

(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
2016 年 9 月 9 日(09.09.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/140269 A1

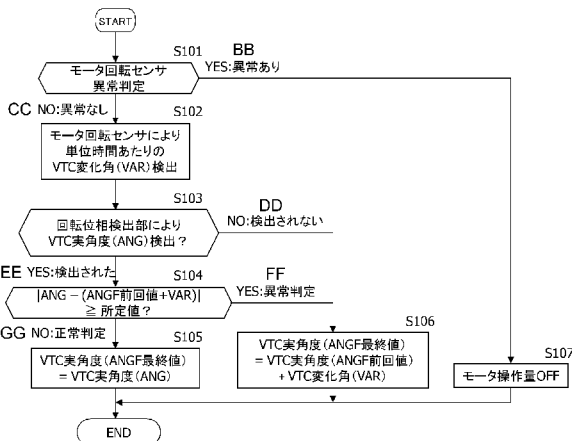
- (51) 国際特許分類:
F02D 45/00 (2006.01) *F02D 13/02* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/056432
- (22) 国際出願日: 2016 年 3 月 2 日(02.03.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-040600 2015 年 3 月 2 日(02.03.2015) JP
- (71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社 (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.)
[JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 Ibaraki (JP).
- (72) 発明者: 三河 謙太郎 (MIKAWA, Kentaro); 〒3720023 群馬県伊勢崎市粕川町 1 6 7 1 番地 1
日立オートモティブシステムズ株式会社内 Gunma (JP).

- (74) 代理人: 小川 護晃, 外(OGAWA, Moriaki et al.);
〒1000014 東京都千代田区永田町二丁目 1 3 番
5 号赤坂エイトワンビル 7 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR DIAGNOSING ABNORMALITY IN ROTATION PHASE DETECTION DEVICE, AND ROTATION POSITION CONTROL DEVICE USING SAME

(54) 発明の名称: 回転位相検出装置の異常診断装置及び方法とそれを用いた回転位置制御装置



- S101... Motor rotation sensor abnormality determination
S102... VTC varying angle (VAR) per unit time detected by motor rotation sensor
S103... VTC actual angle (ANG) detected by rotation phase detection unit?
S104... $[ANG - (ANGF \text{ previous value} + VAR)] \geq \text{prescribed value?}$
S105... VTC actual angle (ANGF final value) = VTC actual angle (ANG)
S106... VTC actual angle (ANGF final value) = VTC actual angle (ANGF previous value) + VTC varying angle (VAR)
S107... Motor manipulated variable OFF
BB... YES: there is abnormality
CC... NO: there is no abnormality
DD... NO: not detected
EE... YES: detected
FF... YES: determination abnormal
GG... NO: determination normal

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to ensure that abnormality can be detected quickly and with high precision and abnormality at low rotations can be satisfactorily dealt with when abnormality has occurred in either of two rotation detection units having different detection frequencies. When the absolute value of a deviation between a VTC actual angle detected by a rotation phase detection unit, and the integrated value of a VTC varying angle detected by a motor rotation sensor 201 with higher frequency than the frequency with which the VTC actual angle was detected by the rotation phase detection unit, is equal to or greater than a prescribed value, there is determined to be abnormality in the rotation phase detection unit.

(57) 要約: 検出頻度の異なる 2 つの回転検出部のいずれかに異常が発生したときに、該異常を速やかにかつ高精度に検出でき、低回転時の異常に良好に対応できるようにすることを目的とする。回転位相検出部により検出した VTC 実角度と、モータ回転センサ 201 により前記回転位相検出部による VTC 実角度の検出頻度より高い頻度で検出した VTC 変化角の積算値との偏差の絶対値が所定値以上のときに、前記回転位相検出部に異常があると判定する。

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG). 添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

回転位相検出装置の異常診断装置及び方法とそれを用いた回転位置制御装置

技術分野

[0001] 本発明は、回転位相検出装置の異常診断装置及び方法とそれを用いた回転位置制御装置に関し、例えば、内燃機関の機関バルブ（吸気バルブまたは排気バルブ）のバルブタイミングを変更する可変バルブタイミング機構の制御装置に前記回転位相検出装置の異常診断装置を適用したものに関する。

背景技術

[0002] 例えば、可変バルブタイミング機構の制御装置では、回転検出部によりクランク軸に対するカム軸の回転位相（回転角位置）を検出しつつ、可変バルブタイミング機構によって目標回転位相に近づけることにより、バルブタイミングを制御している。

特許文献1では、電動モータを用いて吸気バルブ開閉用カム軸を駆動する可変バルブタイミング機構において、上記の回転検出部に比較して、検出頻度が高いモータ軸の回転信号を用いることにより、機関低速域での精度の良いバルブタイミング制御の実現を図っている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特許第4 1 2 3 1 2 7 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献1では、機関の始動時や停止直前の極低回転時に回転検出部に1回でも異常が発生すると、回転位相、すなわち吸気バルブのバルブタイミングを誤検出してしまうことがあり、該誤検出に基づく誤った

モータ操作量によりバルブタイミング機構の駆動制御が継続されて、バルブタイミングが目標値に対して大きくオーバーシュートしてしまうことがあった。その結果、エンジン性能（特に低回転性能）が損なわれ、バルブタイミング機構の可動部品の強い当たりによるストッパの耐久性低下及び可動部品のストッパへの固着等の二次故障が発生するおそれがある。

[0005] また、従来の回転検出部の異常診断は、カム軸に設けられたカムセンサの気筒判別値の順番監視により行っており、異常が発生してから異常を検出するまで長い期間を要するため、その間、上記と同様に誤ったモータ操作量に基づくオーバーシュートが発生してしまうことにより、同じくエンジン性能が損なわれ、ストッパの耐久性低下及び固着等の二次故障が発生するおそれがある。

[0006] 本発明は、このような従来の課題に着目してなされたもので、検出頻度の異なる2つの回転検出部のいずれかに異常が発生したときに、該異常を速やかにかつ高精度に検出でき、低回転時の異常に良好に対応できるようにすることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の一側面によると、第1回転体の回転角位置と、アクチュエータによって前記第1回転体に対して相対回転する第2回転体の回転角位置とに基づいて、前記第1回転体に対する前記第2回転体の回転位相を所定の周期毎に検出する第1回転検出部と、前記アクチュエータによる前記第2回転体の前記第1回転体に対する相対変化角を、前記第1回転検出部による検出頻度より高い頻度で検出する第2回転検出部と、を含む回転位相検出装置の異常診断装置は、前記第1回転検出部により検出される前記回転位相の変化量と、前記第2回転検出部により検出される前記相対変化角の所定の周期における積算値とに基づいて、前記第1回転検出部と前記第2回転検出部とのいずれか一方の異常の有無を判定する。

[0008] また、本発明の一側面によると、回転体の回転位置制御装置は、上記回転位相検出装置の異常診断装置を含み、前記回転位相検出装置の異常診断装置

によって前記第 1 回転検出部と前記第 2 回転検出部のいずれか一方が異常であると判定されたとき、他方の検出部の検出値に基づき算出された第 2 回転体の回転位相に応じて、前記アクチュエータによる前記第 2 回転体の駆動制御を継続すること、又は前記アクチュエータを駆動する操作量の出力を制限し又は停止する。

発明の効果

[0009] 前記回転位相検出装置の異常診断装置によれば、第 1 回転検出部又は第 2 回転検出部に異常が発生した場合、双方の検出値に基づいて速やかにかつ高精度に異常を検出することができる。

また、前記回転体の回転位置制御装置によれば、回転位相検出装置の異常診断装置により前記第 1 回転検出部と前記第 2 回転検出部のいずれか一方が異常であると判定されたとき、他方の検出部の検出値に基づき算出された第 2 回転体の回転位相に基づいて、上記第 2 回転体の駆動制御のフェールセーフ処理が行われる。

これにより、異常な回転位相の検出値により第 2 回転体の回転位相が目標値に対してオーバーシュートして好ましくない回転位相に制御されることを抑制できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施形態における内燃機関のシステム構成図である。

[図2]実施形態における可変バルブタイミング機構を示す縦断面図である。

[図3]電動可変バルブタイミング機構における主要な構成部材の要部拡大断面図である。

[図4]図 2 の A - A 線断面図である。

[図5]図 2 の B - B 線断面図である。

[図6]同上可変バルブタイミング機構に供されるカバー部材と第 1 オイルシールとの分解斜視図である。

[図7]図 2 の C - C 線断面図である。

[図8]実施形態におけるクランク角センサ及びカムセンサの構造を示す図であ

る。

[図9]実施形態におけるクランク角センサ及びカムセンサの出力特性を示すタイムチャートである。

[図10]同上実施形態に使用されるモータ回転センサの構成を示す斜視図である。

[図11]同上モータ回転センサから出力される信号の波形図であり、（A）は、モータの時計回り方向回転時、（B）はモータの反時計回り方向回転時を示す。

[図12]実施形態において制御されるバルブタイミングであり、（A）は始動後のミラーサイクル運転時、（B）は始動時のバルブタイミングを示す。

[図13]第1実施形態による可変バルブタイミング機構によるバルブタイミング制御時の異常診断処理を示すフローチャートである。

[図14]同上バルブタイミング制御時の各種状態量の変化を示すタイムチャートである。

[図15]第2実施形態による可変バルブタイミング機構によるバルブタイミング制御時の異常診断処理を示すフローチャートである。

[図16]第3実施形態による可変バルブタイミング機構によるバルブタイミング制御時の異常診断処理を示すフローチャートの一部である。

[図17]同上フローチャートの一部である。

[図18]同上バルブタイミング制御時の各種状態量の変化を示すタイムチャートである。

[図19]同上バルブタイミング制御時の各種状態量の変化を示すタイムチャートである。

[図20]同上バルブタイミング制御時の各種状態量の変化を示すタイムチャートである。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の一実施形態を添付図面に基づいて説明する。

図1は、本発明の実施形態による回転位相検出装置の異常診断装置を適用

した車両用内燃機関１０１の構成図である。尚、本実施形態において、内燃機関１０１は、直列４気筒の４サイクル機関であるが、本例に限定されない。

[0012] 図１において、内燃機関１０１の吸気管１０２には、スロットルモータ１０３ａでスロットルバルブ１０３ｂを開閉駆動する電子制御スロットル１０３を介装してある。

そして、内燃機関１０１は、電子制御スロットル１０３及び吸気バルブ１０５を介して、各気筒の燃焼室１０６内に空気を吸入する。

[0013] 各気筒の吸気ポート１３０に、燃料噴射弁１３１を設けてあり、燃料噴射弁１３１は、制御装置としてのＥＣＵ（エンジン・コントロール・ユニット）１１４からの噴射パルス信号によって開弁動作し、燃料を噴射する。

[0014] 燃焼室１０６内の燃料は、点火プラグ１０４による火花点火によって着火燃焼する。点火プラグ１０４それぞれには、点火コイル及び該点火コイルへの通電を制御するパワートランジスタを内蔵した点火モジュール１１２を装着してある。

[0015] 燃焼室１０６内の燃焼ガスは、排気バルブ１０７を介して排気管１１１に流出する。排気管１１１に設けたフロント触媒コンバータ１０８及びリア触媒コンバータ１０９は、排気管１１１を流れる排気を浄化する。

[0016] 吸気カム軸１３４、排気カム軸１１０は、一体的にカムを備え、このカムによって吸気バルブ１０５及び排気バルブ１０７を動作させる。

吸気バルブ１０５のバルブタイミングは、電動モータ（アクチュエータ）を用いて吸気カム軸１３４をクランク軸１２０に対して相対回転させる可変バルブタイミング機構（電動ＶＴＣ（Valve Timing Control））１１３により、可変に制御される。

[0017] 上記電動ＶＴＣ１１３は、図２～図７に示すように、内燃機関のクランク軸１２０によって回転駆動する駆動回転体であるタイミングsprocket１と、シリンダヘッド上に軸受４４を介して回転自在に支持され、前記タイミングsprocket１から伝達された回転力によって回転する吸気カム軸１３

4と、該タイミングsprocket 1の前方位位置に配置されて、固定部であるチェーンカバー40にボルトによって取り付け固定されたカバー部材3と、前記タイミングsprocket 1と吸気カム軸134の間に配置されて、機関運転状態に応じて両者1、134の相対回転位相を変更する可変機構である位相変更機構4と、を備えて構成されている。

[0018] タイミングsprocket 1は、全体が鉄系金属によって一体に形成され、内周面が段差径状の円環状のsprocket本体1aと、該sprocket本体1aの外周に一体に設けられて、巻回されたタイミングチェーン42を介してクランク軸からの回転力を受けるギア部1bと、から構成されている。また、タイミングsprocket 1は、前記sprocket本体1aの内周側に形成された円形溝1cと前記吸気カム軸134の前端部に一体に設けられた肉厚なフランジ部2aの外周との間に介装された第3軸受である第3ボールベアリング43によって吸気カム軸134に回転自在に支持されている。

[0019] sprocket本体1aの前端部外周縁には、環状突起1eが一体に形成されている。このsprocket本体1aの前端部には、前記環状突起1eの内周側に同軸に位置決めされ、内周に波形状の噛み合い部である内歯19aが形成された環状部材19と、大径円環状のプレート6とがボルト7によって軸方向から共締め固定されている。また、前記sprocket本体1aの内周面の一部には、図5に示すように、円弧状の係合部であるストッパ凸部1dが周方向に沿って所定長さ範囲まで形成されている。

[0020] プレート6の前端側外周には、前記位相変更機構4の後述する減速機8や電動モータ12の各構成部材を覆う状態で前方に突出した円筒状のハウジング5がボルト11によって固定されている。

[0021] ハウジング5は、鉄系金属によって一体に形成されてヨークとして機能し、前端側に円環プレート状の保持部5aを一体に有していると共に、該保持部5aを含めた外周側全体が前記カバー部材3によって所定の隙間をもって覆われた形で配置されている。

[0022] 吸気カム軸134は、外周に吸気バルブ105を開作動させる一気筒当た

り2つの駆動カムを有していると共に、前端部に従動回転体である従動部材9がカムボルト10によって軸方向から結合されている。また、吸気カム軸134の前記フランジ部2aには、図5に示すように、前記スプロケット本体1aのストッパ凸部1dに係入する係止部であるストッパ凹溝2bが円周方向に沿って形成されている。このストッパ凹溝2bは、円周方向へ所定長さの円弧状に形成されて、この長さ範囲で回転したストッパ凸部1dの両端縁が周方向の対向縁2c、2dにそれぞれ当接することによって、タイミングスプロケット1に対する吸気カム軸134の最大進角側あるいは最大遅角側の相対回転位置を規制するようになっている。

[0023] カムボルト10は、頭部10aの軸部10b側の端縁にフランジ状の座面部10cが一体に形成されていると共に、軸部10bの外周に前記吸気カム軸134の端部から内部軸方向に形成された雌ねじ部に螺着する雄ねじ部が形成されている。

[0024] 従動部材9は、鉄系金属材料によって一体に形成され、図3に示すように、前端側に形成された円板部9aと、後端側に一体に形成された円筒状の円筒部9bとから構成されている。

[0025] 円板部9aは、後端面の径方向ほぼ中央位置に前記吸気カム軸134のフランジ部2aとほぼ同外径の環状段差突起9cが一体に設けられ、この段差突起9cの外周面と前記フランジ部2aの外周面が前記第3ボールベアリング43の内輪43aの内周に挿通配置されている。第3ボールベアリング43の外輪43bは、スプロケット本体1aの円形溝1cの内周面に圧入固定されている。

[0026] また、円板部9aの外周部には、図2～図6に示すように、後述する複数のローラ34を保持する保持器41が一体に設けられている。この保持器41は、前記円板部9aの外周部から前記円筒部9bと同じ方向へ突出して形成され、円周方向へほぼ等間隔の位置に所定の隙間をもった複数の細長い突起部41aによって形成されている。

[0027] 円筒部9bは、図2に示すように、中央に前記カムボルト10の軸部10

bが挿通される挿通孔9 dが貫通形成されていると共に、外周側に第1軸受である後述の第1ニードルベアリング30が設けられている。

[0028] カバー部材3は、図2及び図6に示すように、比較的的肉厚な合成樹脂材によって一体に形成され、カップ状に膨出したカバー本体3 aと、該カバー本体3 aの後端部外周に一体に形成されたブラケット3 bと、から構成されている。

[0029] カバー本体3 aは、位相変更機構4の前端側を覆う、つまりハウジング5の軸方向の保持部5 bから後端部側のほぼ全体を、所定隙間をもって覆うように配置されている。一方、前記ブラケット3 bには、ほぼ円環状に形成された6つのボス部にそれぞれボルト挿通孔3 fが貫通形成されている。

[0030] また、図2に示すように、カバー部材3のブラケット3 bが前記チェーンカバー40に複数のボルト46を介して固定されていると共に、前記カバー本体3 aの前端部3 eの内周面に内外2重のスリップリング48 a、48 bが各内端面を露出した状態で埋設固定されている。さらに上端部には、内部に前記スリップリング48 a、48 bと導電部材を介して接続されたコネクタ端子49 aが固定されたコネクタ部49が設けられている。なお、前記コネクタ端子49 aには、ECU114を介して図外のバッテリー電源から通電あるいは通電が遮断されるようになっている。

[0031] そして、カバー本体3 aの後端部側の内周面と前記ハウジング5の外周面との間には、図2にも示すように、シール部材である大径な第1オイルシール50が介装されている。この第1オイルシール50は、横断面ほぼコ字形状に形成されて、合成ゴムの基材の内部に芯金が埋設されていると共に、外周側の円環状基部50 aが前記カバー本体3 a後端部の内周面に形成された円形溝3 d内に嵌着固定されている。また、円環状基部50 aの内周側には、前記ハウジング5の外周面に当接するシール面50 bが一体に形成されている。

[0032] 位相変更機構4は、吸気カム軸134のほぼ同軸上前端側に配置された電動モータ12と、該電動モータ12の回転速度を減速して吸気カム軸134

に伝達する前記減速機 8 と、から構成されている。

[0033] 電動モータ 12 は、図 2 及び図 3 に示すように、ブラシ付きの DC モータであって、タイミングプロケット 1 と一体に回転するヨークであるハウジング 5 と、該ハウジング 5 の内部に回転自在に設けられた出力軸であるモータ軸 13 と、ハウジング 5 の内周面に固定された半円弧状の一对の永久磁石 14、15 と、ハウジング保持部 5a の内底面側に固定された固定子 16 と、を備えている。

[0034] モータ軸 13 は、筒状に形成されてアーマチュアとして機能し、軸方向のほぼ中央位置の外周に、複数の極を持つ鉄心ロータ 17 が固定されていると共に、該鉄心ロータ 17 の外周には電磁コイル 18 が巻回されている。また、モータ軸 13 の前端部外周には、コミュテータ 20 が圧入固定されており、このコミュテータ 20 には、前記鉄心ロータ 17 の極数と同数に分割された各セグメントに前記電磁コイル 18 が接続されている。

[0035] 固定子 16 は、図 7 に示すように、保持部 5a の内底壁に 4 本のビス 22a によって固定された円環板状の樹脂ホルダー 22 と、該樹脂ホルダー 22 と保持部 5a を軸方向に貫通配置されて、各先端面が前記一对のスリップリング 48a、48b に摺接して給電される周方向内外 2 つの第 1 ブラシ 23a、23b と、樹脂ホルダー 22 の内周側に内方へ進退自在に保持されて、円弧状の先端部が前記コミュテータ 20 の外周面に摺接する第 2 ブラシ 24a、24b と、から主として構成されている。

[0036] 第 1 ブラシ 23a、23b と第 2 ブラシ 24a、24b は、ピッグテールハーネス 25a、25b によって接続されていると共に、それぞれに弾接した振りばね 26a、27a のばね力によってスリップリング 48a、48b 方向やコミュテータ 20 方向へそれぞれ付勢されている。

[0037] モータ軸 13 は、カムボルト 10 の頭部 10a 側の軸部 10b の外周面に第 1 軸受であるニードルベアリング 28 と該ニードルベアリング 28 の軸方向の側部に配置された軸受である第 4 ボールベアリング 35 を介して回転自在に支持されている。また、前記モータ軸 13 の吸気カム軸 134 側の後端

部には、減速機 8 の一部を構成する円筒状の偏心軸部 30 が一体に設けられている。

[0038] 第 1 ニードルベアリング 28 は、偏心軸部 30 の内周面に圧入された円筒状のリテーナ 28 a と、該リテーナ 28 a の内部に回転自在に保持された複数の転動体であるニードルローラ 28 b とから構成されている。このニードルローラ 28 b は、前記従動部材 9 の円筒部 9 b の外周面を転動している。

[0039] 第 4 ボールベアリング 35 は、内輪 35 a が前記従動部材 9 の円筒部 9 b の前端縁とカムボルト 10 の座面部 10 c との間に挟持状態に固定されている一方、外輪 35 b がモータ軸 13 の内周に形成された段差部と抜け止めリングであるスナップリング 36 との間で軸方向の位置決め支持されている。

[0040] また、モータ軸 13（偏心軸部 30）の外周面とプレート 6 の内周面との間には、減速機 8 内部から電動モータ 12 内への潤滑油のリークを阻止するフリクション部材である第 2 オイルシール 32 が設けられている。この第 2 オイルシール 32 は、内周部が前記モータ軸 13 の外周面に弾接していることによって、該モータ軸 13 の回転に対して摩擦抵抗を付与するようになっている。

[0041] 減速機 8 は、図 2、図 3 に示すように、偏心回転運動を行う前記偏心軸部 30 と、該偏心軸部 30 の外周に設けられた第 2 軸受である第 2 ボールベアリング 33 と、該第 2 ボールベアリング 33 の外周に設けられた前記ローラ 34 と、該ローラ 34 を転動方向に保持しつつ径方向の移動を許容する前記保持器 41 と、該保持器 41 と一体の前記従動部材 9 と、から主として構成されている。

[0042] 偏心軸部 30 は、外周面に形成されたカム面の軸心 Y がモータ軸 13 の軸心 X から径方向へ僅かに偏心している。なお、前記第 2 ボールベアリング 33 とローラ 34 などが遊星噛み合い部として構成されている。

[0043] 第 2 ボールベアリング 33 は、大径状に形成されて、第 1 ニードルベアリング 28 の径方向位置で全体がほぼオーバーラップする状態に配置され、内輪 33 a が偏心軸部 30 の外周面に圧入固定されていると共に、外輪 33 b の

外周面には前記ローラ 34 が常時当接している。また、外輪 33b の外周側には円環状の隙間 C が形成されて、この隙間 C によって第 2 ボールベアリング 33 全体が前記偏心軸部 30 の偏心回転に伴って径方向へ移動可能、つまり偏心動可能になっている。

[0044] 各ローラ 34 は、第 2 ボールベアリング 33 の偏心動に伴って径方向へ移動しつつ前記環状部材 19 の内歯 19a に嵌入すると共に、保持器 41 の突起部 41a によって周方向にガイドされつつ径方向に揺動運動するようになっている。

[0045] 減速機 8 の内部には、潤滑油供給手段によって潤滑油が供給されるようになっている。この潤滑油供給手段は、図 2 に示すように、シリンダヘッドの軸受 44 の内部に形成されて、図外のメインオイルギャラリーから潤滑油が供給される油供給通路 47 と、前記吸気カム軸 134 の内部軸方向に形成されて、前記油供給通路 47 にグループ溝を介して連通した油供給孔 48 と、従動部材 9 の内部軸方向に貫通形成されて、一端が該油供給孔 48 に開口し、他端が前記第 1 ニードルベアリング 28 と第 2 ボールベアリング 33 の付近に開口した小径なオイル供給孔 45 と、同じく従動部材 9 に貫通形成された大径な 3 つの図外のオイル排出孔と、から構成されている。

[0046] 以下、本電動 VTC 113 の作動について説明すると、まず、機関のクランク軸が回転駆動するとタイミングチェーン 42 を介してタイミングスプロケット 1 が回転し、その回転力によりハウジング 5 と環状部材 19 とプレート 6 を介して電動モータ 12 が同期回転する。一方、環状部材 19 の回転力が、ローラ 34 から保持器 41 及び従動部材 9 を経由して吸気カム軸 134 に伝達される。これによって、吸気カム軸 134 のカムが吸気弁を開閉作動させる。

[0047] そして、電動 VTC 113 を駆動して吸気カム軸 134 の回転位相（吸気バルブ 105 のバルブタイミング）を変更するときは、ECU 114 からスリップリング 48a、48bなどを介して電動モータ 12 の電磁コイル 18 に通電される。これによって、モータ軸 13 が回転駆動され、この回転力が

減速機 8 を介して吸気カム軸 1 3 4 に減速された回転力が伝達される。

[0048] すなわち、モータ軸 1 3 の回転に伴い偏心軸部 3 0 が偏心回転すると、各ローラ 3 4 がモータ軸 1 3 の 1 回転毎に保持器 4 1 の突起部 4 1 a に径方向へガイドされながら環状部材 1 9 の一の内歯 1 9 a を乗り越えて隣接する他の内歯 1 9 a に転動しながら移動し、これを順次繰り返しながら円周方向へ転接する。この各ローラ 3 4 の転接によって前記モータ軸 1 3 の回転が減速されつつ従動部材 9 に回転力が伝達される。このときの減速比は、ローラ 3 4 の個数などによって任意に設定することが可能である。

[0049] これにより、吸気カム軸 1 3 4 がタイミングプロケット 1 に対して正逆相対回転して相対回転位相が変換されて、吸気弁の開閉タイミングを進角側あるいは遅角側に変換制御するのである。

[0050] そして、タイミングプロケット 1 に対する吸気カム軸 1 3 4 の正逆相対回転の最大位置規制（角度位置規制）は、前記ストッパ凸部 1 d の各側面が前記ストッパ凹溝 2 b の各対向面 2 c、2 d のいずれか一方に当接することによって行われる。

[0051] すなわち、従動部材 9 が、偏心軸部 3 0 の偏心回転に伴ってタイミングプロケット 1 の回転方向と同方向に回転することによって、ストッパ凸部 1 d の一側面がストッパ凹溝 2 b の一方側の対向面 2 c に当接してそれ以上の同方向の回転が規制される。これにより、吸気カム軸 1 3 4 は、タイミングプロケット 1 に対する相対回転位相が進角側へ最大に変更される。

[0052] 一方、従動部材 9 が、タイミングプロケット 1 の回転方向と逆方向に回転することによって、ストッパ凸部 1 d の他側面がストッパ凹溝 2 b の他方側の対向面 2 d に当接してそれ以上の同方向の回転が規制される。これにより、吸気カム軸 1 3 4 は、タイミングプロケット 1 に対する相対回転位相が遅角側へ最大に変更される。

[0053] 図 1 に戻って、ECU 1 1 4 は、マイクロコンピュータを内蔵し、予めメモリに記憶したプログラムに従って演算を行い、電子制御スロットル 1 0 3、燃料噴射弁 1 3 1、点火モジュール 1 1 2などを制御する。

[0054] ECU 114は、各種のセンサからの検出信号を入力する。各種のセンサとして、アクセルペダル116aの開度（アクセル開度）ACCを検出するアクセル開度センサ116、内燃機関101の吸入空気量Qを検出するエアフローセンサ115、内燃機関101の出力軸であるクランク軸120の回転に応じてパルス状の回転信号（単位クランク角信号）POSを出力するクランク角センサ（回転センサ）117、スロットルバルブ103bの開度TVOを検出するスロットルセンサ118、内燃機関101の冷却水の温度TWを検出する水温センサ119、吸気カム軸134の回転に応じてパルス状のカム信号PHASEを出力するカムセンサ133、電動VTC113を駆動する電動モータのモータ軸回転角を検出するモータ回転センサ201、車両の運転者がブレーキペダル121を踏み込んだ制動状態においてオンになるブレーキスイッチ122、内燃機関101を動力源とする車両の走行速度（車速）VSPを検出する車速センサ123などを設けている。

[0055] 更に、ECU 114は、内燃機関101の運転・停止のメインスイッチであるイグニションスイッチ124のオン・オフ信号や、スタータスイッチ125のオン・オフ信号を入力する。

[0056] 図8は、クランク角センサ117及びカムセンサ133の構造を示す。

クランク角センサ117は、クランク軸120に軸支され、周囲に被検出部としての突起部151を備えるシグナルプレート152と、内燃機関101側に固定され、突起部151を検出して回転信号POSを出力する回転検出装置153とで構成される。

[0057] 回転検出装置153は、波形発生回路、選択回路などを含む各種の処理回路を、突起部151を検出するピックアップと共に備えており、回転検出装置153が出力する回転信号POSは、通常ローレベルで、前記突起部151を検知したときに一定時間だけハイレベルに変化するパルス列からなるパルス信号である。

[0058] シグナルプレート152の突起部151は、クランク角で10degのピッチで等間隔に形成してあるが、突起部151を連続して2つ欠落させてある部

分を、クランク軸 120 の回転中心を挟んで対向する 2 箇所にて設けてある。

尚、突起部 151 の欠落数は、1 個であっても良いし、3 つ以上連続して欠落させてもよい。

[0059] 上記構造により、クランク角センサ 117（回転検出装置 153）が出力する回転信号 P O S は、図 9 に示すように、クランク角で 10 deg（単位クランク角）毎に 16 回連続してハイレベルに変化した後、30 deg 間ローレベルを保持し、再度 16 回連続してハイレベルに変化する。

[0060] 従って、クランク角 30 deg であるローレベル期間（歯抜け領域、欠落部分）後の最初の回転信号 P O S は、クランク角 180 deg 間隔で出力されることになり、このクランク角 180 deg は、本実施形態の 4 気筒機関 101 における気筒間の行程位相差、換言すれば、点火間隔に相当する。

[0061] また、本実施形態では、クランク角センサ 117 が、クランク角 30 deg であるローレベル期間後（歯抜け領域）の最初の回転信号 P O S を、各気筒の上死点前 50 deg（B T D C 50 deg）のピストン位置で出力するように設定してある。

[0062] 一方、カムセンサ 133 は、吸気カム軸 134 の端部に軸支され、周囲に被検出部としての突起部 157 を備えたシグナルプレート 158 と、内燃機関 101 側に固定され、突起部 157 を検出してカム信号 P H A S E を出力する回転検出装置 159 とで構成される。

[0063] 回転検出装置 159 は、波形整形回路などを含む各種の処理回路を、突起部 157 を検出するピックアップと共に備えている。

シグナルプレート 158 の突起部 157 は、カム角で 90 deg 毎の 4 箇所それぞれに、1 個、3 個、4 個、2 個ずつ設けられ、突起部 157 を複数連続して設けた部分では、突起部 157 のピッチを、クランク角で 30 deg（カム角で 15 deg）に設定してある。

[0064] そして、カムセンサ 133（回転検出装置 159）が出力するカム信号 P H A S E は、図 9 に示すように、通常はローレベルで、前記突起部 157 を検知することで一定時間だけハイレベルに変化するパルス列からなるパルス

信号であり、カム角で90deg、クランク角で180deg毎に、1個単独、3個連続、4個連続、2個連続にハイレベルに変化する。

[0065] また、1個単独のカム信号P H A S E、及び、複数連続して出力されるカム信号P H A S Eの先頭の信号は、クランク角で180deg間隔に出力され、かつ、1個単独、3個連続、4個連続、2個連続の出力パターンが、ある気筒の上死点T D Cと次の気筒の上死点T D Cとの間でそれぞれ出力されるようにしてある。なお、電動V T C 1 1 3によって、吸気バルブ1 0 5のバルブタイミングを変更しても、カム信号P H A S Eの出力位置が上死点T D Cを横切って変化することがないように、バルブタイミングの変更範囲を見込んでカム信号P H A S Eの出力位置及び出力間隔を設定してある。

[0066] より詳細には、第1気筒の圧縮上死点T D Cと第3気筒の圧縮上死点T D Cとの間では、カム信号P H A S Eを3個連続で出力し、第3気筒の圧縮上死点T D Cと第4気筒の圧縮上死点T D Cとの間では、カム信号P H A S Eを4個連続で出力し、第4気筒の圧縮上死点T D Cと第2気筒の圧縮上死点T D Cとの間では、カム信号P H A S Eを2個連続で出力し、第2気筒の圧縮上死点T D Cと第1気筒の圧縮上死点T D Cとの間では、カム信号P H A S Eを1個単独で出力するように設定してある。

[0067] 各上死点T D Cの間で出力するカム信号P H A S Eの連続出力数は、次に圧縮上死点となる気筒番号を示し、例えば、今回の上死点T D Cと前回の上死点T D Cとの間で、カム信号P H A S Eを3個連続して出力した場合には、今回の上死点T D Cは、第3気筒の圧縮上死点T D Cであることを示す。

[0068] 本実施形態の4気筒機関1 0 1では、点火を第1気筒→第3気筒→第4気筒→第2気筒の順で行うので、上死点T D C間で出力されるカム信号P H A S Eの出力パターンは、図3に示すように、1個単独、3個連続、4個連続、2個連続の順に設定してある。

[0069] E C U 1 1 4は、例えば、回転信号P O Sの歯抜け箇所を回転信号P O Sの周期変化などから判断し、この歯抜け位置を基準に、回転信号P O Sの発生数を計数することで、上死点T D C（基準クランク角位置）を検出する。

本実施形態では、回転信号POSの歯抜け領域後の6番目に出力される回転信号POSが各気筒の上死点TDCに相当する。

[0070] そして、ECU114は、上死点TDC間でカム信号PHASEの出力数を計数することで、次にピストンの位置が圧縮上死点TDC（所定ピストン位置）となる気筒を判別すると共に、上死点TDCからの回転信号POSの発生数を計数し、該計数値CNTPOSに基づいてそのときのクランク角を検出する。

[0071] 圧縮上死点TDCの気筒及びクランク角を検出すると、ECU114は、燃料噴射及び点火を行わせる気筒、更に、燃料噴射タイミング及び点火タイミングを決定し、前記計数値CNTPOSに基づいて検出されるクランク軸120の角度（クランク角）に応じて噴射パルス信号や点火制御信号を出力する。

[0072] ピストンの位置が圧縮上死点TDC（所定ピストン位置）となる気筒の判別結果は、点火順に沿って更新することになるので、上死点TDC間でカム信号PHASEの出力数を計数することで、次にピストンの位置が圧縮上死点TDC（所定ピストン位置）となる気筒を判別した後は、圧縮上死点TDCの気筒を上死点TDC毎に点火順に沿って更新することができる。

[0073] 尚、カム信号PHASEの発生数を計数する区間を、上死点TDC間に限定するものではなく、任意のクランク角（ピストン位置）を、カム信号PHASEの発生数を計数する区間の基準とすることができる。

[0074] 更に、カム信号PHASEの発生数で、所定ピストン位置の気筒を判別する代わりに、カム信号PHASEのパルス幅の違いなどに基づいて、所定ピストン位置の気筒を判別することができる。

[0075] また、本実施形態では、回転信号POSのパルス列の一部を欠落させてあることで、欠落位置を基準にクランク軸120の角度位置（クランク角）を検出できるようにしているが、回転信号POSを10deg毎に欠落することなく出力させ、代わりに、クランク角180deg毎の基準クランク角位置で信号を発生する基準位置センサを設け、該基準位置センサの出力信号を基準に、

回転信号 P O S を計数することで、クランク軸 1 2 0 の角度位置（クランク角）を検出することもできる。

[0076] また、基準クランク角位置から 1 個単独のカム信号 P H A S E、又は、複数連続して出力されるカム信号 P H A S E の先頭の信号までの回転信号 P O S の発生数をカウントすることにより、電動 V T C 1 1 3 によって変更されるクランク軸 1 2 0 に対する吸気カム軸 1 3 4 の回転位相（吸気バルブ 1 0 5 の実バルブタイミング）を検出することができ、この検出値に基づいて、バルブタイミングを目標値に近づけるようにフィードバック制御することができる。

[0077] また、電動 V T C 1 1 3 には、第 2 の駆動源としての駆動用電動モータ（アクチュエータ）のモータ軸回転角（回転動作量）を任意のタイミングで回転方向を含めて検出可能な検出頻度の高いモータ回転センサ（アクチュエータ回転センサ） 2 0 1 が配設されている。

[0078] モータ回転センサ 2 0 1 は、図 1 0 に示すように、被検出部 2 0 1 A と、該被検出部 2 0 1 A の回転方向の変位を検出するギャップセンサである回転角検出部 2 0 1 B とから構成されている。

[0079] 被検出部 2 0 1 A は、図 2 及び図 3 に示すように、モータ軸 1 3 の前端縁に嵌挿して固定され、回転角検出部 2 0 1 B は、図 2 に示すように、カバー部材 3 の被検出部 2 0 1 A 前方に対向する部分を貫通して形成された孔に嵌挿して固定されている。

[0080] 被検出部 2 0 1 A は、図 1 0 に示すように、三次元的な形状に形成されて、軸方向に突出した 3 つのターゲット部が円周方向の等間隔位置に形成されており、この各ターゲット部は、それぞれ回転角検出部 2 0 1 B に対向する端面が周方向へ円弧状に形成された傾斜部 2 0 1 a と、該傾斜部 2 0 1 a の端縁から軸方向かつ径方向へ直線状に切り立ったエッジ部 2 0 1 b とから構成されている。

[0081] 各傾斜部 2 0 1 a は、エッジ部 2 0 1 b を頂点とした一端側から時計周り方向に他端側へ向かって所定の角度で下り傾斜面状に形成されて、前記回転

角検出部 201 B による検出位置が連続的に変化している。一方、エッジ部 201 b は、それぞれ半径方向に沿って切り立って形成されて、傾斜部 201 a の一端から軸方向へ平坦面状に形成されて、検出位置が非連続的に変化している。

[0082] 回転角検出部 201 B は、電磁ピックアップ式であって、対向する被検出部 201 A の傾斜部 201 a、エッジ部 201 b を検出することによって、図 11 に示すように、連続した階段状（鋸刃状）の波形信号を出力する。すなわち、モータ軸 13 が時計回り方向に回転するときは、傾斜部 201 a 検出時に出力が漸増し、エッジ部 201 b 検出時に出力が急峻に立ち下がる波形信号となり（図 11（A））、モータ軸 13 が反時計回り方向に回転するときは、傾斜部 201 a 検出時に出力が漸減し、エッジ部 201 b 検出時に出力が急峻に立ち上がる波形信号となる（図 11（B））。

[0083] この特性を用いて、出力が漸増するときは、該出力の漸増に応じてモータ軸 13 の時計回り方向（例えば、進角方向）の回転角を漸増し、出力が漸減するときは、該出力の漸減に応じてモータ軸 13 の反時計回り方向（例えば、遅角方向）の回転角を漸増することにより、回転方向と共に回転角（回転動作量）を連続的（リニア）に検出することができる。なお、エッジ部 201 b 検出時に、対応する回転角の出力値（出力電圧）を学習することで、検出誤差を抑制することができる。

[0084] 一方、本実施形態に係る内燃機関では、始動後は、図 12（A）に示すように、吸気バルブ 105 の閉時期（IVC）を吸気下死点（BDC）に対し、大きく遅角（又は進角）させたバルブタイミングに設定することによってミラー（アトキンソン）サイクル運転を行い、シリンダの有効圧縮比より膨張比を大きくする。これにより、ノッキング回避性能が高められ、燃費を向上させる。

[0085] しかし、始動時には、IVC を遅角（進角）させ過ぎると、シリンダ吸入空気量が減少して良好な始動性能を確保できない。そこで、始動時は、図 12（B）に示すように、IVC の遅角量（進角量）を小さくして BDC に近

づけるバルブタイミング制御を行うことにより、シリンダ吸入空気量を増大させて始動性を確保する運転とする。

[0086] 一方、電動VTC113によって変更されるクランク軸120（第1回転体）に対する吸気カム軸134（第2回転体）の回転位相（回転角位置）、すなわち吸気バルブ105のバルブタイミングは、カムセンサ133からのカム信号PHASEとクランク角センサ117からの回転信号POSとに基づいて気筒間行程位相差毎に検出されるため、始動時（クランキング時）等の極低回転時は、フィードバック制御の制御周期に比較して回転位相の検出周期が長く、前回の制御タイミングから今回の制御タイミングの間に、検出値が更新されず、この間も変更される回転位相を精度良く検出することができない。

[0087] このため、ECU114は、基本的には回転位相検出部（第1回転検出部）を構成するカムセンサ133及びクランク角センサ117からの信号、すなわち、クランク軸120の回転角位置と、電動モータ12（アクチュエータ）によってクランク軸120に対して相対回転する吸気カム軸134の回転角位置とに基づいてクランク軸120に対する吸気カム軸134の回転位相を所定の周期毎に検出しつつ、さらにモータ回転センサ201（第2回転検出部）からのモータ軸回転角検出信号を用いることにより、始動時に吸気バルブ105のバルブタイミングを任意のタイミングで高精度に検出しつつ、ミラーサイクル運転に対応したバルブタイミングから、始動時用のバルブタイミングに進角制御する。

[0088] 具体的には、ECU114は、まず、内燃機関（第1の駆動源であるエンジン）の運転状態に基づいて、VTC目標角度、すなわち電動VTC113によって制御される吸気カム軸134の目標回転位相（吸気バルブ105の目標バルブタイミング）を算出する。ここで、VTC目標角度は、ミラーサイクル運転時は、図12（A）に示したミラー運転用の目標バルブタイミングに設定されるが、始動時には、図12（B）に示した始動時用の目標バルブタイミングに切換えて設定される。

[0089] 次いで、回転位相検出部を用いてVTC実角度、すなわち吸気カム軸134の回転位相を所定の周期毎に検出して、検出された場合には、ECU114は、最終的なVTC実角度を、検出されたVTC実角度として求める。

[0090] 一方、回転位相検出部によりVTC実角度が検出されない場合は、次のVTC実角度を検出するまでの間、検出頻度の高いモータ回転センサ201により、吸気カム軸134のクランク軸120に対する相対変化角として、アクチュエータのモータ軸回転角（回転動作量）、すなわち電動VTC113の変化角（VTC変化角）を検出する。

[0091] そして、ECU114は、前回求めた最終的なVTC実角度を初期値として設定し、この初期値に対し、次のVTC実角度を検出するまでの期間を補間するようにVTC変化角を積算することにより最終的なVTC実角度を求め、上記のVTC目標角度に、VTC実角度が追従するようなモータ操作量を算出する。

[0092] これにより、電動VTC113は、上記モータ操作量にしたがって電動モータ12を駆動させ、吸気バルブ105のバルブタイミングは、ミラーサイクル運転中は、IVCを十分に遅角させたミラー運転用のバルブタイミングに制御され、始動時は、始動時用に進角されたバルブタイミングとなるように制御される。

[0093] ここで、上記のVTC実角度を検出する回転位相検出部に1回でも異常が発生すると、誤ったVTC実角度を検出してしまう可能性がある。さらに、上述したように極低回転時は検出周期が長く、回転位相検出部が正常に復帰して正常なVTC実角度が検出されるまでの間、誤ったVTC実角度に基づくモータ操作量によって電動モータ12の駆動が継続されることにより、バルブタイミングが目標に対して大きくオーバーシュートしてしまう。

その結果、エンジン性能（特に低回転性能）が損なわれ、バルブタイミング機構の強い当たりによるストッパの耐久性低下及びストッパへの固着等の二次故障が発生するおそれがある。

[0094] また、従来の回転位相検出部の異常診断は、カム信号PHASEの発生数

またはパルス幅の違いなどの気筒判別値に基づいて所定ピストン位置の気筒を判別する順序が、燃料噴射及び点火を行わせる気筒の順序通りであるか否かを判定すること、すなわち気筒判別値の順番監視により行われるため、異常の発生から異常を検出するまでに長い期間を要する。

[0095] したがって、上記と同様、回転位相検出部の異常が検出されるまでの間、誤ったモータ操作量に基づくオーバーシュートが発生してしまい、エンジン性能が損なわれ、ストッパの耐久性低下及び固着等の二次故障が発生するおそれがある。

[0096] そこで、本実施形態では、回転位相検出部により所定の周期毎に検出される回転位相の変化量と、モータ回転センサ 201 により検出される相対変化角の前記所定の周期における積算値とに基づいて、回転位相検出部と、モータ回転センサ 201 とのいずれか一方の異常の有無を判定する。具体的には、回転位相検出部により検出した VTC 実角度と、前回検出された最終的な VTC 実角度にモータ回転センサ 201 により検出した VTC 変化角を積算した値との偏差の絶対値が所定値以上のときに、回転位相検出部に異常があると判定することで、回転位相検出部の異常を速やかに検出できるようにする。

[0097] 以下に、図 1 中の ECU 114 により実行される異常診断の各実施形態について説明する。

本実施形態では、始動時に回転位相検出部により検出される VTC 実角度と、モータ回転センサ 201 により検出される VTC 変化角とに基づいて、始動用の目標 VTC を用いてフィードバック制御を行う際に、これら双方の検出値に基づいて異常診断を行う。

[0098] ここで、非回転時の VTC 実角度の検出は困難であるので、始動時の VTC 実角度の初期値を、始動前の停止挙動中に行われたフィードバック制御に応じて設定する。すなわち、停止挙動中にミラーサイクル運転用の目標 VTC を用いてフィードバック制御を行った場合は、停止時に VTC 実角度が該目標 VTC に収束したと想定し、始動時の VTC 実角度の初期値を該ミラー

サイクル運転用の目標VTCと同一値に設定する。

[0099] そして、該VTC実角度の初期値と始動用の進角した目標VTCとを用いてフィードバック制御を開始する。ここで、回転位相検出部でVTC実角度が初めて検出されるまでは、VTC実角度を、前記初期値にモータ回転センサ201により検出されるVTC変化角を積算した値（VTC変化角の積算値）に更新しつつフィードバック制御を行う。次いで、回転位相検出部でVTC実角度が検出されたときは、VTC実角度をVTC変化角の積算値から該回転位相検出部で検出されたVTC実角度に置き換える。次いで、このVTC実角度にVTC変化角を積算した値で更新し、その後は、回転位相検出部でVTC実角度が検出される毎に、該検出値にVTC実角度を置き換えつつVTC変化角を積算して更新し最終的なVTC実角度とする。

[0100] このように、始動開始からVTC実角度の推定した初期値を用いることにより、始動時のフィードバック制御により、始動時の応答性を確保することができる。

なお、停止挙動中の極低回転時に回転位相検出部で検出したVTC実角度とモータ回転センサ201で検出したVTC変化角とを用いて、停止時のVTC実角度を始動時用の目標VTCに収束させるフィードバック制御を行うこともでき、始動時のVTC実角度は始動用の目標VTCに近づけられているので、フィードバック制御開始時から可及的に良好な始動性能を得ることができる。

[0101] 一方、VTC実角度の初期値は推定値であり、フィードバック制御開始後、回転位相検出部により初めてVTC実角度が検出されるまでのVTC実角度は十分な精度が確保されにくいので、この間に回転検出の異常診断を行うと診断精度も確保されにくい。そこで、この間は異常診断を停止し、回転位相検出部によって初回のVTC実角度が検出された後、異常診断を開始する。

[0102] 図13は、第1実施形態による可変バルブタイミング機構によるバルブタイミング制御時の異常診断処理のフローを示す。

ステップS101では、ECU114は、モータ回転センサ201の異常の有無を判定する。

モータ回転センサ201の異常診断は、センサ出力範囲またはセンサ出力変化量を監視すること等により行われる。

[0103] ECU114は、ステップS101においてモータ回転センサ201に異常があると判定すると、処理をステップS107に進め、モータ回転センサ故障確定時のフェールセーフ制御としてモータ操作量の出力をオフにする。これにより、モータ回転センサ201に故障があった場合に、誤ったモータ操作量に基づくVTCの駆動を抑制することができる。

[0104] ECU114は、ステップS101でモータ回転センサ201に異常がないと判定すると、処理をステップS102に進め、モータ回転センサ201を用いて単位時間当たりのVTC変化角（VAR）を検出する。

ステップS103では、ECU114は、回転位相検出部によりVTC実角度が検出されるか否かを判定する。

[0105] ステップS103においてVTC実角度が検出されなかった場合には、ECU114は、処理をステップS106に進め、前回求めたVTC実角度（ANGF前回値）にステップS102で検出したVTC変化角（VAR）を積算して、モータ操作量を算出するための最終的なVTC実角度（ANGF最終値）を求める。

$$\text{ANGF最終値} = \text{ANGF前回値} + \text{VAR}$$

[0106] これにより、回転位相検出部による検出周期が長く、VTC実角度が検出されない場合でも、VTC目標角度に、VTC実角度が追従するようなモータ操作量を算出することができ、VTCの駆動制御が継続される。

[0107] 一方、ステップS103でVTC実角度が検出された場合には、ECU114は、処理をステップS104に進め、図14に示すように、該VTC実角度（ANG）と、前回求めたVTC実角度（ANGF前回値）にステップS102で検出したVTC変化角（VAR）を積算した値との偏差の絶対値が所定値以上であるか否かを判定する。

$$|\text{ANG} - (\text{ANGF前回値} + \text{VAR})| \geq \text{所定値}$$

すなわち、ステップS 1 0 4において、E C U 1 1 4は、回転位相検出部によって所定の周期毎に検出されるV T C実角度（回転位相）の変化量と、モータ回転センサ2 0 1によって検出されるV T C変化角（相対変化角）の所定の周期における積算値に基づいて算出される回転位相の変化量との偏差の絶対値が所定値以上であるか否かを判定する。

[0108] ここで、従来のバルブタイミングのフィードバック制御では、モータ回転センサ2 0 1により算出されたV T C変化角は、V T C実角度への積算による誤差を除去するために、前回求めたV T C実角度（初期値）からの変化量としてV T C実角度が検出されない期間のV T C実角度を補間するものであり、今回のV T C実角度が検出されると、該今回のV T C実角度に基づいてモータ操作量が算出される。

[0109] しかしながら、回転位相検出部に異常が発生した場合、誤ったV T C実角度を検出する可能性があり、このV T C実角度に基づくモータ操作量によりV T Cが駆動されてしまう。

したがって、その後、回転位相検出部が正常に復帰して正常なV T C実角度が検出されるまでの間、V T C実角度が目標角度に対して大きく上回るような誤ったモータ操作量によるオーバーシュートが発生してしまい、その結果、エンジン性能が損なわれ、ストッパの耐久性低下及び固着等の二次故障が発生するおそれがある。

[0110] そこで、本実施形態では、モータ回転センサ2 0 1が正常であることを確認した後、上記の偏差の絶対値に基づいて、該偏差の絶対値が所定値（異常判別用の閾値）以上となった場合に、回転位相検出部に異常があると判定する構成とした。

[0111] このように、ステップS 1 0 1でモータ回転センサ2 0 1に異常がないと判定されているので、該モータ回転センサからの信号に基づくV T C変化角（VAR）を、回転位相検出部により前回正常に求めたV T C実角度（ANGF前回値）に積算した値と、ステップS 1 0 3で検出されたV T C実角度（ANG）と

の偏差の絶対値が所定値未満であれば、回転位相検出部に異常がないと判定することができる。

[0112] ECU 114は、ステップS104において、偏差の絶対値が所定値以上であると判定すると、処理をステップS106に進める。ステップS106において、ECU 114は、回転位相検出部異常時のフェールセーフ制御として、上記と同様に、最終的なVTC実角度を、前回検出したVTC実角度（ANGF前回値）にステップS102で検出したVTC変化角（VAR）を積算した値とする。

[0113] これにより、回転位相検出部に異常が発生して誤ったVTC実角度が検出されてから正常に復帰するまでの間、該異常を速やかに検出してフェールセーフ制御に移行できるので、正常なVTC駆動制御の継続が可能となる。

その結果、バルブタイミングのフィードバック制御において、誤ったモータ操作量が算出されることを回避してオーバーシュートを未然に抑制することができる。

[0114] ステップS104において、ECU 114は、上記の偏差の絶対値が所定値未満となった場合には、回転位相検出部に異常がないと判定する。

その後、ECU 114は、処理をステップS105に進め、最終的なVTC実角度（ANGF最終値）をステップS103で検出したVTC実角度（ANG）として求め、該VTC実角度に基づく通常のバルブタイミングのフィードバック制御を行う。

$$\text{VTC実角度（ANGF最終値）} = \text{VTC実角度（ANG）}$$

[0115] 次に、回転位相検出部によりVTC実角度が検出されないときは、ECU 114は、ステップS106において、最終的なVTC実角度を、ステップS105で求めたVTC実角度（ANGF）に、ステップS102で算出したVTC変化角（VAR）を積算した値として求め、フィードバック制御を行う。

[0116] 以上示した第1実施形態によれば、検出周期の長い回転位相検出部に比べて検出頻度の高いモータ回転センサ201を用いて比較判定することにより、回転位相検出部の異常を速やかに検出することができる。

また、異常を検出した時点から正常なVTC駆動制御の継続を行うフェールセーフ制御に移行して、バルブタイミングのフィードバック制御において誤ったモータ操作量が算出されることを回避できるので、目標に対するオーバーシュートの発生を未然に抑制することができる。これにより、エンジン性能が損なわれ、電動VTC113によるストッパの耐久性低下及びストッパへの固着等の二次故障の発生を抑制することができる。

[0117] 図15は、第2実施形態による可変バルブタイミング機構によるバルブタイミング制御時の異常診断処理のフローを示す。

本実施形態では、第1実施形態においてモータ回転センサ201が正常であることを確認した後、ステップS104で回転位相検出部の異常診断を行っていたのに対し、回転位相検出部が正常であることを確認した後、同様の異常診断方法によってモータ回転センサ201の異常の有無を判定する。

[0118] 第1実施形態と相違するステップを主として説明する。

本実施形態では、ECU114は、第1実施形態のステップS101で行ったモータ回転センサ201の異常診断を行わず、ステップS102及びS103と同様にステップS201及びS202において、VTC変化角の算出に続いてVTC実角度が検出されたか否かを判定する。ステップS202でVTC実角度が検出されない場合には、ECU114は、処理をステップS208に進める。ステップS208において、ECU114は、ステップS103からS106に進んだのと同様に、前回求めたVTC実角度（ANGF前回値）にVTC変化角を積算して、最終的なVTC実角度（ANGF最終値）を求め、VTCの駆動制御を継続する。

[0119] 次いで、ステップS203において、ECU114は、上述した従来の回転位相検出部の異常診断、すなわちカムセンサ133からのカム信号PHASEに基づいて気筒判別の順序が合っているか否かを判定する。

[0120] ステップS203において、ECU114は、回転位相検出部が異常であると判定すると、処理をステップS207に進め、モータ操作量の出力をオフにしてVTCの駆動制御を停止するフェールセーフ制御を行う。

これにより、誤ったモータ操作量に基づくVTCの駆動を抑制することができる。

[0121] ECU114は、ステップS203で異常なしと判定すると、処理をステップS204に進め、第1実施形態のステップS104と同様の異常診断を行う。

本実施形態では、ステップS203で回転位相検出部に異常がないと判定されていることから、ECU114は、ステップS204において偏差の絶対値が所定値以上である場合にはモータ回転センサ201に異常があると判定し、処理をステップS206に進める。ステップS206において、ECU114は、最終的なVTC実角度（ANGF最終値）をステップS202で算出したVTC実角度（ANG）として求める。

[0122] すなわち、モータ回転センサ201に異常が発生した場合は、回転角検出部により検出したVTC実角度のみによってVTCの駆動制御を継続する。

[0123] 一方、ステップS204において、ECU114は、モータ回転センサ201に異常がないと判定すると、処理をステップS205に進め、ステップS105と同様に、ステップS203で検出したVTC実角度を最終的なVTC実角度とする。

[0124] 以上示した第2実施形態では、第1実施形態とは異なり回転位相検出部が正常であることを確認した後、VTC実角度とVTC変化角に基づく偏差の絶対値（ $|ANG - (ANGF前回値 + VAR)|$ ）が所定値以上であるか否か、すなわち異常診断によってモータ回転センサ201の異常の有無を判定する。

[0125] 図16及び図17は、第3実施形態による可変バルブタイミング機構によるバルブタイミング制御時の異常診断処理のフローを示す。

第3実施形態では、回転位相検出部とモータ回転センサ201の両方に異常が発生した場合、すなわち2重故障を考慮しつつ、回転位相検出部の異常診断を行うが、上記の第1及び第2実施形態で行った異常診断及び各種フェールセーフ制御以外の異常診断及びフェールセーフ制御も実施する。

[0126] ステップS301では、ECU114は、第2実施形態のステップS20

3と同様に、従来の気筒判別順序の監視による回転位相検出部の異常診断を行う。ステップS301において、ECU114は、異常があると判定すると、処理を図17に示すステップS310に進め、モータ回転センサ201の異常診断を図13のステップS101と同様に行う。

[0127] ステップS310において、ECU114は、モータ回転センサ201に異常がないと判定すると、処理をステップS311に進め、回転位相検出部故障確定時のフェールセーフ制御を行う。

[0128] 上記の回転位相検出部故障確定時のフェールセーフ制御としては、第1実施形態のステップS106と同様、前回求めたVTC実角度（ANGF前回値）にステップS102で算出したVTC変化角（VAR）を積算してVTCの駆動制御を継続する他、モータ操作量（デューティ）の出力を制限すること等が挙げられる。これにより、当該フェールセーフ制御によるエンジン性能への影響を最小限に抑えることができる。

[0129] また、モータ操作量の出力をオフにするか、又は電動VTC113をフェールセーフ位置（ストッパ位置）に固定する固定操作量を出力することにより、誤ったモータ操作量によりストッパの耐久性低下及び固着を抑制することができる。

[0130] 一方、ステップS310でモータ回転センサ201に異常がある場合、すなわち回転位相検出部とモータ回転センサ201の両方に異常が発生した場合、ECU114は、2重故障確定時のフェールセーフ制御を行う。

[0131] この場合、電動VTC113をストッパ位置に固定する固定操作量を出力するか、又はモータ操作量の出力をオフにすることにより、誤ったモータ操作量によるストッパの耐久性低下及び固着を抑制することができる。

[0132] 図16に戻って、ECU114は、ステップS301で回転位相検出部に異常がないと判定すると処理をステップS302に進め、第1実施形態のステップS101と同様に、モータ回転センサ201の異常診断を行う。ステップS302において異常がある場合には、ECU114は、処理をステップS309に進め、モータ回転センサ故障確定時のフェールセーフ制御を行う

。

[0133] ここで、上記のモータ回転センサ故障確定時のフェールセーフ制御としては、第1実施形態のステップS107と同様、モータ操作量の出力をオフにする他、モータ操作量の出力を制限することにより、当該フェールセーフ制御によるエンジン性能への影響を最小限に抑えることができる。

[0134] また、電動VTC113をストッパ位置に固定する固定操作量を出力することにより、誤ったモータ操作量によりストッパの耐久性低下及び固着を抑制することができる。

[0135] また、ステップS301で回転位相検出部に異常がないと判定されているので、回転位相検出部により検出されるVTC実角度のみでVTCの駆動制御を継続するようにしてもよい。このとき、最終的なVTC実角度の検出周期が変化するため、電動VTC113の駆動に使用する制御ゲインを切り換えて電動VTC113の駆動制御を安定させることにより、フェールセーフ制御によるエンジン性能への影響を最小限に抑えることができる。

[0136] また、ステップS301で回転位相検出部に異常がないと判定されたが、回転位相検出部により出力される信号にノイズが検出される場合がある。

この場合、エンジン極低回転時では、エンジン性能の悪化やストッパの固着リスクが高いため、ECU114は、モータ操作量の出力をオフにする。

[0137] 一方、回転位相検出部にノイズ等による単発の異常が発生しても、誤ったモータ操作量により駆動が継続される時間は短く、エンジン性能の悪化やストッパの固着リスクがそれほど高くないエンジン回転数、すなわち高回転時などでは回転位相検出部により検出したVTC実角度のみで電動VTC113の駆動制御を継続することができる。

これにより、フェールセーフ制御によるエンジン性能への影響を最小限に抑えることができる。

[0138] ステップS302において、ECU114は、モータ回転センサ201に異常がないと判定すると、処理をステップS303に進める。

ステップS303及びS304では、ECU114は、第1実施形態のス

テップS 1 0 2 及びS 1 0 3 と同様、V T C 変化角を算出し（ステップS 3 0 3）、V T C 実角度が検出されたか否かを判定する（ステップS 3 0 4）

。

[0139] ステップS 3 0 4 において、E C U 1 1 4 は、V T C 実角度が検出されない場合には、処理をステップS 3 0 8 に進め、第1実施形態のステップS 1 0 6 と同様、前回求めたV T C 実角度（ANGF前回値）とV T C 変化角（VAR）に基づいて最終的なV T C 実角度を求め、該V T C 実角度に基づく通常のバルブタイミングのフィードバック制御を行う。

[0140] ステップS 3 0 4 において、E C U 1 1 4 は、V T C 実角度が検出された場合は、処理をステップS 3 0 5 に進め、回転位相検出部の異常診断を行う

。

この異常診断においては、上述したように、ステップS 3 0 4 で検出したV T C 実角度（ANG）と、前回求めたV T C 実角度（ANGF前回値）にステップS 3 0 3 で算出したV T C 変化角（VAR）を積算した値との偏差の絶対値が所定値以上であるか否かを判定することにより、回転位相検出部の異常の有無を判定してもよいが、本第3実施形態では、他の異常診断方法について説明する。

[0141] なお、本第3実施形態では、後述する各異常診断方法により回転位相検出部の異常診断を行うが、第2実施形態のステップS 2 0 4 で行ったモータ回転センサ2 0 1 の異常診断に適用してもよい。

[0142] 例えば、図1 8 に示すように、前回検出したV T C 実角度と今回検出したV T C 実角度との変化速度（傾き）と、V T C 実角度が前回検出された時点から今回検出されるまでの間複数回検出されたV T C 変化角の積算値に基づいて算出されるV T C 実角度の変化速度（傾き）との偏差の絶対値が所定値（異常判別用の閾値）以上であるか否かによって、異常の有無を判定する構成としてもよい。すなわち、E C U 1 1 4 は、回転位相検出部によって所定の周期毎に検出されるV T C 実角度（回転位相）の変化速度と、モータ回転センサ2 0 1 によって検出されるV T C 変化角（相対変化角）の前記所定の

周期における積算値に基づいて算出される回転位相の変化速度との偏差の絶対値が所定値以上であるか否かを判定する。

[0143] また、例えば、図 19 に示すように、VTC 実角度が増加する方向にモータ操作量（デューティ）が出力され、今回の VTC 実角度が検出されるまでの間、モータ回転センサ 201 は正常で VTC 変化角は増大すると仮定する。

このとき、回転位相検出部の異常発生により、角度が減少するような VTC 実角度が今回誤って検出される場合がある。

[0144] したがって、モータ回転センサ 201 により検出された VTC 変化角に基づいて算出されるモータ操作量（デューティ）の印加方向、すなわち操作量に応じたクランク軸 120 に対する吸気カム軸 134 の相対回転方向と、回転位相検出部により検出された今回の VTC 実角度（回転位相）に基づいて求められる吸気カム軸 134 の相対回転方向とが相違するか否かによって、異常の有無を判定する構成としてもよい。

[0145] この場合、操作量に応じた吸気カム軸 134 の相対回転方向と、モータ回転センサ 201 により検出された VTC 変化角（相対変化角）の所定の周期における積算値に基づいて求められる吸気カム軸 134 の相対回転方向とが不一致であった場合には、モータ回転センサ 201 が異常であると判定することもできる。

[0146] また、例えば、VTC 目標角度の変化に対して追従変化する VTC 規範相対角を演算する規範モデル（アクチュエータの駆動制御用の内部モデル）演算部を設けたものでは、図 20 に示すように、該演算部により演算した VTC 規範相対角（REF）（の所定の周期における変化量）と今回検出した VTC 実角度（ANG）（回転位相の変化量）との偏差の絶対値が所定値（異常判別用の閾値）以上であるか否かによって、異常の有無を判定する構成としてもよい。

[0147] この場合、VTC 規範相対角（REF）と、モータ回転センサ 201 により検出された VTC 変化角の所定の周期における積算値に基づいて算出される V

ＴＣ実角度（回転位相）との偏差の絶対値が所定値以上であるときに、モータ回転センサ２０１が異常であると判定することもできる。

[0148] そして、ステップＳ３０５において、ＥＣＵ１１４は、上記のいずれかの方法により回転位相検出部に異常がないと判定すると、処理をステップＳ３０６に進める。ステップＳ３０６では、ＥＣＵ１１４は、最終的なＶＴＣ実角度（ANGF最終値）をステップＳ３０４で検出したＶＴＣ実角度（ANG）として求め、該ＶＴＣ実角度に基づく通常のバルブタイミングのフィードバック制御を行う。一方、ステップＳ３０４において、回転位相検出部によりＶＴＣ実角度が検出されないときは、ＥＣＵ１１４は、ステップＳ３０８において、最終的なＶＴＣ実角度を、ステップＳ３０６で求めたＶＴＣ実角度（ANGF）に、ステップＳ３０３で算出したＶＴＣ変化角（VAR）を積算した値として求め、フィードバック制御を行う。

[0149] 一方、ステップＳ３０５において、ＥＣＵ１１４は、回転位相検出部に異常があると判定すると、処理をステップＳ３０７に進め、回転位相検出部異常発生時のフェールセーフ制御を行う。

[0150] ステップＳ３０７のフェールセーフ制御としては、第１実施形態のステップＳ１０４からステップＳ１０６に進んだのと同様、最終的なＶＴＣ実角度を、前回求めたＶＴＣ実角度（ANGF前回値）にＶＴＣ変化角（VAR）を積算した値として正常なＶＴＣ駆動制御を継続するか、又は上記モータ回転センサ故障確定時と同様、モータ操作量の出力を制限またはオフ、固定操作量を出力する等のフェールセーフ制御を行ってもよい。

[0151] また、回転位相検出部異常判定時のフェールセーフ制御を、例えば、ステップＳ３０５での異常判定回数の増加に応じて、ＶＴＣ駆動制御継続（ANGF最終値＝ANGF前回値＋VAR）→モータ操作量の出力を制限→固定操作量の出力→モータ操作量の出力をオフのように段階的に切り換えてもよい。

[0152] また、ステップＳ３０５での異常判定レベル（例えば、偏差の絶対値の大きさ等）の増加に応じて、ＶＴＣ駆動制御継続（偏差の絶対値小）→モータ操作量の出力制限（偏差の絶対値中）→固定操作量の出力またはモータ操作

量の出力をオフ（偏差の絶対値大）のようにフェールセーフ制御を段階的に切り換えてもよい。

[0153] すなわち、ステップS 3 0 5での異常判定の回数または度合いに応じて、フェールセーフ制御を段階的に切り換えることによりエンジン性能への影響を抑えることができる。

[0154] 以上示した第3実施形態では、回転位相検出部とモータ回転センサ共に異常が発生する2重故障を考慮しつつ、回転位相検出部の異常診断を行うが、第1及び第2実施形態で行った異常診断及び各種フェールセーフ制御以外の異常診断及び各種フェールセーフ制御について説明した。

[0155] いずれの実施形態においても、回転位相検出部と、該回転位相検出部に比較して検出頻度の高いモータ回転センサとに基づいて、互いの異常の有無を判定して速やかに異常を検出することができる。異常を検出した場合には、フェールセーフ制御に移行して誤ったモータ操作量が算出されることを回避して、該モータ操作量に基づく目標に対するオーバーシュートの発生を未然に抑制することができる。

これにより、エンジン極低回転時において、エンジン性能が損なわれ、バルブタイミング機構の強い当たりによるストッパの耐久性低下及びストッパへの固着等の二次故障を抑制することができる。

[0156] また、以上示した実施形態では、始動時、停止挙動時などのエンジン極低回転時において異常診断を行う構成としたが、所定以上のエンジン高回転時では、回転位相検出部による検出周期は短く、上記の偏差が大きくなる可能性はそれほど高くないため、各実施形態による異常診断を行わなくてもよい。これにより、エンジン高回転時では、異常診断による演算負荷の低減を図ることができる。

[0157] また、各実施形態において、回転位相検出部又はモータ回転センサに異常があると判定されて各種フェールセーフ制御に移行した場合であっても、その後の異常診断により正常判定が継続すればフェールセーフ制御を解除してもよい。

- [0158] また、上記実施形態では、吸気バルブのミラーサイクル運転用のバルブタイミングと、始動時用のバルブタイミングとを切り換える制御に適用したものを示したが、ミラーサイクル運転を行わない機関であっても、始動時用のバルブタイミングを最適に設定することができる。
- [0159] また、排気バルブのバルブタイミングを電動モータで変更する電動VTCにおいて、始動時、停止挙動時等に排気バルブを始動時に適したバルブタイミングに制御する際などにも適用できる。
- [0160] また、以上では、各実施形態による回転位相検出装置の異常診断装置を可変バルブタイミング機構の制御装置に適用したが、これに限られず、第1回転体の回転角位置と、アクチュエータによって前記第1回転体に対して相対回転する第2回転体の回転角位置とに基づいて、前記第1回転体に対する前記第2回転体の回転位相を検出する第1回転検出部と、前記第2回転体の前記第1回転体に対する相対変化角を、前記第1回転検出部による検出頻度より高い頻度で検出する第2回転検出部と、を含んで構成されるものであれば、いかなるものにも適用できる。

符号の説明

- [0161] 1 2 … 電動モータ
1 3 … モータ軸
1 0 1 … 内燃機関
1 0 5 … 吸気バルブ
1 1 3 … 電動VTC
1 1 4 … ECU
1 1 7 … クランク角センサ
1 3 3 … カムセンサ
1 3 4 … 吸気カム軸
2 0 1 … モータ回転センサ

請求の範囲

- [請求項1] 第1回転体の回転角位置と、アクチュエータによって前記第1回転体に対して相対回転する第2回転体の回転角位置とに基づいて、前記第1回転体に対する前記第2回転体の回転位相を所定の周期毎に検出する第1回転検出部と、
- 前記アクチュエータによる前記第2回転体の前記第1回転体に対する相対変化角を、前記第1回転検出部による検出頻度より高い頻度で検出する第2回転検出部と、
- を含む回転位相検出装置の異常診断装置であって、
- 前記第1回転検出部により検出される前記回転位相の変化量と、前記第2回転検出部により検出される前記相対変化角の前記所定の周期における積算値とに基づいて、前記第1回転検出部と前記第2回転検出部とのいずれか一方の異常の有無を判定する、回転位相検出装置の異常診断装置。
- [請求項2] 前記第1回転検出部と前記第2回転検出部のいずれか一方の検出値のみに基づいて当該検出部が正常であると判定したときに、前記両検出部の検出値を比較して他方の検出部が異常であると判定する、請求項1に記載の回転位相検出装置の異常診断装置。
- [請求項3] 前記第1回転検出部によって検出される前記回転位相の変化速度と、前記第2回転検出部によって検出される前記相対変化角の前記所定の周期における積算値に基づいて算出される回転位相の変化速度との偏差の絶対値が所定値以上のときに、前記第1回転検出部と前記第2回転検出部のいずれか一方が異常であると判定する、請求項1に記載の回転位相検出装置の異常診断装置。
- [請求項4] 前記第1回転検出部によって検出される前記回転位相の変化量と、前記第2回転検出部によって検出される前記相対変化角の前記所定の周期における積算値に基づいて算出される回転位相の変化量との偏差の絶対値が所定値以上のときに、前記第1回転検出部と前記第2回転

検出部とのいずれか一方が異常であると判定する、請求項 1 に記載の回転位相検出装置の異常診断装置。

[請求項5] 前記アクチュエータの操作量に応じた前記第 1 回転体に対する前記第 2 回転体の相対回転方向と、前記第 1 回転検出部で検出される前記回転位相に基づいて求められる前記第 2 回転体の相対回転方向及び前記第 2 回転検出部で検出される前記相対変化角の前記所定の周期における積算値に基づいて求められる前記第 2 回転体の相対回転方向のいずれか不一致である方の回転検出部が異常であると判定する、請求項 1 に記載の回転位相検出装置の異常診断装置。

[請求項6] 前記アクチュエータの駆動制御用の内部モデルに応じて演算される前記第 2 回転体の回転位相と、前記第 1 回転検出部によって検出される前記回転位相及び前記第 2 回転検出部によって検出される前記相対変化角の前記所定の周期における積算値に基づいて算出される回転位相のいずれかとの偏差の絶対値が所定値以上である方の回転検出部が異常であると判定する、請求項 1 に記載の回転位相検出装置の異常診断装置。

[請求項7] 前記第 2 回転体が所定以上の高速回転時には、前記異常判定を停止する、請求項 1 に記載の回転位相検出装置の異常診断装置。

[請求項8] エンジンの可変バルブタイミング機構の制御装置に適用され、
前記第 1 回転検出部は、エンジンにより駆動される前記第 1 回転体であるクランク軸に対する前記第 2 回転体であるカム軸の回転位相を検出する回転位相検出部であり、

前記第 2 回転検出部は、前記クランク軸に対して前記カム軸を相対回転させて前記回転位相を変更可能な前記アクチュエータの回転方向を含む回転動作量を、前記第 2 回転体の前記第 1 回転体に対する相対変化角として、前記回転位相検出部による回転位相検出頻度より高い頻度で検出するアクチュエータ回転センサであり、

前記可変バルブタイミング機構の制御装置は、前記回転位相検出部

により検出した回転位相と、前記アクチュエータ回転センサにより検出した相対変化角とに基づいて、前記回転位相を目標値に近づけるようにフィードバック制御し、

前記回転位相検出部により検出される回転位相の変化量と、前記アクチュエータ回転センサにより検出される前記相対変化角の前記所定の周期における積算値とに基づいて、前記回転位相検出部と前記アクチュエータ回転センサとのいずれか一方の異常の有無を判定する、請求項 1 に記載の回転位相検出装置の異常診断装置。

[請求項9] 前記エンジンの始動時に、始動前の実回転位相が前回のエンジン停止挙動中のフィードバック制御時に設定された目標回転位相に収束されていると想定して、前記アクチュエータ回転センサにより検出した回転動作量のみに基づいて前記可変バルブタイミング機構の駆動制御が開始され、

前記異常判定は、前記回転位相検出部により前記回転位相が初めて検出された後に行われる、請求項 8 に記載の回転位相検出装置の異常診断装置。

[請求項10] 請求項 1 に記載の回転位相検出装置の異常診断装置を含み、

前記回転位相検出装置の異常診断装置によって前記第 1 回転検出部と前記第 2 回転検出部のいずれか一方が異常であると判定されたとき、他方の検出部の検出値に基づき算出された第 2 回転体の回転位相に応じて、前記アクチュエータによる前記第 2 回転体の駆動制御を継続すること、又は前記アクチュエータを駆動する操作量の出力を制限し又は停止する、回転体の回転位置制御装置。

[請求項11] 第 1 回転体の回転角位置と、アクチュエータによって前記第 1 回転体に対して相対回転する第 2 回転体の回転角位置とに基づいて、前記第 1 回転体に対する前記第 2 回転体の回転位相を所定の周期毎に検出する第 1 回転検出部と、

前記アクチュエータによる前記第 2 回転体の前記第 1 回転体に対す

る相対変化角を、前記第 1 回転検出部による検出頻度より高い頻度で検出する第 2 回転検出部と、

を含む回転位相検出装置の異常診断方法であって、

前記第 1 回転検出部により検出される前記回転位相の変化量と、前記第 2 回転検出部により検出される前記相対変化角の前記所定の周期における積算値とに基づいて、前記第 1 回転検出部と前記第 2 回転検出部とのいずれか一方の異常の有無を判定する、回転位相検出装置の異常診断方法。

[請求項12] 前記第 1 回転検出部と前記第 2 回転検出部のいずれか一方の検出値のみに基づいて当該検出部が正常であると判定したときに、前記両検出部の検出値を比較して他方の検出部が異常であると判定する、請求項 1 1 に記載の回転位相検出装置の異常診断方法。

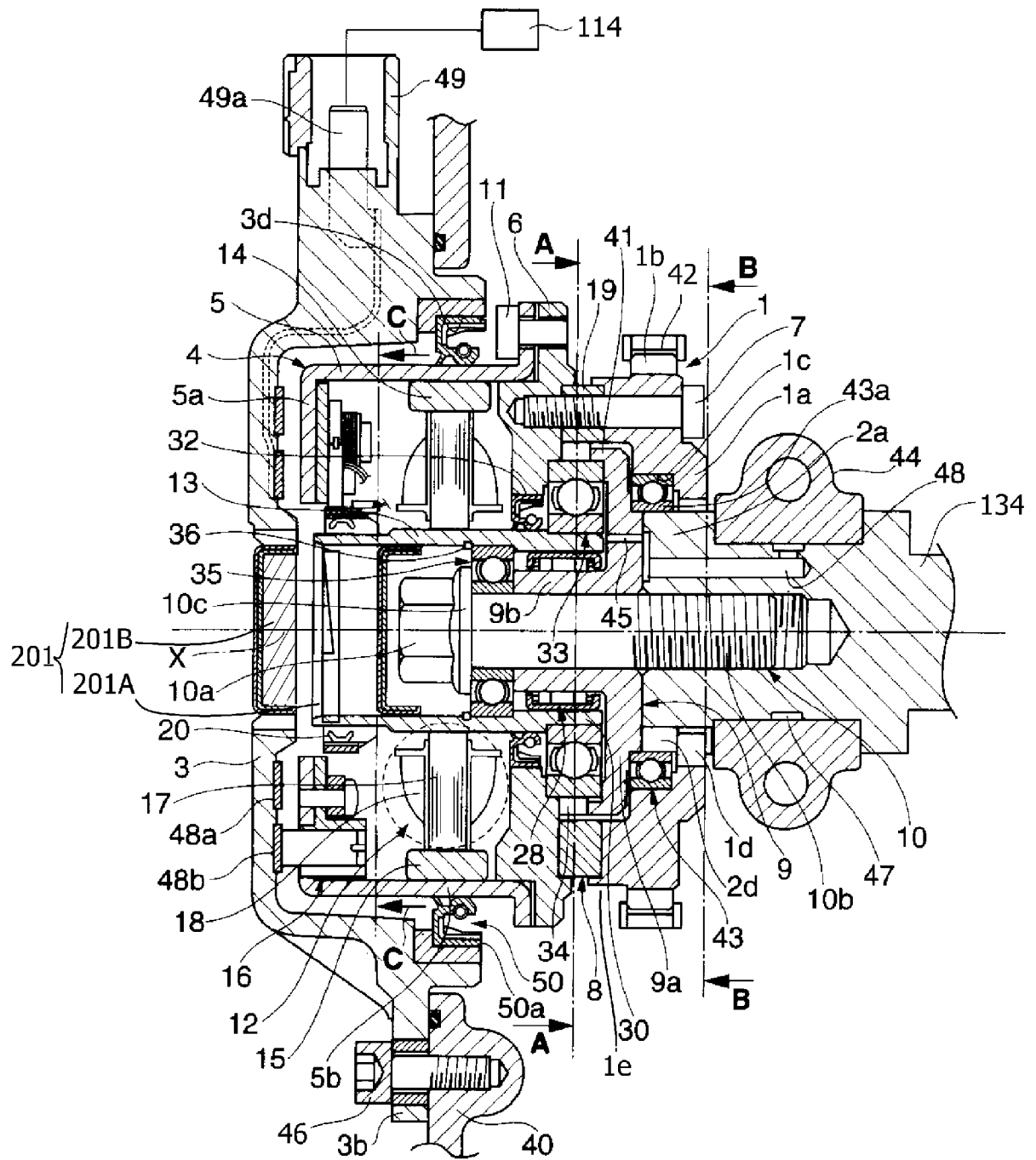
[請求項13] 前記第 1 回転検出部によって検出される前記回転位相の変化速度と、前記第 2 回転検出部によって検出される前記相対変化角の前記所定の周期における積算値に基づいて算出される回転位相の変化速度との偏差の絶対値が所定値以上のときに、前記第 1 回転検出部と前記第 2 回転検出部のいずれか一方が異常であると判定する、請求項 1 1 に記載の回転位相検出装置の異常診断方法。

[請求項14] 前記第 1 回転検出部によって検出される前記回転位相の変化量と、前記第 2 回転検出部によって検出される前記相対変化角の前記所定の周期における積算値に基づいて算出される回転位相の変化量との偏差の絶対値が所定値以上のときに、前記第 1 回転検出部と前記第 2 回転検出部とのいずれか一方が異常であると判定する、請求項 1 1 に記載の回転位相検出装置の異常診断方法。

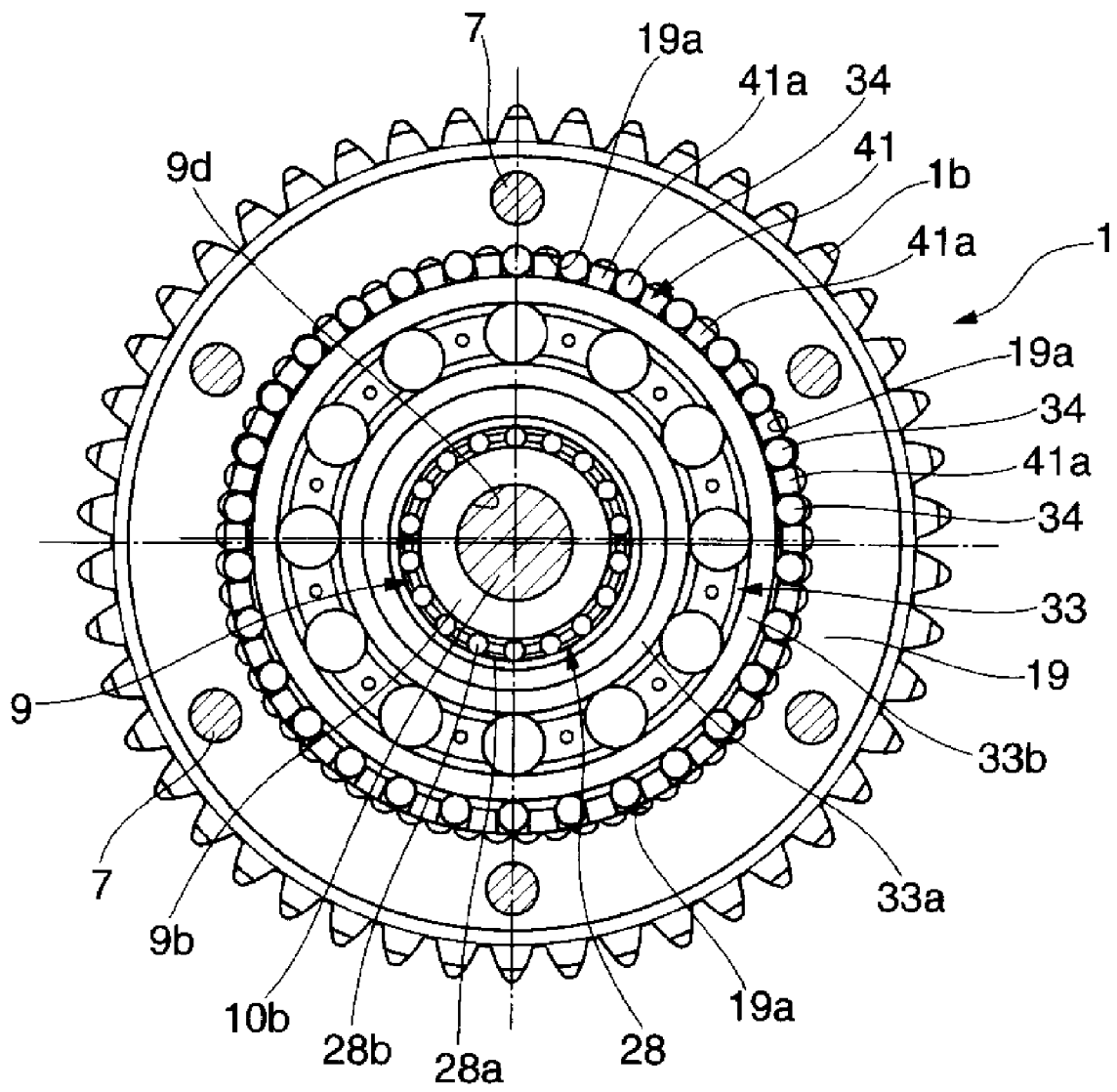
[請求項15] 前記アクチュエータの操作量に応じた前記第 1 回転体に対する前記第 2 回転体の相対回転方向と、前記第 1 回転検出部で検出される前記回転位相に基づいて求められる前記第 2 回転体の相対回転方向及び前記第 2 回転検出部で検出される前記相対変化角の前記所定の周期にお

ける積算値に基づいて求められる前記第2回転体の相対回転方向のいずれか不一致である方の回転検出部が異常であると判定する、請求項11に記載の回転位相検出装置の異常診断方法。

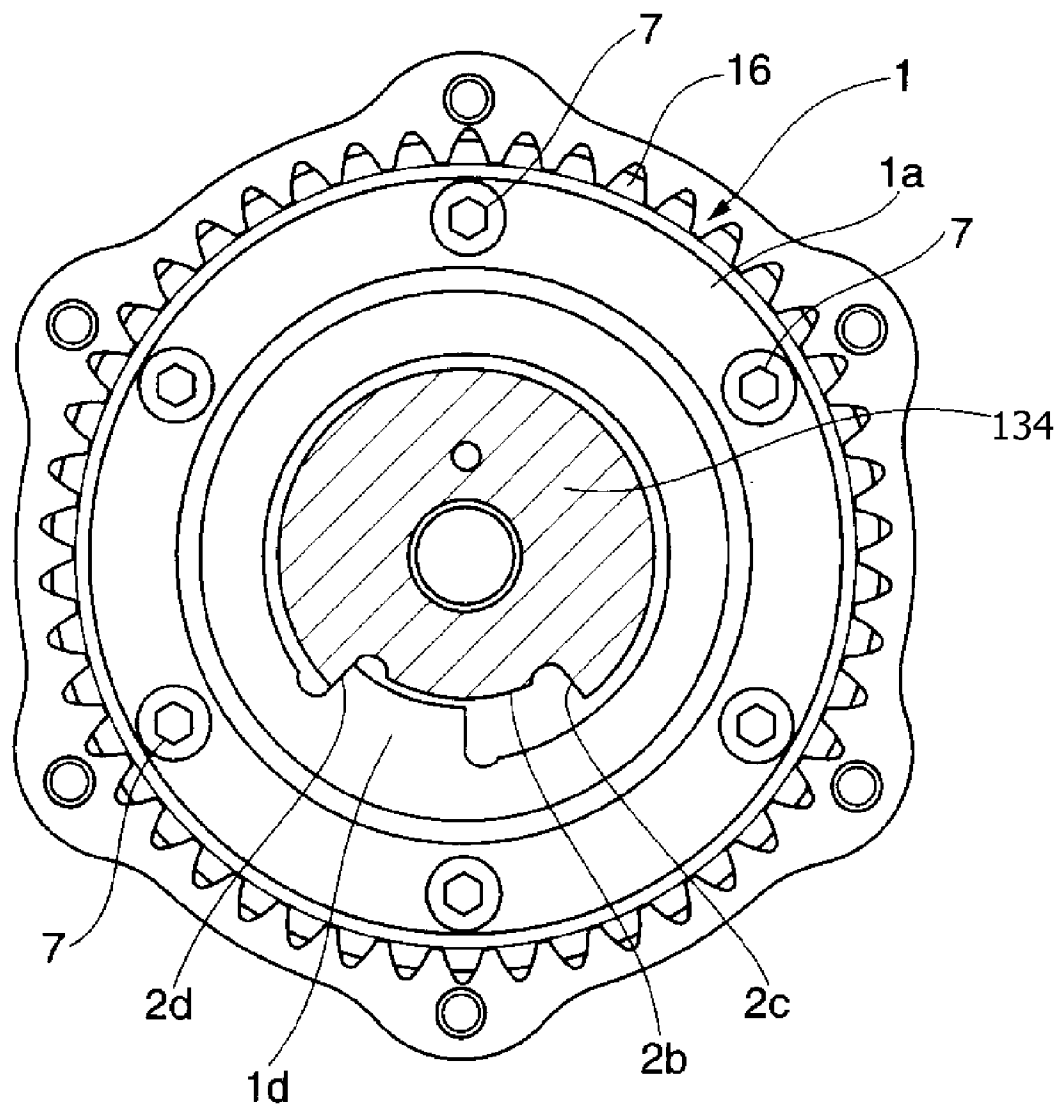
[図2]



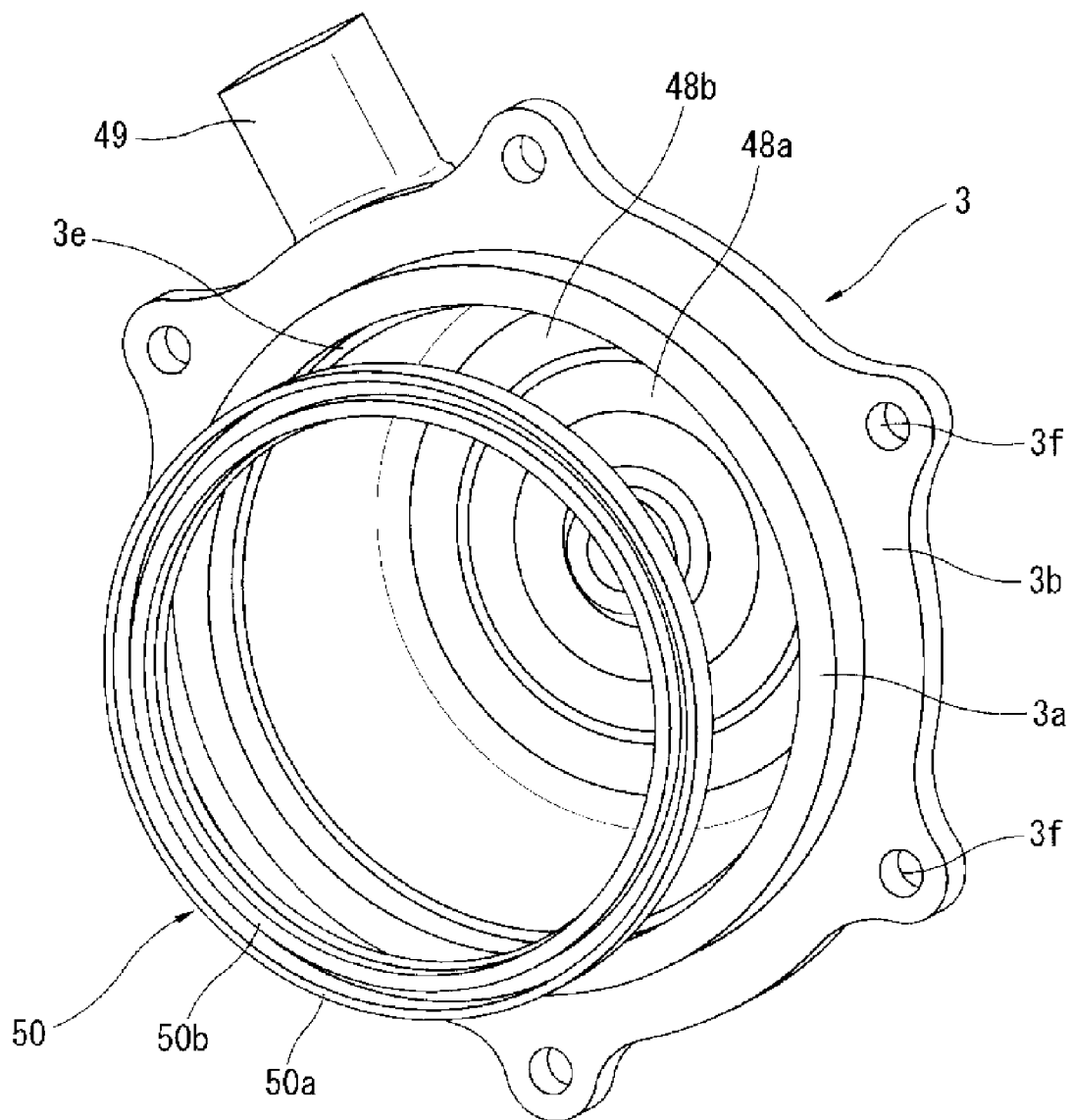
[図4]



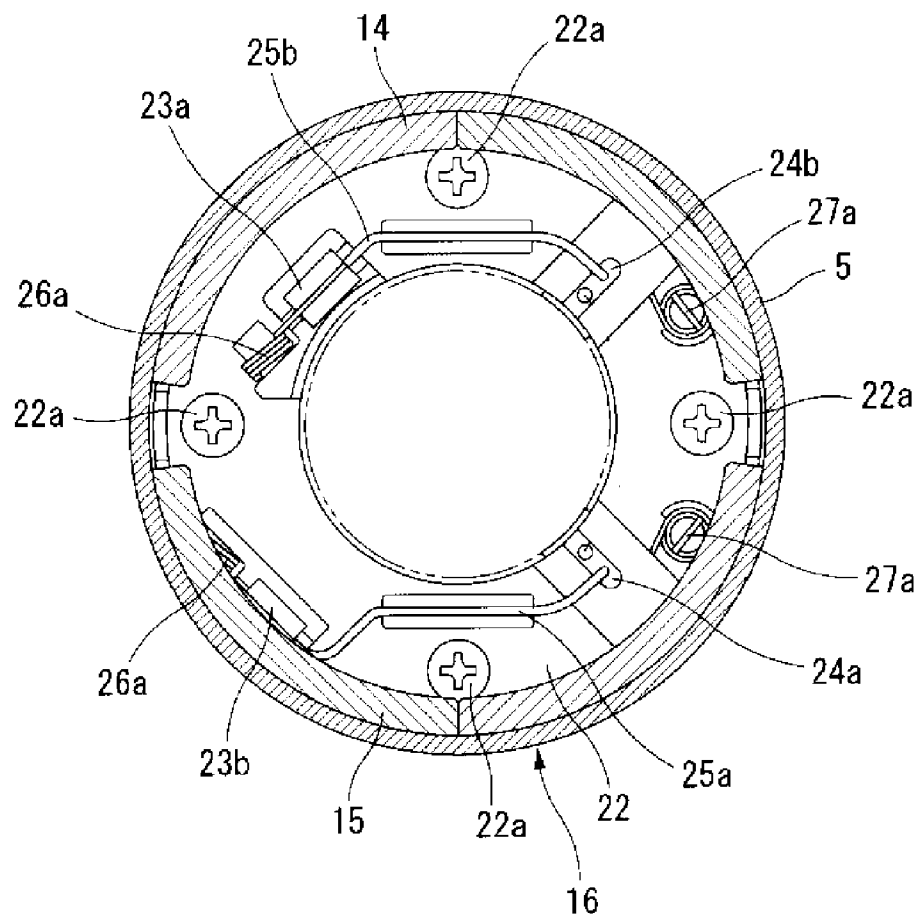
[図5]



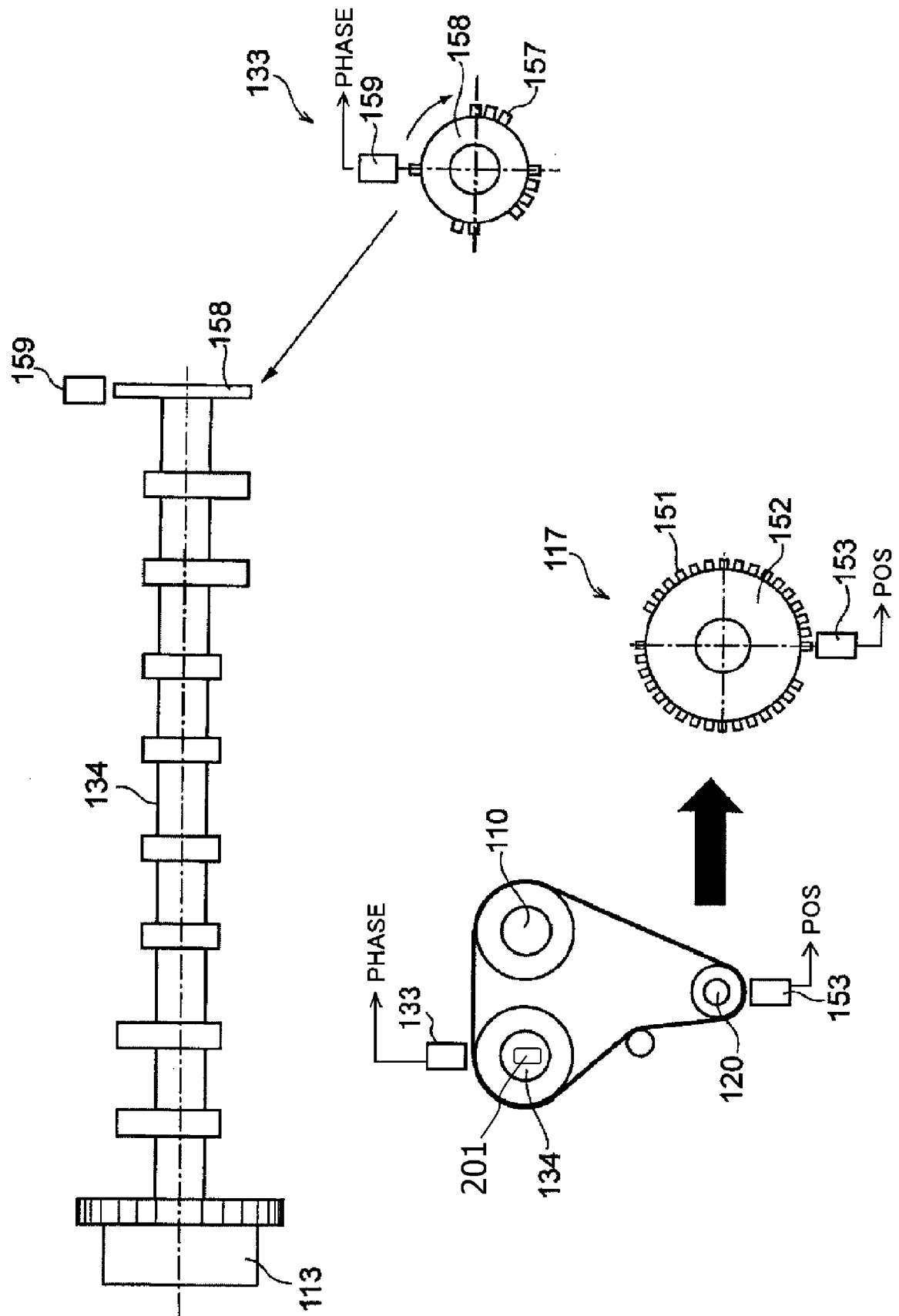
[図6]



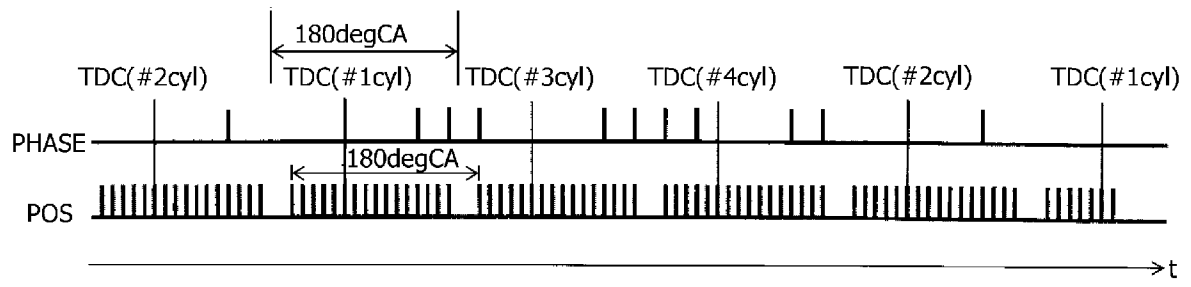
[図7]



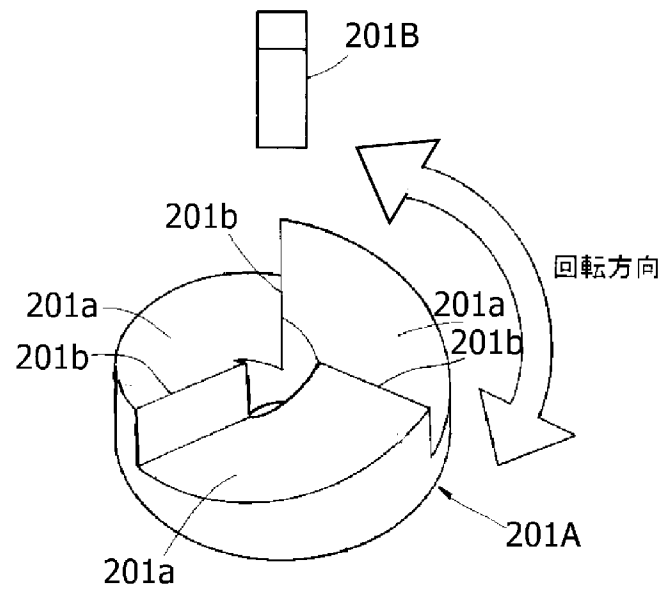
[図8]



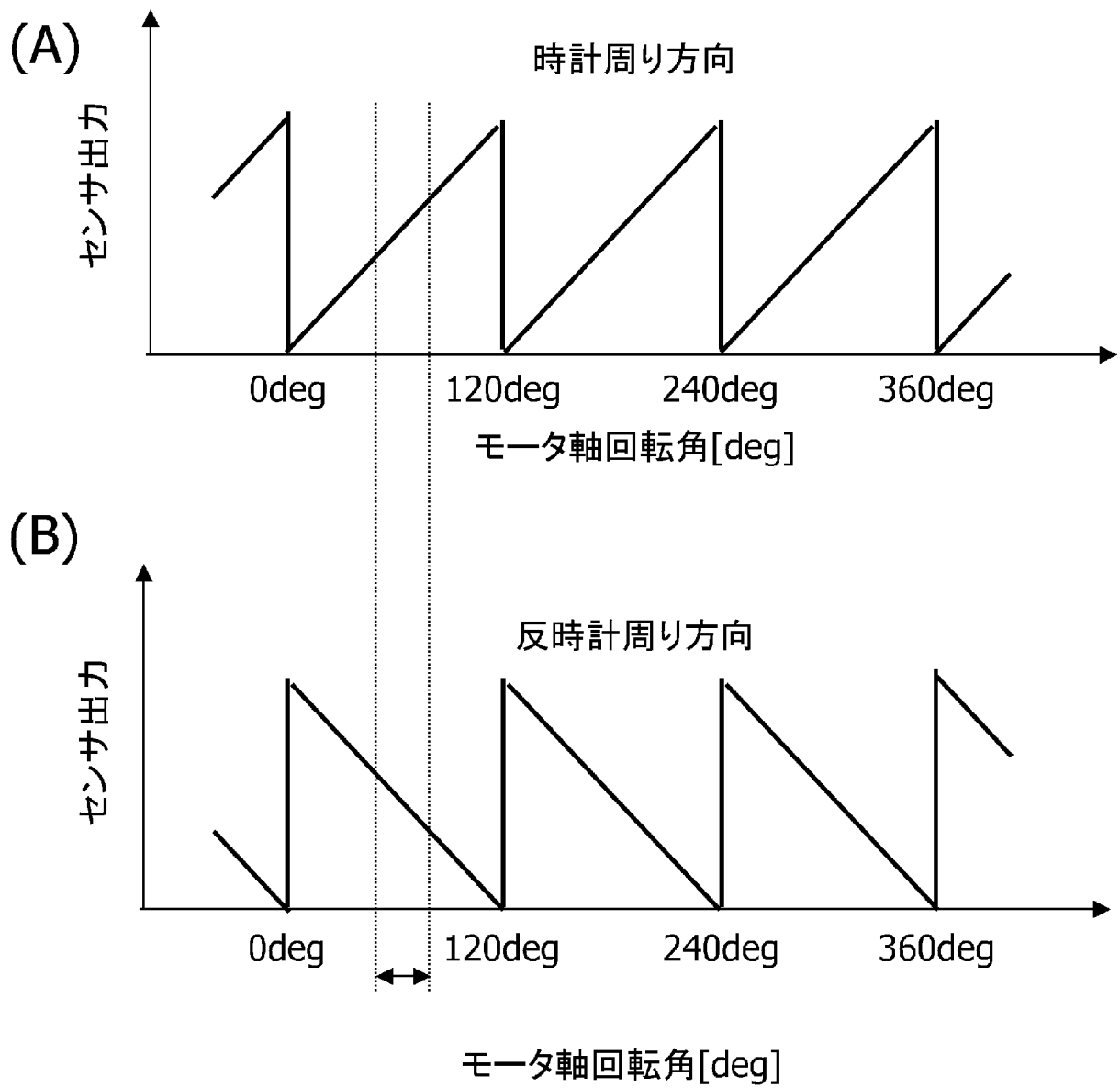
[図9]



[図10]

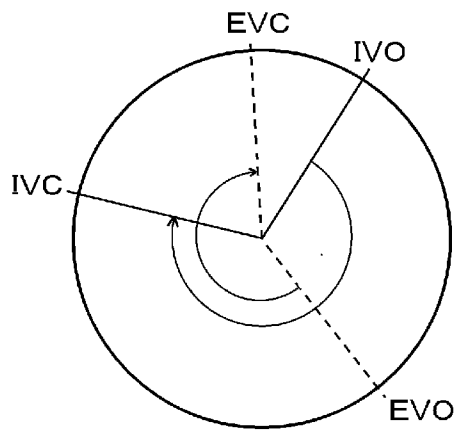


[図11]



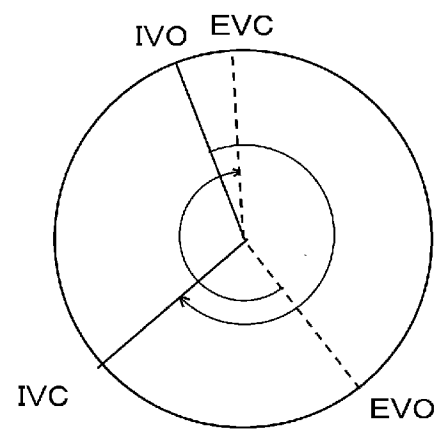
[図12]

(A)



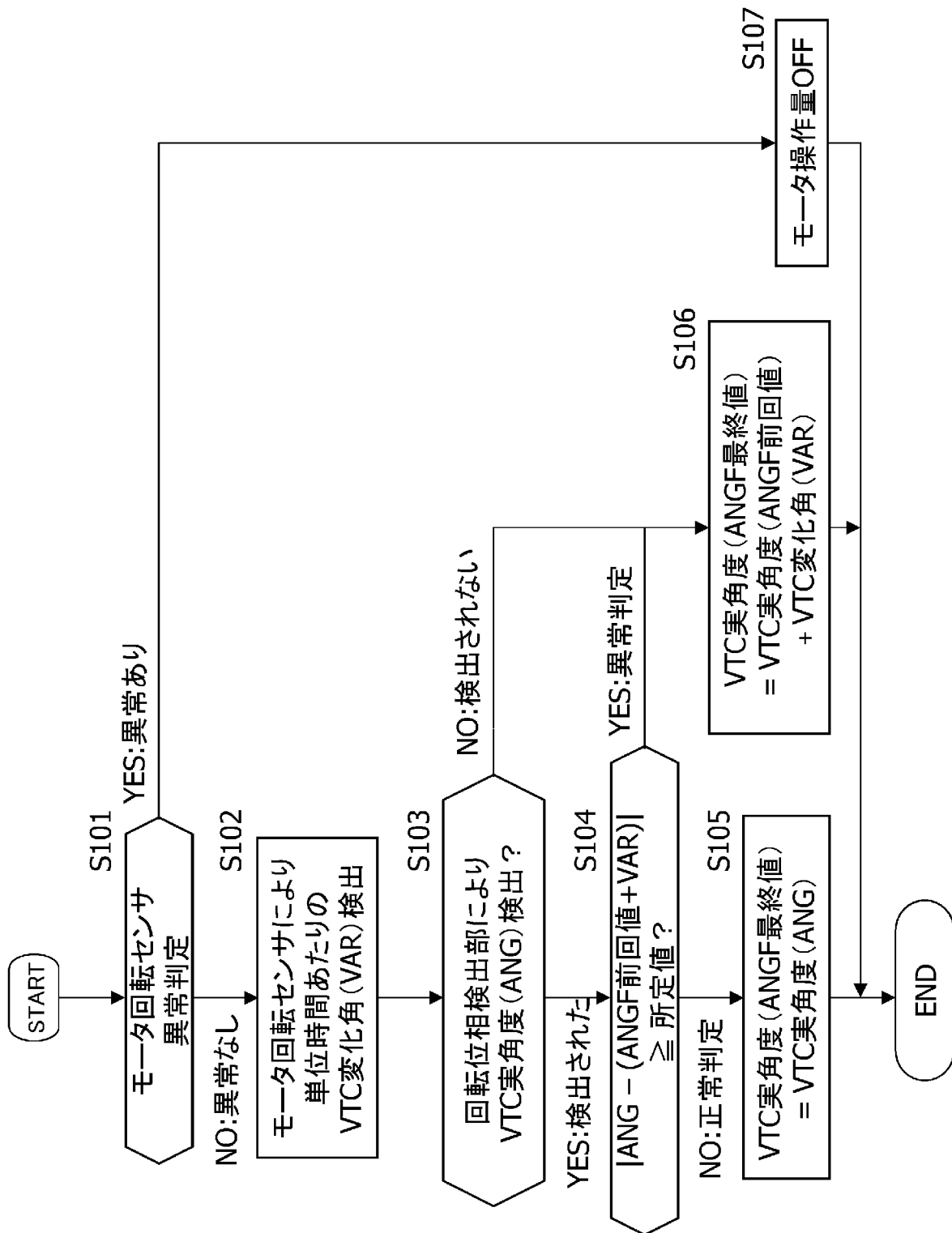
ミラーサイクル運転時

(B)

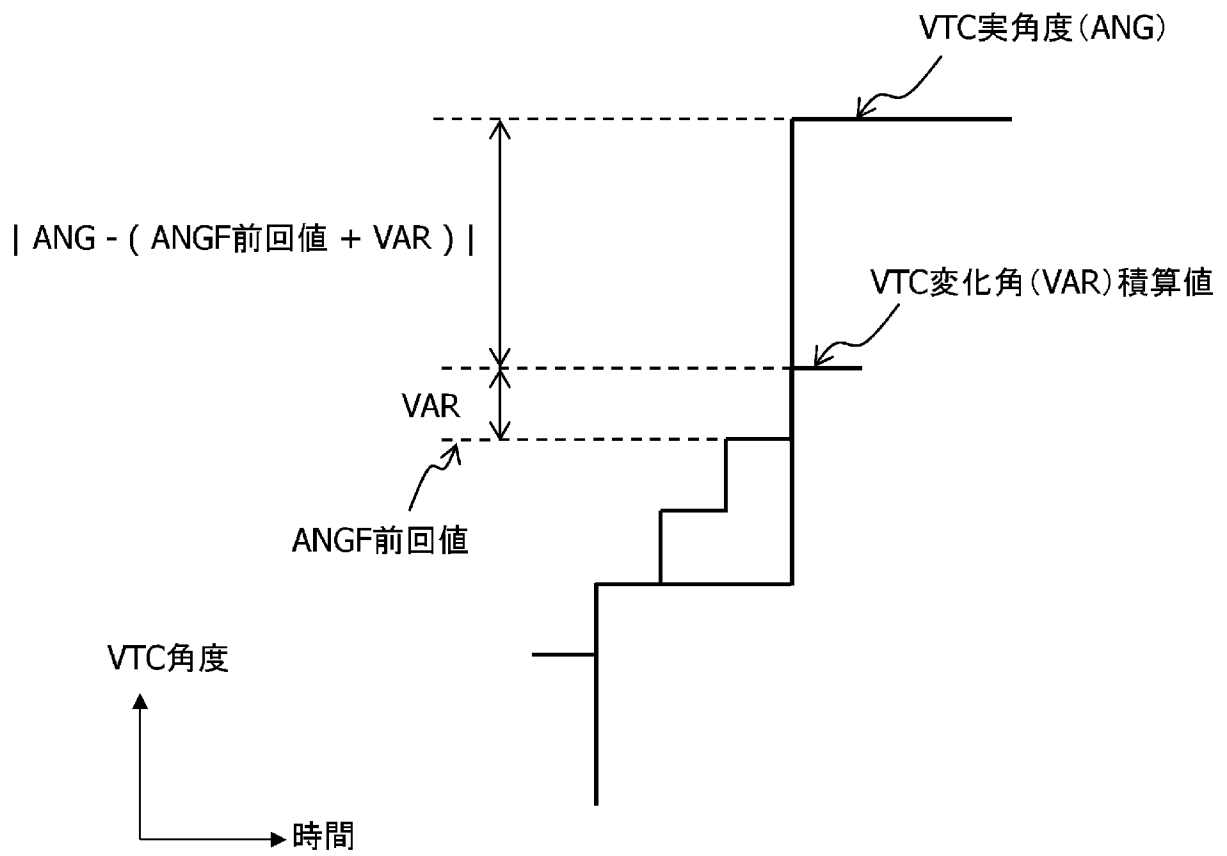


始動時

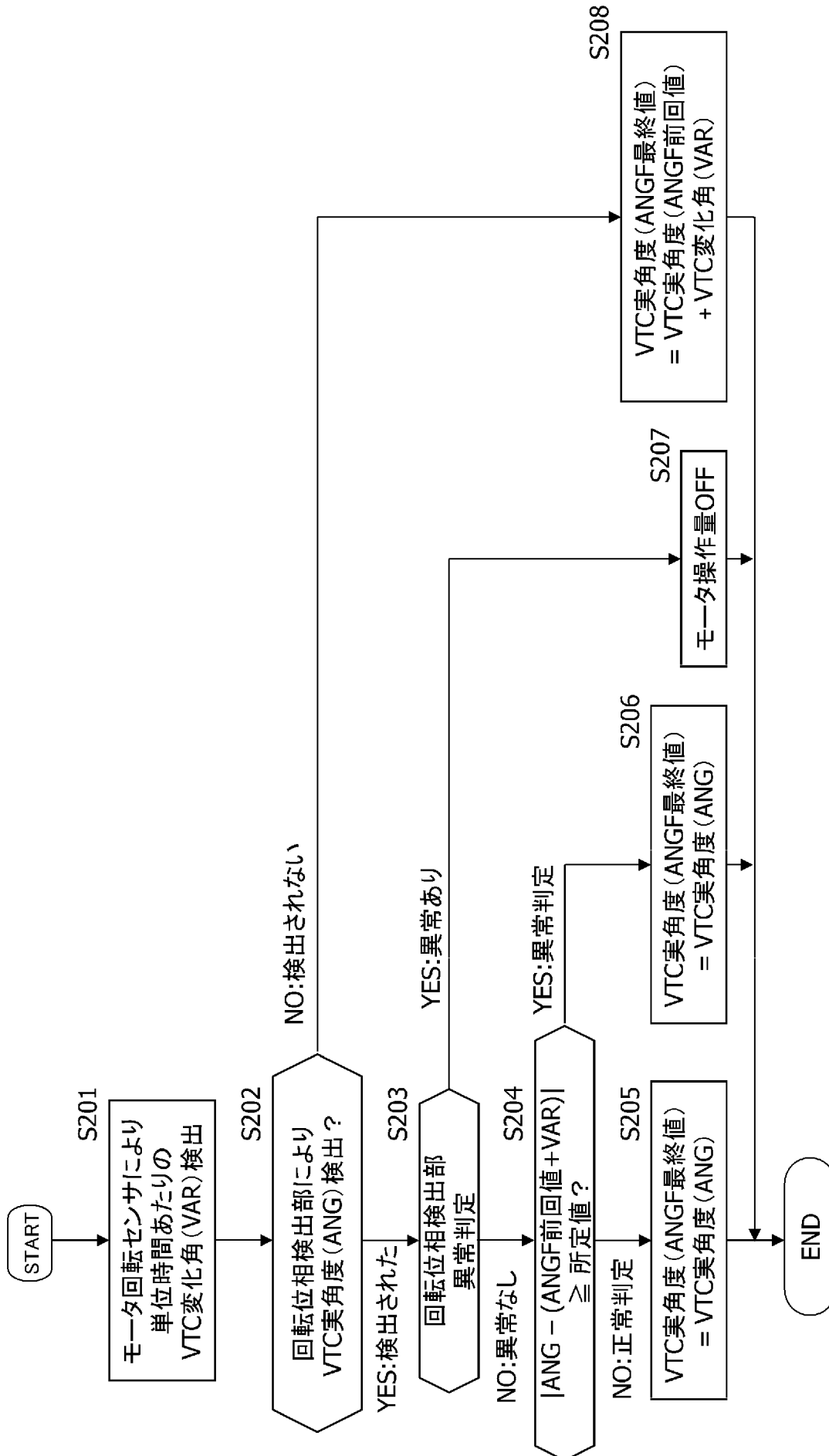
[図13]



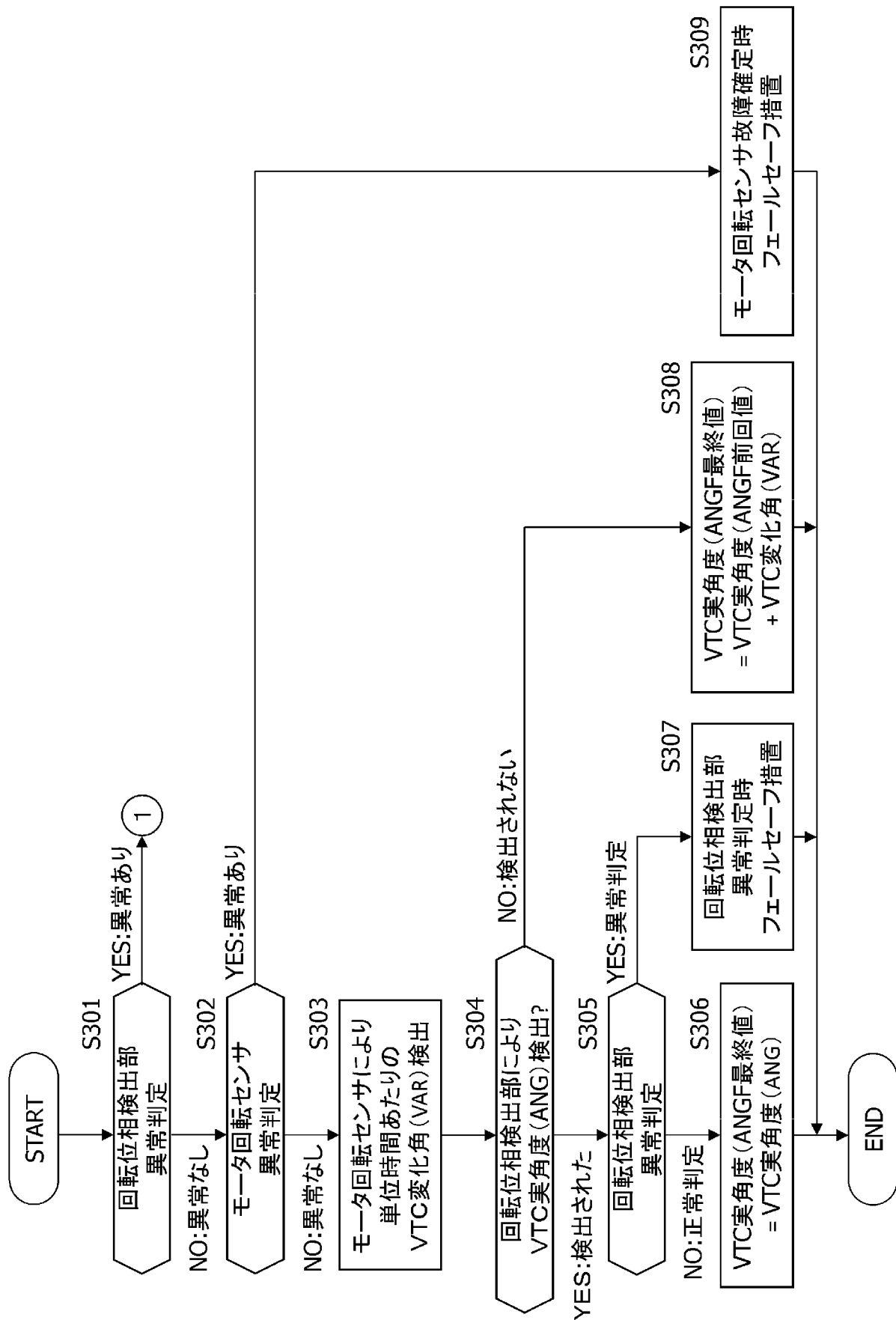
[図14]



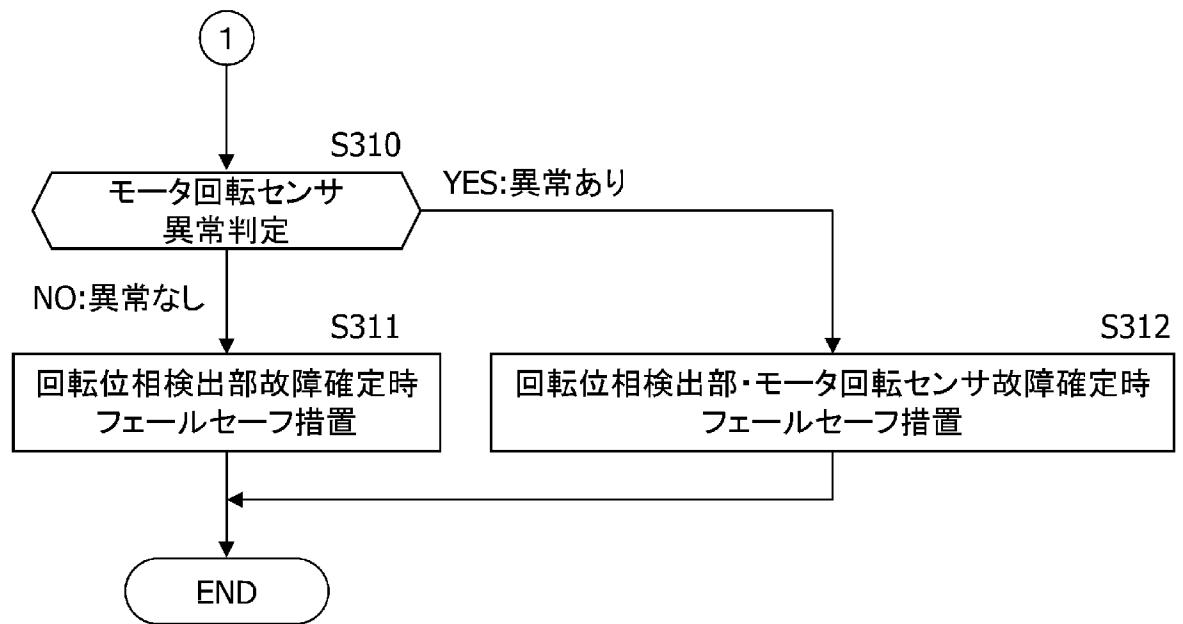
[図15]



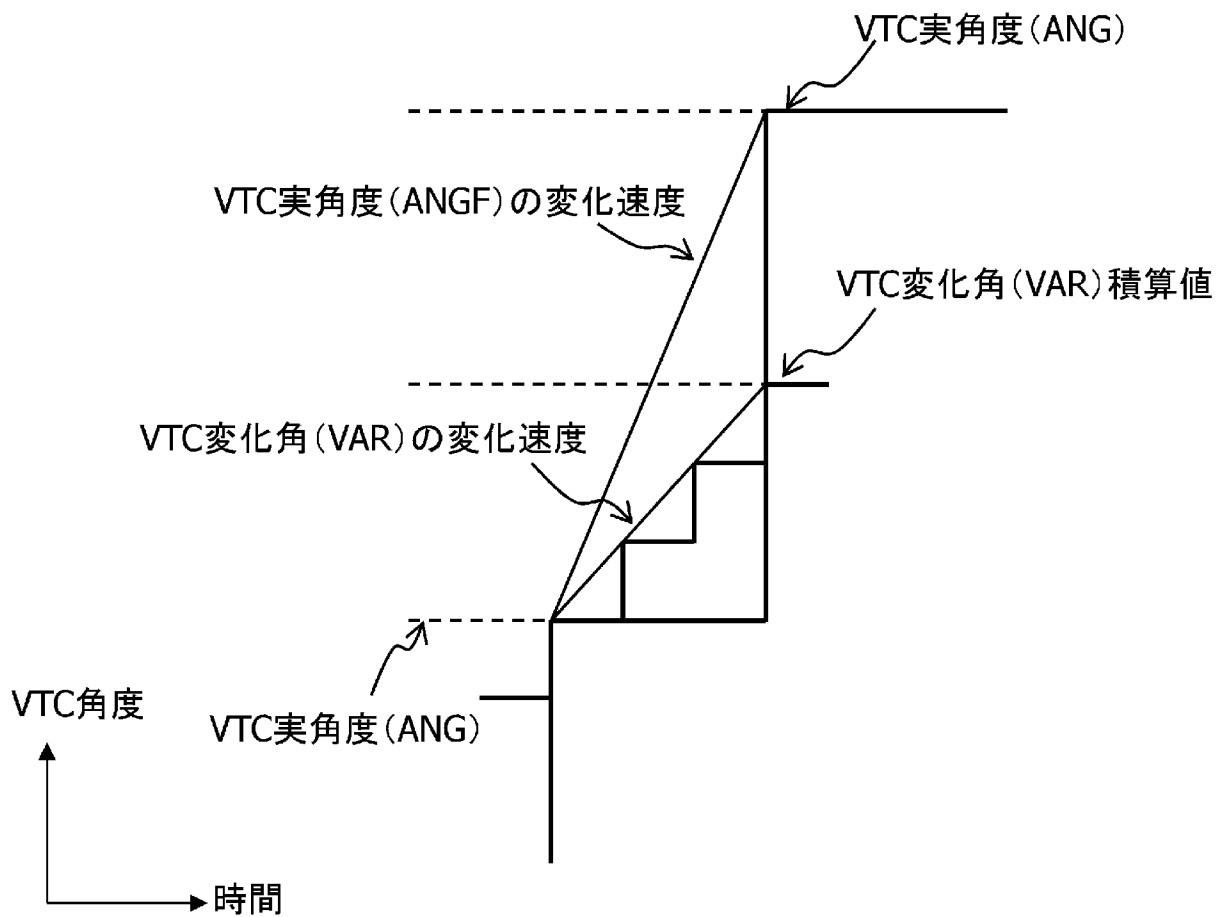
[図16]



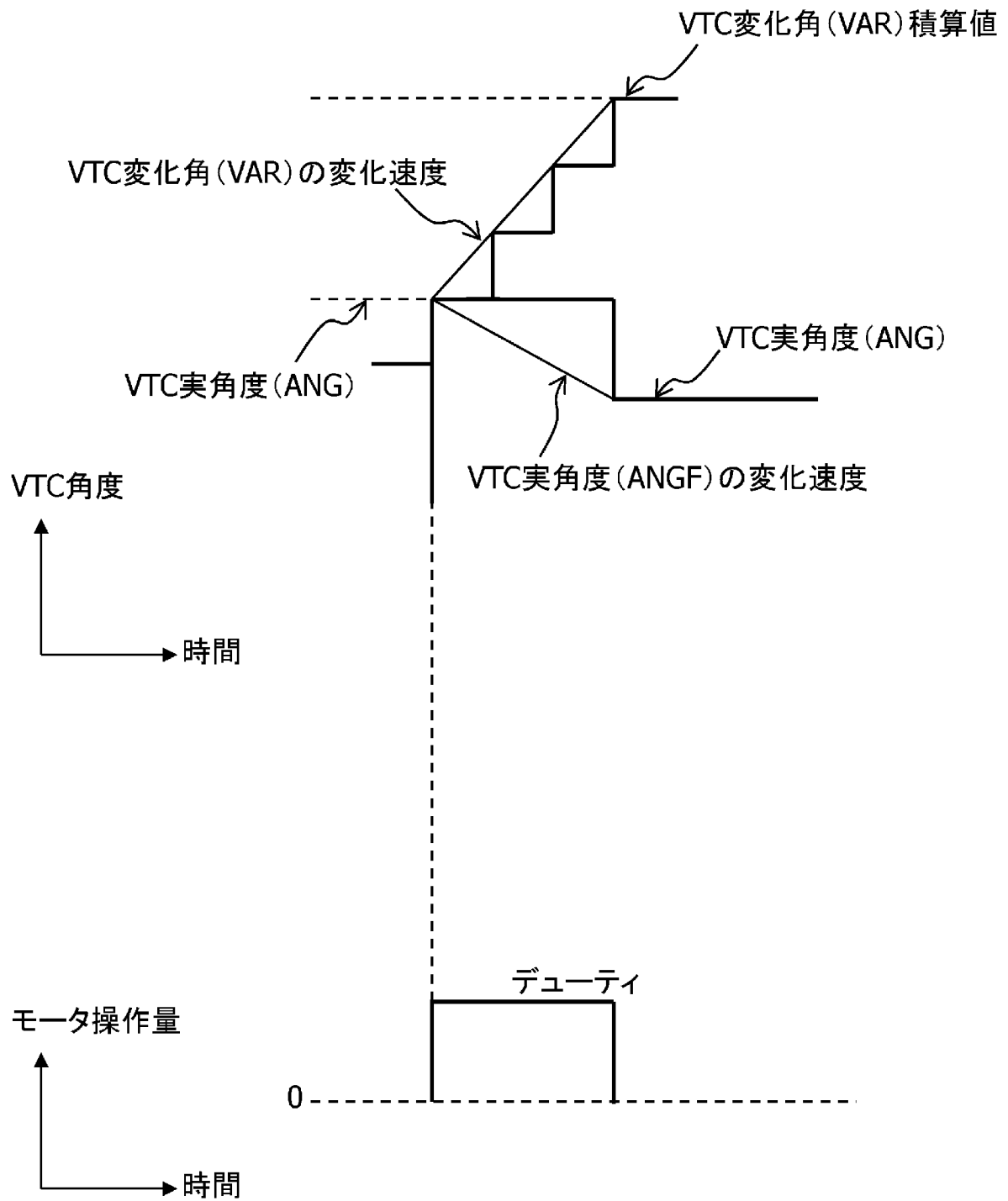
[図17]



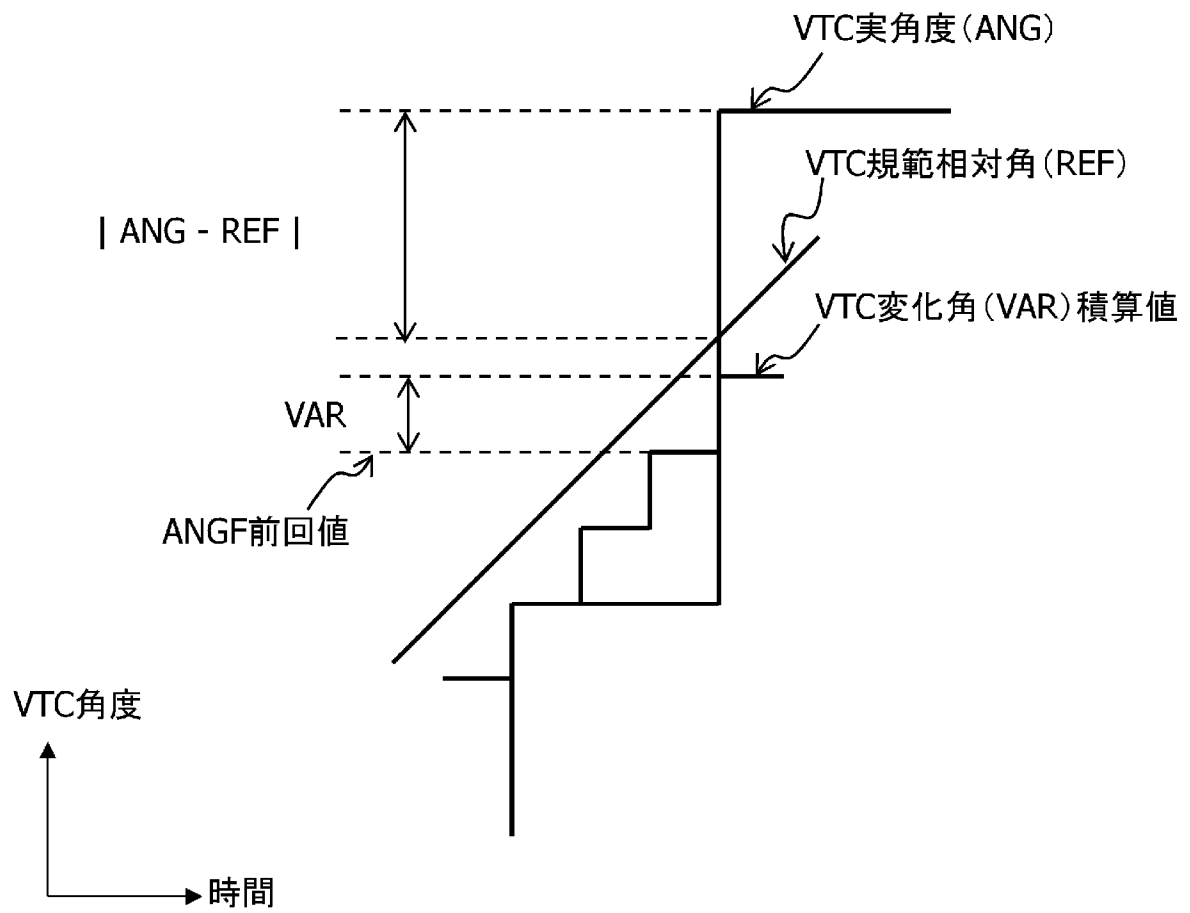
[図18]



[図19]



[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/056432

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D45/00(2006.01) i, F02D13/02(2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F02D45/00, F02D13/02

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-163802 A (Toyota Motor Corp.), 17 July 2008 (17.07.2008), claim 1 & US 2010/0071644 A1 claim 1 & WO 2008/078756 A1 & EP 2098705 A1 & CN 101573519 A	1-15
A	JP 2006-291767 A (Mitsubishi Electric Corp.), 26 October 2006 (26.10.2006), claim 1 & US 2006/0229797 A1 claim 1	1-15

☐ 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
10 May 2016 (10.05.16)

Date of mailing of the international search report
24 May 2016 (24.05.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

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

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F02D45/00, F02D13/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2008-163802 A (トヨタ自動車株式会社) 2008.07.17, 請求項 1 & US 2010/0071644 A1, 請求項 1 & WO 2008/078756 A1 & EP 2098705 A1 & CN 101573519 A	1-15
A	JP 2006-291767 A (三菱電機株式会社) 2006.10.26, 請求項 1 & US 2006/0229797 A1, 請求項 1	1-15

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10.05.2016

国際調査報告の発送日

24.05.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

立花 啓

3Z

4024

電話番号 03-3581-1101 内線 3395