

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6266364号
(P6266364)

(45) 発行日 平成30年1月24日(2018.1.24)

(24) 登録日 平成30年1月5日(2018.1.5)

(51) Int. Cl.	F 1
FO2D 13/02 (2006.01)	FO2D 13/02 G
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00 358K
	FO2D 45/00 370D

請求項の数 4 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2014-15320 (P2014-15320)	(73) 特許権者	509186579
(22) 出願日	平成26年1月30日(2014.1.30)		日立オートモティブシステムズ株式会社
(65) 公開番号	特開2015-140765 (P2015-140765A)		茨城県ひたちなか市高場2520番地
(43) 公開日	平成27年8月3日(2015.8.3)	(74) 代理人	100129425
審査請求日	平成28年9月13日(2016.9.13)		弁理士 小川 護晃
		(74) 代理人	100087505
			弁理士 西山 春之
		(74) 代理人	100168642
			弁理士 関谷 充司
		(74) 代理人	100078330
			弁理士 笹島 富二雄
		(72) 発明者	三河 謙太郎
			群馬県伊勢崎市柏川町1671番地1 日 立オートモティブシステムズ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

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機構と、前記クランクシャフトの所定角度位置でクランク角信号を出力するクランク角センサと、前記カムシャフトの所定角度位置でカム角信号を出力するカム角センサと、前記モータの回転軸の回転角を検出するモータ回転角センサとを備えた内燃機関に適用される制御装置であって、

前記クランク角信号に基づき算出したカムスプロケットの回転量と、前記カム角信号に基づき算出した前記カムスプロケットの回転量とのより大きい方を選択し、選択した前記カムスプロケットの回転量と前記モータ回転角センサの出力に基づき算出した前記モータの回転軸の回転量とから前記回転位相の変化量を求め、

前記クランク角センサと前記カム角センサとのいずれか一方が異常であるときに、他方の正常なセンサの出力と前記モータ回転角センサの出力とに基づき前記回転位相の変化量を求める、

内燃機関の制御装置。

【請求項2】

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機構と、前記クランクシャフトの所定角度位置でクランク角信号を出力するクランク角センサと、前記カムシャフトの所定角度位置でカム角信号を出力するカム角センサと、前記モータの回転軸の回転角を検出するモータ回転角センサ

とを備えた内燃機関に適用される制御装置であって、

前記クランク角信号に基づき算出したカムプロケットの回転量と、前記カム角信号に基づき算出した前記カムプロケットの回転量とのより大きい方を選択し、選択した前記カムプロケットの回転量と前記モータ回転角センサの出力に基づき算出した前記モータの回転軸の回転量とから前記回転位相の変化量を求め、

前記カム角信号が出力される毎に当該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し、

前記カム角信号が出力される毎に検出した回転位相を初期値として、前記変化量の積算値に基づき前記回転位相の検出値を更新するよう構成され、

前記クランク角センサと前記カム角センサとのいずれか一方が異常であるときに、他方の正常なセンサの出力と前記モータ回転角センサの出力とに基づき前記回転位相の変化量を検出するとともに前記初期値の更新を停止する、

内燃機関の制御装置。

【請求項 3】

前記モータ回転角センサが異常であるときには、前記変化量の積算値に基づく前記回転位相の検出値の更新を停止する、請求項 2 記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 4】

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機構と、前記クランクシャフトの所定角度位置でクランク角信号を出力するクランク角センサと、前記カムシャフトの所定角度位置でカム角信号を出力するカム角センサと、前記モータの回転軸の回転角を検出するモータ回転角センサとを備えた内燃機関に適用される制御装置であって、

前記クランク角信号に基づき算出したカムプロケットの回転量と、前記カム角信号に基づき算出した前記カムプロケットの回転量とのより大きい方を選択し、選択した前記カムプロケットの回転量と前記モータ回転角センサの出力に基づき算出した前記モータの回転軸の回転量とから前記回転位相の変化量を求める、内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、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機構を備えた内燃機関の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、クランクシャフトの回転速度の $1/2$ 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、クランクシャフトに対するカムシャフトの回転位相を変化させてバルブタイミングを変更する可変バルブタイミング装置の制御装置が開示されている。

そして、この制御装置では、カム角センサから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センサから出力されるクランク角信号とに基づいて実バルブタイミングを算出する一方、所定の演算周期でモータの回転速度とクランクシャフトの回転速度の $1/2$ の値との差に基づいてバルブタイミング変化量を算出し、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ようにしている。

【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】

ところで、クランクシャフトに対するカムシャフトの回転位相を検出するために用いる

10

20

30

40

50

センサが回転位相を変化させている途中（可変バルブタイミング機構の過渡状態）で故障し、回転位相の検出を停止させた場合、係る回転位相の検出停止に伴って回転位相の変化を停止させる操作を行ったとしても、可変バルブタイミング機構のイナーシャによって回転位相が変化し、実際の回転位相が運転状態に応じた目標よりも過進角又は過遅角した状態になる可能性があった。

【0005】

そして、実際の回転位相が目標よりも過進角又は過遅角することで、回転位相の可変範囲を規制するストッパへの衝突が発生したり、可変バルブタイミング機構でバルブタイミングが変更されるエンジンバルブ（吸気バルブ又は排気バルブ）とピストンとの干渉が発生したり、吸気バルブのバルブタイミングを可変とする場合には吸気バルブの閉時期が下死点後に遅角されることで吸入空気量不足によるエンジンストールが生じたりする可能性がある。

10

【0006】

本発明は上記問題点に鑑みなされたものであり、クランクシャフトに対するカムシャフトの回転位相を検出するためのセンサの一部が故障しても、回転位相の検出を継続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】

本発明によれば、その1つの態様において、クランク角信号に基づき算出したカムスプロケットの回転量と、カム角信号に基づき算出したカムスプロケットの回転量とのより大きい方を選択し、選択したカムスプロケットの回転量とモータ回転角センサの出力に基づき算出したモータの回転軸の回転量とから回転位相の変化量を求める。

20

【発明の効果】

【0008】

上記発明によると、クランク角センサとカム角センサとのいずれか一方に異常が発生したときに、回転位相が実際よりも遅角側に誤検出され、バルブタイミングが目標よりも過進角されてしまうことを抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【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。

30

【図2】本発明の実施形態における可変バルブタイミング機構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機構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機構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回転位相の検出処理及び回転位相制御の詳細を示す機能ブロック図である。

【図6】本発明の実施形態における角度変化量 ASP の選択出力処理の別の例を示す機能ブロック図である。

【図7】図6の機能ブロック図における出力切替え部の出力特性を示す図である。

40

【図8】本発明の実施形態における排気側カム角センサを用いた角度変化量 ASP1 の演算処理を示す機能ブロック図である。

【図9】本発明の実施形態におけるカム角センサの出力信号のカウント値を用いた角度変化量 ASP1 の演算処理を示す機能ブロック図である。

【図10】本発明の実施形態におけるクランク角センサの出力周期に基づく角度変化量 ASP2 の演算処理を示す機能ブロック図である。

【図11】本発明の実施形態における回転位相の検出処理及び回転位相制御の別の例を示す機能ブロック図である。

【図12】本発明の実施形態における故障診断に基づくデフォルト制御及び積算値のクリア処理を説明するためのタイムチャートである。

50

【発明を実施するための形態】**【0010】**

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を適用する内燃機関の一例を示す図である。

内燃機関101は、車両に搭載されて動力源として用いられる。

【0011】

内燃機関101の吸気ダクト102には、内燃機関101の吸入空気流量QAを検出する吸入空気量センサ103を設けてある。

吸気バルブ105は、各気筒の燃焼室104の吸気口を開閉する。

【0012】

吸気バルブ105の上流側の吸気ポート102aには、気筒毎に燃料噴射弁106を配置してある。

尚、図1に示した内燃機関101は、燃料噴射弁106が吸気ポート102a内に燃料を噴射する所謂ポート噴射式内燃機関であるが、燃料噴射弁106が燃焼室104内に直接燃料を噴射する所謂筒内直接噴射式内燃機関とすることができる。

【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し、該燃焼による圧力がピストン108をクランクシャフト109に向けて押し下げることで、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】

排気管111には三元触媒等を備えた触媒コンバータ112が設置され、触媒コンバータ112によって排気が浄化される。

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115a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115bの回転に伴って開動作する。

【0015】

可変バルブタイミング機構114は、アクチュエータとしてのモータ（電動機）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115aの相対回転位相角を変化させることで、吸気バルブ105のバルブ作動角の位相、つまり、吸気バルブ105のバルブタイミング（吸気バルブ105の開時期IVO及び閉時期IVC）を連続的に進角方向及び遅角方向に変化させる、電動式の可変バルブタイミング機構である。

また、気筒毎に設けた点火プラグ107には、点火プラグ107に対して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。

【0016】

マイクロコンピュータを備えた制御装置（電子制御ユニット）201は、各種のセンサやスイッチからの信号を入力し、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機構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の回転角信号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の回転角信号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機構114のアクチュエータであるモータ（図2のモータ

10

20

30

40

50

12)の回転角(磁極位置)を検出するモータ回転角センサ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の信号を入力する。

【0018】

クランク角センサ203が出力する回転角信号POSは、単位クランク角(例えば、10degCA)毎のパルス信号であって、気筒間の行程位相差(点火間隔)に相当するクランク角(4気筒機関でクランク角180deg)毎に、1個若しくは複数のパルスが欠落するように構成される。

また、クランク角センサ203が、単位クランク角毎の回転角信号POS(単位クランク角信号)と、気筒間の行程位相差(点火間隔)に相当するクランク角毎の基準クランク角信号とを出力するよう構成することができる。ここで、単位クランク角毎の回転角信号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、各気筒の基準ピストン位置を表すことになる。

【0019】

カム角センサ204は、気筒間の行程位相差(点火間隔)に相当するクランク角毎に回転角信号CAMを出力する。

ここで、吸気カムシャフト115a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から、内燃機関101が4気筒機関で、気筒間の行程位相差(点火間隔)に相当するクランク角が180degCAであれば、クランク角180degCAは吸気カムシャフト115aの回転角90degに相当する。つまり、カム角センサ204は、吸気カムシャフト115aが90deg回転する毎に、気筒判別信号(回転角信号CAM)を出力する。

【0020】

回転角信号CAMは、基準ピストン位置に位置している気筒を判別させるための信号(気筒判別信号)であり、気筒間の行程位相差(点火間隔)に相当するクランク角毎に気筒番号を表す特性のパルスとして出力される。

例えば、4気筒機関であって点火順を第1気筒、第3気筒、第4気筒、第2気筒とする場合、カム角センサ204は、クランク角180deg毎に1個のパルス信号、3個のパルス信号、4個のパルス信号、2個のパルス信号を出力することで、基準ピストン位置に位置している気筒をパルス数に基づき特定することができる。また、回転角信号CAMは、パルス数で気筒番号を表す代わりに、パルス幅や振幅に基づき気筒番号を表すことができる。

【0021】

図2~図4は、可変バルブタイミング機構114の構造の一例を示す。

なお、可変バルブタイミング機構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、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公知の可変バルブタイミング機構を適宜採用できる。

【0022】

可変バルブタイミング機構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sprocket(カムsprocket)1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の相対回転位相角を変更する位相変更機構4と、を備える。

【0023】

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、から構成される。

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

10

20

30

40

50

溝 1 c と吸気カムシャフト 1 1 5 a の前端部に一体に設けられたフランジ部 2 a の外周との間に介装された第 3 ボールベアリング 4 3 によって、吸気カムシャフト 1 1 5 a に回転自在に支持されている。

【 0 0 2 4 】

スプロケット本体 1 a の前端部外周縁には、環状突起 1 e が一体に形成されている。

スプロケット本体 1 a の前端部には、環状突起 1 e 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 1 9 a が形成された環状部材 1 9 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。

【 0 0 2 5 】

また、スプロケット本体 1 a 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 1 d が周方向に沿って所定長さ範囲まで形成されている。

プレート 6 の前端側外周には、位相変更機構 4 の後述する減速機 8 や電動モータ 1 2 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 1 1 によって固定されている。

【 0 0 2 6 】

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保持部 5 a を一体に有していると共に、保持部 5 a 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た形で配置されている。

吸気カムシャフト 1 1 5 a は、外周に吸気バルブ 1 0 5 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 1 0 によって軸方向から結合されている。

【 0 0 2 7 】

また、吸気カムシャフト 1 1 5 a のフランジ部 2 a には、図 4 に示すように、スプロケット本体 1 a のストッパ凸部 1 d が係入する係止部であるストッパ凹溝 2 b が円周方向に沿って形成されている。

このストッパ凹溝 2 b は、円周方向へ所定長さの円弧状に形成され、この長さ範囲で回転したストッパ凸部 1 d の両端縁が周方向の対向縁 2 c、2 d 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 1 1 5 a の最大進角側、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。

【 0 0 2 8 】

つまり、ストッパ凸部 1 d がストッパ凹溝 2 b 内で移動できる角度範囲が、クランクシャフト 1 0 9 に対する吸気カムシャフト 1 1 5 a の相対回転位相角の可変範囲、換言すれば、バルブタイミングの可変範囲となる。

カムボルト 1 0 の頭部 1 0 a の軸部 1 0 b 側の端縁には、フランジ状の座面部 1 0 c が一体に形成され、軸部 1 0 b の外周には、吸気カムシャフト 1 1 5 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。

【 0 0 2 9 】

従動部材 9 は、鉄系金属材料によって形成され、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 とから構成されている。

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 1 1 5 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。

【 0 0 3 0 】

そして、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 4 3 の内輪 4 3 a の内周に挿通配置されている。第 3 ボールベアリング 4 3 の外輪 4 3 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ている。

また、円板部 9 a の外周部には、複数のローラ 3 4 を保持する保持器 4 1 が一体に設けられている。

【 0 0 3 1 】

保持器 4 1 は、円板部 9 a の外周部から円筒部 9 b 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 4 1 a によって形成

10

20

30

40

50

されている。

円筒部 9 b は、中央にカムボルト 1 0 の軸部 1 0 b が挿通される挿通孔 9 d が貫通形成され、円筒部 9 b の外周側に第 1 ニードルベアリング 3 0 が設けられている。

【 0 0 3 2 】

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、該カバー本体 3 a の後端部外周に一体に設けたブラケット 3 b とから構成される。

カバー本体 3 a は、位相変更機構 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ている。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。

10

【 0 0 3 3 】

また、カバー部材 3 には、ブラケット 3 b がチェーンカバー 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、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、内部にスリップリング 4 8 a 、 4 8 b と導電部材を介して接続されたコネクタ端子 4 9 a が固定されたコネクタ部 4 9 を設けてある。

【 0 0 3 4 】

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ようになっている。

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、シール部材である大径な第 1 オイルシール 5 0 が介装されている。

20

【 0 0 3 5 】

第 1 オイルシール 5 0 は、横断面ほぼコ字形状に形成され、合成ゴムの基材の内部に芯金埋設されていると共に、外周側の円環状基部 5 0 a がカバー部材 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、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。

【 0 0 3 6 】

位相変更機構 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、から構成されている。

30

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。

【 0 0 3 7 】

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 1 7 が固定されると共に、鉄心ロータ 1 7 の外周には電磁コイル 1 8 が巻回されている。

40

また、モータ軸 1 3 の前端部外周には、コミュテータ 2 0 が圧入固定されており、コミュテータ 2 0 には、鉄心ロータ 1 7 の極数と同数に分割された各セグメントに電磁コイル 1 8 が接続されている。

【 0 0 3 8 】

モータ軸 1 3 は、カムボルト 1 0 の頭部 1 0 a 側の軸部 1 0 b の外周面に、第 1 軸受であるニードルベアリング 2 8 と該ニードルベアリング 2 8 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 3 5 を介して回転自在に支持されている。

また、モータ軸 1 3 の吸気カムシャフト 1 1 5 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 3 0 が一体に設けられている。

【 0 0 3 9 】

50

また、モータ軸 1 3 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 1 2 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 3 2 が設けられている。

第 2 オイルシール 3 2 は、内周部がモータ軸 1 3 の外周面に弾接することによって、モータ軸 1 3 の回転に対して摩擦抵抗を付与する。

【 0 0 4 0 】

減速機 8 は、偏心回転運動を行う偏心軸部 3 0 と、偏心軸部 3 0 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 3 3 と、第 2 ボールベアリング 3 3 の外周に設けられたローラ 3 4 と、ローラ 3 4 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 4 1 と、保持器 4 1 と一体の従動部材 9 とで主に構成されている。

10

偏心軸部 3 0 の外周面に形成されたカム面の軸心が、モータ軸 1 3 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 3 3 とローラ 3 4 などが遊星噛み合い部として構成されている。

【 0 0 4 1 】

第 2 ボールベアリング 3 3 は、大径状に形成されて、第 1 ニードルベアリング 2 8 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、第 2 ボールベアリング 3 3 の内輪 3 3 a が偏心軸部 3 0 の外周面に圧入固定されていると共に、第 2 ボールベアリング 3 3 の外輪 3 3 b の外周面にはローラ 3 4 が常時当接している。

また、外輪 3 3 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 3 3 全体が偏心軸部 3 0 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。

20

【 0 0 4 2 】

各ローラ 3 4 は、第 2 ボールベアリング 3 3 の偏心動に伴って径方向へ移動しつつ環状部材 1 9 の内歯 1 9 a に嵌入すると共に、保持器 4 1 の突起部 4 1 a によって周方向にガイドされつつ径方向に揺動運動させるようになっている。

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。

【 0 0 4 3 】

潤滑油供給手段は、シリンダヘッドの軸受 4 4 の内部に形成されて図外のメインオイルギャラリから潤滑油が供給される油供給通路 4 4 a と、吸気カムシャフト 1 1 5 a の内部軸方向に形成されて油供給通路 4 4 a にグループ溝を介して連通した油供給孔 4 8 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 4 8 に開口し他端が第 1 ニードルベアリング 2 8 と第 2 ボールベアリング 3 3 の付近に開口した小径なオイル供給孔 4 5 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。

30

【 0 0 4 4 】

以下では、可変バルブタイミング機構 1 1 4 の作動について説明する。

まず、内燃機関 1 0 1 のクランクシャフト 1 0 9 が回転駆動するとタイミングチェーン 4 2 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 1 9 とプレート 6 を介してモータ 1 2 が同期回転する。

【 0 0 4 5 】

40

一方、環状部材 1 9 の回転力が、ローラ 3 4 から保持器 4 1 及び従動部材 9 を経由して吸気カムシャフト 1 1 5 a に伝達される。これによって、吸気カムシャフト 1 1 5 a のカムが吸気バルブ 1 0 5 を開閉作動させる。

そして、制御装置 2 0 1 は、可変バルブタイミング機構 1 1 4 によってクランクシャフト 1 0 9 に対する吸気カムシャフト 1 1 5 a の相対回転位相角、つまり、吸気バルブ 1 0 5 のバルブタイミングを変更するときは、モータ 1 2 の電磁コイル 1 7 に通電し、モータ 1 2 を駆動させる。モータ 1 2 が回転駆動されると、このモータ回転力が減速機 8 を介して吸気カムシャフト 1 1 5 a に伝達される。

【 0 0 4 6 】

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

50

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。

【0047】

これにより、吸気カムシャフト 115 a 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角が変換されて、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。

10

ここで、タイミングプロケット 1 に対する吸気カムシャフト 115 a の正逆相対回転は、ストッパ凸部 1 d の各側面がストッパ凹溝 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規制される。

【0048】

すなわち、従動部材 9 が、偏心軸部 30 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 1 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、吸気カムシャフト 115 a は、タイミングプロケット 1 に対する相対回転位相角が進角側へ最大に変更される。

【0049】

20

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、吸気カムシャフト 115 a は、タイミングプロケット 1 に対する相対回転位相角が遅角側へ最大に変更される。

このように、制御装置 201 は、可変バルブタイミング機構 114 のモータ 12 の通電を制御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 の相対回転位相角、つまり、吸気バルブ 105 のバルブタイミングを可変に制御する。

【0050】

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位相角 T_A (換言すれば、目標進角量、目標バルブタイミング、目標変換角) 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 の実際の相対回転位相角 R_A を検出する。

30

そして、制御装置 201 は、目標位相角 T_A に実際の相対回転位相角 R_A が近づくように電動モータ 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。前記フィードバック制御において、制御装置 201 は、例えば目標位相角 T_A と実際の相対回転位相角 R_A との偏差に基づく比例積分制御などによって、電動モータ 12 の操作量を演算する。

【0051】

制御装置 201 は、図 5 の機能ブロック図に示すようにして、実際の相対回転位相角 R_A を、クランク角センサ 203、カム角センサ 204 及びモータ回転角センサ 210 の出力に基づき検出する。

40

回転位相演算部 501 は、クランク角センサ 203 が出力する回転角信号 POS と、カム角センサ 204 が出力する回転角信号 CAM とを入力する。

【0052】

そして、回転位相演算部 501 は、回転角信号 CAM が入力される毎 (気筒間の行程位相差 (点火間隔) に相当するクランク角毎) の割り込み処理で、回転角信号 CAM と回転角信号 POS とに基づいて実相対回転位相角 R_{A1} ($degCA$) を演算する。

なお、本実施形態において、角度単位 $degCA$ は、クランクシャフト 109 の角度を示すものとする。

【0053】

50

回転位相演算部 501 は、例えば、回転角信号 POS に基づき検出される基準クランク角位置から回転角信号 CAM が入力されるまでの角度を、回転角信号 POS のカウント値や機関回転速度に基づく経過時間の角度換算などによって計測することで、クランクシャフト 109 に対する吸気カムシャフト 115a の実相対回転位相角 RA1 を演算する。

従って、回転位相演算部 501 によって検出される実相対回転位相角 RA1 は、回転角信号 CAM が入力される毎、換言すれば、気筒間の行程位相差（点火間隔）に相当するクランク角毎に更新されることになり、更新後は次に回転角信号 CAM が入力されるまでの間において前回の検出値を保持する。

【0054】

なお、実相対回転位相角 RA1 は、吸気バルブ 105 のバルブタイミングの最遅角位置（初期位置、デフォルト位置）から進角クランク角度（degCA）を表すものとする。従って、吸気バルブ 105 のバルブタイミングが最遅角位置であるときには、実相対回転位相角 RA1 = 0 degCA となり、吸気バルブ 105 のバルブタイミングが進角されるほど実相対回転位相角 RA1 はより大きな角度に算出されることになる。

また、回転角信号 CAM が一群として出力されるパルス数に基づいて気筒番号を表す場合、回転位相演算部 501 は、一群のパルス信号のうちの先頭パルス信号に基づく割り込み処理によって実相対回転位相角 RA1 の演算処理を行うものとする。

【0055】

CAM 周期演算部 502 は、カム角センサ 204 が出力する回転角信号 CAM の入力に基づく割り込み処理によって、回転角信号 CAM の発生周期である CAM 周期 TREF（ms）を計測する。つまり、前回に割り込み処理を行ったときのタイマ値（フリーランカウンタの値）と、今回の割り込み処理実行時のタイマ値との差を、回転角信号 CAM の発生周期 TREF（ms）として演算する。

内燃機関 101 が 4 気筒機関で、気筒間の行程位相差（点火間隔）がクランク角で 180 degCA である場合、CAM 周期演算部 502 は、クランクシャフト 109 が 180 degCA だけ回転するのに要する時間、換言すれば、スプロケット 1 が 90 deg だけ回転するのに要する時間を計測することになる。

【0056】

POS カウント部 503 は、クランク角センサ 203 が出力する回転角信号 POS が入力される毎の割り込み処理によって、回転角信号 POS のカウント値 NPOS を更新する。つまり、POS カウント部 503 は、回転角信号 POS が入力される毎に、前回までのカウント値 NPOS を所定値だけ増大させる。

回転量演算部 504 は、所定時間 t 毎の割り込み処理で、CAM 周期演算部 502 で最新に演算された CAM 周期 TREF を読み込み、読み込んだ CAM 周期 TREF から、スプロケット 1 の所定時間 t 当たりの角度変化量 ASP1（deg）、換言すれば、スプロケット 1 の所定時間 t （単位時間）当たりの回転量（回転速度）を演算する。なお、前記所定時間 t は、例えば 1ms とすることができる。

【0057】

CAM 周期 TREF（ms）は、前述のようにスプロケット 1 が 90 deg だけ回転するのに要する時間であるから、1ms 当たりのスプロケット 1 の角度変化量（回転量）は「90 deg / CAM 周期 TREF（ms）」として演算され、所定時間 $t = 1ms$ であれば、「角度変化量 ASP1（deg）= 90 deg / CAM 周期 TREF（ms）」となる。

カウント変化量演算部 505 は、所定時間 t 毎の割り込み処理で、POS カウント部 503 によって更新されるカウント値 NPOS を読み込み、前回（所定時間 t 前に）読み込んだカウント値 NPOS と今回読み込んだカウント値 NPOS との差を、所定時間 t 当たりにおけるカウント値 NPOS の変化量 NPOS として演算する。

【0058】

単位変換部 506 は、カウント変化量演算部 505 が変化量 NPOS を演算する毎に、当該変化量 NPOS を、回転信号 POS の角度周期（degCA）に基づいて所定時間 t 当たりのクランク角度変化量 CA（degCA）に変換する。つまり、単位変換部 506

10

20

30

40

50

は、「変化量 $NPOS$ 」×「回転信号 POS の角度周期 (degCA)」を、所定時間 t 当たりのクランク角度変化量 CA (degCA)、換言すれば、所定時間 t 当たりのクランクシャフト 109 の回転量として演算する。

【0059】

乗算部 507 は、単位変換部 506 がクランク角度変化量 CA (degCA) を演算する毎に、当該クランク角度変化量 CA (degCA) に $1/2$ を乗算することで、所定時間 t 当たりのスプロケット 1 の角度変化量 $ASP2$ (deg)、換言すれば、スプロケット 1 の所定時間 t 当たりの回転量に変換する。

スプロケット 1 の回転速度は、クランクシャフト 109 の回転速度の半分であるから、クランクシャフト 109 の回転角が所定時間 t 当たり CA (degCA) だけ変化するとき、スプロケット 1 の回転角は $CA/2$ (deg) だけ変化することになる。

10

【0060】

回転量演算部 504 が演算した角度変化量 $ASP1$ (deg) と、乗算部 507 が演算した角度変化量 $ASP2$ (deg) とは、選択部 (セレクトハイ処理部) 508 に入力される。

選択部 508 は、角度変化量 $ASP1$ (deg) と角度変化量 $ASP2$ (deg) との大きい方、換言すれば、カム角センサ 204 が出力する回転信号 CAM に基づき求めた所定時間 t 当たりのスプロケット 1 の回転量と、クランク角センサ 203 が出力する回転信号 POS に基づき求めた所定時間 t 当たりのスプロケット 1 の回転量との大きい方を選択し、最終的な角度変化量 ASP (スプロケット 1 の所定時間 t 当たりの回転量) と

20

【0061】

モータ回転角検出部 509 は、モータ回転角センサ 210 の出力信号を入力する。

そして、モータ回転角検出部 509 は、モータ回転角センサ 210 の出力信号の入力に基づく割り込み処理によって、モータ回転角センサ 210 の出力信号の検出処理を実施する。例えば、モータ回転角センサ 210 が、出力パルス信号のデューティ比%によってモータ回転角を示す場合、モータ回転角検出部 509 は、モータ回転角センサ 210 の出力信号のデューティ比の計測を行う。

【0062】

なお、モータ回転角センサ 210 として、エンコーダ、ホール IC、レゾルバなどの公知のセンサを適宜採用することができ、回転角に応じて出力パルス信号のデューティ比が変化するセンサに限定するものではない。

30

モータ回転角変化量演算部 510 は、所定時間 t 毎の割り込み処理によって、前回 (所定時間 t 前) の時点でのモータ回転角検出部 509 による検出処理の結果 (前回の検出出力) と、今回の時点でのモータ回転角検出部 509 による検出処理の結果 (今回の検出出力) との差として、所定時間 t 当たりにおける検出結果の変化量を演算する。

【0063】

例えば、モータ回転角センサ 210 が、出力パルス信号のデューティ比によってモータ回転角を示す場合、モータ回転角変化量演算部 510 は、所定時間 t 当たりのデューティ比の変化量 ($\% / t$) を演算する。

40

単位変換部 511 は、モータ回転角変化量演算部 510 が変化量を演算する毎に、係る変化量をモータ軸 13 の所定時間 t 当たりの角度変化量 AM (deg)、換言すれば、モータ軸 13 の所定時間 t 当たりの回転量に変換する。

【0064】

偏差演算部 512 は、単位変換部 511 で演算されたモータ軸 13 の所定時間 t 当たりの角度変化量 AM (deg) と、選択部 508 から出力された所定時間 t 当たりのスプロケット 1 の角度変化量 ASP (deg) とを入力する。

そして、偏差演算部 512 は、角度変化量 AM (deg) と角度変化量 ASP との偏差 (差分) A ($A = AM - ASP$)、つまり、モータ軸 13 の所定時間 t 当たりの回転量と、スプロケット 1 の所定時間 t 当たりの回転量との偏差 (差分) を演算す

50

る。

【 0 0 6 5 】

可変バルブタイミング機構 1 1 4 では、モータ軸 1 3 がスプロケット 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 1 0 9 に対する吸気カムシャフト 1 1 5 a の相対回転位相角（バルブタイミング）は変化しない。

一方、モータ 1 2 の回転速度制御によってモータ軸 1 3 の回転速度をスプロケット 1 の回転速度よりも速くすると、換言すれば、モータ軸 1 3 の所定時間 t 当たりの回転量を、スプロケット 1 の所定時間 t 当たりの回転量よりも大きくすると、クランクシャフト 1 0 9 に対する吸気カムシャフト 1 1 5 a の相対回転位相角（バルブタイミング）は遅角側に变化する。

10

【 0 0 6 6 】

逆に、モータ 1 2 の回転速度制御によってモータ軸 1 3 の回転速度をスプロケット 1 の回転速度よりも遅くすると、換言すれば、モータ軸 1 3 の所定時間 t 当たりの回転量を、スプロケット 1 の所定時間 t 当たりの回転量よりも小さくすると、クランクシャフト 1 0 9 に対する吸気カムシャフト 1 1 5 a の相対回転位相角（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機構 1 1 4 は、モータ軸 1 3 の回転量とスプロケット 1 の回転量との差に応じてバルブタイミング（実相対回転位相角 RA ）が進角方向若しくは遅角方向に変化する。

【 0 0 6 7 】

そこで、変換部 5 1 3 は、偏差演算部 5 1 2 が演算した角度変化量偏差 A （モータ軸 1 3 の所定時間 t 当たりの回転量とスプロケット 1 の所定時間 t 当たりの回転量との差分）を、減速機 8 の減速比などに基づき、所定時間 t 当たりの実相対回転位相角 RA の変化量 RA （符号付のクランク角度データ）に変換する。

なお、内燃機関 1 0 1 の正回転方向、及び、バルブタイミングの進角方向をプラスで表すとすると、角度変化量偏差 A がプラスであるときに変化量 RA がマイナスの値（遅角方向の値）として算出されるように、変換部 5 1 3 は、角度変化量偏差 A の正負を反転させるために「-1」を乗算する処理を行うと共に、減速機 8 の減速比 G による補正処理と、単位変換処理とを行う。

20

【 0 0 6 8 】

そして、積算処理部 5 1 4 は、回転位相演算部 5 0 1 によって回転角信号 CAM が発生する毎に更新される実相対回転位相角 $RA1$ を初期値として、変換部 5 1 3 から出力される所定時間 t 当たりの実相対回転位相角 RA の変化量 RA を積算して、最終的な実相対回転位相角 RA （ $RA = RA1 + RA$ ）を演算する。換言すれば、積算処理部 5 1 4 は、変化量 RA の積算値に基づく実相対回転位相角 RA の検出値を、回転角信号 CAM が発生する毎に実相対回転位相角 $RA1$ に基づいて校正する。

30

【 0 0 6 9 】

これにより、実相対回転位相角 $RA1$ は、回転角信号 CAM が発生する毎に更新されるのに対し、積算処理部 5 1 4 から出力される実相対回転位相角 RA は、所定時間 t 毎に更新される値となる。換言すれば、回転角信号 CAM 及び回転信号 POS に基づき検出される実相対回転位相角 $RA1$ が更新される間での回転位相の変化を、モータ軸 1 3 の所定時間 t 当たりの回転量とスプロケット 1 の所定時間 t 当たりの回転量との差に基づき検出することで、実相対回転位相角 RA の更新周期が回転角信号 CAM の発生周期よりも短くなるようにしてある。

40

【 0 0 7 0 】

フィードバック制御部 5 1 5 は、所定時間 t 又は所定時間 t よりも長い時間 t_c （例えば、10ms）毎の割り込み処理によって実行され、積算処理部 5 1 4 が出力する実相対回転位相角 RA の最新値及び図示省略した演算処理部で演算された目標相対回転位相角 TA を読み込み、実相対回転位相角 RA が目標相対回転位相角 TA に近づくように、可変バルブタイミング機構 1 1 4 の操作量（モータ 1 2 の回転制御操作量）を演算して出力

50

する。

【 0 0 7 1 】

上記のように、回転角信号 C A M 及び回転信号 P O S に基づき検出される実相対回転位相角 R A 1 が更新される間での回転位相の変化を、モータ軸 1 3 の所定時間 t 当たりの回転量とスプロケット 1 の所定時間 t 当たりの回転量との差に基づき検出すれば、可変バルブタイミング機構 1 1 4 の操作量に用いる実相対回転位相角 R A の更新周期が内燃機関 1 0 1 の回転速度が低いときでも十分に短くなるから、実相対回転位相角 R A を目標相対回転位相角 T A に高い応答で収束させつつ、オーバーシュートの発生を抑制することができる。

【 0 0 7 2 】

ここで、モータ回転角センサ 2 1 0 に何らかの異常（故障）が生じ、変化量 R A の演算が行えなくなると、積算処理部 5 1 4 は、所定時間 t 毎の実相対回転位相角 R A の更新処理を停止し、回転角信号 C A M が発生する毎に回転位相演算部 5 0 1 が出力する実相対回転位相角 R A 1 のデータをそのまま最終的な実相対回転位相角 R A として出力する。

この場合、目標相対回転位相角 T A への収束性は低下するものの、実相対回転位相角 R A を目標相対回転位相角 T A に近づけるフィードバック制御を継続することができ、吸気バルブ 1 0 5 のバルブタイミングを内燃機関 1 0 1 の運転状態に応じた適切なタイミングに制御できる。

なお、積算処理部 5 1 4 は、回転位相の検出に用いるセンサ 2 0 3 , 2 0 4 , 2 1 0 の故障診断の結果（故障の有無）を示すフラグが入力される。

【 0 0 7 3 】

モータ回転角センサ 2 1 0 の異常によって変化量 R A の演算が行えなくなった場合、換言すれば、実相対回転位相角 R A の更新周期が所定時間 t よりも長くなった場合には、正常であるとき（更新周期が所定時間 t であるとき）に比べてフィードバック制御のゲインを低下させ、オーバーシュートの発生を抑制することができる。

また、クランク角センサ 2 0 3 とカム角センサ 2 0 4 とのいずれか一方に何らかの異常が生じると、回転位相演算部 5 0 1 における実相対回転位相角 R A 1 の演算が不能になるが、この場合、積算処理部 5 1 4 は、回転角信号 C A M が発生する毎の実相対回転位相角 R A の校正処理を停止する一方で、変化量 R A に基づく実相対回転位相角 R A の更新を継続する。

【 0 0 7 4 】

即ち、クランク角センサ 2 0 3 とカム角センサ 2 0 4 とのいずれか一方に何らかの異常が生じると、制御装置 2 0 1 は、正常な側のセンサの出力とモータ回転角センサ 2 1 0 の出力とから変化量 R A を演算し、実相対回転位相角 R A を所定時間 t 毎に更新する。

つまり、制御装置 2 0 1 は、クランク角センサ 2 0 3 、カム角センサ 2 0 4 、モータ回転角センサ 2 1 0 のうちのいずれか 1 つに異常が発生したときに、正常な 2 つのセンサの出力に基づき回転位相を検出して、可変バルブタイミング機構 1 1 4 のフィードバック制御を継続する。

【 0 0 7 5 】

上記のように、選択部 5 0 8 が、クランク角信号 P O S に基づくスプロケット 1 の回転量と、カム角信号 C A M に基づくスプロケット 1 の回転量との大きい方を選択する構成とすれば、クランク角センサ 2 0 3 とカム角センサ 2 0 4 とのいずれか一方に異常が発生したときに、回転位相が実際よりも遅角側に誤検出され、バルブタイミングが目標よりも過進角されてしまうことを抑制できる。

【 0 0 7 6 】

つまり、スプロケット 1 の角度変化量 A S P が実際よりも小さい値に検出されると、実相対回転位相角 R A は実際よりも遅角側に検出されることになるが、選択部 5 0 8 が 2 つの回転量のうちの大きい方を選択すれば、スプロケット 1 の角度変化量 A S P が実際よりも小さい値に検出されることを抑制でき、以って、実相対回転位相角 R A は実際よりも遅角側に検出されることを抑制できる。

10

20

30

40

50

可変バルブタイミング機構 114 は、吸気バルブ 105 のバルブタイミングを制御するから、バルブタイミングを目標よりも進角側に制御した結果、吸気バルブ 105 の開時期 IVO が目標よりも早まると、吸気バルブ 105 とピストン 108 との干渉が発生する可能性がある。

【0077】

これに対し、選択部 508 が、入力した 2 つの回転量データのうちの大きい方を選択すれば、実際よりも変化量 RA が遅角側に誤検出されることを抑制でき、以って、吸気バルブ 105 のバルブタイミングの過進角によるピストン干渉の発生を抑制できる。

クランク角センサ 203、カム角センサ 204、モータ回転角センサ 210 について異常の有無の診断は、センサ間での検出結果の整合性の判断や、各センサのパルス周期の検出などの公知の故障診断技術を適宜用いて行われる。

10

【0078】

また、図 5 に示した例では、選択部 508 は、角度変化量 ASP1, ASP2 の大きい方を選択するが、例えば、可変バルブタイミング機構 114 が最進角側に制御されても吸気バルブ 105 とピストン 108 との干渉が発生せず、最遅角側に制御されて吸気バルブ 105 の閉時期 IVC が下死点 BDC 以後に遅れることで、内燃機関 101 の吸入空気量が不足する可能性がある場合には、選択部 508 は角度変化量 ASP1, ASP2 のうちの小さい方を選択する構成とすることができる。

【0079】

選択部 508 が角度変化量 ASP1, ASP2 の小さい方を選択すれば、実際よりも変化量 RA が進角側に誤検出されることを抑制でき、以って、吸気バルブ 105 のバルブタイミングが過遅角されてしまうことを抑制できる。

20

なお、選択部 508 が角度変化量 ASP1, ASP2 の小さい方を選択する場合でも、クランク角センサ 203 とカム角センサ 204 とのいずれかに断線などが発生し、角度変化量 ASP1, ASP2 のいずれかが一方が零に算出される場合には、正常な側の角度変化量 ASP に基づいて変化量 RA を演算させる構成とすることができる。

【0080】

また、図 6、図 7 に示すように、クランク角信号 POS に基づくスプロケット 1 の回転量 (角度変化量 ASP2) とカム角信号 CAM に基づくスプロケット 1 の回転量 (角度変化量 ASP1) との大きい方と、クランク角信号 POS に基づくスプロケット 1 の回転量 (角度変化量 ASP2) と、カム角信号 CAM に基づくスプロケット 1 の回転量 (角度変化量 ASP1) とのいずれか 1 つを、クランク角センサ 203 の故障診断の結果及びカム角センサ 204 の故障診断の結果に基づき選択し、偏差演算部 512 に出力する構成とすることができる。

30

【0081】

図 6 において、選択部 508 は、クランク角信号 POS に基づくスプロケット 1 の回転量 (角度変化量 ASP2) とカム角信号 CAM に基づくスプロケット 1 の回転量 (角度変化量 ASP1) との大きい方を選択し、出力切替え部 520 に出力する。

出力切替え部 520 は、選択部 508 の出力と、クランク角信号 POS に基づくスプロケット 1 の回転量 (角度変化量 ASP2) と、カム角信号 CAM に基づくスプロケット 1 の回転量 (角度変化量 ASP1) とを入力すると共に、クランク角センサ 203 の故障診断の結果及びカム角センサ 204 の故障診断の結果に基づき選択指令信号 SW を入力し、選択指令信号 SW に基づき 3 つの入力信号のいずれか 1 つを選択して偏差演算部 512 に出力する。

40

【0082】

選択指令信号 SW は、図 7 に示すように、クランク角センサ 203 の故障診断の結果及びカム角センサ 204 の故障診断の結果に応じて 3 種類の信号に切り替えられる。

具体的には、クランク角センサ 203 及びカム角センサ 204 について故障発生が確定する前であれば、選択指令信号 SW は選択部 508 の出力を選択する指令として設定され、クランク角センサ 203 の故障が確定されると選択指令信号 SW はカム角信号 CAM に

50

基づくスプロケット1の回転量(角度変化量 $ASP1$)を選択する指令として設定され、カム角センサ204の故障が確定されると選択指令信号 SW はクランク角信号 POS に基づくスプロケット1の回転量(角度変化量 $ASP2$)を選択する指令として設定される。

【0083】

つまり、クランク角センサ203及びカム角センサ204について故障発生が診断されていない状態では、クランク角信号 POS に基づくスプロケット1の回転量とカム角信号 CAM に基づくスプロケット1の回転量との大きい方を選択し、クランク角センサ203とカム角センサ204とのいずれか一方について故障の発生が診断されると、正常である側のセンサ出力に基づくスプロケット1の回転量を選択するように構成される。

10

これにより、クランク角センサ203とカム角センサ204とのいずれか一方が故障したときに、正常なセンサの出力に基づくスプロケット1の回転量を安定して出力させることができ、制御の信頼性を向上させることができる。

【0084】

また、選択部508は、クランク角センサ203の故障診断の結果とカム角センサ204の故障診断の結果とに基づき、双方のセンサが正常である場合にクランク角信号 POS に基づくスプロケット1の回転量の検出値を出力し、カム角センサ204の故障発生が診断された場合にクランク角信号 POS に基づくスプロケット1の回転量の検出値を出力し、クランク角センサ203の故障発生が診断された場合にカム角信号 CAM に基づくスプロケット1の回転量の検出値を出力する構成とすることができる。

20

【0085】

また、排気バルブ110のバルブ作動角の位相を可変とする排気側可変バルブタイミング機構と、排気カムシャフトの回転角信号 CAM を出力する排気側カム角センサ204Eとを備える内燃機関101では、図8に示すように、角度変化量 $ASP1$ を排気側カム角センサ204Eの出力に基づき演算させ、係る角度変化量 $ASP1$ を選択部508などに出力する構成とすることができる。

つまり、図8において、 CAM 周期演算部502Eは、排気側カム角センサ204Eが出力する回転角信号 $CAME$ の入力に基づく割り込み処理によって、回転角信号 $CAME$ の発生周期である CAM 周期 $TREFE$ (ms) を計測し、回転量演算部504Eは、所定時間 t 毎の割り込み処理により、 CAM 周期演算部502Eで最新に演算された CAM 周期 $TREFE$ を読み込み、読み込んだ CAM 周期 $TREFE$ からスプロケット1の所定時間 t 当たりの角度変化量 $ASP1$ (deg) を演算する。

30

【0086】

そして、図8の構成を採用する場合、吸気側カム角センサ204の故障が確定(診断)された場合、排気側可変バルブタイミング機構による排気バルブ110のバルブ作動角の位相変化を停止させ、位相を予め設定されたデフォルト位置(例えば最遅角位置)や診断確定時点での位相などに固定することができる。

これにより、排気側カム角センサ204Eの出力に基づき角度変化量 $ASP1$ の演算精度が向上し、吸気側カム角センサ204の故障状態での可変バルブタイミング機構114の制御精度が向上する。

40

なお、上記構成とした場合、吸気側カム角センサ204が故障することで排気側可変バルブタイミング機構の動作が停止することになるが、吸気側可変バルブタイミング機構の動作を停止させる場合よりも、内燃機関101の運転性への影響は小さい。

【0087】

また、積算処理部514は、変化量 RA の積算値に基づき実相対回転位相角 RA の検出値を、回転角信号 CAM が発生する毎に実相対回転位相角 $RA1$ に基づいて校正するが、角度変化量 $ASP1 > 角度変化量 ASP2$ であって選択部508が角度変化量 $ASP1$ を選択して出力する場合に、実相対回転位相角 $RA1$ に基づき実相対回転位相角 RA の校正処理を停止させることができる。

つまり、角度変化量 $ASP1 > 角度変化量 ASP2$ である場合は、クランク角セン

50

サ 2 0 3 に故障が発生していると考えられ、実相対回転位相角 R A 1 の精度が低下するため、実相対回転位相角 R A 1 に基づく実相対回転位相角 R A の校正処理を停止させることで、実相対回転位相角 R A が誤って校正されることを抑制できるようになる。

【 0 0 8 8 】

また、図 5 の機能ブロック図では、カム角センサ 2 0 4 が出力する回転角信号 C A M の発生周期である C A M 周期 T R E F (ms) を計測する C A M 周期演算部 5 0 2 と、C A M 周期演算部 5 0 2 が演算した C A M 周期 T R E F に基づき角度変化量 A S P 1 (deg) を演算する回転量演算部 5 0 4 とを有するが、これらの C A M 周期演算部 5 0 2、回転量演算部 5 0 4 に代えて、図 9 に示すように、C A M カウント部 5 2 1 とカウント変化量演算部 5 2 2 とを備えることができる。

10

C A M カウント部 5 2 1 は、カム角センサ 2 0 4 が回転角信号 C A M を出力する毎にカウンタの値を増加させ、カウント変化量演算部 5 2 2 は、前回 (所定時間 t 前に) 読み込んだカウンタの値と今回読み込んだカウンタの値との差を、所定時間 t 当たりにおけるカウンタの変化量として演算し、この変化量を角度変化量 A S P 1 に変換する。

【 0 0 8 9 】

また、図 5 の機能ブロック図では、クランク角センサ 2 0 3 が出力する回転角信号 P O S が入力される毎にカウンタを増加させる P O S カウント部 5 0 3 と、P O S カウント部 5 0 3 によって更新されるカウント値 N P O S を読み込み、所定時間 t 当たりにおけるカウント値 N P O S の変化量 N P O S を演算するカウント変化量演算部 5 0 5 とを有するが、これらの P O S カウント部 5 0 3、カウント変化量演算部 5 0 5 に代えて、図 1 0

20

に示すように、P O S 周期演算部 5 2 3 と回転量演算部 5 2 4 とを備えることができる。P O S 周期演算部 5 2 3 は、クランク角センサ 2 0 3 が出力する回転角信号 P O S の発生周期 (ms) を計測し、回転量演算部 5 2 4 は、P O S 周期演算部 5 2 3 が演算した P O S 周期 T P O S を変化量 N P O S (若しくは角度変化量 A S P 2) に変換する。

【 0 0 9 0 】

また、可変バルブタイミング機構 1 1 4 がモータ軸を機関回転方向と逆方向に回転させることで位相を進角させる構成の場合は、前述した図 5 の機能ブロック図に従って可変バルブタイミング機構 1 1 4 を操作することができるが、可変バルブタイミング機構 1 1 4 がモータ軸を機関回転方向と同方向に回転させることで位相を進角させる構成の場合は、図 1 1 に示す機能ブロック図に従って可変バルブタイミング機構 1 1 4 を操作することが

30

【 0 0 9 1 】

図 1 1 の機能ブロック図は、選択部 5 0 8 及び変換部 5 1 3 の構成が図 5 の機能ブロック図と異なる。

具体的には、図 1 1 の機能ブロック図に示す選択部 5 0 8 S は、角度変化量 A S P 1 (deg) と角度変化量 A S P 2 (deg) との小さい方、換言すれば、カム角センサ 2 0 4 が出力する回転信号 C A M に基づき求めた所定時間 t 当たりのスプロケット 1 の回転量と、クランク角センサ 2 0 3 が出力する回転信号 P O S に基づき求めた所定時間 t 当たりのスプロケット 1 の回転量との小さいを選択し、最終的な角度変化量 A S P (スプロケット 1 の所定時間 t 当たりの回転量) として出力する。

40

図 1 1 の機能ブロック図に示す変換部 5 1 3 S では、角度変化量偏差 A の正負を反転させる必要がないので、角度変化量偏差 A に「1」を乗算する処理を行い、減速機 8 の減速比 G による補正処理及び単位変換処理については、図 5 の場合と同様な処理を行う。

【 0 0 9 2 】

また、カム角センサ 2 0 4 又はクランク角センサ 2 0 3 の故障が診断 (確定) された場合に、その後の位相検出精度を向上させるために、可変バルブタイミング機構 1 1 4 をデフォルト位置 (例えば、ストップで位置決めされる最遅角位置又は最進角位置) に制御し、積算処理部 5 1 4 における変化量 R A の積算値を初期値 (例えば、零) にクリアさせることができる。

図 1 2 のタイムチャートは、上記の故障診断に基づくデフォルト制御及び積算値のクリ

50

ア処理の一例を示す。

【 0 0 9 3 】

図 1 2 において、時刻 t_1 に達するまでの期間（故障発生が確定されるまでの間）では、積算部 5 1 4 の出力に基づき可変バルブタイミング機構 1 1 4 を制御し、時刻 t_1 にてカム角センサ 2 0 4 又はクランク角センサ 2 0 3 の故障が診断（確定）されると、可変バルブタイミング機構 1 1 4 のデフォルト位置に向けた制御（デフォルト制御）を開始させる。

そして、時刻 t_2 で、可変バルブタイミング機構 1 1 4 がデフォルト位置に達したことが検出されると、変化量 RA の積算値を初期値に更新してから、目標位相角 TA に実位相角を近づける制御（通常制御）を再開させる。

【 0 0 9 4 】

以上、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。

例えば、制御装置 2 0 1 は、クランク角センサ 2 0 3、カム角センサ 2 0 4、モータ回転角センサ 2 1 0 のうちの 2 つ乃至 3 つに異常が発生したときには、実回転位相の検出が不能になるので、可変バルブタイミング機構 1 1 4 による回転位相が初期位置（最遅角位置又は最進角位置）に戻るようモータ 1 2 を制御することができる。

【 0 0 9 5 】

また、排気バルブ 1 1 0 のバルブタイミングを可変とする可変バルブタイミング機構においても、クランク角センサ 2 0 3、排気カムシャフトの回転角信号 CAM を出力するカム角センサ、モータ回転角センサ 2 1 0 のうちのいずれか 1 つに異常が発生したときに、正常な 2 つのセンサの出力に基づきクランクシャフト 1 0 9 に対する排気カムシャフトの回転位相を検出する構成とすることができる。

【 0 0 9 6 】

また、クランク角センサ 2 0 3 とカム角センサ 2 0 4 とのいずれか一方が故障し、実相対回転位相角 RA_1 の検出が不能になった場合には、センサ正常状態での目標回転位相に代えて故障発生状態での目標回転位相を設定し、変化量 RA に基づき更新される実回転位相が故障時目標値に近づくように可変バルブタイミング機構 1 1 4（モータ 1 2）を制御することができる。

【 0 0 9 7 】

また、クランク角センサ 2 0 3、カム角センサ 2 0 4、モータ回転角センサ 2 1 0 のうちの 1 つに異常が発生したときに、目標回転位相の可変範囲を正常時よりも狭く制限することで、過進角又は過遅角を抑制することができる。

【 0 0 9 8 】

また、可変バルブタイミング機構と共に、吸気バルブ又は排気バルブの作動角を可変とする可変作動角機構を備えることができる。そして、可変バルブタイミング機構及び可変作動角機構を備える内燃機関 1 0 1 において、クランク角センサ 2 0 3、カム角センサ 2 0 4、モータ回転角センサ 2 1 0 のうちの 1 つに異常が発生したときに、可変作動角機構による作動角の増大変化を正常時よりも制限して、ピストン干渉の発生を抑制することができる。

【 0 0 9 9 】

また、選択部 5 0 8 が 2 つの回転量のうちの大きい方を選択する構成において、一方の回転量が上限値よりも大きい回転量であるときには、逆に小さい方を選択するよう構成し、センサ若しくはセンサ信号の処理回路の異常などによって異常に高い回転量が演算されたときに、回転量の選択が誤ってなされることを抑制することができる。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 0 】

1 2 ... モータ、 1 0 1 ... 内燃機関、 1 0 5 ... 吸気バルブ、 1 0 9 ... クランクシャフト、 1 1 4 ... 可変バルブタイミング機構、 1 1 5 a ... 吸気カムシャフト、 2 0 1 ... 制御装置、

10

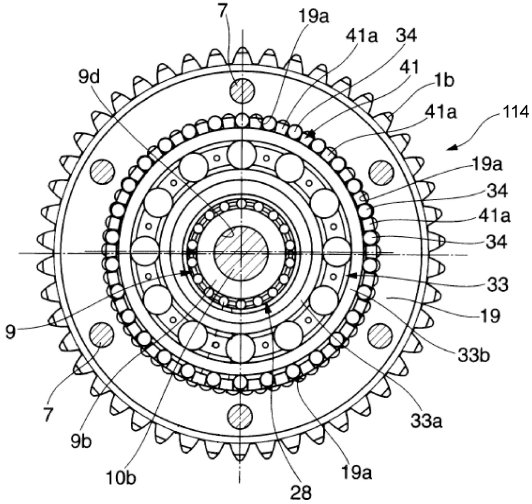
20

30

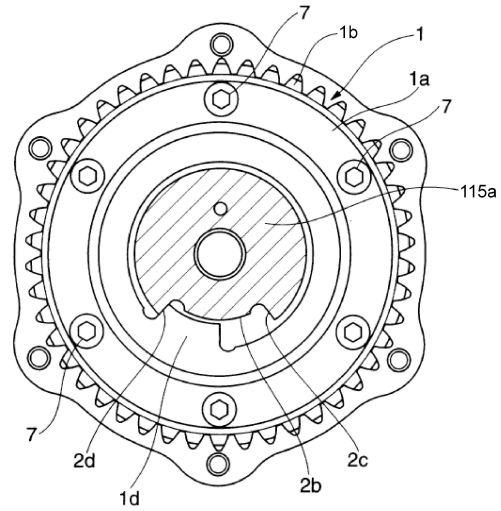
40

50

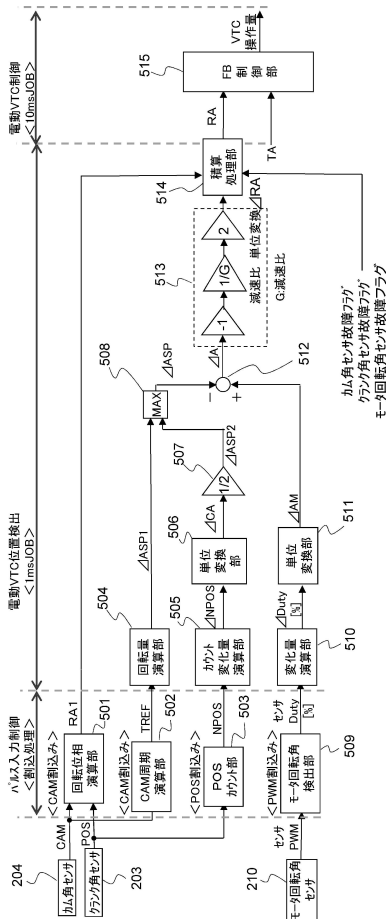
【図3】



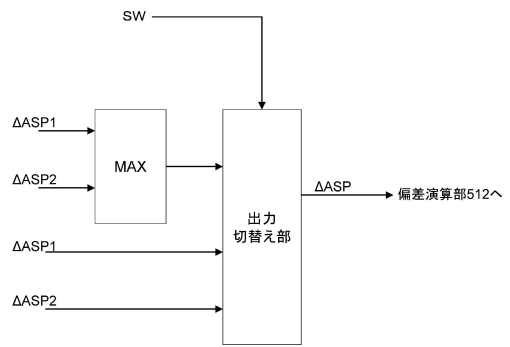
【図4】



【図5】



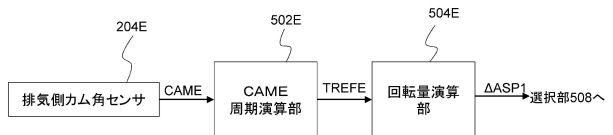
【図6】



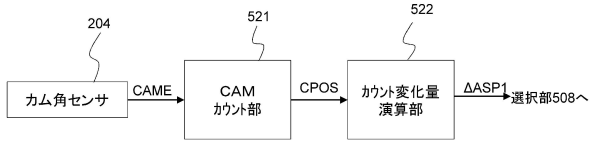
【図7】

故障判定		出力切替部の出力
カム角センサ	クランク角センサ	
故障判定前	故障判定前	選択部出力
故障判定前	故障確定後	ΔASP1
故障確定後	故障確定前	ΔASP2

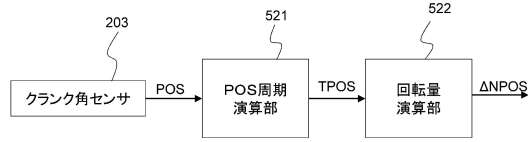
【図8】



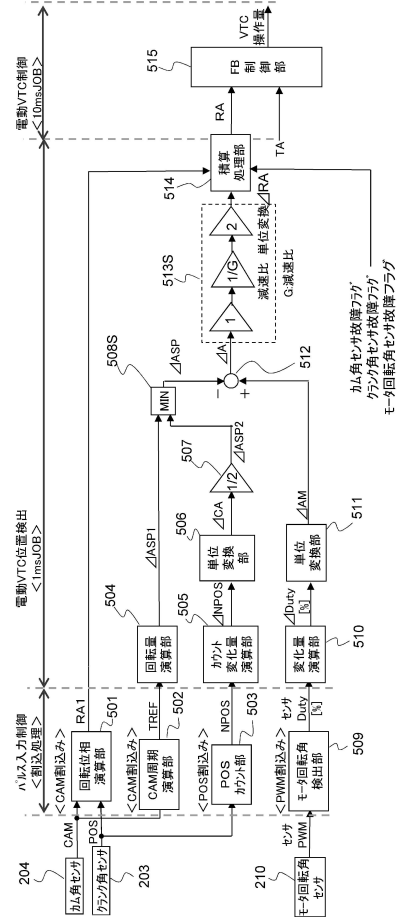
【図9】



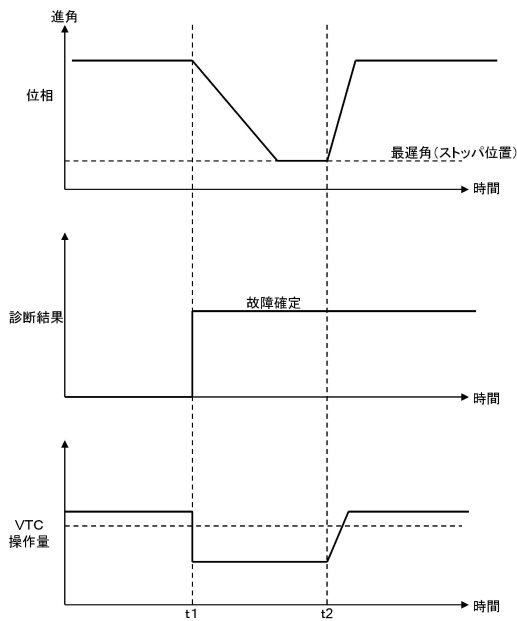
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 岡本 直樹

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

審査官 藤村 泰智

(56)参考文献 特開2006-214386(JP,A)

特許第4123127(JP,B2)

特開2007-292038(JP,A)

特開2006-040753(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D 13/00 ~ 13/02

F02D 41/00 ~ 45/00