

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年8月23日(23.08.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/150810 A1

(51) 国際特許分類:

F02D 45/00 (2006.01) F01L 1/356 (2006.01)

F01L 1/352 (2006.01) F02D 13/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/001577

(22) 国際出願日: 2018年1月19日(19.01.2018)

(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 2017-026667 2017年2月16日(16.02.2017) JP

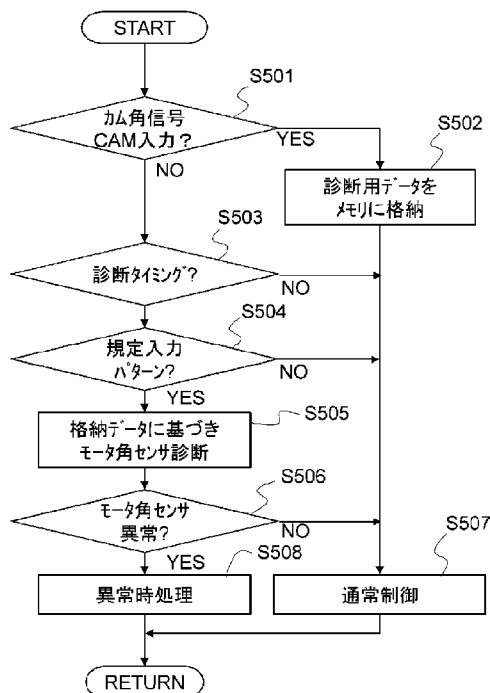
(71) 出願人: 日立オートモティブシステムズ株式会社(HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS,

LTD.) [JP/JP]; 〒3128503 茨城県ひたちなか市高場2520番地 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 三河 謙太郎 (MIKAWA, Kentaro); 〒3720023 群馬県伊勢崎市粕川町1671番地1 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Gunma (JP). 松尾 宣彦 (MATSUO, Nobuhiko); 〒3720023 群馬県伊勢崎市粕川町1671番地1 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Gunma (JP). 岡本 直樹 (OKAMOTO, Naoki); 〒3720023 群馬県伊勢崎市粕川町1671番地1 日立オートモティブシステムズ株式会社内 Gunma (JP).

(54) Title: CONTROL DEVICE AND CONTROL METHOD FOR VARIABLE VALVE TIMING DEVICE

(54) 発明の名称: 可変バルブタイミング装置の制御装置及び制御方法



S501 Cam angle signal CAM input?
S502 Store diagnosis data in memory
S503 Diagnosis timing?
S504 Prescribed input pattern?
S505 Diagnose motor angle sensor on basis of stored data
S506 Motor angle sensor abnormality?
S507 Normal control
S508 Abnormality processing

(57) Abstract: A control device and a control method for a variable valve timing device, wherein: the rotational phase of a camshaft is detected on the basis of a cam angle signal and a crank angle signal every time a cam angle signal is input; the amount of change in the rotational phase between inputs of a cam angle signal is detected on the basis of a motor angle signal; a determination is made regarding whether the cam angle signal and/or the crank angle signal has a prescribed input pattern, at a diagnosis timing subsequent to the input of a cam angle signal; and when there is a prescribed



(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

input pattern, a diagnosis regarding whether a motor angle sensor abnormality exists is made on the basis of the rotational phase detection result and the amount of change in the rotational phase for a cam angle signal that was input at a time prior to the diagnosis timing.

(57) 要約: 本発明の可変バルブタイミング装置の制御装置及び制御方法は、カム角信号が入力される毎にカム角信号とクランク角信号とに基づきカムシャフトの回転位相を検出し、カム角信号が入力される間での回転位相の変化量をモータ角信号に基づき検出し、カム角信号の入力後の診断タイミングにおいて、カム角信号とクランク角信号との少なくとも一方が規定入力パターンであるか否かを判断し、前記規定入力パターンである場合、診断タイミングより前にカム角信号が入力されたときの回転位相の検出結果と回転位相の変化量の検出結果とに基づきモータ角センサの異常の有無を診断する。

明 細 書

発明の名称：可変バルブタイミング装置の制御装置及び制御方法 技術分野

[0001] 本発明は、内燃機関のクランクシャフトに対するカムシャフトの回転位相をモータの回転速度の調整によって変化させる可変バルブタイミング装置の制御装置及び制御方法に関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 には、クランク軸の回転速度の $1/2$ の回転速度に対してモータの回転速度を調整することでカム軸位相を変化させる可変バルブタイミング装置を制御する制御装置が開示されている。

前記制御装置は、カム角信号が出力される毎に該カム角信号とクランク角信号とに基づいてカム角信号出力時の実バルブタイミングを算出する手段と、所定の演算周期で前記モータの回転速度とクランク軸の回転速度の $1/2$ の値との差に基づいてバルブタイミング変化量を算出する手段と、所定の演算周期でカム角信号出力時の実バルブタイミングの算出値とバルブタイミング変化量の算出値とに基づいて最終的な実バルブタイミングを算出する手段と、を備える。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献 1：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] クランクシャフトに対するカムシャフトの回転位相をモータの回転速度の調整によって変化させる可変バルブタイミング装置では、カム角信号が出力される毎に該カム角信号とクランク角信号とに基づき検出される実バルブタイミングと、モータの回転速度から求められるバルブタイミングの変化量とを比較することで、モータ角センサの異常の有無を診断することができる。

[0005] しかし、例えば、機関始動時などの低回転速度領域では、カム角信号とクランク角信号とに基づき検出される実バルブタイミングに誤差が生じ易く、このためにモータ角センサの異常発生を誤診断する可能性がある。ここで、実バルブタイミングの検出誤差に基づきモータ角センサの異常発生を誤診断しないように、モータ角センサの診断に用いる閾値を設定すると、モータ角センサが実際に故障しているのに故障の発生が診断されない場合が生じるという問題があった。

[0006] 本発明は上記問題点に鑑みなされたものであり、カム角信号とクランク角信号とに基づき検出される実バルブタイミングの誤差によってモータ角センサの異常発生が誤診断されることを抑制しつつ、モータ角センサの故障を的確に診断できる、可変バルブタイミング装置の制御装置及び制御方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] そのため、本願発明に係る可変バルブタイミング装置の制御装置は、その一態様として、内燃機関のクランクシャフトに対するカムシャフトの回転位相をモータの回転速度の調整によって変化させる可変バルブタイミング装置と、所定クランク角毎にクランク角信号を出力するクランク角センサと、所定カム角毎にカム角信号を出力するカム角センサと、前記モータの回転角に応じてモータ角信号を出力するモータ角センサと、を備える内燃機関に適用され、前記可変バルブタイミング装置を制御する制御装置であって、前記カム角信号が入力される毎に前記カム角信号と前記クランク角信号とに基づき前記回転位相を検出する第1検出部と、前記カム角信号が入力される間での前記回転位相の変化量を前記モータ角信号に基づき検出する第2検出部と、前記第1検出部の検出結果及び前記第2検出部の検出結果に基づき前記モータの回転速度を調整する制御部と、前記カム角信号の入力後の診断タイミングにおいて、前記カム角信号と前記クランク角信号との少なくとも一方が規定入力パターンであるか否かを判断し、前記規定入力パターンである場合、前記診断タイミングより前に前記カム角信号が入力されたときの前記第1検

出部の検出結果と前記第2検出部の検出結果とに基づき前記モータ角センサの異常の有無を判定する診断部と、を含む。

[0008] また、本願発明に係る可変バルブタイミング装置の制御方法は、その一態様として、内燃機関のクランクシャフトに対するカムシャフトの回転位相をモータの回転速度の調整によって変化させる可変バルブタイミング装置と、所定クランク角毎にクランク角信号を出力するクランク角センサと、所定カム角毎にカム角信号を出力するカム角センサと、前記モータの回転角に応じてモータ角信号を出力するモータ角センサと、を備える内燃機関において、前記可変バルブタイミング装置を制御する制御方法であって、前記カム角信号が入力される毎に前記カム角信号と前記クランク角信号とに基づき前記回転位相を検出するステップと、前記カム角信号が入力される間での前記回転位相の変化量を前記モータ角信号に基づき検出するステップと、前記回転位相と前記回転位相の変化量とに基づき前記モータの回転速度を調整するステップと、前記カム角信号の入力後の診断タイミングにおいて、前記カム角信号と前記クランク角信号との少なくとも一方が規定入力パターンであるか否かを判断するステップと、前記カム角信号と前記クランク角信号との少なくとも一方が規定入力パターンである場合、前記診断タイミングより前に前記カム角信号が入力されたときに検出された前記回転位相と前記回転位相の変化量とに基づき前記モータ角センサの異常の有無を判定するステップと、を含む。

発明の効果

[0009] 上記発明によると、カム角信号とクランク角信号とに基づき検出される回転位相に誤差が生じたときに、モータ角センサの異常が誤診断されることを抑止しつつ、モータ角センサの異常を的確に診断できる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の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]本発明の実施形態における可変バルブタイミング装置を示す断面図である。

[図3]本発明の実施形態における可変バルブタイミング装置を示す断面図であって図2のA－A線断面図である。

[図4]本発明の実施形態における可変バルブタイミング装置を示す断面図であって図2のB－B線断面図である。

[図5]本発明の実施形態における実回転位相の検出値の補間処理を説明するためのタイムチャートである。

[図6]本発明の実施形態におけるモータ角センサの診断処理を示すフローチャートである。

[図7]本発明の実施形態においてクランク角信号POSにノイズが重畳したときに実回転位相の検出誤差が生じることを説明するためのタイムチャートである。

[図8]本発明の実施形態においてクランク角信号POSにノイズが重畳したとき及びクランク角信号POSの欠落位置の判定に失敗したときのPOSカウント値の変化を例示するタイムチャートである。

[図9]本発明の実施形態においてカム角信号CAMにノイズが重畳したとき、カム角信号CAMが欠落したとき、機関が逆転したときのカム角信号CAMの計数値を例示するタイムチャートである。

[図10A]本発明の実施形態においてクランク角信号POSからカム角信号CAMまでの時間をクランク角に変換する処理における誤差要因を説明するためのタイムチャートである。

[図10B]本発明の実施形態においてクランク角信号POSからカム角信号CAMまでの時間をクランク角に変換する処理における誤差要因を説明するためのタイムチャートである。

発明を実施するための形態

[0011] 以下に本発明の実施の形態を説明する。

図1は、本発明に係る制御装置及び制御方法を適用する可変バルブタイミング装置を備えた内燃機関の一態様を示す。

図1の内燃機関101は、図示を省略した車両に搭載され、車両の動力源

として用いられる。

- [0012] 内燃機関 101 の吸気ダクト 102 に配設される吸入空気量センサ 103 は、内燃機関 101 の吸入空気流量 Q_A を検出する。

吸気バルブ 105 は、各気筒の燃焼室 104 の吸気口を開閉する。

燃料噴射弁 106 は、各気筒の吸気ポート 102 a に配置される。

尚、燃料噴射弁 106 を、燃焼室 104 内に直接燃料を噴射するように配置することができる。

- [0013] 燃料噴射弁 106 から噴射された燃料は、吸気バルブ 105 を介して燃焼室 104 内に空気と共に吸引され、点火プラグ 107 による火花点火によって着火燃焼する。そして、燃焼圧力がピストン 108 をクランクシャフト 109 に向けて押し下げ、クランクシャフト 109 を回転駆動する。

また、排気バルブ 110 は、燃焼室 104 の排気口を開閉し、排気バルブ 110 が開くことで燃焼室 104 内の排ガスが排気管 111 に排出される。

- [0014] 三元触媒等を備えた触媒コンバータ 112 は排気管 111 に設置される。

吸気バルブ 105 は、クランクシャフト 109 によって回転駆動される吸気カムシャフト 115 a の回転に伴って開動作する。また、排気バルブ 110 は、クランクシャフト 109 によって回転駆動される排気カムシャフト 115 b の回転に伴って開動作する。

- [0015] 可変バルブタイミング装置 114 は、吸気バルブ 105 のバルブタイミング（開閉タイミング）を連続的に変化させる装置である。

可変バルブタイミング装置 114 は、アクチュエータとしてのモータによってクランクシャフト 109 に対する吸気カムシャフト 115 a の回転位相を変化させる、電動式の可変バルブタイミング装置である。

- [0016] また、気筒毎に設けた点火プラグ 107 には、点火プラグ 107 に点火エネルギーを供給する点火モジュール 116 がそれぞれ直付けされている。点火モジュール 116 は、点火コイル及び点火コイルへの通電を制御するパワートランジスタを備えている。

マイクロコンピュータ（プロセッサ）を備えた制御装置（ECU）201

は、各種のセンサやスイッチの出力信号を入力し、予めメモリに格納されたプログラムに従って演算処理を行うことで、燃料噴射弁 106、可変バルブタイミング装置 114、点火モジュール 116 などの各種デバイスの操作量を演算して出力する。

[0017] 制御装置 201 は、吸入空気量センサ 103 の出力信号を入力する他、クランクシャフト 109 の所定クランク角毎にクランク角信号 POS を出力するクランク角センサ 203、アクセルペダル 207 の踏込み量（換言すればアクセル開度 ACC）を検出するアクセル開度センサ 206、吸気カムシャフト 115a の所定カム角毎にカム角信号 CAM を出力するカム角センサ 204、内燃機関 101 の冷却水の温度 TW を検出する水温センサ 208、触媒コンバータ 112 の上流側の排気管 111 に設置され、排気中の酸素濃度に基づいて空燃比 AF を検出する空燃比センサ 209、可変バルブタイミング装置 114 のアクチュエータであるモータの回転角に応じてモータ角信号 MAS を出力するモータ角センサ 210 などからの出力信号を入力し、更に、内燃機関 101 の運転及び停止のメインスイッチであるイグニッションスイッチ（エンジンスイッチ）205 の信号などを入力する。

[0018] クランク角センサ 203 が出力するクランク角信号 POS は、単位クランク角毎のパルス信号であって、気筒間の行程位相差に相当するクランク角毎に、1 個若しくは連続する複数個のパルスが欠落するように信号出力パターンが設定される。

なお、上記の単位クランク角は例えば 10deg であり、また、気筒間の行程位相差は点火間隔に相当し、4 気筒内燃機関ではクランク角 180deg になる。

[0019] また、クランク角センサ 203 が、単位クランク角毎のクランク角信号 POS と、気筒間の行程位相差に相当するクランク角毎の基準クランク角信号とをそれぞれ出力するよう構成することができる。

単位クランク角毎のクランク角信号 POS の欠落箇所若しくは基準クランク角信号の出力位置は、各気筒のピストンが基準ピストン位置に位置してい

ることを表す。

[0020] カム角センサ 204 は、気筒間の行程位相差に相当するクランク角毎にカム角信号 CAM を出力する。

吸気カムシャフト 115 a は、クランクシャフト 109 の回転速度の半分
の速度で回転する。このため、内燃機関 101 が 4 気筒機関で、気筒間の行程位相差に相当するクランク角が 180deg である場合、クランク角 180deg は吸気カムシャフト 115 a の回転角 90deg に相当することになる。つまり、カム角センサ 204 は、吸気カムシャフト 115 a が 90deg 回転する毎にカム角信号 CAM を出力する。

[0021] カム角センサ 204 が出力するカム角信号 CAM は、基準ピストン位置に位置している気筒の検出（気筒判別処理）に用いられる信号であり、一例として、気筒間の行程位相差に相当するクランク角毎（4 気筒機関でクランク角 180deg 毎）に気筒番号を表す特性のパルスとして出力される。

内燃機関 101 が 4 気筒である場合、カム角センサ 204 は、クランク角 180deg 毎（吸気カムシャフト 115 a が 90deg 回転する毎）に、例えば、1 個のパルス信号、連続する 2 個のパルス信号、連続する 2 個のパルス信号、1 個のパルス信号をこの順で出力する。

[0022] そして、制御装置 201 は、クランク角 180deg 毎に出力されるカム角信号 CAM のパルス数を計数することで、基準ピストン位置に位置している気筒が 4 気筒のうちのいずれの気筒であるかを検出する気筒判別処理を実施する。

なお、気筒判別処理のためのカム角信号 CAM のパルス数の設定は上記のパターンに限定されるものではなく、また、カム角信号 CAM のパルス数に基づき気筒を区別する代わりに、パルス幅や振幅で気筒を区別するように、カム角センサ 204 の出力特性（信号出力パターン）を設定することができる。

[0023] 図 2－図 4 は、可変バルブタイミング装置 114 の構造の一例を示す。

なお、可変バルブタイミング装置 114 の構造は、図 2－図 4 に例示した

ものに限定されるものではなく、モータの回転速度の調整によってクランクシャフトに対するカムシャフトの回転位相を可変とする構造である公知の可変バルブタイミング装置を適宜採用できる。

[0024] 図2－図4に示した可変バルブタイミング装置114は、内燃機関101のクランクシャフト109によって回転駆動され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、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シャフト115aと、タイミングsprocket1の前方位位置に配置されて、チェーンカバー40にボルトによって固定されたカバー部材3と、タイミングsprocket1と吸気カムシャフト115aの間に配置されて、タイミングsprocket1に対する吸気カムシャフト115aの回転位相を変更する位相変更装置4と、を備える。

[0025] タイミングsprocket1は、sprocket本体1aと、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を介してクランクシャフト109からの回転力を受けるギア部1bと、で構成される。

また、タイミングsprocket1は、sprocket本体1aの内周側に形成された円形溝1cと吸気カムシャフト115aの前端部に一体に設けられたフランジ部2aの外周との間に介装された第3ボールベアリング43によって、吸気カムシャフト115aに回転自在に支持されている。

[0026] 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。

sprocket本体1aの前端部には、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、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。

[0027] また、sprocket本体1aの内周面の一部には、図4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範囲に亘り形

成されている。

プレート 6 の前端側外周には、位相変更装置 4 を構成する減速機 8 やモータ 12 などを覆う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。

なお、モータ 12 は、可変バルブタイミング装置 114 のアクチュエータである。

[0028] ハウジング 5 は、鉄系金属によって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ハウジング保持部 5a を一体に有すると共に、ハウジング保持部 5a を含めた外周側全体がカバー部材 3 によって所定の隙間をもって覆われるように配置されている。

吸気カムシャフト 115a は、外周に吸気バルブ 105 を開作動させる駆動カム（図示省略）を有すると共に、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。

[0029] また、吸気カムシャフト 115a のフランジ部 2a には、図 4 に示すように、スプロケット本体 1a のストッパ凸部 1d が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、円周方向に沿って所定長さの円弧状に形成され、この長さ範囲内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 に対する吸気カムシャフト 115a の進角側及び遅角側の相対回転位置を機械的に規制するようになっている。

[0030] つまり、ストッパ凸部 1d 及びストッパ凹溝 2b で機械的ストッパが構成され、ストッパ凸部 1d がストッパ凹溝 2b 内で移動できる角度範囲が、可変バルブタイミング装置 114 の作動範囲、換言すれば、クランクシャフト 109 に対する吸気カムシャフト 115a の回転位相（吸気バルブ 105 のバルブタイミング）の可変範囲となる。

そして、ストッパ凸部 1d の端縁がストッパ凹溝 2b の対向縁 2c、2d の一方に当接する位置が、機械的ストッパで制限されるバルブタイミングの

最進角位置となり、他方に当接する位置が、機械的ストッパで制限されるバルブタイミングの最遅角位置となる。

[0031] カムボルト 10 の頭部 10 a の軸部 10 b 側の端縁には、フランジ状の座面部 10 c が一体に形成される。そして、軸部 10 b の外周には、吸気カムシャフト 115 a 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。

従動部材 9 は、鉄系金属材によって形成され、図 3 に示すように、前端側に形成された円板部 9 a と、後端側に一体に形成された円筒状の円筒部 9 b とで構成される。

[0032] 従動部材 9 の円板部 9 a には、後端面の径方向ほぼ中央位置に吸気カムシャフト 115 a のフランジ部 2 a とほぼ同外径の環状段差突起 9 c が一体に設けられる。

そして、環状段差突起 9 c の外周面とフランジ部 2 a の外周面が第 3 ボールベアリング 43 の内輪 43 a の内周に挿通配置される。第 3 ボールベアリング 43 の外輪 43 b は、スプロケット本体 1 a の円形溝 1 c の内周面に圧入固定される。

[0033] また、従動部材 9 の円板部 9 a の外周部には、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。

保持器 41 は、円板部 9 a の外周部から円筒部 9 b と同方向に突出し、円周方向のほぼ等間隔の位置に所定の間隔を有して複数の細長い突起部 41 a が形成されている。

円筒部 9 b は、中央にカムボルト 10 の軸部 10 b が挿通される挿通孔 9 d が貫通形成され、円筒部 9 b の外周側には第 1 ニードルベアリング 28 が設けられる。

[0034] カバー部材 3 は、合成樹脂材によって形成され、カップ状に膨出したカバー本体 3 a と、カバー本体 3 a の後端部外周に一体に設けたブラケット 3 b とで構成される。

カバー本体 3 a は、位相変更装置 4 の前端側、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る。一方、ブラケット 3 b は、ほぼ円環状に形成され、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。

[0035] また、ブラケット 3 b は、チェーンカバー 4 0 に複数のボルト 4 7 を介して固定され、カバー本体 3 a の前端部 3 c の内周面には、内外 2 重のスリップリング 4 8 a、4 8 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、カバー部材 3 の上端部には、スリップリング 4 8 a、4 8 b に導電部材を介して接続されたコネクタ端子 4 9 a を有するコネクタ部 4 9 を設けてある。

なお、コネクタ端子 4 9 a には、制御装置 2 0 1 を介して図外のバッテリー電源からの電力が供給される。

[0036] カバー本体 3 a の後端部側の内周面とハウジング 5 の外周面との間には、シール部材である第 1 オイルシール 5 0 が介装されている。

第 1 オイルシール 5 0 は、横断面がほぼコ字形状に形成され、合成ゴムの基材の内部に芯金が埋設されている。また、第 1 オイルシール 5 0 の外周側の円環状基部 5 0 a は、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 内に嵌着固定される。

更に、第 1 オイルシール 5 0 の円環状基部 5 0 a の内周側には、ハウジング 5 の外周面に当接するシール面 5 0 b が一体に形成されている。

[0037] 位相変更装置 4 は、吸気カムシャフト 1 1 5 a のほぼ同軸上前端側に配置されたモータ 1 2 と、モータ 1 2 の回転速度を減速して吸気カムシャフト 1 1 5 a に伝達する減速機 8 と、で構成される。

モータ 1 2 は、例えばブラシ付きの DC モータであって、タイミングスプロケット 1 と一体に回転するヨークであるハウジング 5 と、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 1 3 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 1 4、1 5 と、ハウジング保持部 5 a の内底面側に固定された固定子 1 6 と、を備えている。

[0038] モータ軸 1 3 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、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、コミュテータ 20 には、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電磁コイル 18 が接続されている。

[0039] モータ軸 13 は、カムボルト 10 の頭部 10 a 側の軸部 10 b 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 とを介して回転自在に支持されている。

また、モータ軸 13 の吸気カムシャフト 115 a 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。

[0040] また、モータ軸 13 の外周面とプレート 6 の内周面との間には、減速機 8 内部からモータ 12 内への潤滑油のリークを阻止する第 2 オイルシール 32 が設けられている。

第 2 オイルシール 32 は、内周部がモータ軸 13 の外周面に弾接することによって、モータ軸 13 の回転に摩擦抵抗を付与する。

[0041] 減速機 8 は、偏心回転運動を行う偏心軸部 30 と、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、第 2 ボールベアリング 33 の外周に設けられたローラ 34 と、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保持器 41 と、保持器 41 と一体の従動部材 9 とで主に構成される。

偏心軸部 30 の外周面に形成されたカム面の軸心は、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、第 2 ボールベアリング 33、ローラ 34 などが遊星噛み合い部として構成されている。

[0042] 第 2 ボールベアリング 33 は、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る。

そして、第 2 ボールベアリング 33 の内輪 33 a が偏心軸部 30 の外周面に圧入固定されると共に、第 2 ボールベアリング 33 の外輪 33 b の外周面

にはローラ 34 が常時当接している。

[0043] また、外輪 33b の外周側には円環状の隙間 C が形成され、この隙間 C によって第 2 ボールベアリング 33 全体が偏心軸部 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。

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。

[0044] 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。

潤滑油供給手段は、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 44a と、吸気カムシャフト 115a の内部軸方向に形成されて油供給通路 44a にグルーブ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油供給孔 48 に開口し他端が第 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 つのオイル排出孔（図示省略）と、から構成されている。

[0045] 以下では、可変バルブタイミング装置 114 の作動について説明する。

まず、内燃機関 101 のクランクシャフト 109 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sprocket 1 が回転し、その回転力によりハウジング 5、環状部材 19 及びプレート 6 を介してモータ 12 が同期回転する。

[0046] 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シャフト 115a に伝達される。これによって、吸気カムシャフト 115a のカムが吸気バルブ 105 を開閉作動させる。

制御装置 201 は、クランクシャフト 109 に対する吸気カムシャフト 115a の回転位相、つまり、吸気バルブ 105 のバルブタイミングを進角又は遅角させる場合、可変バルブタイミング装置 114 のモータ 12 に通電し

てトルクを発生させる。モータトルクは、減速機 8 を介して吸気カムシャフト 115 a に伝達される。

[0047] すなわち、モータ軸 13 の回転に伴い偏心軸部 30 が偏心回転すると、各ローラ 34 がモータ軸 13 の 1 回転毎に保持器 41 の突起部 41 a に径方向へガイドされながら環状部材 19 の 1 つの内歯 19 a を乗り越えて隣接する他の内歯 19 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 34 の転接によってモータ軸 13 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。なお、モータ軸 13 の回転が従動部材 9 に伝達されるときの減速比は、ローラ 34 の個数などによって任意に設定することが可能である。

[0048] これにより、吸気カムシャフト 115 a がタイミングsprocket 1 に対して正逆相対回転して回転位相が変換され、吸気バルブ 105 の開閉タイミングが進角側あるいは遅角側に変更される。

つまり、可変バルブタイミング装置 114 では、モータ 12 がタイミングsprocket 1 から回転駆動力を受けて従動回転し、モータ軸 13 がタイミングsprocket 1 と同じ回転速度で回転するときには、クランクシャフト 109 に対する吸気カムシャフト 115 a の回転位相（バルブタイミング）は変化しない。

[0049] 一方、モータ 12 で正転方向の回転トルクを発生させ、モータ軸 13 の回転速度をタイミングsprocket 1 の回転速度よりも速くすると、換言すれば、モータ軸 13 の所定時間 Δt 当たりの回転量を、タイミングsprocket 1 の所定時間 Δt 当たりの回転量よりも大きくすると、クランクシャフト 109 に対する吸気カムシャフト 115 a の回転位相（バルブタイミング）は遅角側に変化する。

[0050] 逆に、モータ 12 で逆転方向の回転トルクを発生させ、モータ軸 13 の回転速度をタイミングsprocket 1 の回転速度よりも遅くすると、換言すれば、モータ軸 13 の所定時間 Δt 当たりの回転量を、タイミングsprocket

ト 1 の所定時間 Δt 当たりの回転量よりも小さくすると、クランクシャフト 109 に対する吸気カムシャフト 115 a の回転位相（バルブタイミング）は進角側に变化する。

即ち、可変バルブタイミング装置 114 は、モータ軸 13 の回転量とタイミングスプロケット 1 の回転量との差、換言すれば、モータ軸 13 のタイミングスプロケット 1 に対する回転速度に応じてバルブタイミング（回転位相）を進角方向若しくは遅角方向に変化させる。

[0051] 制御装置 201 は、可変バルブタイミング装置 114 のモータ 12 の回転速度を調整することによって、クランクシャフト 109 に対する吸気カムシャフト 115 a の回転位相、つまり、吸気バルブ 105 のバルブタイミング（開閉タイミング）を可変に制御する機能（制御部）をソフトウェアとして備える。

制御装置 201 は、内燃機関 101 の運転状態（例えば、機関負荷、機関回転速度、機関温度、始動状態など）に基づいて目標回転位相 T_A を演算する一方、クランクシャフト 109 に対する吸気カムシャフト 115 a の実回転位相 R_A を検出する。

[0052] 目標回転位相 T_A は、可変バルブタイミング装置 114 のフィードバック制御における目標値であり、目標進角量、目標バルブタイミング、目標変換角などとして表すこともできる。

そして、制御装置 201 は、目標回転位相 T_A に実回転位相 R_A が近づくようにモータ 12 の操作量を演算して出力する、回転位相のフィードバック制御を実施する。

[0053] つまり、制御装置 201 は、目標回転位相 T_A と実回転位相 R_A との偏差の絶対値が設定値 SL を下回る状態、換言すれば、実回転位相 R_A が目標回転位相 T_A に略収束している状態では、モータ 12 への通電を遮断することで、モータ軸 13 をタイミングスプロケット 1 と同じ回転速度で従動回転させ、そのときの実回転位相 R_A を維持させる。

一方、制御装置 201 は、目標回転位相 T_A と実回転位相 R_A との偏差の

絶対値が設定値 SL を上回る場合、換言すれば、実回転位相 RA が目標回転位相 TA からずれている場合、実回転位相 RA が目標回転位相 TA よりも進角側であるのか遅角側であるのかに応じ、モータ 12 への通電制御によってモータ軸 13 の回転速度を増速或いは減速させ、実回転位相 RA を目標回転位相 TA に近づける。

[0054] 制御装置 201 は、クランク角センサ 203 が出力するクランク角信号 POS 及びカム角センサ 204 が出力するカム角信号 CAM に基づき実回転位相 $RA1$ を検出する。

制御装置 201 は、例えば、クランク角信号 POS に基づき検出した基準クランク角位置からカム角信号 CAM が入力されるまでのクランク角度 (deg) を、クランク角信号 POS の入力数の積算値や機関回転速度 (クランク角信号 POS の周期 $TPOS$) に基づく経過時間のクランク角度換算などによって計測することで、カム角信号 CAM が入力される毎にクランクシャフト 109 に対する吸気カムシャフト 115a の実回転位相 $RA1$ (deg) を検出する。

なお、制御装置 201 は、実回転位相 $RA1$ を最遅角位置からの進角クランク角度として求めることができる。

[0055] 更に、制御装置 201 は、カム角信号 CAM が入力される間、つまり、クランク角信号 POS とカム角信号 CAM とに基づく実回転位相 $RA1$ が更新される間で、モータ角センサ 210 の出力に基づき実回転位相 RA の変化量 ΔRA を算出する。

制御装置 201 は、モータ角センサ 210 が出力するモータ角信号 MAS に基づきモータ 12 の回転速度を演算し、モータ回転速度とタイミングスプロケット 1 の回転速度 (クランクシャフト 109 の回転速度の $1/2$ の値) との差、及び、位相変更装置 4 の減速比などに基づいて演算周期当たりの変化量 dRA を演算し、更に、変化量 dRA を積算して、カム角信号 CAM が入力された後の実回転位相 RA の変化量 ΔRA を求める。

そして、制御装置 201 は、カム角信号 CAM の入力時に求めた実回転位

相 $RA1$ と変化量 ΔRA とに基づいて最終的な実回転位相 RA を算出し（図 5 参照）、この実回転位相 RA と目標回転位相 TA とを比較してモータ 12 を制御する。

[0056] 上記のように、制御装置 201 は、カム角信号 CAM が入力される毎にカム角信号 CAM とクランク角信号 POS とに基づき実回転位相 $RA1$ を検出する機能（第 1 検出部）、及び、カム角信号 CAM が入力される間での実回転位相 RA の変化量 ΔRA をモータ角信号 MAS に基づき検出する機能（第 2 検出部）をソフトウェアとして備える。

更に、制御装置 201 は、モータ角センサ 210 の異常の有無を診断する機能（診断部）をソフトウェアとして備えている。

[0057] 制御装置 201 は、カム角信号 CAM の入力タイミングにおける、実回転位相 $RA1$ の更新値（最新値）と、実回転位相 $RA1$ の前回値及び変化量 ΔRA から求めた実回転位相 RA との偏差の絶対値が、閾値 TH ($TH > 0$) よりも大きいときに、モータ角センサ 210 の異常を判定する。

そして、制御装置 201 は、モータ角センサ 210 の異常を判定した場合、変化量 ΔRA を用いて算出した実回転位相 RA に基づくモータ 12 の通常制御を停止し、カム角信号 CAM が入力される毎に更新される実回転位相 $RA1$ に基づきモータ 12 を制御したり、可変バルブタイミング装置 114 をデフォルト位置（バルブタイミングの最遅角位置）に制御したりする異常時処理（フェイルセーフ処理）を実施する。

[0058] 図 6 のフローチャートは、制御装置 201 によるモータ角センサ 210 の診断処理の一態様を示す。

制御装置 201 は、まず、ステップ S501 でカム角信号 CAM が入力されたか否かを判断する。

なお、制御装置 201 がステップ S501 で入力判断を行うカム角信号 CAM は、気筒間の行程位相差に相当するクランク角毎に出力されるカム角信号 CAM のうちの先頭信号であり、制御装置 201 は、気筒間の行程位相差に相当するクランク角毎にカム角信号 CAM の入力を検出することになる。

[0059] 制御装置201は、カム角信号CAMの入力を判断すると、ステップS502に進み、今回のカム角信号CAMに基づき算出した実回転位相RA1と、前回のカム角信号CAMの入力時に算出した実回転位相RA1と、前回のカム角信号CAMの入力時からの変化量 ΔRA とを、モータ角センサ210の診断に用いるデータとしてメモリに格納する。

一方、カム角信号CAMの入力タイミングでない場合、制御装置201は、ステップS503に進み、カム角信号CAMの入力後の診断タイミングであるか否かを判定する。

[0060] 図7のタイミングチャートは、上記診断タイミングの一態様を示す。

図7に示す例では、制御装置201は、クランク角信号POSの入力周期などに基づきクランク角信号POSの欠落位置（歯欠け位置）、換言すれば、欠落後の最初のクランク角信号POSを検出する（時刻 t_1 ）。

そして、制御装置201は、欠落位置から一定数だけクランク角信号POSが入力された位置を基準クランク角位置として検出し、この基準クランク角位置からカム角信号CAMが入力されるまでのクランク角度（時刻 t_2 から時刻 t_4 までのクランク角度）を実回転位相RA1として求める。

[0061] 更に、制御装置201は、実回転位相RA1の検出のために、クランク角信号POSが入力される毎にPOSカウント値をカウントアップし、また、欠落後の最初のクランク角信号POSを判定したときにPOSカウント値を零にリセットすることで、欠落位置からのクランク角信号POSの入力数を表すPOSカウント値を設定する。

また、制御装置201は、基準クランク角位置が検出されたときのPOSカウント値からのPOSカウント値の変化量を、実回転位相RA1演算用のPOSカウント値として設定する。

[0062] そして、制御装置201は、カム角信号CAMが入力されたときのRA1演算用POSカウント値の値と、カム角信号CAM入力直前のクランク角信号POSからカム角信号CAMまでの時間TIMをクランク角度に換算した値とから、基準クランク角位置からカム角信号CAMが入力されるまでのク

ランク角度を実回転位相 $RA1$ として算出する。

係る処理によって実回転位相 $RA1$ を求める場合、ステップ $S503$ における診断タイミングとして、制御装置 201 は、欠落後の最初のクランク角信号 POS を判定したタイミング（欠落位置）を診断タイミングとする（時刻 $t5$ ）。

[0063] 図7に示すように、クランク角信号 POS の入力数をカウントしている途中でクランク角信号 POS にノイズが重畳し、制御装置 201 がノイズ成分をクランク角信号 POS の入力として検知してカウント値を余分にインクリメントすると、カム角信号 CAM が入力されたときの POS カウント値が誤差を有することになり、 POS カウント値に基づき算出される実回転位相 $RA1$ に誤差が生じる。

[0064] また、制御装置 201 がクランク角信号 POS の欠落位置の判定を失敗した場合は、欠落位置で POS カウント値が零にリセットされる代わりにカウントアップされることになって、カム角信号 CAM が入力されたときの POS カウント値が誤差を有することになり、 POS カウント値に基づき算出される実回転位相 $RA1$ に誤差が生じる。なお、欠落位置の判定失敗は、クランク角信号 POS が欠落する角度域でクランク角信号 POS にノイズが重畳した場合や、クランク角信号 POS が欠落する角度域で機関回転速度が急上昇した場合などに生じる。

[0065] 図8は、ノイズの重畳によってクランク角信号 POS のカウント値に誤差を生じるパターンと共に、制御装置 201 が欠落位置の判定に失敗するパターンを例示する。

図8の時刻 $t2$ でクランク角信号 POS にノイズが重畳し、このノイズ成分をカウントすることで、 POS カウント値に誤差が生じる。

[0066] また、図8の時刻 $t4$ では、クランク角信号 POS が欠落する角度域内でノイズが重畳し、このノイズ成分によってクランク角信号 POS の周期変化が小さくなって、制御装置 201 は欠落位置の判定に失敗し、 POS カウント値が零にリセットされずに誤差が生じる。

更に、図8の時刻t6の欠落位置は、クランク角信号POSが欠落する角度域で機関回転速度が急上昇しクランク角信号POSの周期変化が小さくなったために、制御装置201が判定に失敗し、POSカウント値が零にリセットされずに誤差が生じる。

[0067] そして、時刻t2でのノイズ重畳によりPOSカウント値が誤ってインクリメントされると、時刻t3で欠落位置が検出されて診断タイミングになったときにPOSカウント値が規定値と異なるようになる。

また、時刻t4での欠落角度域内のノイズ重畳により欠落位置の判定に失敗すると、本来POSカウンタ値が零にリセットされるタイミングでPOSカウンタ値がインクリメントされるので、時刻t5で次の欠落位置が判定されたときにPOSカウント値が規定値と異なるようになる。

更に、欠落角度域内の速度上昇により時刻t6の欠落位置の判定に失敗した場合も、本来POSカウンタ値が零にリセットされるタイミングでPOSカウンタ値がインクリメントされるので、時刻t7で次の欠落位置が判定されたときにPOSカウント値が規定値と異なるようになる。

[0068] そこで、制御装置201は、ノイズ重畳によってPOSカウント値を余分にインクリメントしたことや欠落位置の判定に失敗したことを、欠落位置を検出したときのPOSカウント値が規定値（図7の例では、規定値＝15）とは異なることで判断できる。

このため、制御装置201は、ステップS503において、クランク角信号POSの欠落位置の判定したときを診断タイミングとして判断する。

[0069] そして、制御装置201は、ステップS503で診断タイミング（欠落位置）を判定すると、ステップS504に進み、零にリセットする前のPOSカウント値が規定値であるか否かを判断することで、クランク角信号POSが規定入力パターンであるか否かを判断する。

診断タイミング（欠落位置）でのPOSカウント値が規定値でない場合、制御装置201は、前の欠落位置の判定に失敗したり、クランク角信号POSにノイズが重畳したりした可能性があるとして判断し、モータ角センサ210

の診断処理を実施することなく、本ルーチンを終了させる。

[0070] 診断タイミング（欠落位置）でのPOSカウント値が規定値でない場合、カム角信号CAMの入力タイミングでPOSカウント値に基づき検出された実回転位相RA1（つまり、ステップS502でメモリに格納させた実回転位相RA1）は誤差を有している可能性がある。

そして、制御装置201が、誤差を有する実回転位相RA1と変化量 $\Delta R A$ とを比較すると、モータ角センサ210の異常発生を誤診断することになる。

[0071] そこで、診断タイミングでのPOSカウント値が規定値でない場合、換言すれば、制御装置201が検知したクランク角信号POSが規定入力パターンでない場合、制御装置201は、実回転位相RA1の誤差発生を推定し、実回転位相RA1に基づくモータ角センサ210の診断処理をキャンセルする。

制御装置201が、カム角信号CAMの入力タイミングで、実回転位相RA1に基づきモータ角センサ210の診断を実施すると、欠落位置の判定失敗などによって誤差を生じた実回転位相RA1（POSカウント値）に基づき診断を実施してしまう可能性がある。

[0072] このため、制御装置201は、カム角信号CAMの入力タイミング後に欠落位置を判定したときに（図7の時刻t5）、POSカウント値が規定値であるか否かを判断することで、前のカム角信号CAMの入力タイミング（図7の時刻t4）における実回転位相RA1（POSカウント値）の誤差の有無を判定し、誤差の発生を判定した場合は、モータ角センサ210の診断実施をキャンセルする。

[0073] 一方、診断タイミングでのPOSカウント値が規定値である場合、換言すれば、制御装置201が検知したクランク角信号POSが規定入力パターンである場合、制御装置201は、前の欠落位置を正しく判定できていて、更に、クランク角信号POSへのノイズ重畳もなかったと推定し、ステップS505に進んで、ステップS502でメモリに格納したカム角信号CAMの

入力タイミングにおける実回転位相 $RA1$ 及び変化量 ΔRA に基づきモータ角センサ 210 の異常の有無を診断する。

[0074] つまり、診断タイミングでの POS カウント値が規定値である場合、制御装置 201 は、カム角信号 CAM の入力タイミングにおいて POS カウント値を用いて求めた実回転位相 $RA1$ が、ノイズや欠落位置の判定失敗などによる誤差を有していないと推定できるので、実回転位相 $RA1$ に基づくモータ角センサ 210 の診断を実施する。

制御装置 201 は、ステップ S505 で、カム角信号 CAM の入力周期での実回転位相 $RA1$ の変化量と、カム角信号 CAM の入力周期の間で積算した変化量 ΔRA との偏差 ERA の絶対値が閾値 TH ($TH > 0$) を下回っているか否かを判断し、偏差 ERA が閾値 TH を超えるときにモータ角センサ 210 の異常を判定し、偏差 ERA が閾値 TH を下回るときにモータ角センサ 210 の正常を判定する。

[0075] そして、制御装置 201 は、ステップ S506 で、モータ角センサ 210 について異常を判定したか正常を判定したかを判別し、モータ角センサ 210 の正常を判定した場合、ステップ S507 に進む。

制御装置 201 は、ステップ S507 で、カム角信号 CAM の入力タイミング毎に更新される実回転位相 $RA1$ を変化量 ΔRA で補間して実回転位相 RA を求め、この実回転位相 RA と目標回転位相 TA との比較結果に基づきモータ 12 を制御する、通常制御を実施する。

[0076] 一方、制御装置 201 は、モータ角センサ 210 について異常を判定した場合、ステップ S506 からステップ S508 に進み、変化量 ΔRA による補間処理をキャンセルし、カム角信号 CAM の入力タイミング毎に更新される実回転位相 $RA1$ をそのまま実回転位相 RA に設定し、この実回転位相 RA (実回転位相 $RA1$) と目標回転位相 TA との比較結果に基づきモータ 12 を制御したり、可変バルブタイミング装置 114 をデフォルト位置 (バルブタイミングの最遅角位置) に制御したりする異常時処理を実施する。

[0077] 上記のモータ角センサ 210 についての診断処理では、制御装置 201 が

、内燃機関 101 の低回転領域などでクランク角信号 POS の欠落位置の判定を失敗したり、クランク角信号 POS にノイズが重畳したりしても、これら実回転位相 RA1 の誤差要因の発生を制御装置 201 が判断してモータ角センサ 210 の診断をキャンセルするので、欠落位置の判定失敗やノイズ重畳などによってモータ角センサ 210 の異常を誤診断することを抑制できる。

[0078] また、欠落位置の判定失敗やノイズ重畳などによる実回転位相 RA1 の誤差によってモータ角センサ 210 の異常を誤診断しないように閾値 TH を大きくすると、実際にモータ角センサ 210 の異常が発生したときの検知性が低下することになる。

これに対し、制御装置 201 は、欠落位置の判定失敗やノイズ重畳などの発生の有無を判断して誤診断の発生を抑制するので、誤診断を抑制するために閾値 TH を大きくする必要がなく、欠落位置の判定失敗やノイズ重畳などによる誤診断を抑制しつつ、モータ角センサ 210 の異常を的確に検知することができる。

[0079] なお、診断タイミングは、クランク角信号 POS の欠落位置の判定タイミングに限定されず、診断タイミングで判定する規定入力パターンは、クランク角信号 POS の入力積算数に限定されない。

つまり、制御装置 201 は、モータ角センサ 210 の診断に用いる実回転位相 RA1 が、クランク角信号 POS 及び／又はカム角信号 CAM が規定入力パターンであるときのデータであるか否かを、カム角信号 CAM の入力後の診断タイミングにおいて判断し、当該判断結果に基づき、実回転位相 RA1 と変化量 ΔRA とに基づくモータ角センサ 210 の診断を行うか否かを切り替える機能を有すればよく、係る機能を実現できる範囲で、診断タイミング及び診断タイミングで検証する規定入力パターンを適宜設定できる。

[0080] 図 9 は、診断タイミング及び診断タイミングで検証する規定入力パターンの他の例を示す。

図 9 に示す例では、カム角信号 CAM に基づく気筒判別タイミング（カム

角信号CAMの計数ウィンドウ)を診断タイミングとし、この診断タイミングにおいて、制御装置201は、実回転位相RA1の演算に用いるカム角信号CAMを規定入力パターンで検知しているか否かを判断し、当該判断結果に応じて、実回転位相RA1と変化量 ΔRA とに基づくモータ角センサ210の診断を行うか否かを切り替える構成である。

[0081] 制御装置201は、クランク角信号POSに基づきカム角信号CAMの入力数を計数するための計数ウィンドウを設定し、この計数ウィンドウ内でのカム角信号CAMの入力数を計数し、計数ウィンドウ内でのカム角信号CAMの入力数に基づき気筒判別処理を実施する。

ここで、カム角信号CAMは、クランク角180deg毎(吸気カムシャフト115aが90deg回転する毎)に、1個のパルス信号、連続する2個のパルス信号、連続する2個のパルス信号、1個のパルス信号をこの順で出力するものとする(図9(A)参照)。また、計数ウィンドウは、可変バルブタイミング装置114によって実回転位相RAが変更されても、カム角信号CAMが計数ウィンドウ内で出力位置を変化させるように設定される。

[0082] 制御装置201は、基準クランク角位置からカム角信号CAMが入力されるまでのクランク角度(deg)を実回転位相RA1(deg)として検出するから、制御装置201が入力するカム角信号CAMに欠落(瞬断)が生じたり(図9(C)参照)、制御装置201が入力するカム角信号CAMにノイズが重畳したり(図9(B)参照)、更には、内燃機関101が逆転してカム角信号CAMを重複して計数したりすると(図9(B)参照)、実回転位相RA1の計測タイミングとしてのカム角信号CAMを誤検知することで実回転位相RA1に誤差が生じ、以って、モータ角センサ210の異常を誤診断することになる。

[0083] そこで、実回転位相RA1の演算タイミングとしてのカム角信号CAMの入力タイミングの後であって、計数ウィンドウでの計数結果に基づき制御装置201が気筒判別を行うタイミング(計数ウィンドウの境界)を診断タイミングとする。

そして、制御装置 201 は、図 6 のフローチャートのステップ S 503 にて、診断タイミング（気筒判別タイミング）を判定すると、ステップ S 504 に進み、カム角信号 CAM の入力数が規定値であるか否かに基づき、カム角信号 CAM が規定入力パターンであるか否かを判断する。

[0084] 図 9 の例では、カム角信号 CAM の計数ウィンドウ内での計数値は、1 個、2 個、2 個、1 個を繰り返すから、制御装置 201 は、計数値が 3 個以上である場合（図 9（B）参照）、ノイズ重畳又は内燃機関 101 の逆転によりカム角信号 CAM が規定入力パターンからずれている状態であると判断でき、計数値が零である場合（図 9（C））、欠落（瞬断）によりカム角信号 CAM が規定入力パターンからずれている状態であると判断できる。

[0085] 更に、制御装置 201 は、カム角信号 CAM の計数値が 1 個若しくは 2 個であっても、前の計数結果の履歴に基づきカム角信号 CAM が規定入力パターンであるか否かを判断できる。

例えば、計数結果が 2 回連続して 1 個であった後に更に 1 個であった場合（図 9（C））や、計数結果が 1 個、2 個であった後に 1 個であった場合、制御装置 201 は、本来 2 個のカム角信号 CAM が入力される状態（規定値 = 2）であるから 1 個のカム角信号 CAM が欠落した状態であると判断できる。

そして、制御装置 201 は、カム角信号 CAM が規定入力パターンでない場合に、カム角信号 CAM に基づき求めた実回転位相 RA1 を用いたモータ角センサ 210 の診断処理（ステップ S 505、ステップ S 506）をキャンセルするから、誤差を有する実回転位相 RA1 に基づきモータ角センサ 210 の異常が誤診断されることを抑制できる。

[0086] また、制御装置 201 が、基準クランク角位置からカム角信号 CAM が入力されるまでのクランク角信号 POS の発生数と、カム角信号 CAM の入力直前のクランク角信号 POS からカム角信号 CAM までの時間 TIM（図 10A、図 10B 参照）をクランク角度に換算した値とから実回転位相 RA1 を求める場合、カム角信号 CAM の入力時に内燃機関 101 の回転速度（ク

ランク角信号POSの周期)が急変すると、時間TIMをランク角度に換算する精度が低下して、実回転位相RA1に誤差を生じる。

[0087] クランク角信号POSの周期を内燃機関101の回転速度に相当するデータとして計測する場合、カム角信号CAMの入力直前のクランク角信号POSからカム角信号CAMまでの時間TIMをランク角度に換算するのに用いる周期TPOSは、図10A、図10Bに示すカム角信号CAMの入力直前に求めた周期TPOS_{n-1}、つまり、カム角信号CAMの入力直前のクランク角信号POSの1つ前のクランク角信号POSからカム角信号CAMの入力直前のクランク角信号POSまでの時間となる。

[0088] ここで、カム角信号CAMの入力時に回転速度が急変した場合、急変前に計測された周期TPOS_{n-1}(機関回転速度)に基づき時間TIMをランク角度に換算する処理が行われることで、時間TIMをランク角度に換算する精度が低下して、実回転位相RA1に誤差を生じる。

なお、図10Aは、カム角信号CAMの入力時に機関回転速度が急上昇した場合におけるクランク角信号POSの周期TPSOの変化を例示し、図10Bは、カム角信号CAMの入力時に機関回転速度が急低下した場合におけるクランク角信号POSの周期TPOSの変化を例示する。

[0089] そこで、制御装置201は、図6のフローチャートのステップS503で、カム角信号CAMの入力後のクランク角信号POSの入力タイミング、つまり、実回転位相RA1の算出に用いた周期TPOS_{n-1}の次の周期TPOS_nが求められるタイミングを、診断タイミングとして判定する。

そして、制御装置201は、ステップS503で、カム角信号CAMの入力後のクランク角信号POSの入力タイミングを診断タイミングとして判定すると、ステップS504に進み、クランク角信号POSの周期TPOSの最新値TPOS_nと、前回値TPOS_{n-1}(実回転位相RA1の算出に用いた周期TPOS)との周期比RT($RT = TPOS_n / TPOS_{n-1}$)が1を含む規定範囲内であって周期変化が十分に小さいか否かを判断する。

[0090] 制御装置201は、周期比RTが規定範囲内である状態を、クランク角信

号POSが規定入力パターンである状態として検出し、ステップS505に進んで、実回転位相RA1及び変化量 ΔRA に基づくモータ角センサ210の診断処理を実施する。

つまり、周期比RTが規定範囲内であれば、時間TIMをクランク角度に変換する処理を高精度に行え、実回転位相RA1の誤差が十分に小さくなるので、制御装置201は、実回転位相RA1及び変化量 ΔRA に基づくモータ角センサ210の診断処理を実行する。

[0091] 一方、周期比RTが規定範囲外であってクランク角信号POSの周期変化が設定値よりも大きい場合、換言すれば、クランク角信号POSがモータ角センサ210の診断処理を実施する規定入力パターンでない場合、制御装置201は、実回転位相RA1及び変化量 ΔRA に基づくモータ角センサ210の診断処理をキャンセルする。

つまり、周期比RTが規定範囲外である場合、時間TIMをクランク角度に変換する処理の精度が低下して、実回転位相RA1の誤差が大きくなり、モータ角センサ210の異常を誤診断する可能性があるので、制御装置201は、モータ角センサ210の診断処理を実施しない。

[0092] 上記実施形態で説明した各技術的思想は、矛盾が生じない限りにおいて、適宜組み合わせて使用することができる。

また、好ましい実施形態を参照して本発明の内容を具体的に説明したが、本発明の基本的技術思想及び教示に基づいて、当業者であれば、種々の変形態様を採り得ることは自明である。

[0093] 可変バルブタイミング装置114は、図2～図4の装置に限定されず、例えば特開2008-069719号公報に開示される、スプロケット、カムプレート、リンク装置、ガイドプレート、減速機、及びモータで構成される可変バルブタイミング装置などを採用することができる。

また、可変バルブタイミング装置114を、クランクシャフト109に対する排気カムシャフト115bの回転位相を変化させる装置とすることができ、この場合も、制御装置201は、上記と同様な診断処理によってモータ

角センサ 210 の異常の有無を診断することができる。

[0094] また、制御装置 201 は、図 6 のフローチャートのステップ S502 で、モータ角センサ 210 の異常の有無を暫定的に判断し、ステップ S504 で、クランク角信号 POS 及び／又はカム角信号 CAM が規定入力パターンであると判断したときに、ステップ S502 での暫定的な判断をそのまま最終判断とし、規定入力パターンでないと判断したときに、ステップ S502 での暫定的な判断を無効とすることができる。

また、制御装置 201 は、ステップ S502 で、実回転位相 RA1 及び変化量 ΔRA のデータをメモリに格納する代わりに、実回転位相 RA1 及び変化量 ΔRA の算出に用いる各種の計測データ（POS カウント値、計測時間、回転速度差など）をメモリに格納し、ステップ S505 に進んだときに、メモリに格納されている計測データに基づき実回転位相 RA1 及び変化量 ΔRA を演算し、演算した実回転位相 RA1 及び変化量 ΔRA に基づきモータ角センサ 210 の診断を行うことができる。

[0095] また、制御装置 201 は、図 6 のフローチャートのステップ S502 で、カム角信号 CAM が入力される直前のクランク角信号 POS からカム角信号 CAM までの時間 TIM の計測値をメモリに保存し、診断タイミングでステップ S505 に進んだときに、メモリに保存した時間 TIM のデータを、クランク角信号 POS の周期計測値の最新値に基づきクランク角に変換して実回転位相 RA1 を求め、この実回転位相 RA1 に基づきモータ角センサ 210 の異常の有無を診断することができる。

[0096] また、制御装置 201 が、内燃機関 101 の所定の 1 気筒が基準ピストン位置であることを示すカム角信号 CAM の入力時に求めた実回転位相 RA1 及び変化量 ΔRA に基づき、モータ角センサ 210 の異常の有無を判定するよう構成し、更に、診断タイミングでクランク角信号 POS 及び／又はカム角信号 CAM が規定入力パターンでないと判断した場合に、所定の 1 気筒を別の気筒に切り替える構成とすることができる。

[0097] また、制御装置 201 は、クランク角信号 POS の欠落位置間での POS

カウント値、カム角信号CAMの計数値、クランク角信号POSの周期比RTのうちの複数をそれぞれ判断し、複数の全てで規定入力パターンであることを判断したときに、カム角信号CAM入力時の実回転位相RA1及び変化量 ΔRA に基づきモータ角センサ210の異常の有無を診断することができる。

また、制御装置201は、モータ角センサ210の異常を、設定回数を超えて連続して判定したときに、モータ角センサ210の異常を確定させ、異常の確定を待って異常時処理に移行することができる。

符号の説明

[0098] 101…内燃機関、105…吸気バルブ、109…クランクシャフト、114…可変バルブタイミング装置、115a…吸気カムシャフト、201…制御装置、203…クランク角センサ、204…カム角センサ、210…モータ角センサ

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回転位相をモータの回転速度の調整によって変化させる可変バルブタイミング装置と、

所定クランク角毎にクランク角信号を出力するクランク角センサと、

所定カム角毎にカム角信号を出力するカム角センサと、

前記モータの回転角に応じてモータ角信号を出力するモータ角センサと、

を備える内燃機関に適用され、前記可変バルブタイミング装置を制御する制御装置であって、

前記カム角信号が入力される毎に前記カム角信号と前記クランク角信号とに基づき前記回転位相を検出する第1検出部と、

前記カム角信号が入力される間での前記回転位相の変化量を前記モータ角信号に基づき検出する第2検出部と、

前記第1検出部の検出結果及び前記第2検出部の検出結果に基づき前記モータの回転速度を調整する制御部と、

前記カム角信号の入力後の診断タイミングにおいて、前記カム角信号と前記クランク角信号との少なくとも一方が規定入力パターンであるか否かを判断し、前記規定入力パターンである場合、前記診断タイミングより前に前記カム角信号が入力されたときの前記第1検出部の検出結果と前記第2検出部の検出結果とに基づき前記モータ角センサの異常の有無を判定する診断部と、

を含む、可変バルブタイミング装置の制御装置。

[請求項2]

前記クランク角センサは、単位クランク角毎に前記クランク角信号を出力し、前記クランク角信号が所定クランク角度で歯抜けになるよう構成され、

前記第1検出部は、前記クランク角信号の歯抜け位置を検出して基

準クランク角位置を設定し、前記基準クランク角位置から前記カム角信号が入力されるまでのクランク角度を前記回転位相として検出し、

前記診断部は、前記カム角信号の入力後に前記歯抜け位置が検出されたタイミングを前記診断タイミングとし、前記歯抜け位置の間での前記クランク角信号の入力数が規定数であるときに、前記診断タイミングより前に前記カム角信号が入力されたときの前記第1検出部の検出結果と前記第2検出部の検出結果とに基づき前記モータ角センサの異常の有無を判定する、

請求項1記載の可変バルブタイミング装置の制御装置。

[請求項3]

前記カム角センサは、基準ピストン位置である気筒を前記カム角信号の連続出力数で表すよう構成され、

前記第1検出部は、前記カム角信号のうちの先頭信号に基づき前記回転位相を検出し、

前記診断部は、前記先頭信号の入力後の前記カム角信号の出力数の判定タイミングを前記診断タイミングとし、前記カム角信号の出力数が規定数であるときに、前記診断タイミングより前に前記先頭信号が入力されたときの前記第1検出部の検出結果と前記第2検出部の検出結果とに基づき前記モータ角センサの異常の有無を判定する、

請求項1記載の可変バルブタイミング装置の制御装置。

[請求項4]

前記クランク角センサは、単位クランク角毎に前記クランク角信号を出力し、

前記第1検出部は、前記クランク角信号から前記カム角信号までの時間を、前記クランク角信号の周期に基づきクランク角に変換して前記回転位相を検出し、

前記診断部は、前記カム角信号の出力後における前記クランク角信号の入力タイミングを前記診断タイミングとし、前記クランク角信号の周期変化が規定範囲内であるときに、前記診断タイミングより前に前記カム角信号が入力されたときの前記第1検出部の検出結果と前記

第2 検出部の検出結果とに基づき前記モータ角センサの異常の有無を判定する、

請求項1 記載の可変バルブタイミング装置の制御装置。

[請求項5]

内燃機関のクランクシャフトに対するカムシャフトの回転位相をモータの回転速度の調整によって変化させる可変バルブタイミング装置と、

所定クランク角毎にクランク角信号を出力するクランク角センサと、

所定カム角毎にカム角信号を出力するカム角センサと、

前記モータの回転角に応じてモータ角信号を出力するモータ角センサと、

を備える内燃機関において、前記可変バルブタイミング装置を制御する制御方法であって、

前記カム角信号が入力される毎に前記カム角信号と前記クランク角信号とに基づき前記回転位相を検出するステップと、

前記カム角信号が入力される間での前記回転位相の変化量を前記モータ角信号に基づき検出するステップと、

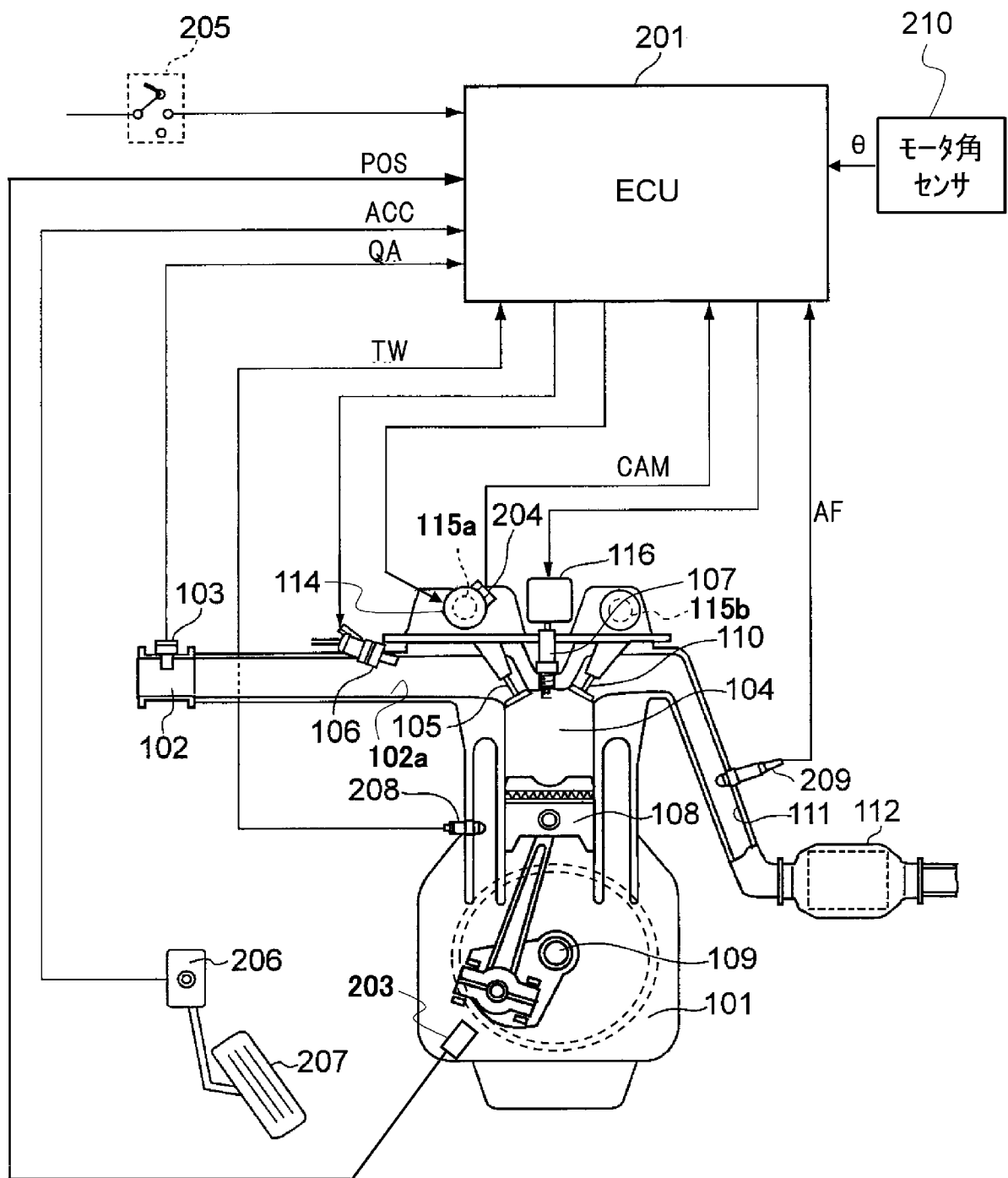
前記回転位相と前記回転位相の変化量とに基づき前記モータの回転速度を調整するステップと、

前記カム角信号の入力後の診断タイミングにおいて、前記カム角信号と前記クランク角信号との少なくとも一方が規定入力パターンであるか否かを判断するステップと、

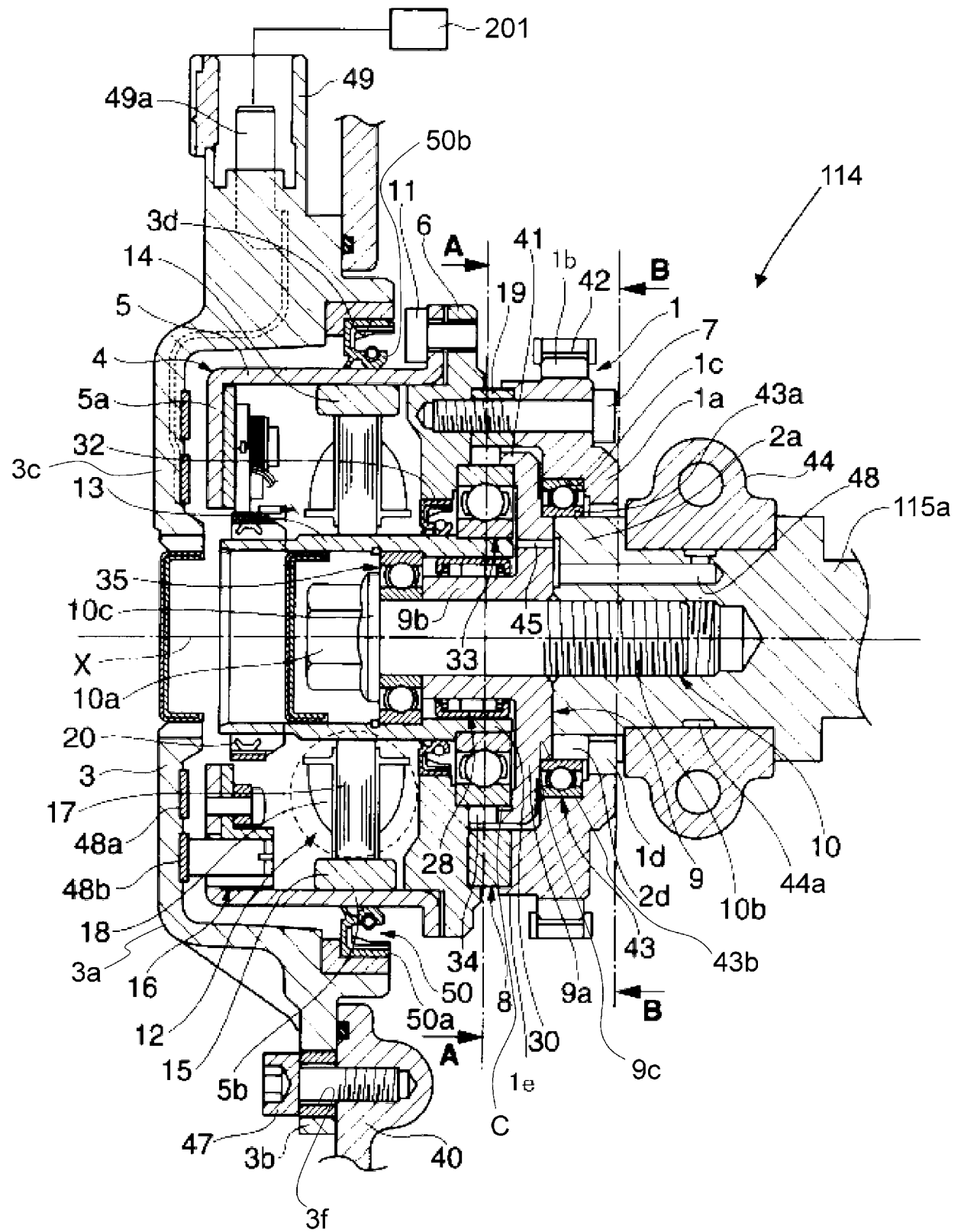
前記カム角信号と前記クランク角信号との少なくとも一方が規定入力パターンである場合、前記診断タイミングより前に前記カム角信号が入力されたときに検出された前記回転位相と前記回転位相の変化量とに基づき前記モータ角センサの異常の有無を判定するステップと、

を含む、可変バルブタイミング装置の制御方法。

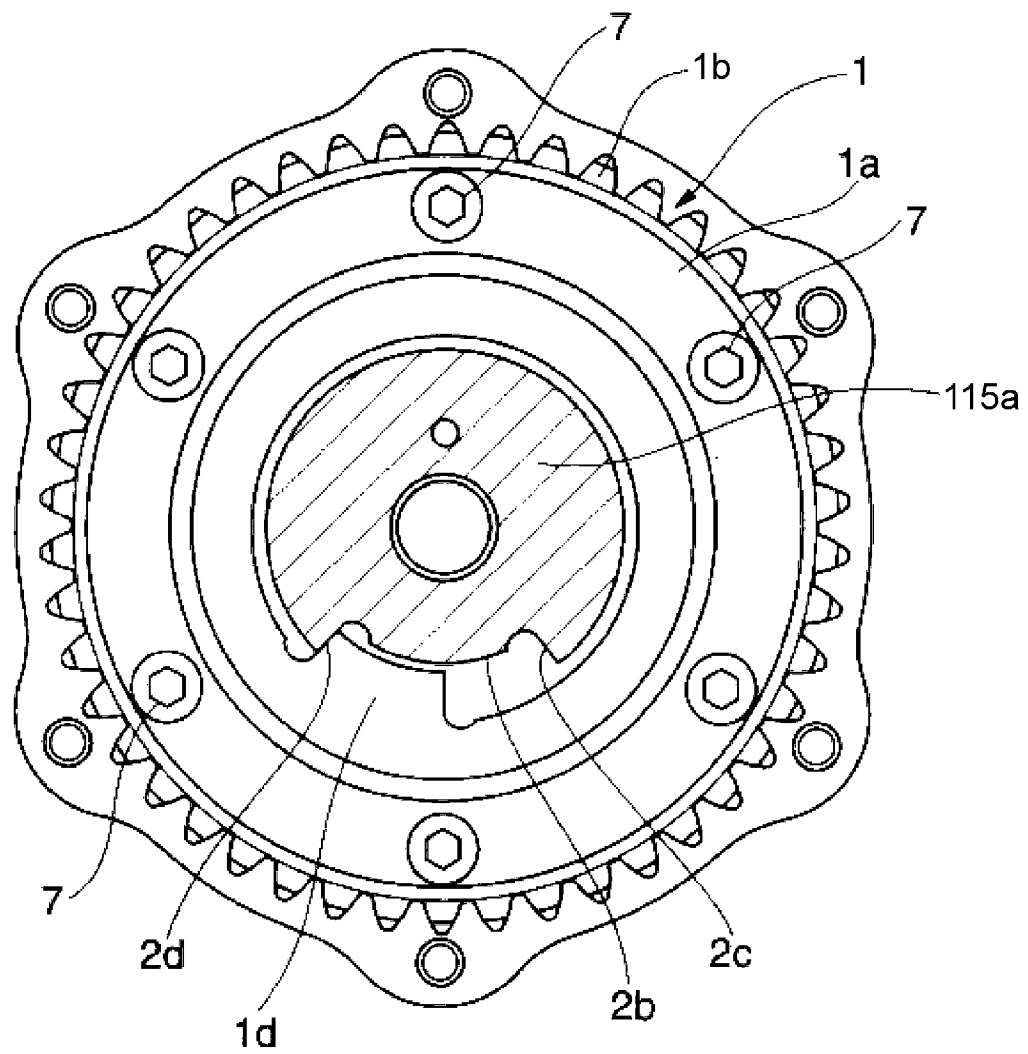
[図1]



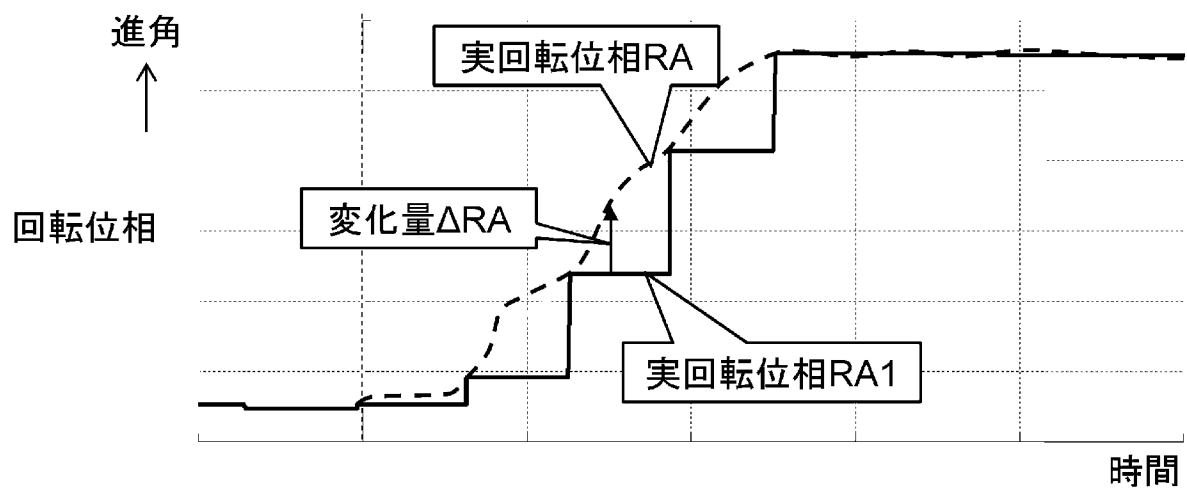
[図2]



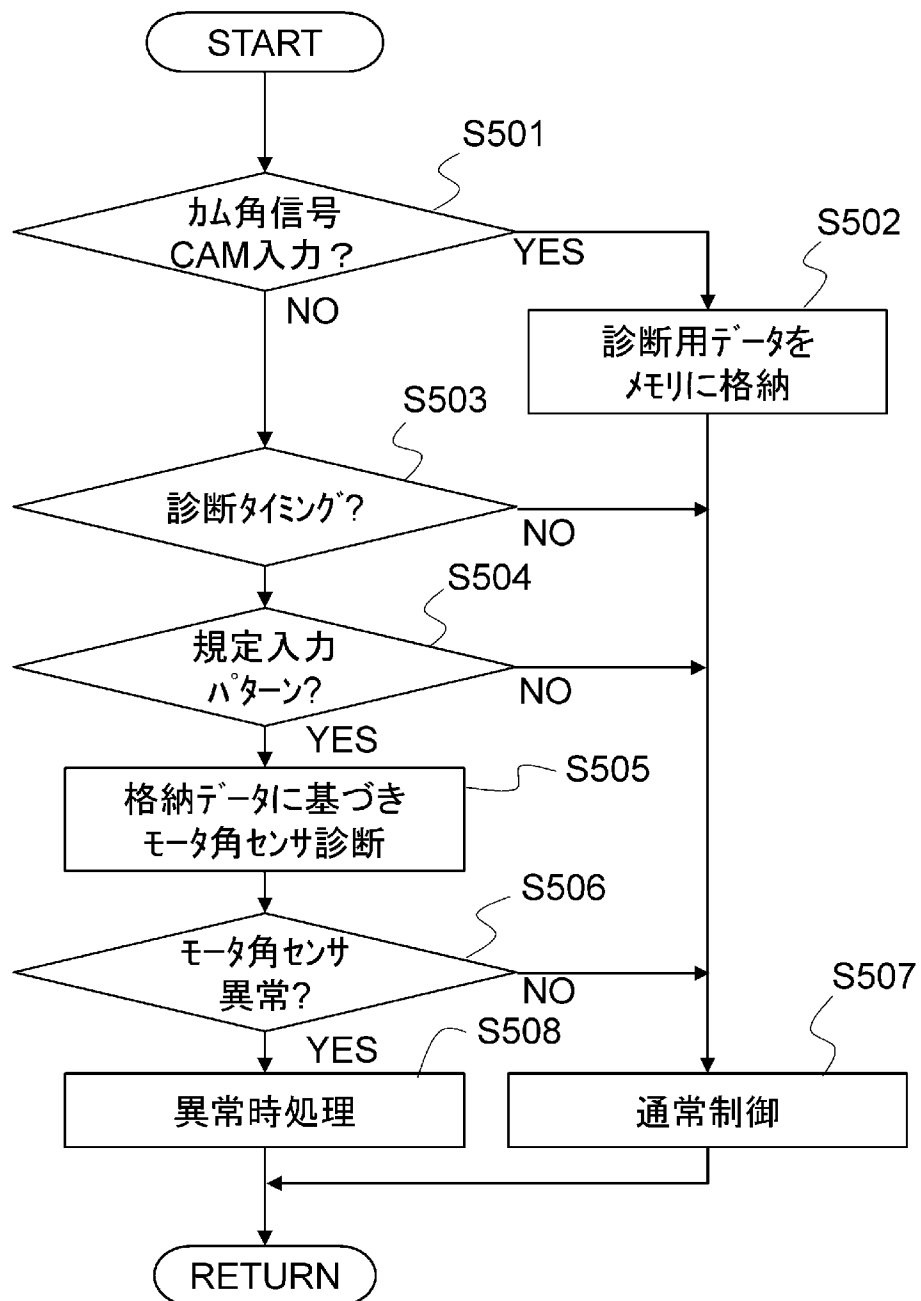
[図4]



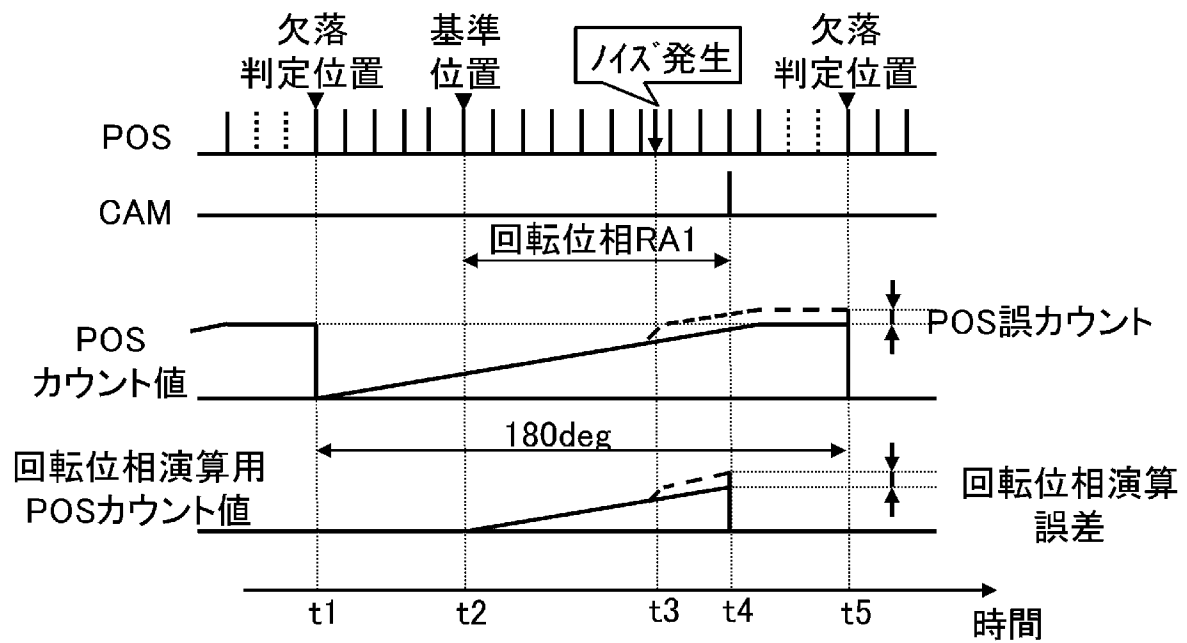
[図5]



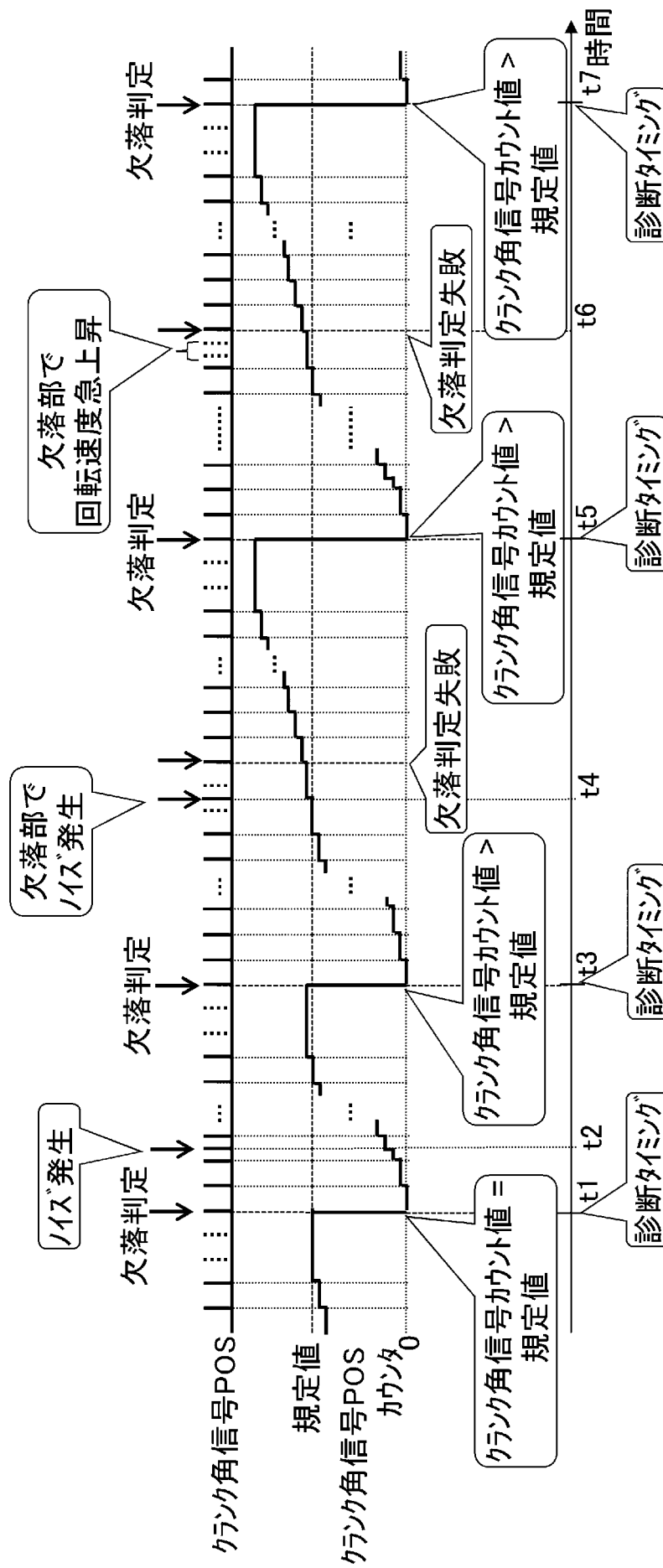
[図6]



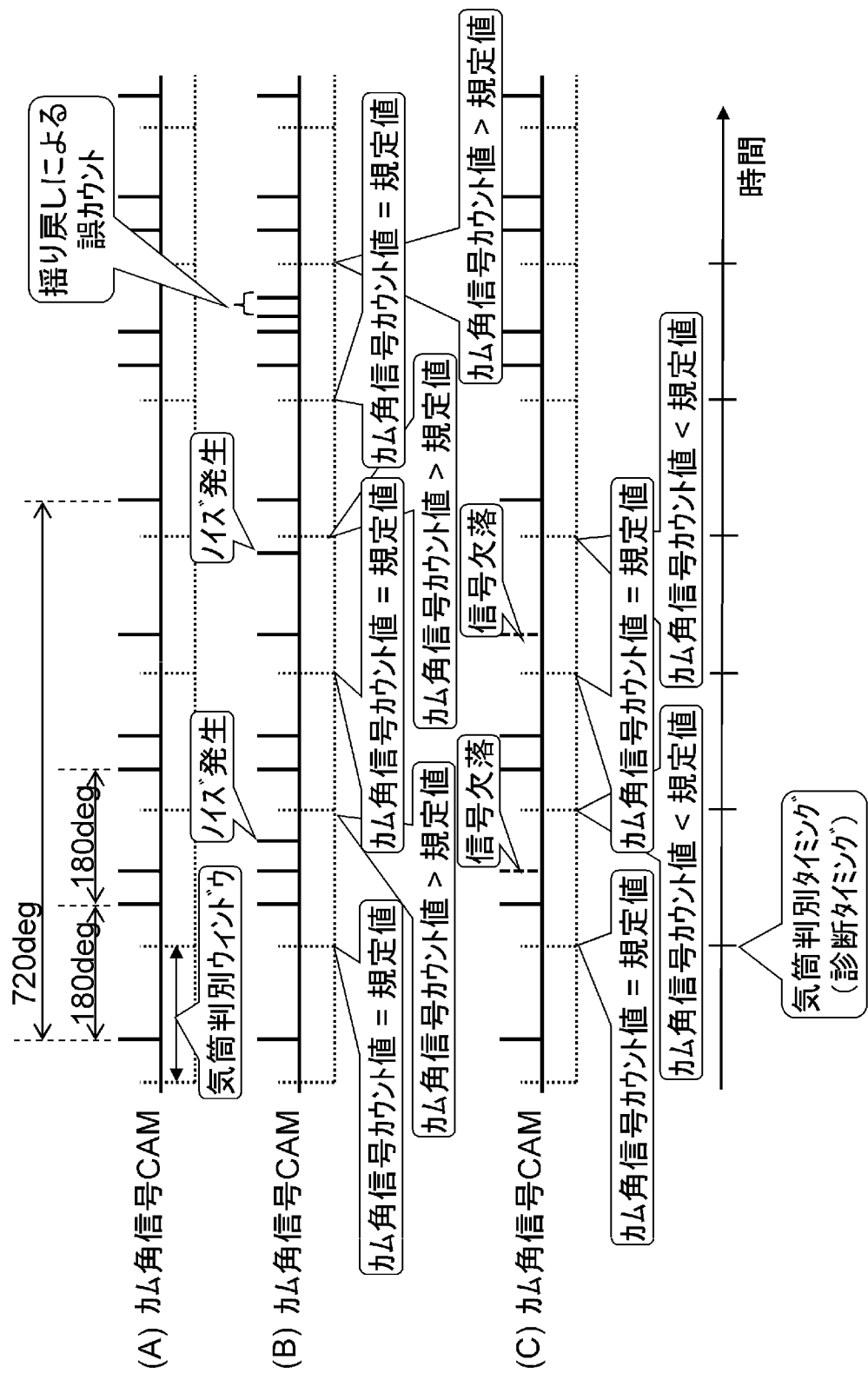
[図7]



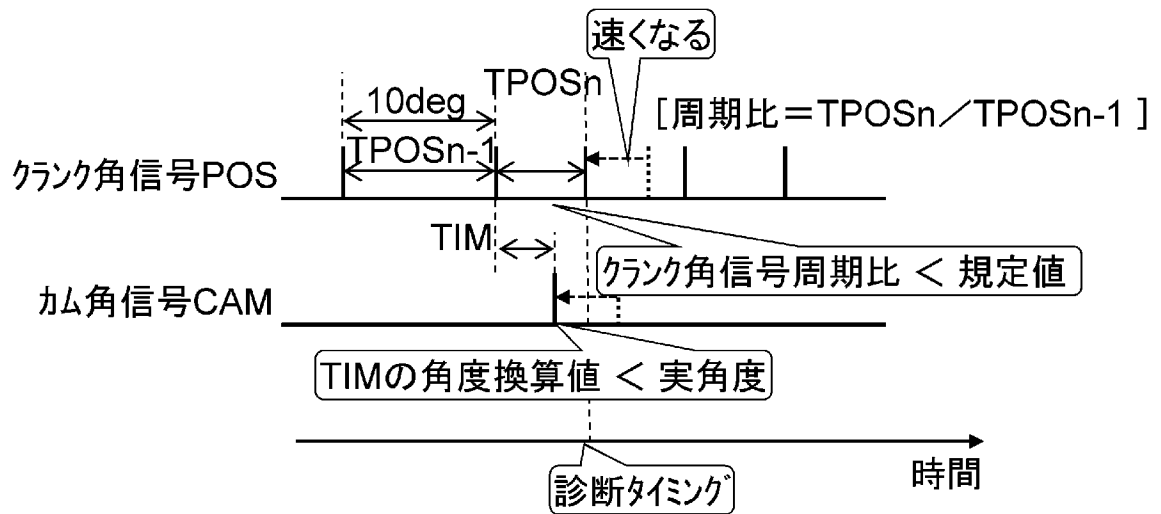
[図8]



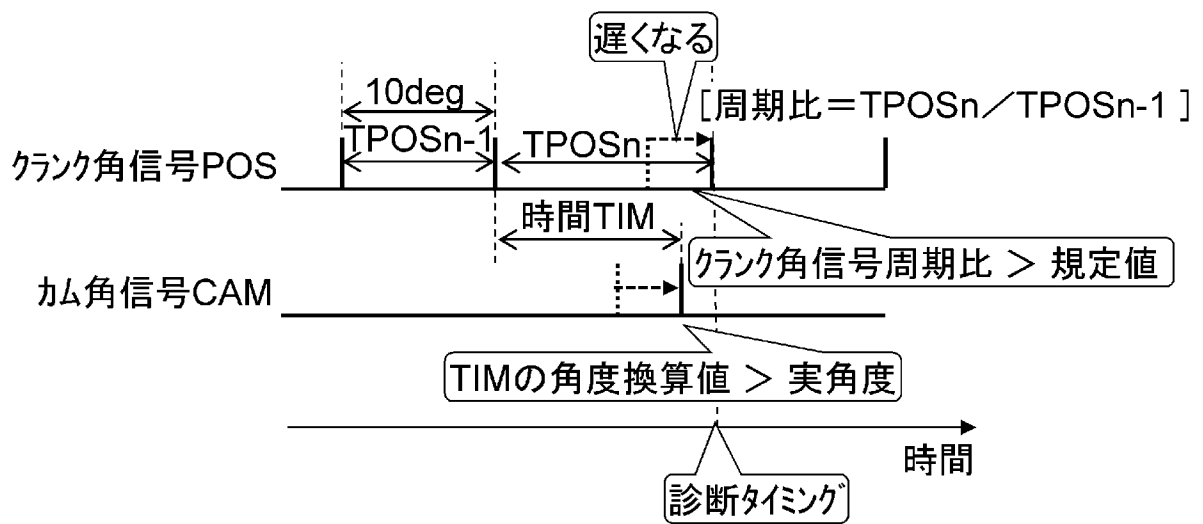
[図9]



[図10A]



[図10B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/001577

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F02D45/00 (2006.01) i, F01L1/352 (2006.01) i, F01L1/356 (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)

Int.Cl. F02D45/00, F01L1/352, F01L1/356, F02D13/02

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4123127 B2 (DENSO CORPORATION) 23 July 2008, paragraphs [0023]-[0086], fig. 1-9 & JP 2004-162706 A & US 2005/0211207 A1, paragraphs [0067]-[0419], fig. 1-50 & US 2006/0260573 A1 & WO 2004/038200 A1 & CN 1692217 A & CN 101178031 A & CN 101178032 A & CN 101178033 A	1-5
A	JP 2008-69719 A (TOYOTA MOTOR CORPORATION) 27 March 2008, paragraphs [0026]-[0134], fig. 1-17 & US 2008/0066700 A1, paragraphs [0047]-[0154], fig. 1-17 & DE 102007000473 A1	1-5



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
19.03.2018

Date of mailing of the international search report
03.04.2018

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/001577

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2015-140765 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD.) 03 August 2015, paragraphs [0010]-[0099], fig. 1-12 (Family: none)	1-5
A	JP 2006-70754 A (DENSO CORPORATION) 16 March 2006, paragraphs [0011]-[0063], fig. 1-8 & US 2006/0042579 A1, paragraphs [0018]-[0082], fig. 1-8 & DE 102005041092 A1	1-5
A	JP 2016-215933 A (DENSO CORPORATION) 22 December 2016, paragraphs [0011]-[0059], fig. 1-7 (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F02D45/00(2006.01)i, F01L1/352(2006.01)i, F01L1/356(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, F01L1/352, F01L1/356, 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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 4123127 B2（株式会社デンソー）2008.07.23, 段落 0023-0086, 図 1-9 & JP 2004-162706 A & US 2005/0211207 A1, 段落 0067-0419, 図 1-50 & US 2006/0260573 A1 & WO 2004/038200 A1 & CN 1692217 A & CN 101178031 A & CN 101178032 A & CN 101178033 A	1-5
A	JP 2008-69719 A（トヨタ自動車株式会社）2008.03.27, 段落 0026-0134, 図 1-17 & US 2008/0066700 A1, 段落 0047-0154, 図 1-17 & DE 102007000473 A1	1-5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19.03.2018

国際調査報告の発送日

03.04.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

戸田 耕太郎

3Z

9329

電話番号 03-3581-1101 内線 3395

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2015-140765 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2015.08.03, 段落 0010-0099, 図 1-12 (ファミリーなし)	1 - 5
A	JP 2006-70754 A (株式会社デンソー) 2006.03.16, 段落 0011-0063, 図 1-8 & US 2006/0042579 A1, 段落 0018-0082, 図 1-8 & DE 102005041092 A1	1 - 5
A	JP 2016-215933 A (株式会社デンソー) 2016.12.22, 段落 0011-0059, 図 1-7 (ファミリーなし)	1 - 5