(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3月22日(22.03.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/051852 A1

(51) 国際特許分類:
F02D 13/02 (2006.01)　*F02D 29/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2017/032017

(22) 国際出願日：　2017年9月6日(06.09.2017)

(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 2016-179142　2016年9月14日(14.09.2016)　JP

(71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(**HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.**) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場２５２０番地 Ibaraki (JP).

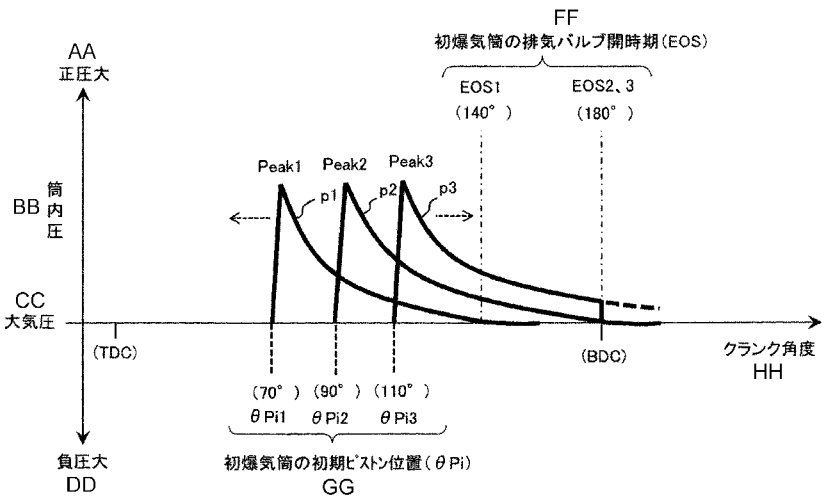
(72) 発明者: 中村　信 (**NAKAMURA, Makoto**); 〒2438510 神奈川県厚木市恩名４丁目７番１号 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 村井　淳 (**MURAI, Atsushi**); 〒2438510 神奈川県厚木市恩名４丁目７番１号 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 小野 新次郎, 外 (**ONO, Shinjiro** et al.); 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目２番１号 新大手町ビル２０６区 ユアサハラ法律特許事務所 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,

(54) **Title:** VARIABLE VALVE DEVICE AND CONTROLLER FOR VARIABLE VALVE DEVICE

(54) 発明の名称： 可変動弁装置及び可変動弁装置のコントローラ



AA　Positive pressure high
BB　Cylinder internal pressure
CC　Atmospheric pressure
DD　Negative pressure high
FF　Exhaust valve open time in initial explosion cylinder
GG　Initial piston position in initial explosion cylinder
HH　Crank angle

(57) **Abstract:** Provided are a novel variable valve device for an internal combustion engine and a variable valve control method, with which gas pressure from combustion in an initial explosion cylinder can be efficiently used and the startability of the internal combustion engine can be improved. The open time of a first exhaust valve, which takes place after combustion of an initial explosion cylinder (#2 cylinder) that first performs combustion in an expansion stroke during automatic startup, is adjusted on the basis of at least initial piston position information of the initial explosion cylinder

WO 2018/051852 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))

during either automatic startup or the most recent automatic stoppage. Even when the initial piston position of the initial explosion cylinder differs, the gas pressure (combustion energy) of the initial explosion cylinder can be efficiently imparted to the piston, and satisfactory startability can be effectively achieved.

(57) 要約:初爆気筒の燃焼によるガス圧力を有効に利用して内燃機関の始動性を向上することができる新規な内燃機関の可変動弁装置及び可変動弁制御方法を提供することにある。自動始動時に膨張行程にある最初に燃焼を行う初爆気筒(#2気筒)の燃焼後におとずれる最初の排気バルブの開時期を、少なくとも、自動始動時または前回の自動停止時における初爆気筒の初期ピストン位置情報に基づき調整する。初爆気筒の初期ピストン位置が異なった場合であっても、初爆気筒のガス圧力(燃焼エネルギー)をピストンに有効に与えることができ、結果的に良好な始動性を得ることができるものである。

明　細　書

発明の名称 ： 可変動弁装置及び可変動弁装置のコントローラ

技術分野

[0001] 本発明は内燃機関の可変動弁装置及び可変動弁装置のコントローラに係り、特に、内燃機関を自動的に停止・始動させる機能を備えた内燃機関の可変動弁装置及び可変動弁装置のコントローラに関するものである。

背景技術

[0002] 内燃機関の燃料消費量低減や排気ガス有害成分の排出量の低減を図るため、運転者の意思によらず、内燃機関を自動的に停止・始動する制御が実用化されている。例えば運転中に自動車が交差点等で一時的に停車すると、内燃機関を自動的に停止し、また走行開始前に内燃機関を自動的に始動させる、いわゆるアイドルストップ制御が行われている。また、動力として電動機と内燃機関の両方を備えるハイブリッド自動車では、走行モードに応じて走行中にも内燃機関を自動的に停止・始動させる制御が行われている。

[0003] このように運転者の意思によらずに、内燃機関を自動的に停止・始動する自動車では、自動始動時の振動や騒音によって、運転者に違和感が生じやすく、内燃機関を迅速かつ円滑に始動する技術が重要になっている。自動始動時に内燃機関のクランク軸の回転立ち上がりを円滑に行う技術として、例えば、特開２００５－３３７１１０号公報（特許文献１）に示されている技術が知られている。

[0004] 特許文献１においては、排気バルブが開閉される時期を調整可能な可変バルブタイミング機構と、この可変バルブタイミング機構を制御する制御手段を備えた内燃機関において、内燃機関の始動時に混合気が最初に燃焼する初爆気筒の燃焼後におとずれる初爆気筒の排気バルブの開弁時期を遅角させる制御を行なうことを提案している。

[0005] 排気バルブの開弁時期を遅角させることで、膨張行程において燃焼圧が排気バルブを開くことによって早期に開放されることを防ぎ、初爆気筒の燃焼

圧を動力として効率良くクランクシャフトに取り出すことができるものである。したがって、内燃機関を迅速に始動することができるようになる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２００５－３３７１１０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ところで、初爆気筒のピストンの下降によってシリンダボア内のガス圧力（燃焼圧）は、正のピーク圧力から負の圧力の間で変化するが、正の圧力範囲ではガス圧力はピストンを押し下げる作用を行い、負の圧力範囲ではガス圧力はピストンを引き上げる作用を行う。したがって、排気バルブの開時期は、ガス圧力が正の圧力から負の圧力に切り替わる圧力（＝大気圧）付近に設定することが重要である。

[0008] しかしながら、このガス圧力の変化特性は、初爆気筒の初期ピストン位置によって異なっており、排気バルブの開時期が、大気圧に達する時のクランク角より早い場合では、正のガス圧力が発生している状態で排気バルブが開くので、せっかくのガス圧力が排気ポート側に抜けてしまい、ピストンを押し下げるエネルギーを無駄にしてしまうことになる。逆に、排気バルブの開時期が、大気圧に達する時のクランク角より遅い場合では、排気バルブの開時期に至る前に負の圧力となってしまい、ピストンの下降作動に制動を与えてしまうことになる。このため、内燃機関の始動性を阻害するという課題がある。

[0009] したがって、内燃機関を自動的に始動する場合において、シリンダボア内のガス圧力を有効に利用することが必要であり、このためにはガス圧力が大気圧付近の時に排気バルブを開いてやることが重要である。

[0010] 尚、特許文献１においては、始動開始時の初期ピストン位置に対応して初爆気筒の排気バルブの開時期を制御することについては考慮されておらず、

初期ピストン位置が異なった場合においては、充分な始動性の向上が得られていない恐れがある。

[0011] 本発明の目的は、初爆気筒の燃焼によるガス圧力を有効に利用して内燃機関の始動性を向上することができる新規な内燃機関の可変動弁装置及び可変動弁装置のコントローラを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明の一実施形態に係る可変動弁装置は、吸気バルブと排気バルブを備える内燃機関に設けられており、前記可変動弁装置は、排気バルブのバルブタイミングを調整する排気側可変動弁機構と、吸気バルブのバルブタイミングを調整する吸気側可変動弁機構とを備え、排気側可変動弁機構は、内燃機関の始動時に膨張行程にある気筒に燃料を噴射して最初に燃焼を行う初爆気筒の燃焼後に開弁する排気バルブの最初の開時期を、少なくとも初爆気筒の初期ピストン位置の情報に基づいて調整する。

[0013] 本発明の一実施形態によれば、初爆気筒の初期ピストン位置が異なった場合であっても、初爆気筒のガス圧力（燃焼エネルギー）をピストンに有効に与えることができ、結果的に良好な始動性を得ることができるものである。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の一実施形態が適用される内燃機関の可変動弁システムの構成を示す構成図である。

[図2]自立燃焼過程の筒内燃焼室内のガス圧力、筒内燃焼室容積、筒内燃焼室ガスの状態を説明する説明図である。

[図3]自立燃焼時の筒内燃焼室の圧力変化を示す特性図である。

[図4]本発明の第１の実施形態における初期ピストン位置に対応する初期クランク角が７０°の時の排気バルブの開時期の特性を説明する説明図である。

[図5]本発明の第１の実施形態における初期ピストン位置に対応する初期クランク角が９０°の時の排気バルブの開時期の特性を説明する説明図である。

[図6]本発明の第１の実施形態における初期ピストン位置に対応する初期クランク角が１１０°の時の排気バルブの開時期の特性を説明する説明図である

。

[図7]図４～図６に示す初期クランク角での自立燃焼時の筒内燃焼室のガス圧力変化を示す特性図である。

[図8]本発明の第１の実施形態になる自動停止時における制御を説明する制御フローチャートである。

[図9]本発明の第１の実施形態になる自動始動時における制御を説明する制御フローチャートである

[図10]始動時の自立燃焼と通常燃焼に対する排気バルブの開時期を説明する説明図である。

[図11]自立燃焼から通常燃焼に移行した時の排気バルブの開時期の特性を説明する説明図である。

[図12]本発明の第２の実施形態に使用される排気ＶＥＬの特性を示す特性図である。

[図13]本発明の第２の実施形態における初期ピストン位置に対応する初期クランク角が９０°の時の排気バルブの開時期の特性を説明する説明図である。

。

[図14]本発明の第２の実施形態における初期ピストン位置に対応する初期クランク角が７０°の時の排気バルブの開時期の特性を説明する説明図である。

。

[図15]本発明の第２の実施形態における初期ピストン位置に対応する初期クランク角が５０°の時の排気バルブの開時期の特性を説明する説明図である。

。

発明を実施するための形態

[0015] 本発明の実施形態について図面を用いて詳細に説明するが、本発明は以下の実施形態に限定されることなく、本発明の技術的な概念の中で種々の変形例や応用例をもその範囲に含むものである。

実施例 １

[0016] 次に、本発明の第１の実施形態になる内燃機関の可変動弁装置及び可変動

弁装置のコントローラについて説明する。

[0017] 本実施形態では、火花点火式ガソリン仕様のいわゆる４サイクル４気筒内燃機関に適用したものであって、運転者の始動操作によらず自動的に内燃機関の停止・始動を行うアイドリングストップ車に適用される可変動弁装置及び可変動弁装置のコントローラである。

[0018] この内燃機関は、図１に示すように、シリンダブロック０１とシリンダヘッド０２との間に、ピストン０３を介して燃焼室０４が形成されていると共に、シリンダヘッド０２のほぼ中央位置に点火プラグ０５が設けられている。尚、シリンダブロック０１とシリンダヘッド０２及びピストン０３等を合せて「気筒」と表記する場合もある。

[0019] ピストン０３は、ピストンピン（図示せず）に一端部が連結されたコネクチングロッド０６を介してクランクシャフト０７に連結されており、このクランクシャフト０７は、ピニオンギア機構０８を介して駆動モータ０９によって始動を行うことができるようになっている。また、駆動モータ０９は、機関停止時のクランク角（クランク位置）やピストン０３の摺動位置を制御するクランク位置制御手段として使うことも可能である。尚、クランクシャフト０７は、後述するクランク角センサ０１０によってクランク角及び回転数が検出されるようになっている。

[0020] シリンダブロック０１には、ウォータジャケット内の水温を検出する水温センサ０１１が取り付けられていると共に、シリンダヘッド０２には、燃焼室０４内に燃料を噴射する燃料噴射弁０１２が設けられている。さらに、シリンダヘッド０２の内部に形成された吸気ポート０１３や排気ポート０１４を開閉する１気筒当たりそれぞれ２つ吸気バルブ４及び排気バルブ５がそれぞれ摺動自在に設けられていると共に、吸気バルブ４側と排気バルブ５側には、可変動弁装置が設けられている。

[0021] 可変動弁装置は、内燃機関の排気バルブ５のバルブリフト及び作動角（開期間）を制御する第１可変動弁機構である排気ＶＥＬ１と、排気バルブ５の開閉時期(バルブタイミング)を制御する第２可変動弁機構である排気ＶＴＣ

２と、吸気バルブ４の開閉時期(バルブタイミング)を制御する第３可変動弁機構である吸気ＶＴＣ３と、を備えている。また、排気ＶＥＬ１と排気ＶＴＣ２及び吸気ＶＴＣ３は、後述するコントローラ２２によって機関運転状態に応じてそれぞれの作動が制御されるようになっている。

[0022] コントローラ２２は、マイクロコンピュータや周辺駆動回路等からなり、内燃機関の動作状態を表すパラメータを検出し、このパラメータを用いて所定の演算を実行して内燃機関の制御量を調整する機能を備えている。マイクロコンピュータは、パラメータを検出する入力部と、演算を実行する中央処理部と、演算によって得られた制御量を出力する出力部より構成されている。この出力部からの制御量は周辺駆動回路に送られ、制御駆動信号として排気ＶＥＬ１、排気ＶＴＣ２、吸気ＶＴＣ３に与えられるものである。

[0023] 排気ＶＥＬ１、排気ＶＴＣ２、吸気ＶＴＣ３の詳細な構成は、本発明とさほど関係しないので詳細な説明は省略する。ここで、排気ＶＥＬ１の詳細は、本出願人が先に出願した、例えば特開２０１２－３６８６４号公報等に記載されたものと同様の構成である。

[0024] 尚、この排気ＶＥＬ１は実施例１では用いられず、実施例２で使用されるものである。したがって、実施例１では排気バルブ５の作動角及びリフトは一定となっており、本実施形態では最小リフトで最小作動角に設定されている。もちろん、本実施形態では排気ＶＥＬ１を用いず、排気ＶＴＣ２だけでも良いものである。

[0025] また、排気ＶＴＣ２、吸気ＶＴＣ３は電動式のバルブタイミング制御装置であり、本出願人が先に出願した、例えば特開２０１４－１６９６３０号公報等に記載されたものと同様の構成である。ここで、カム軸はバルブスプリング反力により、最遅角付近に安定する傾向があり、始動開始時に排気バルブの開時期の進角変換の応答性が良くない傾向（特に始動開始時や機関停止時）にある。

[0026] したがって、排気ＶＴＣ２には、進角側付勢スプリングが設けられており、これによって進角側に付勢されるので、懸念される進角変換応答性が速く

なり、後述するように、良好な自立燃焼による始動が遅れなく実現できるようにしている。

[0027] 次に、自立燃焼によるピストンの作動状態、シリンダボアのガス状態、及びガス圧力の状態を説明する。以下では、例えば、アイドルストップ後に、自立始動する場合の上述した状態の変化について説明する。ここで、自立燃焼とはスタータモータのような外部駆動モータを使用して圧縮動作を行なわず、膨張行程にある気筒内に燃料を噴射して燃焼させ、この混合気の燃焼エネルギーによって始動を行うことを意味している。

[0028] 図２は膨張行程にある初爆気筒の燃料噴射時点から燃焼が実施されてピストンが下降して下死点（ＢＤＣ）に至る状態を示しており、図３はシリンダボア内のピストン位置とガス圧力の変化を示している。尚、以下では説明の都合上からピストン冠面とシリンダ及びシリンダヘッドによって形成される空間を「筒内燃焼室」と表記する。

[0029] 図２の（Ａ）で示す状態は、内燃機関がアイドルストップして停止した時の膨張行程にある気筒（初爆気筒）の初期ピストン位置を示している。この初期ピストン位置は、現時点では上死点（ＴＤＣ）にやや近い位置にあって、クランク角換算で上死点（ＴＤＣ）から約７０°の位置となっている。

[0030] そして、このアイドルストップした時の膨張行程にある気筒が初爆気筒となるものであり、この初爆気筒の初期ピストン位置は、アイドルストップする毎に異なるものである。また、アイドルストップ直後には、ピストンとシリンダボアの間からすぐに空気が流入して筒内燃焼室内はほぼ大気圧となっている。この状態で筒内燃焼室内は、筒内燃焼室圧力が大気圧、筒内燃焼室容積がＶｓ、筒内燃焼室ガスが空気となっている。ここで、ブレーキペダルの踏み込みが解除されたり、アクセルペダルが踏み込まれて自立始動の要求があると、（Ａ）で示す状態のクランク角（例えば、７０°）を初期クランク角（θＰｉ）として、自立始動のためのシーケンスに移ることになる。

[0031] まず、図２の（Ｂ）で示す状態のように、初期ピストン位置で決まる筒内燃焼室容積Ｖｓに存在する空気量に見合った燃料を筒内燃焼室内に直接噴射

する。すなわち、理論空燃比（ストイキオメトリ）となるだけの燃料が燃料噴射弁から噴射される。この状態で筒内燃焼室内は、筒内燃焼室圧力が大気圧、筒内燃焼室容積がＶｓ、筒内燃焼室ガスが空気と燃料の混合気となっている。

[0032] ここで、初期ピストン位置での筒内燃焼室容積Ｖｓは以下の式で求まる。Ｖｓ＝Ｖ０＋Ａ×χｓ……（１）尚、Ｖ０はピストンが圧縮上死点（ＴＤＣ）に達した状態での筒内燃焼室容積、Ａはボア面積、χsは圧縮上死点（ＴＤＣ）からのピストン降下長さである。

[0033] また、ピストン降下長さχsは以下の式で求まる。χｓ＝Ｒ×（1-cosθＰｉ）+λ×Ｒ×（1-√（Ｙｓ））……（２）ここで、「Ｒ」は図１に示すクランクピンの回転半径、「Ｌ」は図１に示すコンロッドの軸間距離であり、「λ」はＬ／Ｒ、「Ｙｓ」は1－(sin²θＰ1)／λ²で求められている。つまり、初期ピストン位置で決まる初期クランク角（θＰｉ）を検出し、上述した（１）式、（２）式で、筒内燃焼室容積Ｖｓを求めることができ、理論空燃比で燃焼させる燃料噴射量を容易に算出できるものである。

[0034] 次に、燃料噴射が実行された後に、図２の（Ｃ）で示すように点火プラグによって、混合気に点火されて燃焼が開始される。燃焼が開始されると燃焼によるガス圧力（燃焼圧）によって、筒内燃焼室内のガス圧力は正の圧力として立ち上がり、ピストンを押し下げ始め、更に燃料の燃焼が進行すると、その発熱によりガス温度が上昇して容積膨張しようとする。

[0035] しかしながら、筒内燃焼室容積Ｖｓは急に増加しないので、筒内燃焼室内の圧力が急上昇してピーク圧（Ｐｅａｋ１）となる。この状態で筒内燃焼室内は、筒内燃焼室圧力がピーク圧、筒内燃焼室容積がＶｓより僅かに大きなＶｓ´、筒内燃焼室ガスが燃焼ガスとなっている。

[0036] 次に、筒内燃焼室圧力がピーク圧（Ｐｅａｋ１）に達した後に図２の（Ｄ）で示すように、ピストンが本格的に下降しはじめ、燃焼ガスによって筒内燃焼室容積Ｖが本格的に膨張を開始し、膨張するにつれて筒内燃焼室内の圧力は低下して大気圧に至る。この状態で筒内燃焼室内は、筒内燃焼室圧力が

大気圧、筒内燃焼室容積がＶａ、筒内燃焼室ガスが燃焼ガスとなっている。

[0037] 更にピストン下降して筒内燃焼室の容積が最大値Ｖｍａｘに達すると、図２の（Ｅ）で示すように、筒内燃焼室内に負の圧力が発生して下死点（ＢＤＣ）に至る。この状態で筒内燃焼室内は、筒内燃焼室圧力が負の圧力、筒内燃焼室容積がＶｍａｘ、筒内燃焼室ガスが燃焼ガスとなっている。

[0038] 次に、初爆気筒の燃料噴射時点から燃焼が実施されてピストンが下降して下死点（ＢＤＣ）に至るときのシリンダボア内のピストン位置とガス圧力の変化を説明する。

[0039] 図３にあるように、初期ピストン位置である初期クランク角（θＰｉ≒７０°）は図２の（Ａ）、（Ｂ）の状態で、筒内燃焼室圧力は大気圧である。そして、この状態から点火プラグによって燃焼が開始されると、筒内燃焼室圧力は急激に上昇していき図２の（Ｃ）の状態でピーク圧（Ｐｅａｋ１）に達する。

[0040] そして、筒内燃焼室容積Ｖが膨張するにしたがい、筒内燃焼室圧力は下降していき、図２の（Ｄ）の状態で大気圧に近づくようになる。この時の大気圧に達するクランク角（θＰａ≒１４０°）を過ぎると負の圧力に反転する。更にピストンが下降すると図２の（Ｅ）の状態となって、ピストンに負の圧力による制動力が作用するようになる。

[0041] このように、初期クランク角（θＰｉ≒７０°）から大気圧に達するクランク角（θＰａ≒１４０°）までの筒内燃焼室圧力がピストンを押し下げる作用を行い、大気圧に達したクランク角（θＰａ≒１４０°）から下死点（ＢＤＣ）までの筒内燃焼室圧力がピストンを引き上げる作用を行うようになる。

[0042] したがって、大気圧に達するクランク角（θＰａ≒１４０°）で排気バルブを開いてやれば、筒内燃焼室圧力を有効に活用できることがわかる。次に、この大気圧に達するクランク角（θＰａ）の求め方について説明する。

[0043] まず、図２の（Ｄ）の状態の大気圧となる筒内燃焼室容積Ｖａについて考察する。膨張係数Ｋ（＝Ｖａ／Ｖｓ）を定義すると、この膨張係数Ｋは一般

的な内燃機関（気筒あたりの排気量が５００ｃｃ程度）だと、通常Ｋ＝２程度の値であるが、これは、厳密には内燃機関の仕様によって決まる値である。

[0044] 上述したように、混合気が燃焼するとその発熱により燃焼ガス温度が上昇し、燃焼ガスが膨張しようとしてピストンを押し下げ、筒内燃焼室容積は拡大していく。しかしながら、一方でシリンダボアの壁面から熱が逃げていくことで、燃焼ガス温度の上昇が抑制されて筒内燃焼室容積の拡大が抑制される。そのバランスの結果として、筒内燃焼室容積Ｖａ（膨張係数Ｋ）に落ち着くようになる。したがって、この膨張係数Ｋは内燃機関の仕様によって決まるものである。

[0045] ちなみに、気筒当りの排気量が小さくなると、燃焼室のＳ／Ｖ比（Ｓ：燃焼室の壁面積、Ｖ：燃焼室の容積）が大きくなり、熱逃げの影響が相対的に大きくなる。よって、大気圧に近づく筒内燃焼室容積Ｖａが小さくなり、膨張係数Ｋは相対的に小さくなる。すなわち、膨張係数Ｋは内燃機関の仕様によって決まるものである。以下の説明では、通常の内燃機関（気筒当りの排気量が５００ｃｃ程度）と想定し、膨張係数Ｋ＝２程度であったとして説明を行う。

[0046] 次に、大気圧に近づく筒内燃焼室容積Ｖａの時のクランク角(θＰａ)を求めることにする。上述した（１）式と同様に以下が成り立つ。Ｖａ＝Ｖ０＋Ａ×χａ……（３）´ここで、Ｖａ＝Ｋ×Ｖｓであるので、χａを求めることができる。

[0047] また、（２）式と同様に以下が成り立つ。χa＝Ｒ×（1-cosθＰａ）+λ×Ｒ×（1-√（Ｙa））……（４）´ここで、Ｙa＝1－(sin^{2}θＰａ)／λ^{2}であるので、χaはθＰａの関数になる。そして、χaは（３）式から既に分かっているので、θＰａを逆算することができる。このようにして、大気圧に近づく筒内燃焼室容積Ｖａの時のクランク角(θＰａ)を求めることができる。ここでは、このクランク角（θＰａ）が、例えば約１４０°と求めることができる。

[0048] 次に、この大気圧に近づく筒内燃焼室容積Ｖａの時のクランク角をクランク角(θＰａ)としたとき、排気バルブの開時期（ＥＯＳ）をどのような時期としたら、自立燃焼による始動性が向上するかを説明する。

[0049] 仮に、排気バルブの開時期（ＥＯＳ）が、大気圧に近づく筒内燃焼室容積Ｖａの時のクランク角(θＰａ)より早かった場合を想定すると、正のガス圧力が発生している状態で排気バルブが開くので、せっかくの燃焼ガスの圧力が排気ポート側に逃げてしまい、ピストンを押し下げるエネルギーをみすみす逃がしてしまうことになる。

[0050] 逆に、排気バルブの開時期（ＥＯＳ）が、大気圧に近づく筒内燃焼室容積Ｖａの時のクランク角(θＰａ)より遅かった場合を想定すると、排気バルブの開時期（ＥＯＳ）に至る前の筒内燃焼室内は負の圧力となってしまい、この負の圧力がピストンの下降作動に制動をかけてしまうことになる。

[0051] すなわち、大気圧に近づく筒内燃焼室容積Ｖａの時のクランク角(θＰａ)付近で、排気バルブの開時期（ＥＯＳ）を設定するのが適切であることがわかる。後述するように、本実施形態では、アイドルストップした際の初期ピストン位置に対応する初期クランク角（θＰｉ）に応じて、大気圧に近づく筒内燃焼室容積Ｖａの時のクランク角(θＰａ)が異なることに注目して、排気バルブの開時期（ＥＯＳ）を変化させるものである。これによって、自立始動時における機関トルクを高め、回転立ち上がり性能を高めて自立始動性を向上できるものである。

[0052] 尚、膨張係数Ｋ（＝Ｖａ／Ｖｓ）は、通常ではＫ＝２程度であり、内燃機関の仕様によって定まることを説明したが、同じ内燃機関であっても、内燃機関の運転状態により変動する場合があるので補足説明する。

[0053] 例えば、アイドルストップからの自力（自立）始動においては、内燃機関は既に暖機状態にあるのが一般的だが、アイドルストップ期間が長い場合、或いは外気温度が極めて低い場合では、内燃機関の温度が下がってしまうことがある。この場合は、シリンダボアからの熱逃げの影響が大きくなり、実膨張係数Ｋ´は、標準での膨張係数Ｋに対してやや小さくなることが認めら

れる。

[0054] この場合、補正係数αを導入して実膨張係数Ｋ´と標準での膨張係数Ｋの関係を表すことができる。実膨張係数Ｋ´=α×Ｋ……（５）したがって、実膨張係数Ｋ´を求める場合では、機関温度が低い場合はαを「１」より小さく設定し、逆に高い場合は熱逃げが減少するので、「１」より大きく設定すれば良いものである。

[0055] 更に、燃料消費量を低減するために燃料噴射量を減少させて、いわゆるリーン燃焼させた場合では、燃料量が減少していることで発熱量も減少するので、補正係数αを小さくすることができる。

[0056] このように、内燃機関の状態に対応して、実膨張係数Ｋ´を求めることで、実機での、大気圧に近づく筒内燃焼室容積Ｖａの時のクランク角(θＰａ）の補正値を求めることができる。これに基づき、排気バルブの開時期（ＥＯＳ）を補正することで、更に自立始動を適切におこなうことが可能になる。

[0057] 図４、図５、図６は、内燃機関の始動開始時の初期ピストン位置、或いは前回の機関停止時の初期ピストン位置とバルブタイミングの関係を示している。具体的には、始動開始時の初期ピストン位置、或いは前回の機関停止時の初期ピストン位置に対応する初期クランク角（θＰｉ）と、排気バルブ開時期（ＥＯＳ）の関係を示している。

[0058] 図４、図５、図６においては、クランクシャフト（クランクピン）の姿勢も示している。図１に示しているように、クランクピンとピストンピンは実際にはコンロッドを介して連結されているが、図４、図５、図６はでは分かりやすくするために、ピストンピン位置をクランクピン位置と一致させて簡略的に表現している。また、膨張気筒（初爆気筒）である＃２気筒とこれに対向する圧縮気筒である＃１気筒と、＃２気筒（膨張気筒）の吸気弁作動区間（ＩＯＳ～ＩＣＳ）と排気弁作動区間（ＥＯＳ～ＥＣＳ）を示している。

[0059] 図４において、初期クランク角（θＰｉ１）が上死点（ＴＤＣ）側の例えば約７０°の位置にあれば、排気バルブの開時期は下死点（ＢＤＣ）前の開時期（ＥＯＳ1）まで進角される。つまり、この開時期（ＥＯＳ1）が、筒内

燃焼室圧力が大気圧に近づいた時を表しているものである。同様に、図５において、初期クランク角（θＰｉ２）が上死点（ＴＤＣ）と下死点（ＢＤＣ）の中間の約９０°の位置にあれば、図４に示す場合よりも排気バルブの開時期は、同様に筒内燃焼圧が大気圧に近づく下死点（ＢＤＣ）付近の開時期（ＥＯＳ２）まで遅角される。

[0060] 更に、図６において、初期クランク角（θＰｉ３）が上死点（ＴＤＣ）と下死点（ＢＤＣ）の中間より下がった約１１０°の位置にあれば、図５に示す場合と同じように図４に示す場合よりも排気バルブの開時期は、下死点（ＢＤＣ）付近の開時期（ＥＯＳ３）まで遅角される。なお、この場合は、筒内燃焼圧は大気圧より高くなっている。すなわち、図６の場合では、初期ピストン位置がかなり下降側に位置しているので、筒内燃焼室容積が大きく燃焼の開始時期がかなり遅角されることから、筒内燃焼室圧力が大気圧に近づくまでの期間も同じ膨張係数２に対して長くなる。このため、ピストンが下死点（ＢＤＣ）付近に達しても、まだ筒内燃焼室圧力は正圧を維持している。

[0061] したがって、仮に排気バルブの開時期を下死点（ＢＤＣ）より遅らせてしまうと、上昇に転じたピストンの動きを、筒内燃焼室圧力の正圧が抑えてしまい、ピストンの上昇方向の動きに対して逆に正圧による制動力を作用させてしまう。その結果、ピストン仕事を逆に低減させてしまうことになる。このため、図６の場合は下死点（ＢＤＣ）で排気バルブを開くような設定に調整している。

[0062] このように、初期クランク角（θＰｉ）の位置に対応して、大気圧に達するクランク角（θＰａ）付近で排気バルブを開いてやることで（ＥＯＳ1、ＥＯＳ２）、初期クランク角（θＰｉ）から大気圧に達するクランク角（θＰａ）までの筒内燃焼室圧力がピストンを押し下げる作用を行うので筒内燃焼室圧力を有効に活用でき、初爆の燃焼エネルギーを有効にピストン仕事に変換することができる。なお、下死点（ＢＤＣ）でも大気圧まで下がり切らない場合は、下死点付近で排気バルブを開いてやるのである（ＥＯＳ３）。

[0063] 次に、図７において初爆気筒の燃焼による筒内圧がクランク角でどう変化するかを図４、図５、図６に示す初期ピストン位置の場合を例にとって説明する。

[0064] 図４に示す初期ランク角（θＰｉ）が上死点（ＴＤＣ）後の約７０°から燃焼が行われた場合の筒内圧変化は、図７の特性ｐ１で示す変化を行うものである。すなわち、初爆の燃焼に伴い初期クランク角（θＰｉ１）から燃焼によるガス圧力（燃焼圧）が立ち上がり、ピーク圧（Ｐｅａｋ１）になった後にピストンが下降していくにつれ、ガス圧力が低下していく。

[0065] そして、上述したようにシリンダボアへの熱逃げによりガス圧力は急速に低下していき、ガス圧力がほぼ大気圧になるクランク角（θＰａ1）、つまり膨張係数Ｋ＝２の付近で、排気バルブが開時期（ＥＯＳ１）で開弁され、これによって筒内はほぼ大気圧に維持されるようになる。これにより、初爆の燃焼エネルギーを有効にピストン仕事に変換することができる。

[0066] つまり、排気バルブの開弁時期（ＥＯＳ１）が、ガス圧力がほぼ大気圧になるクランク角（θＰａ1）より遅いと、筒内が負の圧力（大気圧未満）となってしまい、ピストンの下降動作に負の圧力による制動力が作用してガス圧力による燃焼エネルギーが無駄になってしまうようになる。逆に、排気バルブの開弁時期（ＥＯＳ１）が、ガス圧力がほぼ大気圧になるクランク角（θＰａ1）より早いと、筒内圧が大気圧より高い状態で排気バルブが開かれるので、排気ポート側に高いガス圧力が逃げてしまい、その分ピストンを押し下げるエネルギーが減少してしまうようになる。

[0067] したがって排気バルブの開弁時期（ＥＯＳ１）を、ガス圧力がほぼ大気圧になるクランク角（θＰａ1）付近に調整することで、初爆の燃焼エネルギーを最も有効にピストン仕事に変換することができるようになる。

[0068] 次に、図５に示す初期ランク角（θＰｉ）が上死点（ＴＤＣ）後の約９０°から燃焼が行われた場合の筒内圧変化は、図７の特性ｐ２で示す変化を行うものである。図４の場合と同様に、初爆の燃焼に伴い初期クランク角（θＰｉ２）から燃焼によるガス圧力（筒内圧）が立ち上がり、ピーク圧（Ｐｅ

ａｋ２）になった後にピストンが下降していくに連れ、ガス圧力が低下していく。

[0069] そして、上述したようにシリンダボアへの熱逃げによりガス圧力は急速に低下していき、ガス圧力がほぼ大気圧になるクランク角（θＰａ２）である下死点（ＢＤＣ）付近で、排気バルブが開時期（ＥＯＳ２）で開弁され、これによって筒内はほぼ大気圧に維持されるようになる。これにより、初爆の燃焼エネルギーを有効にピストン仕事に変換することができる。

[0070] 次に、図６に示す初期ランク角（θＰｉ）が上死点（ＴＤＣ）後の１１０°から燃焼が行われた場合の筒内圧変化は、図７の特性ｐ３で示す変化を行うものである。図４の場合と同様に、初爆の燃焼に伴い初期クランク角（θＰｉ３）から燃焼によるガス圧力（筒内圧）が立ち上がり、ピーク圧（Ｐｅａｋ３）になった後にピストンが下降していくにつれ、ガス圧力が低下していく。

[0071] そして、上述したようにシリンダボアへの熱逃げによりガス圧力は急速に低下していくが、ガス圧力がほぼ大気圧になる手前の下死点（ＢＤＣ）付近で、強制的に排気バルブが開時期（ＥＯＳ３）で開弁され、これによって筒内はほぼ大気圧に維持されるようになる。これにより、初爆の燃焼エネルギーを下死点に至るまでの過程で有効にピストン仕事に変換しつつ、下死点後にこの初爆の燃焼エネルギー（正圧）がピストン上昇を抑えるという負の仕事（制動作用）を抑制することができる。なお、このＥＯＳ３であるが、下死点付近なので、結果として、前述のＥＯＳ２とほぼ同じ時期となっている。

[0072] このように、下死点（ＢＤＣ）付近で強制的に排気ガスバルブを開弁する理由は上述した正圧による制動作用を回避するためである。すなわち、図６の場合では、初期ピストン位置（θＰｉ３）がかなり下降側に位置しているので、筒内燃焼室容積が大きく、燃焼の開始時期がかなり遅角されることから、筒内燃焼室圧力が大気圧に近づくまでの期間も同じ膨張係数Ｋ＝２に対して長くなる。このため、ピストンが下死点（ＢＤＣ）付近に達しても、ま

だ筒内燃焼室圧力は正圧を維持している。

[0073] したがって、仮に排気バルブの開時期を下死点（ＢＤＣ）より遅らせてしまうと、上昇に転じたピストンの動きを、筒内燃焼室圧力の正圧が抑えてしまい、ピストンの上昇方向の動きに対して逆に正圧による制動力を作用させてしまう。その結果、ピストン仕事を逆に低減させてしまうことになる。このため、図６の場合は下死点（ＢＤＣ）で排気バルブを強制的に開くような設定に調整している。

[0074] 以上に説明した排気バルブの開時期（ＥＯＳ）の制御は、内燃機関が自動的に停止される時に行っても良いし、内燃機関が自動的に始動される時に行っても良いものである。また、両方で行うことも可能である。

[0075] 次に、上述した排気バルブの開時期（ＥＯＳ ）の制御を行なう制御フローを説明するが、図８は内燃機関の自動停止時における制御フローチャートを示し、図９は内燃機関の自動始動時における制御フローチャートを示している。

[0076] まず、内燃機関の自動停止時の制御フローチャートについて説明するが、この制御フローはコントローラ２２を構成するマイクロコンピュータによって実行されるものである。

[0077] ≪ステップＳ１０≫ステップＳ１０では、以下に述べる各制御ステップを実行するために必要なパラメータを機関運転状態として読み込むものである。パラメータは各センサから検出されており、マイクロコンピュータで処理できる物理量に変換、演算される。ステップＳ１０でパラメータの検出が終了するとステップＳ１１に移行する。

[0078] ≪ステップＳ１１≫ステップＳ１１では、内燃機関が停止条件、例えばアイドルストップ条件になったかどうかを判断する。アイドルストップ条件は、例えばブレーキペダル情報、アクセルペダル情報、変速機の変速位置情報等を検出することによって判断している。もちろん、これ以外の情報を用いて判断することも可能である。

[0079] ステップＳ１１で、アイドルストップ条件にないと判断されるとリターン

に抜けて次の起動タイミングを待つことになる。一方、ステップＳ１１で、アイドルストップ条件にあると判断されるとステップＳ１２に移行する。

[0080] ≪ステップＳ１２≫ステップＳ１２では、ステップＳ１１でアイドルストップ条件にあると判断されているので、内燃機関を停止すべく燃料噴射カット処理、及び点火カット処理を実行して内燃機関を自動停止させるようにする。この状態になると内燃機関の回転数は停止に向けて低下していくことになる。燃料噴射カット処理、及び点火カット処理が完了すると、ステップＳ１３に移行する。

[0081] ≪ステップＳ１３≫ステップＳ１３では、低下していく回転数Ｎ（ｒｐｍ）が所定の極低回転数ΔＮ以下に達したかどうかを判断する。極低回転数ΔＮ以下に達していないと判断されると再び同じステップＳ１３の判断を実行する。この判断を繰り返して極低回転数ΔＮ以下に達したと判断されると、内燃機関が停止の直前にあると見做してステップＳ１４に移行する。

[0082] ≪ステップＳ１４≫ステップＳ１４では、駆動モータにより停止すべき初期ピストン位置である初期クランク角（θＰｉ）への制御を行う。例えば、圧縮上死点（ＴＤＣ）でのクランク角速度から、機関停止時に初爆気筒である膨張行程となる気筒（＃２気筒）を判定し、更に同じくこの膨張行程気筒（＃２気筒）が目標とする目標初期クランク角(θＰｉｔ)となるように、駆動モータへ制御信号を出力する。これによって目標初期クランク角(θＰｉｔ)になるようにピストン位置が制御される。ここで、目標初期クランク角（θＰｉｔ）は、例えば図７に示す圧縮上死点（ＴＤＣ）後の約９０°付近が選ばれる。この処理が完了するとステップＳ１５に移行する。

[0083] ≪ステップＳ１５≫ステップＳ１５では、回転数Ｎ＝０になったかどうかを判断して内燃機関が停止したことを検出している。内燃機関が停止していないと判断されるとステップＳ１４に戻って同じ制御を繰り返すことになる。そして、内燃機関が実際に停止するとステップＳ１６に移行する。

[0084] ≪ステップＳ１６≫ステップＳ１６では、実際に停止した状態のピストン位置に対応した実初期クランク角（θＰｉａ）をクランク角センサで読み取

る。この状態が初爆気筒（＃２気筒）のピストン位置となり、実初期クランク角（θＰｉａ）を検出するとステップＳ１７に移行する。

[0085] ≪ステップＳ１７≫ステップ１７では、ステップＳ１６で検出した実際の実初期クランク角（θＰｉａ）が許容範囲に収まっているかどうかが判断される。ステップＳ１４では目標とする目標初期クランク角(θＰｉｔ)になるように駆動モータを制御しており、この制御の結果として実初期クランク角（θＰｉａ）が決まるものである。

[0086] ここで、許容範囲は図７に示している初期クランク角であり、初期クランク角（θＰｉ１＝７０°）～初期クランク角（θＰｉ３＝１１０°）に決められている。したがって、目標とする目標初期クランク角(θＰｉｔ＝９０°)であるので、実初期クランク角（θＰｉa）もこの付近のクランク角となる。

[0087] そして、実初期クランク角（θＰｉａ）が許容範囲に収まっていると判断されるとステップＳ１８に移行し、実初期クランク角（θＰｉａ）が許容範囲に収まっていないと判断されると再びステップＳ１４に移行して、駆動モータによって初爆気筒（＃２気筒）のピストン位置を調整する。

[0088] ≪ステップＳ１８≫ステップＳ１８では、ステップＳ１７で実初期クランク角（θＰｉａ）が許容範囲に収まっていると判断されているので、実初期クランク角（θＰｉａ）に対応した排気バルブの目標とする目標開時期（ＥＯＳｔ）を演算して求める。目標開時期（ＥＯＳｔ）は、図７に示す筒内燃焼室が大気圧となるクランク角（θＰａ）であるので、目標開時期（ＥＯＳｔ）の演算は上述したような演算を実行して求めることができる。

[0089] 尚、大気圧となるクランク角（θＰａ）は演算により求めるのではなく、各初期クランク角（θＰｉ）に対応した大気圧となるクランク角（θＰａ）を、適合作業（マッチング）やシミュレーションによって求めてマッピングし、これをマップとしてコントローラ２２に記憶させ、実際の制御でこのマップを参照して求めることもできる。このようなマップを採用すると、演算時間が短縮されてより早く制御を行なえる効果がある　その結果、例えば、

実初期クランク角（θＰｉａ）が圧縮上死点（ＴＤＣ）後の約９０°付近であれば、排気バルブの目標開時期（ＥＯＳｔ）は、図７に示す下死点（ＢＤＣ）付近である開時期（ＥＯＳ２）が選ばれる。ここで、実初期クランク角（θＰｉａ）が圧縮上死点（ＴＤＣ）後の約７０°付近であれば、排気バルブの目標開時期（ＥＯＳｔ）は、図７に示す下死点（ＢＤＣ）より進角された開時期（ＥＯＳ１）が選ばれる。更に、実初期クランク角（θＰｉａ）が圧縮上死点（ＴＤＣ）後の約１１０°付近であれば、排気バルブの目標開時期（ＥＯＳｔ）は、図７に示す下死点（ＢＤＣ）付近である開時期（ＥＯＳ３）が選ばれる。目標開時期（ＥＯＳｔ）が求まるとステップＳ１９に移行する。なお、この場合は、下死点においても筒内圧は正圧であるが、その後のピストン制動作用を抑制するため、下死点付近のＥＯＳ３で強制的に排気弁を開くことが選択されるのである。

[0090] ≪ステップＳ１９≫ステップＳ１９では、ステップＳ１８で求めた目標開時期（ＥＯＳｔ）を制御信号として排気ＶＴＣに与え、排気ＶＴＣによって，排気バルブが目標開時期（ＥＯＳｔ）で開弁するように調整する。同様に、吸気ＶＴＣに，目標とする吸気バルブの目標閉時期（ＩＣＳｔ）を制御信号として与え、吸気ＶＴＣによって吸気バルブが目標閉弁時期（ＩＣＳｔ）で閉弁するように調整する。ここで、吸気バルブの目標閉弁時期（ＩＣＳｔ）は通常状態より遅く設定されており、吸気バルブの遅閉じによるデコンプ機能によって始動性を改善している。これらの処理が終了するとステップＳ２０に移行する。

[0091] ≪ステップＳ２０≫ステップＳ１９では排気バルブの目標開時期（ＥＯＳｔ）及び吸気バルブの目標閉時期（ＩＣＳｔ）になるように排気ＶＴＣと吸気ＶＴＣを制御しており、この制御の結果として、実際の実開時期（ＥＯＳａ）と実際の実閉時期（ＩＣＳａ）が決まるものである。

[0092] そして、ステップＳ２０では、ステップＳ１９で実行した、排気バルブの目標開時期（ＥＯＳｔ）で開弁するように調整した結果の実際の実開時期（ＥＯＳa）と、吸気バルブの目標閉時期（ＩＣＳｔ）で閉弁するように調整し

た結果の実際の実閉時期（ＩＣＳａ）とを検出し、排気バルブの実開時期（ＥＯＳａ）が目標開時期（ＥＯＳｔ）に制御されているか、及び吸気バルブの実閉時期（ＩＣＳａ）が目標閉時期（ＩＣＳｔ）に制御されているかを判断している。

[0093] したがって、排気バルブの実開時期（ＥＯＳａ）が排気バルブの目標開時期（ＥＯＳｔ）と一致しない、及び吸気バルブの実閉時期（ＩＣＳａ）が吸気バルブの目標閉時期（ＩＣＳｔ）と一致しないと判断されるとステップＳ１９に戻って、排気バルブが目標とする開時期（ＥＯＳｔ）で開弁するように調整し、同様に吸気バルブが目標とする閉弁時期（ＩＣＳｔ）で閉弁するように調整する。この制御は周知の開時期及び閉時期のフィードバック制御で実行できる。

[0094] 一方、排気バルブの実開時期（ＥＯＳａ）が排気バルブの目標開時期（ＥＯＳｔ）と一致した、及び吸気バルブの実閉時期（ＩＣＳa）が吸気バルブの目標閉時期（ＩＣＳｔ）と一致したと判断されるとステップＳ２１に移行する。

[0095] ≪ステップＳ２１≫ステップＳ２１では、目標とする排気バルブの開時期（ＥＯＳｔ）と、目標とする吸気バルブの閉時期（ＩＣＳｔ）の状態を維持するように、排気ＶＴＣと吸気ＶＴＣに設けられた電動機に保持電流を流して自動始動に備えるようにする。尚、逆効率特性が高い排気ＶＴＣと吸気ＶＴＣを使用すれば、保持電流を停止することも可能である。

[0096] このような制御や設定によれば、初爆気筒の初期ピストン位置が機関停止中に変化するのを抑制でき、次回始動時において、初爆気筒のガス圧力（燃焼エネルギー）をピストンに安定的に有効に与えることができ、良好な始動性を得ることができるものである。

[0097] 次に、内燃機関の自動始動時の制御フローチャートについて説明するが、この制御フローもコントローラ２２を構成するマイクロコンピュータによって実行されるものである。尚、本制御フローは上述した図８に示した自動停止時の制御に加えて実行しても良いし、本制御フロー単独で実行しても良い

ものである。

[0098] 以下の説明では、自動停止時と異なり自動始動時であるので、クランク角、排気バルブや吸気バルブの開閉時期を表す記号に「´」を付加して区別している。

[0099] ≪ステップＳ３０≫ステップＳ３０では、以下に述べる各制御ステップを実行するために必要なパラメータ（機関温度を含む）を機関運転状態として読み込むものである。パラメータは各センサから検出されており、マイクロコンピュータで処理できる物理量に変換、演算される。ステップＳ３０でパラメータの検出が終了するとステップＳ３１に移行する。

[0100] ≪ステップＳ３１≫ステップＳ３１では始動条件かどうかが判断される。始動条件が成立しないとリターンに抜けて次の起動タイミングを待つことになる。一方、始動条件が成立するとステップＳ３２に移行する。

[0101] ≪ステップＳ３２≫ステップＳ３２では自動始動条件かどうかが判断される。アイドルストップで停止した状態では、例えばブレーキペダル情報、アクセルペダル情報、変速機の変速位置情報等を検出することによって自動始動かどうかが判断できる。もちろん、これ以外の情報を用いて判断することも可能である。尚、例えば、機関温度が所定温度以下であれば、内燃機機関の機構系のフリクションが大きいので自立燃焼による始動は困難として、通常のスタータモータのような外部駆動モータによる始動が行われる。したがって、自動始動が困難と判断されればステップＳ３３に移行し、自動始動が可能と判断されればステップＳ３８に移行する。

[0102] ≪ステップＳ３３≫、≪ステップＳ３４≫、≪ステップＳ３５≫、≪ステップＳ３６≫、≪ステップＳ３７≫ステップＳ３２で自動始動条件でないと判断されると、通常始動であると見做して、ステップＳ３３～ステップＳ３７の処理を実行する。尚、通常始動は本発明の趣旨ではないので簡単にまとめて説明する。

[0103] ステップＳ３２で自動始動条件でないと判断されると、ステップＳ３３でスタータモータやハイブリッド用のモータによって始動が行なわれる。この

場合、初爆気筒が圧縮行程を経た後に燃焼行程が実施される通常燃焼であるため、ステップＳ３４で排気ＶＴＣに通常時の目標排気バルブ開時期（ＥＯＥ）、吸気ＶＴＣに通常時の目標吸気弁閉時期（ＩＣＥ）の制御信号を出力する。更に、ステップＳ３５で、気筒毎に順次燃料噴射信号と点火信号を出力して始動を開始する。始動が完了するとステップＳ３５、ステップＳ３６で機関温度を検出して、その上昇度合いを監視してリターンに抜ける。

[0104] ≪ステップＳ３８≫ステップＳ３２で、自立始動条件と判断されると、ステップＳ３８の処理が実行される。ステップＳ３８では、クランク角センサによって、初爆気筒の現在の停止クランク角である実初期クランク角（θＰ´ｉａ＝実位置）を検出する。この実初期クランク角から初期開時期情報を求める。

[0105] ≪ステップＳ３９≫ステップ３９では、ステップＳ３８で検出した実際の実初期クランク角（θＰ´ｉａ）が許容範囲に収まっているかどうかが判断される。ここで、許容範囲は図７に示している初期クランク角であり、初期クランク角（θＰ´ｉ１＝７０°）～初期クランク角（θＰ´ｉ３＝１１０°）に決められている。

[0106] そして、実初期クランク角（θＰ´ｉａ）が許容範囲に収まっていると判断されるとステップＳ４０に移行し、実初期クランク角（θＰ´ｉａ）が許容範囲に収まっていないと判断されると、自立燃焼が困難と見做されるのでステップＳ３３に移行して通常始動が実行される。ここで、図８の自動停止制御を行っていた場合は、この許容範囲内に入っている可能性が極めて高いものである。

[0107] ≪ステップＳ４０≫ステップＳ４０では、ステップＳ３９で実初期クランク角（θＰ´ｉａ）が許容範囲に収まっていると判断されているので、実初期クランク角（θＰ´ｉａ）に対応した排気バルブの目標とする目標開時期（ＥＯＳ´ｔ）を演算して求める。目標開時期（ＥＯＳ´ｔ）は、筒内燃焼室が大気圧となるクランク角（θＰ´ａ）であるので、目標開時期（ＥＯＳ´ｔ）の演算は上述したような演算を実行して求めることができる。尚、こ

の場合も大気圧となるクランク角（θＰ´ａ）は演算により求めるのではなく、マップをコントローラ２２に記憶させて、実際の制御でこのマップを参照することもできる。

[0108] その結果、例えば、実初期クランク角（θＰ´ｉａ）が圧縮上死点（ＴＤＣ）後の約９０°付近であれば、排気バルブの目標開時期（ＥＯＳ´ｔ）は、図７に示す下死点（ＢＤＣ）付近である開時期（ＥＯＳ２）が選ばれる。また、実初期クランク角（θＰ´ｉａ）が圧縮上死点（ＴＤＣ）後の約７０°付近であれば、排気バルブの目標開時期（ＥＯＳ´ｔ）は、図７に示す下死点（ＢＤＣ）より進角された開時期（ＥＯＳ１）が選ばれる。更に、実初期クランク角（θＰ´ｉａ）が圧縮上死点（ＴＤＣ）後の１１０°付近であれば、排気バルブの目標開時期（ＥＯＳ´ｔ）は、図７に示す下死点（ＢＤＣ）付近である開時期（ＥＯＳ３）が選ばれる。ここで、このＥＯＳ３は下死点付近なので、結果として前述のＥＯＳ２とほぼ同時期となっているのである。

[0109] 尚、排気バルブの目標開時期（ＥＯＳ´ｔ）を始動時の機関温度に応じて補正することも可能である。例えば、機関温度が低いほど自立燃焼での燃焼が悪化する恐れがあるため、燃焼ガスが膨張して大気圧に至るまでのクランク角度期間が減少するようになり、その分だけ目標開時期（ＥＯＳ´ｔ）を進角しても良いものである。目標開時期（ＥＯＳ´ｔ）が求まるとステップＳ４１に移行する。

[0110] ≪ステップＳ４１≫ステップＳ４１では、ステップＳ４０で求めた目標とする開時期（ＥＯＳ´ｔ）を制御信号として排気ＶＴＣに与え、排気ＶＴＣによって排気バルブが目標とする開時期（ＥＯＳ´ｔ）で開弁するように調整する。同様に、吸気ＶＴＣに目標とする吸気バルブの閉時期（ＩＣＳ´ｔ）を制御信号として与え、吸気ＶＴＣによって吸気バルブが目標とする閉弁時期（ＩＣＳ´ｔ）で閉弁するように調整する。ここで、吸気バルブの目標とする閉弁時期（ＩＣＳ´ｔ）は、図８の制御と同様に通常状態より遅く設定されており、吸気バルブの遅閉じによるデコンプ機能によって始動性を改

善している。これらの処理が終了するとステップＳ４２に移行する。

[0111] ≪ステップＳ４２≫ステップＳ４１では排気バルブの目標開時期（ＥＯＳ´ｔ）、及び吸気バルブの目標閉時期（ＩＣＳ´ｔ）になるように排気ＶＴＣと吸気ＶＴＣを制御しており、この制御の結果として、排気バルブの実際の開時期（ＥＯＳ´a）と吸気バルブの実際の閉時期（ＩＣＳ´a）が決まるものである。

[0112] そして、ステップＳ４２では、ステップＳ４１で実行した、排気バルブの目標開時期（ＥＯＳ´ｔ）で開弁するように調整した結果の実際の実開時期（ＥＯＳ´a）と、吸気バルブの目標閉開時期（ＩＣＳ´ｔ）で閉弁するように調整した結果の実際の実開時期（ＩＣＳ´a）とを検出し、排気バルブの実開時期（ＥＯＳ´a）が目標開時期（ＥＯＳ´ｔ）に制御されているか、及び吸気バルブの実閉時期（ＩＣＳ´a）が目標閉時期（ＩＣＳ´ｔ）に制御されているかを判断している。

[0113] したがって、排気バルブの実開時期（ＥＯＳ´a）が排気バルブの目標開時期（ＥＯＳ´ｔ）と一致しない、及び吸気バルブの実閉時期（ＩＣＳ´a）が吸気バルブの目標閉時期（ＩＣＳ´ｔ）と一致しないと判断されるとステップＳ４１に戻って、排気バルブの目標開時期（ＥＯＳ´ｔ）で開弁するように調整し、同様に吸気バルブの目標閉弁時期（ＩＣＳ´ｔ）で閉弁するように調整する。この制御は周知の開時期及び閉時期のフィードバック制御で実行できる。

[0114] 一方、排気バルブの実開時期（ＥＯＳa´排気バルブの目標開時期（ＥＯＳ´ｔ）と一致した、及び吸気バルブの実閉時期（ＩＣＳ´a）が吸気バルブの目標閉時期（ＩＣＳ´ｔ）と一致したと判断されるとステップＳ４３に移行する。

[0115] ≪ステップＳ４３≫ステップＳ４３では、初爆気筒である膨張行程気筒に燃料噴射弁から燃料を噴射し、その後の所定の霧化時間の経過後に点火プラグで点火することで、外部駆動モータに頼らない、いわゆる自立燃焼による始動に移行する。

[0116] 図１０には、暖機完了後の初爆気筒の膨張行程でピストンが停止している時の初期クランク角（θＰ´ｉ）と、これに対応して制御される排気バルブの目標開時期（ＥＯＳ´ｔ）との関係を示している。尚、図８の制御でも同様である。

[0117] 上述したように、初期クランク角（θＰ´ｉ）が、例えば、上死点（ＴＤＣ）側のθＰ´ｉ＝７０°の場合は、図７にあるように目標開時期（ＥＯＳ´ｔ）は上死点（ＴＤＣ）側の目標開時期(ＥＯＳ１)に制御される。また、初期クランク角（θＰ´ｉ）が、例えば、上死点（ＴＤＣ）と下死点（ＢＤＣ）の中間のθＰ´ｉ＝９０°の場合は、図７にあるように目標開時期（ＥＯＳ´ｔ）は、目標開時期(ＥＯＳ１)より遅角した下死点（ＢＤＣ）付近の目標開時期(ＥＯＳ２)に制御される。

[0118] 更に、初期クランク角（θＰ´ｉ）が、例えば、下死点（ＢＤＣ）側のθＰ´ｉ＝１１０°の場合は、図７にあるように目標開時期（ＥＯＳ´ｔ）は、目標開時期(ＥＯＳ１)より遅角した下死点（ＢＤＣ）付近の目標開時期(ＥＯＳ３)に制御される。これは、上述したように、ピストンが下死点（ＢＤＣ）付近になっても筒内燃焼室のガス圧力が大気圧より大きく、目標開時期（ＥＯＳ´ｔ）を下死点（ＢＤＣ）付近の目標開時期(ＥＯＳ３)を越えてさらに遅角しても、かえってピストンの動きを止めようとする現象を回避するためである。

[0119] このように、クランク角停止位置制御により、初期クランク角（θＰ´ｉ）を許容範囲（θＰｉ１～θＰｉ３）に収め、且つ初期クランク角（θＰ´ｉ）に対応して排気バルブの開時期（ＥＯＳ）の制御を行うことで、「外部駆動モータに頼らない」自立燃焼による始動を実現できるようになる。ここで、「外部駆動モータに頼らない」とは、全く外部駆動モータの力を借りない自立燃焼による始動であっても良いし、自立燃焼と外部駆動モータを併用する始動であっても良いものである。

[0120] 前者の場合は、迅速で騒音が少ない始動ができ、また外部駆動モータのトルクを利用しないので、外部駆動モータの耐久性を向上することができる。

また、ハイブリッド車のような車両においては、始動のために保持しておく駆動モータ余裕トルクが不要となるため、走行に使える駆動モータトルクを高められるので、エンジン燃焼によらず駆動モータで走行できる運転領域を拡大して実用上の燃費を向上することができる。また、後者の場合は、外部駆動モータのトルクを部分的に使用することで、自立燃焼の安定性が確保できない場合に、始動の不安定性が発生するのを抑制して安定した始動性を確保できる。

[0121] 一方、初期クランク角（θＰ´ｉ）が許容範囲（θＰ´ｉ１～θＰ´ｉ３）から外れた場合には、自立燃焼による確実な始動は困難と見做して外部駆動モータを使用した通常燃焼による始動を行うようにしている。この場合、排気バルブの開時期は通常始動時の開時期（ＥＯＥ）とされている。更に、冷機始動の場合は内燃機関のフリクションが大きいので、初期クランク角（θＰ´ｉ）によらず、外部駆動モータを使用した始動を行うようにしている。

[0122] 再び、ステップＳ４３に戻って、自立燃焼でクランクシャフトが回転して、初爆気筒が下死点を越えると、後続気筒（図４～６での＃１気筒）は圧縮上死点（ＴＤＣ）を越える。ここで、吸気バルブの閉時期（ＩＣＳ）は極めて遅くなっているため、吸気バルブの遅閉じによるデコンプ機能によって容易に圧縮上死点（ＴＤＣ）越えができる。

[0123] そして、その過程で初爆気筒の後続燃焼では圧縮動作を行ない、圧縮された混合気に点火プラグによって点火され燃焼によって膨張行程に移るが、この場合は、自立燃焼（＝圧縮動作が行われない状態からの始動）ではなくなっている。したがって、通常始動時の排気バルブの開時期（ＥＯＥ）、及び吸気バルブの閉時期（ＩＣＥ）に変更する方が好ましいので、次のステップでバルブタイミングの変更を実行する。このステップＳ４３が終了するとステップＳ４４に移行する。

[0124] ≪ステップＳ４４≫ ステップＳ４４では、クランクシャフトが回転を開始して所定角度だけ回転したかどうかを判断する。所定角度だけ回転してい

ないと判断されると再びステップＳ４３に戻って同じ処理を実行する。ここで、この所定角度というのは、初爆気筒（図４～６での＃２気筒）の排気バルブの開時期（ＥＯＳ）を迎える回転角度を越えた値に設定とすれば良い。したがって、所定角度はある程度大きくする必要がある。

[0125] ここで、気筒数が少ない場合は気筒間燃焼インターバルが長いので、比較的大きな所定角度とし、気筒数が多いと燃焼インターバルが短くなるので、比較的小さな所定角度とすれば良い。このステップＳ４４で所定角度だけ回転したと判断されるとステップＳ４５に移行する。

[0126] ≪ステップＳ４５≫ステップＳ４５では、通常始動時の目標開時期（ＥＯＥ）を制御信号として排気ＶＴＣに与え、排気ＶＴＣによって排気バルブが目標開時期（ＥＯＥ）で開弁するように調整する。同様に、吸気ＶＴＣに目標とする吸気バルブの目標閉時期（ＩＣＥ）を制御信号として与え、吸気ＶＴＣによって吸気バルブが目標閉弁時期（ＩＣＥ）で閉弁するように調整する。

[0127] ステップＳ４４でクランクシャフトが所定角度だけ回転したと判断されると、ステップＳ４３で説明したように、通常始動時の排気バルブの開時期（ＥＯＥ）、及び吸気バルブの閉時期（ＩＣＥ）に変更する方が好ましい。つまり、自立燃焼した後に、クランクシャフトの２回転程度で再び初爆気筒（図４～６での＃２気筒）が、今度は２サイクル目として通常燃焼（自立燃焼ではない）を行うことになるので、その場合は図１１に示す通常の吸排気バルブのバルブタイミングに変換されているのが好ましい。

[0128] 例えば、初爆気筒が図５に示す状態で自立燃焼を行った場合、次の２サイクル目の燃焼は圧縮動作を伴う通常燃焼であるため、点火タイミングが図５の状態に比べて進角側の通常始動時の正規のタイミングに設定される。したがって、図１１に示すように排気バルブの開時期は、自立燃焼時の排気バルブの開時期（ＥＯＳ）から通常燃焼での排気バルブの開時期（ＥＯＥ）まで進角される。この排気バルブの開時期（ＥＯＥ）は下死点（ＢＤＣ）より進角側であり、排気ＶＴＣに進角付勢スプリングが備えられている場合は、進

角動作が迅速に行われる。そして、自立燃焼に比べて早めに排出された排気ガスにより、排気温度を高めて後流の触媒の暖機を促進することができる。

[0129] 一方、吸気バルブの閉時期は、自立燃焼時の吸気バルブの閉時期（ＩＣＳ）から通常燃焼での吸気バルブの閉時期（ＩＣＥ）まで進角される。ここで、吸気ＶＴＣに進角付勢スプリングが備えられている場合は、進角動作が迅速に行われる。これによって、充填効率（トルク）を高めて、後続燃焼での回転上昇を促進することができる。また、いわゆるバルブオーバーラップが拡大され、排気行程末期に排気ポート側に排出されていた高濃度の排気有害成分（ＨＣやＣＯ等）を含む排気ガスを吸気系に部分的に戻すことができる。そして、その高濃度の排気有害成分が次の燃焼サイクルで再燃焼されることで、結果として内燃機関から排出される排気有害成分を低減することができる。

[0130] 排気ＶＴＣによって排気バルブが目標開時期（ＥＯＥ）に調整され、同様に、吸気ＶＴＣによって吸気バルブが目標閉弁時期（ＩＣＥ）に調整されると、ステップＳ４６に移行する。

[0131] ≪ステップＳ４６≫ ステップＳ４６では、後続の燃焼気筒に燃料噴射弁から燃料を噴射し、その後の所定の点火タイミングで点火プラグによって点火することで、通常の点火燃焼を実行する。このように、後続の燃焼気筒でのトルクを高めて回転上昇を促し、更に内燃機関の排気有害成分の低減と触媒の活性化（暖機）の促進により、排気有害成分を大幅に低減すると共に、迅速な始動性を得ることができるようになる。

[0132] 以上の通り、本実施形態によれば、始動開始時に膨張行程にある最初に燃焼を行う初爆気筒の燃焼後におとずれる最初の排気バルブの開時期を、少なくとも、始動開始時または前回の機関停止時における初爆気筒の初期ピストン位置情報に基づき調整することによって、初爆気筒の初期ピストン位置がばらついた場合であっても、初爆気筒のガス圧力（燃焼エネルギー）をピストンに有効に与えることができ、結果的に良好な始動性を得ることができるようになる。

実施例 2

[0133] 次に、本発明の第２の実施形態について説明する。本実施形態は、上述の第１の実施形態に対して、排気バルブにバルブ作動角とリフトを連続的に調整可能な排気ＶＥＬを併設した点で異なっているものである。尚、排気ＶＥＬは先に述べた通り、例えば特開２０１２－３６８６４号公報等に記載されたものと同様の構成である。

[0134] 図１２は、排気バルブのバルブ作動角とリフトの変化を示しており、最小作動角Ｄ１及び最少リフトＬ１の特性が、第１の実施形態の一定作動角と一定リフトと等価となっている。この図からわかるように、最小リフトＬ１～最大リフトＬ４に対応して作動角Ｄ１～Ｄ４まで拡大しており、排気ＶＥＬはリフトが大きくなるにつれて作動角も大きくなる機構である。

[0135] 尚、本実施形態の排気ＶＥＬには、大作動角（大リフト）側、すなわち排気バルブの開時期を進角する方向に付勢する付勢スプリングが設けられている。排気バルブはバルブスプリングのスプリング反力により、排気バルブの開時期が最遅角となる最小作動角に安定する傾向にある。このため、排気ＶＥＬにおいては排気バルブの開時期を最進角側へ移動させる変換応答性が悪化する傾向にある。これに対して、付勢スプリングを設けることによって、排気バルブの開時期を最進角側へ移動させる変換応答性を改善できるようにしている。

[0136] 図１３、図１４、図１５には、排気ＶＥＬを使用した、内燃機関の自動始動時、或いは前回の自動停止時の初期ピストン位置とバルブタイミングの関係を示している。具体的には、自動始動時、或いは前回の自動停止時の初期ピストン位置に対応する初期クランク角（θＰｉ）と、排気バルブの開時期（ＥＯＳ）の関係を示している。

[0137] 図１３は最小作動角Ｄ１及び最少リフトＬ１の特性とした場合であり、第１の実施形態の作動角とリフトと等価の状態である。したがって、図１３の特性は図５の特性と同一である。初期クランク角（θＰｉ２）が上死点（ＴＤＣ）と下死点（ＢＤＣ）の中間の約９０°の位置にあれば、排気バルブの

開時期は下死点（ＢＤＣ）付近の開時期（ＥＯＳ２）まで遅角される。

[0138] この場合、最遅角位置である。また、排気バルブの閉時期（ＥＣＳ２）は吸気バルブの開時期（ＩＯＳ）とほぼ同じであり、バルブオーバーラップもほぼ「０」となっている。従って、図５に示す第１の実施形態と同様に、燃焼によるガス圧力を有効にピストン仕事に変換できるものである。

[0139] 次に、図１４は中作動角Ｄ２及び中リフトＬ２の特性とした場合であり、排気バルブの作動角が中作動角Ｄ２まで拡大して開時期が進角している。したがって、初期クランク角（θＰｉ１）が上死点（ＴＤＣ）側の例えば約７０°の位置にあれば、排気バルブの開時期は下死点（ＢＤＣ）前の開時期（ＥＯＳ１）まで進角される。したがって、この場合も第１の実施形態と同様に、燃焼によるガス圧力を有効にピストン仕事に変換できるものである。

[0140] 一方、排気バルブの閉時期（ＥＣＳ´１）は第１の実施形態の図４に示す排気バルブの閉時期（ＥＣＳ１）より大きく遅角しており、図１３に示す排気バルブの閉時期（ＥＣＳ２）とほぼ同程度に維持されて、その結果バルブオーバーラップもほぼ「０」に維持されている。したがって、初期クランク角が、初期クランク角（θＰｉ１）、或いは初期クランク角（θＰｉ２）と違っていても、排気バルブの閉時期（ＥＣＳ´１）と、排気バルブの閉時期（ＥＣＳ２）がほぼ変わらず、バルブオーバーラップがほぼ「０」、或いはバルブオーバーラップの変動が抑制されているので、回転立ち上がり特性を良くできるという優れた効果が得られる。

[0141] つまり、図４の場合において、初期クランク角（θＰｉ１）では排気バルブの閉時期（ＥＣＳ１）が進角側にあるため、大きなマイナスオーバーラップが形成されてしまい、後続気筒において、上死点（ＴＤＣ）から吸気バルブが開く開時期（ＩＯＳ）までの間（いわゆる、マイナスオーバーラップ区間）で、筒内に負の圧力が発生し、そのポンプ損失により、回転上昇が阻害されてしまい、その分だけ始動時における回転立ち上がりが阻害されてしまうことがある。これに対して、図１４の場合においては、マイナスオーバーラップが殆どないので、ホンプ損失を抑制し、回転立ち上がり特性を良くで

きる効果があるものである。

[0142] また、排気バルブの閉時期（ＥＣＳ´１）と、排気バルブの閉時期（ＥＣＳ２）が変わらない、或いは変動が抑制されているので、内部ＥＧＲ量を安定化できる効果がある。すなわち、排気行程においては、ピストンの上昇に対応して排気上死点（ＴＤＣ）前に排気バルブが開き、ピストンが排気上死点（ＴＤＣ）を越えてその後ピストンが下降していき、排気バルブが閉じるように動作する。

[0143] そして、排気バルブの閉時期（ＥＣＳ´１）と、排気バルブの閉時期（ＥＣＳ２）が変わらない、或いは変動が抑制されているので、上死点（ＴＤＣ）からピストンが下降していき、排気バルブが閉じるまでに筒内に吸い込む内部ＥＧＲ（排気ガス）の量は安定しており、後続燃焼時の通常の排気バルブの開時期（ＥＯＥ）と、通常の吸気バルブの閉時期（ＩＣＥ）への過渡時の変更過程での燃焼が安定化するようになる。

[0144] 尚、排気バルブの開時期（ＥＯＳ）は排気バルブのバルブスプリング反力により遅角側で安定化する傾向にあり、このため進角方向の応答性が悪化しがちであった。しかしながら、本実施形態では排気ＶＥＬの付勢スプリングと排気ＶＴＣの付勢スプリングにより、排気バルブの開時期（ＥＯＳ）を進角方向に付勢しているため、進角方向の応答性の悪化を改善できるようになっている。

[0145] したがって、図１３にある初期クランク角（θＰｉ２）に対応する始動初期の排気バルブの開時期（ＥＯＳ２）から、図１１に示すような後続燃焼用の排気バルブの開時期（ＥＯＥ）に変更する時の応答性を高めることができる。

[0146] 次に、図１５は最大作動角Ｄ４及び最大リフトＬ４の特性とした場合であり、排気バルブの作動角が最大作動角Ｄ４まで拡大して開時期が進角している。したがって、初期クランク角（θＰｉ０）が上死点（ＴＤＣ）側の例えば約５０°の位置にあれば、排気バルブの開時期は上死点（ＴＤＣ）側の開時期（ＥＯＳ０）まで進角される。

[0147] 初期クランク角（θＰｉ０）が、上死点（ＴＤＣ）側の例えば約５０°の位置にあれば、ピストン停止位置がシリンダボアに対して位置的に高くなり、膨張気筒の燃焼室容積が減少して混合気の量も相対的に減少する。そして、筒内圧の特性は、図７の特性ｐ１を上死点（ＴＤＣ）側に２０°だけ立ち上がりがずれた特性となる。

[0148] このため、自立燃焼しても燃焼エネルギー自体が小さく、比較的短期間（クランク角）で再び大気圧付近まで圧力が低下するので、排気バルブの開時期も更に進角側の開時期（ＥＯＳ０）とする必要がある。

[0149] したがって、排気ＶＥＬによって作動角を拡大して、図１３の排気バルブの閉時期（ＥＣＳ２）及び図１４の排気バルブの閉時期（ＥＣＳ´１）と同様の排気バルブの閉時期（ＥＣＳ０）とし、更にバルブオーバーラップをほぼ「０」付近に維持するように制御する。

[0150] このような排気ＶＥＬの制御によって、ポンプ損失の低減による回転上昇特性の改善、自立燃焼から通常燃焼に移行する過渡時のバルブタイミングの変更過程での燃焼が安定化するので、例えば、初期クランク角（θＰｉ０）が、上死点（ＴＤＣ）側の約５０°の位置であっても、自立燃焼による自立始動を行なうことができるようになる。本実施形態のように排気ＶＥＬを使用することによって自力燃焼による始動ができる領域を第１の実施形態に比べて広げることができる。

[0151] 以上に説明した第１及び第２の実施形態では、排気可変動弁の1つの実施形態として、電動式の可変位相機構（ＶＴＣ）を示したが、電動に限らず油圧式でも構わないものである。例えば、非特許文献である「MTZ 07-08 /2013（題名；NEW CAMSHAFT PHASER MODULE FOR AUTOMOBILE ENGINES）」に示すような油圧アキュームレータを用いるものであれば、機関停止や始動初期にバルブタイミングが変更可能なので、本発明を適用することができる。

[0152] また、別の実施例として、排気可変動弁として、可変作動角機構（ＶＥＬ）と可変位相機構（ＶＴＣ）を組み合わせたものを示したが、排気可変動弁として可変作動角機構（ＶＥＬ）のみでも実現は可能である。

[0153] 尚、上述した実施形態から把握することができる技術的思想は種々あるが、代表的なものを以下に記載する。

[0154] （１）始動開始時に膨張行程にあって最初に燃焼を行う初爆気筒において、燃焼後に訪れる最初の排気バルブ開時期を、少なくとも始動開始時または前回の停止時における初爆気筒の初期ピストン位置の情報に基づき調整する。これによれば、初爆気筒の初期ピストン位置に基づき、排気バルブ開時期を調整することにより、初爆気筒における燃焼エネルギーをピストンに有効に作用させて良好な始動性を実現できる。

[0155] （２）内燃機関の停止時に初期ピストン位置を検出すると共に、初期ピストン位置の情報に基づき、機関停止時に排気バルブ開時期を所定位置に設定する。これによれば、前回の機関停止直後の初期ピストン位置に基づき予め所望の排気バルブ開時期に調整されるので、次回の自動始動の際に、最初から初爆気筒における燃焼エネルギーをピストンに有効に作用させて良好な始動性を実現できる。

[0156] （３）機関始動時に初期ピストン位置を検出すると共に、初期ピストン位置の情報に基づき、排気バルブ開時期を調整する。これによれば、機関始動時の最新の初期ピストン位置情報に基づき、始動時に所望の排気バルブの開時期に調整されるので、初爆気筒における燃焼エネルギーをピストンに有効に高精度に作用させて良好な始動性を実現できる。また、初期ピストン位置情報に加え、機関温度なども考慮して所望の排気バルブの開時期を補正する場合に、最新情報に基づくのでその補正精度を高くすることができる。

[0157] （４）初期ピストン位置が上死点（ＴＤＣ）に近い程、排気バルブ開時期を進角変換する。つまり、初期ピストン位置が上死点（ＴＤＣ）に近い程、膨張行程後半に筒内負圧が早めに発達し易くピストン仕事が抑制されてしまう。これに対し、筒内負圧が発達する前に排気バルブが早めに開かれるので、筒内圧は大気圧付近に維持され、ピストン仕事が筒内負圧により減少されず、燃焼エネルギーをピストンに有効に作用させることができる。

[0158] （５）初期ピストン位置が上死点（ＴＤＣ）から遠ざかる程、排気バルブ

開時期を遅角変換する。つまり、初期ピストン位置が上死点（ＴＤＣ）から遠ざかる程、膨張行程後半に筒内負圧が発達する時期が遅れ、筒内燃焼圧が高い正圧に維持され、それが排気バルブが開かれた後に排気ポート側に抜けてしまい、燃焼エネルギーをピストンに有効に作用されなくなる。これに対し、排気バルブ開時期が遅角されるので、正圧の燃焼圧が排気ポート側に抜けにくくなり、燃焼エネルギーをピストンに有効に作用させることができる。

[0159] （６）排気バルブ開時期の遅角変換限界は、下死点（ＢＤＣ）付近である。これによれば、下死点（ＢＤＣ）後も筒内圧が正圧だった場合に、ピストンの上昇作動を抑制する現象を防止でき、円滑な機関作動を実現でき、その分のピストン仕事の減少も防止できる。

[0160] （７）排気バルブの開時期を、始動開始時または前回の機関停止時における初爆気筒の初期ピストン位置の情報に加え、始動時における機関温度情報に基づいて補正する。これによれば、初爆気筒における筒内容積膨張特性が始動時における機関温度により変化することを考慮して、排気バルブの開時期の補正を行えるので、より高精度な始動を実現できる。

[0161] （８）可変動弁装置に、排気バルブ開時期を進角側に付勢する付勢手段を設けた。バルブスプリング反力により、排気バルブ開時期は最遅角付近に安定する傾向があり、始動開始時に排気バルブの開時期の進角変換の応答性が良くない傾向にある。付勢手段により進角側に付勢されるので、始動開始時または前回の機関停止時における進角側への応答性が速くなり、良好な自立始動が遅れ無く実現できる。

[0162] 以上の通り、本発明によれば、始動開始時に膨張行程にある最初に燃焼を行う初爆気筒の燃焼後におとずれる最初の排気バルブの開時期を、少なくとも、始動開始時または前回の機関停止時における初爆気筒の初期ピストン位置情報に基づき調整する構成としたものである。

[0163] この構成よれば、初爆気筒の初期ピストン位置が異なった場合であっても、初爆気筒のガス圧力（燃焼エネルギー）をピストンに有効に与えることが

でき、結果的に良好な始動性を得ることができるものである。

[0164] 尚、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

[0165] 本願は、２０１６年９月１４日付出願の日本国特許出願第２０１６－１７９１４２号に基づく優先権を主張する。２０１６年９月１４日付出願の日本国特許出願第２０１６－１７９１４２号の明細書、特許請求の範囲、図面、及び要約書を含む全開示内容は、参照により本願に全体として組み込まれる。

符号の説明

[0166] ０１…シリンダブロック、０２…シリンダヘッド、０３…ピストン、０４…燃焼室、０５…点火プラグ、０６…コネクチングロッド、０７…クランクシャフト、０８…ピニオンギア機構、０９…駆動モータ、０１２…燃料噴射弁、４…吸気バルブ、５…排気バルブ、１…排気ＶＥＬ、２…排気ＶＴＣ、３…吸気ＶＴＣ、２２…コントローラ。

請求の範囲

[請求項1] 可変動弁装置であって、

該可変動弁装置は、吸気バルブと排気バルブを備える内燃機関に設けられており、

前記該可変動弁装置は、排気バルブのバルブタイミングを調整する排気側可変動弁機構と、吸気バルブのバルブタイミングを調整する吸気側可変動弁機構とを備え、

前記排気側可変動弁機構は、前記内燃機関の始動時に膨張行程にある気筒に燃料を噴射して最初に燃焼を行う初爆気筒の燃焼後に開弁する前記排気バルブの最初の開時期（以下、初期開時期と表記する）を、少なくとも前記初爆気筒の初期ピストン位置の情報に基づいて調整することを特徴とする可変動弁装置。

[請求項2] 請求項１に記載の可変動弁装置において、

前記排気側可変動弁機構は、前記排気バルブの前記初期開時期を前記内燃機関の筒内燃焼室の筒内圧がほぼ大気圧になる時期に設定することを特徴とする可変動弁装置。

[請求項3] 請求項２に記載の可変動弁装置において、

前記排気側可変動弁機構は、前記内燃機関が停止される時に前記初期ピストン位置を検出すると共に、前記初期ピストン位置の情報に基づき、前記内燃機関の停止時に前記排気バルブの前記初期開時期を調整することを特徴とする可変動弁装置。

[請求項4] 請求項２に記載の可変動弁装置において、

前記排気側可変動弁機構は、前記内燃機関が始動される時に前記初期ピストン位置を検出すると共に、前記初期ピストン位置の情報に基づき、前記内燃機関の始動時に前記排気バルブの前記初期開時期を調整することを特徴とする可変動弁装置。

[請求項5] 請求項３或いは請求項４に記載の可変動弁装置において、

前記排気側可変動弁機構は、前記初期ピストン位置が上死点に近い

程、前記排気バルブの前記初期開時期を進角側に調整することを特徴とする可変動弁装置。

[請求項6] 請求項３或いは請求項４に記載の可変動弁装置において、

前記排気側可変動弁機構は、前記初期ピストン位置が上死点から遠ざかる程、前記排気バルブの前記初期開時期を遅角側に調整することを特徴とする可変動弁装置。

[請求項7] 請求項５或いは請求項６に記載の可変動弁装置において、

前記排気側可変動弁機構は、前記排気バルブ開時期の遅角側限界を下死点付近に設定して前記排気バルブの前記初期開時期を調整することを特徴とする可変動弁装置。

[請求項8] 請求項１乃至請求項７のいずれか１項に記載の可変動弁装置において、

前記排気側可変動弁機構は、前記初期ピストン位置の情報に基づいて求められた前記排気バルブの前記初期開時期を、前記内燃機関の始動時における機関温度の情報に基づいて補正し、この補正後の前記排気バルブの前記初期開時期に排気バルブを調整することを特徴とする可変動弁装置。

[請求項9] 請求項１乃至請求項８のいずれか１項に記載の可変動弁装置において、

前記排気側可変動弁機構は、排気バルブ開時期を進角側に付勢する付勢手段を設けたことを特徴とする可変動弁装置。

[請求項10] 可変動弁装置を制御する可変動弁装置のコントローラであって、

前記可変動弁装置は、内燃機関の排気バルブのバルブタイミングを調整する排気側可変動弁機構と、内燃機関の吸気バルブのバルブタイミングを調整する吸気側可変動弁機構と、を有しており、

前記コントローラは、前記内燃機関の始動時に膨張行程にある気筒に燃料を噴射して最初に燃焼を行う初爆気筒の燃焼後に開弁する前記排気バルブの最初の開時期情報（以下、初期開時期情報と表記する）

を、少なくとも前記初爆気筒の初期ピストン位置の情報に基づいて求め、求められた前記排気バルブの前記初期開時期情報を前記排気側可変動弁機構に与え、この前記初期開時期情報に基づいて前記排気バルブの最初の開時期を調整することを特徴とする可変動弁装置のコントローラ。

[請求項11] 請求項１０に記載の可変動弁装置のコントローラにおいて、

前記コントローラは、前記排気バルブの前記初期開時期情報を前記内燃機関の筒内燃焼室の筒内圧がほぼ大気圧になる時期に設定することを特徴とする可変動弁装置のコントローラ。

[請求項12] 請求項１１に記載の可変動弁装置のコントローラにおいて、

前記コントローラは、前記内燃機関が停止される時に前記初期ピストン位置を検出すると共に、前記初期ピストン位置の情報に基づき、前記内燃機関の停止時に前記排気バルブの前記初期開時期情報を求めることを特徴とする可変動弁装置のコントローラ。

[請求項13] 請求項１１に記載の可変動弁装置のコントローラにおいて、

前記コントローラは、前記内燃機関が始動される時に前記初期ピストン位置を検出すると共に、前記初期ピストン位置の情報に基づき、前記内燃機関の始動時に前記排気バルブの前記初期開時期情報を求めることを特徴とする可変動弁装置のコントローラ。

[請求項14] 請求項１２或いは請求項１３に記載の可変動弁装置のコントローラにおいて、

前記コントローラは、前記初期ピストン位置が上死点に近い程、前記排気バルブの前記初期開時期情報を進角側に設定することを特徴とする可変動弁装置のコントローラ。

[請求項15] 請求項１２或いは請求項１３に記載の可変動弁装置のコントローラにおいて、

前記コントローラは、前記初期ピストン位置が上死点から遠ざかる程、前記排気バルブの前記初期開時期情報を遅角側に設定することを

特徴とする可変動弁装置のコントローラ。

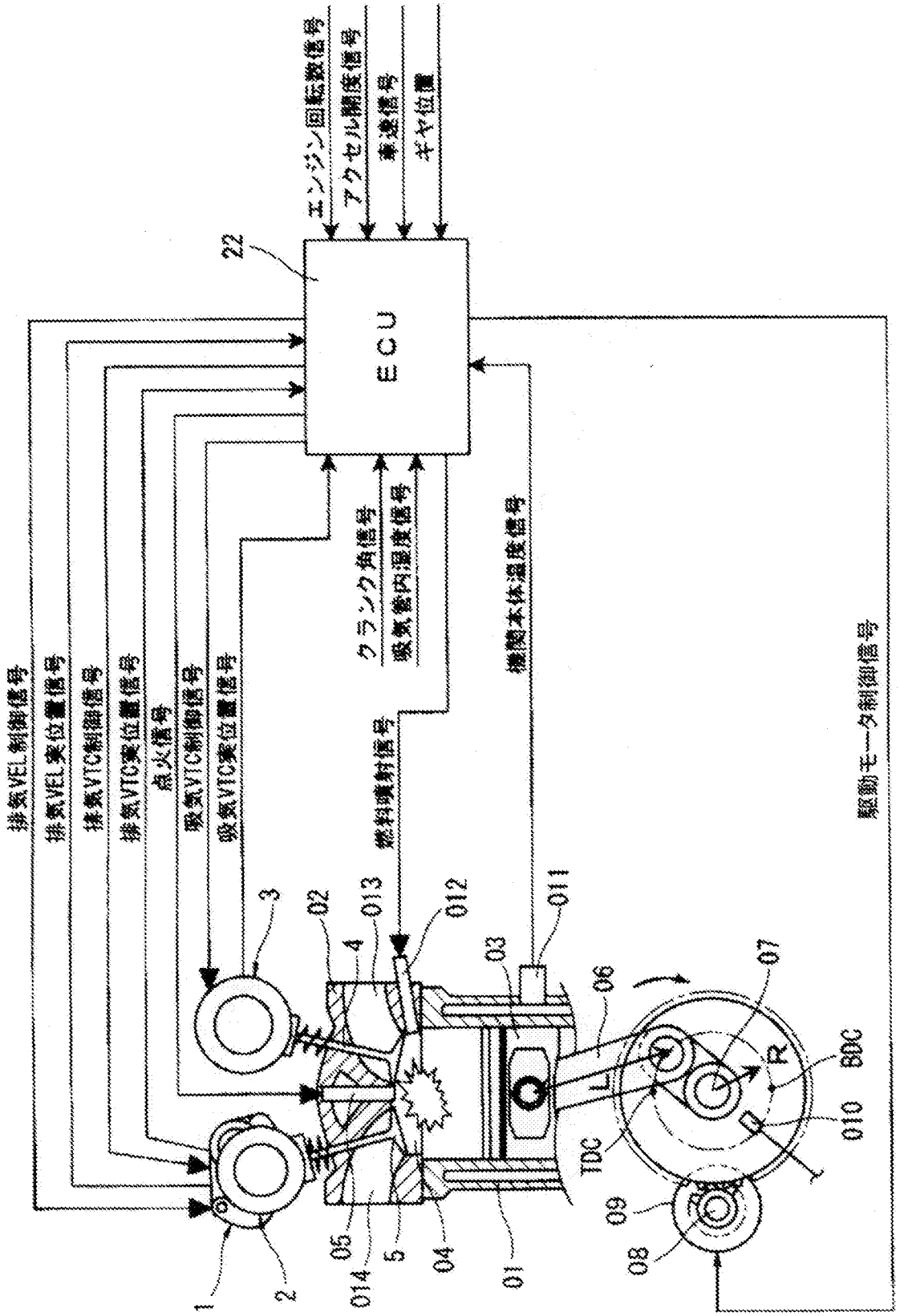
[請求項16] 請求項１４或いは請求項１５に記載の可変動弁装置のコントローラにおいて、

前記コントローラは、前記排気バルブ開時期の遅角側限界を下死点付近に設定して前記排気バルブの前記初期開時期情報を求めることを特徴とする可変動弁装置のコントローラ。

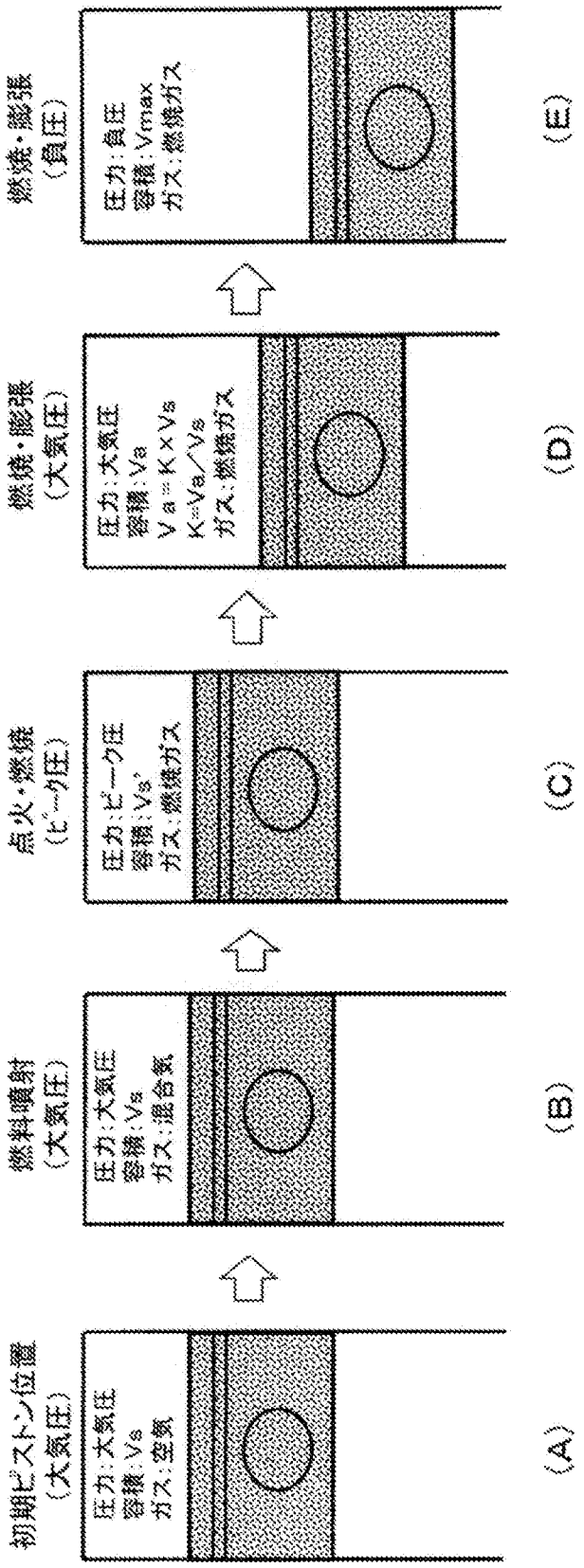
[請求項17] 請求項１０乃至請求項１６のいずれか１項に記載の可変動弁装置のコントローラにおいて、

前記コントローラは、前記初期ピストン位置の情報に基づいて求められた前記排気バルブの前記初期開時期情報を、前記内燃機関の始動時における機関温度の情報に基づいて補正し、この補正後の前記排気バルブの前記初期開時期情報を前記排気側可変動弁機構に与えて前記排気バルブの最初の開時期を調整することを特徴とする可変動弁装置のコントローラ。

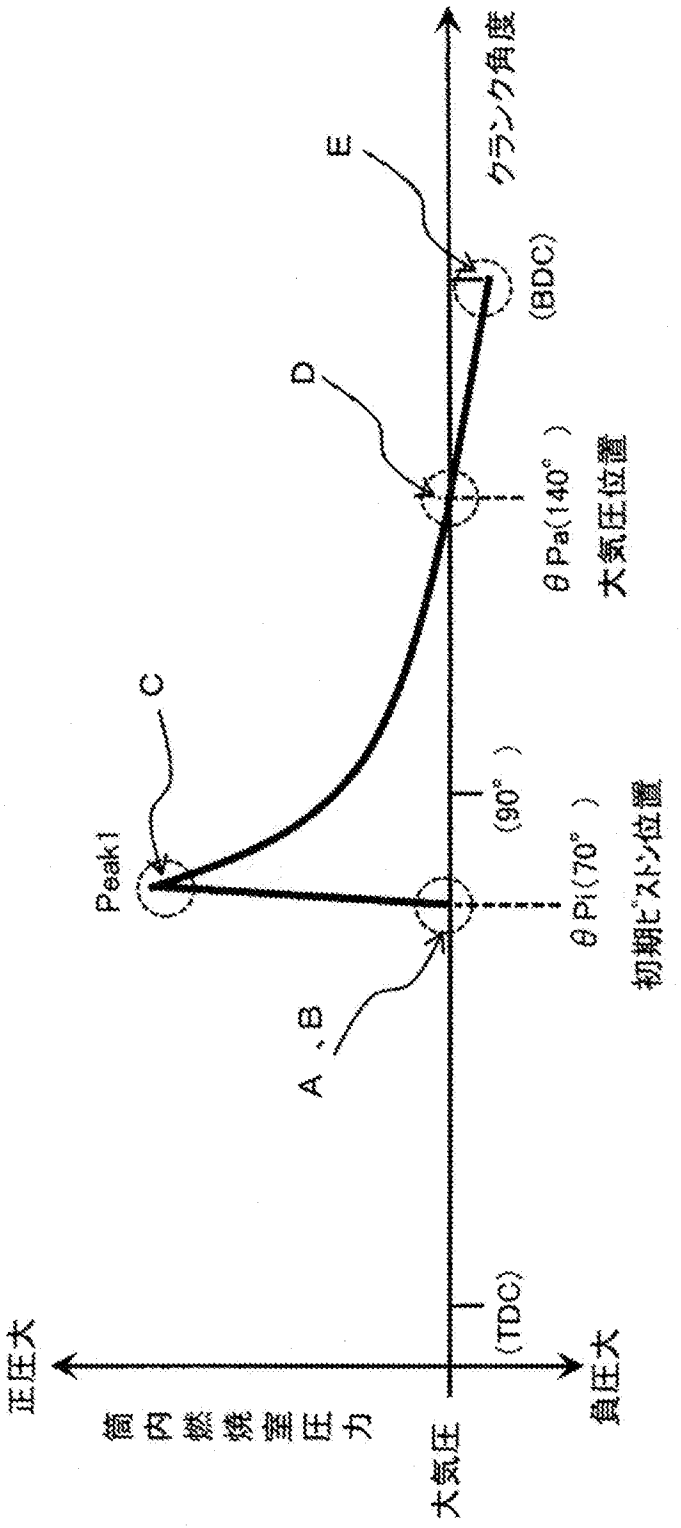
[図1]


エンジン回転数信号
アクセル開度信号
車速信号
ギヤ位置
22
ECU
排気VEL制御信号
排気VEL実位置信号
排気VTC制御信号
排気VTC実位置信号
点火信号
吸気VTC制御信号
吸気VTC実位置信号
クランク角信号
吸気管内温度信号
燃料噴射信号
機関本体温度信号
駆動モータ制御信号
1
2
014
5
04
01
05
09
08
TDC
BDC
010
L
R
06
07
03
011
012
013
02
4
3

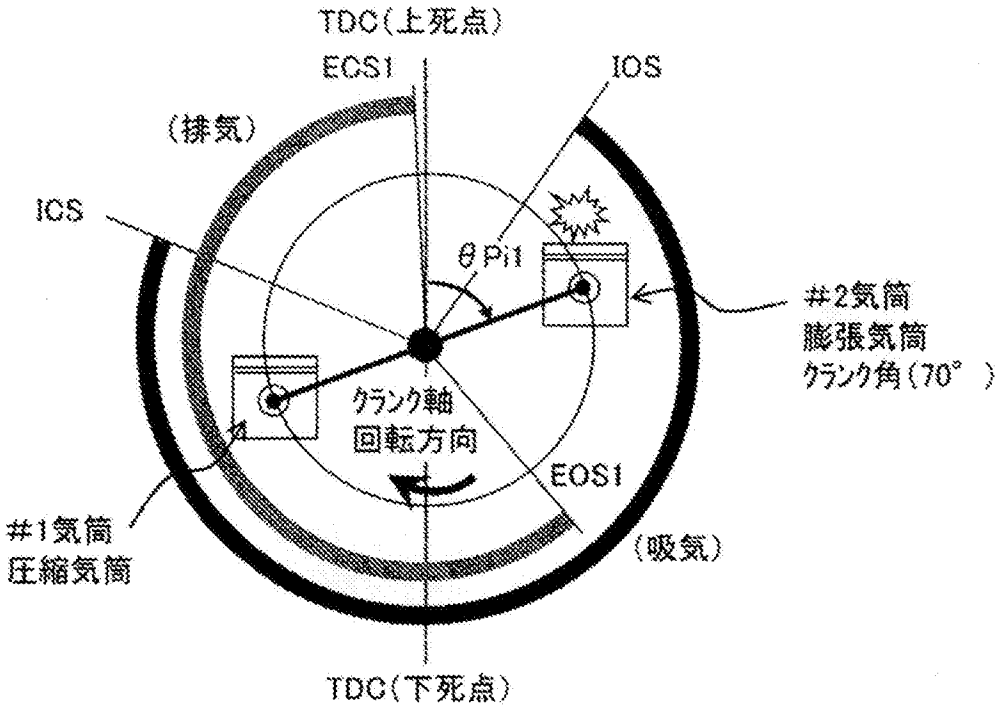
[図2]


初期ピストン位置
(大気圧)
圧力:大気圧
容積:Vs
ガス:空気
(A)
燃料噴射
(大気圧)
圧力:大気圧
容積:Vs
ガス:混合気
(B)
点火・燃焼
(ピーク圧)
圧力:ピーク圧
容積:Vs'
ガス:燃焼ガス
(C)
燃焼・膨張
(大気圧)
圧力:大気圧
容積:Va
Va=K×Vs
K=Va/Vs
ガス:燃焼ガス
(D)
燃焼・膨張
(負圧)
圧力:負圧
容積:Vmax
ガス:燃焼ガス
(E)

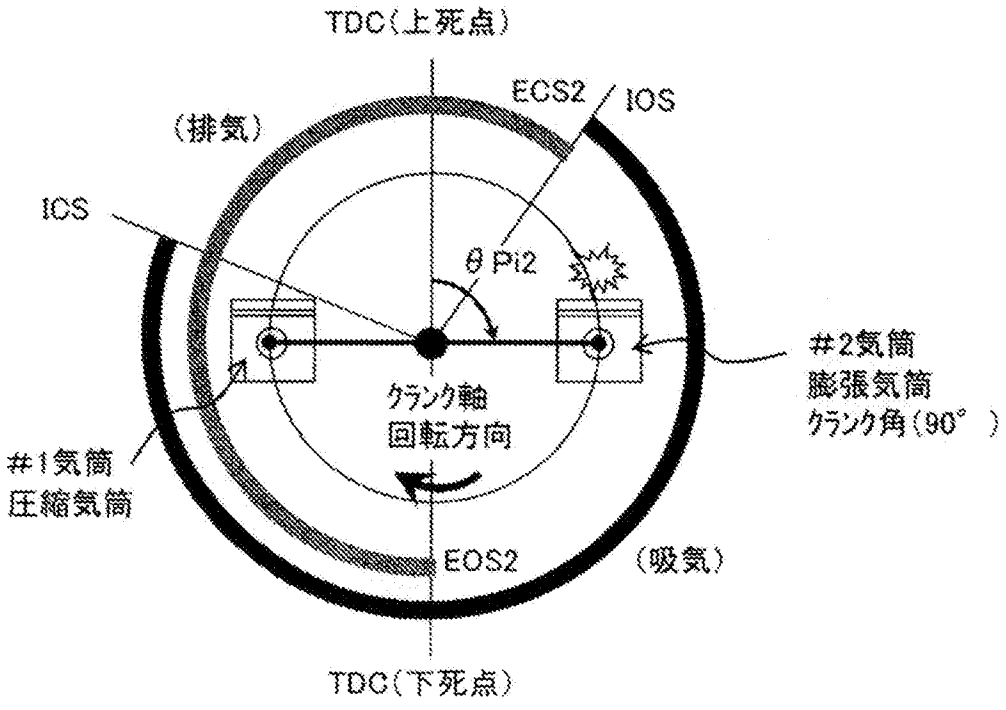
[図3]


クランク角度
E
(BDC)
D
θPa(140°)
大気圧位置
C
Peak1
(90°)
θPi(70°)
初期ピストン位置
A、B
(TDC)
正圧大
筒内絶対圧力
負圧大
大気圧

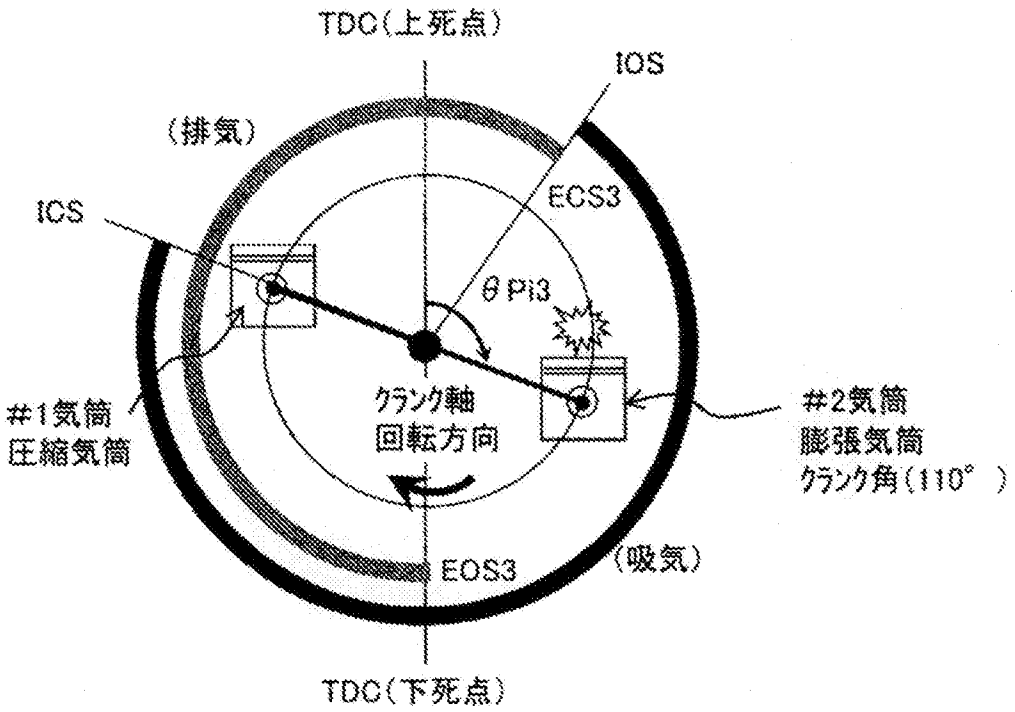
[図4]


TDC(上死点)
ECS1
IOS
(排気)
ICS
θPi1
#2気筒
膨張気筒
クランク角(70°)
クランク軸
回転方向
EOS1
#1気筒
圧縮気筒
(吸気)
TDC(下死点)

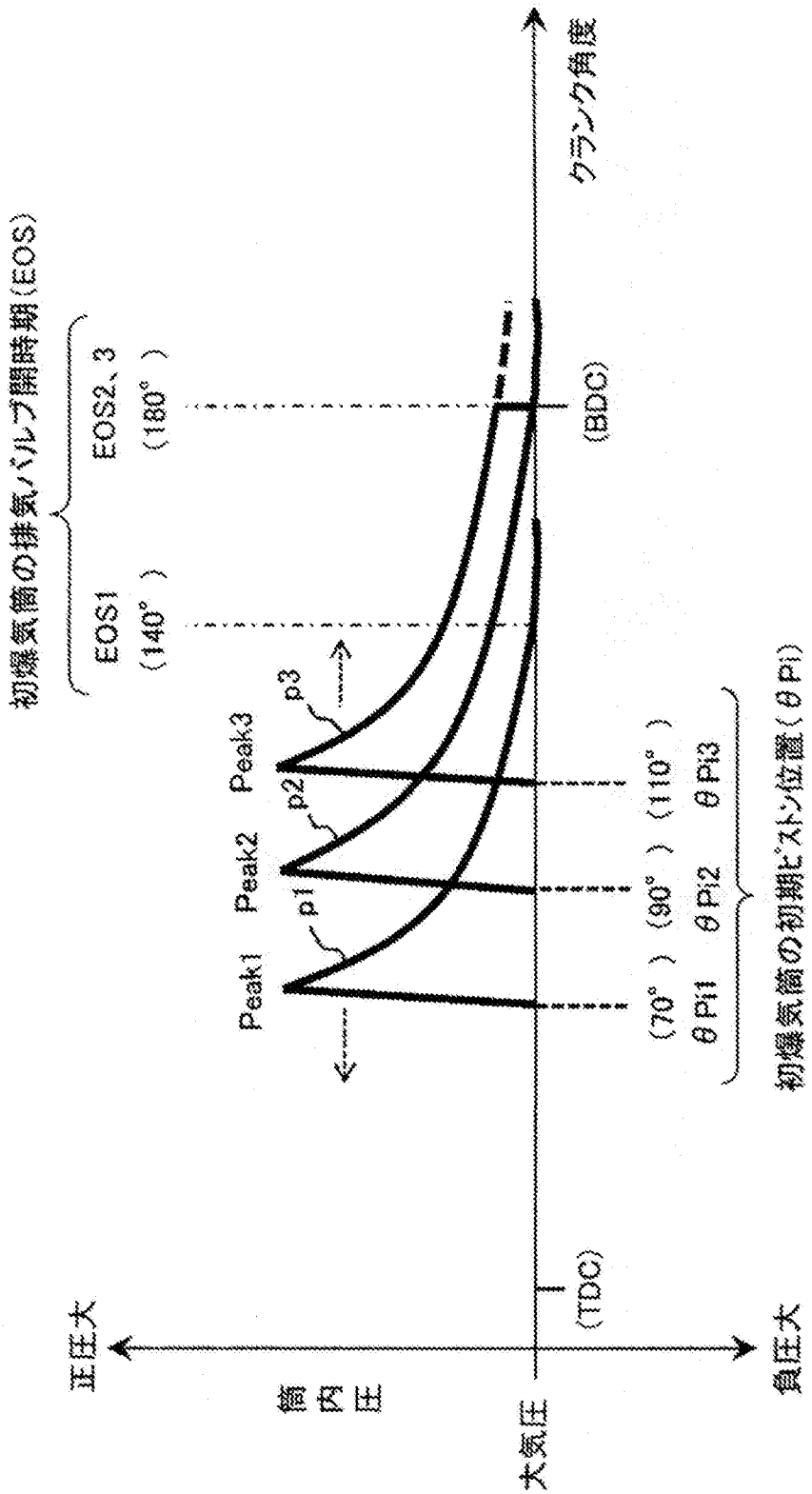
[図5]


TDC(上死点)
ECS2
IOS
(排気)
ICS
θPi2
#2気筒
膨張気筒
クランク角(90°)
クランク軸
回転方向
#1気筒
圧縮気筒
EOS2
(吸気)
TDC(下死点)

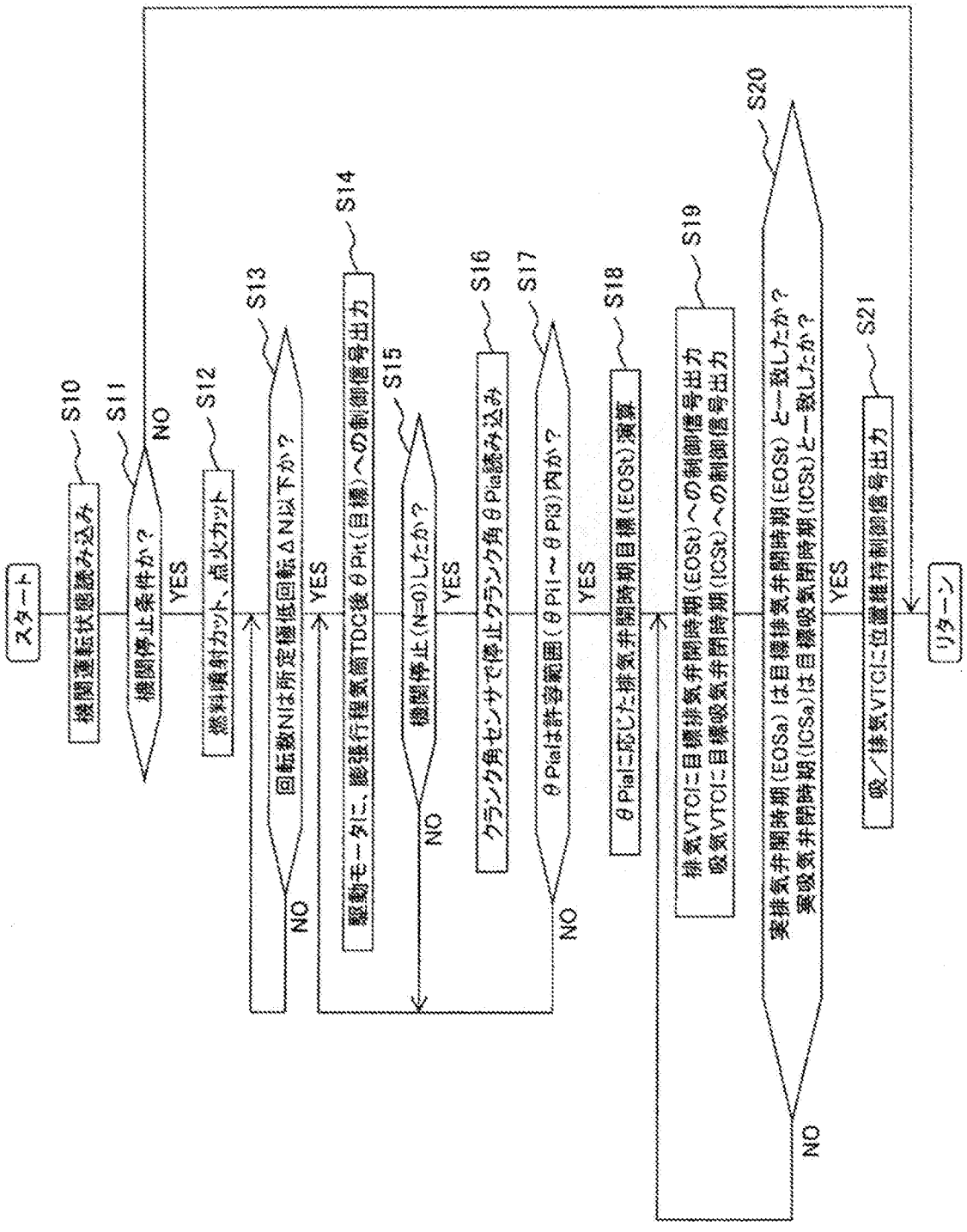
[図6]


TDC(上死点)
IOS
(排気)
ECS3
ICS
θPI3
クランク軸
回転方向
#1気筒
圧縮気筒
#2気筒
膨張気筒
クランク角(110°)
EOS3
(吸気)
TDC(下死点)

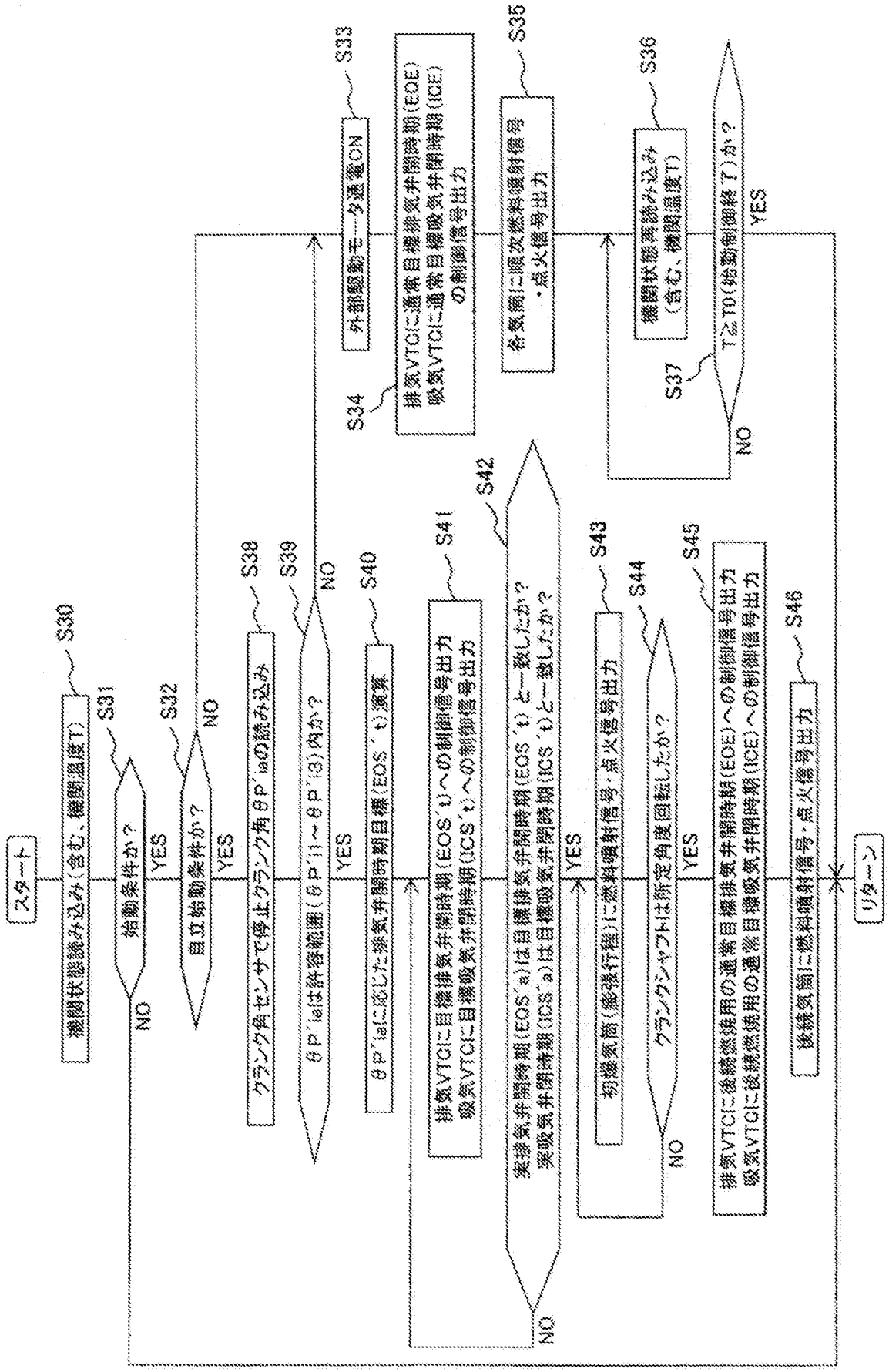
[図7]


初爆気筒の排気バルブ開時期(EOS)
EOS1
(140°)
EOS2、3
(180°)
クランク角度
(BDC)
Peak1
Peak2
Peak3
p1
p2
p3
(70°)
(90°)
(110°)
θPi1
θPi2
θPi3
初爆気筒の初期ピストン位置(θPi)
正圧大
筒内圧
(TDC)
大気圧
負圧大

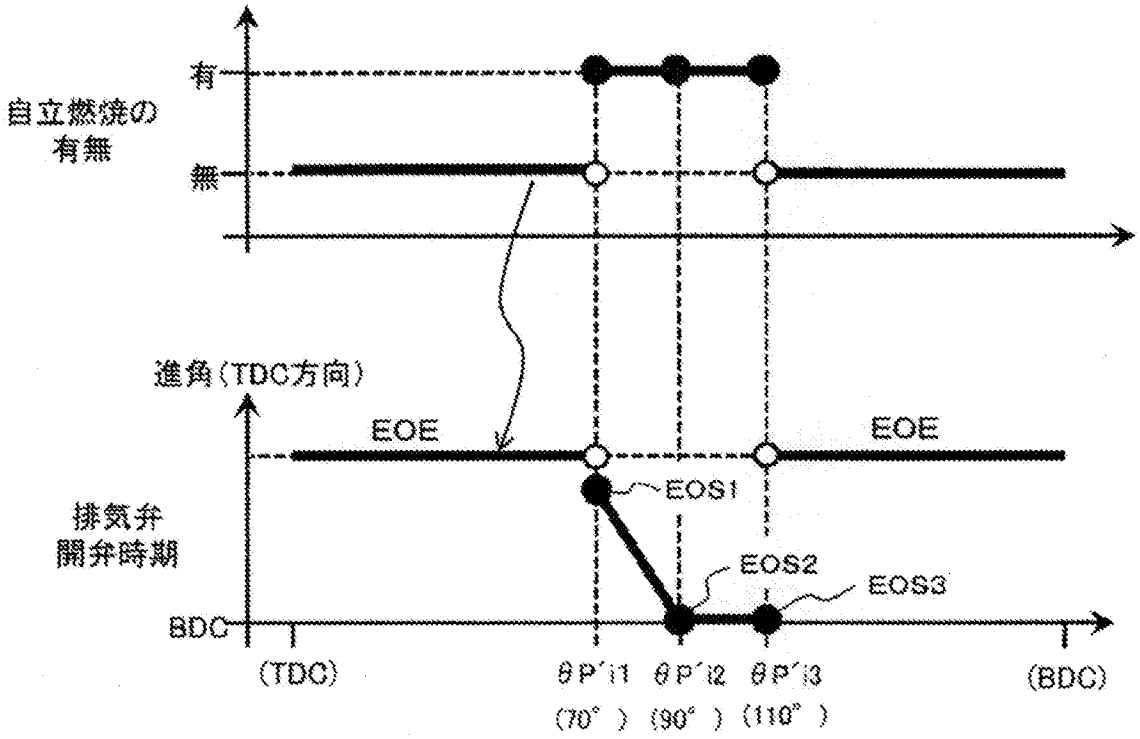
[図8]


スタート
S10
機関運転状態読み込み
S11
機関停止条件か？
NO
YES
S12
燃料噴射カット、点火カット
S13
回転数Nは所定極低回転ΔN以下か？
NO
YES
S14
駆動モータに、強制行程気筒TDC後θPit（目標）への制御信号出力
S15
機関停止（N=0）したか？
NO
YES
S16
クランク角センサで停止クランク角θPia読み込み
S17
θPiaは許容範囲（θPi1～θPi3）内か？
NO
YES
S18
θPiaに応じた排気弁閉時期目標（EOSt）演算
S19
排気VTCに目標排気弁閉時期（EOSt）への制御信号出力
吸気VTCに目標吸気弁閉時期（ICSt）への制御信号出力
S20
実排気弁閉時期（EOSa）は目標排気弁閉時期（EOSt）と一致したか？
実吸気弁閉時期（ICSa）は目標吸気弁閉時期（ICSt）と一致したか？
NO
YES
S21
吸／排気VTCに位置維持制御信号出力
リターン

[図9]

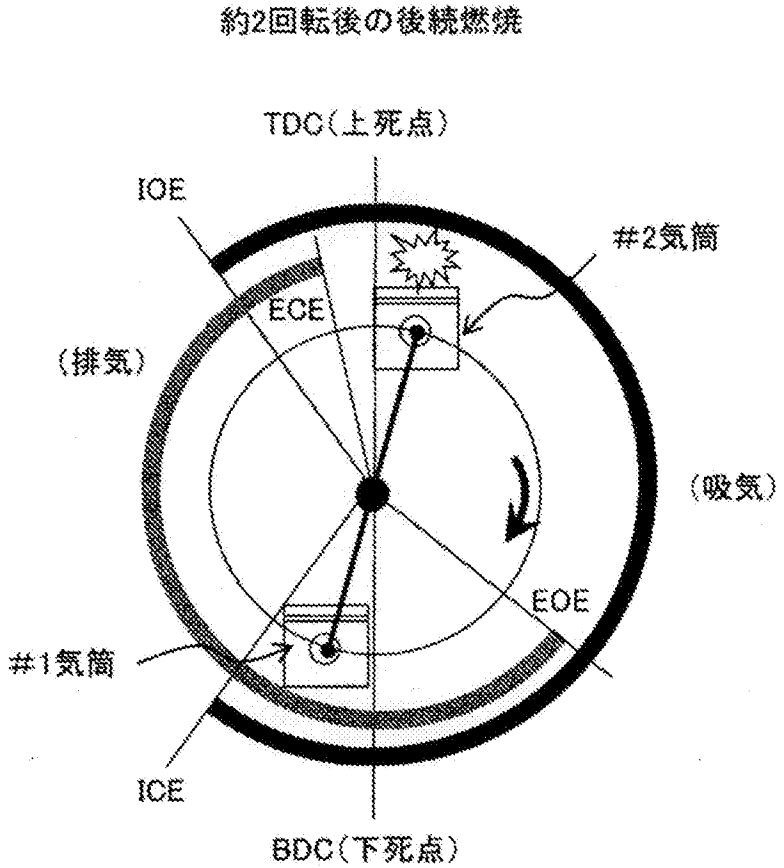

スタート
機関状態読み込み(含む、機関温度T)
S30
始動条件か?
S31
NO
YES
自立始動条件か?
S32
NO
YES
クランク角センサで停止クランク角θP'iaの読み込み
S38
θP'iaは許容範囲(θP'1~θP'3)内か?
S39
NO
YES
θP'iaに応じた排気弁開時期目標(EOS't)演算
S40
排気VTCに目標排気弁開時期(EOS't)への制御信号出力
吸気VTCに目標吸気弁閉時期(ICS't)への制御信号出力
S41
実排気弁開時期(EOS'a)は目標排気弁開時期(EOS't)と一致したか?
実吸気弁閉時期(ICS'a)は目標吸気弁閉時期(ICS't)と一致したか?
S42
NO
YES
初爆気筒(膨張行程)に燃料噴射信号・点火信号出力
S43
クランクシャフトは所定角度回転したか?
S44
NO
YES
排気VTCに後続燃焼用の通常目標排気弁開時期(EOE)への制御信号出力
吸気VTCに後続燃焼用の通常目標吸気弁閉時期(ICE)への制御信号出力
S45
後続気筒に燃料噴射信号・点火信号出力
S46
リターン
外部駆動モータ通電ON
S33
排気VTCに通常目標排気弁開時期(EOE)
吸気VTCに通常目標吸気弁閉時期(ICE)
の制御信号出力
S34
各気筒に順次燃料噴射信号
・点火信号出力
S35
機関状態再読み込み
(含む、機関温度T)
S36
T≧T0(始動制御終了)か?
S37
NO
YES

[図10]

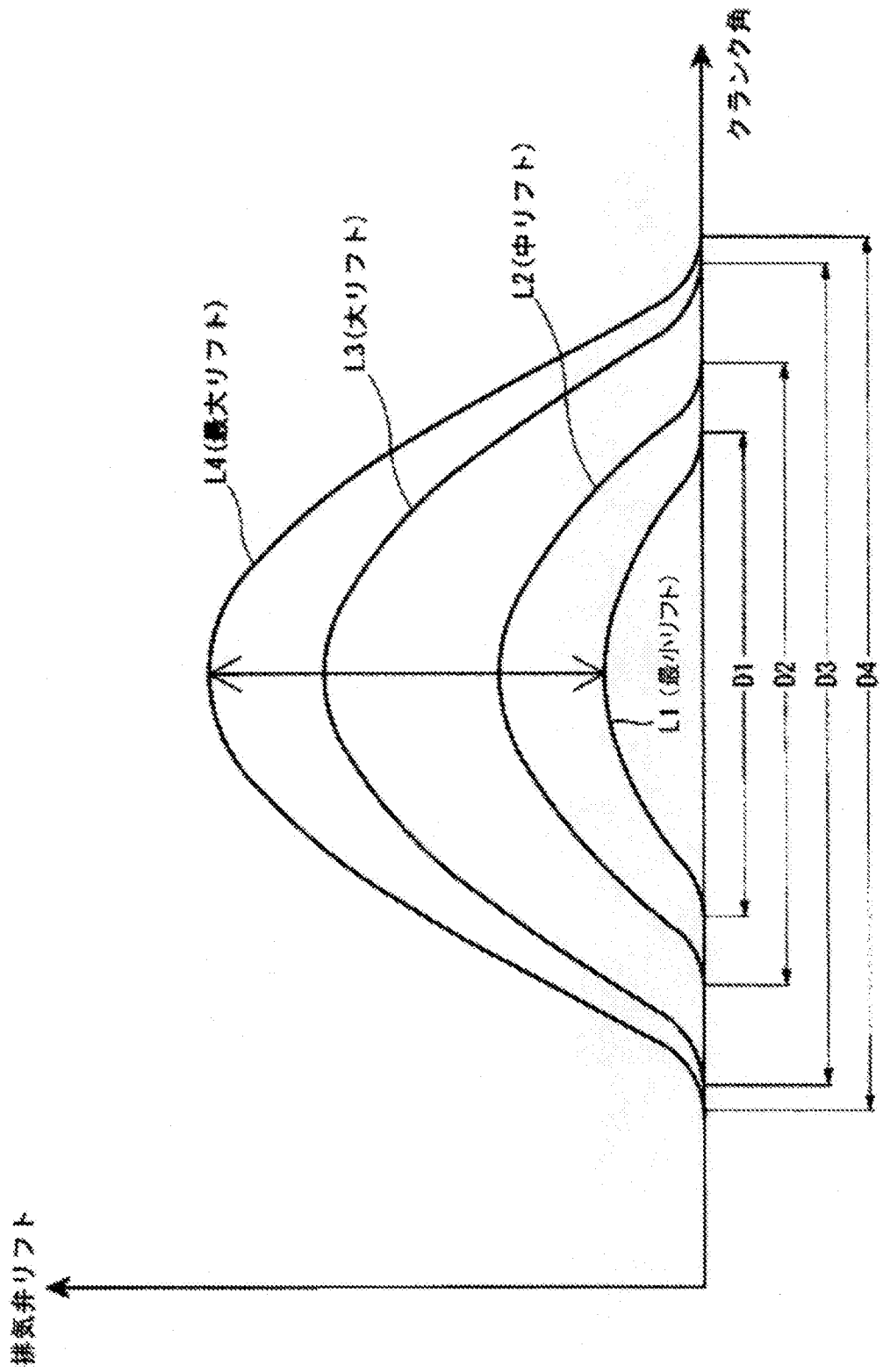


初爆気筒の膨張行程での初期期ピストン位置θP'i(クランク角)

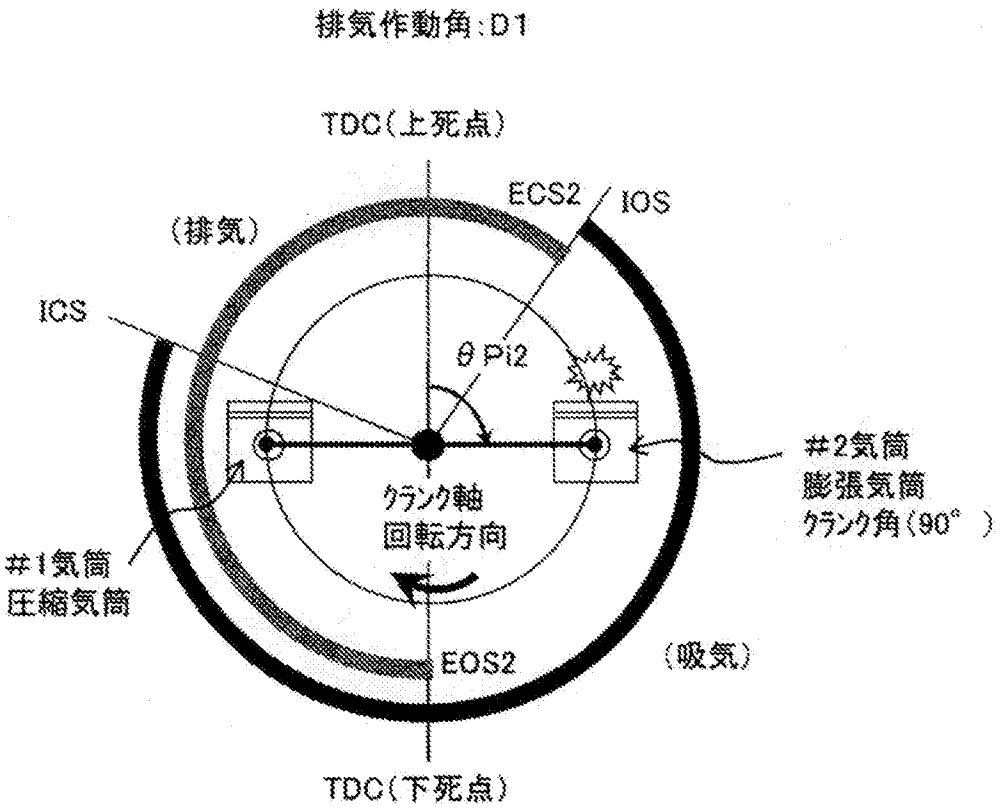
[図11]



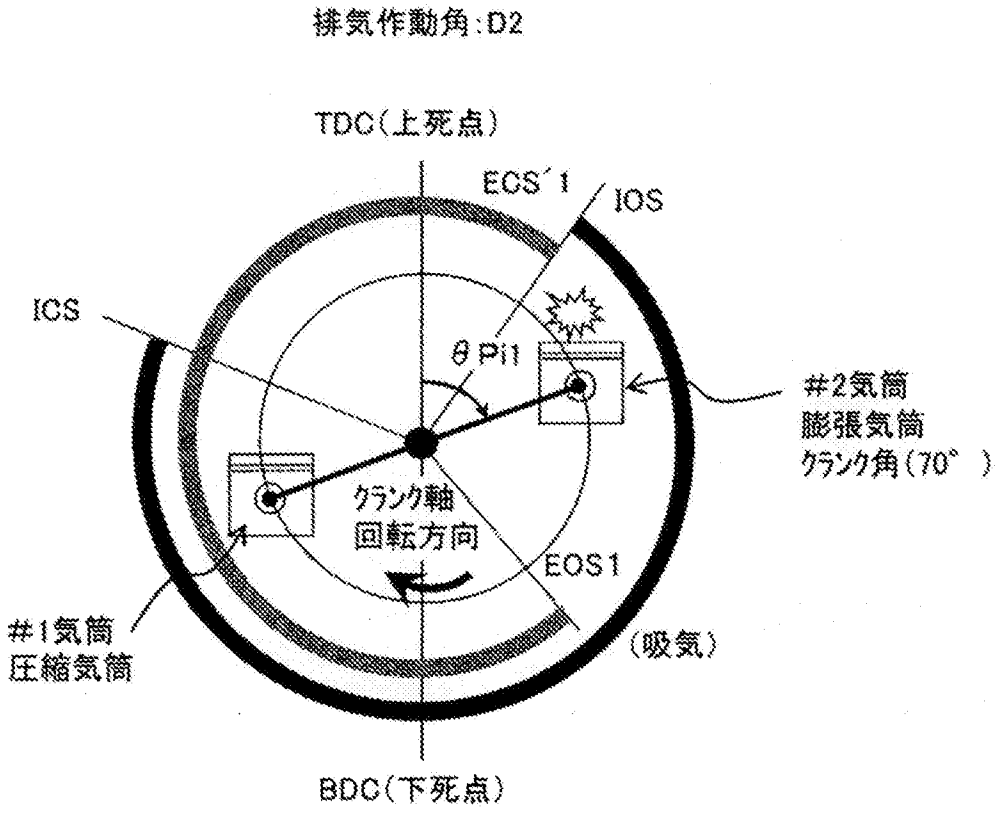
[図12]



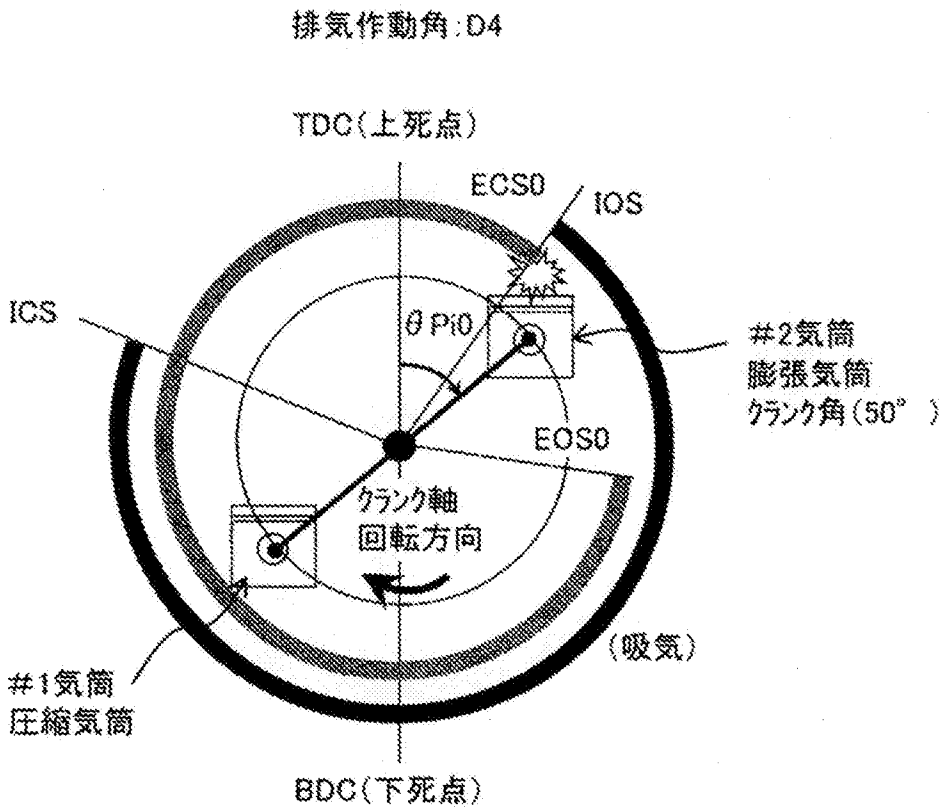
[図13]


排気作動角:D1
TDC(上死点)
ECS2
IOS
(排気)
ICS
θPi2
#2気筒
膨張気筒
クランク角(90°)
クランク軸
回転方向
#1気筒
圧縮気筒
EOS2
(吸気)
TDC(下死点)

[図14]


排気作動角:D2
TDC(上死点)
ECS´1
IOS
ICS
θPi1
#2気筒
膨張気筒
クランク角(70°)
クランク軸
回転方向
EOS1
#1気筒
圧縮気筒
(吸気)
BDC(下死点)

[図15]


排気作動角:D4
TDC(上死点)
ECS0
IOS
ICS
θPi0
#2気筒
膨張気筒
クランク角(50°)
EOS0
クランク軸
回転方向
(吸気)
#1気筒
圧縮気筒
BDC(下死点)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/032017

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F02D13/02(2006.01)i, *F02D29/02*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F02D13/02, F02D29/02

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-144611 A (Mitsubishi Motors Corp.), 01 July 2010 (01.07.2010), claims 1 to 2; paragraphs [0029] to [0030]; fig. 2 (Family: none)	1-17
A	JP 2005-337110 A (Denso Corp.), 08 December 2005 (08.12.2005), claim 1; paragraph [0019]; fig. 4 (Family: none)	1-17
A	JP 2010-31693 A (Toyota Motor Corp.), 12 February 2010 (12.02.2010), claims 1 to 6 (Family: none)	1-17

☒ 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
10 November 2017 (10.11.17)	21 November 2017 (21.11.17)

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/JP2017/032017

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 2008-507662 A (Robert Bosch GmbH), 13 March 2008 (13.03.2008), claim 2 & US 2007/0079782 A1 claim 2 & US 2007/0218976 A1 & WO 2006/013168 A1 & DE 102004037167 A	1-17
A	JP 2002-317740 A (Robert Bosch GmbH), 31 October 2002 (31.10.2002), claim 1; fig. 2 & US 2002/0166531 A1 claim 1; fig. 2 & DE 10111928 A1 & FR 2822196 A1	1-17

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０３２０１７

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, F02D29/02(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F02D13/02, F02D29/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７年

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

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2010-144611 A（三菱自動車工業株式会社）2010.07.01, 請求項1-2, 段落[0029]-[0030], 図２（ファミリーなし）	1-17
A	JP 2005-337110 A（株式会社デンソー）2005.12.08, 請求項１, 段落[0019], 図４（ファミリーなし）	1-17
A	JP 2010-31693 A（トヨタ自動車株式会社）2010.02.12, 請求項1-6（ファミリーなし）	1-17

☑　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
１０．１１．２０１７	２１．１１．２０１７

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　４４７７
佐々木　淳
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 2008-507662 A（ローベルト　ボツシユ　ゲゼルシヤフト　ミツト　ベシユレンクテル　ハフツング）2008.03.13, 請求項2 & US 2007/0079782 A1,請求項2 & US 2007/0218976 A1 & WO 2006/013168 A1 & DE 102004037167 A	1-17
A	JP 2002-317740 A（ローベルト　ボツシユ　ゲゼルシヤフト　ミツト　ベシユレンクテル　ハフツング）2002.10.31, 請求項1, 図2 & US 2002/0166531 A1,請求項1,図2 & DE 10111928 A1 & FR 2822196 A1	1-17