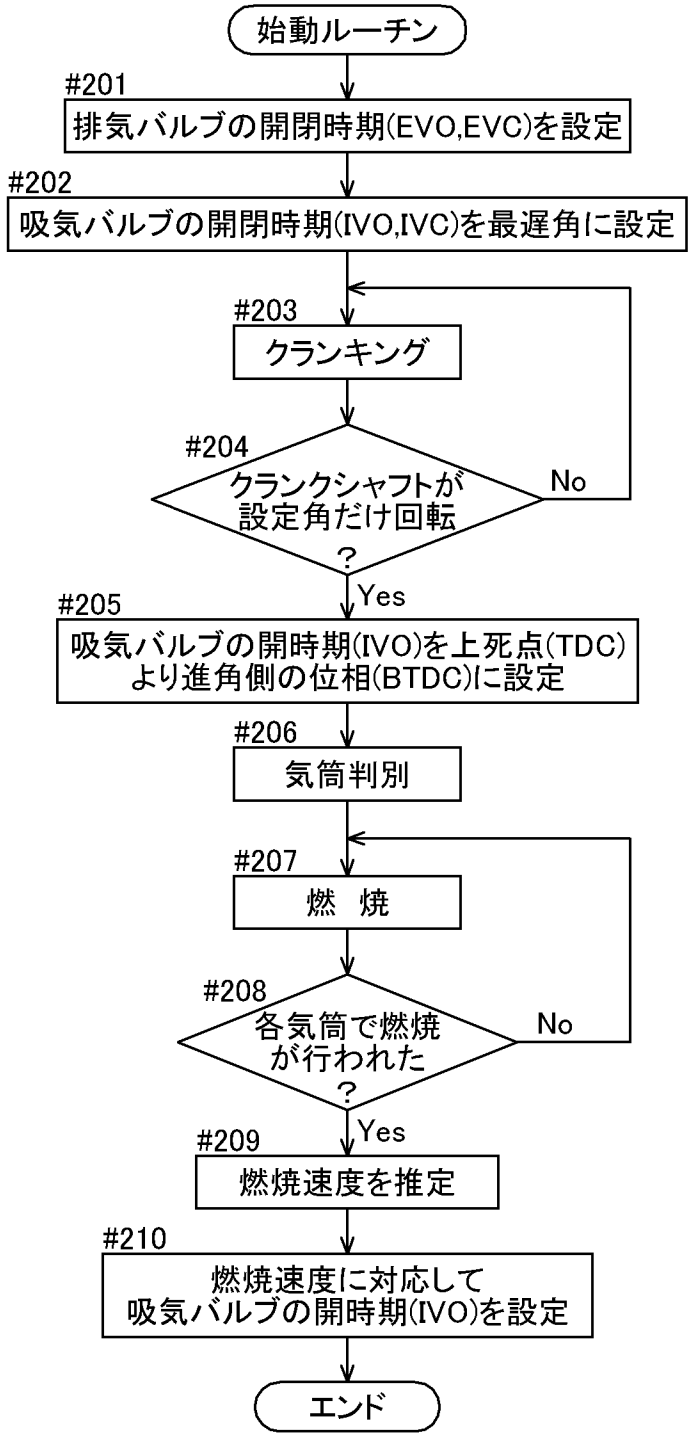
[図8]


圧力
c
b
d
a
TDC
（上死点）
体積
BDC
（下死点）
TDC
IVO
EVC
Ex(Vb)
In(Va)
Sa
（進角）
BTDC
ATDC
IVC
EVO
BDC

[図9]


圧力
c
b
d
a
TDC
（上死点）
体積
BDC
（下死点）
TDC
EVC
Ex(Vb)
IVO
Sb
（遅角）
IVC
In(Va)
EVO
BDC

[図10]


始動ルーチン
#201
排気バルブの開閉時期(EVO,EVC)を設定
#202
吸気バルブの開閉時期(IVO,IVC)を最遅角に設定
#203
クランキング
#204
クランクシャフトが設定角だけ回転？
No
Yes
#205
吸気バルブの開時期(IVO)を上死点(TDC)より進角側の位相(BTDC)に設定
#206
気筒判別
#207
燃　焼
#208
各気筒で燃焼が行われた？
No
Yes
#209
燃焼速度を推定
#210
燃焼速度に対応して吸気バルブの開時期(IVO)を設定
エンド

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/007438

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. F02D13/02(2006.01)i, F02D41/04(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)
Int.Cl. F02D13/02, F02D41/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2005-36673 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 10 February 2005, paragraphs [0008], [0013], [0017]-[0019], [0034] (Family: none)	1-2 3
Y	JP 2008-223688 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 25 September 2008, paragraphs [0099]-[0100] (Family: none)	3

☒ 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
03 April 2018 (03.04.2018)	17 April 2018 (17.04.2018)

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/007438

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 2015-166587 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 24 September 2015, paragraphs [0046], [0048], [0061], fig. 4 & US 2017/0074179 A1, paragraphs [0094], [0098], [0125] & DE 112014006435 T & CN 106062345 A	1-3
A	JP 2016-114042 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 23 June 2016, paragraph [0100], fig. 9 (Family: none)	1-3
A	JP 2011-27067 A (NIPPON SOKEN, INC.) 10 February 2011, paragraphs [0014], [0027]-[0028], [0054], [0070]-[0074], fig. 8 (Family: none)	1-3
A	JP 2009-167920 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 30 July 2009, paragraphs [0016], [0046], fig. 3 & US 2009/0183706 A1, paragraphs [0023], [0053], fig. 3	1-3

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／００７４３８

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, F02D41/04(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, F02D41/04

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	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８年

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

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	JP 2005-36673 A（日産自動車株式会社）2005.02.10, [0008],[0013],[0017]-[0019],[0034]（ファミリーなし）	1-2 3
Y	JP 2008-223688 A（トヨタ自動車株式会社）2008.09.25, [0099]-[0100]（ファミリーなし）	3

☑　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
０３．０４．２０１８	１７．０４．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
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

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｚ　３８３１
田村　佳孝
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３９５

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 2015-166587 A（日立オートモティブシステムズ株式会社）2015.09.24, [0046],[0048],[0061],図4 & US 2017/0074179 A1,[0094],[0098],[0125] & DE 112014006435 T & CN 106062345 A	1-3
A	JP 2016-114042 A（日立オートモティブシステムズ株式会社）2016.06.23, [0100],図9（ファミリーなし）	1-3
A	JP 2011-27067 A（株式会社日本自動車部品総合研究所）2011.02.10, [0014],[0027]-[0028],[0054],[0070]-[0074],図8（ファミリーなし）	1-3
A	JP 2009-167920 A（トヨタ自動車株式会社）2009.07.30, [0016],[0046],図3 & US 2009/0183706 A1,[0023],[0053],Fig3	1-3