

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3750936号

(P3750936)

(45) 発行日 平成18年3月1日(2006.3.1)

(24) 登録日 平成17年12月16日(2005.12.16)

(51) Int. Cl.		F I		
FO1L	1/34	(2006.01)	FO1L	1/34 E
FO1L	13/00	(2006.01)	FO1L	13/00 3O1Y
FO2D	13/02	(2006.01)	FO2D	13/02 H

請求項の数 3 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2002-123349 (P2002-123349)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成14年4月25日 (2002.4.25)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2003-314223 (P2003-314223A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成15年11月6日 (2003.11.6)	(74) 代理人	100057874
審査請求日	平成14年4月25日 (2002.4.25)		弁理士 曾我 道照
		(74) 代理人	100110423
			弁理士 曾我 道治
		(74) 代理人	100071629
			弁理士 池谷 豊
		(74) 代理人	100084010
			弁理士 古川 秀利
		(74) 代理人	100094695
			弁理士 鈴木 憲七
		(74) 代理人	100111648
			弁理士 梶並 順

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関のバルブタイミング制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の運転状態を検出するための運転状態検出手段と、
吸気バルブ及び排気バルブの少なくともいずれか一方のバルブタイミングを検出するための実バルブタイミング検出手段と、

前記運転状態検出手段の検出結果に基づき、前記バルブタイミングに対する目標バルブタイミングを設定する目標バルブタイミング設定手段と、

前記吸気バルブ及び前記排気バルブの少なくともいずれか一方のバルブタイミングを変更するアクチュエータと、

前記アクチュエータを駆動すべく前記アクチュエータにオイルを供給すると共にその油圧調整を行う油圧調整手段と、

前記バルブタイミングを前記目標バルブタイミングに追従させるために、前記油圧調整手段を制御することにより前記アクチュエータを制御する実バルブタイミング制御手段と

、
前記油圧調整手段が前記アクチュエータに供給する前記オイルの油温を推定する油温推定手段と

を備え、

前記実バルブタイミング制御手段は、前記油温推定手段で推定された前記油温に基づいて、前記油圧調整手段を制御するための制御量を切り換え、

前記油温推定手段は、前記内燃機関の前回運転時の状態と現在の運転状態とに基づいて

10

20

、前記油圧調整手段が前記アクチュエータに供給する前記オイルの油温を推定することを特徴とする内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項2】

内燃機関の運転状態を検出するための運転状態検出手段と、
吸気バルブ及び排気バルブの少なくともいずれか一方のバルブタイミングを検出するための実バルブタイミング検出手段と、

前記運転状態検出手段の検出結果に基づき、前記バルブタイミングに対する目標バルブタイミングを設定する目標バルブタイミング設定手段と、

前記吸気バルブ及び前記排気バルブの少なくともいずれか一方のバルブタイミングを変更するアクチュエータと、

前記アクチュエータを駆動すべく前記アクチュエータにオイルを供給すると共にその油圧調整を行う油圧調整手段と、

前記バルブタイミングを前記目標バルブタイミングに追従させるために、前記油圧調整手段を制御することにより前記アクチュエータを制御する実バルブタイミング制御手段と

、
前記アクチュエータを所定の相対角度で係止するとともに、前記アクチュエータの進角側あるいは遅角側のいずれか一方に油圧を供給することで前記係止が解除されるロック手段と、

前記油圧調整手段が前記アクチュエータに供給する前記オイルの油温を推定する油温推定手段と、

前記ロック手段によるロック位置からバルブタイミングを変更するときに、バルブタイミングが変化する前に前記ロック手段の解除動作を行うよう前記油温推定手段で推定された前記油温に基づいて、前記油圧調整手段を制御するための制御量を切り換えるロック解除制御手段と

を備え、

前記油温推定手段は、前記内燃機関の前回運転時の状態と現在の運転状態とに基づいて、前記油圧調整手段が前記アクチュエータに供給する前記オイルの油温を推定する

ことを特徴とする内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項3】

前記油温推定手段は、

前記内燃機関の回目の運転時において前記内燃機関の暖機状態が所定期間以上継続し、かつ、現在の運転での始動時水温が所定値以上の場合に、前記油温が所定値以上であると推定する

ことを特徴とする請求項1または2に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は内燃機関のバルブタイミング制御装置に関し、特に、内燃機関の運転条件に応じて吸気弁や排気弁の開閉タイミング（バルブタイミング）を調整するための内燃機関のバルブタイミング制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来技術として、例えば、特開平7-91280号公報、特開平10-227235号公報にて開示されたものが知られている。これらの公報のものでは、油圧式のアクチュエータを用いたバルブタイミング制御機構により所望のバルブタイミングを得る技術が示されている。また、これらはバルブタイミング制御機構において、各油温におけるオイルの粘性状態の違いによるバルブタイミング制御における制御偏差を解消するための対策をおこなった例が示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

前記従来技術では、制御量の補正を行うため、前者のものでは、油温を検出する油温センサが配設されており、コストアップの原因となっていた。また、後者のものでは、始動時の冷却水温と内燃機関の運転状態（例えば、発熱量）を用いて油温を推定しているが、一旦内燃機関を停止させた後の水温の上がり方は油温に比べて早く、一定時間放置した後の再始動時における水温と油温の差は大きく、正確に油温を推定することはできない。始動直後において冷却水温を油温に代替えた場合、適切な制御量が与えられず、目標バルブタイミングと実バルブタイミングとの偏差が大きくなってしまおうという問題点があった。

【0004】

また、ロック機構を有し、ロックピン解除動作を実施するもので、水温から油温を推定し、制御量を決定する従来装置もあるが、上述のように始動直後において油温推定の精度がよくないため、ロックピンを確実に抜くために余裕代を含んだ制御量の設定となっており、ロックピン解除後も不要なピン抜き動作を実施し、本来の運転状態で要求される目標バルブタイミングへの追従が遅れ、内燃機関のドライバビリティを悪化させてしまおうという問題点があった。

【0005】

この発明はかかる問題点を解決するためになされたもので、始動時における油温の推定精度を向上させ、適切な制御量を与えることで制御偏差を低減させる内燃機関のバルブタイミング制御装置を得ることを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

この発明は、内燃機関の運転状態を検出するための運転状態検出手段と、吸気バルブ及び排気バルブの少なくともいずれか一方のバルブタイミングを検出するための実バルブタイミング検出手段と、前記運転状態検出手段の検出結果に基づき、前記バルブタイミングに対する目標バルブタイミングを設定する目標バルブタイミング設定手段と、前記吸気バルブ及び前記排気バルブの少なくともいずれか一方のバルブタイミングを変更するアクチュエータと、前記アクチュエータを駆動すべく前記アクチュエータにオイルを供給すると共にその油圧調整を行う油圧調整手段と、前記バルブタイミングを前記目標バルブタイミングに追従させるために、前記油圧調整手段を制御することにより前記アクチュエータを制御する実バルブタイミング制御手段と、前記油圧調整手段が前記アクチュエータに供給する前記オイルの油温を推定する油温推定手段とを備え、前記実バルブタイミング制御手段は、前記油温推定手段で推定された前記油温に基づいて、前記油圧調整手段を制御するための制御量を切り換え、前記油温推定手段は、前記内燃機関の前回運転時の状態と現在の運転状態とに基づいて、前記油圧調整手段が前記アクチュエータに供給する前記オイルの油温を推定することを特徴とする内燃機関のバルブタイミング制御装置である。

【0007】

また、この発明は、内燃機関の運転状態を検出するための運転状態検出手段と、吸気バルブ及び排気バルブの少なくともいずれか一方のバルブタイミングを検出するための実バルブタイミング検出手段と、前記運転状態検出手段の検出結果に基づき、前記バルブタイミングに対する目標バルブタイミングを設定する目標バルブタイミング設定手段と、前記吸気バルブ及び前記排気バルブの少なくともいずれか一方のバルブタイミングを変更するアクチュエータと、前記アクチュエータを駆動すべく前記アクチュエータにオイルを供給すると共にその油圧調整を行う油圧調整手段と、前記バルブタイミングを前記目標バルブタイミングに追従させるために、前記油圧調整手段を制御することにより前記アクチュエータを制御する実バルブタイミング制御手段と、前記アクチュエータを所定の相対角度で係止するとともに、前記アクチュエータの進角側あるいは遅角側のいずれか一方に油圧を供給することで前記係止が解除されるロック手段と、前記油圧調整手段が前記アクチュエータに供給する前記オイルの油温を推定する油温推定手段と、前記ロック手段によるロック位置からバルブタイミングを変更するとき、バルブタイミングが変化する前に前記ロック手段の解除動作を行うよう前記油温推定手段で推定された前記油温に基づいて、前記油圧調整手段を制御するための制御量を切り換えるロック解除制御手段とを備え、前記油

10

20

30

40

50

温推定手段は、前記内燃機関の前回運転時の状態と現在の運転状態とに基づいて、前記油圧調整手段が前記アクチュエータに供給する前記オイルの油温を推定することを特徴とする内燃機関のバルブタイミング制御装置である。

【0008】

また、前記油温推定手段は、前記内燃機関の過去の運転時において前記内燃機関の暖機状態が所定期間以上継続し、かつ、現在の運転での始動時水温が所定値以上の場合に、前記油温が所定値以上であると推定する。

【0013】

【発明の実施の形態】

実施の形態 1 .

以下、本発明の実施の形態を図に基づいて説明する。実施の形態 1 は、従来技術の始動時の冷却水温と内燃機関の運転状態（例えば、発熱量）を用いて油温の推定を行う油温推定手段が始動時の油温推定における誤差の発生を防止することである。一般に、内燃機関を停止させた後の水温の下がり方は、油温と比べて早く、一定期間放置した後での水温と油温の差は大きく開いている。前記従来技術での油温推定手段では、始動時または、始動直後においては、実油温よりも低い冷却水温の値を推定油温として置き換えることになってしまう。また、この時点における発熱量も始動時では 0、始動直後でも冷却水温と実油温の温度差を補うだけの熱量は発生しておらず、実油温よりも低い値の推定油温を用いて制御量を求めることになるため、実油温に対する適切な制御量を与えることはできず、目標バルブタイミングと実バルブタイミングとの偏差が大きくなったり、ハンチングが発生したりする不具合があった。

【0014】

しかしながら、本実施の形態においては、過去の運転時において暖機状態が所定期間以上続いたかという条件と現在の始動時水温とに基づいて、油温が暖機状態及び冷機状態のどちらかであると推定することで、始動時における油温の推定ずれを小さくすることができる。前述のように暖機状態であると判断された状態から、エンジンを一旦停止させ、一定期間放置させた場合、停止状態における温度の下がり方は、油温よりも水温の方が早いいため、エンジンを再始動させる時点における油温は冷却水温よりも高くなっている。そのため、事前に油温が暖機状態にあることを保証する水温を実験的に確認しておき、当該水温の値を所定値として設定する。これにより、始動時において水温がその所定値以上か、それ未満かを判断することで、油温が暖機状態にあるか否かを推定することができ、始動時において油温に適した制御量を切り換えることができ、目標バルブタイミングと実バルブタイミングとの偏差が大きくなったり、ハンチングが発生したりする不具合が解消でき、バルブタイミングを適切に制御することができるようにするものである。

【0015】

図 14 に、油温の暖機状態及び冷機状態に応じて制御量を補正するための補正係数 K を示す。また、あるエンジン回転速度における油温に対する油圧の特性を図中に点線で示している。油温 - 油圧特性において、油温が所定値以上の領域（すなわち、暖機状態）での油圧の変化は、油温が所定値未満の領域（すなわち、冷機状態）にくらべて小さく、ほとんど横這いの状態である。そのため、図 14 に示す暖機状態における補正係数 K の設定（ $K = 1.0$ ）でも、バルブタイミングの制御性が悪化することはほとんどない。しかしながら、暖機状態と冷機状態では、油圧が大きく異なっており、同一の制御量では、油圧が高くなる冷機状態の方が、アクチュエータをより動かす方向にあり、ハンチングしやすくなる。そのため、冷機状態における補正係数 K （ $K = K_L$ ）の設定は、アクチュエータが動きすぎるのを抑えるため、制御量を小さくする方向に設定してある。

【0016】

また、図 14 に示すとおり、油温が低くなるほど、油圧は高くなる傾向にあるため、制御量を徐々に小さく設定していく必要があるが、一方で内燃機関の冷却が進むと（例えば、水温がある温度より低くなった場合）、内燃機関において失火が発生してくるため、バルブタイミングの動作を停止させている領域（図 14 の領域 B）が存在する。前述のバルブ

10

20

30

40

50

タイミング動作停止領域（領域 B）を除いたバルブタイミングの動作領域における冷機状態の範囲（すなわち、図 14 での領域 A）では、油圧の変化は、制御性に影響を与えるほど大きくないので、冷機状態において補正係数 K_L を変更することなく、バルブタイミングを制御することが可能である。今回の実施の形態では、上述のバルブタイミング動作領域において、2 値の補正係数 K （ 1.0 と K_L ）の切り換えで、十分にバルブタイミング機構を制御するものについて述べている。

【0017】

図 1 は、本発明の実施の形態 1 にかかる内燃機関のバルブタイミング制御装置を有する内燃機関の構成図である。図において、1101 は内燃機関、1102 は内燃機関 1101 が吸入する空気を浄化するエアクリーナ、1103 は内燃機関 1101 が吸入する空気量を計量するエアフローセンサ、1104 は空気を吸入する吸気管、1105 は吸入する空気量を調節し、内燃機関 1101 の出力をコントロールするスロットルバルブ、1106 は吸入した空気量に見合った燃料を供給するインジェクタ、1111 は内燃機関 1101 の燃焼室内の混合気を燃焼させる火花を発生する点火プラグ、1110 は点火プラグ 1111 に高電圧エネルギーを供給する点火コイル、1107 は燃焼した排気ガスを排出する排気管、1108 は排気ガス内の残存酸素量を検出する O_2 センサ、1109 は排気ガス内の有害ガスである THC 、 CO 、 NO_x を同時に浄化する事の出来る三元触媒である。1116 はクランク角検出用のセンサプレートで、所定位置に突起（図示なし）が設けられており、クランクシャフトに取り付けられクランクシャフトと一体で回転している。1115 はクランクシャフトの位置を検出するクランク角センサであり、センサプレート 1116 の突起（図示なし）がクランク角センサ 1115 を横切る時に信号を発生するようになっており、クランク角を検出する。1113 はクランクシャフトに対するカムシャフトの相対角度を変化させるアクチュエータ（バルブタイミング調整装置）である。1112 はクランク角センサ同様図示しないカム角検出用センサプレートの突起によりパルス信号を発生し、カム角を検出するカム角センサである。1114 はオイルコントロールバルブ（以下、 OCV ）であり、カム位相アクチュエータ（バルブタイミング調整装置）1113 への供給油圧を調整して、クランクシャフトに対するカムシャフトの相対角度（カム位相）を制御するものである（油圧調整手段）。1117 は ECU であり、カム位相の制御を行うと共に、内燃機関 1101 の制御も行っている。1118 はオイルポンプであり、カム位相アクチュエータ 1113 を駆動する油圧を発生すると共に、内燃機関 1101 の機構部品の潤滑油を各部に圧送する。1121 は冷却水であり、内燃機関 1110 を冷却する。1122 は水温センサであり、冷却水 1121 の温度を検出する。なお、補足ながら、図 1 においては、油圧を検出するための油圧センサ 1119、及び、油温を検出する油温センサ 1120 が図示されているが、これらは、上述したように、特開平 7 - 91280 号公報等に記載された従来装置においては設けられていたが、コストアップの原因となるため、本発明においては設けられていないものとする。

【0018】

ECU 1117 は、内燃機関 1101 の運転状態により目標バルブタイミング VTT を算出する。また、クランク角センサ 1115 で検出したクランク角と、カム角センサ 1112 で検出したカム角とにより、実バルブタイミング VTA を算出する。実バルブタイミング VTA と目標バルブタイミング VTT の偏差 ER によりフィードバック制御して、 OCV 1114 への通電電流値もしくはデューティ比を制御することで、実バルブタイミング VTA を目標バルブタイミング VTT に一致させる。 OCV 1114 は、カム位相アクチュエータ 1113 に対するオイルの油路を選択し、印加油圧を調整することにより、バルブタイミングを制御する。

【0019】

次に、本発明の実施の形態 1 にかかる内燃機関のバルブタイミング制御装置で使用されている ECU 1117 の油温推定の処理手順を図 2 及び図 3 のフローチャートに基づき説明する（油温推定手段）。なお、この油温推定処理は所定時間毎に ECU 1117 にて繰り返し実行される。図 2 は、内燃機関が暖気状態であるか否かを 3 つのパラメータ（冷却水

温、エンジンの回転速度（エンジン回転数）、充填効率（吸入空気量）を用いて推定し、暖機状態であると推定された場合にその期間を累積する（すなわち、暖機完了カウンタをカウントアップする。）処理の流れを示したものである。図3は、図2で得られた暖機完了カウンタの値（前回の運転時のもの）と現在の始動時水温とを用いて、油温が所定値以上であるか否かを判定する処理の流れを示したものである。

【0020】

まず、図2について説明する。図2において、まずステップS201で水温センサ1122が正常であるか否かを判定する。ステップS201で水温センサ1122が正常である場合（Yesの場合）は、ステップS203で、水温が予め設定された所定値（例えば90[]）以上であるか否かを判定する。一方、ステップS201でセンサが異常と判定した場
10
合（Noの場合）は、ステップS202に移行し、暖機完了カウンタCHを0にリセットし、本処理を終了する。ステップS203で、所定値以上の場合（Yesの場合）、ステップS204でエンジンの回転速度（エンジン回転数）が所定値（例えば400[r/m]）以上であるか否かを判断する。一方、ステップS203で、所定値未満の場合（Noの場合）は、暖機完了カウンタを0にリセットし、本処理を終了する。

【0021】

ステップS204で、所定値以上の場合（Yesの場合）は、ステップS206で充填効率（吸入空気量）が所定値（例えば0.3）以上であるか否かを判断し、所定値以上の場合（Yesの場合）、ステップS207で暖機完了カウンタCHの値を、所定の暖機判定カウンタ処理周期分（例えば100[msec]）だけ増加させ、本処理を終了する。
20

【0022】

ステップS204で所定値未満の場合（Noの場合）は、ステップS205で暖機完了カウンタCHの値をそのまま保持し、本処理を終了する。

【0023】

ステップS206で充填効率が所定値未満の場合（Noの場合）、ステップS205に移行し、暖機完了カウンタCHの値をそのまま保持し、本処理を終了する。

【0024】

暖機完了カウンタCHの値はエンジン停止後（イグニッションスイッチOFF後）も、ECU1117に記憶される。

【0025】

次に、図3の処理に移行し、図2で得られた暖機完了カウンタCHの値は、前回運転時における暖機状態が継続した期間を示す値として用いられる。図3において、ステップS301で、暖機完了カウンタCHが所定期間Th（例えば600[sec]）以上であるかが判定される。ステップS301で所定期間Th以上であった場合（Yesの場合）は、ステップS303に移行し、始動時水温が所定値（例えば86[]）以上であるか否かが判定される。ステップS303において、所定値以上であった場合（Yesの場合）、ステップS304に移行し、油温は所定値以上である（暖機状態（温間再始動））と推定し、本処理を終了する。
30

【0026】

一方、ステップS301で所定値未満の場合（Noの場合）には、ステップS302に移行し、油温は所定値よりも小さいと推定し、本処理を終了する。
40

【0027】

ステップS303で、始動時水温が所定値未満の場合（Noの場合）は、ステップS302に移行し、油温は所定値よりも小さい（冷機状態（冷間再始動））と推定し、本処理を終了する。

【0028】

このように、本実施の形態においては、油温推定手段は、内燃機関が前回運転時において暖機状態が所定期間継続し、かつ、現運転での始動時水温が所定値以上の場合、油温が所定値以上である（温間再始動）であると推定する。

【0029】

図4は、温間再始動判定動作のタイムチャートである。時点T1、T3、T5、T7、T9はそれぞれエンジン停止のタイミングであり、時点T2、T4、T6、T8、T10はそれぞれエンジン始動のタイミングである。また、T8は上述の温間再始動であり、それ以外は冷間再始動となっている。

【0030】

時点T4 T5の運転時において、水温が所定値（例えば90〔 〕）以上となった時点から、暖機完了カウンタCHはカウントアップされていく。

【0031】

一旦、時点T5において、イグニッションスイッチがOFF（IGSWOFF）された場合も暖機完了カウンタCHの値は記憶され、時点T6 T7の運転時において、水温が所定値よりも小さい場合には、暖機完了カウンタCHはカウントアップされずに値を保持したままで、水温が所定時間を越えた時に、暖機完了カウンタCHはカウントアップされていく。

10

【0032】

時点T8の始動時において、暖機完了カウンタCHが所定期間（例えば600〔sec〕）を越えており、また、始動時における水温が所定値（例えば86〔 〕）以上であるので、油温が所定値以上である（「温間再始動」と判断される。時点T10の始動時において、暖機完了カウンタが所定期間（例えば600〔sec〕）を越えているが、始動時における水温が所定値よりも小さくなっているため、油温が所定値より小さい（「冷間再始動」と判断される。その際、暖機完了カウンタも0にリセットされる。

20

【0033】

次に、本実施の形態にかかる内燃機関のバルブタイミング制御装置で使用されている実バルブタイミング制御の制御内容を図5のフローチャートに基づいて説明する（実バルブタイミング制御手段）。

【0034】

図5において、ステップS501では、クランク角センサ、カム角センサ、吸入空気量センサ、スロットルセンサ、水温センサのそれぞれ（運転状態検出手段）から、エンジン回転数、バルブタイミング、吸入空気量、スロットル開度、冷却水温等のエンジン運転状態信号を入力する。次に、ステップS502において、クランク角信号とカム角信号により、クランクシャフトに対するカムシャフトの変位角度（実バルブタイミング）VTAを算出する（実バルブタイミング検出手段）。ステップS503では、予め運転状態に応じた目標バルブタイミングVTTを規定したマップより、運転状態に応じた目標バルブタイミングVTTを設定する（目標バルブタイミング設定手段）。ステップS504にて、目標バルブタイミングVTTと実バルブタイミングVTAの偏差ERを求め、ステップS505では、上述の油温推定処理で推定された油温が所定値（例えば、90）以上であるかを判断し、所定値以上であるならばステップS506で、補正係数Kに、 $K = 1.0$ を代入し、ステップS507において、偏差ERに補正係数Kを乗算することで油温補正後偏差ERAを求める。

30

【0035】

ステップS505で、油温が所定値よりも小さい場合、ステップS508にて、図14に示してあるグラフより、補正係数 $K = \text{低油温補正係数} K_L$ として、ステップS507に進み、油温補正後偏差ERAを求める。

40

【0036】

ステップS509において、OCV電流値Ioutを $I_{out} = I_c + K I + (K P \times E R A) + (K D \times \dot{E R A})$ と設定する。ここで、 I_c は保持電流値であり、 $K P$ は比例動作に対応するゲイン、 $K D$ は微分動作に対応するゲイン、 $K I$ は油温補正後ERAに基づいて算出した積分増減値である。ERAは、ERAの単位時間あたりの変化量であり、 $\dot{E R A} = (E R A (n) - E R A (n-1)) / (T(n) - T(n-1))$ と設定する。

【0037】

ステップS510でOCV電流値Iout（制御信号）を出力し、本処理を終了する。

50

【 0 0 3 8 】

以上のように、この発明によれば、油温推定手段で内燃機関の前の回転状態と現在の回転状態に応じて推定されたバルブタイミング制御機構における作動油の油温に基づき、前記実バルブタイミング制御手段で決定した制御量を切り換える。このため、油圧センサ等を新たに設けることなく、前記内燃機関の前の回転状態と現在の回転状態に応じて前記バルブタイミング制御機構における作動油の油温を精度よく推定でき、目標バルブタイミングに対して実バルブタイミングを適正に制御することができるので、内燃機関のドライバビリティ、燃費、排ガスの悪化を防止することができるという効果が得られる。

【 0 0 3 9 】

実施の形態 2 .

本実施の形態における内燃機関の構成は、上述の実施の形態 1 (図 1) と同様であるので、ここでは説明を省略する。

【 0 0 4 0 】

まずはじめに、図 6 ~ 図 9 でアクチュエータ (バルブタイミング調整装置) 1 1 1 3 の構成及び概要を説明する。なお、図 6 は、ベーン式バルブタイミング調整装置の内部構成を示す横断面図である。図 7 は、図 6 の A - A 線で断面視した縦断面図である。図 8 は、図 6 に示したバルブタイミング調整装置におけるロック機構・ロック解除機構の要部を拡大して示す斜視図である。図 9 は、図 8 に示したロック機構・ロック解除機構の縦断面図である。これらの図において、1 (符号 2 ~ 5 により構成、図 7 参照) は、第 1 の回転体、2 はスプロケット、3 はケース、3 a はシュー、4 (図 7 参照) はカバー、5 は締結部材、6 はロータ (第 2 の回転体)、6 a はベーン、7 はカムシャフト、8 (図 7 参照) は締結部材、9 は進角側油圧室、1 0 は遅角側油圧室、1 1 は第 1 の油路 (圧力室供給通路)、1 2 は第 2 の油路 (圧力室供給通路)、1 3 はシール手段、1 4 (図 7 参照) は収納孔、1 4 a (図 7 参照) は背圧部、1 5 (図 7 参照) はロックピン (ロック部材)、1 6 (図 7 参照) は付勢手段、1 7 は排出孔、1 8 (図 7 参照) は係合孔、1 8 a (図 9 参照) はロック解除油圧室、1 9 はチェックバルブ、2 0 (図 8 参照) は第 1 ロック解除油圧供給路、2 1 は第 2 ロック解除油圧供給路、2 2 は進角側圧力分配通路、2 3 は遅角側圧力分配通路、2 4 はパージ通路である。

【 0 0 4 1 】

図 6 ~ 図 9 に示すアクチュエータ 1 1 1 3 においては、エンジン始動時にオイルポンプからの油圧が遅角側油圧室 1 0 に供給され、その途中、空気を嚙んだエアはパージ通路 2 4 を経て排出孔 1 7 から装置外へ排出される。空気が排出されると背圧部 1 4 a 内に供給された油により残油圧が発生し、解除油圧を高めてロック解除を阻止する。進角側油圧に切り替わると油圧は付勢手段 1 6 の付勢力のみに抗してロックピン 1 5 の先端を解除方向に押圧してロック解除する構造のものである。

【 0 0 4 2 】

内燃機関 1 1 0 1 の始動時、O C V 1 1 1 4 はアクチュエータ 1 1 1 3 の遅角側油圧室 1 0 にオイルが供給されるように制御される。内燃機関 1 1 0 1 の停止時には、アクチュエータ 1 1 1 3 内及びオイルポンプからアクチュエータ 1 1 1 3 までの油路内のオイルはオイルパンに落ちる可能性があり、その場合の始動時には、油路内のエアもしくはエアを含んだ油が遅角側油圧室 1 0 に導入させる。遅角側油圧室 1 0 に導入されたエアもしくはエアを含んだオイルはパージ通路 2 4、背圧部 1 4 a、排出孔 1 7 を通ってアクチュエータ外に排出する。

【 0 0 4 3 】

始動後は、遅角側圧力分配通路 2 3 からの油圧がロック解除油圧室 1 8 a にも導入されるが、付勢手段 1 6 の付勢力によりロックピン 1 5 は係合孔 1 8 から抜けられない状態が保持される。

【 0 0 4 4 】

これらにより、始動時にロックピン 1 5 が係合孔 1 8 から抜けてロータ 6 がばたついて異音を発するのを抑制する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

内燃機関 1 1 0 1 の始動後、例えば運転者がアクセルペダルを踏み込み、進角側への指令が出た場合、O C V 1 1 1 4 はアクチュエータ 1 1 1 3 の進角側油圧室 9 へ油圧を導入するように制御される。

【 0 0 4 6 】

進角側油圧室 9 のオイルは進角側圧力分配通路 2 2 を通ってロック解除油圧室 1 8 a に導入される。O C V 1 1 1 4 は遅角側油圧室 1 0 のオイルを排出する位置に制御されるため、遅角側油圧室 1 0 のオイルは O C V 1 1 1 4 を通ってオイルパンに排出される。油圧は、付勢手段 1 6 の付勢力のみに抗してロックピン 1 5 の先端を解除方向に押圧して、ロックピン 1 5 は係合孔 1 8 から抜けてロータ 6 は稼動可能となり、進角側油圧室 9 の油圧によりロータが進角側に動作することで、進角制御がなされる。

10

【 0 0 4 7 】

なお、油温推定の処理手順については、実施の形態 1 (図 2 及び図 3) と同じであるので、説明を省略する。

【 0 0 4 8 】

内燃機関のバルブタイミング制御装置におけるロック解除制御手段について説明する。ロック解除制御は、例えば、ロックピンが係合孔から抜けるよりも遅くロータを動作させるために進角側油圧室への油圧導入がゆっくりとなるように O C V への電流増加率を徐々に行うような制御を実施する。O C V 1 1 1 4 に印加する電流の初期値を電流値 I_b よりもロック状態を解除しない方向 (遅角側) に設定し、さらにロック機構を解除する方向 (進

20

【 0 0 4 9 】

図 1 2 は O C V 上流の油圧が異なる場合の、O C V 電流とカム位相アクチュエータ 1 1 1 3 の進角側油圧室 9 に供給される油圧の関係を示す図である。O C V 1 1 1 4 における油路の絞り開度は O C V 1 1 1 4 への印加電流に対して一意的に決まるため、例えば O C V 電流が同一の場合、O C V 上流の油圧が高い方がカム位相アクチュエータ 1 1 1 3 へ供給する油圧は高くなる。即ち、O C V 電流と O C V 下流への供給油圧の関係は O C V 上流の油圧に依存する。

【 0 0 5 0 】

また、クランクシャフトの回転によって駆動されるオイルポンプを有するバルブタイミング制御装置においては、O C V 上流の油圧は機関の回転速度に依存する。例えば、回転速度が上昇すると O C V 上流油圧は高くなる。さらに油温が変化すると、オイルの粘度が変化するのでオイルポンプの吐出効率が変化する。例えば、油温が高い場合はオイルの粘度が低下するのでオイルポンプの吐出効率が低下し、O C V 上流の油圧は低下する。従って、完全にロックピン 1 5 を解除できる油圧 P 2 およびロータ作動油圧 P 3 を進角油圧室へ供給するために印加すべき O C V 電流値 I_b および I_c は、内燃機関 1 1 0 1 の回転速度や油温によって影響を受ける。図 1 2 の例では、或る代表的な運転状態においてカム位相アクチュエータ 1 1 1 3 の進角側油圧室 9 に供給される油圧を実線で示している。また、油圧 P 2、P 3 にそれぞれ対応する O C V 電流は I_b 、 I_c と示している。一方、O C V 上流の油圧が高い場合の進角側油圧室 9 に供給される油圧を一点鎖線で示している。同様に油圧 P 2、P 3 にそれぞれ対応する O C V 電流は I_b' 、 I_c' と示している。図 1 2 より、ロックピン 1 5 が解除可能な電流範囲は $(I_c - I_b)$ (符号 (2)) よりも $(I_c' - I_b')$ (符号 (1)) の方が狭いことが判る。

30

40

【 0 0 5 1 】

従って、同一の電流増加率で O C V 電流を増加させた場合、O C V 上流油圧の高い方がロックピン 1 5 を解除可能な電流範囲を短い時間で通過してしまい、ロックピン 1 5 をストローク量 L_s だけ移動させる時間を確保出来ないことがある。そこで油圧が高い場合は電流増加率を小さくして、ロックピン 1 5 をストローク量 L_s だけ移動させる時間を確保する。

【 0 0 5 2 】

50

前述のように、油温が低い、即ち油圧が高い場合では、油温が高い、即ち油圧が低い場合よりも、ロックピン解除可能な電流範囲を短時間で通過してしまうことになるので、ロックピンを抜くだけの時間が確保できなくなる。そこで図13に示すように油温が低い場合は、電流増加率を小さくするように設定している。

【0053】

従来装置の始動時水温のみから油温を推定し、ロックピン解除手段の制御量を決定するものにおいては、実施の形態1における説明の通り、始動時における油温推定の精度がよくないため、ロックピンを確実に抜くために、電流増加率の設定を図13に示す油温-電流増加率特性の設定(実線)よりも、小さく設定(点線)しなくてはならなかった。そのため、実際にロックピン解除後も、ピン抜けが検出される(実バルブタイミングが所定値まで達する)まで不要なピン抜き動作を実施することになるので、本来の運転状態で要求される目標バルブタイミングへの追従が遅れ、内燃機関のドライバビリティを悪化させていた。

10

【0054】

しかしながら、本実施の形態の油温推定手段では、始動時における油温推定の精度が上がることにより、電流増加率を油温に応じた設定(例えば、暖機時における電流増加率の値を冷機時に比べて高く設定)にすることが可能であり、ピン抜き動作を短縮することができ、本来の運転状態で要求される目標バルブタイミングへの追従性が改善され、内燃機関のドライバビリティをよくするものである。

【0055】

図11はロータ6が進角側へ回転作動する前にロックピン15を解除する際のOCV電流 I_{out} の制御内容を示すフローチャートである。ステップS1101でピン解除時間カウンタCPを0にリセットする。ステップS1102でロックピン15がロック状態であるかを判定し、Yesの場合は、ステップS1103で目標位相角(目標バルブタイミング) t が最遅角位置ではないことを判定する。ステップS1102でNoの判定の場合は、ロックピン解除の処理を終了し、通常の位相フィードバック制御に移行する。ステップS1103で目標位相角 t が最遅角位置(即ち0 [deg. CA])ではないことを判定し、Yesの場合は、ステップS1104で、油温推定処理で推定された油温が所定値(例えば、90)以上であるかを判断し、所定値以上であるならば、ステップS1105で、図13に示すECUに記憶させたマップから高油温時電流増加率AHを電流増加率Aとして選択し、ステップS1106でOCV電流値 I_{out} を $I_{out} = I_c + A \times CP - I_{ofs}$ に設定する。ここで、 I_c は保持電流値であり、AはOCV電流の増加率(例えば0.1 [mA/msec])であり、 I_{ofs} はOCV電流値 I_{out} の初期値を遅角側に設定するための所定量(例えば200 [mA])である。

20

30

【0056】

ステップS1105で、油温が所定値よりも小さい場合、ステップS1107で図13に示すECUに記憶させたマップから低油温時電流増加率ALを電流増加率Aとして選択し、ステップS1106でOCV電流値 I_{out} の式に電流増加率Aとして代入し、OCV電流値 I_{out} を求める。

【0057】

ステップS1103でNoの場合はロックピン解除の処理を終了し、通常の位相フィードバック制御に移行する。ステップS1106でピン解除時間カウンタCPを処理周期分(例えば25 [msec])加算する。ステップS1107でピン解除時間カウンタCPが時間 $T_{p'}$ (例えば1500 [msec])を超過したかを判定する。ステップS1107でYesの場合は、ロックピン15の解除を完了したとして、通常の位相フィードバック制御に移行する。ステップS1107でNoの場合はロックピン15の解除を継続すべくステップS1102に戻る。図11のフローチャートは所定時間(25ms)毎に実行される。

40

【0058】

今回、推定油温に応じて電流増加率Aの決定は、図11に示すフローチャート内で実施し

50

たが、事前に推定油温に応じて電流増加率 A を決定しておいて、フローチャート内では決定された電流増加率 A を使用して、OCV電流値を求めても問題はない。

【0059】

図15のフローチャートはロックピン15が係合孔18に係合されているかを判定する処理である。S1501で検出位相角（実バルブタイミング）（ V_d ）が所定量（例えば5 [deg CA]）以上であるかを判定する。所定量（5 [deg CA]）以上の場合は、ロータ6は進角側に動作できているので、ロックピン15は係合孔18から抜けているため、ピン解除したと判断し、S1502でピンロックフラグにゼロをセットする。S1501でNOの場合、S1503で始動モードであるかを判定し、Yesの場合は内燃機関1101の停止時にオイルポンプの発生油圧がなくなり、ロックピン15は係合孔18に係合されるため、ピンロックしていると判断し、S1505でピンロックフラグに1をセットする。

10

【0060】

S1503でNOの場合、回転速度（ N_e ）が所定値（例えば600 [r/m]）より小さく、かつ、水温（ t_{hw} ）が所定値（例えば90 []）よりも高い場合は、S1505でピンロックフラグを1にする。S1504でNOの場合はそのまま処理を終了する。よって、S1503で始動モードでなく、S1504で回転速度（ N_e ）が所定値以上かつ水温（ t_{hw} ）が所定値以下の場合は、過去に設定されたピンロックフラグの値が残っているため、一度でも始動モードもしくは回転速度（ N_e ）が所定値より小さくかつ水温（ t_{hw} ）が所定値よりも大きくなるとピンロックフラグがセットされたままとなる。ロックピン15も進角側油圧室9に油を導入しないと抜けないので、ピンロックフラグの状態と実際のロックピン15の動作は一致しており問題はない。

20

【0061】

図10は、一般的な位相フィードバック制御（PID制御）を実行する直前に図11のフローチャートで示したロックピン15の解除方法を実施した場合の、目標位相角 t と検出位相角 a とOCV電流 I_{out} の関係を示すタイムチャートである。

【0062】

時点 T_a で目標位相角 t が出力されると同時にロックピン解除の処理が開始される。OCV電流 I_{out} が保持電流値 I_c より所定値 I_{ofs} だけ小さい値 I_b から、徐々に電流が増加させていく。

30

【0063】

時点 T_b は、検出位相角 a が所定角度 b （例えば5 A）になったと検出された時点であり、この時点でピンロック解除処理は終了し、位相フィードバック制御（PID制御）に移行する。期間 T_p （ $= T_b - T_a$ ）の間で、上述の電流増加率 A の割合で増加している。

【0064】

図13は内燃機関1101の油温に対する電流増加率の設定値を示す図である。前述の通り、油圧が高い場合は電流増加率を小さくする必要があるので、油圧が上昇する条件、即ちオイルポンプの吐出効率が低い、油温が低い状態において電流増加率が小さくなる様に設定されている。

40

【0065】

図13の電流増加率 A をECU1117に記憶させておき、油温推定手段においてOCV上流の油温を推定し、OCV上流の油圧を油温で推定して図11のS1104でOCV電流 I_{out} を算出する際に適用する。

【0066】

この場合、油温センサ、油圧センサを省略することが出来るのでシステムの簡略化が可能であり、コストダウンが図れる。

【0067】

なお、上記の実施の形態では、図2のフローチャートに示されるように、内燃機関1101の暖機状態の推定を回転速度、冷却水温、充填効率（吸入空気量）の組み合わせで行っ

50

たが、それぞれ1つのパラメータを用いて暖機状態を推定しても問題はない。また上記以外のパラメータ（例えば、スロットル開度）を複数組み合わせれば、内燃機関の暖機状態を精度よく推定できることが可能になる。

【0068】

このように、ロックピン15が係合している状態において、目標位相角 t がロックピン15の係合する角度位置から変化する場合には、印加すべきOCV電流値 I_{out} の初期値を保持電流値 I_c よりもロック状態を解除しない方向に設定し、油温推定手段によって推定された油温に応じて電流増加率を決定し、ロック状態を解除する方向にOCV電流値を変化させることにより、ロックピン15を短期間で確実に解除する事が出来る。

【0069】

このため、短期間で確実にロックピン15を抜くことができ、目標バルブタイミングに対して実バルブタイミングを適正に制御することができ、内燃機関のドライバビリティ、燃費、排ガスの悪化を防止することが可能となる。

【0070】

以上のように、本実施の形態における内燃機関のバルブタイミング制御装置によれば、油温推定手段で内燃機関の前の運転状態と現在の運転状態に応じて推定されたバルブタイミング制御機構における作動油の油温に基づき、前記ロック解除制御手段で決定した制御量を切り換える。このため、油圧センサ等を新たに設けることなく、前記内燃機関の前の運転状態と現在の運転状態に応じて前記バルブタイミング制御機構における作動油の油温を精度よく推定でき、ロック機構を短期間で確実に解除し、目標バルブタイミングに対して実バルブタイミングを適正に制御することができるので、内燃機関のドライバビリティ、燃費、排ガスの悪化を防止することができるという効果が得られる。

【0071】

【発明の効果】

この発明は、内燃機関の運転状態を検出するための運転状態検出手段と、吸気バルブ及び排気バルブの少なくともいずれか一方のバルブタイミングを検出するための実バルブタイミング検出手段と、前記運転状態検出手段の検出結果に基づき、前記バルブタイミングに対する目標バルブタイミングを設定する目標バルブタイミング設定手段と、前記吸気バルブ及び前記排気バルブの少なくともいずれか一方のバルブタイミングを変更するアクチュエータと、前記アクチュエータを駆動すべく前記アクチュエータにオイルを供給すると共にその油圧調整を行う油圧調整手段と、前記バルブタイミングを前記目標バルブタイミングに追従させるために、前記油圧調整手段を制御することにより前記アクチュエータを制御する実バルブタイミング制御手段と、前記油圧調整手段が前記アクチュエータに供給する前記オイルの油温を推定する油温推定手段とを備え、前記実バルブタイミング制御手段は、前記油温推定手段で推定された前記油温に基づいて、前記油圧調整手段を制御するための制御量を切り換え、前記油温推定手段は、前記内燃機関の前の運転時の状態と現在の運転状態とに基づいて、前記油圧調整手段が前記アクチュエータに供給する前記オイルの油温を推定することを特徴とする内燃機関のバルブタイミング制御装置であるため、ため、油圧センサ等を新たに設けることなく、前記内燃機関の前の運転状態と現在の運転状態に応じて前記バルブタイミング制御機構における作動油の油温を精度よく推定でき、目標バルブタイミングに対して実バルブタイミングを適正に制御することができるので、内燃機関のドライバビリティ、燃費、排ガスの悪化を防止することができるという効果が得られる。

【0072】

また、この発明は、内燃機関の運転状態を検出するための運転状態検出手段と、吸気バルブ及び排気バルブの少なくともいずれか一方のバルブタイミングを検出するための実バルブタイミング検出手段と、前記運転状態検出手段の検出結果に基づき、前記バルブタイミングに対する目標バルブタイミングを設定する目標バルブタイミング設定手段と、前記吸気バルブ及び前記排気バルブの少なくともいずれか一方のバルブタイミングを変更するアクチュエータと、前記アクチュエータを駆動すべく前記アクチュエータにオイルを供給

10

20

30

40

50

すると共にその油圧調整を行う油圧調整手段と、前記バルブタイミングを前記目標バルブタイミングに追従させるために、前記油圧調整手段を制御することにより前記アクチュエータを制御する実バルブタイミング制御手段と、前記アクチュエータを所定の相対角度で係止するとともに、前記アクチュエータの進角側あるいは遅角側のいずれか一方に油圧を供給することで前記係止が解除されるロック手段と、前記油圧調整手段が前記アクチュエータに供給する前記オイルの油温を推定する油温推定手段と、前記ロック手段によるロック位置からバルブタイミングを変更するとき、バルブタイミングが変化する前に前記ロック手段の解除動作を行うよう前記油温推定手段で推定された前記油温に基づいて、前記油圧調整手段を制御するための制御量を切り換えるロック解除制御手段とを備え、前記油温推定手段は、前記内燃機関の前回運転時の状態と現在の運転状態とに基づいて、前記油圧調整手段が前記アクチュエータに供給する前記オイルの油温を推定することを特徴とする内燃機関のバルブタイミング制御装置であるため、油圧センサ等を新たに設けることなく、前記内燃機関の過去の運転状態と現在の運転状態に応じて前記バルブタイミング制御機構における作動油の油温を精度よく推定でき、ロック機構を短時間で確実に解除し、目標バルブタイミングに対して実バルブタイミングを適正に制御することができるので、内燃機関のドライバビリティ、燃費、排ガスの悪化を防止することができるという効果が得られる。

10

【0073】

また、前記油温推定手段は、前記内燃機関の過去の運転時において前記内燃機関の暖機状態が所定期間以上継続し、かつ、現在の運転での始動時水温が所定値以上の場合に、前記油温が所定値以上であると推定するので、推定される作動油の油温精度が向上し、結果的に、本装置の信頼性が向上するという効果が得られる。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】 従来技術及び本発明における内燃機関のバルブタイミング制御装置およびその周辺の構成を示した構成図である。

【図2】 この発明の実施の形態1に係る内燃機関のバルブタイミング制御装置の動作を説明するための流れ図である。

【図3】 この発明の実施の形態1に係る内燃機関のバルブタイミング制御装置の動作を説明するための流れ図である。

【図4】 この発明の実施の形態1に係る内燃機関のバルブタイミング制御装置の動作を説明するためのタイミング図である。

30

【図5】 この発明の実施の形態1に係る内燃機関のバルブタイミング制御装置の実バルブタイミング制御手段の制御内容を示す流れ図である。

【図6】 この発明の実施の形態2に係る内燃機関のバルブタイミング制御装置のアクチュエータ（バルブタイミング制御装置）の内部構成を示す横断面図である。

【図7】 図6のA-A線で断面視した縦断面図である。

【図8】 図6に示したアクチュエータにおけるロック・ロック解除機構の要部を拡大して示した斜視図である。

【図9】 図8に示したロック・ロック解除機構の縦断面図である。

【図10】 内燃機関の油温に対する電流増加率の設定値を示す説明図である。

40

【図11】 ロックピンを解除する場合のOCV電流のタイミング図である。

【図12】 OCV上流の油圧が異なる場合の、OCV電流とカム位相アクチュエータの進角側油圧室に供給される油圧の関係を示す説明図である。

【図13】 内燃機関の油温に対する電流増加率の設定値を示す説明図である。

【図14】 内燃機関の油温に対するバルブタイミング制御における油温補正係数の設定値を示す説明図である。

【図15】 ロックピンがロック状態であることを判定する場合の制御内容を示す流れ図である。

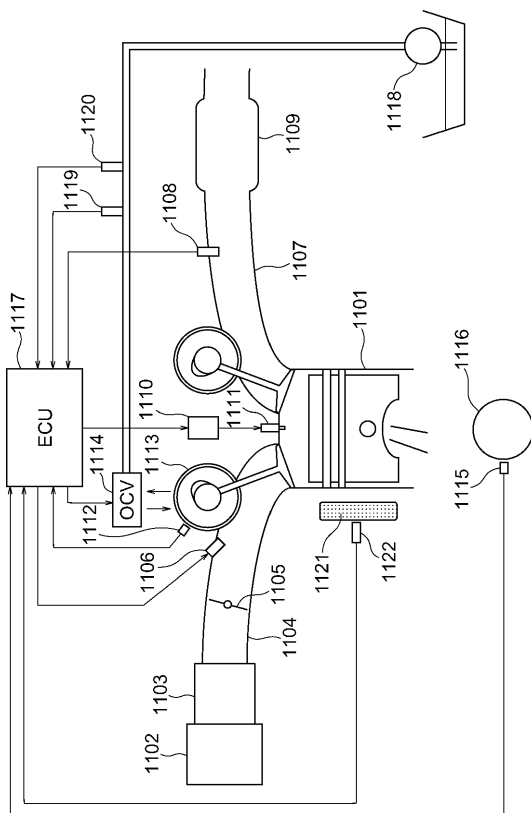
【符号の説明】

2 スプロケット、6 ロータ（第2の回転体）、6a ベーン、9 進角側油圧室、1

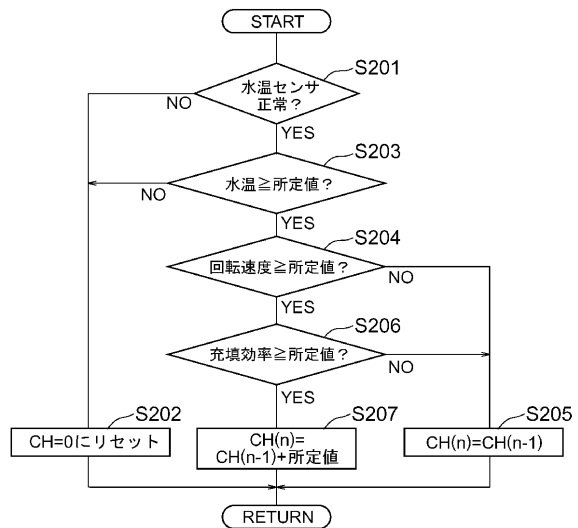
50

0 遅角側油圧室、14 収納孔、14 a 背圧部、15 ロックピン(ロック部材)、
16 付勢手段、17 排出孔、18 係合孔、18 a ロック解除油圧室、19 チェックバルブ、20 第1ロック解除油圧供給路、21 第2ロック解除油圧供給路、22 進角側圧力分配通路、23 遅角側圧力分配通路、24 パージ通路、1101 内燃機関、1112 カム角センサ、1113 アクチュエータ、1114 オイルコントロールバルブ、1115 クランク角センサ、1116 センサプレート、1117 ECU、1118 オイルポンプ、1119 油圧センサ、1120 油温センサ、1122 水温センサ。

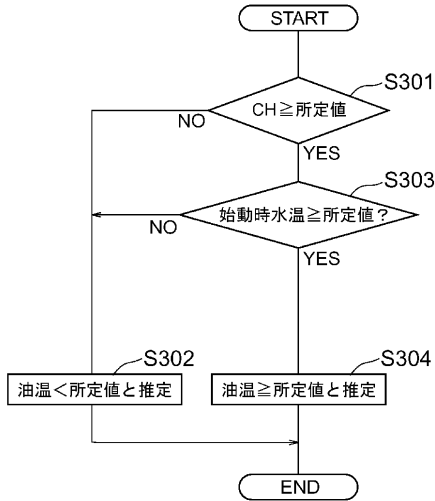
【 図 1 】



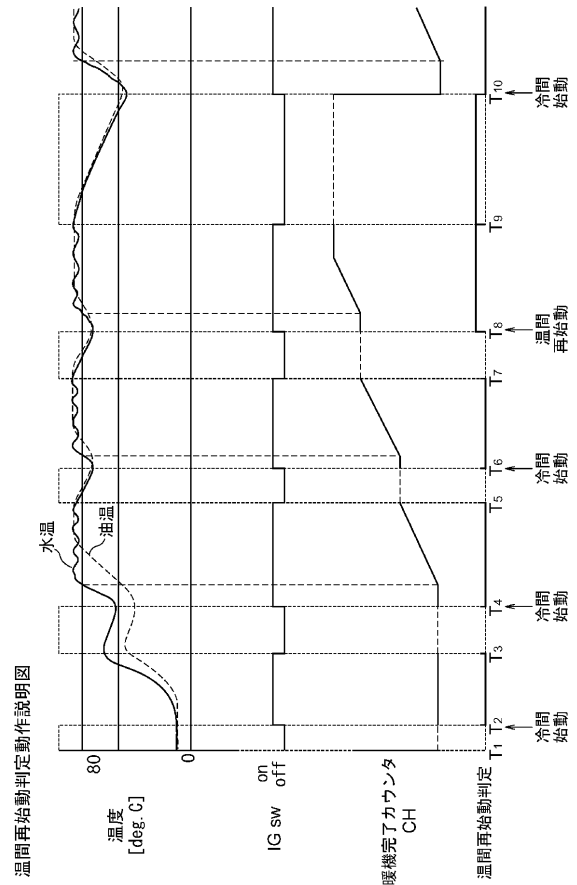
【 図 2 】



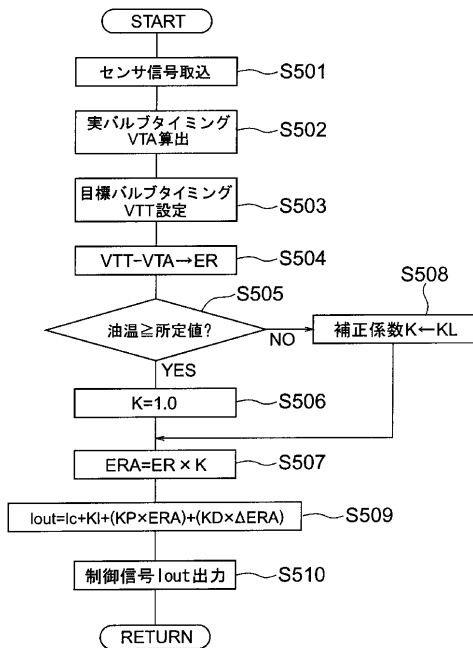
【 図 3 】



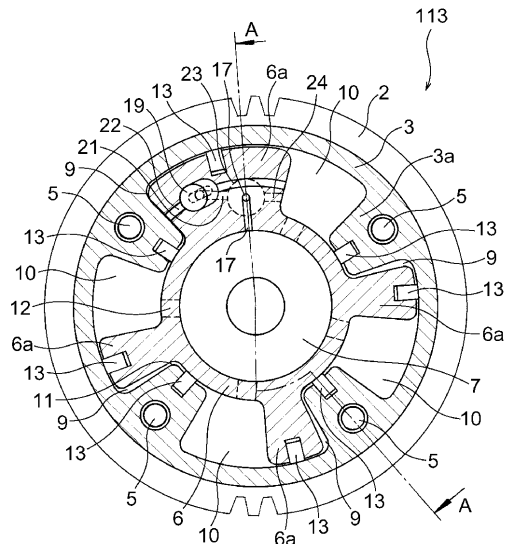
【 図 4 】



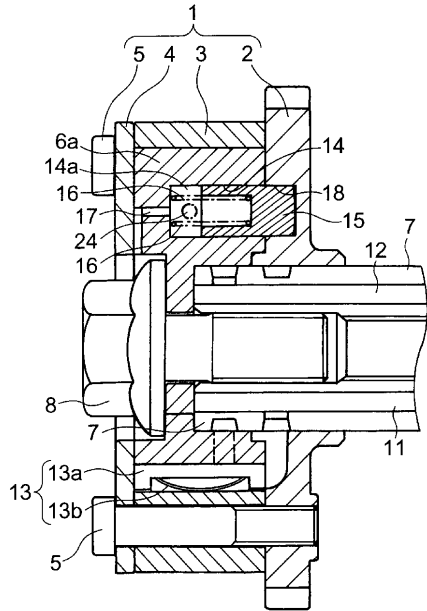
【 図 5 】



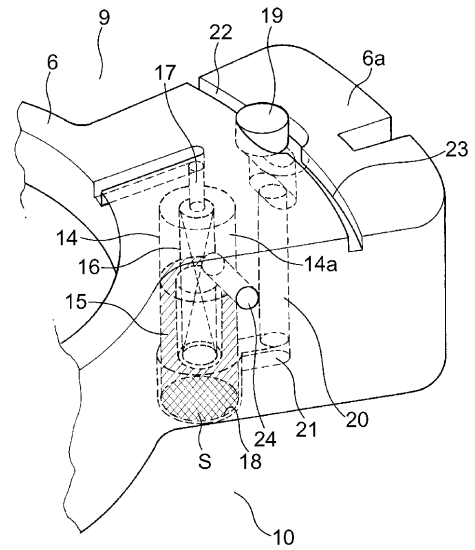
【 図 6 】



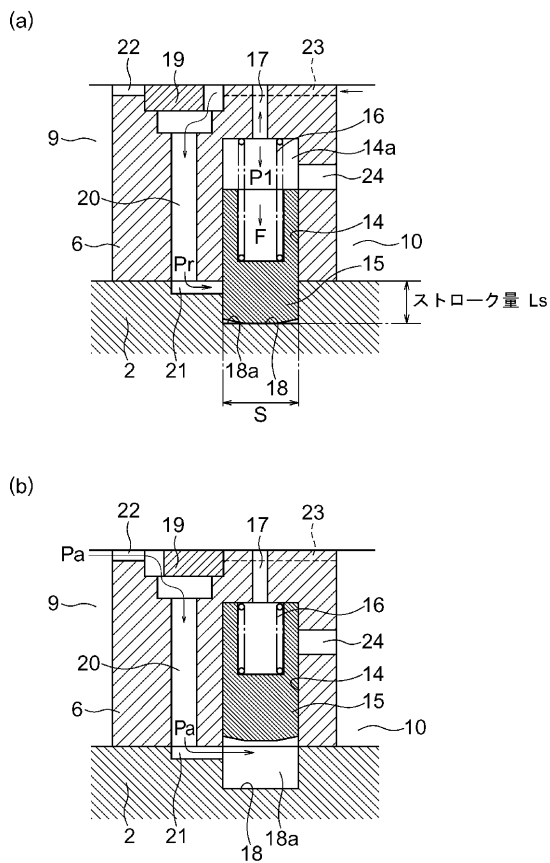
【 図 7 】



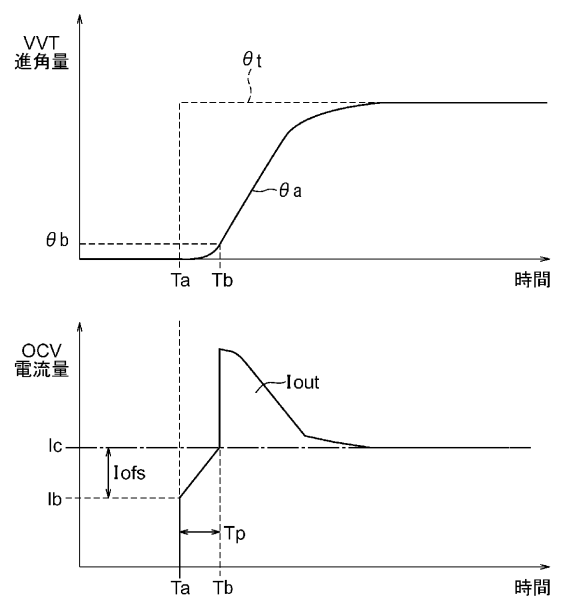
【 図 8 】



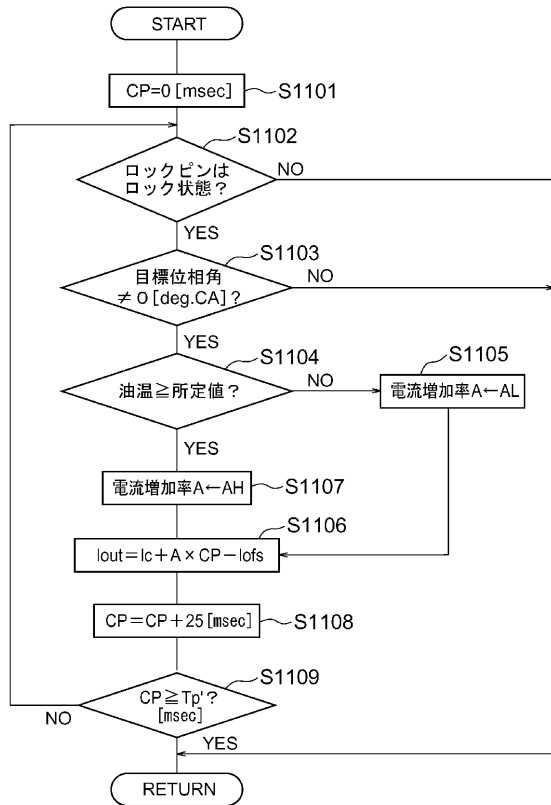
【 図 9 】



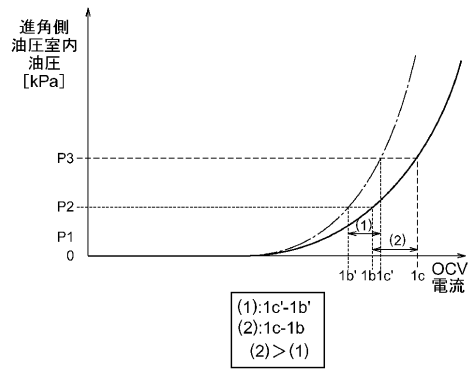
【 図 10 】



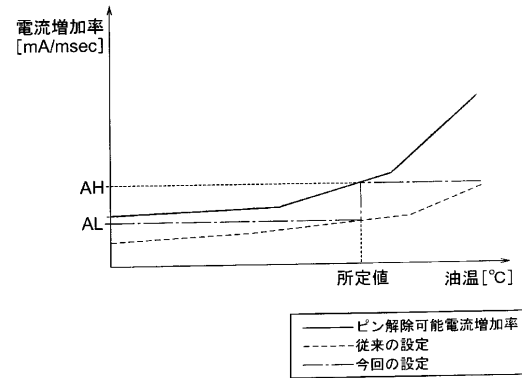
【 図 1 1 】



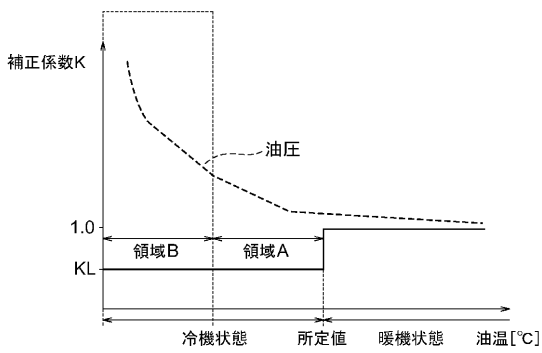
【 図 1 2 】



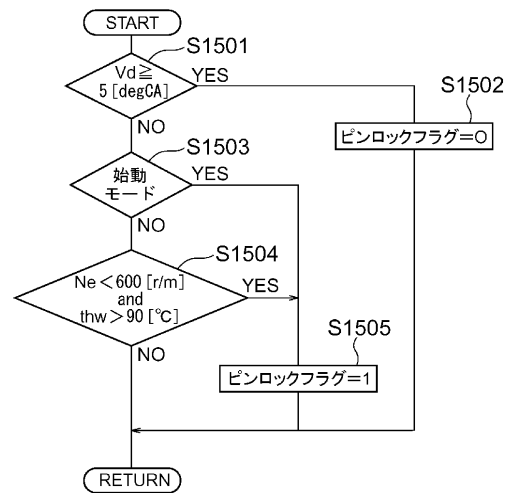
【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



フロントページの続き

(74)代理人 100109287

弁理士 白石 泰三

(72)発明者 藤原 守雄

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

(72)発明者 高橋 建彦

兵庫県神戸市兵庫区浜山通6丁目1番2号 三菱電機コントロールソフトウェア株式会社内

(72)発明者 和田 浩司

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

審査官 久島 弘太郎

(56)参考文献 特開平10-259747(JP,A)

特開2001-182565(JP,A)

特開平08-074530(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01L 1/34

F01L 13/00 301