

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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))

明 細 書

発明の名称： 内燃機関の制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、内燃機関の制御装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 には、排気バルブを一定量リフトして開弁することにより少なくとも圧縮行程の筒内圧を開放して圧縮圧を低減するデコンプ装置が構成され、エンジンの始動時にデコンプ装置でデコンプ状態にしてクランキングを行う技術が記載されている。

[0003] 特許文献 2 には、エンジン停止時には吸気弁を制御する弁開閉時期制御機構（文献では可変動弁装置）を進角側に固定しておき、エンジンの始動時には、可変動弁装置を進角側に固定することで低温環境下での始動性を確保する技術が記載されている。

[0004] 特許文献 3 には、内燃機関が所定温度より低温状態で始動する場合には、吸気弁の開閉時期を進角するように弁開閉時期制御機構（文献では可変動弁機構）を制御する技術が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2 0 1 5 - 2 1 8 6 2 9 号公報

特許文献2：特開 2 0 0 0 - 2 5 7 4 5 3 号公報

特許文献3：特開 2 0 1 3 - 5 3 6 1 0 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 内燃機関の始動時にクランクシャフトに作用する負荷を軽減することは、クランキング時においてスタータモータの消費電力を低下させ、クランクシャフトの高速化を可能にして良好な始動に結びつくものである。特に、極低温の環境では潤滑油の粘性が高く始動性の低下を招くためクランクシャフト

に作用する負荷の軽減が重要となる。

[0007] このような課題を解消するため、特許文献 1 ではデコンプを行うことでクランキング時の負荷を軽減しており、特許文献 2、3 では、吸気弁の弁開閉時期制御装置を進角方向に制御することでポンプロスを軽減すること、あるいは、吸気弁の作用角を減少させて始動性の向上を図っている。

[0008] しかしながら、特許文献 1 のようにデコンプを行うものでは、クランキング時の負荷を軽減するものの、吸気量が少なく圧縮温度も低下するため、T H C（未燃炭化水素）の排出量が増大に繋がるものであった。

[0009] また、特許文献 2、3 のように可変動弁装置を進角位相に制御するものでは、圧縮温度が上昇するため T H C（未燃炭化水素）の低減には効果があるものの、始動時の負荷が大きく消費電力の増大を招くことになる。特に、バッテリーの充電率が低い場合には始動時の負荷によりスタータモータでのクランキングが適正に行えず、エンジンの始動が円滑でなくなることや、エンジンの始動が不可能になることもあった。

[0010] このような理由から、始動時の負荷を軽減すると共に、T H C を低減しながら良好な始動を可能にする内燃機関の制御装置が求められる。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明の特徴は、クランクシャフトの回転に係して燃焼室を開閉する吸気バルブと、前記クランクシャフトを駆動回転するスタータモータと、前記燃焼室の混合気に点火する点火制御部と、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の駆動によるクランキングの開始時には前記吸気バルブの開閉時期を最遅角に設定し、前記クランキングの開始の後、前記点火制御部により複数の前記燃焼室の何れかで最初の燃焼が行われるまでに前記吸気バルブの開閉時期を進角側に変位させるように前記弁開閉時期制御機構の前記電動アクチュエータを制御する始動負荷軽減部を備えている点にある。

[0012] 図 16 に実験例のタイミングチャートを示している。同図ではクランキン

グ開始以降のエンジン回転数の変化を上段に示し、クランキング開始以降のスタータモータに供給される電流値の変化を下段に示している。同図には弁開閉時期制御機構による吸気時期を最遅角に設定してネガティブオーバーラップ（例えば、図 7 の設定）が設定される低圧縮比のものを実線で示し、吸気時期を最進角に設定してオーバーラップ（例えば、図 8 の設定）が設定される高圧縮比のものを破線で示している。

[0013] 図 16 から理解できるように、クランキングの開始時に所定の気筒で最初に圧縮行程が行われる際には、静止状態にあるクランクシャフトとピストンとの作動を開始するため、スタータモータに供給される電流値が極めて大きく消費電力が最大となる。尚、最初の圧縮行程では、低圧縮比の設定と高圧縮比の設定との間での電流値と回転数とに大きい差はない。

[0014] この後に、次の気筒で圧縮が行われる際（同図でタイミング Z）には、低圧縮比の設定の第 1 電流値 C_a が、高圧縮比の設定の第 2 電流値 C_b より小さく、低圧縮比の設定の第 1 回転数 R_a が、高圧縮比の設定の第 2 回転数 R_b より大きくなる。この現象は、この後の圧縮行程でも同様に確認できる。このようにクランキング時には弁開閉時期制御機構で吸気時期を最遅角（低圧縮比）に設定することで消費電力を抑制し回転数（回転速度）の増大を実現する有効性が確認できる。

[0015] この理由から、この特徴構成ではクランキングの開始時には始動負荷軽減部が、吸気バルブの開閉時期を最遅角に設定してスタータモータに作用する負荷を低減し、消費電力を低減しつつクランキング速度の増大を実現する。また、始動負荷軽減部は、クランキングの開始の後に燃焼室で最初の燃焼を行うまでに吸気バルブの開閉時期を進角側に変位させることにより、吸気量を増大させ、圧縮温度を高め THC の増大を抑制した状態での燃焼を可能にする。特に、弁開閉時期制御機構として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、例えば、内燃機関で駆動される油圧ポンプから供給される作動油で開閉時期を設定するものと比較して、内燃機関の始動時においても高速に作動して開閉時期を適正に設定することが可能と

なる。

従って、始動時の負荷を軽減すると共に、T H Cを低減しながら良好な始動を可能にする内燃機関の制御装置が構成された。

[0016] 他の構成として、前記始動負荷軽減部が、前記クランクングの開始から設定時間が経過するまでは前記吸気バルブの開閉時期を最遅角に設定し、前記設定時間が経過した後に前記吸気バルブの開閉時期を進角側に変位させる進角制御を行っても良い。

[0017] これによると、クランクングの開始により所定の気筒で圧縮が行われ、次の気筒で圧縮が行われるまでに十分な時間を予め設定しておくことにより、クランクングにより所定の気筒で最初の圧縮が行われた後に吸気バルブの開閉時期を最遅角から進角側に変位させる制御を設定できる。

[0018] 他の構成として、前記内燃機関が、4つ以上の気筒を有し、気筒判別を行うために前記クランクシャフトの角度を検知するクランク角センサと、吸気カムシャフトまたは排気カムシャフトの角度を検知するカム角センサとを備えており、

前記始動負荷軽減部は、前記クランク角センサの検知結果に基づき、前記クランクシャフトが前記クランクングの開始から1／2回転したことを検知するまでは前記吸気バルブの開閉時期を最遅角に設定し、この検知の後に前記吸気バルブを進角側に変位させる進角制御を行っても良い。

[0019] 例えば4気筒の内燃機関では、クランクシャフトが1／2回転することにより、カムシャフトが1／4回転するので、最初の気筒の圧縮が完了している。このような理由から、クランク角センサの検知結果に基づきクランクシャフトが1／2回転したことを検知した後に吸気バルブの開閉時期を最遅角から進角側に変位させることで、最初の圧縮が行われた後において吸気バルブの開閉時期を最遅角から進角側に変位させる制御形態を設定できる。

[0020] 他の構成として、前記内燃機関が、気筒判別を行うために前記クランクシャフトの角度を検知するクランク角センサと、吸気カムシャフトまたは排気カムシャフトの角度を検知するカム角センサとを備えており、

前記始動負荷軽減部は、前記クランク角センサと前記カム角センサとの少なくとも一方の検知結果に基づいて複数の気筒のうち何れかの気筒で圧縮上死点に達したことを検知するまでは前記吸気バルブの開閉時期を最遅角に設定し、この検知の後に、前記吸気バルブを進角側に変位させる進角制御を行っても良い。

[0021] 気筒判別可能なタイミングでは、クランクシャフトが少なくとも半回転している。このため、クランキングに伴い何れかの気筒で最初に圧縮上死点に達した後に気筒判別により次の気筒で圧縮が完了する時点において、吸気バルブの開閉時期を最遅角から進角側に変位させるように制御形態を設定できる。特に、この制御形態では、圧縮上死点に達したタイミングを基準に開閉時期の切換が可能であるため、高精度に制御することができる。

[0022] 他の構成として、前記内燃機関が、前記クランクシャフトの回転時の角速度の変化を検知可能な速度センサを備えており、

前記始動負荷軽減部は、前記クランキングを開始した後に前記速度センサで角速度が下降した後に角速度が上昇し、角速度が上昇側のピークに達したことを検知するまでは前記吸気バルブの開閉時期を最遅角に設定し、この検知の後に、前記吸気バルブを進角側に変位させる進角制御を行っても良い。

[0023] 内燃機関が停止時には、何れかの気筒においてピストンは、通常、圧縮上死点より少し前の位置にある。このような理由からクランキングを行った場合には、何れかの気筒で圧縮上死点に達したタイミングでクランクシャフトの角速度が下降側のピークに達し、この後に角速度が上昇し始める。そこで本構成では、クランキングを開始し、速度センサで角速度の下降側の最初のピークを通過して角速度の上昇側の最初ピークに達したことを検知した後に、吸気バルブの開閉時期を最遅角から進角側に変位させる。その結果、始動時に何れかの気筒で吸気バルブが開放状態にある圧縮期間を確保すると共に、何れかの気筒で最初の圧縮が行われた後において吸気バルブの開閉時期を最遅角から進角側に変位させてTCMを抑制する始動形態を設定できる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]エンジンの断面図である。

[図2]制御系のブロック部である。

[図3]弁開閉時期制御機構の断面図である。

[図4]図3のIV－IV線断面図である。

[図5]図3のV－V線断面図である。

[図6]弁開閉時期制御機構の分解斜視図である。

[図7]最遅角での開閉時期を示すタイミングダイヤグラムである。

[図8]最進角での開閉時期を示すタイミングダイヤグラムである。

[図9]第1の制御形態のエンジン始動ルーチンのフローチャートである。

[図10]第1の制御形態でクランキング時のタイミングチャートである。

[図11]第2の制御形態のエンジン始動ルーチンのフローチャートである。

[図12]第2の制御形態でクランク時のタイミングチャートである。

[図13]第3の制御形態のエンジン始動ルーチンのフローチャートである。

[図14]第4の制御形態のエンジン始動ルーチンのフローチャートである。

[図15]第4の制御形態でクランク時のタイミングチャートである。

[図16]実験例においてクランキング時の回転数と電流値との関係を示すタイミングチャートである。

発明を実施するための形態

[0025] 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、図2に示すように、内燃機関としてのエンジンEと、このエンジンEの吸気バルブVaの開閉時期を設定する弁開閉時期制御機構VTとを制御するため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。

[0026] 図1、図3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。

[0027] このエンジン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3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。

[0028] 図1に示すように、シリンダヘッド3には、燃焼室での吸気時に開放する吸気バルブV aと、燃焼室の燃焼ガスの排出時に開放する排気バルブV bとが備えられる。また、シリンダヘッド3の上部には、吸気バルブV aを制御する吸気カムシャフト7と、排気バルブV b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1 Sと、弁開閉時期制御機構V Tの駆動ケース21のスプロケット21 Sと、排気カムシャフト8の駆動スプロケット8 Sとに亘ってタイミングチェーン6が巻回されている。

[0029] 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V a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V b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とが連結される。

[0030] このエンジンEでは、図2に示すようにクランクシャフト1に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単位時間あたりの回転数との検知が可能なクランクセンサ16（クランク角センサの一例）を備えている。

[0031] 〔基本構成：クランクセンサと吸気カム角センサ〕

図1、図2に示すように、エンジンEには、吸気カムシャフト7の回転位相の検知が可能な吸気カム角センサ17（カム角センサの一例）を備えている。この構成からクランクセンサ16での検知結果と、吸気カム角センサ17での検知結果とに基づいて弁開閉時期制御機構V Tの開閉時期（バルブタイミング）を取得できる。尚、この実施形態では、吸気カムシャフト7にカ

ム角センサを備えているが、気筒判別として用いる場合には、カム角センサを排気カムシャフト8に備えても良い。

[0032] このエンジンEでは、クランクセンサ16の検知信号と吸気カム角センサ17の検知信号とに基づいてエンジン制御装置40の気筒判別部44が気筒判別を行う。つまり、クランクセンサ16は、図2に示すように、クランクシャフト1と一体回転するディスク部16Dと、このディスク部16Dの外周に形成された多数の歯部16Tの検知が可能なクランクセンサ部16Sとで構成されている。ディスク部16Dの外周の2箇所には歯部16Tを備えない基準点16nを形成しており、この基準点を、所定の気筒（例えば、#1気筒）の上死点TDCに一致させている（上死点TDCと下死点BDCとは図7、図8に示すタイミング）。尚、以下の説明では、上死点と圧縮上死点とをともにTDCとして説明している。

[0033] このエンジンEは、図3に示すように、#1気筒と#4気筒とが同時に上死点TDCに達するタイミングで、#2気筒と#3気筒とが同時に下死点BDCに達する。また、クランクセンサ部16Sが基準点16nを検知するタイミングで#1気筒と#4気筒の一方が圧縮上死点TDCとなり、他方が排気上死点となるように位置関係が設定されている。尚、クランクセンサ部16Sが基準点16nを検知するタイミングで#2気筒と#3気筒とが上死点TDCにあるように基準点16nの位置を設定しても良い。

[0034] ディスク部16Dと歯部16Tとは磁性体材料により一体的に形成されている。また、クランクセンサ部16Sとしてピックアップ型のものを用いる。そして、クランクシャフト1の回転時には基準点16nを基準にして多数の歯部16Tをクランクセンサ部16Sで検知すると共に、この検知毎にエンジン制御装置40においてカウントすることによりクランクシャフト1の回転角（基準点16nを基準にした角度）を取得できるように構成されている。

[0035] 吸気カム角センサ17は、図2に示すように、吸気カムシャフト7と一体回転する回転体17Dと、この回転体17Dの外周にセクタ状に形成された

4つの検知領域17Tを検知する吸気カムセンサ部17Sとで構成されている。また、4つの検知領域17Tは、回転体17Dの全周を等しく4分割した領域において、各々の長さ（周長）を異ならせることで4つの気筒の判別を可能にしている。

[0036] 回転体17Dと検知領域17Tとを磁性体材料で形成しており、吸気カムセンサ部17Sとしてピックアップ型のものを用いている。吸気カムシャフト7の回転に伴い吸気カムセンサ部17Sで検知領域17Tの始端部を検知（アップエッジを検知）した際には、エンジン制御装置40の内部で発生させたクロック信号のカウントを開始する。そして、検知領域17Tの終端部を検知（ダウンエッジを検知）した際にはカウントを終了する。この終了時点でのカウント値（積算値）に基づいて気筒の判別を可能にしている。

[0037] 尚、4サイクルエンジンでは、クランクシャフト1が2回転する際に吸気カムシャフト7と排気カムシャフト8とが1回転する。クランクシャフト1の角度から4気筒の何れが上死点にあるかの判定が可能であるものの、圧縮上死点と排気上死点との判別は不能である。このような理由から、吸気カム角センサ17の回転体17Dを周方向で4分割し、4つの検知領域17Tの周長を異ならせている。そして、これらの検知領域17Tを#1気筒、#3気筒、#4気筒、#2気筒に対応させることにより、クランクセンサ部16Sの検知と、吸気カムセンサ部17Sでの検知とに基づき圧縮上死点TDCにある気筒の判別を可能にしている。

[0038] 特に、この吸気カム角センサ17は、弁開閉時期制御機構VTの開閉時期（バルブタイミング）の検知も可能に構成される。つまり、例えば、弁開閉時期制御機構VTが最遅角にある状況を考えると、4つの検知領域17Tのうち予め設定された1つの検知領域17Tの端部を検知した際の検知タイミングにおけるクランクセンサ16のカウント値は決まった値となる。従って、弁開閉時期制御機構VTの相対回転位相（図3に示す駆動ケース21と内部ロータ22との相対回転位相）が中間位相の方向に変位した場合には、前述した検知タイミングにおけるクランクセンサ16のカウント値も変化する

ことになる。そして、この変化量（差分／オフセット値）から開閉時期の検知が可能となる。

[0039] 尚、回転体 17D を備える対象としては、吸気カムシャフト 7 に限るものではなく、弁開閉時期制御機構 VT の内部ロータ 22 であっても良い。

[0040] 〔基本構成：エンジン制御装置の概要〕

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る。エンジン制御装置 40 は、始動負荷軽減部として機能する始動制御部 41 と、点火制御部 42 と、位相制御部 43、気筒判別部 44 とを備えている。始動制御部 41 はクランキング時の負荷を軽減する状態でのエンジン E の始動を制御する。点火制御部 42 は設定されたタイミングでインジェクタ 9 と点火プラグ 10 とを制御して燃焼を実現する。位相制御部 43 は、弁開閉時期制御機構 VT の位相制御モータ M を制御することで吸気バルブ Va の開閉時期（開閉タイミング）を設定する。気筒判別部 44 は各気筒毎の行程を判別し点火順序の設定を可能にする。エンジン制御装置 40 の詳細と制御形態は後述する。

[0041] 〔弁開閉時期制御機構〕

図 3～図 6 に示すように、弁開閉時期制御機構 VT 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 の駆動力により設定する位相調節部を備えている。

[0042] 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。

[0043] この弁開閉時期制御機構 VT では、図 4 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S_aと称し、この逆方向への変位を遅角方向S_bと称する。尚、相対回転位相を進角方向S_aに変位させることで吸気バルブV_aでの吸気量を増大させ、図8に示す最進角位相で吸気量が最大となる。これとは逆に、相対回転位相を遅角方向S_bに変位させることで吸気バルブV_aでの吸気量を低減し、図7に示す最遅角位相で吸気量が最小となる。尚、図7に示す最遅角位相に設定してクランキングを行った場合には、吸気量を低減するだけでなく、吸気バルブV_aが開放状態にある圧縮期間を確保してクランキング時の負荷を軽減する。

[0044] 〔弁開閉時期制御機構：位相調節部〕

図3～図6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。

[0045] 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。

[0046] 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。

[0047] 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。この偏心カム体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、この偏心カム面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、このバネ体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。

- [0048] この偏心カム体 28 は全体に筒状であり、内周には一对の係合溝 28 B が回転軸芯 X と平行となる姿勢で形成されている。
- [0049] これにより、リングギヤ 26 の内歯部 26 T の一部にインナギヤ 27 の外歯部 27 T 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。
- [0050] 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、この継手部材 33 に形成した一对の係合アーム 33 A を駆動ケース 21 の係合溝部 21 G に係合させ、この継手部材 33 に形成した一对の係合凹部 33 B をインナギヤ 27 の係合突部 27 U に係合させて構成されている。
- [0051] 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对の係合アーム 33 A を突出形成し、環状の中央部分の空間と連なるように一对の係合凹部 33 B を形成した構造を有している。
- [0052] この継手部 J では、継手部材 33 が、駆動ケース 21 の一对の係合溝部 21 G 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 が一对の係合突部 27 U を結ぶ直線方向に変位自在となる。
- [0053] 位相制御モータ M (図 3 参照) は、エンジン E に支持されると共に、出力軸 M a に対して直交姿勢で備えた係合ピン 34 を備えており、この係合ピン 34 を、偏心カム体 28 の内周の係合溝 28 B 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。
- [0054] 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 28 A 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 27 T とリングギヤ 26 の内歯部 26 T 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。

[0055] 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 26 T の歯数と、インナギヤ 27 の外歯部 27 T の歯数と差（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。

[0056] 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。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い。そのため、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 が回転し、このリングギヤ 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。

[0057] 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 27 T 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。

[0058] 〔弁開閉時期制御機構：位相調節の概要〕

弁開閉時期制御機構 V T の位相調節を行う際には、エンジン制御装置 40 の位相制御部 43 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 M a 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される。

[0059] 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 S a 又は遅角方向 S b 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 S a と遅角方向 S b との何れか）は、位相調節部のギヤ構成によって決まる。

[0060] 特に、弁開閉時期制御機構 V T 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。

[0061] 〔制御構成〕

図2に示すように、エンジン制御装置40は、クランクセンサ16のクランクセンサ部16Sと、吸気カム角センサ17の吸気カムセンサ部17Sとからの検知信号が入力すると共に、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とに制御信号を出力する。

[0062] 制御形態の基本的な概念は、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際に吸気バルブVaの開閉時期を図7に示すように最遅角に設定することでクランキング時の負荷を軽減する。また、このクランキングの開始の後に点火制御部42が複数の燃焼室の何れかで最初の燃焼を行うまでに吸気バルブVaの開閉時期（開閉タイミング）を図8に示すように最進角に設定することにより、最初の燃焼を行う時点においては吸気量の増大を図り圧縮温度を上昇させて始動性を向上させると共に、THC（未燃炭化水素）の排出量を抑制している。このような概念に基づく4種の制御形態を以下に説明する。

[0063] 図7、図8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。図7に示す最遅角位相では、排気バルブVbの閉時期となるEVC（以下、単にEVCと称する）が上死点TDCより僅かに遅角側に設定され、吸気バルブVaの開時期となるIVO（以下、単にIVOと称する）が上死点TDCより大きく遅角側に離間した位置に設定されている。尚、図中のEVOは排気バルブVbの開時期であり、IVCは吸気バルブの閉時期である。

[0064] また、エンジンEでは排気バルブVbの閉時期となるEVCが上死点TDCより僅かに遅角側に設定（固定）されている。そして、図8に示す最進角

位相では、吸気バルブV aの開時期となるI V Oが上死点T D Cより進角側に変位させることによりオーバーラップO Lを作り出している。

[0065] 以下の説明ではクランキングにおいて最初に圧縮される気筒を# 1 気筒としているが、# 1 気筒に限るものではない。また、各気筒の圧縮の順序（燃焼の順序と一致する）を# 1 気筒、# 3 気筒、# 4 気筒、# 2 気筒に設定しているが、圧縮の順序も、これに限るものではない。また、気筒判別部4 4は、クランクシャフト1が半回転～1回転程度回転することにより各気筒における行程の判別が可能となる。

[0066] [第1の制御形態]

図9のフローチャートに示すように、エンジン制御装置4 0がエンジンEを始動する始動信号を取得した際には、吸気バルブV aを遅角作動させ、吸気バルブV aのI V Oを最遅角位相（図7を参照）に設定する（# 1 0 1ステップ）。

[0067] クランキングを開始する以前ではクランクシャフト1が回転しないため、吸気カム角センサ1 7での検知が不能である。従って、吸気バルブV aの開閉時期を最遅角に設定するために位相制御モータMの駆動により弁開閉時期制御機構V Tを最遅角位相の限界に達するまで作動させる。これは弁開閉時期制御機構V Tを最遅角位相に設定する制御形態の一例であり、弁開閉時期制御機構V Tが最遅角位相（機械的な作動限界）に達したタイミングで位相制御モータMに流れる電流が増大するため、供給される電流値が予め設定された閾値を超えた時点で位相制御モータMへの電流の供給を停止する制御が行われる。

[0068] この実施形態では、このような制御形態に代えて、例えば、エンジンEを停止する制御において弁開閉時期制御機構V Tの相対回転位相を最遅角に設定することも考えられる。このような制御形態を採用することによりエンジンEの停止時に弁開閉時期制御機構V Tが最遅角に設定されているものでは# 1 0 1ステップの制御が不要となる。

[0069] また、エンジンEが停止する際の弁開閉時期制御機構V Tの相対回転位相

をエンジン制御装置40の不揮発メモリ等に記憶しておくことも考えられる。このようにエンジンEの停止時に相対回転位相を記憶したものでは、記憶に基づいて相対回転位相の制御量を設定することも可能となり、#101ステップの制御を単純化できる。

[0070] 次に、スタータモータ15の駆動によりクランキングを開始し、弁開閉時期制御機構VTを最遅角位相に維持するためスタータモータ15の回転に同期した速度で位相制御モータMの駆動を開始すると共に、タイマでの時間経過の計測を開始し、設定時間Tの経過を確認（タイムアップ）した時点で、進角制御により吸気バルブVaの開閉時期を最進角（図8を参照）に設定する制御を行う（#102～#105ステップ）。尚、タイマはエンジン制御装置40においてソフトウェアとして構成されるものを想定している。

[0071] 図10には、クランキングを開始した際にスタータモータ15に供給される電流値の変化を示しており、図中の#1、#2、#3、#4は、これらの気筒が圧縮上死点TDCに達したタイミングを示している。設定時間Tとしては、#1気筒での圧縮行程が終了した後で#3気筒が圧縮上死点TDCに達したタイミングが設定されている。弁開閉時期制御機構VTは、位相制御モータMの作動により相対回転位相（開閉時期）を変更するものであるため、最遅角位相から最進角位相への変更が完了するまでにタイムラグがある。そのため、#3気筒の圧縮上死点TDCに達したタイミングで制御を開始しても、弁開閉時期制御機構VTの相対回転位相が最進角に達する時点では、およそ#4気筒が圧縮上死点TDCとなる。

[0072] 尚、図10には吸気バルブVaの開閉時期を最遅角に設定した状態での電流値の変化を実線で示し、吸気バルブVaの開閉時期を最進角に維持した状態での電流値の変化を破線で示している。また、設定時間Tは決まった値に固定されるものではなく、例えば、クランキング時のクランクシャフト1の回転速度に基づいて設定される値でも良い。

[0073] このように相対回転位相が最進角に設定する制御が行われた後には、気筒判別部44による判別の後に、点火制御部42によりタイミングCにおいて

最初の燃焼が行われ、これに続いて所定の順序で燃焼が継続的に行われる（#106、#107ステップ）。図10では、最初の燃焼を#1気筒で行うようにタイミングCが設定されているが、最初の燃焼を行う気筒は#1気筒に限るものではない。

[0074] 従って、第1の制御形態では吸気バルブV_aの弁開閉時期制御機構V_Tを最遅角位相に設定してクランキングを開始し、クランキングの開始から設定時間Tが経過したタイミングで相対回転位相を最進角に移行する制御を開始する。これにより、クランキングの開始時点ではスタータモータ15に作用する負荷を軽減し、消費電力（電流値）を低減してクランクシャフト1の回転数（単位時間あたりの回転数）の増大を可能にする。この後において弁開閉時期制御機構V_Tが最進角位相に設定されることにより、最初の燃焼を行う時点では吸気量を増大させて圧縮温度を高めるだけでなく、THCの増大を抑制した燃焼を可能にする。

[0075] [第2の制御形態]

この第2の制御形態では、図11のフローチャートに示すように#201、#202ステップが第1の制御形態で説明したフローチャートの#101、#102ステップと共通する制御となり、#205～#207ステップが第1の制御形態で説明したフローチャートの#105～#107ステップと共通する制御となる。

[0076] つまり、エンジン制御装置40がエンジンEを始動する始動信号を取得した際には、吸気バルブV_aを遅角作動させ、図7に示すように吸気バルブV_aのIVOを最遅角位相に設定する（#201ステップ）。この#201ステップでは、第1の実施形態に記載したものと同様に、弁開閉時期制御機構V_Tが最遅角位相（機械的な作動限界）に達したタイミングで位相制御モータMに供給する電流を停止する制御等が行われる。

[0077] 次に、スタータモータ15の駆動によりクランキングを開始し、弁開閉時期制御機構V_Tを最遅角位相に維持するためスタータモータ15の回転に同期した速度で位相制御モータMの駆動を開始すると共に、クランクセンサ1

6（クランク角センサの一例）でクランクシャフト1が1／2回転したことを検知した後に、進角制御により吸気バルブV aの開閉時期を最進角に設定する制御を行う（#202～#205ステップ）。

[0078] エンジンEが停止する際には、何れかの気筒が圧縮上死点TDCに達する直前（通常、クランクアングルで上死点前の80度程度）でクランクシャフト1の回転が停止するため、図2に示すクランクセンサ16のディスク部16Dは決まった姿勢となる。

[0079] 従って、図12に示すように、クランキングにおいて#1気筒が最初に圧縮される状況において、#1気筒が上死点TDCにある状況のクランクアングルを0度に設定すると、クランクシャフト1が180度だけ回転した場合には、#3気筒が圧縮上死点TDCにある。この制御ではエンジンEが停止した時点を基準にしてクランクシャフト1が1／2回転（180度回転）したタイミングで吸気バルブV aの開閉時期を最進角に設定する制御を行うため、#3気筒が圧縮上死点TDCに達する少し前に吸気バルブV aの開閉時期を最遅角から最進角に切り換える制御が行われる。これにより、#1気筒の圧縮行程が、略完了するまでに吸気バルブV aの開閉時期を切り換える制御を開始できる。

[0080] 尚、この制御では、図2に示す構成のクランクセンサ16のクランクセンサ部16Sがディスク部16Dの歯部16Tをカウントすることで、クランキング開始からクランクシャフト1が1／2回転したことを検知する。また、この制御形態に代えて、例えば、エンジンEが停止するディスク部16Dの基準点16nをクランクセンサ部16Sが検知するように位置関係を設定しておき、クランキングにおいてクランクシャフト1が180度回転し、基準点16nを検知したタイミングを、クランクシャフト1の1／2回転と判定するように設定しても良い。

[0081] 弁開閉時期制御機構VTは、位相制御モータMの作動により相対回転位相（開閉時期）を変更するものであるため、最遅角位相から最進角位相への変更が完了するまでにタイムラグがある。そのため、図12に示すように、#

3気筒で圧縮上死点TDCに達する以前のタイミングで制御を開始しても、弁開閉時期制御機構VTの相対回転位相が最進角に達する時点では、およそ#4気筒が圧縮上死点TDCより少し前のタイミングとなる。

[0082] このように相対回転位相が最進角に設定する制御が行われた後には、気筒判別部44による判別の後に、点火制御部42によりタイミングCにおいて最初の燃焼が行われ、これに続いて所定の順序で燃焼が継続的に行われる（#206、#207ステップ）。図12では、最初の燃焼を#1気筒で行うようにタイミングCが設定されているが、最初の燃焼を行う気筒は#1気筒に限るものではない。

[0083] 従って、第2の制御形態では吸気バルブVaの弁開閉時期制御機構VTを最遅角位相に設定してクランキングを開始し、クランキングの開始からクランクシャフト1が1/2回転したタイミングで相対回転位相を最進角に移行する制御を開始する。これにより、クランキングの開始時点ではスタータモータ15に作用する負荷を軽減し、消費電力（電流値）を低減してクランクシャフト1の回転数（単位時間あたりの回転数）の増大を可能にする。この後において弁開閉時期制御機構VTが最進角位相に設定されることにより、最初の燃焼を行う時点では吸気量を増大させて圧縮温度を高めるだけでなく、THCの増大を抑制した燃焼を可能にする。

[0084] [第3の制御形態]

この第3の制御形態では、図13のフローチャートに示すように、#301、#302ステップが第1の制御形態で説明したフローチャートの#101、#102ステップと共通する制御となり、#305～#307ステップが第1の制御形態で説明したフローチャートの#105～#107ステップと共通する制御となる。

[0085] つまり、エンジン制御装置40がエンジンEを始動する始動信号を取得した際には、吸気バルブVaを遅角作動させ、図7に示すように吸気バルブVaのIVOを最遅角位相に設定する（#301ステップ）。この#301ステップでは、第1の実施形態に記載したものと同様に、弁開閉時期制御機構

V Tが最遅角位相（機械的な作動限界）に達したタイミングで位相制御モータMに供給する電流を停止する制御等が行われる。

[0086] 次に、スタータモータ15の駆動によりクランキングを開始し、弁開閉時期制御機構V Tを最遅角位相に維持するためスタータモータ15の回転に同期した速度で位相制御モータMの駆動を開始すると共に、吸気カム角センサ17の検知信号に基づいて吸気カムシャフト7の回転角を取得し、何れかの気筒で圧縮行程に移行することを判定した時点で、進角制御により吸気バルブV aの開閉時期を最進角に設定する制御を行う（#302～#305ステップ）。

[0087] 図2に示すように、吸気カム角センサ17は、回転体17Dを周方向で4分割することで4つの検知領域17Tを形成しており、クランクシャフト1が半回転すれば、4つの検知領域17Tの何れかを検知することになる。この検知により4つの気筒の何れが圧縮行程にあるかの判別が可能となる。

[0088] また、吸気カムセンサ部17Sが4つの検知領域17Tの何れか1つを検知する際に、クロック信号のカウント値から、吸気カムシャフト7の角度を検知することも可能である。つまり、クランクシャフト1が決まった回転数で回転する場合には、吸気カムセンサ部17Sが前述したアップエッジを検知したタイミングを基準にして決まったカウント値に達した時点で、所定の気筒が圧縮上死点TDCに達していることを判定することも可能である。また、クランキングを開始する時点では弁開閉時期制御機構V Tが最遅角位相に設定されているため、圧縮上死点TDCに達していることを判定する際には、この相対回転位相を考慮する処理が必要となる。この原理を用いることにより、吸気カムセンサ部17Sのカウント値に基づいて何れかの気筒が圧縮行程にあることを判定している。

[0089] 弁開閉時期制御機構V Tは、位相制御モータMの作動により相対回転位相（開閉時期）を変更するものであるため、最遅角位相から最進角位相への変更が完了するまでにタイムラグがある。このため、#3気筒の圧縮上死点TDCに達したタイミングで制御を開始しても、弁開閉時期制御機構V Tの相

対回転位相が最進角に達する時点では、およそ#4気筒が圧縮上死点TDCとなる。

[0090] このように相対回転位相が最進角に設定する制御が行われた後には、気筒判別部44による判別の後に、点火制御部42によりタイミングCにおいて最初の燃焼が行われ、これに続いて所定の順序で燃焼が継続的に行われる（#306、#307ステップ）。

[0091] 従って、第3の制御形態では吸気バルブVaの弁開閉時期制御機構VTを最遅角位相に設定してクランキングを開始し、クランキングの開始の後には、気筒判別のための吸気カム角センサ17の検知に基づいて吸気バルブVaの相対回転位相を最進角に移行する制御を開始する。これにより、クランキングの開始時点ではスタータモータ15に作用する負荷を軽減し、消費電力（電流値）を低減してクランクシャフト1の回転数（単位時間あたりの回転数）の増大を可能にする。この後において弁開閉時期制御機構VTが最進角位相に設定されることにより、最初の燃焼を行う時点では吸気量を増大させて圧縮温度を高めるだけでなく、THCの増大を抑制した燃焼を可能にする。

[0092] この第3の実施形態の基本的な概念は、気筒判別に用いるクランクセンサ16と、吸気カム角センサ17との少なくとも一方を用いることにより、弁開閉時期制御機構VTの相対回転位相を最遅角位相から最進角位相に移行するタイミングを設定するものである。従って、クランキング時にクランクセンサ16の検知信号を取得し、この検知信号に基づいて最進角位相への移行を行うように制御形態を設定しても良い。

[0093] [第4の制御形態]

この第4の制御形態では、図14のフローチャートに示すように、#401、#402ステップが第1の制御形態で説明したフローチャートの#101、#102ステップと共通する制御となり、#406～#408ステップが第1の制御形態で説明したフローチャートの#105～#107ステップと共通する制御となる。

[0094] つまり、エンジン制御装置40がエンジンEを始動する信号を取得した際には、吸気バルブV_aを遅角作動させ、図7に示すように、吸気バルブV_aのI_{VO}を最遅角位相に設定する（#401ステップ）。この#401ステップでは、第1の実施形態に記載したものと同様に、弁開閉時期制御機構V_Tが最遅角位相（機械的な作動限界）に達したタイミングで位相制御モータMに供給する電流を停止する制御等が行われる。

[0095] 次に、スタータモータ15の駆動によりクランキングを開始し、弁開閉時期制御機構V_Tを最遅角位相に維持するためスタータモータ15の回転に同期した速度で位相制御モータMの駆動を開始すると共に、クランクセンサ16においてクランクシャフト1の角速度 ω を取得する。この取得により、図15に示すように角速度 ω が下降側の最初のピーク（第1ピークP₁）を過ぎ、上昇側の最初のピーク（第2ピークP₂）を過ぎたことを検知した時点で、進角制御により吸気バルブV_aの開閉時期を最進角に設定する制御を行う（#402～#406ステップ）。

[0096] 具体的には、クランクセンサ16と、エンジン制御装置40にセットされたソフトウェアとで、クランクセンサ16の検知に基づいて角速度 ω を取得する速度センサが構成されている。図15の上端には、クランキングを開始した際にスタータモータ15に供給される電流値の変化を示しており、同図の下段には、クランクシャフト1の角速度を示している。従って、図15に示すように#1気筒での圧縮上死点TDCに対応する第1ピークP₁において最も角速度 ω が低下し、この後に角速度 ω が上昇し、#3気筒での圧縮が開始される直前で最も角速度が低下する第2ピークP₂において吸気バルブV_aの開閉時期を最進角に向けて変更する制御が行われる。

[0097] 弁開閉時期制御機構V_Tは、位相制御モータMの作動により相対回転位相（開閉時期）を変更するものであるため、最遅角位相から最進角位相への変更が完了するまでにタイムラグがある。このため、#3気筒の圧縮上死点TDCに達したタイミングで制御を開始しても、弁開閉時期制御機構V_Tの相対回転位相が最進角に達する時点では、およそ#4気筒が圧縮上死点TDC

となる。

[0098] このように相対回転位相が最進角に設定する制御が行われた後には、気筒判別部44による判別の後に、点火制御部42によりタイミングCにおいて最初の燃焼が行われ、これに続いて所定の順序で燃焼が継続的に行われる（#407、#408ステップ）。図15では、最初の燃焼を#1気筒で行うようにタイミングCが設定されているが、最初の燃焼を行う気筒は#1気筒に限るものではない。

[0099] 従って、この第4の制御形態では、吸気バルブVaの弁開閉時期制御機構VTを最遅角位相に設定してクランキングを開始し、クランキングの開始からクランクシャフト1の角速度 ω を求め、この角速度 ω が最も上昇するタイミングで相対回転位相を最進角に設定する制御を行う。これにより、クランキングの開始時点ではスタータモータ15に作用する負荷を軽減し、消費電力（電流値）を低減してクランクシャフト1の回転数（単位時間あたりの回転数）の増大を可能にする。この後において弁開閉時期制御機構VTが最進角位相に設定されることにより、最初の燃焼を行う時点では吸気量を増大させて圧縮温度を高めるだけでなく、THCの増大を抑制した燃焼を可能にする。

[0100] 〔実施形態の作用効果〕

スタータモータ15の駆動によるクランキングの開始時には始動制御部41（始動負荷軽減部）が、吸気バルブVaの開閉時期を最遅角に設定してスタータモータ15に作用する負荷を軽減すると共に、消費電力を低減することで極低温の環境で始動する場合でも確実にクランキングを行わせ、クランクシャフト1の回転数（回転速度）の増大を優先的に行う。また、始動制御部41（始動負荷軽減部）は、クランクシャフト1が確実に回転した後において燃焼室で最初の燃焼を行うまでに、進角制御により吸気バルブVaの開閉時期を最進角に設定することにより、最初の燃焼が行われる時点で吸気量を増大させ、圧縮温度を高めTHCの増大を抑制した燃焼を可能にする。

[0101] 更に、弁開閉時期制御機構VTとして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ものである。そのため、例えば、エンジンEで駆動される油圧ポンプから供給される作動油で開閉時期を設定するものと比較して、エンジンEの始動時においても高速に作動して開閉時期を適正に設定する。その結果、始動時の負荷を軽減すると共に、T H Cを低減しながら良好な始動を可能にするエンジン制御装置40が構成された。

[0102] 特に、この構成では、エンジンEの吸気バルブV aの開閉時期を設定する電動型の弁開閉時期制御機構V Tを必要とするものの、エンジン制御装置40ではソフトウェアの設定により、前述した4種の制御形態（第1～第4の制御形態）の何れでの制御の実行も可能となり、何れの制御形態であっても、クランキング時のスタータモータ15に作用する負荷を低減して、良好な始動を可能にする。

[0103] 〔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）。

[0104] （a）弁開閉時期制御機構V Tの相対回転位相を、最遅角位相から最進角位相へ変更するタイミングとして、気筒判別部44による判別が行われた後とするように始動制御部41（始動負荷軽減部）の制御形態を設定する。このように制御形態を設定してもエンジンE（内燃機関）を良好に始動できる。

[0105] （b）実施形態では、弁開閉時期制御機構V Tでの遅角方向S bでの機械的な限界位置を最遅角位相としていたが、最遅角位相は必ずしも機械的な限界位置でなくとも良く、機械的な限界に近い位相であっても良い。

[0106] （c）排気バルブV bの開閉時期を設定するため、吸気バルブV aに備えたものと同様の構成の弁開閉時期制御機構V Tを排気バルブV bに備える。このように吸気バルブV aと排気バルブV bとに弁開閉時期制御機構V Tを備えることにより、クランキング開始時にはネガティブオーバーラップのラップ量を拡大して、負荷の一層の軽減を可能にする。この後に、オーバーラップOLを設定する場合には、ラップ量を拡大して吸気量の一層の拡大が可

能となる。

産業上の利用可能性

[0107] 本発明は、内燃機関を始動する制御装置に利用することができる。

符号の説明

[0108]	1	クランクシャフト
	7	吸気カムシャフト
	8	排気カムシャフト
	1 5	スタータモータ
	1 6	クランクセンサ（クランク角センサ）
	1 7	吸気カム角センサ（カム角センサ）
	4 2	点火制御部
	4 3	始動負荷軽減部
	E	内燃機関
	M	位相制御モータ（電動アクチュエータ）
	T	設定時間
	V T	弁開閉時期制御機構
	V a	吸気バルブ

請求の範囲

- [請求項1] クランクシャフトの回転に係して燃焼室を開閉する吸気バルブと、前記クランクシャフトを駆動回転するスタータモータと、前記燃焼室の混合気に点火する点火制御部と、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の駆動によるクランキングの開始時には前記吸気バルブの開閉時期を最遅角に設定し、前記クランキングの開始の後、前記点火制御部により複数の前記燃焼室の何れかで最初の燃焼が行われるまでに前記吸気バルブの開閉時期を進角側に変位させるように前記弁開閉時期制御機構の前記電動アクチュエータを制御する始動負荷軽減部を備えている内燃機関の制御装置。
- [請求項2] 前記始動負荷軽減部が、前記クランキングの開始から設定時間が経過するまでは前記吸気バルブの開閉時期を最遅角に設定し、前記設定時間が経過した後に前記吸気バルブの開閉時期を進角側に変位させる進角制御を行う請求項1に記載の内燃機関の制御装置。
- [請求項3] 前記内燃機関が、4つ以上の気筒を有し、気筒判別を行うために前記クランクシャフトの角度を検知するクランク角センサと、吸気カムシャフトまたは排気カムシャフトの角度を検知するカム角センサとを備えており、
- 前記始動負荷軽減部は、前記クランク角センサの検知結果に基づき、前記クランクシャフトが前記クランキングの開始から1/2回転したことを検知するまでは前記吸気バルブの開閉時期を最遅角に設定し、この検知の後に前記吸気バルブを進角側に変位させる進角制御を行う請求項1に記載の内燃機関の制御装置。
- [請求項4] 前記内燃機関が、気筒判別を行うために前記クランクシャフトの角度を検知するクランク角センサと、吸気カムシャフトまたは排気カムシャフトの角度を検知するカム角センサとを備えており、

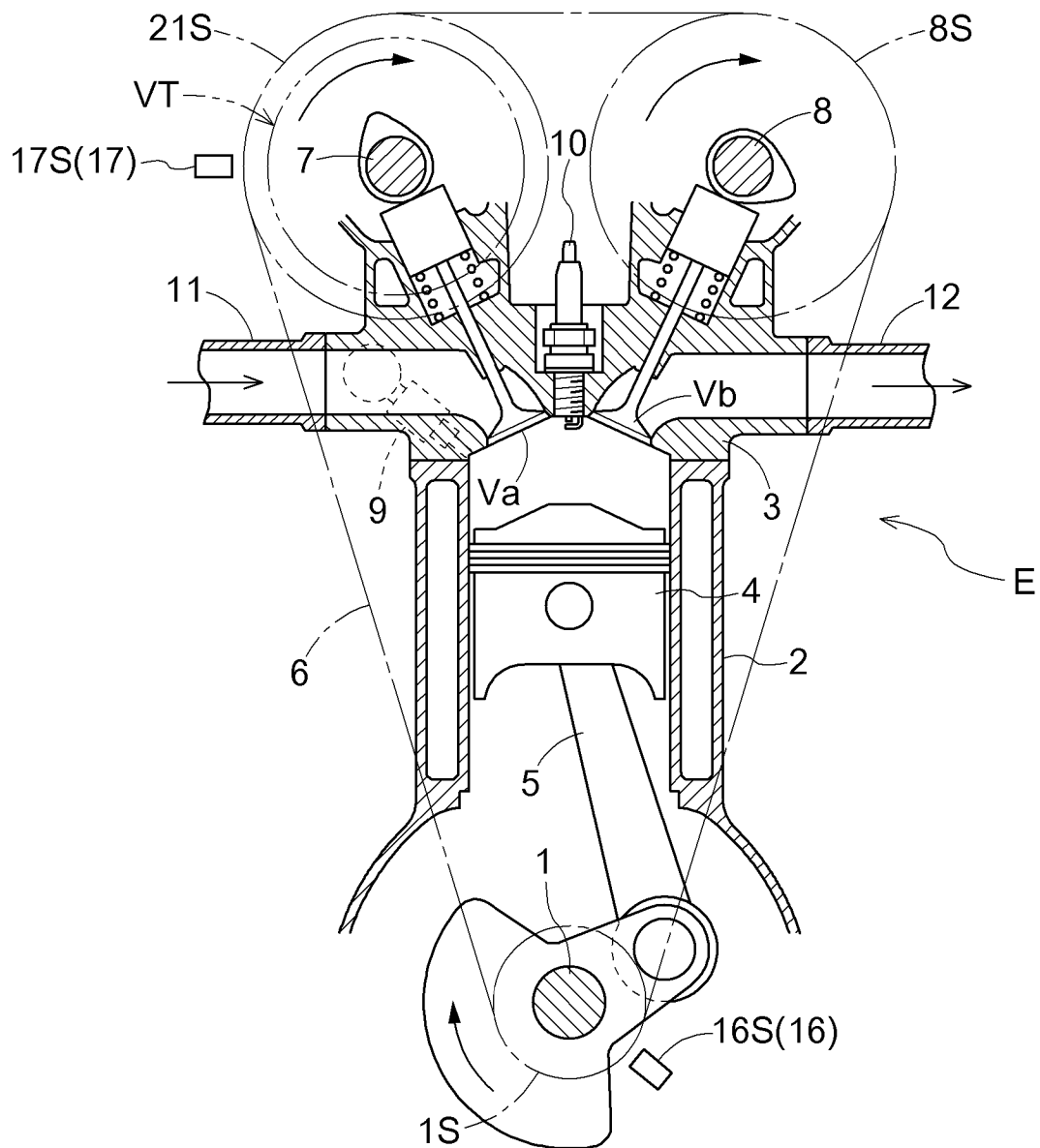
前記始動負荷軽減部は、前記クランク角センサと前記カム角センサと少なくとも一方の検知結果に基づいて複数の気筒のうち何れかの気筒で圧縮上死点に達したことを検知するまでは前記吸気バルブの開閉時期を最遅角に設定し、この検知の後に、前記吸気バルブを進角側に変位させる進角制御を行う請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置。

[請求項5]

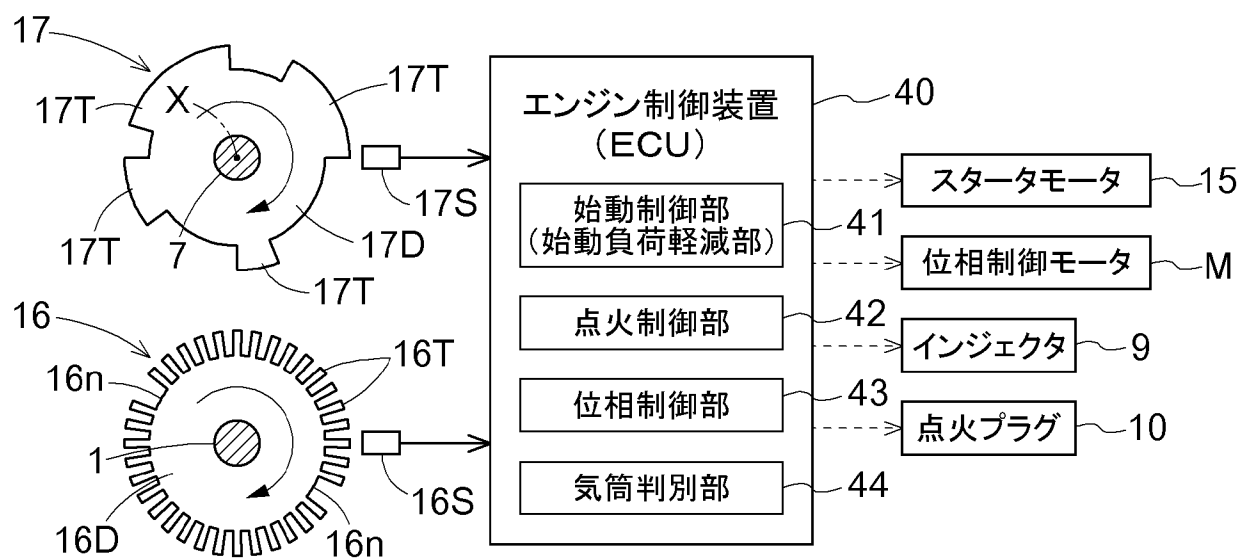
前記内燃機関が、前記クランクシャフトの回転時の角速度の変化を検知可能な速度センサを備えており、

前記始動負荷軽減部は、前記クランキングを開始した後に前記速度センサで角速度が下降した後に角速度が上昇し、角速度が上昇側のピークに達したことを検知するまでは前記吸気バルブの開閉時期を最遅角に設定し、この検知の後に、前記吸気バルブを進角側に変位させる進角制御を行う請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置。

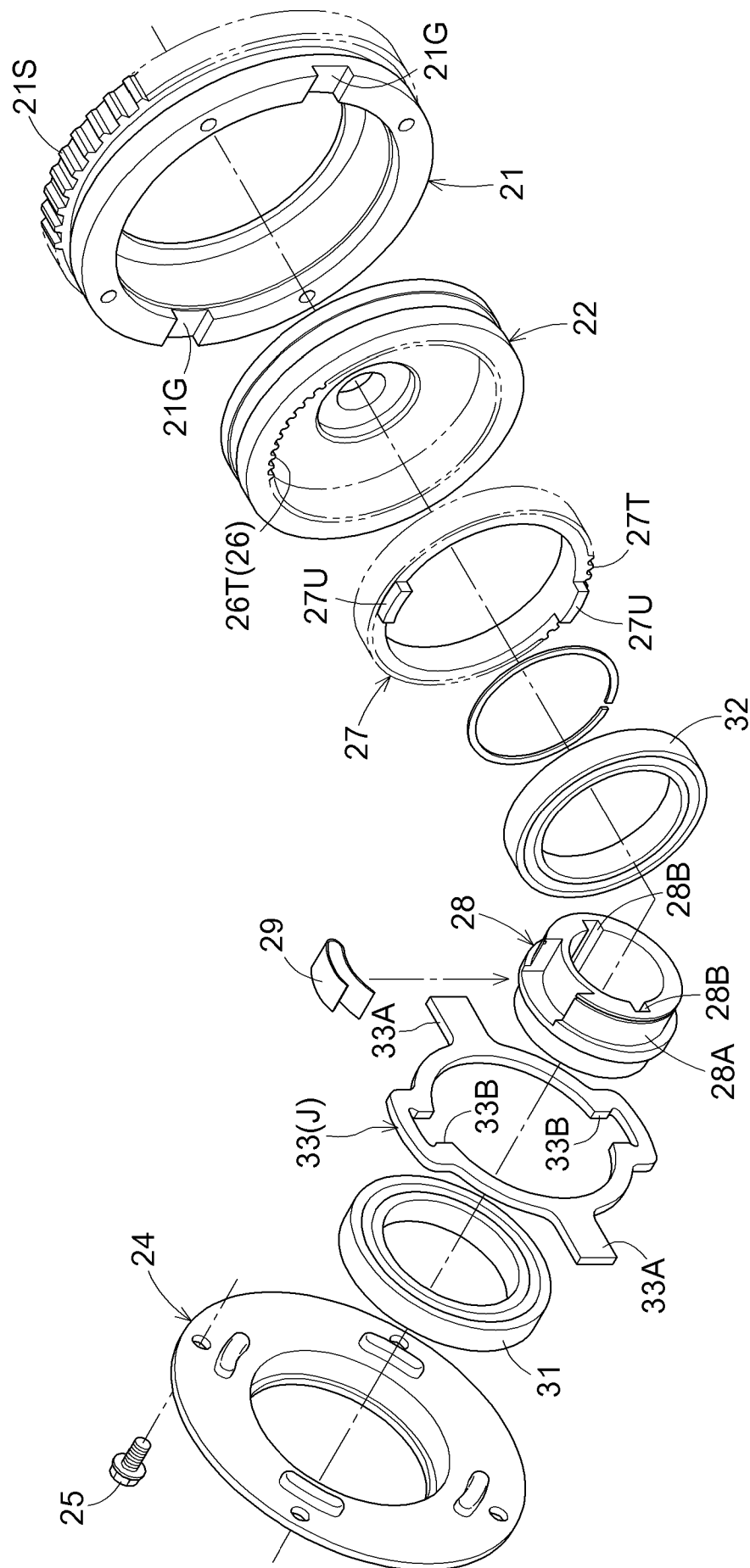
[図1]



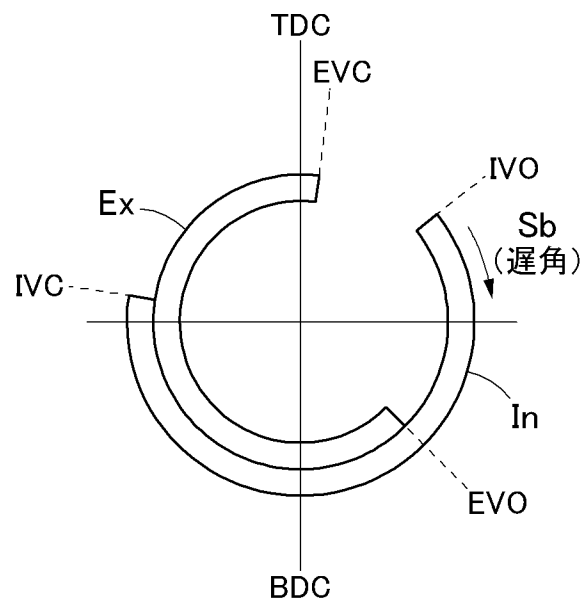
[図2]



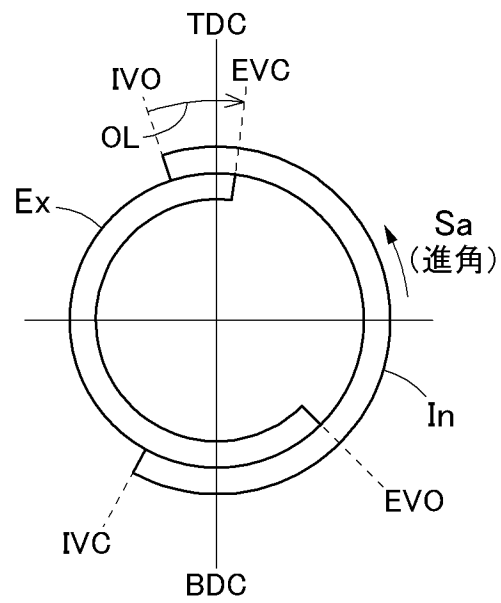
[図6]



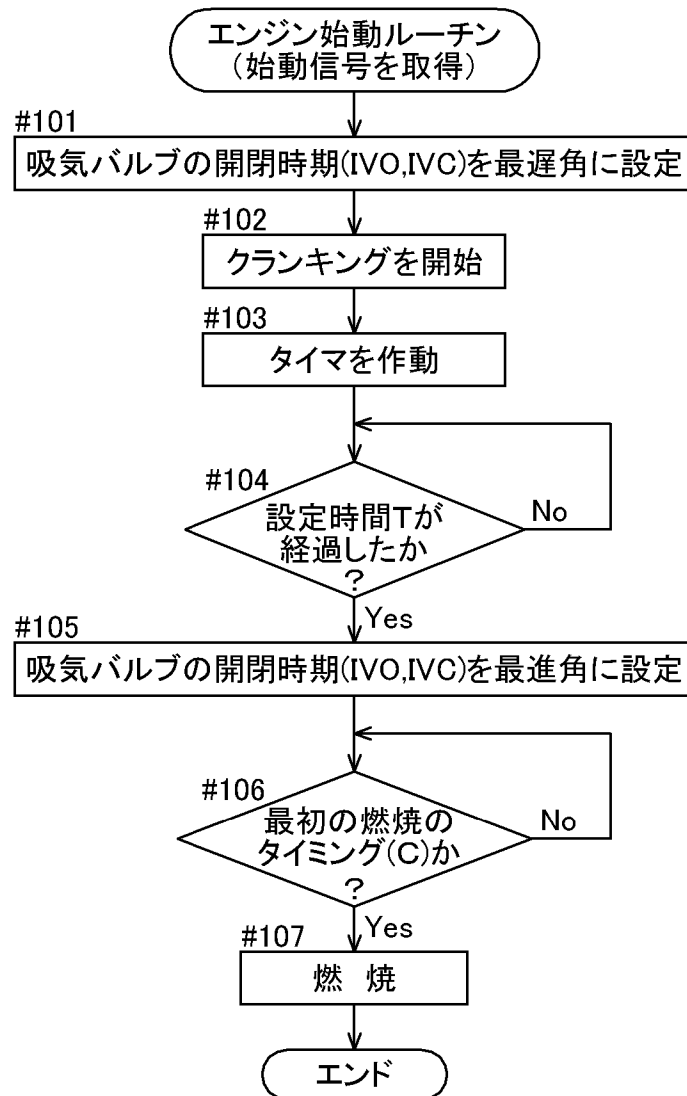
[図7]



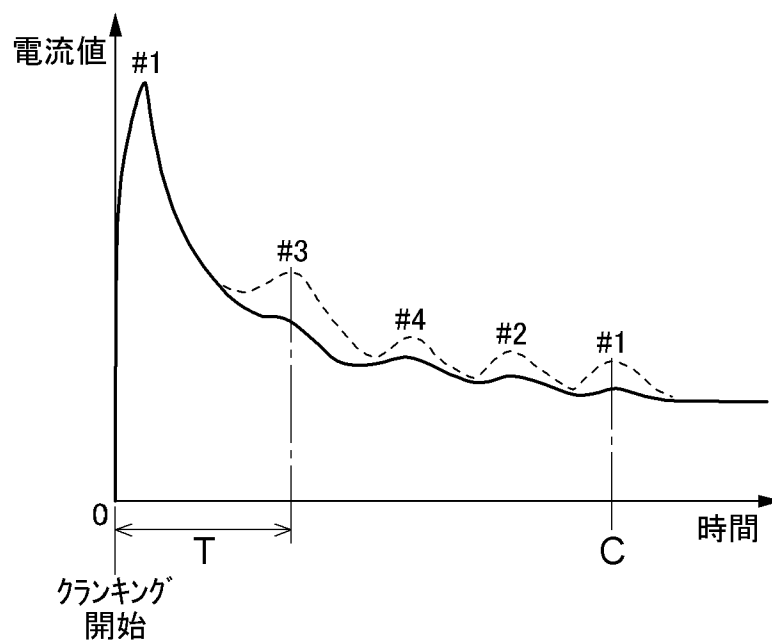
[図8]



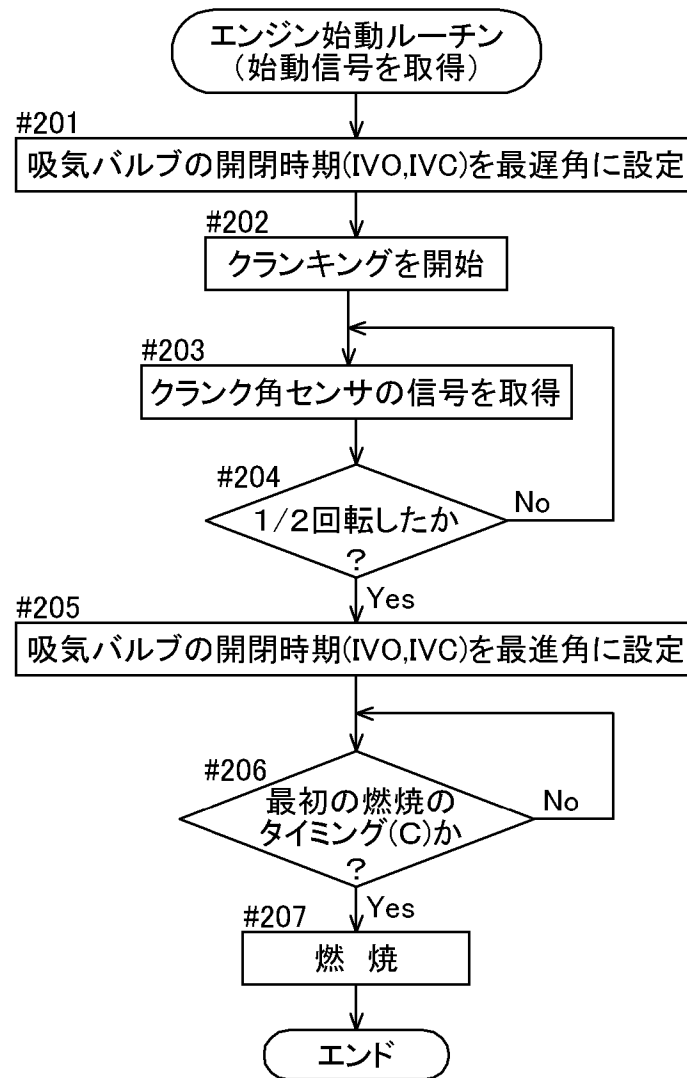
[図9]



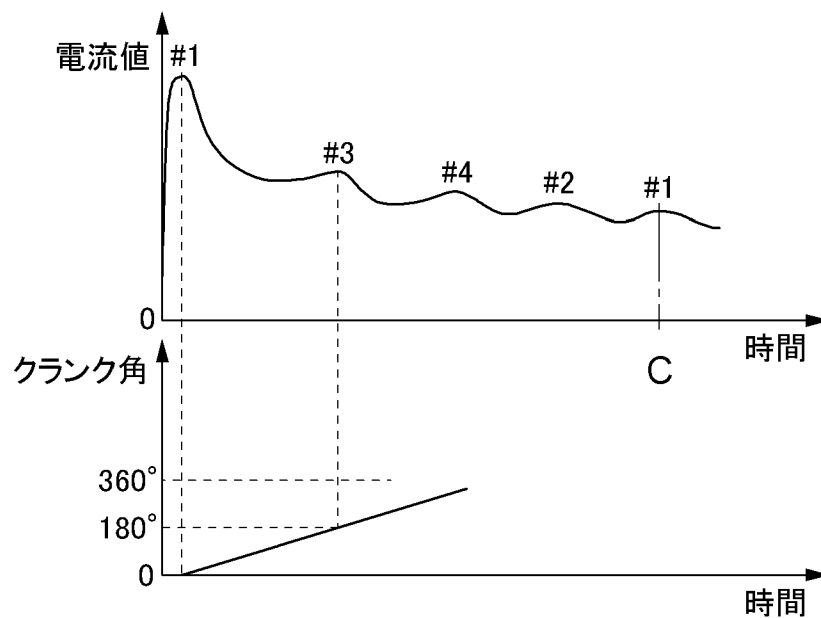
[図10]



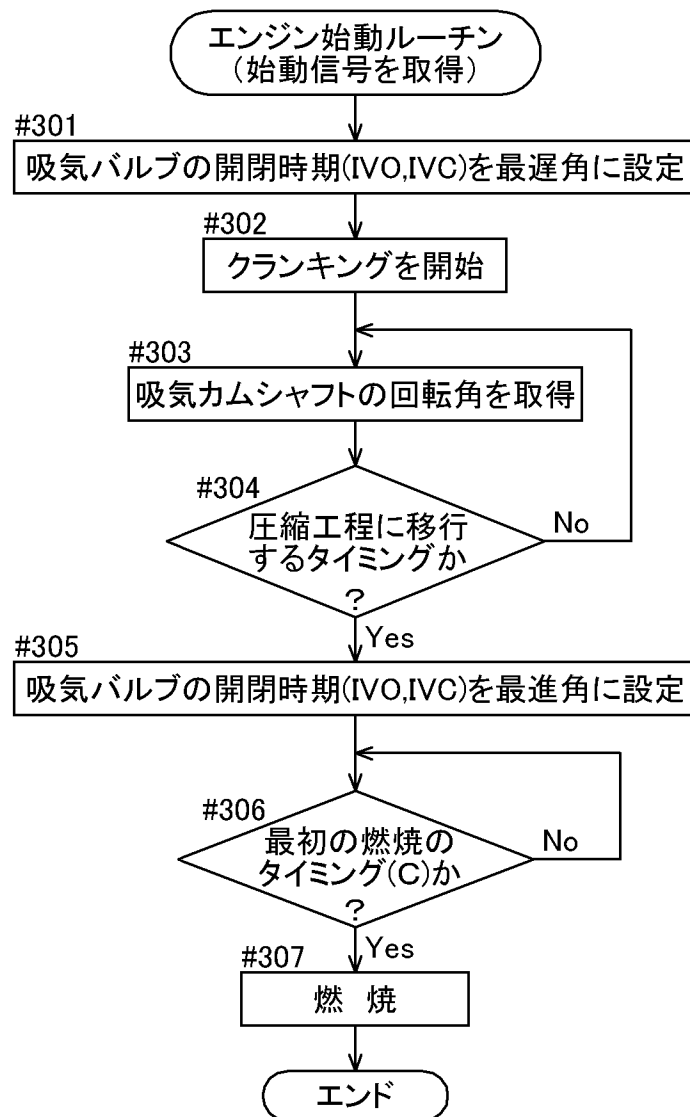
[図11]



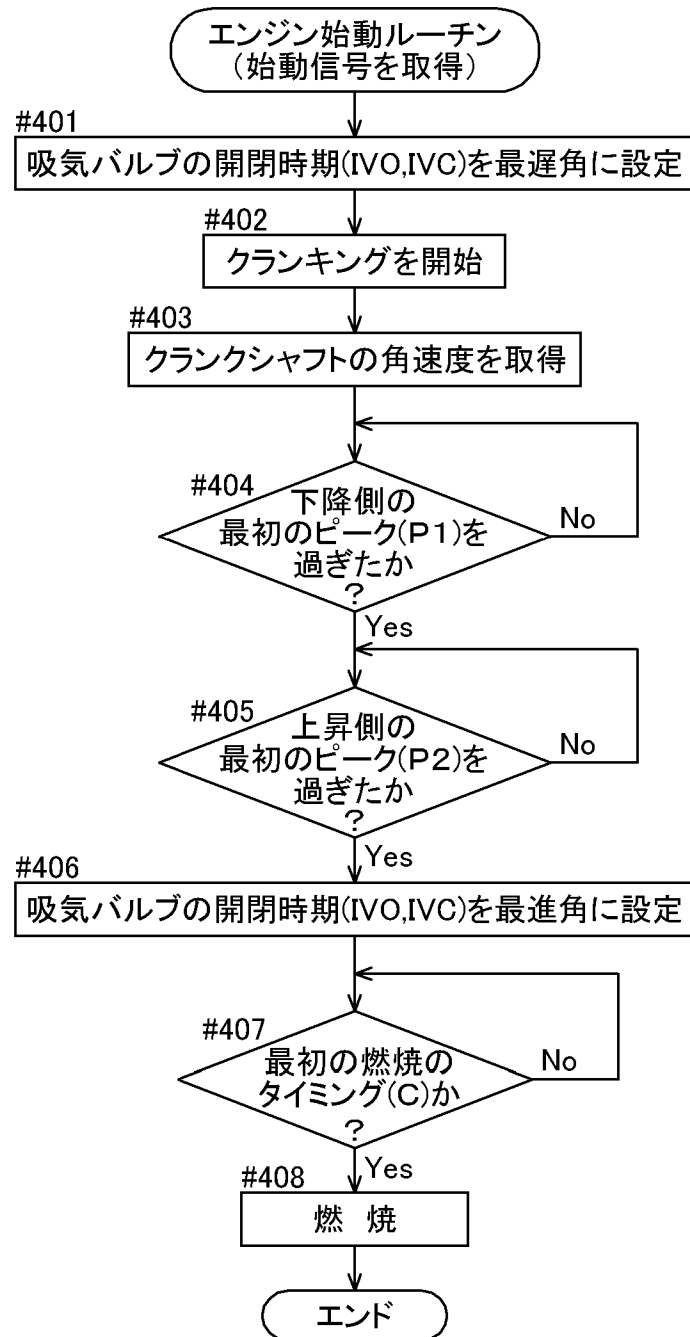
[図12]



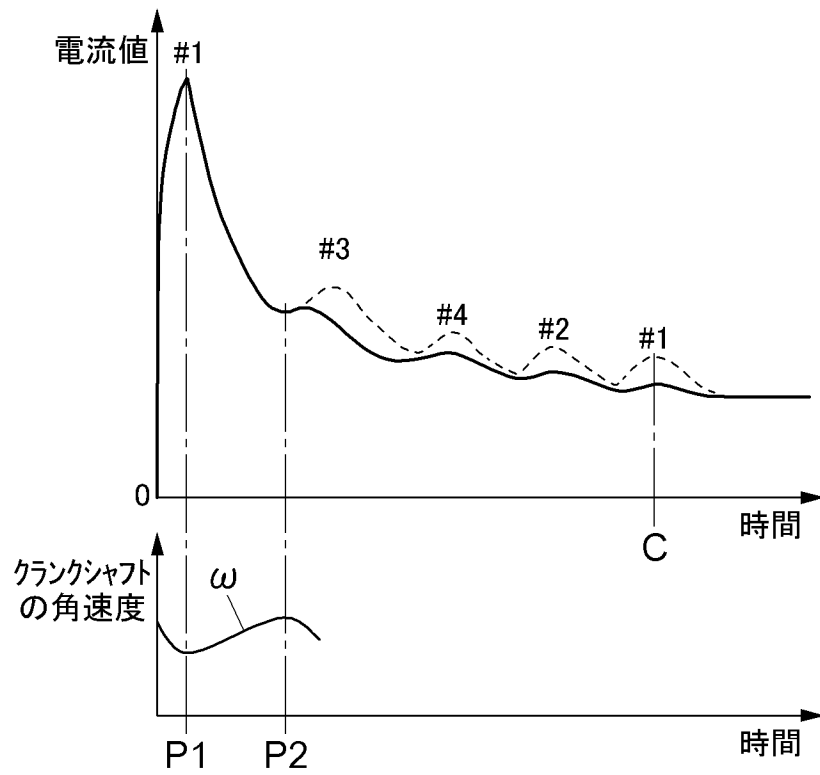
[図13]



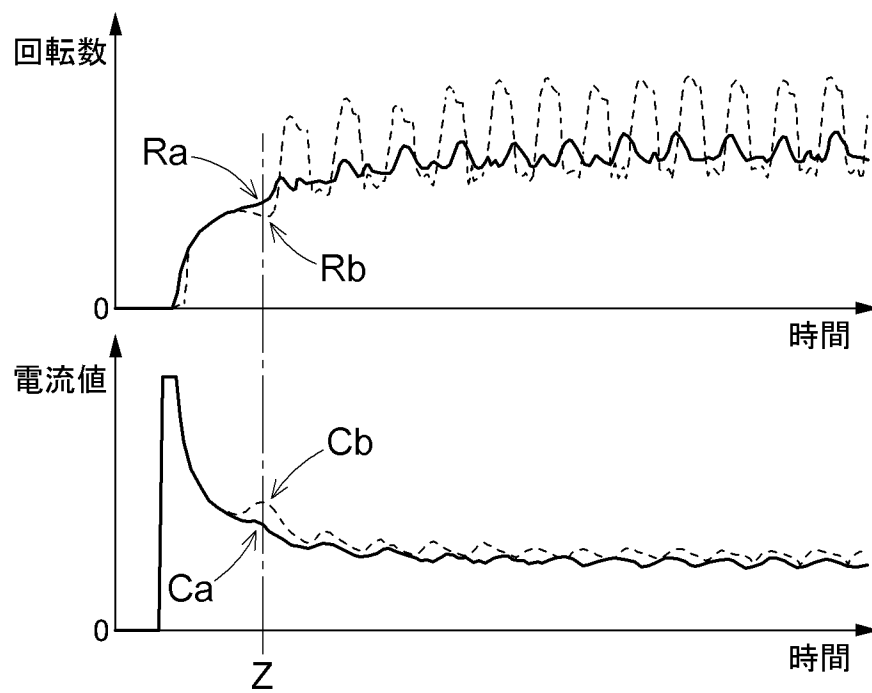
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/007439

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F02D13/02 (2006.01) i, F01L1/356 (2006.01) i, F02D15/00 (2006.01) i,
F02D45/00 (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, F01L1/356, F02D15/00, F02D45/00

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.
Y	JP 2011-27067 A (NIPPON SOKEN, INC.) 10 February 2011, paragraphs [0014], [0027]-[0028], [0054], [0070]-[0074], fig. 8 (Family: none)	1-5
Y	JP 2009-167920 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 30 July 2009, paragraphs [0016], [0046], fig. 3 & US 2009/0183706 A1, paragraphs [0023], [0053], fig. 3	1-5

☒ 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

03 April 2018 (03.04.2018)

Date of mailing of the international search report

17 April 2018 (17.04.2018)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office

3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,

Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/007439

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 2000-204987 A (MITSUBISHI MOTORS CORPORATION) 25 July 2000, paragraphs [0019]-[0020], [0031], fig. 3 (Family: none)	1-5
A	JP 2016-125364 A (DAIHATSU MOTOR CO., LTD.) 11 July 2016, paragraphs [0029], [0035] (Family: none)	1-5
A	JP 2005-36673 A (NISSAN MOTOR CO., LTD.) 10 February 2005, paragraphs [0008], [0013], [0017]-[0019], [0034] (Family: none)	1-5
A	JP 2008-223688 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 25 September 2008, paragraphs [0099]-[0100] (Family: none)	1-5

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, F01L1/356(2006.01)i, F02D15/00(2006.01)i, F02D45/00(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, F01L1/356, F02D15/00, F02D45/00

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
Y	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)	1-5
Y	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	1-5

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

03.04.2018

国際調査報告の発送日

17.04.2018

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)

田村 佳孝

3Z

3831

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 2000-204987 A (三菱自動車工業株式会社) 2000. 07. 25, [0019]-[0020], [0031], 図 3 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2016-125364 A (ダイハツ工業株式会社) 2016. 07. 11, [0029], [0035] (ファミリーなし)	1-5
A	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)	1-5
A	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)	1-5