

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5143877号
(P5143877)

(45) 発行日 平成25年2月13日(2013.2.13)

(24) 登録日 平成24年11月30日(2012.11.30)

| | | | | |
|--------------|-----------|------------|--|---|
| (51) Int.Cl. | | F I | | |
| FO2D 13/02 | (2006.01) | FO2D 13/02 | | H |
| FO2D 17/00 | (2006.01) | FO2D 17/00 | | H |
| FO2D 15/00 | (2006.01) | FO2D 15/00 | | E |

請求項の数 5 (全 26 頁)

| | | | |
|-----------|------------------------------|-----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2010-210923 (P2010-210923) | (73) 特許権者 | 509186579 日立オートモティブシステムズ株式会社 茨城県ひたちなか市高場2520番地 |
| (22) 出願日 | 平成22年9月21日(2010.9.21) | (74) 代理人 | 100078330 弁理士 笹島 富二雄 |
| (65) 公開番号 | 特開2012-67619 (P2012-67619A) | (72) 発明者 | 村井 淳 群馬県伊勢崎市柏川町1671番地1 日 立オートモティブシステムズ株式会社内 |
| (43) 公開日 | 平成24年4月5日(2012.4.5) | (72) 発明者 | 村上 智之 群馬県伊勢崎市柏川町1671番地1 日 立オートモティブシステムズ株式会社内 |
| 審査請求日 | 平成24年2月16日(2012.2.16) | (72) 発明者 | 中村 吉辰 群馬県伊勢崎市柏川町1671番地1 日 立オートモティブシステムズ株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バルブタイミング可変機構の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の吸気弁の閉時期を変更するバルブタイミング可変機構を制御する制御装置であって、

前記内燃機関の始動時に全気筒のうちで最初に吸気行程となる気筒の吸気行程における前記吸気弁の閉時期を、吸気下死点よりも遅角側の第1閉時期に制御し、

前記内燃機関の始動開始から2回目の吸気行程に該当する気筒の吸気行程から、前記吸気弁の閉時期を前記第1閉時期よりも吸気下死点に近い第2閉時期に変更するために、所定クランク角位置において前記バルブタイミング可変機構の操作出力を切り替える、バルブタイミング可変機構の制御装置。

10

【請求項2】

前記バルブタイミング可変機構が、前記吸気弁の閉時期を前記第1閉時期とするカムプロファイルの大作用角カムと、前記吸気弁の閉時期を前記第2閉時期とするカムプロファイルの小作用角カムと、前記小作用角カムの外周面に当接するメインロッカアームと、前記メインロッカアームに隣接して揺動自在に支持され、前記大作用角カムが当接するサブロッカアームと、前記メインロッカアームに対して前記サブロッカアームを連結する連結機構と、を備え、前記吸気弁を駆動するカムを小作用角カムと大作用角カムとに切り替える機構であり、

前記所定クランク角位置を、初回の吸気行程中であってかつ2回目の吸気行程の開始前とする、請求項1記載のバルブタイミング可変機構の制御装置。

20

【請求項 3】

前記内燃機関の停止指令時に、ブレイグニッションが発生する条件であれば、前記吸気弁を駆動するカムを大作用角カムとし、ブレイグニッションが発生する条件でなければ、前記吸気弁を駆動するカムを小作用角カムとする、請求項 2 記載のバルブタイミング可変機構の制御装置。

【請求項 4】

前記バルブタイミング可変機構が、前記吸気弁の作用角を連続的に可変とする機構であり、

前記所定クランク角位置を、初回の吸気行程の終了後とする、請求項 1 記載のバルブタイミング可変機構の制御装置。

10

【請求項 5】

前記内燃機関の再始動要求時に、ブレイグニッションが発生する条件であれば、前記吸気弁の作用角を大作用角として閉時期を前記第 1 閉時期とし、ブレイグニッションが発生する条件でなければ、前記吸気弁の作用角を小作用角として閉時期を前記第 2 閉時期とし、その後、前記内燃機関のクランキングを開始させる、請求項 4 記載のバルブタイミング可変機構の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、吸気弁の閉時期を変更するバルブタイミング可変機構の制御装置に関し、詳しくは、始動時に吸気弁の閉時期を制御する技術に関する。

20

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、吸気弁の作用角を可変とする作用角可変機構のコントローラが開示され、前記コントローラは、内燃機関の始動前に、吸気弁の閉時期がピストン下死点よりも遅れる作用角を設定し、内燃機関を始動させる信号が入力されてから燃焼を開始するまでの間の始動状態時に、内燃機関に関連する温度が所定温度以下であれば、吸気弁の閉時期をピストン下死点に近づけるように作用角を小さくする。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0003】

【特許文献 1】特開 2010 - 138737 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、特許文献 1 のコントローラにおいては、吸気弁の閉時期をピストン下死点に近づける制御の完了タイミングが、スタータモータの回転（クランキング回転）が安定した後となるため、閉時期の進角終了が遅く、始動時の消費電力を低減させることが難しいという問題があった。

【0005】

40

即ち、閉時期を下死点後に大きく遅角した状態（デコンプ状態）では、有効圧縮比が低く、ブレイグニッションの抑制や起振力の低下を図ることができるものの、発生する燃焼トルクが低いため、初爆後の機関回転速度の立ち上がりが遅くなって、スタータモータによるクランキング時間（始動時間）が長くなり、結果的に、内燃機関の始動時の電力消費が多くなってしまふ。

【0006】

本発明は上記問題点に鑑みなされたものであり、ブレイグニッションの抑制や起振力の低下を図りつつ、内燃機関の始動時における電力消費を低減させることができるバルブタイミング可変機構の制御装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 0 7 】

そのため、本願発明は、内燃機関の吸気弁の開時期を変更するバルブタイミング可変機構を制御する制御装置であって、前記内燃機関の始動時に全気筒のうちで最初に吸気行程となる気筒の吸気行程における前記吸気弁の開時期を、吸気下死点よりも遅角側の第1閉時期に制御し、前記内燃機関の始動開始から2回目の吸気行程に該当する気筒の吸気行程から、前記吸気弁の開時期を前記第1閉時期よりも吸気下死点に近い第2閉時期に変更するために、所定クランク角位置において前記バルブタイミング可変機構の操作用出力を切り替えるようにした。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 8 】

上記発明によると、機関の始動時におけるブレイグニッションの抑制や起振力の低下を図りつつ、機関始動に要する消費電力を低減することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 実施形態におけるハイブリッド車両の全体構成図である。

【 図 2 】 実施形態におけるエンジンの構成図である。

【 図 3 】 実施形態におけるバルブタイミング可変機構の構造を示す断面図である。

【 図 4 】 実施形態におけるバルブタイミング可変機構の吸気弁の開特性を示す図である。

【 図 5 】 実施形態における始動時のバルブタイミング制御を示すフローチャートである。

【 図 6 】 実施形態における始動時のバルブタイミング制御の特性を示すタイムチャートである。

【 図 7 】 実施形態における始動時のバルブタイミング制御であって、ブレイグニッションの発生条件の判定を行う制御を示すフローチャートである。

【 図 8 】 実施形態における作用角及びバルブリフト量を連続的に可変とするバルブタイミング可変機構を示す斜視図である。

【 図 9 】 図 8 に示したバルブタイミング可変機構を示す断面図である。

【 図 1 0 】 実施形態における始動時のバルブタイミング制御であって、図 8 , 9 に示したバルブタイミング可変機構を用いる場合の制御を示すフローチャートである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 0 】

以下に本発明の実施の形態を説明する。

図 1 に示すハイブリッド車 1 は、本願発明に係るバルブタイミング可変機構の制御装置を適用する内燃機関 2 と、電動モータ 3 (交流モータ) との 2 つの動力源を有する。

【 0 0 1 1 】

内燃機関 2 の駆動力は、トランスミッション 4 , ディファレンシャルギア 5 及び車軸 6 を介して駆動輪 7 , 7 に伝達する。

内燃機関 2 とトランスミッション 4 との間出力軸 8 に、電動モータ 3 のロータ (図示省略) を直結させてある。尚、出力軸 8 と電動モータ 3 のロータとを、歯車等の動力伝達機構を介して連結してもよい。

【 0 0 1 2 】

電動モータ 3 はモータ / ジェネレータであり、電動機として動作する場合には、車両 1 の駆動力を出力し、また、内燃機関 2 や駆動輪 7 , 7 によって回転駆動されることで、発電機として動作し、電力を出力する。

インバータ 9 は、バッテリー 1 0 が蓄える直流電力を交流電力に変換して、電動モータ 3 に供給し、また、回生制動時や発電時には、電動モータ 3 が出力する交流電力を直流電力に変換してバッテリー 1 0 に蓄える。

【 0 0 1 3 】

統合コントローラ 1 1 は、車両の運転条件を検出する各種センサ・スイッチの信号を入力し、これらに基づいて運転モードを判定すると共に、内燃機関 2 のトルク指令値、電動モータ 3 のトルク指令値を演算して出力する。

10

20

30

40

50

統合コントローラ 11 に信号を出力する各種センサ・スイッチとして、キースイッチ、アクセル開度センサ、ブレーキスイッチ、車速センサ、バッテリー電圧センサなどを設けている。

【0014】

そして、マイクロコンピュータを備える統合コントローラ 11 は、各運転指令（運転モード、トルク指令値など）を、内燃機関 2 を制御するエンジン・コントローラ 12、及び、電動モータ 3 を制御するモータ/ジェネレータ・コントローラ 13 に出力する。

統合コントローラ 11、エンジン・コントローラ 12 及びモータ/ジェネレータ・コントローラ 13 は、相互に通信可能に構成され、モータ/ジェネレータ・コントローラ 13 は、統合コントローラ 11 が送信する運転指令、及び、電動モータ 3 の回転数・電流などの情報に基づき、インバータ 9 を制御する PWM 信号を生成して出力する。

10

【0015】

図 2 は、内燃機関 2 の構成を示す図である。

内燃機関 2 の吸気通路 22 に燃料噴射弁 23 を設けてあり、この燃料噴射弁 23 が噴射した燃料は、空気と共に吸気弁 24 を介して燃焼室 25 内に吸引され、点火プラグ 26 による火花点火によって着火燃焼する。燃焼室 25 内の燃焼ガスは、排気弁 27 を介して排気通路 28 に排出される。

【0016】

吸気通路 22 の燃料噴射弁 23 を配設した部分よりも上流側には、スロットルモータ 29 で開閉する電子制御スロットル 30 を設けてあり、この電子制御スロットル 30 の開度によってエンジン 2 の吸入空気量を調整する。

20

また、内燃機関 2 は、吸気弁 24 の作用角（開弁期間角度）を変更して開時期 IVO 及び閉時期 IVC を変更するバルブタイミング可変機構 31 を備えている。

【0017】

バルブタイミング可変機構 31 は、カムシャフトにカムプロファイルの異なる 2 種類のカムを設け、そこに接するロッカアームを切り替えることで、機関バルブの開特性を 2 種類に切り替える公知の機構（特開 2007-113435 号公報等）であり、前記ロッカアームの切り替えは、制御軸をモータで回転させることで行う。

【0018】

図 3 に、バルブタイミング可変機構 31 の構造を示す。

30

吸気弁 24 は、各ステムエンドに設けられたスプリングリテーナ 51 にそれぞれ弾持された付勢部材であるバルブスプリング 52 によって図外の吸気ポートを閉塞する方向へ付勢されている。

カムシャフト 53 の外周面には、各吸気弁 24 に対応して小作用角カム 54 及び大作用角カム 55 が設けてある。

【0019】

バルブタイミング可変機構 31 は、小作用角カム 54 の外周面に当接するメインロッカアーム 56 と、該メインロッカアーム 56 に隣接して揺動自在に支持されたサブロッカアーム 57 と、メインロッカアーム 56 に対してサブロッカアーム 57 を連結する連結機構 58 とを備えている。

40

小作用角カム 54 は、図 4 (B) に示すように、吸気弁 24 の開時期 IVO を吸気上死点 TDC 後の 10 deg ~ 60 deg 程度、吸気弁 24 の閉時期 IVC を吸気下死点 BDC ~ 吸気下死点 BDC の 30 deg 程度（好ましくは吸気下死点 BDC）とするカムプロファイルに設定される。前記吸気下死点 BDC は、有効圧縮比が最大となる閉時期 IVC であり、小作用角カム 54 を用いて吸気弁 24 を開駆動し、吸気下死点 BDC 付近で吸気弁 24 を閉じれば、高い有効圧縮比によって大きな燃焼トルクが得られる。

【0020】

一方、大作用角カム 55 は、図 4 (A) に示すように、吸気弁 24 の開時期 IVO を吸気上死点 TDC ~ 吸気上死点 TDC 後 30 deg 程度、吸気弁 24 の閉時期 IVC を吸気下死点 BDC 後 60 deg ~ 吸気下死点 BDC 後 110 deg 程度（好ましくは A BDC 90 deg

50

程度)とするカムプロフィールに設定される。

尚、前述した小作用角カム54及び大作用角カム55での開時期IVO・閉時期IVCに限定するものではなく、大作用角カム55での閉時期IVC(第1閉時期)が吸気下死点後に設定され、小作用角カム54での閉時期IVC(第2閉時期)が、大作用角カム55での閉時期IVCよりも吸気下死点に近い設定であれば良い。

【0021】

小作用角カム54は、内燃機関2の通常運転状態での使用を前提にそのカムプロフィールが設定されるのに対し、大作用角カム55は、後述するように、内燃機関2の始動時に有効圧縮比を低下させるために用いられ、大作用角カム55での閉時期IVC(第1閉時期)を、小作用角カム54での閉時期IVC(第2閉時期)よりも吸気下死点後に遅らせることで、小作用角カム54を用いた場合よりも有効圧縮比を低下させることができるようにしてある。

10

換言すれば、大作用角カム55を用いて吸気弁24を開駆動している状態から、小作用角カム54を用いて吸気弁24を開駆動している状態に切り替えれば、吸気弁24の閉時期IVCは、吸気下死点後から進角して吸気下死点に近づき、有効圧縮比はより大きな値に切り替わる。

【0022】

上記のように、吸気弁24の作用角は、小作用角カム54で駆動する場合よりも大作用角カム55で駆動した場合に大きくなり、また、吸気弁24の閉時期IVCは、小作用角カム54では下死点BDC付近に設定され、大作用角カム55では下死点BDC後に遅角され、大作用角カム55で吸気弁24を駆動する場合には、小作用角カム54で吸気弁24を駆動する場合よりも有効圧縮比が低下するように設定されている。

20

【0023】

前記メインロッカアーム56は、基端部56aが各気筒に共通な中空状のメインロッカシャフト59を介してシリンダヘッドに揺動自在に支持されていると共に、アーム部56bの先端が吸気弁24のステム頂部に当接している。

前記サブロッカアーム57は、基端部57aがサブロッカシャフト57bを介してメインロッカアーム56の基端部56a側に相対的に揺動自在に支持されていると共に、吸気弁24に当接する部位を有さず、その先端には上面が大作用角カム55に摺接するサブカムフォロアであるカムフォロア部57cが円弧状に突出形成されている。

30

【0024】

カムフォロア部57cの下側には、カムフォロア部57cを大作用角カム55に押し付けるコイルスプリング60が配置されている。このコイルスプリング60は、スプリングリテーナ61を介してメインロッカアーム56の基部56a先端に形成された凸部62の上面に弾接している。

連結機構58は、メインロッカアーム56とサブロッカアーム57とを連結するレバー部材63と、凸部62の内部に有する摺動孔62a内に摺動自在に設けられて、一端側が前記レバー部材63の下端突部63aに当接するプランジャ64と、メインロッカシャフト59の内部に回転自在に設けられた制御軸65と、該制御軸65の外周面に一体に形成されて、メインロッカシャフト59の切欠窓59aを介してプランジャ64の他端側が当接する制御カム66とを備えている。

40

【0025】

前記レバー部材63は、支軸67を介してサブロッカアーム57に向かって揺動自在に支持されていると共に、揺動位置に応じて、上端面63bが前記カムフォロア部57cの先端下面に有する係合面57dに対して係合する状態と、係合解除された状態とに切り替わるようになっている。

また、このレバー部材63は、付勢機構69によってカムフォロア部57cとの係合が解除される方向へ付勢されている。

【0026】

プランジャ64は、軸方向(移動方向)のほぼ中央位置から2分割形成され、一端部位

50

64aの下面が前記レバー部材63の下端突部63aに当接している一方、他端部位64bに有する小径円柱部の先端が制御カム66に当接している。

また、一端部位64aと他端部位64bとの対向端面間には、ダンピング機構のコイルスプリング状のばね部材70が設けられている。このばね部材70は、そのばね力が前記付勢機構23のばね力よりも大きく設定されてメインロッカアーム56とサブロッカアーム57の連結作動時における応答性に影響を与えないように形成されている。

【0027】

制御軸65は、図外の減速ギア機構を介して、電動アクチュエータであるDC型の電動モータ68から正転方向及び逆転方向の回転力が伝達される。

前記制御カム66は、最大深さに切り欠かれた部位から漸次浅く形成されており、制御カム66が回転して最深部位に前記プランジャ64が当接すると、プランジャ64が制御軸65側に引き込まれるために、レバー部材63が時計方向へ回動し、上端面63bがカムフォロア部57cの係合面57dから離間して係合が解除され、結果、メインロッカアーム56とサブロッカアーム57との連結が解除される。これによって、メインロッカアーム56は、小作用角カム54のカムプロフィールに従って揺動して吸気弁24を開閉駆動し、吸気弁24の作用角を小さくし、閉時期IVCを下死点BDC付近とする。

【0028】

一方、制御カム66の最浅部位にプランジャ64が当接すると、プランジャ64が制御軸65から離れる方向に突出するために、レバー部材63が反時計方向へ回動し、上端面63bがカムフォロア部57cの係合面57dに係合する方向へ移動する。これによって、メインロッカアーム56とサブロッカアーム57が連結状態になり、両ロッカアーム56, 57が一体となって揺動する。

ここで、大作用角カム55は、小作用角カム54に比較して、弁の作用角及びリフト量が共に大となるように形成されているから、メインロッカアーム56とサブロッカアーム57とが一体化すると、より大きなリフト量の大作用角カム55のカムプロフィールに従って吸気弁24が開閉駆動され、吸気弁24の作用角が大きくなり、かつ、閉時期IVCは下死点BDC付近から遅角される。

【0029】

レバー部材63の上端面63bがカムフォロア部57cの係合面57dに係合するタイミングは、大作用角カム55のリフト領域ではなく、大作用角カム55のベースサークル領域である。

このように、バルブタイミング可変機構31では、制御軸65を電動モータ68によって回動させて、レバー部材63とカムフォロア部57cとの係合・係合解除を切り替え、メインロッカアーム56とサブロッカアーム57との連結・連結解除を切り替えることで、吸気弁24を開駆動するカムを、小作用角カム54と大作用角カム55とのいずれか一方に切り替え、吸気弁24の作用角及び開時期IVO・閉時期IVCを切り替える。

【0030】

エンジン・コントローラ12は、マイクロコンピュータを備え、燃料噴射弁23による燃料噴射、点火プラグ26による点火、電子制御スロットル30の開度、バルブタイミング可変機構31による吸気弁24の開特性の変更などを制御する。即ち、本実施形態では、エンジン・コントローラ12が、バルブタイミング可変機構の制御装置に相当する。

但し、エンジン・コントローラ12とは別に、バルブタイミング可変機構31を駆動制御する可変動弁コントローラを設けることができ、更に、エンジン・コントローラ12がバルブタイミング可変機構31の目標値を演算して可変動弁コントローラに出力し、可変動弁コントローラが、前記目標値と制御量とに基づいてバルブタイミング可変機構31の操作量をフィードバック制御することができる。

【0031】

また、エンジン・コントローラ12は、内燃機関2の吸入空気流量QAを検出するエアフローセンサ35、内燃機関2の回転速度NE (rpm)を検出する回転センサ36、内燃機関2の冷却水温度TW (機関温度)を検出する水温センサ37、排気中の酸素濃度に基

10

20

30

40

50

づき空燃比 A F を検出する空燃比センサ 3 8 などからの検出信号を入力すると共に、統合コントローラ 1 1 が送信する運転指令（運転モード、トルク指令値など）を入力する。

そして、エンジン・コントローラ 1 2 は、運転モードに応じて内燃機関 2 の運転・停止を制御し、かつ、トルク指令値に応じて電子制御スロットル 3 0 の開度を制御することで、内燃機関 2 の吸入空気量（出力トルク）を調整する。

【 0 0 3 2 】

また、エンジン・コントローラ 1 2 は、噴射パルス幅 T I を、吸入空気流量 Q A , 機関回転速度 N E , 冷却水温度 T W , 空燃比 A F などから演算し、演算した噴射パルス幅 T I の噴射パルス信号（開駆動信号）を、各気筒の行程に合わせて各燃料噴射弁 2 3 に個別に出力する。

10

更に、エンジン・コントローラ 1 2 は、機関負荷、機関回転速度 N E , 冷却水温度 T W , 始動状態などに基づいて点火時期を演算し、この点火時期に応じて点火プラグ 2 6 による点火動作を制御する。

【 0 0 3 3 】

ここで、エンジン・コントローラ 1 2 によるバルブタイミング可変機構 3 1 の制御を、図 5 のフローチャートに従って説明する。図 5 のフローチャートに示すルーチンは一定時間毎に実行される。

まず、ステップ S 1 0 1 では、運転モード（例えば、アイドルストップ要求）に基づき内燃機関 2 の運転の停止指令が発生したか否かを判断し、停止指令が発生すると、ステップ S 1 0 2（第 1 制御手段）へ進み、バルブタイミング可変機構 3 1 において吸気弁 2 4 の開駆動に用いるカムを大作用角カム 5 5 に切り替える。

20

【 0 0 3 4 】

内燃機関 2 の運転停止時におけるカムの切り替え制御は、再始動時に備えて予め大作用角カム 5 5 によって吸気弁 2 4 が開駆動される状態にしておくことで、後述するように、全気筒のうち最初に吸気行程となる気筒の吸気行程（初回の吸気行程）において、吸気弁 2 4 を下死点後の遅れた時期で閉じ、これによって有効圧縮比を低下させ、ブレイグニッションの発生抑制、起振力の低下、機関 2 を起動させる電力の低下を図るものである。

即ち、大作用角カム 5 5 での閉時期 I V C は、有効圧縮比が最大となる下死点から遅角させて有効圧縮比を下げることで、内燃機関 2 の始動時において、ブレイグニッションの発生抑制、起振力の低下、機関 2 を起動させる電力の低下を実現できるように予め適合されている。

30

【 0 0 3 5 】

尚、上記のように、大作用角カム 5 5 は、内燃機関 2 の始動時に用いるから、高回転域のような慣性過給効果は発生せず、吸気弁 2 4 の閉時期 I V C を下死点 B D C から遅らせるほど有効圧縮比は低下する。

ステップ S 1 0 2 では、内燃機関 2 の停止指令の発生時点（燃料噴射・点火の停止時）から慣性で内燃機関 2 が回転している間に、小作用角カム 5 4 から大作用角カム 5 5 へ切り替えることで、吸気弁 2 4 の閉時期 I V C を、吸気下死点 B D C 付近から吸気下死点 B D C 後 9 0 deg 付近にまで変化させるものであり、換言すれば、閉時期 I V C を、吸気下死点 B D C 付近から遠ざけるように遅角させる。

40

【 0 0 3 6 】

大作用角カム 5 5 で吸気弁 2 4 が開駆動される状態で内燃機関 2 が停止すると、ステップ S 1 0 3 では、再始動要求（例えば、アイドルストップの解除要求）の有無を判定する。

そして、再始動要求が発生すると、ステップ S 1 0 4 へ進んで電動モータ 3 を起動させ、電動モータ 3 の出力で内燃機関 2 のクランクシャフト（出力軸）を回転駆動し、内燃機関 2 をクランキングさせると共に、内燃機関 2 への燃料噴射・点火を開始させるようになる。

【 0 0 3 7 】

燃料噴射を開始させる場合には、吸気行程途中で止まっていた気筒に対して最初の燃料

50

噴射を行わせることで初爆を早め、その後、吸気行程となる気筒に対して順次燃料噴射を行わせ、燃料噴射を行った気筒について点火火花を発生させるように点火プラグ 2 6 に点火エネルギーを供給する。

尚、電動モータ 3 とは別に、機関始動専用のスタータモータを備え、このスタータモータによって内燃機関 2 をクランキングさせることができる。

【 0 0 3 8 】

内燃機関 2 のクランキングが開始すると、全気筒のうちで最初に吸気行程となる気筒の吸気行程（初回の吸気行程）は、内燃機関 2 の停止時に予め切り替えておいた大作用角カムによる吸気弁 2 4 の開駆動によって、吸気下死点 B D C 後の遅れた時期が閉時期 I V C（吸気行程の終期）となる。

10

初回の吸気行程において大作用角カム 5 5 を用いることによって、小作用角カム 5 4 を用いる場合よりも閉時期 I V C が吸気下死点 B D C から遅角され、初回の吸気行程での有効圧縮比が低下する。従って、アイドルストップから内燃機関 2 を再始動させる場合のように、内燃機関 2 の完暖状態で再始動される場合であって、ブレイグニッションが発生し易い条件であっても、ブレイグニッションの発生を抑制できる。

【 0 0 3 9 】

換言すれば、ブレイグニッションの発生を抑制できる程度の低い有効圧縮比になるような閉時期 I V C を下死点 B D C 以降に設定し、この閉時期 I V C で吸気弁 2 4 を閉じるようなカムプロフィールに大作用角カム 5 5 を設定してある。

また、初回の吸気行程での有効圧縮比を低くすることで、起振力が低下し、機関振動の発生を抑制でき、更に、圧縮仕事が減ることで機関を起動（回転開始）させるための電力を低下させることができる。

20

【 0 0 4 0 】

ステップ S 1 0 5（第 2 制御手段）では、全気筒のうちで 2 番目に吸気行程となる気筒の吸気行程（2 回目の吸気行程）において、吸気弁 2 4 の閉時期 I V C が、初回の吸気行程での閉時期 I V C よりも進角され、吸気下死点 B D C に近づくように、小作用角カム 5 4 への切り替えを行い、全気筒のうちで 2 番目に吸気行程となる気筒の吸気行程では、小作用角カム 5 4 を用いて吸気弁 2 4 を開駆動し、吸気下死点 B D C 付近で吸気弁 2 4 を閉じるようにする。

本実施形態で用いるバルブタイミング可変機構 3 1 では、前述のように、大作用角カム 5 5 のリフト領域で押されてサブロッカアーム 5 7 が揺動している状態では、レバー部材 6 3 の係合・係合解除（カムの切り替え）を行えず、大作用角カム 5 5 のベースサークル領域とカムフォロア部 5 7 c とが当接している状態で、レバー部材 6 3 の係合・係合解除（カムの切り替え）を行える。

30

【 0 0 4 1 】

そこで、図 6 に示すように、初回の吸気行程中であって 2 回目の吸気行程の開始前（大作用角カム 5 5 による開時期 I V O 前）、例えば、初回の吸気行程中の吸気下死点 B D C で、レバー部材 6 3 の係合解除（メインロッカアーム 5 6 とサブロッカアーム 5 7 との連結解除）し、大作用角カム 5 5 から小作用角カム 5 4 に切り替える操作量の出力（電動モータ 6 8 の回動指示）を、バルブタイミング可変機構 3 1 に対して行う。

40

初回の吸気行程中の吸気下死点 B D C で小作用角カム 5 4 に切り替える操作、即ち、制御軸 6 5 の回動を行っても、初回の吸気行程に該当した気筒については、閉時期 I V C になるまで、換言すれば、初回の吸気行程に該当した気筒における大作用角カム 5 5 のベースサークルに当接する状態になるまでは、大作用角カム 5 5 での開駆動を継続し、初回の吸気行程が終了した時点で、レバー部材 6 3 の係合が解除され、小作用角カム 5 4 で吸気弁 2 4 が開駆動される状態に切り替わる。

【 0 0 4 2 】

一方、切り替え操作を行った吸気下死点 B D C 以降に吸気行程となる気筒については、切り替え操作を行った時点で大作用角カム 5 5 のベースサークルに当接する状態であるから、直ちにレバー部材 6 3 の係合が解除され、小作用角カム 5 4 で吸気弁 2 4 が開駆動さ

50

れる状態に切り替わる。

小作用角カム 5 4 で吸気弁 2 4 を開駆動する場合、閉時期 I V C が吸気下死点 B D C 付近となり、大作用角カム 5 5 による開駆動時よりも有効圧縮比が高くなり、より高い燃焼トルクが得られることになる。従って、小作用角カム 5 4 に切り替えれば、内燃機関 2 の回転速度 N E の上昇を早めることができ（完爆判定速度への到達時間を短くでき）、始動時間、換言すれば、モータの回転駆動力によって内燃機関 2 をクランキングしている時間を短くできる。

【 0 0 4 3 】

そして、内燃機関 2 の始動時間を短くできれば、始動に必要とするバッテリー電力の要求が低くなり、より多くバッテリー電力を消費しても、内燃機関 2 を始動させることが可能になるから、相対的に、電動モータ 3 による走行に用いるバッテリー電力を多くでき、電動モータ 3 による走行距離を長くすることができる。

10

バルブタイミング可変機構 3 1 によって大作用角カム 5 5 から小作用角カム 5 4 に切り替えれば、前述のように、有効圧縮比の増大による燃焼トルクの増加によって回転上昇が速まるが、回転上昇が速くなると、その分オーバーシュートが大きくなってしまいう可能性がある。

【 0 0 4 4 】

そこで、本実施形態では、機関回転速度のオーバーシュート（吹け上がり）を抑制するために以下の処理を行う。

ステップ S 1 0 6 では、機関回転速度 N E が完爆判定速度 S L 以上になっているか否かを判断する。

20

【 0 0 4 5 】

完爆判定速度 S L とは、電動モータ 3（又はスタータモータ）による内燃機関 2 の回転駆動（クランキング）を停止させても、内燃機関 2 が自立して回転（運転）を継続できるものと判断できる回転速度であり、例えば、1 0 0 0 rpm 程度に設定する。

機関回転速度 N E が完爆判定速度 S L に達していれば、電動モータ 3（又はスタータモータ）による内燃機関 2 の回転駆動（クランキング）は不要であり、また、有効圧縮比が高い小作用角カム 5 4 をそのまま継続して用いると、機関回転速度の目標アイドル回転速度に対するオーバーシュート（吹け上がり）が過大になってしまう可能性がある。

【 0 0 4 6 】

30

そこで、小作用角カム 5 4 を用いて高い有効圧縮比（燃焼トルク）を得ていた状態で、機関回転速度 N E が完爆判定速度 S L に達すると、ステップ S 1 0 7（第 3 制御手段）へ進み、電動モータ 3（又はスタータモータ）による内燃機関 2 の回転駆動（クランキング）を停止すると共に、そのときに大作用角カム 5 5 のベースサークル領域とサブロッカアーム 5 7 とが当接している気筒から順次大作用角カム 5 5 に切り替えるように、制御軸 6 5 を回動させる。

小作用角カム 5 4 から大作用角カム 5 5 に切り替えれば、吸気弁 2 4 の閉時期 I V C が吸気下死点付近から遅角され、有効圧縮比が低下して燃焼トルクが低下することで、回転速度の吹け上りを抑制できる。

【 0 0 4 7 】

40

ステップ S 1 0 8 では、小作用角カム 5 4 から大作用角カム 5 5 に切り替えたことで、機関回転速度の吹け上がりが収束したか否かを判断する。

具体的には、一旦完爆判定速度 S L を横切って上昇変化した機関回転速度 N E が、完爆判定速度 S L に近づく方向に減少変化を開始した時点、又は、機関回転速度 N E の加速度の絶対値が閾値以下になった時点、目標アイドル回転速度を含む回転速度領域に機関回転速度が含まれる状態が一定時間以上継続した時点などにおいて、吹け上がりが収束したものと判定する。

【 0 0 4 8 】

そして、吹け上がりの収束を判定すると、ステップ S 1 0 9 へ進んで、大作用角カム 5 5 から小作用角カム 5 4 に戻し、より高い有効圧縮比で内燃機関 2 を効率良く運転させる

50

ようにする。

ところで、始動時における初回の吸気行程で、大作用角カム 55 を用いて吸気弁 24 を開駆動するのは、大作用角カム 55 での駆動で有効圧縮比を低下させ、ブレイグニッションが発生することを抑制するためであるから、ブレイグニッションの発生条件でない場合には、初回の吸気行程から小作用角カム 54 を用い、高い有効圧縮比による高い燃焼トルクを得ることができる。

【 0 0 4 9 】

そこで、図 7 のフローチャートに示す、エンジン・コントローラ 12 によるバルブタイミング可変機構 31 の制御では、ブレイグニッションの発生条件であるか否かに基づいて、初回の吸気行程で大作用角カム 55 と小作用角カム 54 とのいずれを用いるかを決定する。

10

図 7 のフローチャートは、一定時間毎に実行され、まず、ステップ S 201 では、運転モード（例えば、アイドルストップ要求）に基づき内燃機関 2 の運転の停止指令が発生したか否かを判断し、停止指令が発生すると、ステップ S 202 へ進み、ブレイグニッションの発生条件が成立しているか否かを判断する。

【 0 0 5 0 】

具体的には、そのときの冷却水温度 TW （機関温度）及びノ又は吸気温度が、ブレイグニッションの発生が予測される程度に高い領域の温度であるか否かを判断し、ブレイグニッションの発生が予測される高温領域に含まれる場合には、ブレイグニッションの発生条件が成立していると判断する。

20

そして、ブレイグニッションの発生条件が成立している場合には、ステップ S 203（第 1 制御手段）へ進んで、バルブタイミング可変機構 31 において吸気弁 24 の開駆動に用いるカムを再始動に備えて大作用角カム 55 に切り替える。

【 0 0 5 1 】

一方、ブレイグニッションの発生条件が成立していない場合、換言すれば、ブレイグニッションが発生しないものと推定される場合には、ステップ S 204（第 4 制御手段）へ進み、吸気弁 24 の開駆動に用いるカムを小作用角カム 54 に保持させる。

ステップ S 205 では、再始動要求（例えば、アイドルストップの解除要求）の有無を判定する。

【 0 0 5 2 】

30

そして、再始動要求が発生すると、ステップ S 206 へ進んで電動モータ 3 を起動させ、電動モータ 3 の出力で内燃機関 2 のクランクシャフト（出力軸）を回転駆動し、内燃機関 2 をクランキングさせると共に、内燃機関 2 への燃料噴射・点火を開始させるようにする。

ここで、内燃機関 2 の停止時に、再始動時にブレイグニッションが発生しないものと推定し、小作用角カム 54 のままで内燃機関 2 を停止させた場合には、初回の吸気行程から小作用角カム 54 で吸気弁 24 が開駆動され、初回の吸気行程から高い有効圧縮比で燃焼させることができるから、機関回転速度の立ち上がり応答を高めることができる。

【 0 0 5 3 】

一方、内燃機関 2 の停止時に、再始動時にブレイグニッションが発生するものと推定すると、大作用角カム 55 に切り替えるから、初回の吸気行程は大小作用角カム 55 で吸気弁 24 を開駆動することになり、有効圧縮比の小さい燃焼によってブレイグニッションの発生を抑制することができる。

40

内燃機関 2 の始動操作を開始すると、ステップ S 207 では、初回の吸気行程で、大作用角カム 55 で吸気弁 24 を開駆動する設定としたか、小作用角カム 54 で吸気弁 24 を開駆動する設定としたかを判断する。

【 0 0 5 4 】

ステップ S 207 で、ブレイグニッションの発生予測に基づき、初回の吸気行程において大作用角カム 55 で吸気弁 24 を開駆動するように設定した場合には、ステップ S 208 へ進む。

50

ステップS208(第2制御手段)では、全気筒のうちで2番目に吸気行程となる気筒の吸気行程(2回目の吸気行程)において、吸気弁24の開時期IVCが、初回の吸気行程での閉時期IVCよりも進角され、吸気下死点BDCに近づくように、小作用角カム54への切り替えを行う。

【0055】

即ち、ブレイグニッションの発生を予測した場合には、初回の吸気行程は大作用角カム55を用いることでブレイグニッションの発生を抑制し、2回目の吸気行程から小作用角カム54を用いるようにして、2回目の吸気行程以降から高い有効圧縮比での燃焼によって機関回転速度NEを速やかに上昇させるようにする。

一方、ブレイグニッションが発生しないと予測し、初回の吸気行程から小作用角カム54を用いていた場合には、2回目の吸気行程以降も引き続き小作用角カム54を用いることで、機関回転速度NEを速やかに上昇させることができるので、ステップS208を迂回してステップS209へ進む。

【0056】

ステップS209で、小作用角カム54を用いて吸気弁24を開駆動している状態で、機関回転速度NEが完爆判定速度SL以上になっているか否かを判断する。

そして、小作用角カム54を用いて高い有効圧縮比(燃焼トルク)を得ていた状態で、機関回転速度NEが完爆判定速度SLに達すると、ステップS210(第3制御手段)へ進み、電動モータ3(又はスタータモータ)による内燃機関2の回転駆動(クランクング)を停止すると共に、そのときに大作用角カム55のベースサークル領域とサブロッカアーム57とが当接している気筒から順次大作用角カム55に切り替えるように、制御軸65を回動させる。

【0057】

上記のように、有効圧縮比が低くなる大作用角カム55に切り替えることで、機関回転速度の吹け上がりを抑制することができる。

ステップS211では、小作用角カム54から大作用角カム55に切り替えたことで、機関回転速度の吹け上がりが収束したか否かを判断する。

【0058】

そして、吹け上がりの収束を判定すると、ステップS212へ進んで、大作用角カム55から小作用角カム54に戻し、より高い有効圧縮比で内燃機関2を運転させるようにする。

ところで、バルブタイミング可変機構31としては、上記実施形態に示した、小作用角カム54と大作用角カム55とに切り替える機構の他、開特性(閉時期IVC)を連続的に変更できる機構を用いることができる。

【0059】

開特性(閉時期IVC)を連続的に変更できるバルブタイミング可変機構31としては、例えば、図8及び図9に示すような構造によって作用角と共にバルブリフト量(最大バルブリフト量)を連続的に可変とする作用角可変機構31Aと、クランクシャフトに対するカムシャフトの回転位相を連続的に可変とすることで、作用角の中心位相を連続的に可変とする中心位相可変機構31Bとの組み合わせを用いることができる。

図8に示すように、吸気弁24の上方に、図外のクランクシャフトによって回転駆動されるカムシャフト53が気筒列方向に沿って回転可能に支持されている。

カムシャフト53には、吸気弁24のバルブリフトタ24aに当接して吸気弁24を開閉駆動する揺動カム84が相対回転可能に外嵌されている。

【0060】

カムシャフト53と揺動カム84との間に、吸気弁24の作用角及びバルブリフト量を連続的に変更する作用角可変機構31Aを設けてある。

カムシャフト53の一端部には、クランクシャフトに対するカムシャフト53の回転位相を変化させることにより、吸気弁24の作用角の中心位相を連続的に変更する中心位相可変機構31Bが配設されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 1 】

作用角可変機構 3 1 A は、図 8 及び図 9 に示すように、カムシャフト 5 3 に偏心して固定的に設けられる円形の駆動カム 9 1 と、この駆動カム 9 1 に相対回転可能に外嵌するリング状リンク 9 2 と、カムシャフト 5 3 と略平行に気筒列方向へ延びる制御軸 9 3 と、この制御軸 9 3 に偏心して固定的に設けられた円形の制御カム 9 4 と、この制御カム 9 4 に相対回転可能に外嵌すると共に、一端がリング状リンク 9 2 の先端に連結されたロッカアーム 9 5 と、このロッカアーム 9 5 の他端と揺動カム 8 4 とに連結されたロッド状リンク 9 6 と、を有している。

制御軸 9 3 は、モータ 9 7 によりギア列 9 8 を介して回転駆動される。

【 0 0 6 2 】

上記の構成により、クランクシャフトに連動してカムシャフト 5 3 が回転すると、駆動カム 9 1 を介してリング状リンク 9 2 がほぼ並進移動すると共に、ロッカアーム 9 5 が制御カム 9 4 の軸心周りに揺動し、ロッド状リンク 9 6 を介して揺動カム 8 4 が揺動して吸気弁 2 4 が開閉駆動される。

また、前記モータ 9 7 を駆動制御して制御軸 9 3 の回転角度を変化させることにより、ロッカアーム 9 5 の揺動中心となる制御カム 9 4 の軸心位置が変化して揺動カム 8 4 の姿勢が変化する。

【 0 0 6 3 】

これにより、吸気弁 2 4 の作用角の中心位相が略一定のまま、吸気弁 2 4 の作用角及びバルブリフト量（最大バルブリフト量）が連続的に変化し、この作用角の変化に応じて吸気弁 2 4 の閉時期 I V C が連続的に変化する。

尚、作用角及びバルブリフト量の変化に応じて、作用角の中心位相も連続的に変化させるように、作用角可変機構 3 1 A を構成することが可能である。

【 0 0 6 4 】

エンジン・コントローラ 1 2 には、制御軸 9 3 の回転角 C A を検出する角度センサ 9 9 からの検出信号が入力され、目標バルブリフト量に対応する目標角度位置に前記制御軸 9 3 を回動させるべく、角度センサ 9 9 の検出結果に基づいてモータ 9 7 への供給電力を制御する操作量をフィードバック制御する。

一方、中心位相可変機構 3 1 B としては、特開 2 0 1 0 - 0 7 7 8 1 3 号公報に開示されるようなベーン式の中心位相可変機構を採用でき、また、ヘリカルスプラインと電磁リターダとを組み合わせた中心位相可変機構や、ヘリカルスプラインと油圧とを組み合わせた中心位相可変機構や、電磁ブレーキ力を利用する中心位相可変機構などを採用することができる。また、油圧を用いる中心位相可変機構 3 1 B においては、機関駆動のオイルポンプ又は電動オイルポンプを用いることができる。

【 0 0 6 5 】

作用角可変機構 3 1 A と中心位相可変機構 3 1 B とを組み合わせたバルブタイミング可変機構 3 1 を用いる内燃機関 2 における、エンジン・コントローラ 1 2 によるバルブタイミング可変機構 3 1 の制御を、図 1 0 のフローチャートに従って説明する。

尚、本実施形態では、中心位相可変機構 3 1 B が、始動時に適合する中間的な位相位置に機械的にロックするロック機構を備えているものとする。

【 0 0 6 6 】

図 1 0 のフローチャートに示すルーチンは一定時間毎に実行され、まず、ステップ S 3 0 1 では、運転モード（例えば、アイドルストップ要求）に基づき内燃機関 2 の運転の停止指令が発生したか否かを判断し、停止指令が発生すると、ステップ S 3 0 2 へ進み、作用角可変機構 3 1 A をデフォルトの最小作用角に制御し、中心位相可変機構 3 1 B のロック機構によって始動時用の位相位置にロックする。

ステップ S 3 0 3 では、再始動要求（例えば、アイドルストップの解除要求）の有無を判定する。

【 0 0 6 7 】

そして、再始動要求が発生すると、ステップ S 3 0 4 へ進んで、ブレイグニッションの

10

20

30

40

50

発生条件であるか否かを、機関温度及び/又は吸気温度などに基づき判断する。

ブレイグニッションの発生条件が成立している場合には、ステップS305（第1制御手段）へ進んで、吸気弁24の作用角を、ブレイグニッションの抑制に適した値として予め設定してある目標大作用角になるように、作用角可変機構31Aを制御する。

【0068】

前記目標大作用角は、中心位相可変機構31Bがロック機構によって始動時用の位相位置にロックされている状態で、吸気弁24の閉時期IVCが、例えば、吸気下死点BDC後の60deg~110degの範囲内、好ましくは、ABDC90deg付近の閉時期IVC（第1閉時期）になるように設定する。

一方、ブレイグニッションが発生しないものと予測された場合には、ステップS306（第4制御手段）へ進み、吸気弁24の作用角を、前記目標大作用角よりも小さく、閉時期IVCが目標大作用角における閉時期IVCよりも吸気下死点BDCに近づいて有効圧縮比が高くなる目標小作用角になるように、作用角可変機構31Aを制御する。

【0069】

前記目標小作用角は、中心位相可変機構31Bがロック機構によって始動時用の位相位置にロックされている状態で、吸気弁24の閉時期IVCが、例えば、吸気下死点BDCから吸気下死点後の30degの範囲内になるように設定する。

ステップS307では、電動モータ3を起動させ、電動モータ3の出力で内燃機関2のクランクシャフト（出力軸）を回転駆動し、内燃機関2をクランキングさせると共に、内燃機関2への燃料噴射・点火を開始させるようにする。

【0070】

内燃機関2のクランキングが開始すると、全気筒のうちで最初に吸気行程となる気筒の吸気行程（初回の吸気行程）は、ブレイグニッションの発生が予測されている場合、吸気弁24の閉時期IVCがABDC90deg付近になるような大作用角に設定される。

初回の吸気行程において、閉時期IVCがABDC90deg付近になるような大作用角にすることによって、初回の吸気行程での有効圧縮比が低下する。従って、ブレイグニッションが発生し易い条件であっても、ブレイグニッションの発生を抑制できる。

【0071】

換言すれば、ブレイグニッションの発生を抑制できる程度の低い有効圧縮比になるような閉時期IVCを下死点BDC以降に設定し、この閉時期IVCで吸気弁24が閉じるような作用角の目標を目標大作用角として設定し、この目標大作用角に基づいて作用角可変機構31Aを制御する。

一方、ブレイグニッションの発生条件でない場合には、初回の吸気行程は、ブレイグニッションの発生条件である場合よりも吸気弁24の閉時期IVCが吸気下死点BDCにより近くなり、有効圧縮比がより高くなるような小作用角に設定される。

【0072】

初回の吸気行程から、高い有効圧縮比で燃焼させることができれば、初爆から高い燃焼トルクが得られ、機関回転速度の立ち上がり応答が速くなり、始動時間の短縮、引いては、始動に要するバッテリー電力を節約できる。

ステップS308（第2制御手段）では、初回の吸気行程において、吸気弁24の閉時期IVCがABDC90deg付近になるような大作用角に設定されていた場合、初回の吸気行程の終了後（全気筒のうちで最初に吸気行程となる気筒の吸気弁24の閉時期IVC以後）に、吸気弁24の閉時期IVCが吸気下死点BDCにより近い閉時期IVC（第2閉時期）なる小作用角に変更するように、作用角可変機構31Aを制御する。

【0073】

ここで、吸気弁24の作用角の中心位相は一定であるから、作用角を小さく変更すると、閉時期IVCは遅角変化し、閉時期IVCは進角変化し、閉時期IVCは吸気下死点に近づくことになる。

これにより、全気筒のうちで2番目に吸気行程となる気筒の吸気行程（2回目の吸気行程）から、初回の吸気行程よりも閉時期IVCが吸気下死点BDCに近づき、より高い有

10

20

30

40

50

効圧縮比で燃焼させることができる。従って、ブレイグニッションの発生を抑制しつつ、2回目の吸気行程以降で高い燃焼トルクを得て、機関回転速度の立ち上がり応答を速くでき、始動時間の短縮、引いては、始動に要するバッテリー電力を節約できる。

【0074】

作用角可変機構31Aで可変とされる作用角を、閉時期IVCが吸気下死点若しくは吸気下死点直後となる目標小作用角に設定した場合、前述のように、有効圧縮比の増大による燃焼トルクの増加によって回転上昇が速まるが、回転上昇が速くなると、その分オーバーシュートが大きくなってしまう可能性がある。

そこで、機関回転速度のオーバーシュート（吹け上がり）を抑制するために以下の処理を行う。ステップS309では、機関回転速度NEが完爆判定速度SL以上になっているか否かを判断する。

10

【0075】

完爆判定速度SLとは、電動モータ3（又はスタータモータ）による内燃機関2の回転駆動（クランキング）を停止させても、内燃機関2が自立して回転（運転）を継続できるものと判断できる回転速度であり、例えば、1000rpm程度に設定する。

機関回転速度NEが完爆判定速度SLに達していれば、電動モータ3（又はスタータモータ）による内燃機関2の回転駆動は不要であり、また、有効圧縮比が高い下死点付近の閉時期IVCとなる作用角（目標小作用角）をそのまま継続すると、機関回転速度の目標アイドル回転速度に対するオーバーシュート（吹け上がり）が過大になってしまう可能性がある。

20

【0076】

そこで、目標小作用角に制御していた状態で、機関回転速度NEが完爆判定速度SLに達すると、ステップS310（第3制御手段）へ進み、電動モータ3（又はスタータモータ）による内燃機関2の回転駆動（クランキング）を停止すると共に、作用角可変機構31Aで可変とされる作用角を、前記目標大作用角に制御する。

前記目標大作用角は、吸気弁24の閉時期IVCが吸気下死点後に遅れ、有効圧縮比が低下するから、オーバーシュート（吹け上がり）を抑制できる。

【0077】

ステップS311では、作用角を目標大作用角に変更したことで、機関回転速度の吹け上がりが収束したか否かを判断する。

30

そして、吹け上がりの収束を判定すると、ステップS312へ進んで、始動時用の作用角制御を終了し、例えば機関負荷・機関回転速度などの機関運転条件に基づき目標作用角を設定し、この目標作用角に応じて作用角可変機構31Aを制御する。また、中心位相可変機構31Bのロック機構のロック状態を解除し、例えば機関負荷・機関回転速度などの機関運転条件に基づき目標中心位相を設定し、この目標中心位相に応じて中心位相可変機構31Bを制御する。

【0078】

上記実施形態では、始動時に、作用角可変機構31Aによって吸気弁24の作用角及び閉時期IVCを変更したが、作用角可変機構31Aによる作用角の変更操作に並行して、中心位相可変機構31Bによる中心位相の変更操作を行わせることで、始動時における吸気弁24の閉時期IVCを制御することができる。また、作用角可変機構31Aを備えず、比較的応答が速い電動式の中心位相可変機構31Bを備える場合には、中心位相可変機構31Bで、始動時における吸気弁24の閉時期IVCを制御することができる。

40

但し、作用角や作用角の中心位相を連続的に変更する機構の場合、制御量の切り替わり応答が遅く、初回の吸気行程を大作用角とし、2回目以降の吸気行程からより小さい目標の作用角に応答良く切り替えることが難しい。これに対し、小作用角カム54と大作用角カム55とのいずれかに切り替える機構を用いれば、初回の吸気行程と2回目の吸気行程とで、それぞれの目標作用角に制御することが可能であり、ブレイグニッションの抑制と、回転速度の立ち上がり応答の向上とを、高い次元で両立させることができる。

【0079】

50

また、作用角可変機構 3 1 A と中心位相可変機構 3 1 B とを組み合わせたバルブタイミング可変機構 3 1 を用いる内燃機関 2 において、機関停止状態やクランキング程度の低回転域で中心位相可変機構 3 1 B が中心位相を変更できる場合には、中心位相可変機構 3 1 B による中心位相の変更によって、全気筒のうちで最初に吸気行程となる気筒の吸気行程における吸気弁 2 4 の閉時期、及び、始動開始から 2 回目の吸気行程に該当する気筒の吸気行程における吸気弁 2 4 の閉時期を制御することができる。

【 0 0 8 0 】

ここで、上記実施形態から把握し得る請求項以外の技術的思想について、以下に効果と共に記載する。

(イ) 前記バルブタイミング可変機構が、モータによる制御軸の回転によって、吸気弁を駆動するカムを、小作用角カムと大作用角カムとに切り替える機構である請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 つに記載のバルブタイミング可変機構の制御装置。

10

上記構成によると、初回吸気行程では、大作用角カムを用いて閉時期を下死点以降に遅らせることで有効圧縮比を低下させ、ブレイグニッションを抑制し、2 回目以降の吸気行程では、大作用角カムから小作用角カムにステップ的に切り替えて閉時期を下死点に近づけ、有効圧縮比を高くすることで高い燃焼トルクを得て、機関回転の立ち上がり応答を速くできる。

【 0 0 8 1 】

(ロ) 前記バルブタイミング可変機構が、モータによる制御軸の回転によって、吸気弁の作用角及びバルブリフト量を連続的に可変とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 つに記載のバルブタイミング可変機構の制御装置。

20

上記構成によると、初回吸気行程では、大作用角に制御して閉時期を下死点以降に遅らせることで有効圧縮比を低下させ、ブレイグニッションを抑制し、初回吸気行程後に作用角を小さく変更して閉時期を下死点に近づけ、有効圧縮比を高くすることで高い燃焼トルクを得て、機関回転の立ち上がり応答を速くできる。

【 0 0 8 2 】

(ハ) 前記内燃機関が、ハイブリッド車両において電動モータと共に動力源として用いられる請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 つに記載のバルブタイミング可変機構の制御装置。

上記構成によると、初回の吸気行程での閉時期の設定と、2 回目以降の吸気行程での閉時期の設定とによって、ブレイグニッションの発生を抑制しつつ、始動応答を速めることができるから、機関始動時の電力消費が減って、電動モータによる走行距離を延ばすことができる。

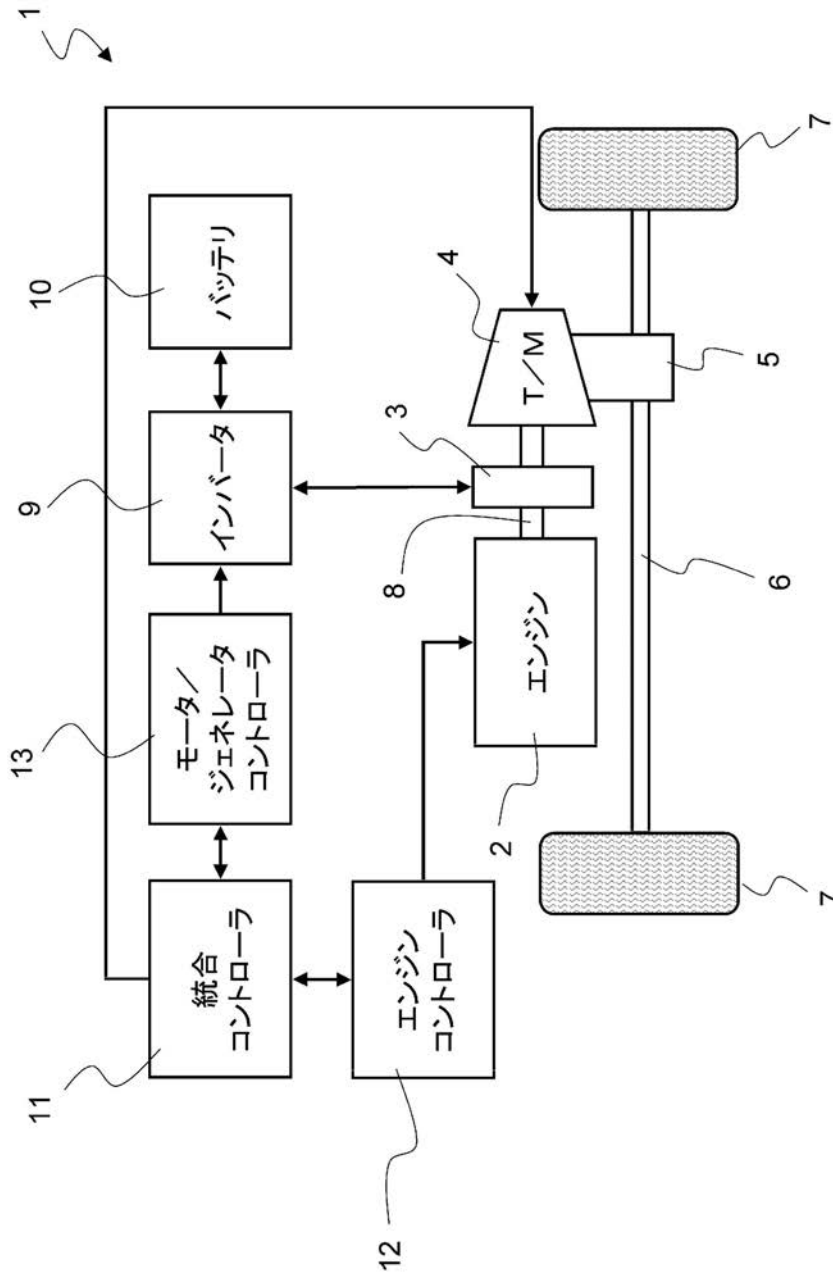
30

【符号の説明】

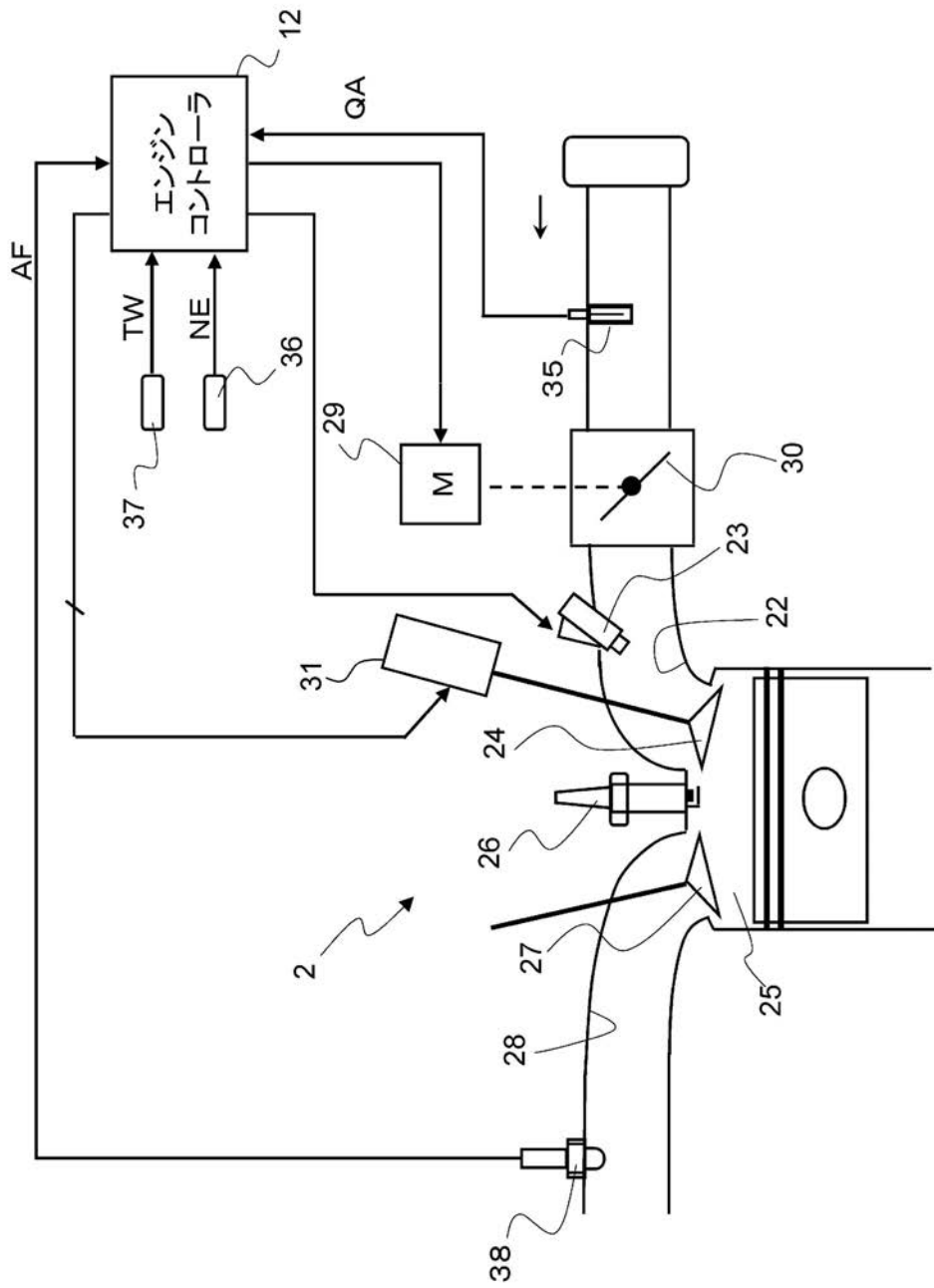
【 0 0 8 3 】

1 ... ハイブリッド車両、 2 ... エンジン（内燃機関）、 3 ... 電動モータ、 1 2 ... エンジン・コントローラ、 2 4 ... 吸気弁、 3 1 ... バルブタイミング可変機構、 5 4 ... 小作用角カム、 5 5 ... 大作用角カム、 6 5 ... 制御軸、 6 8 ... 電動モータ

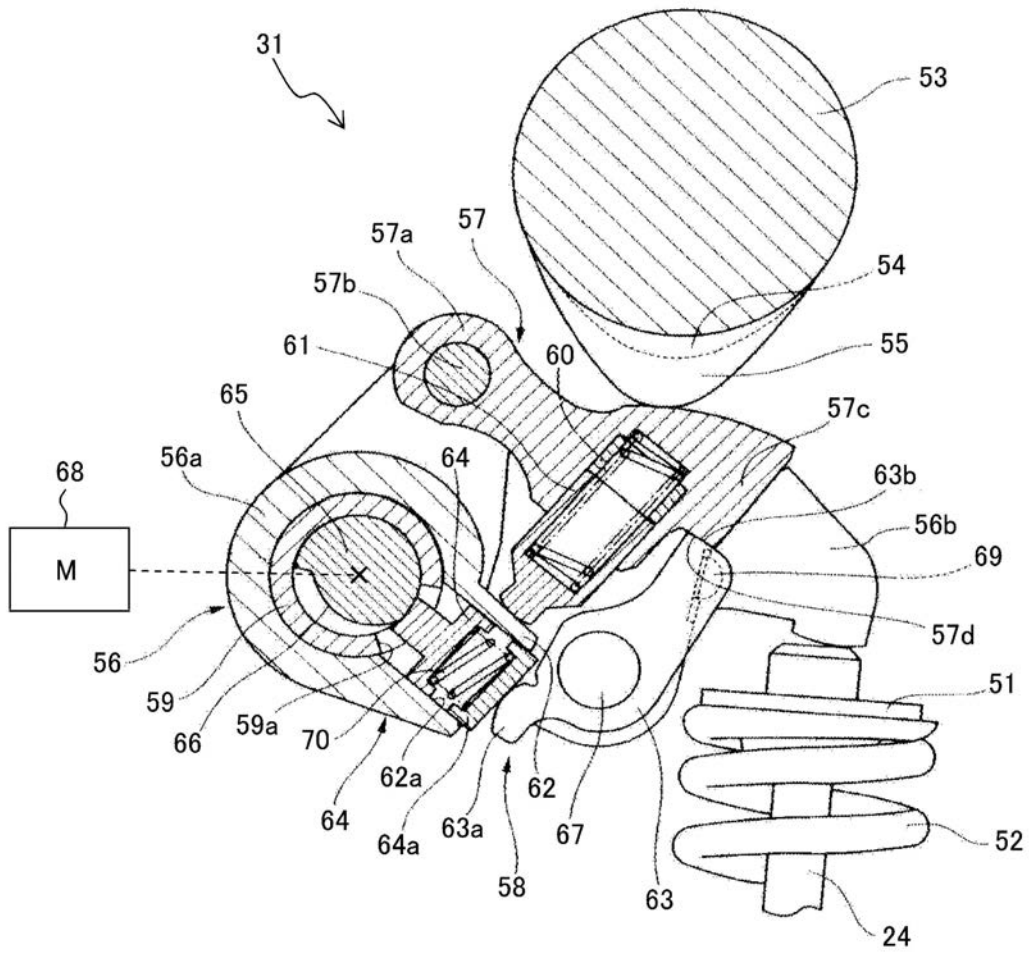
【図1】



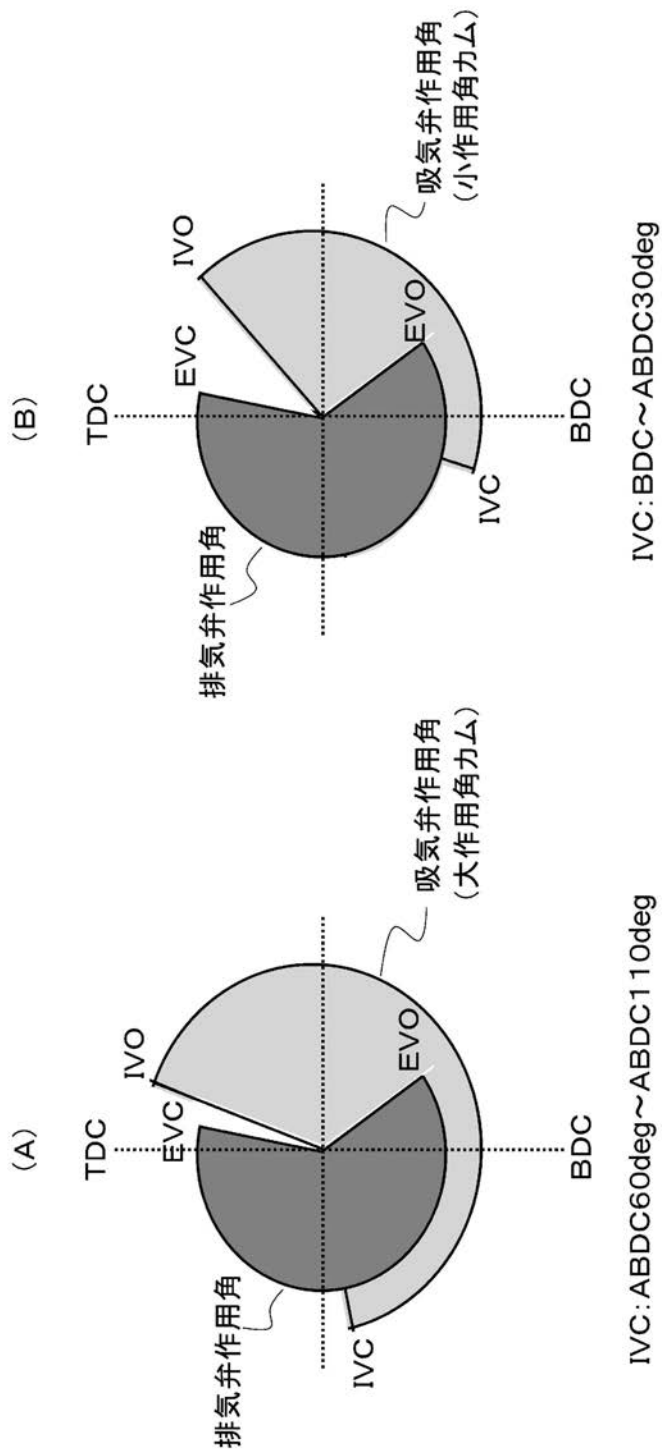
【図2】



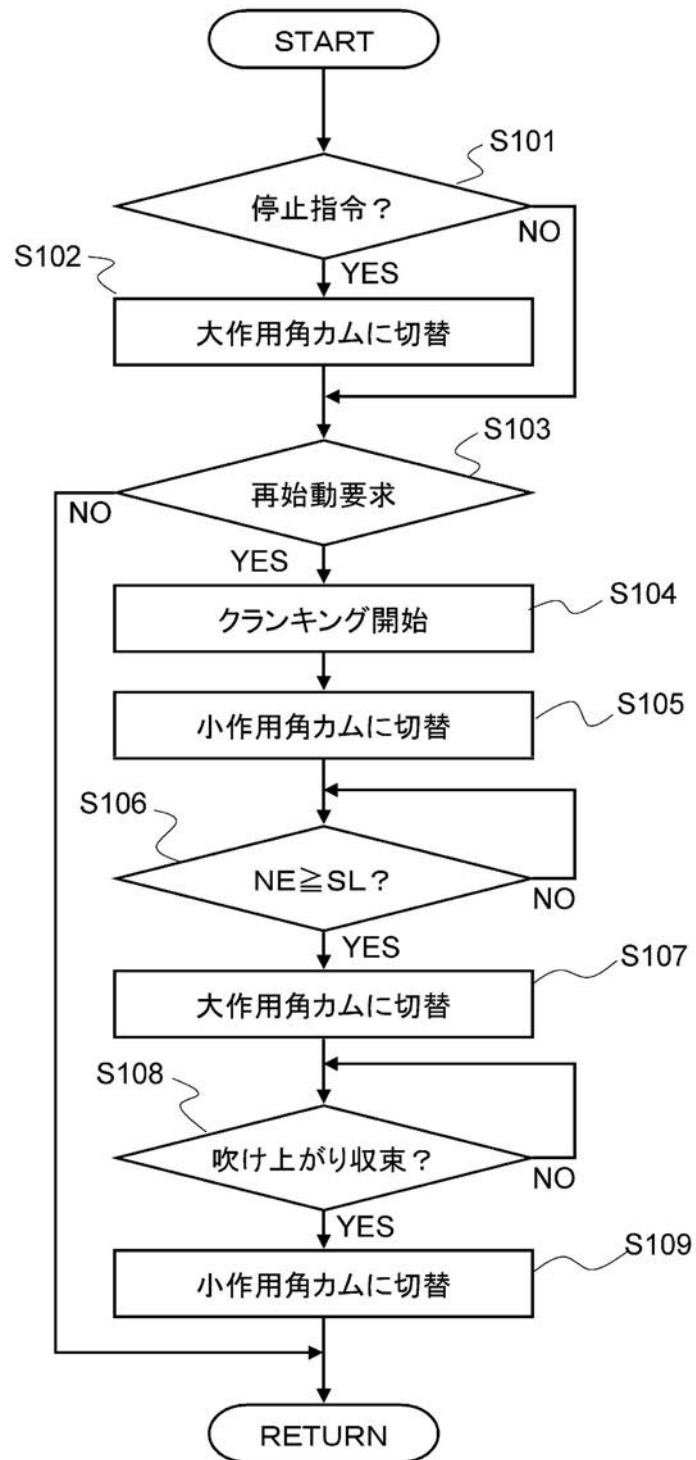
【図3】



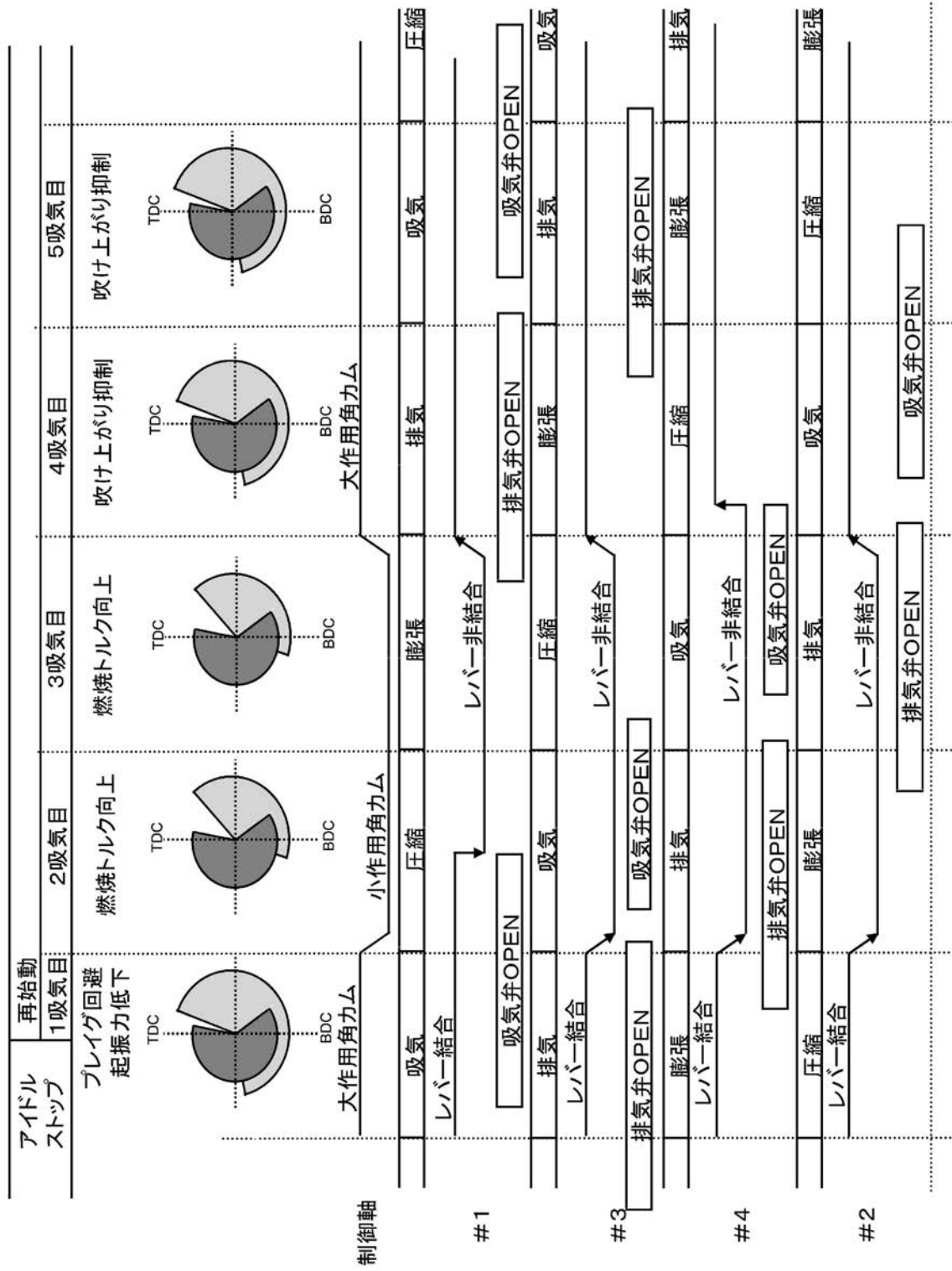
【 図 4 】



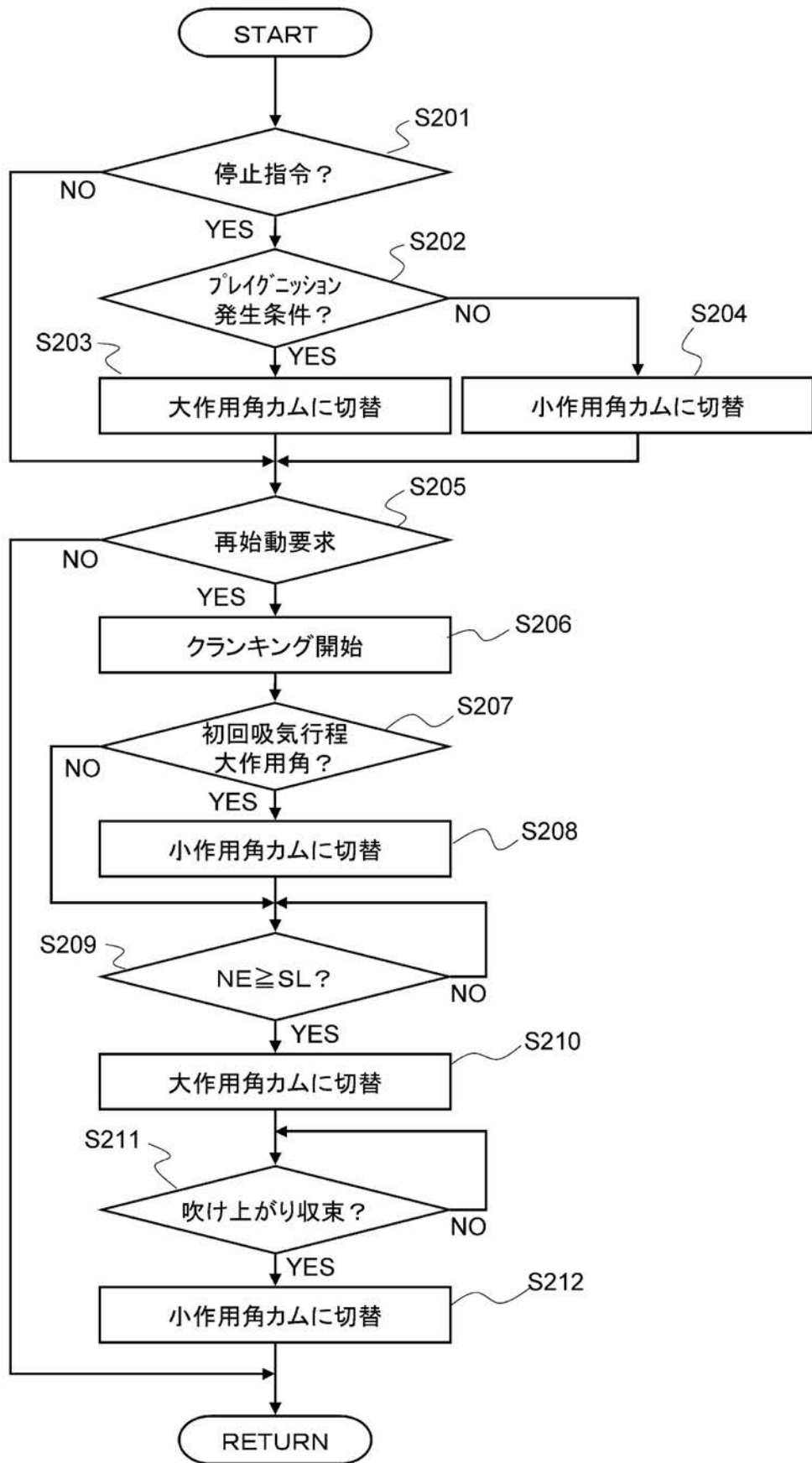
【図5】



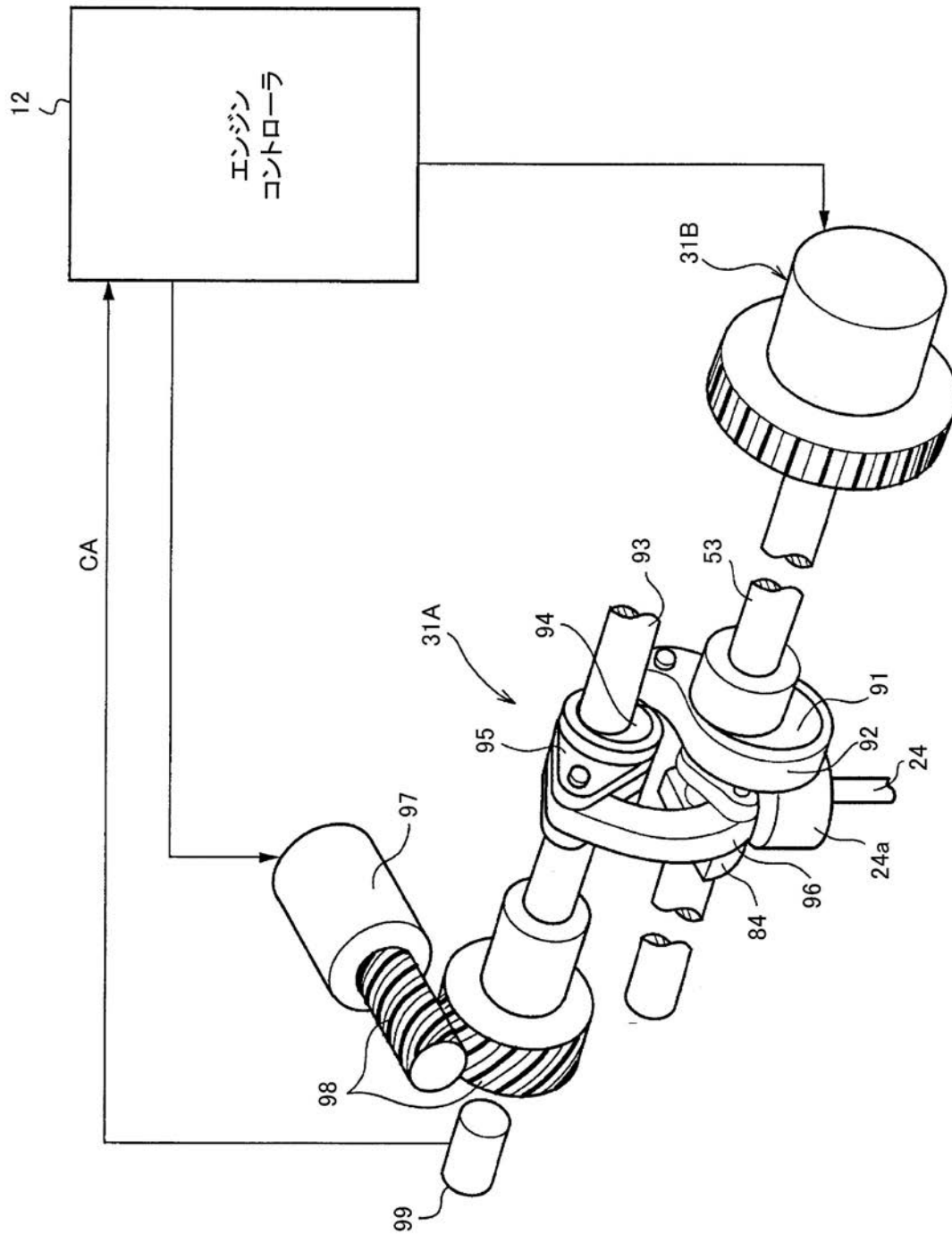
【 図 6 】



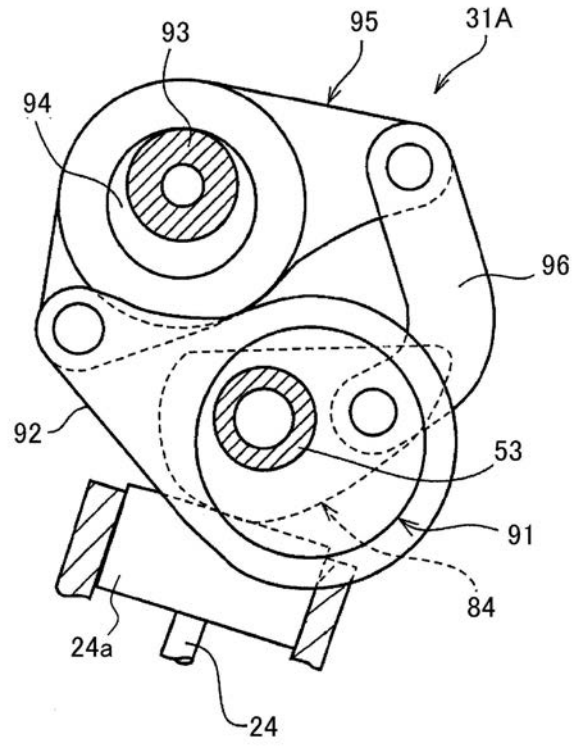
【図7】



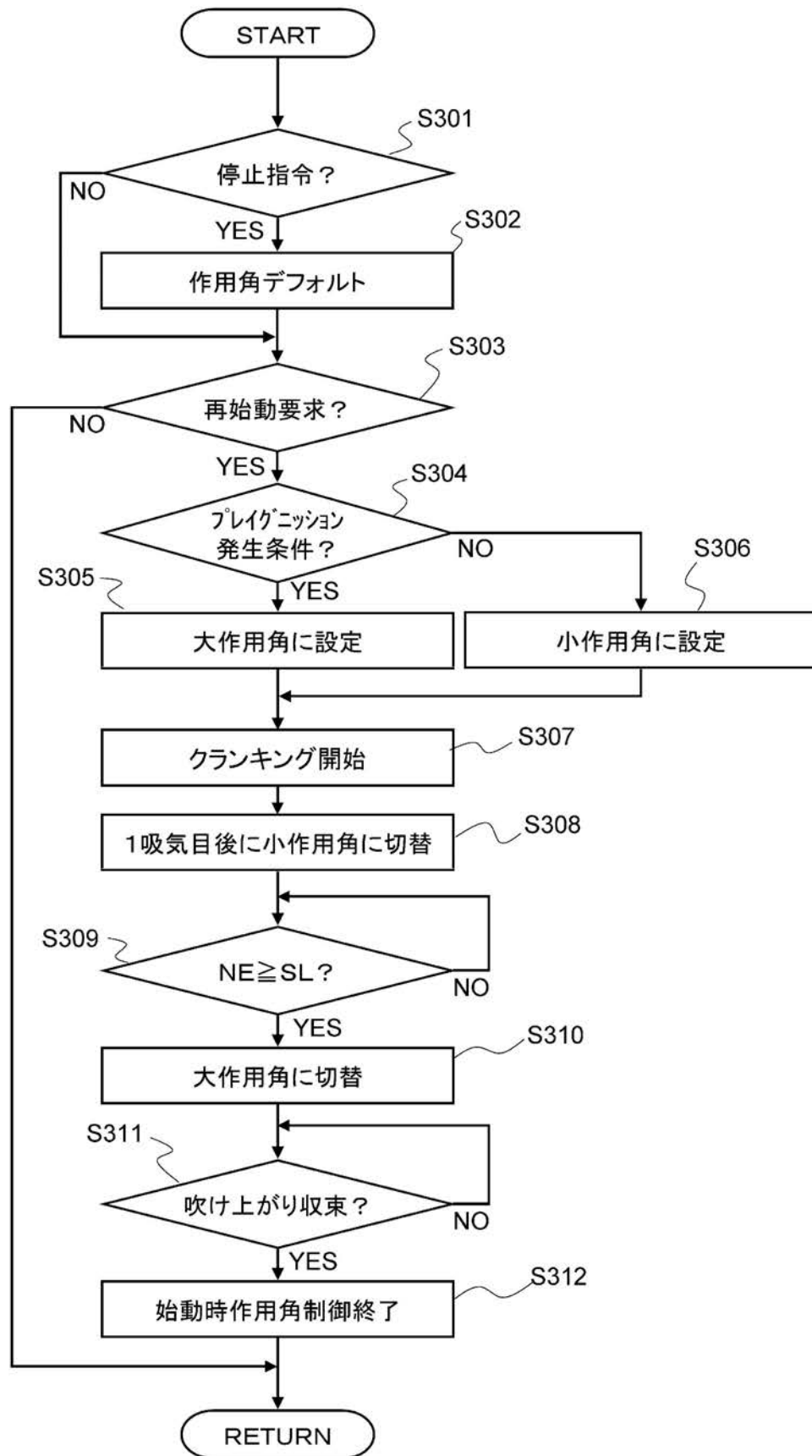
【 図 8 】



【 図 9 】



【図10】



フロントページの続き

審査官 寺川 ゆりか

(56)参考文献 特開2008-019756(JP,A)
特開2004-353501(JP,A)
特開2002-161768(JP,A)
特開2009-243360(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F02D 13/02
F02D 15/00
F02D 17/00