

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3990105号  
(P3990105)

(45) 発行日 平成19年10月10日(2007.10.10)

(24) 登録日 平成19年7月27日(2007.7.27)

(51) Int. Cl.	F I	
FO2D 13/02 (2006.01)	FO2D 13/02	G
FO1L 1/34 (2006.01)	FO1L 1/34	C
FO1L 13/00 (2006.01)	FO1L 13/00	3O1Y
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00	37OB

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2000-373844 (P2000-373844)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成12年12月8日(2000.12.8)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2002-180854 (P2002-180854A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成14年6月26日(2002.6.26)	(74) 代理人	100078330
審査請求日	平成16年3月23日(2004.3.23)		弁理士 笹島 富二雄
		(72) 発明者	細谷 肇
			神奈川県厚木市恩名1370番地 株式会
			社ユニシアジェックス内
		(72) 発明者	渡邊 悟
			神奈川県厚木市恩名1370番地 株式会
			社ユニシアジェックス内
		審査官	倉橋 紀夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電磁式可変バルブタイミング装置の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

電磁ブレーキの制動力によ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進角変化させる構成であって、前記回転位相を遅角方向に付勢する弾性体と、前記遅角方向への回転位相の変化を規制するストッパとを備え、前記ストッパ位置からの回転位相の進角量の目標値に応じて演算されるフィードホワード分と、前記進角量の実際値と前記目標値との偏差に応じて演算されるフィードバック分とから、前記電磁ブレーキの制御信号を決定する電磁式可変バルブタイミング装置の制御装置において、

前記フィードホワード分が、前記目標値が所定値を超える領域においては、前記実際値を前記目標値に制御するための要求値に設定され、前記目標値が前記所定値以下の領域においては、前記目標値よりも回転位相を進角させる値に設定されることを特徴とする電磁式可変バルブタイミング装置の制御装置。

【請求項2】

電磁ブレーキの制動力によ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進角変化させる構成であって、前記回転位相を遅角方向に付勢する弾性体と、前記遅角方向への回転位相の変化を規制するストッパとを備え、前記ストッパ位置からの回転位相の進角量の実際値を前記進角量の目標値に制御するためのフィードホワード分と、前記実際値と前記目標値との偏差に応じたフィードバック分とから、前記電磁ブレーキの制御信号を決定する電磁式可変バルブタイミング装置の制御装置において、

前記目標値が前記ストッパの位置であるときに、前記制御信号に対して、前記制御信号

を回転位相の進角側に補正する所定の進角補正値を付加することを特徴とする電磁式可変バルブタイミング装置の制御装置。

【請求項 3】

電磁ブレーキの制動力によ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進角変化させる構成であって、前記回転位相を遅角方向に付勢する弾性体と、前記遅角方向への回転位相の変化を規制するストッパとを備え、前記ストッパ位置からの回転位相の進角量の実際値を前記進角量の目標値に制御するためのフィードホワード分と、前記実際値と前記目標値との偏差の積分値に応じた積分分を少なくとも含んで演算されるフィードバック分とから、前記電磁ブレーキの制御信号を決定する電磁式可変バルブタイミング装置の制御装置において、

10

前記目標値が前記ストッパの位置になった初回において、前記偏差の積分値に所定の進角補正値を付加することで、前記積分分を回転位相の進角側に補正することを特徴とする電磁式可変バルブタイミング装置の制御装置。

【請求項 4】

前記目標値が前記ストッパの位置で、かつ、前記実際値が所定値以下であることを条件に、前記所定の進角補正値による補正を行うことを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の電磁式可変バルブタイミング装置の制御装置。

【請求項 5】

前記目標値が前記ストッパの位置で、かつ、前記目標値が前記ストッパの位置に切り換わってから所定時間以上経過していることを条件に、前記所定の進角補正値による補正を行うことを特徴とする請求項 2 又は 3 記載の電磁式可変バルブタイミング装置の制御装置。

20

【請求項 6】

前記所定の進角補正値を、回転位相を前記ストッパの位置にまで戻すときの戻し開始の回転位相に応じて設定することを特徴とする請求項 2 ~ 5 のいずれか 1 つに記載の電磁式可変バルブタイミング装置の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電磁式可変バルブタイミング装置の制御装置に関し、詳しくは、電磁ブレーキを用い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変化させる構成の電磁式可変バルブタイミング装置の制御装置に関する。

30

【0002】

【従来の技術】

従来から、車両用エンジンにおいて、電磁ブレーキの摩擦制動によ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進角変化させる構成のエンジンの電磁式可変バルブタイミング装置が知られている（特開平10-153104号公報参照）。

【0003】

前記電磁式可変バルブタイミング装置においては、回転位相を遅角方向に付勢するコイルばねを有すると共に、遅角方向への回転位相の変化を規制するストッパとを備え、前記コイルばねによる付勢力に抗する制動力を電磁ブレーキによって発生させることで、前記ストッパ位置（基準位置）から回転位相を進角変化させるようになっている。

40

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、回転位相を前記ストッパ位置に戻す場合には、電磁ブレーキを構成する電磁コイルに対する通電を遮断すれば良いが、このときストッパ位置にまでコイルばねの付勢力で戻るため運動エネルギーが大きく、ストッパが当たったときに大きな当たり音が発生し、これが車室内の乗員にまで伝播し、乗員に不快感を与えてしまう可能性があった。

【0005】

本発明は上記問題点を鑑みなされたものであり、電磁式可変バルブタイミング装置において、ストッパで規制される基準位置にまで回転位相を戻すときに、大きな当たり音が発生

50

することを回避できる制御装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

そのため請求項1記載の発明では、電磁ブレーキの制動力によ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進角変化させる構成であって、前記回転位相を遅角方向に付勢する弾性体と、前記遅角方向への回転位相の変化を規制するストッパとを備え、前記ストッパ位置からの回転位相の進角量の目標値に応じて演算されるフィードホワード分と、前記進角量の実際値と前記目標値との偏差に応じて演算されるフィードバック分とから、前記電磁ブレーキの制御信号を決定する電磁式可変バルブタイミング装置の制御装置において、前記フィードホワード分が、前記目標値が所定値を超える領域においては、前記実 10  
際値を前記目標値に制御するための要求値に設定され、前記目標値が前記所定値以下の領域においては、前記目標値よりも回転位相を進角させる値に設定されるよう構成した。

【0007】

かかる構成によると、目標値が所定値以下の領域においては、フィードホワード分のみで電磁ブレーキを制御させると、目標値よりも進角側に制御されることになり、この進角側への偏りをフィードバック制御で修正する必要が生じるため、フィードホワード分として目標値に対応する要求値を設定させる場合に比べて、遅角変化させて目標へ収束させるときの応答が遅れることになる。

【0008】

請求項2記載の発明では、電磁ブレーキの制動力によ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進角変化させる構成であって、前記回転位相を遅角方向に付勢する弾性体と、前記遅角方向への回転位相の変化を規制するストッパとを備え、前記ストッパ位置からの回転位相の進角量の実際値を前記進角量の目標値に制御するためのフィードホワード分と、前記実際値と前記目標値との偏差に応じたフィードバック分とから、前記電磁ブレーキの制御信号を決定する電磁式可変バルブタイミング装置の制御装置において、前記目標値が前記ストッパの位置であるときに、前記制御信号に対して、前記制御信号を回 20  
転位相の進角側に補正する所定の進角補正值を付加するよう構成した。

【0009】

かかる構成によると、ストッパ位置を目標とするときに、電磁ブレーキの制御信号が強制的に回転位相の進角側にシフトし、この余分な制御信号の進角側への変化分をフィードバック補正で吸収することになるため、目標値に向けて遅角変化させるときの応答が遅れることになる。 請求項3記載の発明では、電磁ブレーキの制動力によ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進角変化させる構成であって、前記回転位相を遅角方向に付勢する弾性体と、前記遅角方向への回転位相の変化を規制するストッパとを備え、前記ストッパ位置からの回転位相の進角量の実際値を前記進角量の目標値に制御するためのフィードホワード分と、前記実際値と前記目標値との偏差の積分値に応じた積分分を少なくとも含んで演算されるフィードバック分とから、前記電磁ブレーキの制御信号を決定する電磁式可変バルブタイミング装置の制御装置において、前記目標値が前記ストッパの位置になった初回において、前記偏差の積分値に所定の進角補正值を付加することで、前記積分分を回転位相の進角側に補正するよう構成した。 30  
40

【0010】

かかる構成によると、目標値が前記ストッパの位置になった初回において、偏差の積分値を進角側に補正して、積分分を回転位相の進角側に補正するので、ストッパ位置に向けた遅角変化の速度が遅くなる。 請求項4記載の発明では、前記目標値が前記ストッパの位置で、かつ、前記実際値が所定値以下であることを条件に、前記所定の進角補正值による補正を行う構成とした。

【0011】

かかる構成によると、目標値がストッパの位置に切り換わった時点から実際値が所定値以下になるまでの間は、通常にフィードバック制御を行わせ、実際値が所定値以下になってから、目標のストッパ位置になるまでの間で、進角補正值による補正によって遅角変化の 50

遅れを生じさせる。請求項 5 記載の発明では、前記目標値が前記ストップパの位置で、かつ、前記目標値が前記ストップパの位置に切り換わってから所定時間以上経過していることを条件に、前記所定の進角補正值による補正を行う構成とした。

【 0 0 1 2 】

かかる構成によると、目標値がストップパの位置に切り換わった時点から所定時間が経過するまでの間は、通常にフィードバック制御を行わせ、経過時間が所定時間になってからは、実際値がストップパ位置に十分に近づいているものと推定して、進角補正值による補正によって遅角変化に遅れを生じさせる。請求項 6 記載の発明では、前記所定の進角補正值を、回転位相を前記ストップパの位置にまで戻すときの戻し開始の回転位相に応じて設定する構成とした。

10

【 0 0 1 3 】

かかる構成によると、回転位相をどの位置からストップパ位置まで戻すかによって進角補正值を変化させる。

【 0 0 1 4 】

【発明の効果】

請求項 1 記載の発明によると、フィードホワード分が進角側にずれて設定されることで、遅角変化させて目標へ収束させるときの応答が遅れ、特にストップパ位置を目標とするときにストップパ位置に向かう速度が遅くなることで、ストップパの当たり音を小さくすることができるという効果がある。

【 0 0 1 5 】

請求項 2 記載の発明では、ストップパ位置を目標とするときに制御信号が進角補正され、この余分な制御信号をフィードバック制御で吸収する必要があるため、ストップパ位置に向かう遅角変化の速度が遅くなり、以って、ストップパの当たり音を小さくすることができるという効果がある。

20

請求項 3 記載の発明によると、ストップパ位置を目標とするときに偏差の積分値が進角制御側に修正されることで、この余分な積分結果を吐き出す必要が生じ、これによってストップパ位置に向かう遅角変化の速度が遅くなり、以って、ストップパの当たり音を小さくすることができるという効果がある。

【 0 0 1 6 】

請求項 4 , 5 記載の発明によると、目標がストップパ位置に切り換わった直後は通常に制御を行わせ、実際の回転位相がストップパ位置に近づいてから、遅れを生じさせるようにでき、目標への収束を過剰に遅らせることなく、ストップパの当たり音を小さくすることができるという効果がある。

30

請求項 6 記載の発明によると、当たり音が比較的小さい進角量の小さい状態からの戻し時に過剰に目標への収束が遅れることがなく、かつ、当たり音が比較的大きくなる進角量の大きい状態からの戻し時には、確実にストップパの当たり音を小さくすることができるという効果がある。

【 0 0 1 7 】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の実施の形態を説明する。

40

図 1 は実施の形態におけるエンジンのシステム構成図である。

この図 1 において、車両に搭載されるエンジン 1 0 1 の各気筒の燃焼室には、エアクリーナ 1 0 2 , 吸気通路 1 0 3 , モータ 1 0 4 a で開閉駆動される電子制御式スロットル弁 1 0 4 を介して空気が吸入される。

【 0 0 1 8 】

各気筒の燃焼室内に燃料（ガソリン）を直接噴射する電磁式の燃料噴射弁 1 0 5 が設けられており、該燃料噴射弁 1 0 5 から噴射される燃料と吸入空気とによって燃焼室内に混合気が形成される。

燃料噴射弁 1 0 5 は、コントロールユニット 1 3 1 から出力される噴射パルス信号によりソレノイドに通電されて開弁し、所定圧力に調圧された燃料を噴射する。

50

## 【 0 0 1 9 】

そして、噴射された燃料は、吸気行程噴射の場合は燃焼室内に拡散して均質な混合気を形成し、また圧縮行程噴射の場合は点火栓 1 0 6 回りに集中的に層状の混合気を形成する。燃焼室内に形成される混合気は、点火栓 1 0 6 により着火燃焼する。

但し、エンジン 1 0 1 を上記の直接噴射式ガソリンエンジンに限定するものではなく、吸気ポートに燃料を噴射する構成のエンジンであっても良い。

## 【 0 0 2 0 】

エンジン 1 0 1 からの排気は排気通路 1 0 7 より排出され、該排気通路 1 0 7 には排気浄化用の触媒 1 0 8 が介装されている。

また、吸気バルブ 1 0 9 を駆動する吸気側カムシャフト 1 1 0 には、電磁ブレーキの摩擦制動によりクランクシャフト 1 1 2 に対するカムシャフト 1 1 0 の回転位相を進角変化させ、作動角一定のまま吸気バルブ 1 0 9 のバルブタイミングを変更する電磁式可変バルブタイミング装置 1 1 5 が備えられている。

## 【 0 0 2 1 】

尚、電磁式可変バルブタイミング装置 1 1 5 は、排気側カムシャフトに備えられる構成であっても良いし、また、排気側カムシャフトと吸気側カムシャフトの双方に備えられる構成であっても良いし、更に、シングルカムに適用される構成であっても良い。

コントロールユニット 1 3 1 は、CPU, ROM, RAM, A/D変換器及び入出力インターフェイス等を含んで構成されるマイコンを備え、各種センサからの入力信号を受け、これらに基づいて演算処理して、燃料噴射弁 1 0 5, 点火栓 1 0 6 及び前記電磁式可変バルブタイミング装置 1 1 5 を制御する。

## 【 0 0 2 2 】

前記各種センサとして、エンジン 1 0 1 のクランク角を検出するクランク角センサ 1 2 1、カムシャフト 1 1 0 から気筒判別信号を取り出すカムセンサ 1 2 2 が設けられており、前記クランク角センサ 1 2 1 からの信号に基づきエンジン 1 0 1 の回転速度  $N_e$  が算出される。

この他、吸気通路 1 0 3 のスロットル弁 1 0 4 上流側で吸入空気流量  $Q$  (質量流量) を検出するエアフローメータ 1 2 3、アクセルペダルの踏み込み量(アクセル開度)  $APS$  を検出するアクセルセンサ 1 2 4、スロットル弁 1 0 4 の開度  $TVO$  を検出するスロットルセンサ 1 2 5、エンジン 1 0 1 の冷却水温  $T_w$  を検出する水温センサ 1 2 6、排気中の酸素濃度に応じて燃焼混合気の空燃比を検出する空燃比センサ 1 2 7、車速  $VSP$  を検出する車速センサ 1 2 8 などが設けられている。

## 【 0 0 2 3 】

ここで、前記電磁式可変バルブタイミング装置 1 1 5 の構造を、図 2, 3 に基づいて説明する。

尚、電磁式可変バルブタイミング装置 1 1 5 は、電磁ブレーキの摩擦制動によりクランクシャフトに対するカムシャフトの回転遅延を制御して、クランクシャフトに対するカムシャフトの回転位相を変化させる構成であれば良く、図 2, 3 に示すように第 1 の電磁ソレノイド及び第 2 の電磁ソレノイドを備える構成である必要はない。

## 【 0 0 2 4 】

図 2, 3 において、シリンダヘッド 1 2 0 に対して回転可能に支持されるカムシャフト 1 1 0 の端部 1 1 1 の軸周に回転可能にプーリ(又はスプロケット) 2 が支承される。プーリ 2 はカムシャフト 1 1 0 に対して相対回転可能に支承され、エンジン 1 0 1 のクランクシャフト 1 1 2 の回転に連動して回転する。

カムシャフト 1 1 0 の端部 1 1 1 の延長線上には、軸周にギヤが形成される伝達部材 3 がボルト 3 1 により固定され、プーリ 2 の回転が、以下に説明する伝達機構を介して伝達部材 3 に伝えられる。

## 【 0 0 2 5 】

カムシャフト 1 1 0 と同軸に、フランジを有する筒状のドラム 4 1 が設けられ、このドラム 4 1 とプーリ 2 との間には、ドラム 4 1 の回転位相を遅らせる方向に付勢するコイルば

10

20

30

40

50

ね42（弾性体）が介装されている。

即ち、プーリ2にはケース部材44が固定され、コイルばね42の外周側端部は、このケース部材44の内周面部分に固定され、コイルばね42の内周側端部は、ドラム41の外周面に固定されている。

【0026】

ここで、前記ドラム41に形成されたストッパ41aと、前記プーリ2に形成されたストッパ2aとが当接して、コイルばね42による付勢方向（回転位相を遅らせる方向）への回転位相の変化が規制されるようになっており、後述する電磁ブレーキの摩擦制動力によって前記ストッパ位置（以下、基準位置という）から回転位相が進角方向に変化し、電磁ブレーキによる摩擦制動力が無くなると、コイルばね42の付勢力によって前記基準位置にまで戻るようになっている。

10

【0027】

また、伝達部材3の軸周に形成されたギア32と、筒状のピストン部材43の内周に形成されたギア433とが、はず歯ギヤによるヘリカル機構により噛み合っている。

ピストン部材43の外周面の対向する2箇所に、係合部431、431が突出形成されていて、プーリ2の回転中心部分からカムシャフト110の軸方向に延出している爪部材21、21の間に前記係合部431、431が係合している。この係合によりピストン部材43とプーリ2とは同位相で回転する。

【0028】

ピストン部材43の前記係合部431、431には、ピストン部材43の軸を中心とする雄ねじ432が各々形成され、ドラム41の内周面には雌ねじ411が形成されていて、この両者はねじ作用により噛み合っている。

20

ドラム軸受部材45は、伝達部材3の外周とドラム41の内周との間に介装され、この両者の相対回転を軸受する。このドラム軸受部材45とドラム41の内周面との間には、爪受部材7aが介装されている。

【0029】

この爪受部材7aはドラム41の内周面に支持され、爪部材21、21の先端部の外周面に形成されている段部22、22に当接して、カムシャフト110の径方向に爪部材21、21を係止している。

被吸引部材46は、その回転中心部分に内歯の平ギヤ461が形成され、このギヤ461には、伝達部材3の先端部に形成されている平ギヤ33に噛み合っている。

30

【0030】

これにより、被吸引部材46は伝達部材3に対し、その軸方向に摺動可能に構成されると共に、被吸引部材46と伝達部材3とは同位相で回転する。

ドラム41のフランジ部分412の側面にはギア413が形成され、被吸引部材46の一方の面462に形成されているギア463と対峙していて、この両ギヤは噛み合うことで、ドラム41と被吸引部材46とが回転方向に係合するようにしてある。

【0031】

第1の電磁ソレノイド5bと第2の電磁ソレノイド5aは、カムシャフト110の軸芯線を囲むように、カムシャフト110の端部111に固定されている伝達部材3や、この伝達部材3を固定しているボルト31の外周面を囲むように軸受部材6を介して配置されている。

40

すなわち、スペーサ部材47が、ボルト31の頭部311と伝達部材3の先端部との間に嵌合固定されていて、このスペーサ部材47の外周側には、第2の電磁ソレノイド5aがスペーサ部材47との間に軸受部材6を介して配置されている。

【0032】

さらに、第2の電磁ソレノイド5aと被吸引部材46の外周側には、電磁ブレーキを構成する第1の電磁ソレノイド5bが配置されている。第2の電磁ソレノイド5aはボルト51aにより、ケース8に固定されている。

次に作用について説明する。

50

カムシャフト 1 1 0 の回転位相を進角側に変更するためには、第 1 の電磁ソレノイド 5 b が発生する磁界によりピストン部材 4 3 をカムシャフト 1 1 0 の軸方向に移動することにより行う。

【 0 0 3 3 】

すなわち、まず、第 2 の電磁ソレノイド 5 a の発生磁界により、被吸引部材 4 6 が吸引されて、被吸引部材 4 6 のギア 4 6 3 と、ドラム 4 1 のギア 4 1 3 とが離れ、ドラム 4 1 がプーリ 2 に対して相対的に回転できるようにする。

そして、第 1 の電磁ソレノイド 5 b の発生磁界により、ドラム 4 1 を吸引することで、ドラム 4 1 を第 1 の電磁ソレノイド 5 b の端面に押し付けて、摩擦制動を作用させる。

【 0 0 3 4 】

これにより、ドラム 4 1 はコイルばね 4 2 の付勢力に抗してプーリ 2 に対して回転遅れを生じて相対回転し、ねじ 4 1 1 とねじ 4 3 2 とで噛み合っているピストン部材 4 3 はカムシャフト 1 1 0 の軸方向に移動する。

ピストン部材 4 3 と伝達部材 3 とは前記のヘリカル機構により噛み合っているため、ピストン部材 4 3 の移動により、伝達部材 3 引いてはカムシャフト 1 1 0 の回転位相がプーリ 2 に対して進角側に変わることになる。

【 0 0 3 5 】

従って、第 1 の電磁ソレノイド 5 b への電流値を増大させ、コイルばね 4 2 の付勢力に抗する制動力（滑り摩擦）を増大させるほど、カムシャフト 1 1 0 の回転位相が進角側に変更されることになる。

上記のように、電磁ブレーキによる制動力に応じて決まるドラム 4 1 の回転遅れ量によってカムシャフト 1 1 0 の回転位相がプーリ 2（クランクシャフト 1 1 2）に対して変わるものであり、前記電磁ブレーキによる制動力は、第 1 の電磁ソレノイド 5 b に供給される電流値をデューティ制御することで制御されるようになっており、前記電流値の制御デューティ *D u t y* を変化させることで、回転位相の変化量（進角量）を連続的に制御できる。

【 0 0 3 6 】

尚、本実施形態では、電磁ブレーキの制御信号に相当する制御デューティ *D u t y*（%）の増大に応じて、前記第 1 の電磁ソレノイド 5 b に供給される電流値が増大し、該電流値の増大に応じてカムシャフト 1 1 0 の回転位相が進角方向に変化するものとする。

前記コントロールユニット 1 3 1 は、後述するようにして、第 1 の電磁ソレノイド 5 b の通電をフィードバック制御してカムシャフト 1 1 0 の回転位相を変化させ、目標回転位相に一致すると、第 2 の電磁ソレノイド 5 a への通電を遮断することで、被吸引部材 4 6 のギア 4 6 3 と、ドラム 4 1 のギア 4 1 3 とを噛み合わせ、ドラム 4 1 をプーリ 2 に対してそのときの位相状態で固定し、第 1 の電磁ソレノイド 5 b への通電を遮断する。

【 0 0 3 7 】

図 4 は、前記第 1 電磁ソレノイド 5 b の通電制御回路の第 1 実施形態を示すブロック図であり、フィードホワードデューティ演算部 2 0 1 には、エンジン負荷やエンジン回転速度などの運転条件に応じて設定される目標の回転位相（目標進角量）が入力され、該目標値に応じてフィードホワードデューティ（基本デューティ）を演算する。

【 0 0 3 8 】

ここで、デューティ値の増大に比例して回転位相が進角変化するため、前記目標の回転位相に対するフィードホワードデューティの要求値は、図 4 中に点線で示すように比例関係となるが、本実施形態では、所定の回転位相（進角量）以下の領域で、前記要求値よりも大きな進角側にずれたフィードホワードデューティが設定されるようにしてある。

【 0 0 3 9 】

前記目標値は、フィードバックデューティ演算部 2 0 2 にも入力され、該フィードバックデューティ演算部 2 0 2 では、前記クランク角センサ 1 2 1 及びカムセンサ 1 2 2 からの検出信号に基づいて検出される実際の回転位相と前記目標値との偏差を演算し、更に、該偏差に基づく比例・積分・微分動作によってフィードバックデューティを演算する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 0 】

尚、前記フィードバックデューティの演算を、比例・積分・微分動作の組み合わせに限定するものではなく、比例・積分動作で行わせる構成としても良く、また、スライディングモードを用いて行わせる構成としても良い。

そして、前記フィードバックデューティに前記フィードホワードデューティが加算され、該加算後のデューティが駆動回路 2 0 3 に出力される。

## 【 0 0 4 1 】

前記駆動回路 2 0 3 は、入力されるデューティに応じて前記第 1 の電磁ソレノイド 5 b の通電を制御する。

上記構成において、前記フィードホワードデューティは、前述のように、目標が所定の回転位相（進角量）以下の領域で要求値よりも大きな値に設定されるから、そのままでは、目標よりも進角側に制御されることになり、該進角側へのずれがフィードバック制御で吸収されることになる。

## 【 0 0 4 2 】

従って、フィードホワードデューティが要求値よりも大きな値に設定される領域の目標に向けて遅角制御するときには、目標への収束が遅れることになり、特に、目標を最遅角位置であるストッパ位置とするときには、ストッパ位置へ徐々に近づくことで、ストッパの当たり音を低減することができる。

図 5 は、前記第 1 電磁ソレノイド 5 b の通電制御回路の第 2 実施形態を示すブロック図であり、前記図 4 と同一要素には同一符号を付してある。

## 【 0 0 4 3 】

この図 5 のブロックに示すフィードホワードデューティ演算部 2 0 1 では、各目標回転位相から要求されるフィードホワードデューティ、即ち、基本特性上でフィードホワードデューティを与えたときに目標回転位相になるようなデューティを設定する。

そして、フィードバックデューティ演算部 2 0 2 で演算されるフィードバックデューティに前記フィードホワードデューティが加算され、該加算後のデューティが駆動回路 2 0 3 に出力される。

## 【 0 0 4 4 】

一方、進角補正值出力部 2 0 4 が設けられ、該進角補正值出力部 2 0 4 は、目標の回転位相が、最遅角位置であるストッパ位置（進角量 = 0）であるときに、駆動回路 2 0 3 に出力されるデューティを増大補正し、該増大補正分をフィードバック制御で吸収させるようにすることで、ストッパ位置に向かう回転位相の変化を遅らせ、以って、ストッパの当たり音を低減するようにしてある。

## 【 0 0 4 5 】

図 6 のフローチャートは、前記進角補正值出力部 2 0 4 の処理動作を詳細に示すものである。

ステップ S 1 では、目標の回転位相を読み込み、ステップ S 2 では、前記目標の回転位相がストッパ位置（進角量 = 0）であるか否かを判別する。

そして、目標の回転位相がストッパ位置（進角量 = 0）であるときに、ステップ S 3 へ進む。

## 【 0 0 4 6 】

ステップ S 3 では、実際の回転位相（進角量）が所定値以下であるか否かを判別し、目標がストッパ位置（進角量 = 0）であっても、実際の回転位相（進角量）が所定値以下でない場合には、補正処理を行うことなくそのまま本ルーチンを終了させる。

一方、目標がストッパ位置（進角量 = 0）で、かつ、実際の回転位相（進角量）が所定値以下である状態になると、ステップ S 4 へ進み、駆動回路 2 0 3 に出力されるデューティを所定の進角補正值だけ増大補正する。

## 【 0 0 4 7 】

上記構成により、目標がストッパ位置（進角量 = 0）に切り換わると、実際の回転位相（進角量）が所定値になるまでは、フィードバックデューティとフィードホワードデューティ

10

20

30

40

50

ィとから演算される通常のデューティが駆動回路203に出力されるが、実際の回転位相（進角量）が所定値以下になると、フィードバックデューティ+フィードホワードデューティ+進角補正值としてデューティが決定されるようになる。

#### 【0048】

前記進角補正值は、回転位相を目標よりも進角させる方向に作用するから、フィードバック制御によってこれを吸収する補正がなされることになり、これによって、ストップ位置に向かう遅角方向への回転位相の変化が遅れ、ストップの当たり音が低減される。

更に、目標がストップ位置（進角量=0）に切り換わっても、実際の回転位相が所定値以下になるまではデューティの補正がなされないので、その間は、比較的速い速度で回転位相を遅角変化させることができ、ストップ位置に戻るときの応答が過剰に遅くなることを回避できる。

10

#### 【0049】

但し、ステップS3を省略して、目標がストップ位置（進角量=0）であるときに無条件に進角補正值を付加する構成としても良い。

尚、前記進角補正值は、固定値であっても良いが、図7に示すように、ストップ位置に戻すときの戻し角度が大きいときほど、即ち、回転位相を变化代が大きいときほど大きくすると良い。

#### 【0050】

前記戻し角度は、ストップ位置に切り換わる前の目標回転位相、又は、目標の回転位相がストップ位置に切り換わった時点での実際の回転位相、即ち、戻し開始時の回転位相から求められる。

20

また、ステップS3で実際の回転位相が所定以下になったか否かを判別させる代わりに、目標の回転位相がストップ位置に切り換わってから所定時間以上経過しているか否かを判別させることで、間接的に実際の回転位相が所定値以下の状態になったか否かを判別させる構成とすることもできる。

#### 【0051】

上記構成においては、目標の回転位相がストップ位置に切り換わってから実際の回転位相が所定値以下の状態になるまでの時間が、前記戻し角度によって異なるので、前記戻し角度が小さいときほど、前記所定時間をより短く変更すると良い。

図8は、前記第1電磁ソレノイド5bの通電制御回路の第3実施形態を示すブロック図であり、前記図4と同一要素には同一符号を付してある。

30

#### 【0052】

この図8のブロックに示すフィードホワードデューティ演算部201では、目標回転位相から要求されるフィードホワードデューティ、即ち、基本特性上でフィードホワードデューティを与えたときに目標回転位相になるようなデューティを設定する。

一方、フィードバックデューティ演算部202では、積分分演算部202a、比例分演算部202b、微分分演算部202cが、それぞれ偏差の積分値、偏差、偏差の微分値に基づき積分分、比例分、微分分を演算し、これらの加算値としてフィードバックデューティを出力する。

#### 【0053】

40

そして、前記フィードバックデューティに前記フィードホワードデューティを加算し、該加算後のデューティが駆動回路203に出力される。

また、偏差積分値補正部205が設けられ、該偏差積分値補正部205は、目標の回転位相が最遅角位置であるストップ位置（進角量=0）であるときに、前記積分分演算部202aにおける偏差の積分値を、積分分が増大する方向に補正することで、ストップ位置に向かう回転位相の変化を遅らせ、以って、ストップの当たり音を低減するようにしてある。

#### 【0054】

図9のフローチャートは、前記偏差積分値補正部205の処理動作を詳細に示すものである。

50

ステップ S 1 1 では、目標の回転位相を読み込み、ステップ S 1 2 では、前記目標の回転位相がストッパ位置（進角量 = 0）であるか否かを判別する。

そして、目標の回転位相がストッパ位置（進角量 = 0）であるときに、ステップ S 1 3 へ進む。

【 0 0 5 5 】

ステップ S 1 3 では、実際の回転位相（進角量）が所定値以下であるか否かを判別し、目標がストッパ位置（進角量 = 0）であっても、実際の回転位相（進角量）が所定値以下でない場合には、補正処理を行うことなくそのまま本ルーチンを終了させる。

尚、第 2 の実施形態と同様に、ステップ S 1 3 を省略しても良いし、また、ステップ S 1 3 で目標がストッパ位置に切り換わってからの経過時間を判別させるようにしても良い。

10

【 0 0 5 6 】

一方、目標がストッパ位置（進角量 = 0）で、かつ、実際の回転位相（進角量）が所定値以下である状態になると、ステップ S 1 4 へ進み、ステップ S 1 2 , 1 3 の条件が成立した初回時であるか否かを判別する。

条件成立の初回時であるときには、ステップ S 1 5 へ進み、前記積分演算部 2 0 2 a における偏差の積分値を、積分分が進角側に变化する方向に所定の進角補正量だけ補正する。

【 0 0 5 7 】

尚、前記偏差の積分値の補正に用いる進角補正值は、第 2 の実施形態と同様に戻し角度に応じて変更すると良い。

20

上記のようにして、偏差の積分値が補正されると、積分分として目標よりも進角側にオフセット補正することになり、この余分な進角補正分の吐き出し行われる間、回転位相の遅角側への変化が遅れ、以って、ストッパの当たり音が低減されることになる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 実施の形態におけるエンジンのシステム構成図。

【 図 2 】 実施の形態における電磁式可変バルブタイミング装置の断面図。

【 図 3 】 実施の形態における電磁式可変バルブタイミング装置の分解斜視図。

【 図 4 】 回転位相制御の第 1 実施形態を示すブロック図。

【 図 5 】 回転位相制御の第 2 実施形態を示すブロック図。

【 図 6 】 上記第 2 実施形態における補正制御の詳細を示すフローチャート。

30

【 図 7 】 第 2 , 3 の実施形態に共通の補正值の特性図。

【 図 8 】 回転位相制御の第 3 実施形態を示すブロック図。

【 図 9 】 上記第 3 実施形態における補正制御の詳細を示すフローチャート。

【 符号の説明 】

2 ... プーリ

2 a ... ストッパ

3 ... 伝達部材

5 a ... 第 2 の電磁ソレノイド

5 b ... 第 1 の電磁ソレノイド

4 1 ... ドラム

40

4 1 a ... ストッパ

4 2 ... コイルバネ

4 3 ... ピストン部材

4 6 ... 被吸引部材

1 1 0 ... カムシャフト

1 0 1 ... エンジン

1 1 5 ... 電磁式可変バルブタイミング装置

1 2 1 ... クランク角センサ

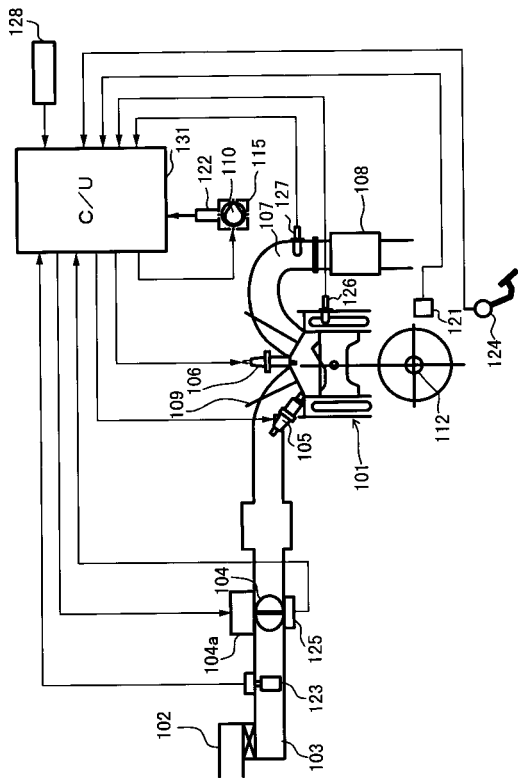
1 2 2 ... カムセンサ

1 3 1 ... コントロールユニット

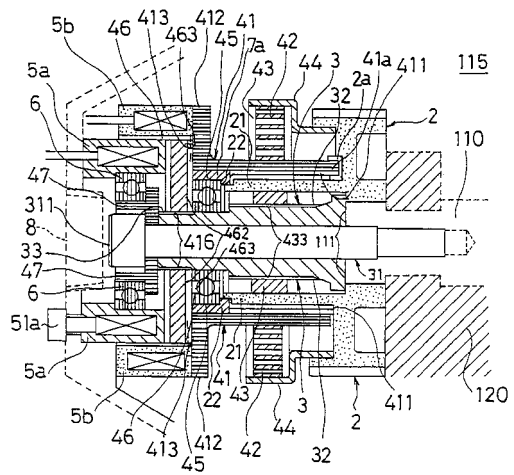
50

- 201 ... フィードホワードデューティ演算部
- 202 ... フィードバックデューティ演算部
- 203 ... 駆動回路
- 204 ... 進角補正值出力部
- 205 ... 偏差積分値補正部

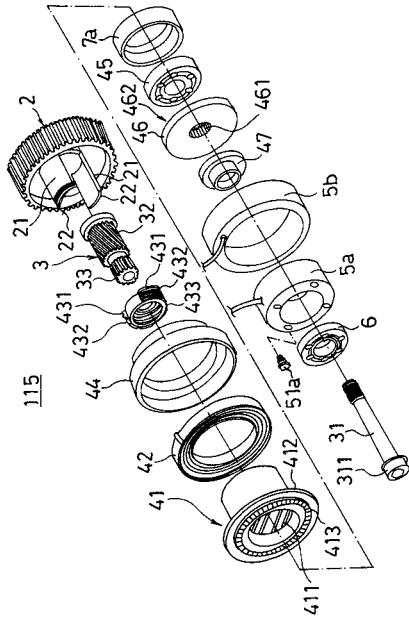
【図1】



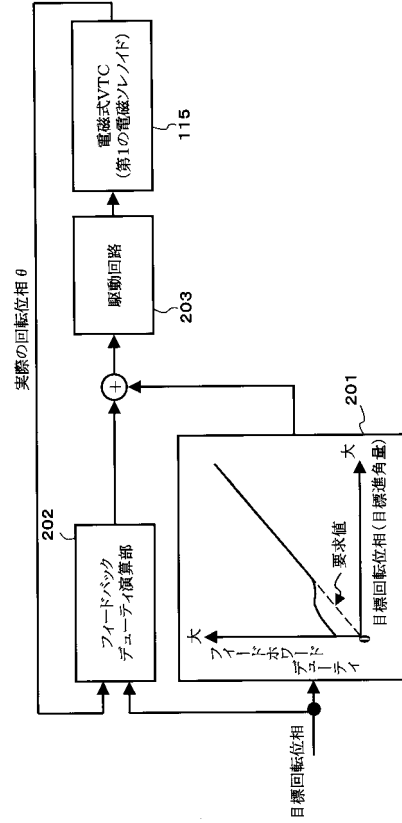
【図2】



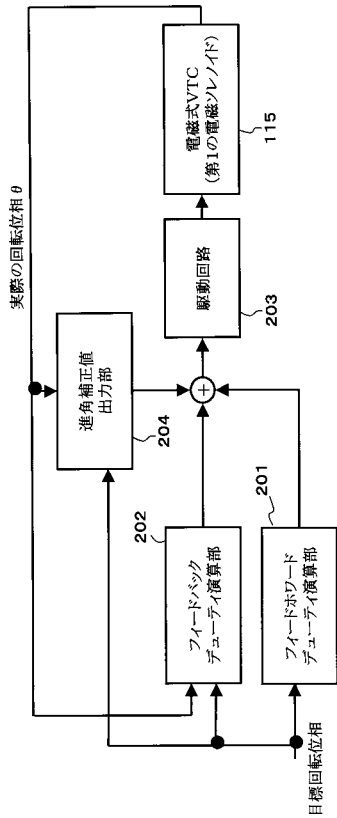
【 図 3 】



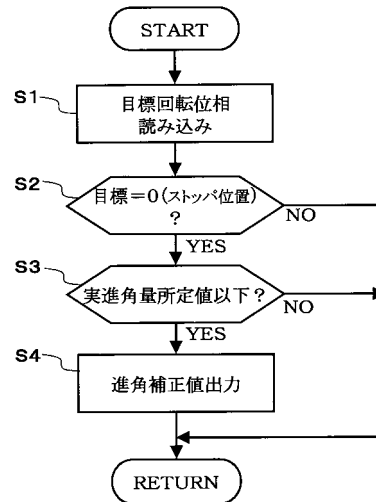
【 図 4 】



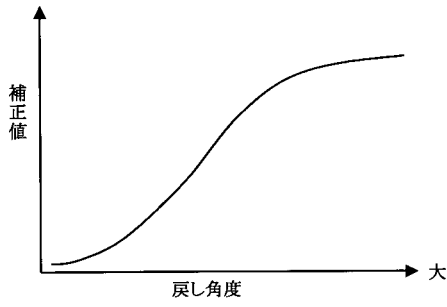
【 図 5 】



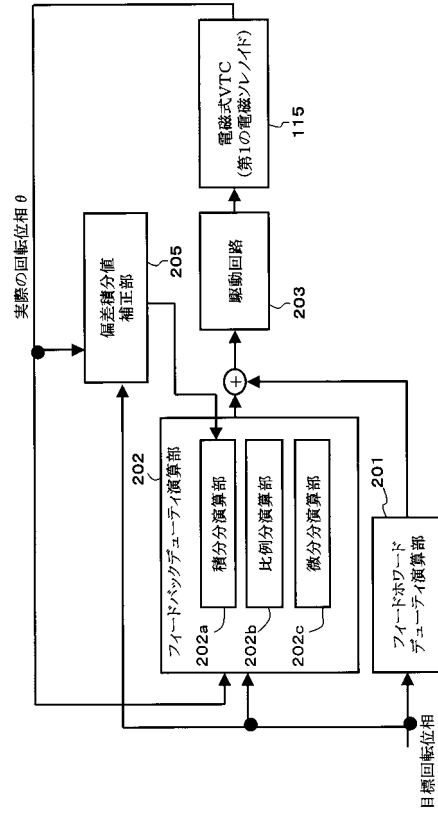
【 図 6 】



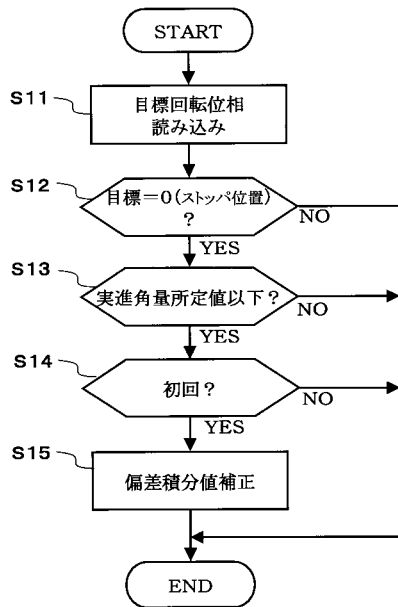
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平04 - 276104 (JP, A)  
特開2000 - 130198 (JP, A)  
特開2000 - 073791 (JP, A)  
特開平04 - 362237 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D 13/02  
F01L 1/34  
F01L 13/00  
F02D 45/00