

(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  
2022年8月25日(25.08.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/176254 A1

(51) 国際特許分類:

F02D 41/06 (2006.01) F02D 45/00 (2006.01)  
F02D 13/02 (2006.01) F01L 1/356 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/034960

(22) 国際出願日: 2021年9月24日(24.09.2021)

(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 2021-024048 2021年2月18日(18.02.2021) JP

(71) 出願人: 日立 Astemo 株式会社(HITACHI  
ASTEMO, LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひ  
たちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 小池 悠太(KOIKE Yuta); 〒3128503 茨  
城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立  
Astemo 株式会社内 Ibaraki (JP). 猿渡  
匡行(SARUWATARI Masayuki); 〒3128503 茨  
城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立  
Astemo 株式会社内 Ibaraki (JP). 木原  
裕介(KIHARA Yuusuke); 〒3128503 茨城県ひ  
たちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立 Ast  
emo 株式会社内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人信友国際特許  
事務所(SHIN-YU INTERNATIONAL PATENT  
FIRM); 〒1510073 東京都渋谷区笹塚 2 - 1  
- 6 笹塚センタービル Tokyo (JP).

(54) Title: ELECTRIC VALVE TIMING CONTROL DEVICE AND ELECTRIC VALVE TIMING CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 電動バルブタイミング制御装置及び電動バルブタイミング制御方法

[図 13]

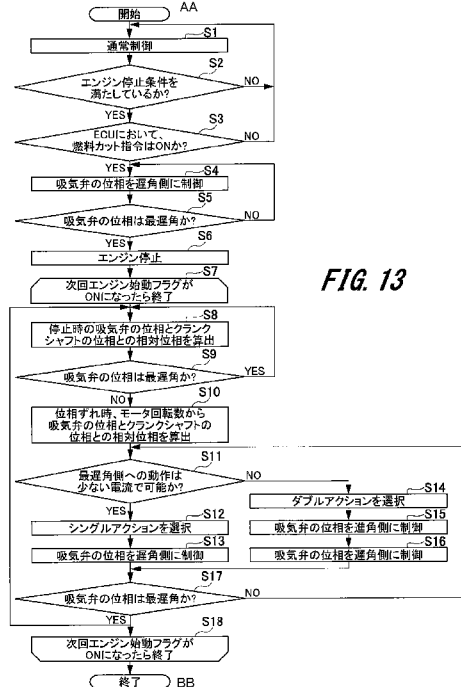


FIG. 13

S1 Normal control  
S2 Is engine-stopping condition satisfied?  
S3 Is fuel cut command ON in ECU?  
S4 Control phase of intake valve to lag-angle side  
S5 Is phase of intake valve at most-lagged angle?  
S6 Engine stop  
S7, S18 End when next engine start flag is ON  
S8 Calculate relative phase of phase of intake valve and phase of crankshaft at stoppage  
S9, S17 Is phase of intake valve at most-lagged angle?  
S10 Calculate relative phase of phase of intake valve and phase of crankshaft from motor speed at phase shift  
S11 Is operation to most-lagged-angle side possible with low electric current?  
S12 Select single action  
S13 Control phase of intake valve to lag-angle side  
S14 Select double action  
S15 Control phase of intake valve to advance-angle side  
S16 Control phase of intake valve to lag-angle side  
AA Start  
BB End

(57) Abstract: This electric valve timing control device controls an electric valve timing device that changes a valve timing by changing, via a motor linked to a camshaft, the relative rotation phase of the camshaft with respect to a crankshaft of an internal combustion engine. The electric valve timing control device comprises a control unit that changes the phase-changing method by which the camshaft is changed from the current phase to a target phase, on the basis of the relationship between the current phase of the camshaft and the target phase, when the relative rotation phase of the camshaft

(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, 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, IT, JO, JP, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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))

---

is changed by the electric valve timing device after a process for stopping the internal combustion engine.

(57) 要約: 電動バルブタイミング制御装置は、内燃機関のクランクシャフトに対するカムシャフトの相対回転位相をカムシャフトに連結されたモータによって変化させることで、バルブタイミングを変化させる電動バルブタイミング装置を制御する電動バルブタイミング制御装置であって、内燃機関の停止処理後に電動バルブタイミング装置によりカムシャフトの相対回転位相を変化させる際に、カムシャフトの現在の位相と目標の位相との関係に基づいて、カムシャフトを現在の位相から目標の位相へ変化させる位相変更方法を変える制御部を備える。

## 明 細 書

発明の名称：

電動バルブタイミング制御装置及び電動バルブタイミング制御方法

### 技術分野

[0001] 本発明は、モータを駆動源とする吸気弁又は排気弁のバルブタイミング（開閉タイミング）を変化させる電動バルブタイミング制御装置及び電動バルブタイミング制御方法に関する。

### 背景技術

[0002] 従来、内燃機関の出力軸であるクランクシャフトに対して、吸気弁用カムシャフトや排気弁用カムシャフトを同期回転させるための駆動力伝達機構としてタイミングプーリ、スプロケットあるいはギヤ等が存在する。そして、これらに組み込まれ、内燃機関の運転状態に応じて吸気弁のバルブタイミングを調整する可変バルブタイミング装置が知られている。

[0003] 近年は、油圧式のバルブタイミング装置から電動式のバルブタイミング装置への置換が進んでおり、その制御可能な温度や制御可能なエンジン回転数が拡大しているという傾向にある。しかし、既存の電動バルブタイミング装置において特に低いエンジン回転数における制御は難しく、特に自動車のエンジンが停止する際に、吸気弁の位相を任意のタイミングに制御することは困難であった。実際には、吸気弁をいわゆる電動バルブタイミング装置のデフォルト位置と機械的に行きつく位置に制御し、次のエンジン始動を待つという方式がとられてきた。

[0004] 電動バルブタイミング装置は、吸気弁又は排気弁を駆動するカムシャフトの位相を変化させる機構を備える。本機構は、電動バルブタイミング装置のモータからの出力が減速機によって増幅されてカムシャフトに伝達される。内燃機関の次回始動時に任意のバルブタイミングから始動させたい場合、内燃機関の停止後にモータに通電することでカムシャフトの位相を変換させることが可能となる。

- [0005] しかし、内燃機関の停止後に電動バルブタイミング装置を駆動する場合、内燃機関の動作中に電動バルブタイミング装置を駆動する場合に比べフリクションが増大する。そのため、停止後の電動バルブタイミング装置の駆動では、駆動が開始される際のモータの突入電流として大電流が印加されることとなり、電動バルブタイミング装置の駆動回路や配線に対し大きな負荷を与える恐れがある。そこで、内燃機関停止後のカムシャフトの位相変化では、電流値を抑制した使い方をしなければならないという問題がある。
- [0006] このような問題に対する電動バルブタイミング装置の制御方式として、例えば、特許文献１に開示された技術がある。特許文献１に開示された技術では、内燃機関の停止中に電動バルブタイミング装置を動作させる際に、電動バルブタイミング装置のモータに通電する電流を通常よりも増加することで、内燃機関の停止時においても容易な動作を可能とする。
- [0007] さらに、特許文献２では、内燃機関の停止時に電動バルブタイミング装置を動作させる際、一度カムシャフトを減速機のストッパ位置まで動作させた後に任意の位相まで制御するという方式をとる。これにより、カム角センサからの信号が途絶えた領域においても、カムシャフトの高精度な位相変化動作を可能としている。

## 先行技術文献

### 特許文献

- [0008] 特許文献１：特開２０１１－９４５８１号公報  
特許文献２：特開２００７－１９８３１４号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0009] しかしながら、特許文献１では、内燃機関の停止時に電動バルブタイミング装置を動作させる際に、モータの通電量を増加している。そのため、電流そのものの消費量としては悪化してしまうため、電流値の抑制という目的を達成し得ないという課題が残る。

[0010] また、しかし、特許文献2では、一度ストップ位置を経由することで電動バルブタイミング装置の無駄な動作を発生させてしまうため、電流値の抑制という目的にはそぐわない。

[0011] 上記の状況から、内燃機関の回転数が低下する停止直前から停止後にかけて、モータの電流を抑制しつつ電動バルブタイミング装置を任意のバルブタイミングに制御可能な手法が要望されていた。

### 課題を解決するための手段

[0012] 上記課題を解決するために、本発明の一態様の電動バルブタイミング制御装置は、内燃機関のクランクシャフトに対するカムシャフトの相対回転位相をカムシャフトに連結されたモータによって変化させることで、バルブタイミングを変化させる電動バルブタイミング装置を制御する。そして、上記電動バルブタイミング制御装置は、内燃機関の停止処理後に電動バルブタイミング装置によりカムシャフトの相対回転位相を変化させる際に、カムシャフトの現在の位相と目標の位相との関係に基づいて、カムシャフトを現在の位相から目標の位相へ変化させる位相変更方法を変える制御部、を備える。

### 発明の効果

[0013] 本発明の少なくとも一態様によれば、内燃機関の停止直前から停止後にかけて、モータの電流を抑制しつつ電動バルブタイミング装置を任意のバルブタイミングに制御することができる。これにより、過剰な電流の発生によるモータ及びモータドライバの過熱を防止でき、かつ内燃機関の停止直前から停止後にかけて弁の位相を任意の位相に制御することができる。

上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

### 図面の簡単な説明

[0014] [図1]電動バルブタイミング装置を備えたエンジンの構成例を示す概略図である。

[図2]電動バルブタイミング装置の構成例を示す側面図である。

[図3]電動バルブタイミング装置内の減速機の例を示す断面図である。

[図4]電動バルブタイミング装置が適用されたECUを含む制御系のブロック図である。

[図5]エンジン停止処理におけるエンジン状態ごとの動作名の定義を示すグラフである。

[図6]本発明の第1の実施形態に係る遅閉じミラーサイクルにおいて、吸気弁を最進角の位相に設定した場合の吸気弁のプロファイルを示す図である。

[図7]本発明の第1の実施形態に係る遅閉じミラーサイクルにおいて、吸気弁を最遅角の位相に設定した場合の吸気弁のプロファイルを示す図である。

[図8]図7における吸気プロファイルでエンジンサイクルを回した際のエンジン筒内の状態を表した模式図である。

[図9]エンジン停止時の吸気カムの角度と回転方向とモータ駆動電流との関係を示す図である。

[図10]本発明の第1の実施形態に係るECUの内部構成例を示すブロック図である。

[図11]本発明の第1の実施形態に係るエンジン停止後における第1の位相変更方法である「シングルアクション」の一例を示す。

[図12]本発明の第1の実施形態に係るエンジン停止後における第2の位相変更方法である「ダブルアクション」の一例を示す。

[図13]本発明の第1の実施形態に係る電動バルブタイミング制御方法の手順例を示すフローチャートである。

[図14]本発明の第2の実施形態に係る早閉じミラーサイクルにおいて、吸気弁を最進角の位相に設定した場合の吸気弁のプロファイルを示す図である。

[図15]本発明の第2の実施形態に係る早閉じミラーサイクルにおいて、吸気弁を最遅角の位相に設定した場合の吸気弁のプロファイルを示す図である。

[図16]本発明の第2の実施形態に係る電動バルブタイミング制御方法の手順例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

[0015] 以下、本発明を実施するための形態の例について、添付図面を参照して説

明する。本明細書及び添付図面において実質的に同一の機能又は構成を有する構成要素については、同一の符号を付して重複する説明を省略する。

[0016] <第1の実施形態>

まず、電動式の可変バルブタイミング装置が搭載されるエンジンの構成について図1を参照して説明する。本実施形態では、エンジンとして内燃機関を用いた例としている。以下では、本発明をトラクションモータとエンジンの2つの動力を備えるハイブリッド方式の車両に適用した場合を想定して説明するが、本発明はエンジンのみを動力として備える車両にも適用可能である。

[0017] [エンジン構成]

図1は、電動バルブタイミング装置を備えたエンジン50の構成例を示す。図1に示すエンジン50は、直列3気筒の自然吸気エンジンとして構成される。エンジン50では、シリンダヘッド1とシリンダブロック2、そしてシリンダブロック2に挿入されたピストン3により燃焼室が形成される。ピストン3はコンロッド4を介してクランクシャフト5と連結されている。クランクシャフト5の近傍に設けられたクランク角センサ6は、クランクシャフト5の回転数（エンジン回転数）を検知する。

[0018] 1気筒の燃焼室に向けて吸気管7と排気管8がそれぞれ2つに分岐して接続されている。燃焼室と吸気管7及び排気管8とのそれぞれの接続部分の開口部を開閉するように、吸気弁9と排気弁10がそれぞれ2つ設けられている。吸気弁9の上部に吸気カム11が設けられ、排気弁10の上部に排気カム12が設けられる。吸気カム11が回転することで吸気弁9が開閉され、排気カム12が回転することで排気弁10が開閉される。

[0019] 図示しないがエンジン50の側部には、吸気カム11と連結した吸気カムプーリ、排気カム12と連結した排気カムプーリ、クランクシャフト5と連結したクランクプーリが設けられ、これらがタイミングベルトを介して接続されている。これによりエンジン50の動作時にクランクシャフト5が回転することで吸気カム11と排気カム12が回転される。クランクシャフト5

が2回転する間に吸気カム11と排気カム12は1回転するように、吸気カムプーリ及び排気カムプーリが設定されている。

[0020] 吸気カム11には、吸気カム11（吸気弁9）の位相を変更可能な電動バルブタイミング装置27（後述する図2を参照）が設けられている。また、クランクシャフト5には、発電時はジェネレータとして働き、エンジン50の始動時や停止時にはモータとして働くモータジェネレータが設けられている。吸気カム11に設置した吸気カム角センサ13により、吸気カム11の角度の変化すなわち吸気カム11の回転数を検出している。

[0021] 燃焼室の吸気側にインジェクタ14が設けられ、燃焼室上部に点火プラグ15と点火コイル16が設けられている。燃料は燃料タンク17に貯蔵され、フィードポンプ18によって燃料配管を通じて高圧燃料ポンプ19に送られる。高圧燃料ポンプ19は排気カム12によって駆動され、昇圧された燃料がコモンレール20に送られる。コモンレール20には燃圧センサ21が設置され、燃料圧力（「燃圧」と表記する）を検知できるように構成されている。コモンレール20と各気筒に設けられたインジェクタ14は、燃料配管によって接続されている。

[0022] 吸気管7の上流には、他の部分よりも空気の流路の径が大きいコレクタ7cが設けられる。このコレクタ7cから各気筒に吸気管7が接続される。また、気筒に吸入される空気量を変更可能なスロットル（図示略）がコレクタ7cの上流側に設けられている。

[0023] 排気管8の下流側には三元触媒22が設けられ、その下流に酸素センサ23が設けられる。三元触媒22には温度センサ24が設けられ、温度センサ24が三元触媒22の温度を検出する。シリンダブロック2には、シリンダブロック2の周囲を流れる水の温度を測定する水温センサ25が設けられる。

[0024] 各センサが出力する水温やエンジン回転数等の信号は、エンジンコントロールユニット（ECU：Engine Control Unit）26に入力される。ECU26は、これらの信号から得られる情報を基に燃料噴射のオン／オフや電動バル

ブタイミング装置 27（カムシャフト、吸気カム 11）の位相を制御する。  
以下、電動バルブタイミング装置を V T C（Valve Timing Control）と記載することがある。

[0025] [電動バルブタイミング装置の構成と駆動原理]

次に、電動バルブタイミング装置 27 の構成と駆動原理について説明する。

クランク角センサ 6 と吸気カム角センサ 13 により検知した、クランクシャフト 5 と吸気カム 11 と排気カム 12 の回転数信号を E C U 26 に入力することによって、クランクシャフト 5 と吸気カムシャフトの相対的な位相差が算出される。本実施形態のエンジン 50 の構成では、クランク角センサ 6 は 6 d e g . C A（Crank Angle）毎、吸気カム角センサ 13 は 180 d e g . C A 毎に信号を検出する。

[0026] 以下、本明細書では、クランクシャフト 5 に対する吸気カムシャフトの相対回転位相を「相対位相」とも記載する。また、吸気カムシャフトに代えて吸気カム 11 を用いて、クランクシャフト 5 に対する相対位相を説明することもある。

[0027] 図 2 は、電動バルブタイミング装置 27 の構成例を示す側面図である。

図 3 は、電動バルブタイミング装置 27 内の減速機 27 a の例を示す断面図である。

[0028] 図 2 において、電動バルブタイミング装置 27 は吸気カム 11 側から順に、スプロケット 27 d を備えた減速機 27 a、吸気カム駆動用のモータ 27 b、U V W コントロールユニット 27 c から構成される。スプロケット 27 d、減速機 27 a、及びモータ 27 b は、共通の回転軸で回転する。U V W コントロールユニット 27 c 内部には、モータ駆動のための演算部として汎用 I C 27 1 とモータドライバ 27 2 を有する。U V W コントロールユニット 27 c の構成及び動作については後述する図 4 を参照して説明する。

[0029] ここで、電動バルブタイミング装置 27 による吸気カム 11 とクランクシャフト 5 の位相変更方法について説明する。

図3に示すように、電動バルブタイミング装置27の減速機27aは、内部構造において凹部28aを有する駆動回転体28と、凸部29aを有する従動回転体29とによって構成されている。駆動回転体28の外周の一部に周方向に沿って凹部28aが形成され、従動回転体29の内周の一部に周方向に沿って凸部29aが形成される。駆動回転体28の凹部28aが従動回転体29の凸部29aに挿入される。駆動回転体28の凹部28aの端部28b又は端部28cと、従動回転体29の凸部29aの端部とが突き当たることで、上述した吸気弁9の位相について最進角位置及び最遅角位置を物理的に決定する機構となっている。図3(1)及び(2)のそれぞれの矢印は、凹部28aの端部28b及び端部28cが凸部29aに突き当たるときの駆動回転体28の回転方向を表している。

[0030] 図3(1)では、駆動回転体28の凹部28aの端部28bが従動回転体29の凸部29aに当接しており、吸気カム11が最進角位置にある状態を表している。図3(2)では、駆動回転体28の凹部28aの端部28cが従動回転体29の凸部29aに当接しており、吸気カム11が最遅角位置にある状態を表している。

[0031] このような構成により、物理的な最進角位置(端部28bに相当)と最遅角位置(端部28cに相当)の範囲内において駆動回転体28と従動回転体29の相対的な位相変化を可能とする。そして、駆動回転体28と従動回転体29の相対位相がずれることで、駆動回転体28に接続された吸気カムシャフトで軸支されている吸気カム11と、従動回転体29とタイミングベルトを介して接続されたクランクシャフト5の相対位相が変化する。

[0032] [ECUを含む制御系]

次に、ECU26を含む制御系について図4を参照して説明する。

図4は、電動バルブタイミング装置27が適用されたECU26を含む制御系のブロック図を示す。図4を参照して、ECU26が電動バルブタイミング装置27のモータ27bの実回転数と回転方向を取得する経路について説明する。

[0033] まず、UVWコントロールユニット27cの汎用IC271内に設けたホールIC回路（モータセンサの例）が、電動バルブタイミング装置27のモータ（図中「VTCモータ」）27bの回転によって発生したホール電圧を検出する。そして、汎用IC271がホールIC回路からホール電圧に応じたホールIC信号（デジタル出力）を取得する。そして、汎用IC271は、ホールIC信号をモータ27bの回転数と回転方向に変換してECU26に対して出力することで、ECU26がモータ27bの回転数と回転方向を取得する。

[0034] さらに、逐次の最適な吸気カム11の位相を算出し、吸気カム11の位相を適切な位相に制御することが求められる。そこで、ECU26は、吸気カム11の実位相の算出結果を基に要求エンジン回転数と要求エンジントルクから適切なバルブタイミングを算出する。ECU26は、算出した適切なバルブタイミングを、電動バルブタイミング装置27のモータ27bの目標回転方向と目標回転数へと変換して、デューティ制御によるPWM信号として電動バルブタイミング装置27のUVWコントロールユニット27cに送る。

[0035] UVWコントロールユニット27cでは、図示しない目標モータ速度受信部を介して、汎用IC271でモータ27bの目標回転数と目標回転方向の指示を受信する。汎用IC271では、電動バルブタイミング装置27のモータ27bの実回転数と実回転方向を取得しており、モータ27bの目標回転方向と目標回転数の信号から、フィードバック制御をかけた上で、適切なモータ回転数となるように、モータドライバ272に制御信号を送信する。モータドライバ272は、バッテリーからの供給電源を利用して当該制御信号をUVWの三相交流信号に変換し、UVW駆動信号としてモータ27bに出力することで、モータ27bを駆動する。

[0036] クランク角センサ6及び吸気カム角センサ13は、クランクシャフト5及び吸気カムシャフトが一定角度以上回転しなければ、それぞれの回転を検出することができない。そこで、モータ27bの回転をホールIC回路で検出

して、ECU 26ではその検出結果に基づいてUVWコントロールユニット 27cへの指示値を補間する。

[0037] 本実施形態における汎用IC 271では、ECU 26から受け取るモータ 27bの回転方向及び回転数の指示信号は以下のような仕様とする。カムシャフトの回転方向と同じ方向の回転を正回転、反対方向の回転を逆回転とし、正回転／逆回転は入力PWMの周波数によって区別する。正回転はPWMの周波数が400Hz、逆回転は同200Hzとする。

[0038] 通常、（クランクシャフト5の回転数）：（吸気カム11の回転数）は2：1となっている。電動バルブタイミング装置27によりクランクシャフト5に対する吸気カム11の位相を変化させるためには、吸気カム11の回転数をクランクシャフト5の回転数の1／2倍よりも回転数を高く、若しくは低く制御する必要がある。カムシャフトの回転数を瞬間的に高くし、吸気弁9又は排気弁10をエンジンサイクル内で早く開き早く閉じる方向に位相制御することを進角制御と呼ぶ。一方で、カムシャフトの回転数を瞬間的に低く制御し、吸気弁9又は排気弁10をエンジンサイクル内で遅く開き遅く閉じる方向に位相制御することを遅角制御と呼ぶ。

[0039] 電動バルブタイミング装置27を搭載することでミラーサイクルを実施するエンジンのタイプには、遅閉じミラーサイクル（後述する図6及び図7参照）と、早閉じミラーサイクル（後述する図14及び図15参照）が存在する。本実施形態では、電動バルブタイミング装置27を吸気カム11に搭載し、遅閉じミラーサイクルを可能とするタイプのエンジンを想定している。

「遅閉じミラーサイクル」とは、4サイクルエンジンの圧縮行程においてピストン3が下死点に到達した後に吸気弁9を閉じるエンジン行程のことを指す。本実施形態で取り上げるエンジン50は、搭載する電動バルブタイミング装置27によって吸気カム11を遅角側に位相変化することで、遅閉じミラーサイクルが成立することを可能とする。

[0040] [エンジン停止時の電動バルブタイミング動作シーケンスと効果]

次に、電動バルブタイミング装置27による位相変化駆動原理を踏まえて

、エンジン停止時の動作シーケンスを説明する。ここで、エンジン停止シーケンスにおけるエンジン低回転時からエンジン停止後にかけての、時系列ごとの動作名の定義を図5に示す。

図5は、エンジン停止処理におけるエンジン状態ごとの動作名の定義を示すグラフである。横軸は時間 [s e c]、縦軸はエンジン回転数 [r p m] を表す。

[0041] ECU 26からのエンジン停止要求を受け、インジェクタ14が燃料噴射を停止してからエンジン回転数が完全にゼロとなるまでのコースティングと呼ばれる期間を“エンジン停止処理中”と定義する。また、エンジンが動作している期間のうちエンジン停止処理前の期間を“エンジン動作中”と定義する。また、エンジン停止処理中の期間を経て、完全にエンジン回転数がゼロとなった後の期間を“エンジン停止後”と定義する。

[0042] エンジン停止時の電動バルブタイミング装置27への要求動作は、エンジン50の吸気弁9（吸気カム11）の位相を電動バルブタイミング装置27によって、エンジン停止前に最遅角位置（図3（2））となるように制御し、その位相を保持したままエンジン50を停止させることである。エンジン停止時の位相制御によって、エンジン停止後も吸気弁9の位相を最遅角位置に保持することができれば、次回エンジン再始動時においても吸気弁9の位相を最遅角位置から再始動することが可能となる。

[0043] 吸気弁9のバルブタイミングを最遅角位置（図3（2））に制御した状態でエンジン50の再始動を行うことの効果として、初爆前のジェネレータにより回転を上げていくモータリング期間において、気筒内への吸気流量の低下へと繋がることが挙げられる。吸気流量が低下することで、圧縮工程における空気流量が低減されるため、ポンピングロスが低減される。モータリング時のポンピングロスの抑制はピストン3の上下運動に与える負荷が低減され、エンジン回転上昇の回転数変動が抑制される。最終的に、このエンジン回転数変動の抑制によりエンジン50を再始動する際の振動を低減することが可能となる。そのため、エンジン再始動時の吸気弁9の位相を最遅角位置

とすることを本実施形態における要求とする。

[0044] [遅閉じミラーサイクルにおける吸気弁及び排気弁の位相とリフト量の関係]

次に、上述した遅閉じミラーサイクルにおける吸気弁及び排気弁の位相とリフト量の関係について説明する。

図6は、遅閉じミラーサイクルにおいて、吸気弁9を最進角の位相に設定した場合の吸気弁9のプロファイル9aを示す。

図7は、遅閉じミラーサイクルにおいて、吸気弁9を最遅角の位相に設定した場合の吸気弁9のプロファイル9bを示す。

図6及び図7の横軸には、膨張行程、排気行程、吸気行程、圧縮行程の順にエンジン行程が変化する様子が示され、縦軸には、吸気弁9及び排気弁10のリフト量[mm]が示される。

[0045] 図6及び図7に示す吸気弁9及び排気弁10の各プロファイルは、吸気弁9及び排気弁10の開閉タイミング、エンジン行程ごとのリフト量を表す。図6では、遅閉じミラーサイクルにおいて吸気弁9の最進角時の開閉タイミング及びリフト量の変化をプロファイル9aで表し、吸気弁9の最遅角時の開閉タイミング及びリフト量の変化をプロファイル9bで表している。また、遅閉じミラーサイクルにおいて排気弁10の開閉タイミング及びリフト量の変化をプロファイル10aで表している。遅閉じミラーサイクルでは、4サイクルエンジンの圧縮行程においてピストン3が下死点(BDC: Bottom Dead Center)に到達した後に吸気弁9が閉じる。

[0046] プロファイル9bは、減速機27aにおいて吸気弁9が物理的な最遅角位置(図3(2))にある場合のエンジンサイクル動作である。本実施形態では、図7の吸気弁9のプロファイル9bで、すなわち吸気弁9のバルブタイミングを最進角位置まで超遅角させた状態でエンジン50の再始動を行うことを目的とする。本実施形態における吸気カム11(吸気カムシャフト)及び排気カム12(排気カムシャフト)の作用角はそれぞれ240deg. CAである。吸気カム11を最遅角の位相とした際には、吸気弁9の位相は1

V C (Intake Valve Close) 140deg. CA\_\_ABDC (クランクシャフト5によって吸気下死点後の140deg後で吸気弁9が閉じるバルブタイミング)まで遅角する。

[0047] ここで、図7に示した吸気カム11のプロファイル9bでエンジンサイクルを回した際のエンジン筒内の状態について図8を参照して説明する。

図8は、図7における吸気カム11のプロファイル9bでエンジンサイクルを回した際のエンジン筒内の状態を表した模式図であり、吸気弁9を最遅角位置(図3(2))に制御したときのエンジンサイクル中の各工程における、エンジン筒内の状態(吸気弁9、排気弁10)の例が示されている。

[0048] 図8の上側には、図7と同様のプロファイル9b, 10aが示される。

図8の下側には、プロファイル9b, 10aで規定される吸気弁9及び排気弁10の動作の様子がタイミング(1)～(4)ごとに示される。図8の下側に示す吸気管7と排気管8、燃焼室の模式図のうち、左側の管を吸気管7、右側の管を排気管8とする。また、タイミング(1)～(4)において、粗いドットの領域が吸気管7の新気を表し、細かいドットの領域が排気管8の排気を表す。

[0049] (1) 排気行程前の下死点(BDC)では排気弁10のみ開状態である。

(2) 排気行程後はI V O (Intake Valve Open) 80deg. CA\_\_ATDCまで吸気弁9及び排気弁10ともに閉状態(燃焼室内が負圧)である。

(3) 吸気行程の開始後、下死点では排気弁10は閉じ、吸気弁9のみ開状態である

(4) 吸気行程でピストン位置が低下し、I V C 140deg. CA\_\_ABDCで吸気弁9が閉じる。以降の圧縮行程では加圧状態になり、上死点から40deg. CA分の実吸気量となる。

[0050] このように、吸気弁9の位相をI V C 140deg. CA\_\_ABDCに制御してエンジン50を始動させることで、圧縮工程時のピストン3に加わる圧縮負荷を従来のエンジン始動(I V C 60deg. CA\_\_ABDC)に比べておおよそ1/3程度に低減させることが可能となる。

[0051] [エンジン停止後の電動バルブタイミング制御と位相算出方法]

図4～図8を用いて説明したように、クランクシャフト5の回転に対する吸気カム11の位相は、基本的にECU26が取得したクランク角センサ6と吸気カム角センサ13の信号によって算出している。本実施形態における電動バルブタイミング装置27を搭載した車両では、吸気カム角センサ13の信号を取得する頻度が180deg. CA毎と精度が粗い。そのため、吸気カム角センサ13から次の信号を取得するまでの間、電動バルブタイミング装置27内のモータ27bに搭載されたホールIC回路からの信号によって吸気カム11の角度を補間している。

[0052] さらに、クランクシャフト5に対する吸気弁9の位相を変化させるように電動バルブタイミング装置27のモータ27bを駆動させている場合、電動バルブタイミング装置27に搭載された減速機27aの減速比分だけ減速される。そのため、更に高精度に吸気カム11の位相をECU26によって算出することが可能となる。エンジン回転数が一定値以上の場合には上記方法によって吸気カム11の位相を問題なく算出できるが、エンジン回転数が低下するエンジン停止直前やエンジン再始動直後は上記方法での算出が困難となる。例えば、クランクプレートの歯間が6degであるため、クランク角センサ6はクランクシャフト5の回転を6deg毎でしか検出できない。また、吸気カム角センサ13は、吸気カムシャフトの回転を180deg. CA毎でしか検出できない。それにより、エンジン低回転領域では時間に対して入力される検出信号の数が少なく、検出信号の間隔が粗くなるために吸気カム11の位相の検出精度が低下する。

[0053] 上述のように、エンジン動作中における吸気弁9の位相は、基本的にクランク角センサ6と吸気カム角センサ13によって算出され、そのセンサ信号の間をモータ27bの回転数によって補完する。このような三種の信号によりクランクシャフト5に対する相対値を算出している。しかし、エンジン停止後における吸気カム11の位相の変化に関しては、クランク角センサ6及び吸気カム角センサ13の信号は出力されない。そのため、エンジン停止後

は、基本的にはE C U 2 6は、電動バルブタイミング装置2 7内のモータ2 7 bの回転数のみをモニタすることで位相制御を行う。

[0054] さらに、エンジン停止時には吸気カム1 1のカム山1 1 m（図9参照）の反力や、エンジン停止直後のクランク逆回転等の影響を受けて、最遅角に制御した吸気弁9の位相が進角側にずらされるという現象が一定の確率で発生する。上記のエンジン再始動時の動作要求を満たすためには、エンジン停止後に吸気弁9の位相を変更して、改めて最遅角へと制御することが要求される。エンジン停止後に上記のような外乱による意図しない位相変化に対しても、その吸気弁9の位相変更量を、電動バルブタイミング装置2 7内のモータ2 7 bの回転数によって算出することができる。

[0055] 本発明では、エンジン停止後の吸気弁9の意図しない位相変化量をE C U 2 6で取得し、位相変化した分をエンジン停止直後の最遅角の位相（以下「目標位相」）まで意図的に変更することを可能とする。その際に、エンジン停止時であるためフリクションが大きい状態で吸気弁9の位相変化を実施することとなる。

[0056] [V T C角度とモータ駆動電流]

ここで、電動バルブタイミング装置2 7の位相（吸気カム1 1の角度）と吸気弁9駆動用のモータ2 7 bに流れる駆動電流との関係について、図9を参照して説明する。

[0057] 図9は、エンジン停止時の吸気カム1 1の角度と回転方向とモータ駆動電流の関係を示す。図9の上段には、吸気カム1 1が接触子9 0を介してバルブスプリングと当接する構成が模式的に示されている。吸気カム1 1は断面が卵形の偏心カムである。バルブスプリングの先に従動節としての吸気弁9が設けられる。また、図9の上段では、エンジン停止時の吸気カム1 1の角度（図中「V T C角度」）と、エンジン回転方向が示される。図9の中段には、吸気カム1 1を進角側から遅角側（反時計回り）へ回転させた場合の、吸気カム1 1の角度[deg. CA]の時間変化が示される。図9の下段には、モータ2 7 bの駆動電流[A]の時間変化が示される。図9の左側は、

吸気カム 11 が長径上にあるカム山 11 m を乗り越えない動作例、図 9 の右側は、吸気カム 11 が長径上にあるカム山 11 m を乗り越える動作例である。カム山 11 m を乗り越える動作とは、一度の位相変化で接触子 90 が吸気カム 11 のカム山 11 m を上って下る動作であり、吸気カム 11 が接触子 90 を介してバルブスプリングを押し込む動作（圧縮動作）と言い替えることもできる。

[0058] エンジン停止中に電動バルブタイミング装置 27 を作動させようとする、エンジン回転中に比べて過大な回転トルクを必要とする。特にエンジン 50 のクランクシャフト 5 の停止位置と吸気カムシャフト（吸気カム 11）との位相の関係から、カム山 11 m を乗り越えて電動バルブタイミング装置 27 の吸気カム 11 の位相を変更する際、モータ 27 b 及びモータドライバ 27 2 に対して過大な電流が印加されることとなる。大きな電流の発生は、回路発熱や回路の障害耐久性の観点から抑制することが求められる。

[0059] 図 9 の左側では、吸気カム 11 の位相を遅角側へ変化させる際に吸気カム 11 がカム山 11 m を乗り越えないため、モータ 27 b の駆動電流は破線で示す目標電流（例えばピーク電流が 20 A 以下）を下回る。しかし、図 9 の右側では、吸気カム 11 の位相を遅角側へ変化させる際に吸気カム 11 がカム山 11 m を乗り越えるために、モータ 27 b の駆動電流は目標電流を大きく上回る。とりわけ吸気カム 11 が動き出す際にはより大きな電流が発生する。

[0060] そこで、本発明は、エンジン停止後の吸気カム 11 の位相と、吸気カム 11 の位相変化方向（回転方向）に応じて、通常の位相変更制御（図 11 参照）から特殊な位相変更制御（図 12 参照）へ切り替えるという方法により、吸気カム 11 の位相変化を実現する。

[0061] [ECU の内部構成]

次に、バルブタイミング制御を実行する ECU 26 の内部構成及び動作について図 10 を参照して説明する。

図 10 は、ECU 26 の内部構成例を示すブロック図である。ECU 26

(電動バルブタイミング制御装置の例)は、吸気弁 9 の位相を変更可能な電動バルブタイミング装置 (V T C) 2 7 を備えたエンジン 5 0 を制御する。

E C U 2 6 は、本実施形態に係る電動バルブタイミング制御方法を実行して、電動バルブタイミング装置 2 7 を備えたエンジン 5 0 を制御する。

[0062] E C U 2 6 は、C P U (Central Processing Unit) 3 0、R A M (Random Access Memory) 3 1、R O M (Read Only Memory) 3 2 を備える。

E C U 2 6 には、例えば、点火コイル 1 6 の電圧センサ (不図示) が検出した 1 次電圧、点火コイル 1 6 の電流センサ (不図示) が検出した 2 次電流、アクセル開度センサ (不図示) が検出したアクセル踏込情報 (アクセル開度)、クランク角センサ 6 及び吸気カム角センサ 1 3 が検出した角度情報 (クランク角度、吸気カム角度) 及びエンジン 5 0 の回転数、スロットル (不図示) からのスロットル開度、バッテリー電圧センサ (不図示) が検出したバッテリー電圧 (バッテリー容量) 等の入力信号等が入力される。

[0063] E C U 2 6 に入力された各センサの入力情報は、R A M 3 1 に一時保管され、C P U 3 0 で、所定の制御プログラムに従って演算処理される。R A M 3 1 には、C P U 3 0 の演算処理の途中で発生した変数やパラメーター等が一時的に書き込まれ、これらの変数やパラメーター等が C P U 3 0 によって適宜読み出される。ただし、C P U 3 0 に代えて M P U (Micro Processing Unit) が用いられてもよい。

[0064] R O M 3 2 は、C P U 3 0 が動作するために必要なプログラムやデータ等を永続的に記録しており、E C U 2 6 によって実行されるプログラムを格納したコンピューター読取可能な非一過性の記録媒体の一例として用いられる。このため、C P U 3 0 で行われる演算処理の内容を記述した制御プログラムは、R O M 3 2 に予め書き込まれており、C P U 3 0 により適宜読み出されて実行される。また、R O M 3 2 には、例えば、位相変更方法の選択に用いられるマップ情報 3 2 1 が記憶されている。ただし、E C U 2 6 に不揮発性ストレージを設け、ネットワークを通じてマップ情報 3 2 1 が不揮発性ストレージに記憶される構成としてもよい。

- [0065] 上述したように、CPU30で実行される制御プログラムにより、図中に示すエンジン状態判定部301、弁位相検出部302、位相変更方法選択部303、及び弁位相変更部304の各機能が実現される。これにより、CPU30は、エンジン50のクランクシャフト5に対する吸気カムシャフトの相対回転位相を吸気カムシャフトに連結されたモータ27bによって変化させることで、バルブタイミングを変化させるように構成された電動バルブタイミング装置27を制御する。
- [0066] エンジン状態判定部301は、エンジン50の状態すなわちエンジン50が停止しているかどうかを判定し、判定結果を弁位相検出部302へ出力する。
- [0067] 弁位相検出部302は、エンジン状態判定部301によりエンジン50が停止していると判定された場合に、吸気弁9すなわち吸気カムシャフト（吸気カム11）のクランクシャフト5に対する相対回転位相を検出する。
- [0068] 位相変更方法選択部303は、エンジン50の停止後に電動バルブタイミング装置27により吸気カムシャフトの相対回転位相を変化させる際に、カムシャフトの現在の位相と目標の位相との関係に基づいて、吸気カムシャフトを現在の位相から目標の位相へ変化させる方法を選択する。より具体的には、エンジン50の停止後に電動バルブタイミング装置27により吸気カムシャフトの相対回転位相を変化させる際に、マップ情報321に記載された吸気カムシャフトの現在の位相と目標の位相との関係に基づいて、第1の位相変更方法と第2の位相変更方法を切り替える。
- [0069] 例えば、マップ情報321では、第1の軸に吸気カムシャフトの現在の位相、第2の軸に吸気カムシャフトの目標の位相がそれぞれ設定され、第1の軸と第2の軸との交点に位相変更方法が定義されている。そして、位相変更方法選択部303は、マップ情報321を参照して位相変更方法を切り替える。
- [0070] 第1の位相変更方法（以下「シングルアクション」と称する）は、吸気カムシャフトの相対回転位相を変化させる際に、吸気カムシャフトを現在の位

相から目標の位相へ近づく第１の方向に回転させ、吸気カムシャフトを目標の位相に変化させる方法である。第２の位相変更方法（以下「ダブルアクション」と称する）は、一度目の動作で吸気カムシャフトを目標の位相から遠ざかる第２の方向に所定の位相量だけ回転させた後、二度目の動作で吸気カムシャフトを第１の方向に回転させて吸気カムシャフトを目標の位相に変化させる方法である。なお、第２の位相変更方法が選択された場合には、一度目の動作で回転させる所定の位相量を、ROM 32から読み込むものとする。所定の位相量は一定でもよいし、現在の位相と目標の位相の組み合わせごとに設定してもよい。第１の位相変更方法と第２の位相変更方法の詳細については、図１１及び図１２を参照して後述する。

[0071] 弁位相変更部３０４は、位相変更方法選択部３０３によって選択された位相変更方法により、吸気カムシャフトを現在の位相から目標の位相へ変更する。

[0072] なお、本実施形態においては、ECU 26内にエンジン状態判定部３０１、弁位相検出部３０２、位相変更方法選択部３０３、及び弁位相変更部３０４、及びマップ情報３２１を備える構成とするが、この構成に限るものではない。例えば、エンジン状態判定部３０１、弁位相検出部３０２、位相変更方法選択部３０３、及び弁位相変更部３０４、及びマップ情報３２１の一部、又は全てが、ECU 26とは別の装置に実装されていても差し支えない。

[0073] [エンジン停止後の位相変更制御手法]

（第１の位相変更方法）

図１１は、第１の実施形態に係るエンジン停止後における第１の位相変更方法である「シングルアクション」の例を示す。本例では、エンジン停止後に吸気カム１１を位相変化させる際、吸気カム１１の動作すべき方向（ここでは最遅角方向）が、モータ２７ｂの電流が小さい側である場合の動作パターンを示す。この動作パターンは、一度の回転動作で位相変更が完了する通常の位相変更制御の例である。

[0074] 図１１の上側には、吸気カム１１、接触子９０、及びバルブスプリングの

関係と、吸気弁 9 のリフト量とを示している。図 11 の横軸には、膨張行程、排気行程、吸気行程、圧縮行程の順にエンジン行程が変化する様子が示され、縦軸には、吸気弁 9 のリフト量 [mm] が示される。

[0075] エンジン 50 が停止した後に、吸気カムシャフトの位相が意図しない進角動作により最遅角ストッパ位置 110 から進角側の位置 100 へずれる状況（位相ずれ）が発生した場合を前提とする。その際、弁位相検出部 302 は、6 deg. CA の間隔で算出されるクランク角センサ 6 と、電動バルブタイミング装置 27 内のモータ 27 b の回転数とから、クランクシャフト 5 と吸気カムシャフトの位相の相対値（相対位置関係）を算出し、そのときの接触子 90 と吸気カム 11 のカム山 11 m との相対値を算出する。

[0076] 図 11 に示す例では、吸気カム 11 の位相が最遅角ストッパ位置 110（プロファイル 9 b）から進角側の位置 100（プロファイル 9 c）に変動したことが確認できる。上記の算出結果から、吸気カム 11 を位置 100 からカム山 11 m を下る方向、すなわち遅角方向に制御する場合には大きな電流値を発生しない。そのため、吸気カム 11 を最遅角ストッパ位置 110 に再度制御する際には、ECU 26 から電動バルブタイミング装置 27 に吸気カム 11 を遅角方向（最遅角ストッパ位置 110 に近づく方向）に駆動するための指示を出すことで、エンジン停止後の最遅角方向への制御を可能とする。

[0077]（第 2 の位相変更方法）

図 12 は、第 1 の実施形態に係るエンジン停止後における第 2 の位相変更方法である「ダブルアクション」の例を示す。本例では、エンジン停止後に吸気カム 11 を位相変化させる際、吸気カム 11 の動作すべき方向（ここでは最遅角方向）が、モータ 27 b の電流が目標電流を超えるような大きい側である場合の動作パターンを示す。この動作パターンは、二度の回転動作で位相変更が完了する特別の位相変更制御の例である。

[0078] 図 12 では、吸気カム 11 の位相が最遅角ストッパ位置 110（プロファイル 9 b）でエンジン停止したものの、その後の外乱により吸気カム 11 の

位相が進角方向の位置 1 0 1（プロファイル 9 d）までずれてしまった例が示されている。この場合も図 1 1 における説明と同様に、吸気カム 1 1 を遅角方向（最遅角ストッパ位置 1 1 0）に駆動することと、接触子 9 0 とカム山 1 1 m との相対位置関係を算出する。

[0079] その結果、位置 1 0 1（プロファイル 9 d）のように、吸気カム 1 1 を遅角方向に回転させたときにカム山 1 1 m が接触子 9 0 に当接する場合、一度吸気カム 1 1 を最遅角ストッパ位置 1 1 0 から遠ざかる位置 1 2 0（プロファイル 9 e）まで進角させる動作を実施する（矢印 1 2 1）。その後、カム山 1 1 m の影響が小さい位置 1 2 0 から最遅角ストッパ位置 1 1 0（プロファイル 9 b）に遅角させる動作を実施する（矢印 1 2 2）。第 2 の位相変更方法は、一度目の逆位相側への動作の反動を、二度目の動作に利用するとも言える。

[0080] これにより、電動バルブタイミング装置 2 7 を駆動する際の最大トルクの低減を可能とする。すなわち、位相変更制御時のモータ 2 7 b の突入電流を抑制することができる。そのため、カム山 1 1 m を上る方向と目標位相の領域がある方向（ここでは遅角方向）が一致した場合、吸気カム 1 1 を進角方向に制御する際には大きな電流値を発生しない。

[0081] つまり、吸気カム 1 1 を最遅角ストッパ位置 1 1 0 に再度制御する際には、E C U 2 6 から電動バルブタイミング装置 2 7 に一度吸気カム 1 1 を進角方向（最遅角ストッパ位置 1 1 0 から遠ざかる方向）に駆動するための指示を出して任意の位置（突入電流値を抑制できる接触子 9 0 とカム山 1 1 m との相対位置）まで回転する。その後で、吸気カム 1 1 を遅角方向（最遅角ストッパ位置 1 1 0 へ近づく方向）に駆動するための指示を出すことで、エンジン停止後の最遅角方向への制御を可能とする。

[0082] なお、矢印 1 2 1 で示す吸気カム 1 1（吸気カムシャフト）を目標位相から遠ざかる方向（第 2 の方向）に所定の位相量だけ変化させる動作において、少なくともカム山 1 1 m の頂点が接触子 9 0 に当接しない範囲で所定の位相量を設定可能である。例えば、所定の位相量として、吸気カム 1 1 が目標

位相から遠ざかる方向に回転する際に、モータ 27b の電流が目標電流を超えない範囲で、接触子 90 が吸気カム 11 のカム山 11m の途中まで登るような値を設定してもよい。この第 2 の位相変更方法における一度目の動作の所定の位相量は、予め実験又は計算により求めて ROM 32（マップ情報 321）に記憶しておく。

[0083] [電動バルブタイミング制御方法]

次に、第 1 の実施形態における電動バルブタイミング制御方法について図 13 を参照して説明する。

図 13 は、第 1 の実施形態に係る電動バルブタイミング制御方法の手順例を示すフローチャートである。このフローチャートに示す手順は、CPU 30 が ROM 32 に記録された制御プログラムを読み出して実行することにより実現される。ここでは、次回エンジン始動時の位相制御の要求として、エンジン停止時から再始動にかけて吸気弁 9 を最遅角位置へ位相変更するときの一連の動作を示す。以下、図 13 に示すフローチャートを処理ステップごとに分けて説明を行う。本フローチャートではエンジン動作中を開始条件として、エンジン停止を経由して次回のエンジン始動フラグが ON になったタイミングを制御終了条件とする。

[0084] ≪ステップ S1≫

エンジン動作中の電動バルブタイミング装置 27 の制御では、上記のとおり、ECU 26 内の CPU 30 が、通常制御としてクランク角センサ 6 からの信号を基にエンジン回転数に比例したデューティ比の PWM 信号を算出する。そして、CPU 30 は、当該 PWM 信号を UVW コントロールユニット 27c の汎用 IC 271 に出力する。

[0085] ≪ステップ S2≫

CPU 30 のエンジン状態判定部 301 によって、バッテリー（図 4 参照）の充電容量を確認する。このときバッテリーの充電容量が上限値に到達した状態のときエンジン停止条件を満たしているとして、エンジン停止準備完了とする（S2 の YES）。バッテリー充電容量が上限値に到達していない状態で

は（Ｓ２のＮＯ）、エンジン状態判定部３０１は、ステップＳ１に戻って通常制御を継続する。ＥＣＵ２６は、キーオフされない限り、仮に車両が信号や渋滞等によって停止してもエンジン５０は停止させないものとする。キーオフされた場合には、ＣＰＵ３０は、本フローチャートの処理を終了する。なお、他のエンジン停止条件として、アイドルストップ、空調設備使用、触媒温度の閾値到達などが挙げられる。

[0086] 《ステップＳ３》

ＣＰＵ３０のエンジン状態判定部３０１は、ＥＣＵ２６において燃料カット指令がＯＮかどうかを判定し、燃料カット指令がＯＮのときはステップＳ４に移行し（Ｓ３のＹＥＳ）、燃料カット指令がＯＦＦのときはステップＳ１に戻って通常制御を継続する（Ｓ３のＮＯ）。ＥＣＵ２６は、エンジン５０を停止させる前に、燃料噴射を停止させる燃料カット運転に移行するというプロセスを経る。この際、エンジントルクが不要なためエンジン５０は燃料カット運転モードに入り、ＣＰＵ３０からインジェクタ１４への燃料噴射信号をオフとし、燃焼室への燃料供給が停止される。燃料カット後の燃料カット運転期間中（図３のエンジン停止処理中）はエンジン５０が惰性で回転され、最終的にエンジン回転数はゼロとなる。そのため、燃料噴射の停止を確認したことを、エンジン停止時と判断するためのフラグの一つとする。

[0087] 《ステップＳ４》

ＣＰＵ３０の弁位相変更部３０４は、燃料カット開始と同時に、電動バルブタイミング装置２７に対し吸気弁９の位相が遅角するように制御する（Ｓ４）。燃料カット後の吸気弁９の目標位相は最遅角位置（駆動回転体２８の端部２８ｃ、図７のプロファイル９ｂ）とする。そして、最遅角位置への位相変化の完了をエンジン停止と判断するためのフラグの一つとする。

[0088] 《ステップＳ５》

さらに、ＣＰＵ３０の弁位相検出部３０２は、吸気弁９の位相が最遅角であるかどうかを判定し、吸気弁９の位相が最遅角であるときはステップＳ６に移行する（Ｓ５のＹＥＳ）。また、吸気弁９の位相が最遅角ではないとき

は（Ｓ５のＮＯ）、ＣＰＵ３０の弁位相変更部３０４は、ステップＳ４に戻って再度吸気弁９の位相を最遅角に制御する。電動バルブタイミング装置２７により、吸気弁９が最遅角に制御されている状態でエンジン５０が駆動している場合、電動バルブタイミング装置２７のモータ２７ｂからのホール電圧（ホールＩＣ信号）は進角方向に回転しているときに限り出力される。そこで、電動バルブタイミング装置２７のモータ２７ｂからのホール電圧が進角方向でないという項目についても、エンジン停止と判断するためのフラグの一つとする。

[0089] 《ステップＳ６》

ステップＳ５のＹＥＳ判定を経て、ＣＰＵ３０のエンジン状態判定部３０１は、エンジン停止と判断する。本実施形態では、エンジン停止と判断する条件は、ＣＰＵ３０からインジェクタ１４へ燃料噴射信号がオフとなっていること（Ｓ３のＹＥＳ）、クランク角センサ６からのパルス信号がＣＰＵ３０に入力されないこと、かつ吸気弁９の位相が最遅角に制御されていること（Ｓ４、Ｓ５）、かつ電動バルブタイミング装置２７内のモータセンサによる進角方向へのパルス信号がＣＰＵ３０に入力されないこと、の四項目のＡンド条件（論理積）とする。なお、四項目のＡンド条件は一例であって、例えば一以上の項目の組み合わせでもよい。

[0090] 《ステップＳ７》

上記ステップＳ６で示されたエンジン停止の判断を、ステップＳ７への入力条件とする。ステップＳ７では、ステップＳ８からステップＳ１７までのループ処理の継続条件を示している。ループ処理の終了条件は、次回のＥＣＵ２６からのエンジン始動判定フラグがＯＮとなった時点とする。つまり、ＣＰＵ３０のエンジン状態判定部３０１は、モータ２７ｂへ通電している状態かつエンジン５０が停止している場合において、常時本ループ処理を実行する。

[0091] 《ステップＳ８》

上記ステップＳ７のループ処理に入った後、ＣＰＵ３０の弁位相検出部３

02は、エンジン50が停止している間、電動バルブタイミング装置27内のモータ27bの回転数、及びクランク角センサ6と吸気カム角センサ13の信号を常時モニタするものとする。そして、弁位相検出部302は、エンジン停止時の吸気弁9の位相とクランクシャフト5の位相との相対位相を算出する。このときの吸気弁9の意図しない位相変化に関する各パターンを以下に記載する。

[0092] (シーンA)

本項目は、エンジン50が一度停止した後に、エンジン始動フラグが立っていない状態で、クランク角センサ6による回転(パルス信号)の検知に加えて、電動バルブタイミング装置27内のモータセンサ(ホールIC回路)でモータ27bの進角方向への回転(パルス信号)を検知した場合とする。このとき、電動バルブタイミング装置27内のモータ27bの進角方向への回転数は、クランク角センサ6で検知した回転数の $1/2$ (カム回転数に変換)の減速比倍とする。ただし、クランクシャフト5の回転量が $6\text{deg. CA}$ 以内の場合、クランク角センサ6では回転を検知できず、電動バルブタイミング装置27内のモータ27bの進角方向への回転のみ検知する場合も存在する。位相ずれ量が小さくクランク角センサ6で検出できないときは、モータセンサで吸気カム11を軸支する吸気カムシャフトの回転を検出可能である。例えば、本実施形態で使用するホールICセンサは、 $0.42$ 度の回転を検出可能である。

[0093] (シーンB)

本項目は、エンジン50が一度停止した後に、エンジン始動フラグが立っていない状態で、吸気カム角センサ13による回転(パルス信号)の検知に加えて、電動バルブタイミング装置27内のモータセンサでモータ27bの進角方向への回転(パルス信号)を検知した場合とする。このとき、電動バルブタイミング装置27内のモータ27bの進角方向への回転数は、吸気カム角センサ13で検知した回転数の減速比倍とする。ただし、吸気カム角センサ13の分解能が $180\text{deg. CA}$ 間隔毎であるため、電動バルブタイミン

グ装置 27 内のモータ 27 b の進角方向への回転のみ検知するパターンとなる。この場合、現象は異なるものの、シーン A の説明の後半で示した特殊パターンと検知内容は同様となる。

[0094] 《ステップ S 9》

CPU 30 の弁位相検出部 302 は、ステップ S 8 の算出結果を基に、吸気弁 9 の位相が最遅角であるかどうかを判定する。すなわち、弁位相検出部 302 は、バルブタイミングの意図しない位相変化（位相ずれ）の発生の有無を判断する。弁位相検出部 302 は、ステップ S 8 において定義したシーン A 又はシーン B の信号を検知したことを受け、吸気弁 9 の現在の位相が最遅角ではなく意図しない位相変化が発生したと判断する。

[0095] 基本的に弁位相検出部 302 は、エンジン停止後、エンジン始動フラグが入力されない状態で、電動バルブタイミング装置 27 内のモータ 27 b の回転が検出されたときには、最遅角から意図しない変動が発生したと判断し、現在の位相は最遅角ではないと算出する。ただし、クランク角センサ 6 とモータ 27 b の回転信号（パルス数）が 2 : 1 で入力されている場合には、両者が相対位相を保持して追従していると判断するため、その限りではない。弁位相検出部 302 は、吸気弁 9 の位相が最遅角ではないと判定したときは（S 9 の NO）、ステップ S 10 に移行し、吸気弁 9 の位相が最遅角であると判定したときは（S 9 の YES）、ステップ S 8 に移行する。

[0096] 《ステップ S 10》

CPU 30 の弁位相検出部 302 は、吸気弁 9 の位相が目標の位相（ここでは最遅角）ではない場合、クランク角センサ 6 又は吸気カム角センサ 13 の信号と、電動バルブタイミング装置 27 内のモータ 27 b の回転信号から、吸気弁 9 のエンジン停止時点の最遅角位置からの位相ずれ量を相対値として算出する。そして、弁位相検出部 302 は、この位相ずれ量から、エンジン停止時の吸気弁 9 の位相とクランクシャフト 5 の位相との相対位相を算出する。

[0097] 《ステップ S 11》

CPU30の位相変更方法選択部303は、ステップS10において算出したクランクシャフト5に対する現在の吸気弁9の相対位相から、カム山11mの位置と電動バルブタイミング装置27の位相を最遅角側へ変化させる動作との関係を把握する。その際、図11及び図12を参照して説明したように、カム山11mと吸気カム11の位相変化方向との関係性が得られる。位相変更方法選択部303は、最終的な要求位相（この場合は最遅角）に対して、現在の吸気カム11の相対位相から進角方向及び遅角方向のどちらに吸気カム11の位相を変化させる方が、モータ27bの電流値が小さくなるかを算出して位相変更方法を選択する。実際には、位相変更方法選択部303は、吸気カム11の現在の位相と目標の位相を基に、マップ情報321を参照して位相変更方法を選択する。ここでは、最遅角側への位相変更制御の動作が少ないモータ電流で実行可能である場合（S11のYES）にはステップS12へ移行し、最遅角側への位相変更制御の動作が少ないモータ電流で実行不可である場合（S11のNO）にはステップS14へ移行する。

[0098] 《ステップS12》

CPU30の位相変更方法選択部303は、上記ステップS11のYES判定の場合、シングルアクション（第1の位相変更方法）を選択する。ステップS12、S13ではシングルアクションを選択した場合の手順を示す。シングルアクションとは、図11に代表されるように、目標の位相（例えば最遅角）への動作がカム山11mを下る方向、モータ電流の発生が小さい方向に動作させるパターンである。

[0099] 《ステップS13》

CPU30の弁位相変更部304は、ステップS12で選択されたシングルアクションに従って、UVWコントロールユニット27cに対して遅角方向への回転に相当する回転数及び回転方向の指示（PWM/Duty）を出力する。それにより、汎用IC271とモータドライバ272を経由し、電動バルブタイミング装置27のモータ27bに遅角方向へ回転するための駆動信号が送られる。そして、モータ27bが駆動回転体28を回転させて吸

気カムシャフト（吸気弁 9）を最遅角の位相へと変化させる。

[0100] 《ステップ S 1 4》

CPU 30 の位相変更方法選択部 303 は、上記ステップ S 1 1 の NO 判定の場合、ダブルアクション（第 2 の位相変更方法）を選択する。ステップ S 1 4 ～ S 1 6 ではダブルアクションを選択した場合の手順を示す。ダブルアクションとは、図 12 に代表されるように、目標位相（例えば最遅角）への動作が 2 段階で実施され、モータ電流が目標電流を超えないように動作させるパターンである。

[0101] 《ステップ S 1 5》

CPU 30 の弁位相変更部 304 は、ステップ S 1 4 で選択されたダブルアクションに従って、一度目の動作として、吸気弁 9 の位相を目標の位相とは逆位相側（ここでは進角側）へ制御する。図 12 で示したように、CPU 30 は、吸気カム 11 の位相を遅角方向に変化させたと想定したときに、カム山 11 m の頂点が接触子 90 と当接する場合、言い換えると接触子 90 がカム山 11 m を上って下る場合には、一度カム山 11 m を下る進角方向（目標位相から遠ざかる方向）に吸気弁 9 の位相を変化させる。一例として、接触子 90 がカム山 11 m を下りきる位置、すなわち接触子 90 とカム山 11 m の接触点のカム短径と同じ径となる位置まで、吸気カム 11 の位相を進角させるとよい。接触子 90 とカム山 11 m の接触点のカム短径と同じ径となる位置では、吸気カム 11 は接触子 90 及びバルブスプリングを押さないため、吸気カム 11 にバルブスプリングの反力による負荷がかからない。

[0102] 《ステップ S 1 6》

CPU 30 の弁位相変更部 304 は、ダブルアクションにおける二度目の動作として、吸気弁 9 の位相を目標の位相に近づく方向（ここでは遅角側）に制御する。上記ステップ S 1 5 において、一旦、次回エンジンの始動要求である最遅角から逆位相側の進角方向に、吸気弁 9 の位相を変化させた。その際に、カム山 11 m を下りきる位置まで進角させたことで、次に吸気カム 11 の位相を目標位相へ近づく方向へ変化させる際に、UVW コントロール

ユニット 27c に印加される突入電流を抑制することが可能となる。CPU 30 は、例えば、吸気カムシャフトがカム山 11m の最下にいる状態（吸気カム 11 に負荷のかからない状態）から、最遅角の方向に吸気弁 9 の位相を変化させる指示を、ECU 26 から UVW コントロールユニット 27c に与える。これにより、CPU 30 は、吸気弁 9 の位相を最遅角に変化させる制御を行う。

[0103] 《ステップ S 17》

CPU 30 の弁位相検出部 302 は、ステップ S 13 又はステップ S 16 による吸気弁 9 の最遅角への位相変更制御を経たうえで、現在の吸気弁 9 の位相を判定する。ここでは、上記のシングルアクション及びダブルアクションによって吸気弁 9 が位相ずれ発生前の最遅角、すなわちステップ S 8 で算出した位相まで変化できたかどうかを判定条件とする。このとき、CPU 30 は、吸気弁 9 が最遅角の位相に変化していると判定した場合（S 17 の YES）、ステップ S 8 に移行し、エンジン停止後の位相ずれの発生に備える。一方、CPU 30 は、吸気弁 9 の位相が最遅角ではないと判定した場合（S 17 の NO）、ステップ S 11 に遷移する。そして、ステップ S 11 における吸気弁 9 の現在の相対位相の判定結果に基づいて、ステップ S 11 からステップ S 17 までの位相変化動作を選択する手順を再び行うことで、吸気弁 9 の最遅角への位相変化を行う。

[0104] 《ステップ S 18》

本ステップは、上述したステップ S 8 からステップ S 17 までのエンジン停止後の吸気弁 9 の次回始動時要求位相への変更処理手順の終了条件を示す。このループ処理の終了条件は、次回のエンジン始動のフラグ“ON”が CPU 30 に入力されたタイミングとなる。このとき、これまでの一連の処理ステップにより、吸気弁 9 の位相は最遅角ストッパ位置 110（駆動回転体 28 の端部 28c が従動回転体 29 の凸部 29a に当接する位置）であると推定できる。

[0105] 以上のとおり、第 1 の実施形態に係る電動バルブタイミング制御装置（E

C U 2 6) は、内燃機関 (エンジン 5 0) のクランクシャフトに対するカムシャフト (例えば吸気カムシャフト) の相対回転位相をカムシャフトに連結されたモータ (モータ 2 7 b) によって変化させることで、バルブタイミングを変化させる電動バルブタイミング装置 (V T C 2 7) を制御する。そして、上記電動バルブタイミング制御装置は、内燃機関の停止処理後に電動バルブタイミング装置によりカムシャフトの相対回転位相を変化させる際に、カムシャフトの現在の位相と目標の位相との関係に基づいて、カムシャフトを現在の位相から目標の位相へ変化させる位相変更方法を変える制御部 (C P U 3 0 : 弁位相検出部 3 0 2、位相変更方法選択部 3 0 3)、を備える。

[0106] 上記構成の第 1 の実施形態によれば、内燃機関 (エンジン 5 0) の停止直前から停止後にかけて、カムシャフト (吸気カムシャフト) の現在の位相 (電動バルブタイミング装置 (V T C 2 7) の位相) と目標の位相 (吸気カムシャフト及びカム山 1 1 m の相対位置) との関係を把握することで、カムシャフトの位相を変化させる位相変更方法 (シングルアクション、ダブルアクション) を切り替えることができる。それにより、カムシャフトの現在の位相と目標の位相との関係に応じて、電動バルブタイミング制御装置 (E C U 2 6) のモータへの回転方向指示を切り替えることが可能である。それゆえ、過剰な電流の発生によるモータ及びモータドライバの過熱を防止でき、かつ内燃機関の停止直前から停止後にかけて弁 (吸気弁 9) の位相を任意の位相に制御することができる。

[0107] 以上のとおり、本実施形態に係る電動バルブタイミング制御装置 (E C U 2 6) では、制御部 (C P U 3 0 : 弁位相検出部 3 0 2、位相変更方法選択部 3 0 3) は、内燃機関 (エンジン 5 0) の停止処理後に電動バルブタイミング装置 (V T C 2 7) によりカムシャフト (吸気カムシャフト) の相対回転位相を変化させる際に、カムシャフトの上記現在の位相と上記目標の位相 (例えば最遅角) との関係に基づいて、カムシャフトを現在の位相から目標の位相へ近づく第 1 の方向に回転させ、カムシャフトを目標の位相に変化させる第 1 の位相変更方法 (シングルアクション) と、一度目の動作でカムシ

ャフトを目標の位相から遠ざかる第2の方向に所定の位相量だけ回転させた後、二度目の動作でカムシャフトを第1の方向に回転させてカムシャフトを目標の位相に変化させる第2の位相変更方法（ダブルアクション）と、を切り替える。

[0108] このような構成によれば、電動バルブタイミング制御装置（ECU26）は、カムシャフトの現在の位相と目標の位相との関係に応じて、第1の位相変更方法と第2の位相変更方法のいずれかを選択して、電動バルブタイミング制御装置（ECU26）からモータ（モータ27b）への回転方向指示を切り替えることが可能である。

[0109] 以上のとおり、本実施形態に係る電動バルブタイミング制御装置（ECU26）では、制御部（CPU30：弁位相検出部302、位相変更方法選択部303）は、カムシャフト（吸気カムシャフト）の目標の位相が現在の位相から見て、カムシャフトを現在の位相から第1の方向に回転させたと想定したときにモータ（モータ27b）に目標電流以下の電流が流れる領域に設定されている場合には、第1の位相変更方法（シングルアクション）を選択し、モータに目標電流を超える電流が流れる領域に設定されている場合には、第2の位相変更方法（ダブルアクション）を選択する。

[0110] このような構成によれば、電動バルブタイミング制御装置（ECU26）は、カムシャフトの現在の位相と目標の位相との関係に応じて、第1の位相変更方法と第2の位相変更方法のいずれかを選択して、モータ（モータ27b）に目標電流を超える電流が流れることを防止できる。

[0111] 以上のとおり、本実施形態に係る電動バルブタイミング制御装置（ECU26）では、制御部（CPU30：弁位相検出部302、位相変更方法選択部303）は、カムシャフト（吸気カムシャフト）を現在の位相から第1の方向に回転させたと想定したときに、カムシャフトに軸支されたカム（例えば吸気カム11）がバルブスプリングを押し込む方向とは反対方向に回転する場合には、第1の位相変更方法（シングルアクション）を選択し、吸気カム又は排気カムがバルブスプリングを押し込む方向に回転する場合には、第

2の位相変更方法（ダブルアクション）を選択する。

[0112] このような構成によれば、電動バルブタイミング制御装置（ECU26）は、カムシャフト（吸気カムシャフト）を回転させたときに、カム（吸気カム11）がバルブスプリングを押し込む方向に回転する場合には、第2の位相変更方法（ダブルアクション）を選択する。これにより、電動バルブタイミング装置（VTC27）のモータを駆動する際の最大トルクを抑制し、モータに流れる電流を低減できる。

[0113] 以上のとおり、本実施形態に係る電動バルブタイミング制御装置（ECU26）では、制御部（CPU30：弁位相検出部302、位相変更方法選択部303）は、カムシャフト（吸気カムシャフト）を現在の位相から第1の方向に回転させたと想定したときに、カムシャフトに軸支されたカムとバルブスプリングとの間に設けられた接触子（接触子90）が当該カムのカム山（カム山11m）を下る方向に回転する場合には、第1の位相変更方法（シングルアクション）を選択し、接触子がカム山を上る方向に回転する場合には、第2の位相変更方法（ダブルアクション）を選択する。

[0114] このような構成によれば、電動バルブタイミング制御装置（ECU26）は、カムシャフト（吸気カムシャフト）を回転させたときに、接触子（接触子90）がカム山（カム山11m）を上る方向に回転する場合には、第2の位相変更方法（ダブルアクション）を選択する。これにより、電動バルブタイミング装置（VTC27）のモータを駆動する際の最大トルクを抑制し、モータに流れる電流を低減できる。

[0115] 以上のとおり、本実施形態に係る電動バルブタイミング制御装置（ECU26）では、第1の軸にカムシャフト（吸気カムシャフト）の現在の位相、第2の軸にカムシャフトの目標の位相がそれぞれ設定され、第1の軸と第2の軸との交点に位相変更方法（シングルアクション、ダブルアクション）が定義されたマップ情報（マップ情報321）を備え、制御部（CPU30：弁位相検出部302、位相変更方法選択部303）は、カムシャフトの現在の位相と目標の位相を基に、マップ情報を参照して位相変更方法を切り替え

る。

[0116] このような構成によれば、電動バルブタイミング制御装置（ＥＣＵ２６）は、カムシャフトの現在の位相と目標の位相との関係に応じて、マップ情報を参照して容易に位相変更方法を選択及び切り替えることができる。

[0117] 以上のとおり、本実施形態に係る電動バルブタイミング制御装置（ＥＣＵ２６）では、電動バルブタイミング装置（ＶＴＣ２７）は、モータ（モータ２７ｂ）の回転に応じた信号を出力するモータセンサ（ホールＩＣ回路）を内蔵したコントロールユニット（ＵＶＷコントロールユニット２７ｃ）を備える。そして、制御部（ＣＰＵ３０：弁位相検出部３０２、位相変更方法選択部３０３）は、電動バルブタイミング装置のコントロールユニットから、モータセンサの出力信号をモータ回転数とモータ回転方向として受信することで、内燃機関（エンジン５０）の停止処理後において電動バルブタイミング装置の位相変更量（回転数）及び位相変更方向（回転方向）を検知する。

[0118] このような構成によれば、電動バルブタイミング制御装置（ＥＣＵ２６）は、内燃機関（エンジン５０）の停止処理後において、クランク角センサ６及び吸気カム角センサ１３から信号が得られない場合でも、モータセンサの出力信号に基づいてモータ回転数とモータ回転方向を得ることができる。それゆえ、内燃機関の停止直前から停止後にかけても、弁の位相を任意の位相に精度よく制御することができる。

[0119] ＜第２の実施形態＞

第２の実施形態における、エンジン及びその周辺機器の基本構成は、第１の実施形態と同様に図１に記載されたとおりである。本実施形態のエンジンはタイプとして、早閉じミラーサイクルを採用したエンジンとする。早閉じのミラーサイクルとは、４サイクルエンジンの吸気行程においてピストン３が下死点に到達する前に吸気弁９を閉じるエンジン行程のことを指す。本実施形態で取り上げるエンジンは、搭載する電動バルブタイミング装置２７によって吸気カム１１を進角側に位相変化することで、早閉じミラーサイクルを成立することを可能とする構成を有する。

[0120] [早閉じミラーサイクルにおける吸気弁及び排気弁の位相とリフト量の関係]

早閉じミラーサイクルの吸気弁 9 及び排気弁 10 のプロファイルを図 14 と図 15 に示す。

図 14 は、早閉じミラーサイクルにおいて、吸気弁 9 を最進角の位相に設定した場合の吸気弁 9 のプロファイル 9 f を示す。

図 15 は、早閉じミラーサイクルにおいて、吸気弁 9 を最遅角の位相に設定した場合の吸気弁 9 のプロファイル 9 g を示す。

[0121] 図 6 及び図 7 の横軸には、膨張行程、排気行程、吸気行程、圧縮行程の順にエンジン行程が変化する様子が示され、縦軸には、吸気弁 9 及び排気弁 10 のリフト量 [mm] が示される。早閉じミラーサイクルの機能を有するエンジンでは、吸気カム 11 のプロファイルとして、遅閉じミラーサイクルの機能を有するエンジンの吸気カム 11 と比較し、カム幅が狭く、吸気弁 9 のリフト量が小さいという傾向がある。

[0122] [電動バルブタイミング制御装置の動作]

早閉じミラーサイクルでは、エンジン再始動時に吸気弁 9 の位相を最進角（プロファイル 9 f）に制御した状態で再始動することが望ましい。早閉じミラーサイクルを搭載するエンジンでは、遅閉じミラーサイクルとは反対に、4 サイクルエンジンの行程において、排気行程の途中で吸気弁 9 を開弁し、吸気工程の途中で吸気弁 9 を閉じる位相を可能とする機構を有している。そのため、エンジン再始動時の吸気弁 9 の位相を最遅角（プロファイル 9 g）に制御することで、圧縮工程におけるエンジン筒内の空気流量を低減できる。それゆえ、エンジン再始動時においてクランクシャフト 5 の回転上昇時の回転数変動の低減及びエンジン再始動時の車体振動（NVH：Noise, Vibration, Harshness）の抑制を図ることが可能となる。本実施形態では、この動作を吸気カムシャフトに搭載した電動バルブタイミング装置 27 による位相変化によって成立させる。

[0123] 本実施形態では、ECU 26 にアイドルストップ指令が入力されて、燃料

噴射カット後に吸気弁 9 の位相を最進角に変化させることで、上記のとおりエンジン始動時に吸気弁 9 の位相が最進角から始動することを可能とする。しかしながら、第 1 の実施形態と同様にエンジン停止後において、カム山 11 m の反力や、エンジン停止直後のクランク逆回転等の影響を受けて、最進角に制御した電動バルブタイミング装置 27 の位相が遅角側にずらされるという現象が一定の確率で発生する。そのため、エンジン停止後においても電動バルブタイミング装置 27 によって、吸気弁 9 の位相を制御することが求められる。

[0124] 本実施形態では、エンジン停止後に発生した吸気弁 9 の位相変化を、エンジン停止したときの吸気弁 9 の位相からのずれ量によって算出する。位相ずれの方向としては、エンジン停止時には最進角の位相にいた吸気弁 9 が遅角方向にずらされるため、位相ずれを検知した後に最進角の方向に吸気弁 9 の位相を変化させる必要がある。そのため、エンジン停止後の位相変更制御としては、電動バルブタイミング装置 27 によってエンジン回転方向と同方向の進角側に吸気カムシャフトを回転させる必要がある。

[0125] しかし、第 1 の実施形態と同様に、位相ずれが発生した後の吸気カム 11 の位相と最進角の位相との相対位置関係によっては、位相変化のために接触子 90 がカム山 11 m を乗り越えることとなる。よって、位相変更制御において、過大な電流値が UVW コントロールユニット 27 c に印加される可能性をはらんでいる。本実施形態では、UVW コントロールユニット 27 c への過大電流の突入を防止することを狙いとする。

[0126] [電動バルブタイミング制御方法]

次に、第 1 の実施形態における電動バルブタイミング制御方法について図 16 を参照して説明する。

図 16 は、第 2 の実施形態に係る電動バルブタイミング制御方法の手順例を示すフローチャートである。ここでは、次回エンジン始動時の位相制御の要求として、エンジン停止時から再始動にかけて吸気弁 9 を最進角位置へ位相変更するときの一連の動作を示す。

[0127] 図16の各処理ステップの詳細な内容に関しては、第1の実施形態における図13の処理ステップとほぼ同様である。図13のステップS4, S5, S9, S11, S13, S16, S17の「遅角」及び「最遅角」を、図16のステップS24, S25, S29, S31, S33, S36, S37では「進角」及び「最進角」に置き換える。これとは反対に、図13のステップS15の「進角」を、図16のステップS35では「遅角」に置き換える。

[0128] [本実施形態の適用効果]

上記のように構成された第2の実施形態は、第1の実施形態と同様の作用効果の他、次のような作用効果を奏する。エンジン停止時に吸気弁9の位相を最進角に制御した状態でエンジン停止を迎えたと仮定すると、エンジン停止後に吸気弁9の位相がずれた際に、本実施形態の構成を採用することで、その最進角からの相対的な位相ずれ量を算出することを可能とする。さらに、本実施形態によれば、ずれた後の吸気弁9の位相を改めて最進角（プロファイル9f）に制御することが可能となり、次回エンジン再始動時においても最進角から始動することを可能とする。

[0129] <変形例>

上述した第1及び第2の実施形態では、エンジン50の停止後に電動バルブタイミング装置27により吸気カムシャフトのクランクシャフト5に対する相対回転位相を変化させる例を説明したが、本発明を適用できる状況はエンジン50の停止後に限定されない。本発明は、吸気カムシャフトを現在の位相から目標の位相に近づく方向に回転させたと想定したときに、モータ27bに目標電流を超える電流が流れる領域に目標の位相が設定されている状況で利用されることが望ましい。エンジン50の回転数が低いほどモータ電流が目標電流を上回りやすい状況となる。したがって、本発明は、エンジン50の停止処理を実施後、すなわちエンジン50の回転数が所定値以下の状態、エンジン50の停止直前、及びエンジン50の停止後に適用可能である。

[0130] 上述した第1及び第2の実施形態では、ECU26がクランクシャフト5に対する吸気カム11（吸気弁9）の位相を制御する例を説明したが、ECU26が排気カム12（排気弁10）の位相を制御する場合にも適用できる。

[0131] さらに、本発明は上述した各実施形態に限られるものではなく、請求の範囲に記載した本発明の要旨を逸脱しない限りにおいて、その他種々の応用例、変形例を取り得ることは勿論である。例えば、上述した各実施形態は本発明を分かりやすく説明するために電動バルブタイミング制御装置の構成を詳細かつ具体的に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成要素を備えるものに限定されない。また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成要素に置き換えることが可能である。また、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成要素を加えることも可能である。また、各実施形態の構成の一部について、他の構成要素の追加又は置換、削除をすることも可能である。

[0132] また、上記の各構成、機能、処理部等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計するなどによりハードウェアで実現してもよい。ハードウェアとして、FPGA（Field Programmable Gate Array）やASIC（Application Specific Integrated Circuit）などの広義のプロセッサデバイスを用いてもよい。

[0133] また、図13及び図16に示すフローチャートにおいて、処理結果に影響を及ぼさない範囲で、複数の処理を並列的に実行したり、処理順序を変更したりしてもよい。

## 符号の説明

[0134] 1…シリンダヘッド、2…シリンダブロック、3…ピストン、4…コンロッド、5…クランクシャフト、6…クランク角センサ、7…吸気管、8…排気管、9…吸気弁、9a…最進角吸気弁プロファイル（遅閉じミラーサイクル）、9b…最遅角吸気弁プロファイル（遅閉じミラーサイクル）、9c…シングルアクション吸気弁プロファイル（遅閉じミラーサイクル）、9d…

シングルアクション吸気弁プロファイル（第１アクション）（遅閉じミラーサイクル）、 9 e …シングルアクション吸気弁プロファイル（第２アクション）（遅閉じミラーサイクル）、 9 f …最進角吸気弁プロファイル（早閉じミラーサイクル）、 9 g …最遅角吸気弁プロファイル（早閉じミラーサイクル）、 1 0 …排気弁、 1 0 a …排気弁プロファイル（遅閉じミラーサイクル）、 1 0 b …排気弁プロファイル（早閉じミラーサイクル）、 1 1 …吸気カム、 1 1 m …カム山、 1 2 …排気カム、 1 3 …吸気カム角センサ、 1 4 …インジェクタ、 1 5 …点火プラグ、 1 6 …点火コイル、 1 7 …燃料タンク、 1 8 …フィードポンプ、 1 9 …高圧燃料ポンプ、 2 0 …コモンレール、 2 1 …燃圧センサ、 2 2 …三元触媒、 2 3 …酸素センサ、 2 4 …温度センサ、 2 5 …水温センサ、 2 6 …ＥＣＵ（電動バルブタイミング制御装置）、 2 7 …電動バルブタイミング装置、 2 7 a …減速機、 2 7 b …モータ、 2 7 c …ＵＶＷコントロールユニット、 2 7 d …スプロケット、 2 8 …駆動回転体、 2 8 a …凹部、 2 8 b …端部（最進角ストッパ）、 2 8 c …端部（最遅角ストッパ）、 2 9 …従動回転体、 2 9 a …凸部、 9 0 …接触子、 2 7 1 …汎用ＩＣ、 2 7 2 …モータドライバ、 3 2 1 …マップ情報

## 請求の範囲

[請求項1] 内燃機関のクランクシャフトに対するカムシャフトの相対回転位相を前記カムシャフトに連結されたモータによって変化させることで、バルブタイミングを変化させる電動バルブタイミング装置を制御する電動バルブタイミング制御装置であって、

前記内燃機関の停止処理後に前記電動バルブタイミング装置により前記カムシャフトの前記相対回転位相を変化させる際に、前記カムシャフトの現在の位相と目標の位相との関係に基づいて、前記カムシャフトを前記現在の位相から前記目標の位相へ変化させる位相変更方法を変える制御部、を備える

電動バルブタイミング制御装置。

[請求項2] 前記制御部は、

前記内燃機関の停止処理後に前記電動バルブタイミング装置により前記カムシャフトの前記相対回転位相を変化させる際に、前記カムシャフトの前記現在の位相と前記目標の位相との関係に基づいて、前記カムシャフトを前記現在の位相から前記目標の位相へ近づく第1の方向に回転させ、前記カムシャフトを前記目標の位相に変化させる第1の位相変更方法と、

一度目の動作で前記カムシャフトを前記目標の位相から遠ざかる第2の方向に所定の位相量だけ回転させた後、二度目の動作で前記カムシャフトを第1の方向に回転させて前記カムシャフトを前記目標の位相に変化させる第2の位相変更方法と、を切り替える

請求項1に記載の電動バルブタイミング制御装置。

[請求項3] 前記制御部は、

前記カムシャフトの前記目標の位相が前記現在の位相から見て、前記カムシャフトを前記現在の位相から前記第1の方向に回転させたと想定したときに前記モータに目標電流以下の電流が流れる領域に設定されている場合には、前記第1の位相変更方法を選択し、前記モータ

に目標電流を超える電流が流れる領域に設定されている場合には、前記第2の位相変更方法を選択する

請求項2に記載の電動バルブタイミング制御装置。

[請求項4]

前記制御部は、

前記カムシャフトを前記現在の位相から前記第1の方向に回転させたとき、前記カムシャフトに軸支されたカムがバルブスプリングを押し込む方向とは反対方向に回転する場合には、前記第1の位相変更方法を選択し、

前記カムが前記バルブスプリングを押し込む方向に回転する場合には、前記第2の位相変更方法を選択する

請求項2に記載の電動バルブタイミング制御装置。

[請求項5]

前記制御部は、

前記カムシャフトを前記現在の位相から前記第1の方向に回転させたとき、前記カムシャフトに軸支されたカムとバルブスプリングとの間に設けられた接触子が前記カムのカム山を下る方向に回転する場合には、前記第1の位相変更方法を選択し、

前記接触子がカム山を上る方向に回転する場合には、前記第2の位相変更方法を選択する

請求項2に記載の電動バルブタイミング制御装置。

[請求項6]

前記電動バルブタイミング制御装置は、第1の軸に前記カムシャフトの前記現在の位相、第2の軸に前記カムシャフトの前記目標の位相がそれぞれ設定され、前記第1の軸と前記第2の軸との交点に前記位相変更方法が定義されたマップ情報、を備え、

前記制御部は、前記カムシャフトの前記現在の位相と前記目標の位相を基に、前記マップ情報を参照して前記位相変更方法を切り替える

請求項1乃至5のいずれか一項に記載の電動バルブタイミング制御装置。

[請求項7]

前記電動バルブタイミング装置は、前記モータの回転に応じた信号

を出力するモータセンサを内蔵したコントロールユニットを備え、  
前記制御部は、

前記電動バルブタイミング装置の前記コントロールユニットから、  
前記モータセンサの出力信号をモータ回転数とモータ回転方向として  
受信することで、前記内燃機関の停止処理後において前記電動バルブ  
タイミング装置の位相変更量及び位相変更方向を検知する

請求項 1 に記載の電動バルブタイミング制御装置。

[請求項 8]

内燃機関のクランクシャフトに対するカムシャフトの相対回転位相  
を前記カムシャフトに連結されたモータによって変化させることで、  
バルブタイミングを変化させる電動バルブタイミング装置を制御する  
電動バルブタイミング制御装置による電動バルブタイミング制御方法  
であって、

前記電動バルブタイミング制御装置の制御部が、

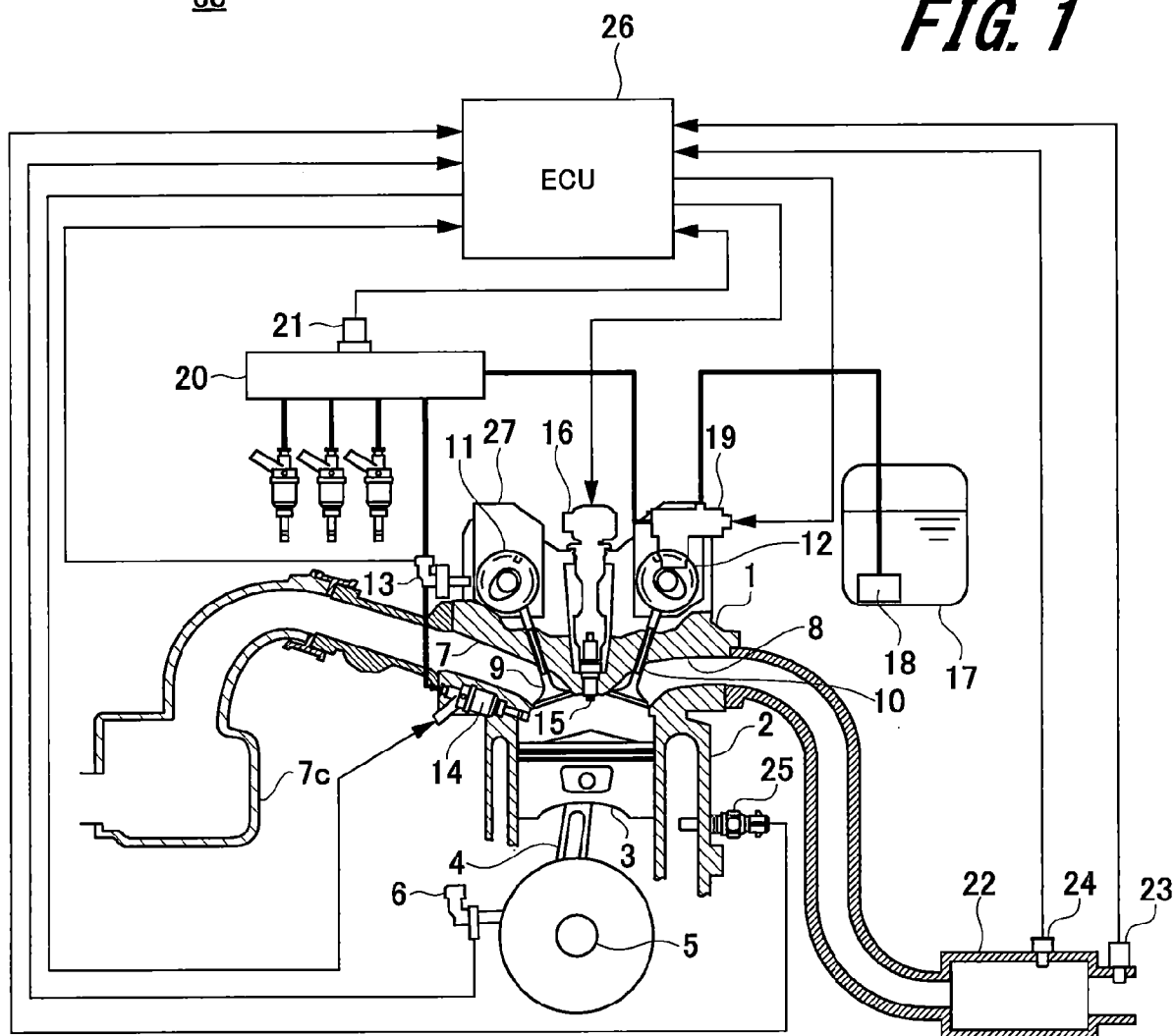
前記内燃機関の停止処理後に、前記カムシャフトの現在の位相と目  
標の位相との関係を検知する処理と、

前記電動バルブタイミング装置により前記カムシャフトの前記相対  
回転位相を変化させる際に、前記検知の結果に基づいて、前記カムシ  
ャフトを前記現在の位相から前記目標の位相へ変化させる処理を実行  
する

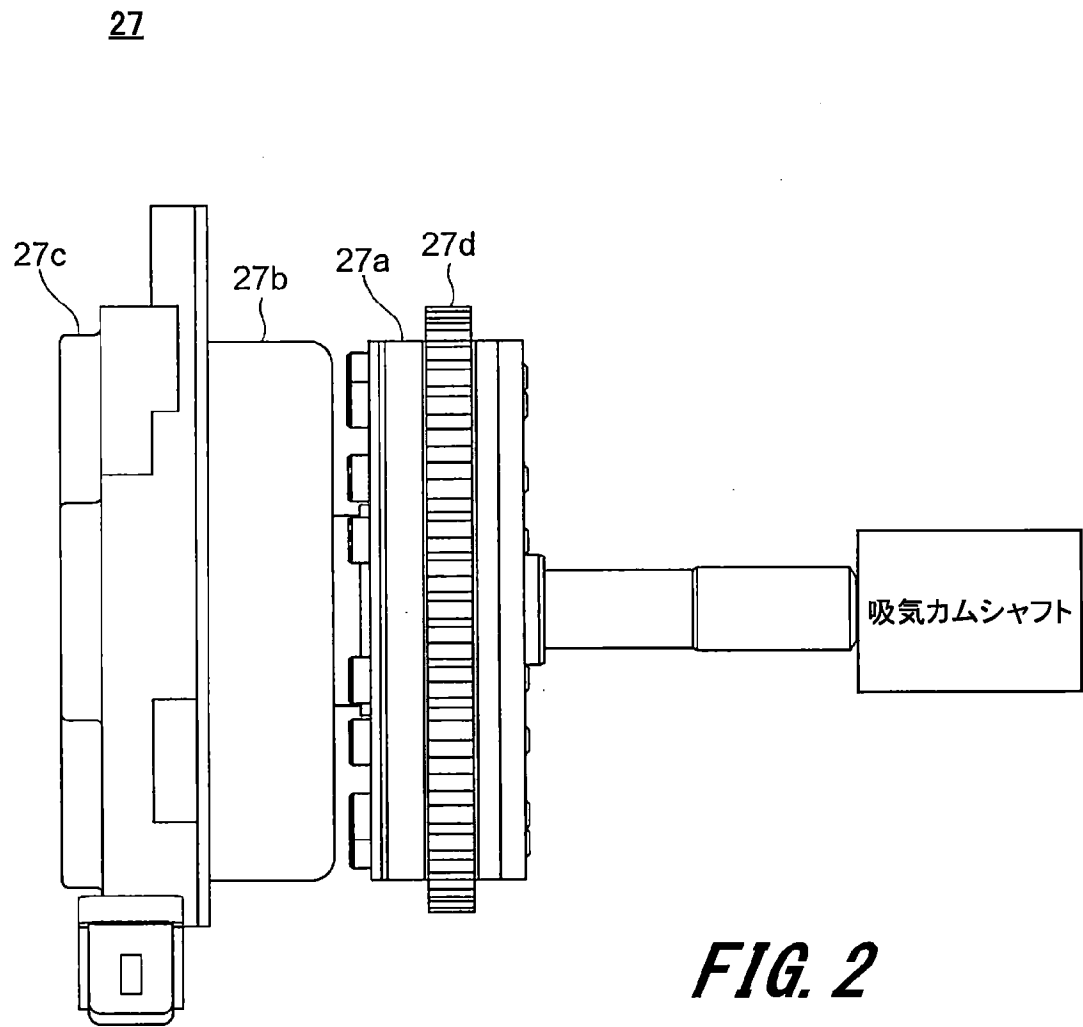
電動バルブタイミング制御方法。

50

**FIG. 1**



[図2]





[図4]

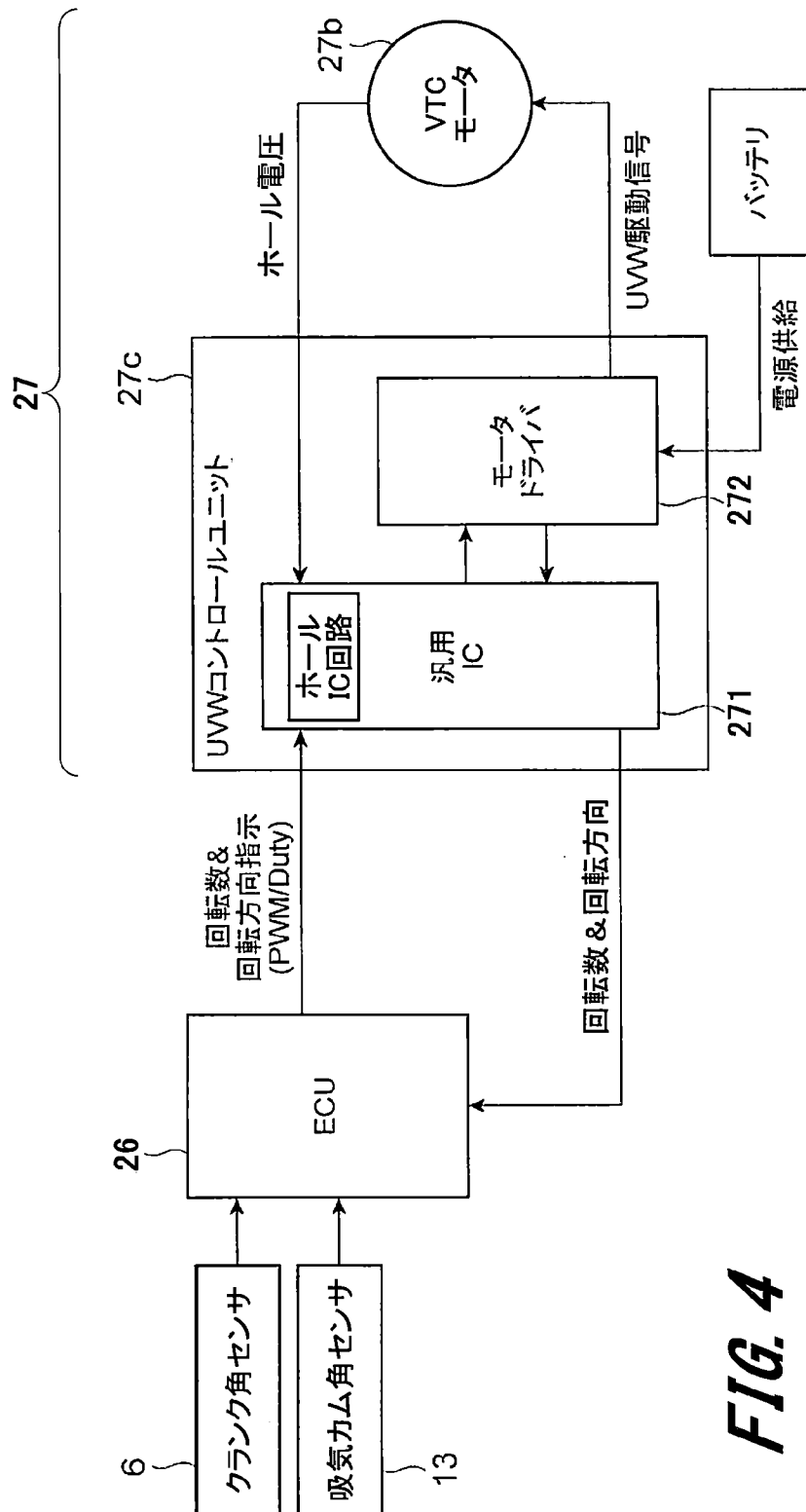
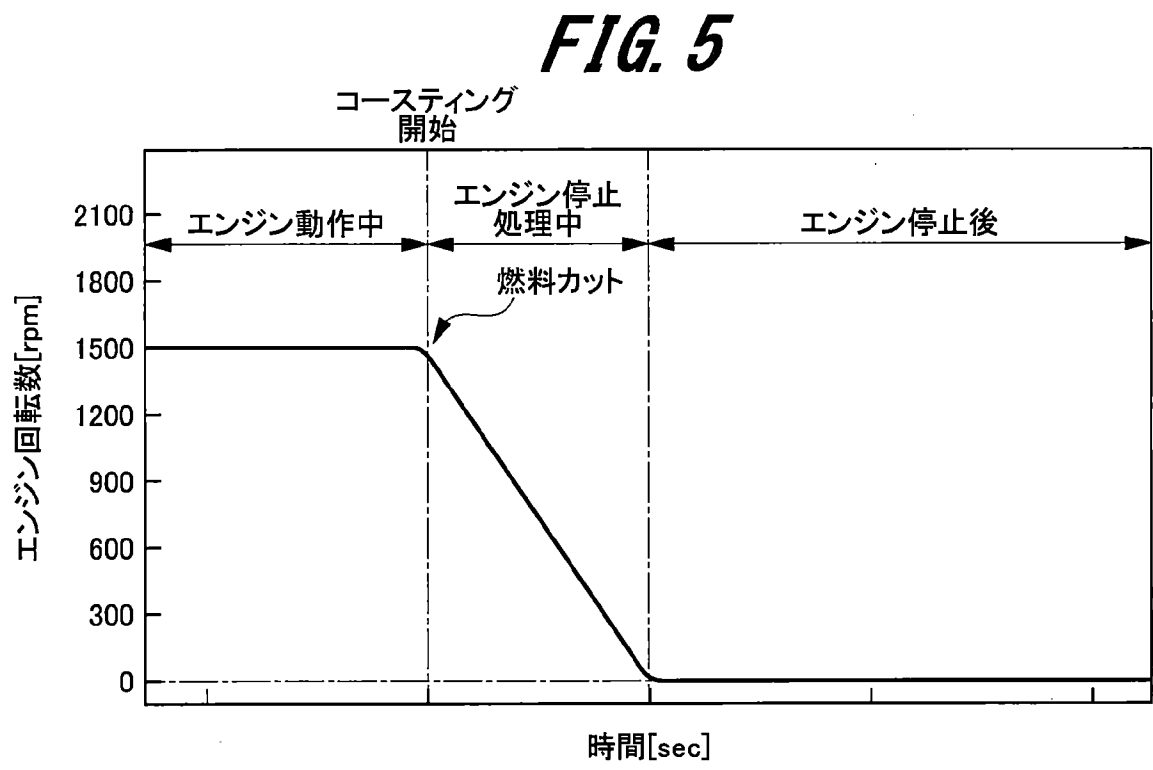
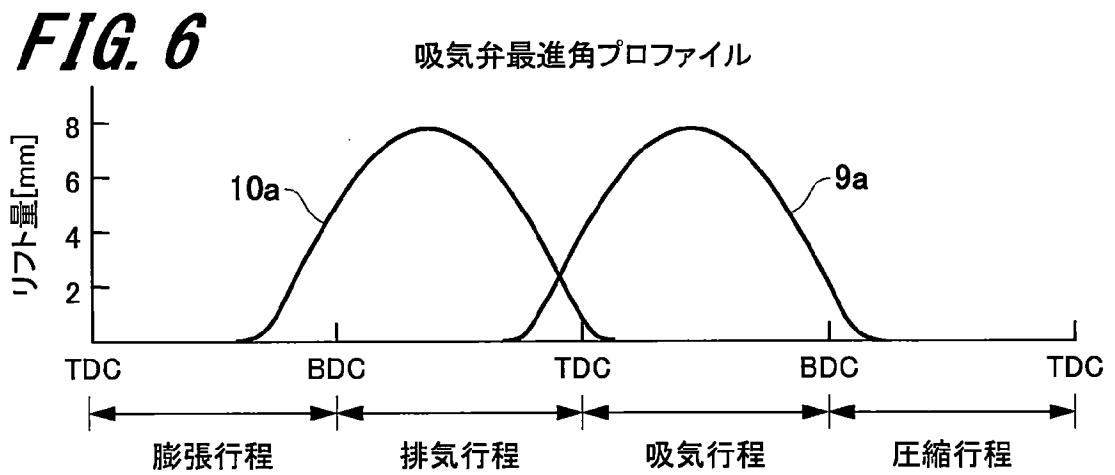


FIG. 4

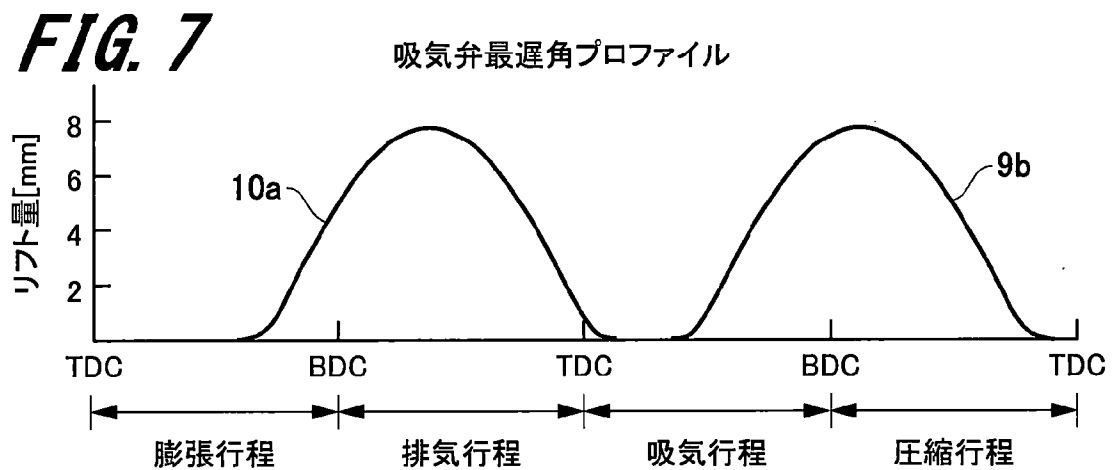
[図5]



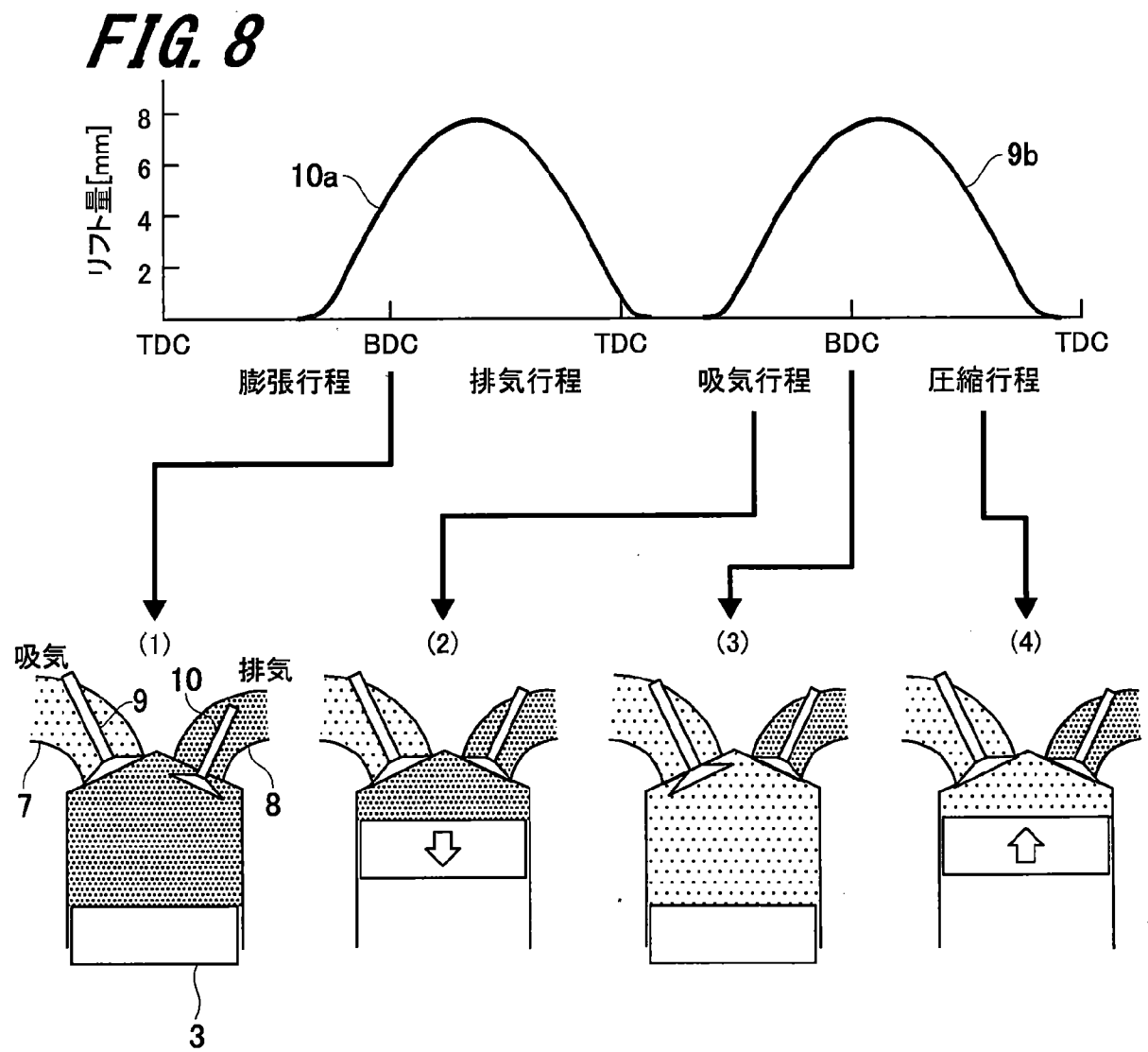
[図6]



[図7]



[図8]



[図9]

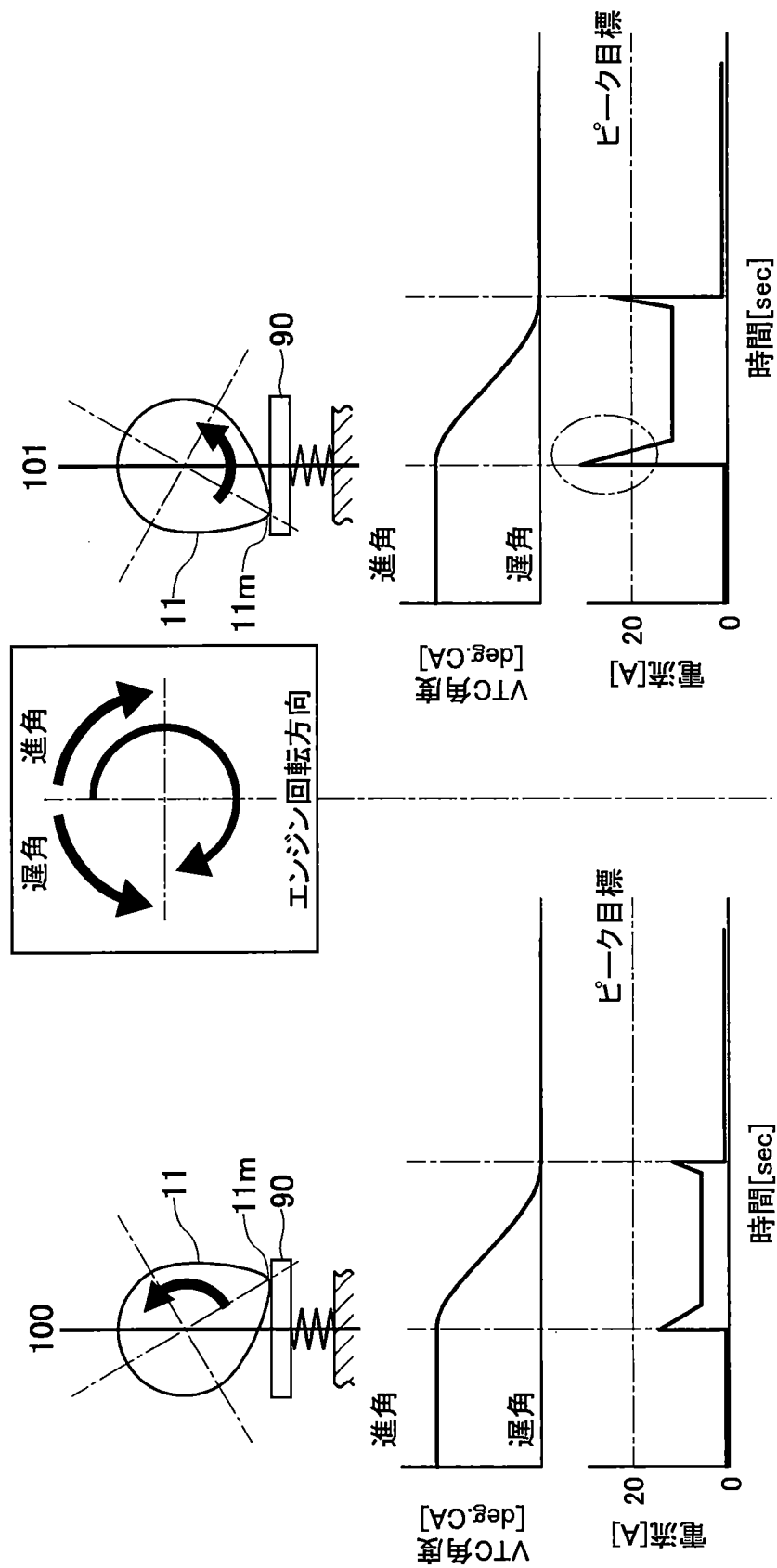
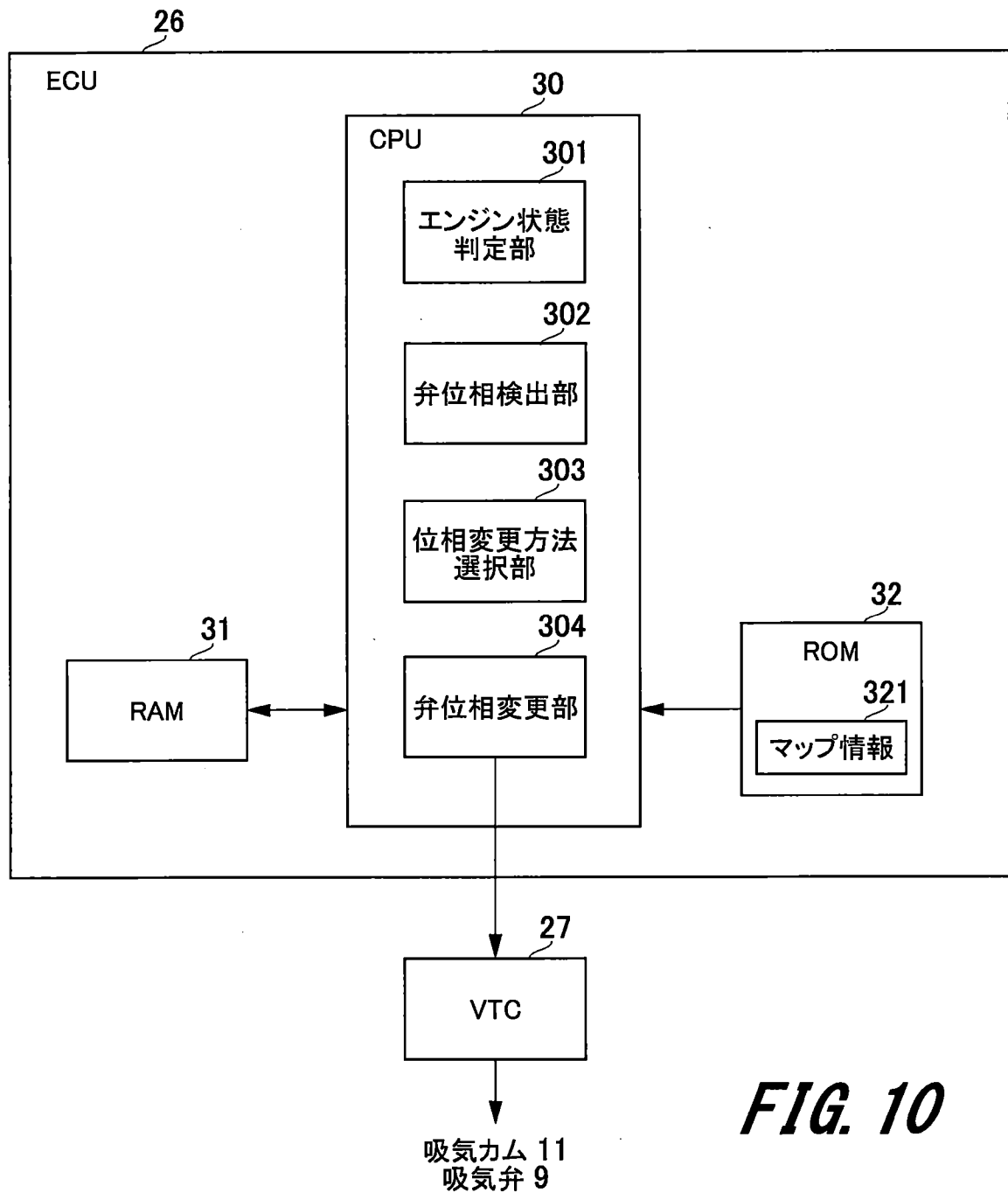


FIG. 9

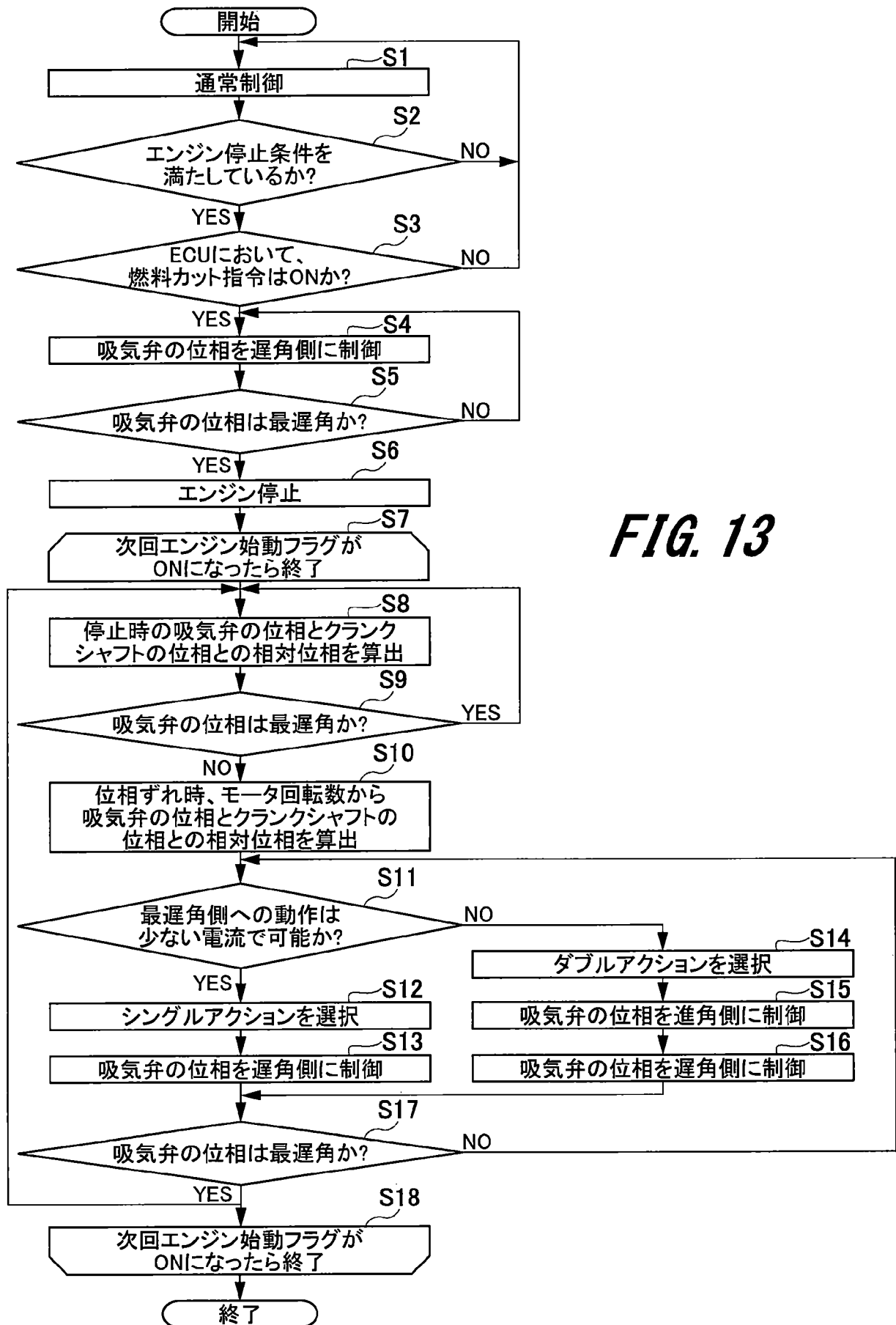
[図10]



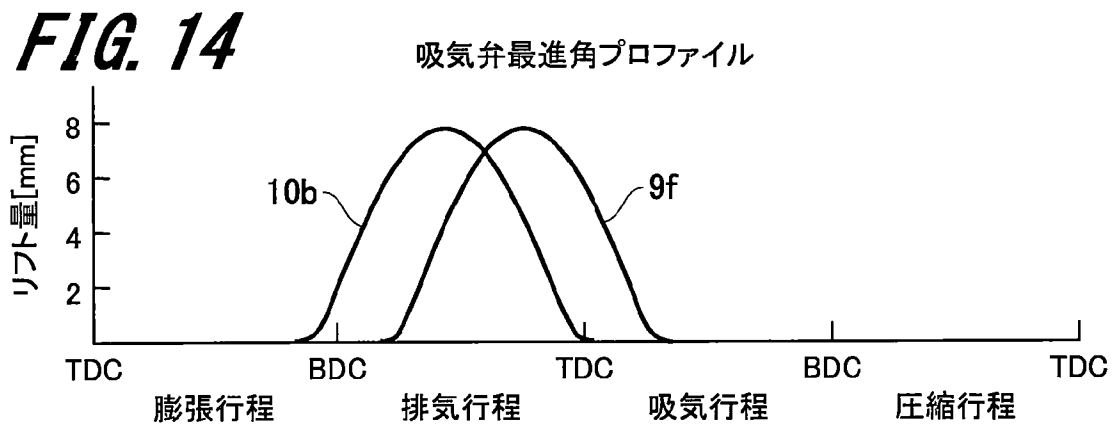




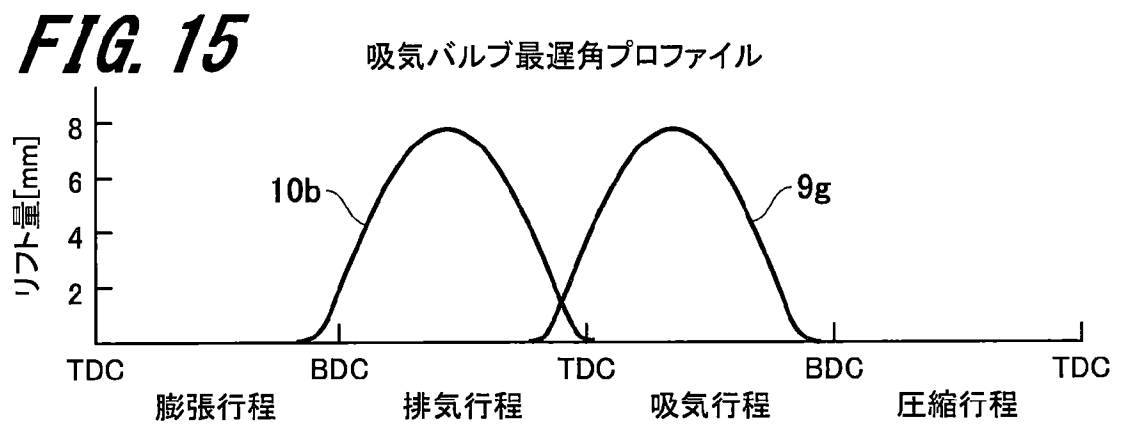
[図13]

**FIG. 13**

[図14]



[図15]



[図16]

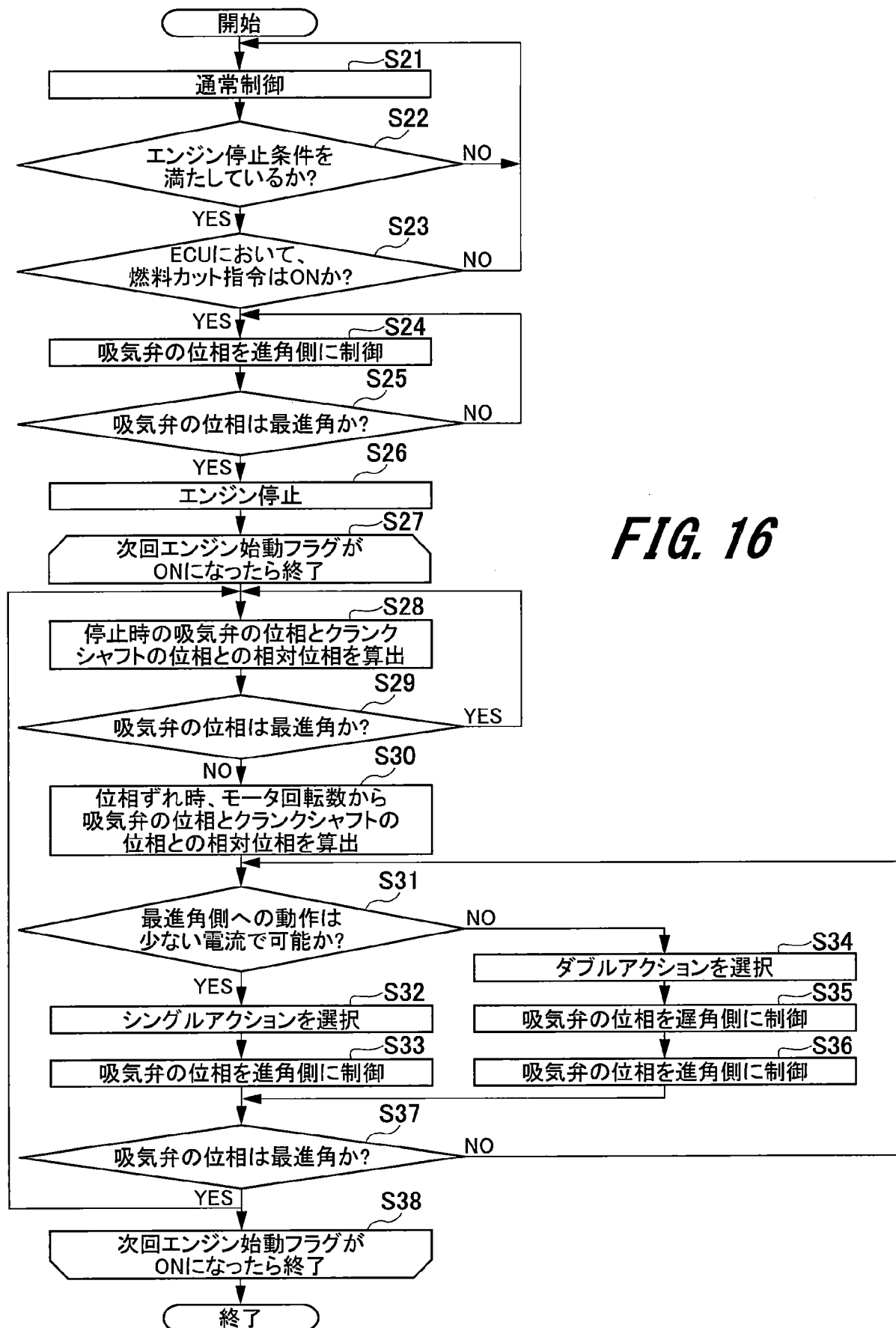


FIG. 16

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/034960

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****F02D 41/06**(2006.01)i; **F02D 13/02**(2006.01)i; **F02D 45/00**(2006.01)i; **F01L 1/356**(2006.01)i

FI: F01L1/356; F02D41/06; F02D45/00; F02D13/02 G

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)

F02D41/06; F02D13/02; F02D45/00; F01L1/356

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 1971-2021  
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021  
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                             | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | JP 2007-198252 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 09 August 2007 (2007-08-09)<br>paragraphs [0018]-[0030], fig. 1-8        | 1                     |
| Y         |                                                                                                                | 7                     |
| A         |                                                                                                                | 2-6, 8                |
| Y         | JP 2017-075539 A (DENSO CORP.) 20 April 2017 (2017-04-20)<br>paragraphs [0011]-[0058], fig. 1-4                | 7                     |
| A         |                                                                                                                | 1-6, 8                |
| X         | JP 2007-198314 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 09 August 2007 (2007-08-09)<br>paragraphs [0018]-[0061], fig. 1-3        | 8                     |
| A         |                                                                                                                | 1-7                   |
| A         | JP 2012-145036 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD.) 02 August 2012<br>(2012-08-02)<br>entire text, all drawings | 1-8                   |
| A         | JP 2005-076518 A (HITACHI UNISIA AUTOMOTIVE, LTD.) 24 March 2005 (2005-03-24)<br>entire text, all drawings     | 1-8                   |



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

26 October 2021

Date of mailing of the international search report

14 December 2021

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)  
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915  
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/JP2021/034960****C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                    | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2009-074379 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 09 April 2009 (2009-04-09)<br>entire text, all drawings                         | 1-8                   |
| A         | JP 2008-267234 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 06 November 2008 (2008-11-06)<br>entire text, all drawings                      | 1-8                   |
| A         | JP 2010-127192 A (NIPPON JIDOSHA BUHIN SOGO KENKYUSHO K.K.) 10 June 2010<br>(2010-06-10)<br>entire text, all drawings | 1-8                   |
| A         | JP 2008-261325 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 30 October 2008 (2008-10-30)<br>entire text, all drawings                       | 1-8                   |
| A         | DE 102014014279 A1 (DAIMLER AG) 31 March 2016 (2016-03-31)<br>entire text, all drawings                               | 1-8                   |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2021/034960**

| Patent document<br>cited in search report |              |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s)            | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|--------------|----|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| JP                                        | 2007-198252  | A  | 09 August 2007                       | (Family: none)                     |                                      |
| JP                                        | 2017-075539  | A  | 20 April 2017                        | (Family: none)                     |                                      |
| JP                                        | 2007-198314  | A  | 09 August 2007                       | US 2007/0175427                    | A1                                   |
|                                           |              |    |                                      | paragraphs [0027]-[0069], fig. 1-3 |                                      |
|                                           |              |    |                                      | DE 102007000042                    | A1                                   |
| JP                                        | 2012-145036  | A  | 02 August 2012                       | US 2012/0174883                    | A1                                   |
|                                           |              |    |                                      | entire text, all drawings          |                                      |
|                                           |              |    |                                      | CN 102588123                       | A                                    |
|                                           |              |    |                                      | CN 105257413                       | A                                    |
| JP                                        | 2005-076518  | A  | 24 March 2005                        | (Family: none)                     |                                      |
| JP                                        | 2009-074379  | A  | 09 April 2009                        | (Family: none)                     |                                      |
| JP                                        | 2008-267234  | A  | 06 November 2008                     | US 2010/0131180                    | A1                                   |
|                                           |              |    |                                      | entire text, all drawings          |                                      |
|                                           |              |    |                                      | EP 2137040                         | A2                                   |
|                                           |              |    |                                      | CN 101657344                       | A                                    |
| JP                                        | 2010-127192  | A  | 10 June 2010                         | (Family: none)                     |                                      |
| JP                                        | 2008-261325  | A  | 30 October 2008                      | US 2009/0101090                    | A1                                   |
|                                           |              |    |                                      | entire text, all drawings          |                                      |
|                                           |              |    |                                      | EP 2055907                         | A1                                   |
|                                           |              |    |                                      | CN 101542079                       | A                                    |
| DE                                        | 102014014279 | A1 | 31 March 2016                        | (Family: none)                     |                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                             |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------|--|------------------------------------------|--|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>F02D 41/06(2006.01)i; F02D 13/02(2006.01)i; F02D 45/00(2006.01)i; F01L 1/356(2006.01)i<br>FI: F01L1/356; F02D41/06; F02D45/00; F02D13/02 G                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                             |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 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））<br>F02D41/06; F02D13/02; F02D45/00; F01L1/356                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                             |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                             |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                             |                | 日本国実用新案公報    | 1922 - 1996年                                                    | 日本国公開実用新案公報                     | 1971 - 2021年                                    | 日本国実用新案登録公報                            | 1996 - 2021年                                                        | 日本国登録実用新案公報                                                   | 1994 - 2021年      |                           |  |                                          |  |
| 日本国実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1922 - 1996年                                                                |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 日本国公開実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1971 - 2021年                                                                |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 日本国実用新案登録公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1996 - 2021年                                                                |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 日本国登録実用新案公報                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1994 - 2021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<br>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<br>請求項の番号 |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 2007-198252 A（トヨタ自動車株式会社）09.08.2007（2007 - 08 - 09）<br>段落0018-0030, 図1-8 | 1              |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                             | 7              |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                             | 2-6, 8         |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 2017-075539 A（株式会社デンソー）20.04.2017（2017 - 04 - 20）<br>段落0011-0058, 図1-4   | 7              |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                             | 1-6, 8         |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 2007-198314 A（トヨタ自動車株式会社）09.08.2007（2007 - 08 - 09）<br>段落0018-0061, 図1-3 | 8              |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                             | 1-7            |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 2012-145036 A（日立オートモティブシステムズ株式会社）02.08.2012（2012 - 08 - 02）<br>全文, 全図    | 1-8            |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | JP 2005-076518 A（株式会社日立ユニシアオートモティブ）24.03.2005（2005 - 03 - 24）<br>全文, 全図     | 1-8            |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                             |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| <table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>"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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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）</td> <td>"&amp;" 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td></td> </tr> </table> |                                                                             |                | * 引用文献のカテゴリー | "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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの | "A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの | "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 | "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 | "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 | "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） | "&" 同一パテントファミリー文献 | "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 |  |
| * 引用文献のカテゴリー                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | "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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの             |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| "A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | "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                             |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| "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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | "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         |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| "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）                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | "&" 同一パテントファミリー文献                                                           |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| "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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                             |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 国際調査を完了した日<br><br>26.10.2021                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 国際調査報告の発送日<br><br>14.12.2021                                                |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |
| 名称及びあて先<br><br>日本国特許庁(ISA/JP)<br>〒100-8915<br>日本国<br>東京都千代田区霞が関三丁目4番3号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 権限のある職員（特許庁審査官）<br><br>菅野 京一 3G 1769<br><br>電話番号 03-3581-1101 内線 3355       |                |              |                                                                 |                                 |                                                 |                                        |                                                                     |                                                               |                   |                           |  |                                          |  |

| C. 関連すると認められる文献 |                                                                           |                |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| A               | JP 2009-074379 A (トヨタ自動車株式会社) 09.04.2009 (2009 - 04 - 09)<br>全文, 全図       | 1-8            |
| A               | JP 2008-267234 A (トヨタ自動車株式会社) 06.11.2008 (2008 - 11 - 06)<br>全文, 全図       | 1-8            |
| A               | JP 2010-127192 A (株式会社日本自動車部品総合研究所) 10.06.2010 (2010 - 06 - 10)<br>全文, 全図 | 1-8            |
| A               | JP 2008-261325 A (トヨタ自動車株式会社) 30.10.2008 (2008 - 10 - 30)<br>全文, 全図       | 1-8            |
| A               | DE 102014014279 A1 (DAIMLER AG) 31.03.2016 (2016 - 03 - 31)<br>全文, 全図     | 1-8            |

国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/034960

| 引用文献 |              |    | 公表日        | パテントファミリー文献        | 公表日 |
|------|--------------|----|------------|--------------------|-----|
| JP   | 2007-198252  | A  | 09.08.2007 | (ファミリーなし)          |     |
| JP   | 2017-075539  | A  | 20.04.2017 | (ファミリーなし)          |     |
| JP   | 2007-198314  | A  | 09.08.2007 | US 2007/0175427 A1 |     |
|      |              |    |            | 段落0027-0069, 図1-3  |     |
|      |              |    |            | DE 102007000042 A1 |     |
| JP   | 2012-145036  | A  | 02.08.2012 | US 2012/0174883 A1 |     |
|      |              |    |            | 全文, 全図             |     |
|      |              |    |            | CN 102588123 A     |     |
|      |              |    |            | CN 105257413 A     |     |
| JP   | 2005-076518  | A  | 24.03.2005 | (ファミリーなし)          |     |
| JP   | 2009-074379  | A  | 09.04.2009 | (ファミリーなし)          |     |
| JP   | 2008-267234  | A  | 06.11.2008 | US 2010/0131180 A1 |     |
|      |              |    |            | 全文, 全図             |     |
|      |              |    |            | EP 2137040 A2      |     |
|      |              |    |            | CN 101657344 A     |     |
| JP   | 2010-127192  | A  | 10.06.2010 | (ファミリーなし)          |     |
| JP   | 2008-261325  | A  | 30.10.2008 | US 2009/0101090 A1 |     |
|      |              |    |            | 全文, 全図             |     |
|      |              |    |            | EP 2055907 A1      |     |
|      |              |    |            | CN 101542079 A     |     |
| DE   | 102014014279 | A1 | 31.03.2016 | (ファミリーなし)          |     |