

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4657238号  
(P4657238)

(45) 発行日 平成23年3月23日(2011.3.23)

(24) 登録日 平成23年1月7日(2011.1.7)

(51) Int.Cl.		F I		
<b>FO1L 1/34</b>	<b>(2006.01)</b>	FO1L 1/34		E
<b>FO2M 39/02</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2M 39/02		A
<b>FO2M 59/10</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2M 39/02		E
		FO2M 59/10		C

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2007-97651 (P2007-97651)	(73) 特許権者	000003207
(22) 出願日	平成19年4月3日(2007.4.3)		トヨタ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2008-255857 (P2008-255857A)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(43) 公開日	平成20年10月23日(2008.10.23)	(73) 特許権者	000004260
審査請求日	平成20年4月4日(2008.4.4)		株式会社デンソー
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
		(74) 代理人	100099759
			弁理士 青木 篤
		(74) 代理人	100092624
			弁理士 鶴田 準一
		(74) 代理人	100102819
			弁理士 島田 哲郎
		(74) 代理人	100123582
			弁理士 三橋 真二

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】

内燃機関の気筒に設けられたバルブを開閉駆動するバルブ駆動用カムを設けたバルブカムシャフトにポンプ駆動用カムを設けて内燃機関の燃料ポンプを駆動するようにした内燃機関において、上記内燃機関の気筒に設けられたバルブの開閉タイミングを変更する内燃機関の制御装置であって、

開閉タイミングの変更中に開閉タイミングが目標とする開閉タイミングの方向とは逆方向に戻されるのを抑制する手段を有すると共に、開閉タイミングを目標とする開閉タイミングの方向へ変更するのに上記内燃機関の気筒に設けられたバルブの開閉駆動に伴って上記バルブカムシャフトに作用するバルブ開閉駆動反力トルクと上記燃料ポンプの駆動に伴って上記バルブカムシャフトに作用する燃料ポンプ駆動反力トルクとの合成反力トルクを利用することを考慮して上記バルブ駆動用カムと上記ポンプ駆動用カムの相対回転位相が設定されていることを特徴とする、内燃機関の制御装置。

【請求項2】

内燃機関の気筒に設けられたバルブを開閉駆動するバルブ駆動用カムを設けたバルブカムシャフトにポンプ駆動用カムを設けて内燃機関の燃料ポンプを駆動するようにした内燃機関において、上記内燃機関の気筒に設けられたバルブの開閉タイミングを変更する内燃機関の制御装置であって、

開閉タイミングの変更中に開閉タイミングが目標とする開閉タイミングの方向とは逆方向に戻されるのを抑制する手段を有すると共に、上記バルブ駆動用カムと上記ポンプ駆動

用カムの相対回転位相が、上記内燃機関の気筒に設けられたバルブの開閉駆動に伴って上記バルブカムシャフトに作用するバルブ開閉駆動反力トルクと上記燃料ポンプの駆動に伴って上記バルブカムシャフトに作用する燃料ポンプ駆動反力トルクとの合成反力トルクの値の変動幅が最大になるように設定されていることを特徴とする、内燃機関の制御装置。

【請求項 3】

上記バルブ駆動用カムと上記ポンプ駆動用カムの相対回転位相が、上記バルブ駆動用カムのカムリフト最大となるタイミングと上記ポンプ駆動用カムのカムリフト最大となるタイミングとが一致するように設定されてい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制御装置。

【請求項 4】

上記バルブカムシャフトの一回転中に上記バルブ駆動用カムがバルブを開閉駆動する回数が、上記ポンプ駆動用カムが燃料ポンプを駆動する回数より多いことを特徴とする、請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 5】

上記バルブ駆動用カムと上記ポンプ駆動用カムの相対回転位相が、上記合成反力トルクの値の変動幅が予め定めた変動幅未満になるように設定されていることを特徴とする、請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 6】

上記内燃機関の気筒に設けられたバルブの開閉タイミングの変更が、少なくとも一つの油圧室に油路を介して作動油を供給して油圧作動アクチュエータを作動させることによつて行われ、

上記開閉タイミングの変更中に開閉タイミングが目標とする開閉タイミングの方向とは逆方向に戻されるのを抑制する手段として上記油路に上記油圧室へ作動油を供給すべきときに作動油が逆流しないように機能する逆流防止手段が設けられていることを特徴とする、請求項 1 から 5 の何れか一項に記載の内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は内燃機関の制御装置に関する。より詳細には、内燃機関の各気筒のバルブの開閉タイミングを変更する内燃機関の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

内燃機関の各気筒のバルブの開閉タイミングを運転状態等に応じて変更する開閉タイミング変更機構を備えた内燃機関が公知である。そして、このような開閉タイミング変更機構として油圧で制御されるものが知られている。すなわち例えば、バルブの開閉タイミングを進角させる場合には、進角側油路を介して進角油圧室に作動油を供給すると共に遅角側油路を介して遅角油圧室から作動油を排出することによって油圧作動アクチュエータを作動させ、バルブ駆動用カムの回転位相を進角させるようになっている。また逆にバルブの開閉タイミングを遅角させる場合には、遅角側油路を介して遅角油圧室に作動油を供給すると共に進角側油路を介して進角油圧室から作動油を排出することによって油圧作動アクチュエータを作動させ、バルブ駆動用カムの回転位相を遅角させるようになっている。

【0003】

そして、上記進角側油路及び遅角側油路に、任意に逆止弁として作用させることのできる弁を設け、作動油が意図する向きとは逆に流れてしまうのを防止するようにしたものも公知である。

【0004】

また、内燃機関の各気筒のバルブを開閉駆動するバルブカムシャフトに、バルブ駆動用カムに加えてポンプ駆動用カムを設けて内燃機関の燃料ポンプを駆動するようにした内燃機関が知られている。そしてこのようにバルブカムシャフトにポンプ駆動用カムを設けた場合には、バルブカムシャフトにはバルブ開閉駆動に伴う反力トルク（バルブ開閉駆動反

10

20

30

40

50

カトルク)の変動に加えて燃料ポンプ駆動に伴う反カトルク(燃料ポンプ駆動反カトルク)の変動が加わることになる。

【0005】

すなわち、より詳細には、上記バルブ開閉駆動反カトルクは、バルブ駆動用カムの作動においてバルブを開方向に駆動するカムリフト最大位置よりも前の期間では、バルブスプリングを圧縮するためにバルブカムシャフトの回転を妨げる方向のトルク(正のトルク)として作用し、バルブを閉方向に駆動するカムリフト最大位置よりも後の期間では、バルブスプリングの復元力のためにバルブカムシャフトの回転方向のトルク(負のトルク)として作用する。また、上記燃料ポンプ駆動反カトルクについても上記バルブ開閉駆動反カトルクと同様に、ポンプ駆動用カムの作動においてカムリフト最大位置よりも前の期間では、バルブカムシャフトの回転を妨げる方向のトルク(正のトルク)として作用し、カムリフト最大位置よりも後の期間では、バルブカムシャフトの回転方向のトルク(負のトルク)として作用する。

10

【0006】

そして、バルブカムシャフトには上記バルブ開閉駆動反カトルクと上記燃料ポンプ駆動反カトルクを合成した合成反カトルクが作用することになるのであるが、この合成反カトルクの最大値や変動幅が大きくなると、バルブカムシャフトの駆動に要するトルクが大きくなったり、クランクシャフトからバルブカムシャフトに動力を伝達する部材(例えば、タイミングチェーン、タイミングベルト、タイミングギヤ等)の寿命が低下する等の問題が生じる。

20

【0007】

そのため、従来技術の中にはこのような問題に対処すべく、上記バルブ駆動用カムの回転位相と上記ポンプ駆動用カムの回転位相とを、上記のような合成反カトルクの平準化を図り、その最大値が小さくなるように、もしくは、上記のような合成反カトルクの変動幅が小さくなるように設定するようにしたものがある(例えば、特許文献1乃至3参照)。

【0008】

【特許文献1】特開2001-227425号公報

【特許文献2】特開2006-207440号公報

【特許文献3】特開2006-29093号公報

【発明の開示】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

ところで、上記のようにバルブ駆動用カムとポンプ駆動用カムとが共にバルブカムシャフトに設けられている内燃機関において、上述したような油圧で制御される開閉タイミング変更機構が用いられる場合、その制御の応答性には、上記作動油の圧力の他、上記バルブ開閉駆動反カトルクと上記燃料ポンプ駆動反カトルクとの合成反カトルクが大きく影響する。これはバルブ駆動用カムの回転位相を変更するための油圧作動アクチュエータは、結果的には上記作動油の圧力によって発生する駆動トルクと上記合成反カトルクとの合成トルクによって作動させられることになるからである。

40

【0010】

すなわち、上記バルブ駆動用カムの回転位相を目標とする回転位相に変更しようとする場合において、上記作動油の圧力により発生する駆動トルク以上の大きさの合成反カトルクが反対向きに作用している時には、上記バルブ駆動用カムの回転位相を目標とする回転位相に近付けることはできないため、このような期間が長い場合には制御の応答性は悪化する。また、上記作動油の圧力により発生する駆動トルクが反対向きに作用している合成反カトルクよりも大きい場合であっても、その差が小さい場合には十分な応答性を得ることはできない。

【0011】

一方、逆に上記合成反カトルクが上記作動油の圧力により発生する駆動トルクと同じ向きに作用している時には、上記バルブ駆動用カムの回転位相を目標とする回転位相に容易

50

に近付けることができるため、このような期間が長い場合には制御の応答性が向上する。更にこの場合、上記合成反力トルクが大きい程、上記バルブ駆動用カムの回転位相を迅速に目標とする回転位相に近付けることができるため、制御の応答性は向上することになる。

そしてこのような合成反力トルクの応答性への影響は、作動油の圧力が低い場合、例えば機関回転数の低い場合に特に顕著になる。

#### 【0012】

ここで上述した従来技術のように上記合成反力トルクの平準化を図った場合を考えると、これらの場合では上記合成反力トルクの平準化が図られ、その最大値が小さくなるように、もしくは、合成反力トルクの変動幅が小さくなるようにされているので、結果として、バルブカムシャフトの回転を妨げる方向のトルク（正のトルク）が作用している期間が長くなる。したがって、このような場合には、バルブの開閉タイミングを進角させる場合において十分な応答性を得られない可能性があり、特に、作動油の圧力が低い場合には、その応答性が相当に悪化してしまうことが懸念される。

#### 【0013】

本発明は以上のような問題に鑑みてなされたもので、その目的は、バルブ駆動用カムとポンプ駆動用カムとが共にバルブカムシャフトに設けられている内燃機関において、内燃機関の気筒に設けられたバルブの開閉タイミングを応答性良く制御することのできる内燃機関の制御装置を提供することである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0014】

本発明は、上記課題を解決するための手段として、特許請求の範囲の各請求項に記載された内燃機関の制御装置を提供する。

#### 【0015】

1番目の発明は、内燃機関の気筒に設けられたバルブを開閉駆動するバルブ駆動用カムを設けたバルブカムシャフトにポンプ駆動用カムを設けて内燃機関の燃料ポンプを駆動するようにした内燃機関において、上記内燃機関の気筒に設けられたバルブの開閉タイミングを変更する内燃機関の制御装置であって、開閉タイミングの変更中に開閉タイミングが目標とする開閉タイミングの方向とは逆方向に戻されるのを抑制する手段を有すると共に、開閉タイミングを目標とする開閉タイミングの方向へ変更するのに上記内燃機関の気筒に設けられたバルブの開閉駆動に伴って上記バルブカムシャフトに作用するバルブ開閉駆動反力トルクと上記燃料ポンプの駆動に伴って上記バルブカムシャフトに作用する燃料ポンプ駆動反力トルクとの合成反力トルクを利用することを考慮して上記バルブ駆動用カムと上記ポンプ駆動用カムの相対回転位相が設定されていることを特徴とする、内燃機関の制御装置を提供する。

#### 【0016】

1番目の発明のように開閉タイミングの変更中に開閉タイミングが目標とする開閉タイミングの方向とは逆方向に戻されるのを抑制する手段を有している場合、同手段によって開閉タイミングの変更中に開閉タイミングが目標とする開閉タイミングの方向とは逆方向に戻されるのが抑制されるので、上記合成反力トルクによって開閉タイミングが目標とする開閉タイミングの方向とは逆方向に戻されてしまうことについて考慮する必要が無い。したがってこのような場合には、上記合成反力トルクを、開閉タイミングを目標とする開閉タイミングの方向へ変更するのに利用することが可能となる。そのため、上記合成反力トルクを、開閉タイミングを目標とする開閉タイミングの方向へ変更するのに利用することを考慮して上記バルブ駆動用カムと上記ポンプ駆動用カムの相対回転位相を設定することで、上記合成反力トルクを上記開閉タイミングの制御に効率的に利用することが可能となり、開閉タイミングの制御の応答性の向上を図ることができる。

#### 【0017】

このようなことから1番目の発明によれば、バルブ駆動用カムとポンプ駆動用カムとが共にバルブカムシャフトに設けられている内燃機関において、内燃機関の気筒に設けられ

10

20

30

40

50

たバルブの開閉タイミングを応答性良く制御することができる。

【0018】

2番目の発明は、内燃機関の気筒に設けられたバルブを開閉駆動するバルブ駆動用カムを設けたバルブカムシャフトにポンプ駆動用カムを設けて内燃機関の燃料ポンプを駆動するようにした内燃機関において、上記内燃機関の気筒に設けられたバルブの開閉タイミングを変更する内燃機関の制御装置であって、開閉タイミングの変更中に開閉タイミングが目標とする開閉タイミングの方向とは逆方向に戻されるのを抑制する手段を有すると共に、上記バルブ駆動用カムと上記ポンプ駆動用カムの相対回転位相が、上記内燃機関の気筒に設けられたバルブの開閉駆動に伴って上記バルブカムシャフトに作用するバルブ開閉駆動反力トルクと上記燃料ポンプの駆動に伴って上記バルブカムシャフトに作用する燃料ポンプ駆動反力トルクとの合成反力トルクの値の変動幅が最大になるように設定されていることを特徴とする、内燃機関の制御装置を提供する。

10

【0019】

2番目の発明のようにすることによって、上記開閉タイミングを目標とする開閉タイミングの方向へ変更するのに寄与する合成反力トルクの値を最大にすることができる。その結果、2番目の発明によっても、1番目の発明と同様、バルブ駆動用カムとポンプ駆動用カムとが共にバルブカムシャフトに設けられている内燃機関において、内燃機関の気筒に設けられたバルブの開閉タイミングを応答性良く制御することが可能となる。

【0020】

3番目の発明では1番目または2番目の発明において、上記バルブ駆動用カムと上記ポンプ駆動用カムの相対回転位相が、上記バルブ駆動用カムのカムリフト最大となるタイミングと上記ポンプ駆動用カムのカムリフト最大となるタイミングとが一致するように設定されている。

20

【0021】

3番目の発明によっても1番目または2番目の発明とほぼ同様の作用及び効果を得ることができる。なおここで、上記バルブ駆動用カムと上記ポンプ駆動用カムの相対回転位相は、上記バルブ駆動用カムのカムリフト最大となるタイミングの全てが上記ポンプ駆動用カムのカムリフト最大となるタイミングと一致するように設定されている必要はなく、上記バルブカムシャフトの一回転中に少なくとも一度は上記バルブ駆動用カムのカムリフト最大となるタイミングと上記ポンプ駆動用カムのカムリフト最大となるタイミングとが一致するように設定されていればよい。

30

【0022】

4番目の発明では1番目から3番目の何れかの発明において、上記バルブカムシャフトの一回転中に上記バルブ駆動用カムがバルブを開閉駆動する回数が、上記ポンプ駆動用カムが燃料ポンプを駆動する回数より多くなっている。

【0023】

4番目の発明のようになる場合は、例えば、上記バルブカムシャフトの一回転中にバルブを開閉駆動するバルブ駆動用カムのカム山の数が、上記ポンプ駆動用カムのカム山の数より多い場合であり、このような場合であっても1番目から3番目の発明とほぼ同様の作用及び効果を得ることができる。

40

【0024】

5番目の発明では1番目の発明において、上記バルブ駆動用カムと上記ポンプ駆動用カムの相対回転位相が、上記合成反力トルクの値の変動幅が予め定めた変動幅未満になるように設定されている。

【0025】

上述したように、上記合成反力トルクの値の変動幅が大きくなるとクランクシャフトからバルブカムシャフトに動力を伝達する部材の寿命が低下する等の問題が生じる。したがって、5番目の発明のようにすれば、上記予め定めた変動幅を適切に設定することによって、上記開閉タイミングの制御の応答性の向上を図りつつ、上記動力伝達部材の寿命の低下等、上記合成反力トルクの値の変動幅が大きくなることに起因する問題の発生を抑制す

50

ることができる。

【0026】

6番目の発明では1番目から5番目の何れかの発明において、上記内燃機関の気筒に設けられたバルブの開閉タイミングの変更が、少なくとも一つの油圧室に油路を介して作動油を供給して油圧作動アクチュエータを作動させることによって行われ、上記開閉タイミングの変更中に開閉タイミングが目標とする開閉タイミングの方向とは逆方向に戻されるのを抑制する手段として上記油路に上記油圧室に作動油へ供給すべきときに作動油が逆流しないように機能する逆流防止手段が設けられている。

6番目の発明によっても1番目から5番目の発明とほぼ同様の作用及び効果を得ることができる。

10

【発明の効果】

【0027】

各請求項に記載の発明は、バルブ駆動用カムとポンプ駆動用カムとが共にバルブカムシャフトに設けられている内燃機関において、内燃機関の気筒に設けられたバルブの開閉タイミングを応答性良く制御することを可能にするという共通の効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

図1は、自動車用直列4気筒DOHC機関に本発明を適用した実施形態のカムシャフト配置を説明するための図である。図1において、1は吸気バルブカムシャフト、3は排気バルブカムシャフト、5は機関のクランクシャフトを示す。バルブカムシャフト1及び3は、タイミングベルト7を介してクランクシャフト5に同期して駆動されている。

20

【0029】

また、本実施形態では各気筒にはそれぞれ吸気バルブ11、排気バルブ31がそれぞれ2つずつ、合計4つの弁が設けられており、それぞれの弁に対応して吸気バルブカムシャフト1には各気筒毎に2つの吸気バルブ駆動用カム13が、また排気バルブカムシャフト3には各気筒毎に2つの排気バルブ駆動用カム33が、それぞれ設けられている。

【0030】

また、図1において20で示すのは、吸気バルブ11の開閉タイミングを変更する開閉タイミング変更機構である。つまり、開閉タイミング変更機構20を作動することにより、吸気バルブ11の開閉タイミングを進角側に変更したり、遅角側に変更したりすることができ、これによってバルブオーバーラップ量の調整を行うこともできる。また、本実施形態において開閉タイミング変更機構20は油圧で制御される。すなわち、本実施形態では油圧作動アクチュエータである開閉タイミング変更機構20を作動させることにより開閉タイミングの変更が行われるようになっている。なお、開閉タイミング変更機構20の作動については後に更に詳細に説明する。

30

【0031】

また、図1において150で示すのは、燃料ポンプ200を駆動するためのポンプ駆動用カムであり、吸気バルブカムシャフト1の端部に設けられている。図2は、図1の吸気バルブカムシャフト1の部分を示す図であるが、この図に示すようにポンプ駆動用カム150は吸気バルブカムシャフト1の上部(図1において吸気バルブカムシャフト1に対してクランクシャフト5と反対側)に配置された燃料ポンプ200のプランジャの端部と係合し、吸気バルブカムシャフト1の回転に同期して燃料ポンプ200のプランジャを上方向に押動することにより、燃料ポンプ200から燃料を吐出する。

40

【0032】

そして本実施形態のように吸気バルブカムシャフト1に吸気バルブ駆動用カム13に加えてポンプ駆動用カム150を設けた場合には、吸気バルブカムシャフト1には吸気バルブ11の開閉駆動に伴う反力トルク(吸気バルブ開閉駆動反力トルク)Tvの変動に加えて燃料ポンプ200の駆動に伴う反力トルク(燃料ポンプ駆動反力トルク)Tpの変動が加わることになる。

50

## 【 0 0 3 3 】

すなわちより詳細には、上記吸気バルブ開閉駆動反力トルク  $T_v$  は、吸気バルブ駆動用カム 13 の作動において吸気バルブ 11 を開方向に駆動するカムリフト最大位置よりも前の期間では、バルブスプリングを圧縮するために吸気バルブカムシャフト 1 の回転を妨げる方向のトルク（正のトルク）として作用し、吸気バルブ 11 を閉方向に駆動するカムリフト最大位置よりも後の期間では、バルブスプリングの復元力のために吸気バルブカムシャフト 1 の回転方向のトルク（負のトルク）として作用する。また、上記燃料ポンプ駆動反力トルク  $T_p$  についても上記吸気バルブ開閉駆動反力トルク  $T_v$  と同様に、ポンプ駆動用カム 150 の作動においてカムリフト最大位置よりも前の期間では、吸気バルブカムシャフト 1 の回転を妨げる方向のトルク（正のトルク）として作用し、カムリフト最大位置よりも後の期間では、吸気バルブカムシャフト 1 の回転方向のトルク（負のトルク）として作用する。そして、吸気バルブカムシャフト 1 には上記吸気バルブ開閉駆動反力トルク  $T_v$  と上記燃料ポンプ駆動反力トルク  $T_p$  を合成した合成反力トルク  $T_t$  が作用することになる。

10

## 【 0 0 3 4 】

次に開閉タイミング変更機構 20 の作動について説明する。図 3 は、本実施形態における開閉タイミング変更機構 20 の作動について説明するための図である。図中、20 は開閉タイミング変更機構、22 はオイルコントロールバルブ（OCV）、23 は作動油ポンプである。

## 【 0 0 3 5 】

開閉タイミング変更機構 20 は、いわゆるベーン式位相角変更機構であり、内燃機関のクランクシャフト 5 からタイミングベルト 7 により回転駆動されるタイミングプーリ 35 と、そのタイミングプーリ 35 と一体になって回転駆動されるハウジング 36 と、このハウジング 36 内に回動可能に配置され、ハウジング 36 内に進角油圧室 37 と遅角油圧室 38 とを区画形成する、吸気バルブカムシャフト 1 に連結されたベーン体 39 とを備えている。このような開閉タイミング変更機構 20 では、上記進角油圧室 37 と遅角油圧室 38 とに作動油を供給することにより、ハウジング 36 とベーン体 39 とを相対的に回動させてクランクシャフト 5 と吸気バルブカムシャフト 1 との回転位相を変化させて吸気バルブ 11 の開閉タイミングを変更する。

20

## 【 0 0 3 6 】

すなわち、進角油圧室 37 に進角側油路 24 を介して作動油を供給するとともに遅角油圧室 38 から遅角側油路 25 を介して作動油を排出することにより、ベーン体 39 をハウジング 36 に対して位相角が進角する側に相対回動させ、遅角油圧室 38 に遅角側油路 25 を介して作動油を供給し進角油圧室 37 から進角側油路 24 を介して作動油を排出することにより、ベーン体 39 をハウジング 36 に対して位相角が遅角する方向に相対回動させる。また、位相角を一定の位相角に維持する場合には進角油圧室 37 と遅角油圧室 38 との内部の作動油圧力を同じ圧力に制御することにより、ハウジング 36 とベーン体 39 との相対位置を一定に保持する。

30

## 【 0 0 3 7 】

このような各油圧室 37、38 内の作動油圧力の制御、すなわちこれら油圧室 37、38 への作動油の供給制御は OCV 22 によって行われる。OCV 22 は、スプール 40 を有するスプール弁であり、進角油圧室 37 に通じる油圧ポート 40a、遅角油圧室 38 へ通じる油圧ポート 40b、機関出力軸に駆動される作動油ポンプ 23 に接続されたポート 40c 及び 2 つのドレーンポート 40d、40e を備えている。OCV 22 のスプール 40 はポート 40a と 40b のうちの何れかをポート 40c に連通し、他方をドレーンポートに接続するように動作する。

40

## 【 0 0 3 8 】

すなわち、図 3 においてスプール 40 が左方向に移動すると、進角油圧室 37 に連通するポート 40a はポート 40c を介して作動油ポンプ 23 に接続され、ドレーンポート 40d は閉鎖される。また、この時同時に遅角油圧室 38 に通じるポート 40b はドレーン

50

ポート40eに連通する。このため、開閉タイミング変更機構20の進角油圧室37には、作動油ポンプ23から作動油が流入し、進角油圧室37内の油圧を上昇させてベーン体39を図3の矢印Rの方向（進角方向）に押動する。また、この時遅角油圧室38内の作動油はOCV22のポート40bを通りドレーンポート40eから排出される。このため、ベーン体39はハウジング36に対して図3の矢印Rの方向に回転する。

【0039】

また、図3において逆にスプール40が右方向に移動すると、ポート40bはポート40cに接続され、ポート40aはドレーンポート40dに接続される。これにより、遅角油圧室38には作動油が流入し、進角油圧室37からは作動油が排出されるため、ベーン体39はハウジング36に対して図3の矢印Rとは逆の方向に回転する。そして、スプール40が図3に示した中立位置にある時は、ポート40a、40bは両方とも閉鎖される。

10

【0040】

図3に41で示すのは、スプール40を駆動するリニアソレノイドアクチュエータである。リニアソレノイドアクチュエータ41は電子制御ユニット(ECU)27からの制御信号に応じてスプール40を移動させる。

【0041】

更に、本実施形態においては図3に示したように、上記進角側油路24及び遅角側油路25にそれぞれ任意に逆止弁として作用させることのできる制御弁28、29が設けられており、作動油が意図する向きとは逆に流れてしまうのを防止するようになっている。

20

【0042】

すなわち、上記進角側油路24に設けられた制御弁28は、進角油圧室37に進角側油路24を介して作動油を供給して開閉タイミングを進角させるべき時には、進角油圧室37に向かう作動油の流れのみを許容する逆止弁として作用し、それ以外の時には双方向の流れを許容する弁として作用するように制御される。また、上記遅角側油路25に設けられた制御弁29は、遅角油圧室38に遅角側油路25を介して作動油を供給して開閉タイミングを遅角させるべき時には、遅角油圧室38に向かう作動油の流れのみを許容する逆止弁として作用し、それ以外の時には双方向の流れを許容する弁として作用するように制御される。そして、これらの制御弁28、29の制御もECU27からの制御信号によって行われる。

30

【0043】

すなわち本実施形態では、上記制御弁28、29が上記進角油圧室37及び遅角油圧室38に作動油を供給すべきときに作動油が逆流しないように機能する逆流防止手段として機能している。また、上記制御弁28、29のような制御弁は、例えば、当該制御弁本体内に、逆止弁を有する管路と、同逆止弁をバイパスする管路と、これら二つの管路を通る経路を切替える切替え弁とを設けることにより構成することができる。なお、本実施形態では上記制御弁28、29を一体的な弁としたが、他の実施形態では同様な機能が達成されるのであれば（すなわち、任意に逆止弁として作用させるという機能が達成されるのであれば）上記制御弁28、29の代わりに、例えば、逆止弁を有する管路と、同逆止弁をバイパスする管路と、これら二つの管路を通る経路を切替える切替え弁とを有する配管の構成を用いてもよい。更に同様な機能が達成されるものであれば全く別の構成を用いてもよい。

40

【0044】

そして本実施形態では、以上のような構成を前提として、上記バルブ駆動用カム13と上記ポンプ駆動用カム150の相対回転位相が以下で説明するように設定され、開閉タイミングが応答性良く制御できるようになっている。すなわち、本実施形態では、上記バルブ駆動用カム13と上記ポンプ駆動用カム150の相対回転位相が、上記開閉タイミング変更機構20による開閉タイミングの変更の際に、上記合成反力トルク $T_t$ を、開閉タイミングを目標とする開閉タイミング（目標開閉タイミング）の方向へ変更するのに利用することを考慮して設定されている。

50



## 【 0 0 4 5 】

つまりより詳細には、本実施形態では、上記バルブ駆動用カム 1 3 と上記ポンプ駆動用カム 1 5 0 の相対回転位相が、上記吸気バルブ開閉駆動反力トルク  $T_v$  と上記燃料ポンプ駆動反力トルク  $T_p$  とを合成した上記合成反力トルク  $T_t$  の値の変動幅が最大になるように設定されている。そしてこのようにすると後述するように上記開閉タイミングを目標開閉タイミングの方向へ変更するのに寄与する合成反力トルクの値を最大にすることができる。

## 【 0 0 4 6 】

より具体的には本実施形態では、上記バルブ駆動用カム 1 3 と上記ポンプ駆動用カム 1 5 0 の相対回転位相が、上記バルブ駆動用カム 1 3 のカムリフト最大となるタイミングと上記ポンプ駆動用カム 1 5 0 のカムリフト最大となるタイミングとが一致するように設定されている。

10

## 【 0 0 4 7 】

図 4 は、本実施形態におけるバルブ駆動用カム 1 3 とポンプ駆動用カム 1 5 0 の相対回転位相について示すための図であり、図 2 の矢印 A の方向で見た場合の図である。図 4 ( a ) が上記バルブ駆動用カム 1 3 について示した図であり、図 4 ( b ) が上記ポンプ駆動用カム 1 5 0 について示した図である。

## 【 0 0 4 8 】

そして、図 5 は本実施形態において吸気バルブカムシャフト 1 に作用する各反力トルク  $T_v$ 、 $T_p$ 、 $T_t$  の変動について示す図である。すなわち、図 4 に示すように上記バルブ駆動用カム 1 3 と上記ポンプ駆動用カム 1 5 0 の相対回転位相が、上記バルブ駆動用カム 1 3 のカムリフト最大となるタイミングと上記ポンプ駆動用カム 1 5 0 のカムリフト最大となるタイミングとが一致するように設定されると、図 5 に示すように上記吸気バルブ開閉駆動反力トルク  $T_v$  の変動と上記燃料ポンプ駆動反力トルク  $T_p$  の変動との位相が一致し、これらの反力トルク  $T_v$  及び  $T_p$  を合成した合成反力トルク  $T_t$  の変動幅が最大になる。

20

## 【 0 0 4 9 】

図 5 に示した合成反力トルク  $T_t$  の変動において、正のトルクとして示されている部分は吸気バルブカムシャフト 1 の回転を妨げる方向のトルクが作用する部分であり、換言すれば、開閉タイミングを遅角させる方向のトルクが作用する部分である。また、負のトルクとして示されている部分は吸気バルブカムシャフト 1 の回転方向のトルクが作用する部分であり、換言すれば、開閉タイミングを進角させる方向のトルクが作用する部分である。

30

## 【 0 0 5 0 】

そして、本実施形態のように油圧で作動される開閉タイミング変更機構 2 0 が用いられる場合、その制御の応答性には、上記作動油の圧力その他、上記合成反力トルク  $T_t$  が大きく影響する。これは、吸気バルブ駆動用カム 1 3 の回転位相を変更するために作動される上記開閉タイミング変更機構 2 0 のベーン体 3 9 は、結果的には上記作動油の圧力によって発生する駆動トルクと上記合成反力トルク  $T_t$  との合成トルクによって作動させられることになるからである。

40

## 【 0 0 5 1 】

そして、まずここで上記制御弁 2 8、2 9 を有していない場合について考えてみると、この場合には図 4 に示すように上記バルブ駆動用カム 1 3 と上記ポンプ駆動用カム 1 5 0 の相対回転位相を設定し、図 5 に示すように上記合成反力トルク  $T_t$  の変動幅が最大になるようにしても、開閉タイミングの制御における十分な応答性の向上を得ることはできないと考えられる。

## 【 0 0 5 2 】

すなわち、図 5 に示すように上記合成反力トルク  $T_t$  の変動幅が最大になるようにすると、開閉タイミングを目標開閉タイミングにする方向のトルクも最大になるのであるが、開閉タイミングを目標開閉タイミングの方向とは逆方向に戻そうとするトルクも最大にな

50

る。そして上記制御弁 28、29 を有していない場合には、上記進角油圧室 37 及び遅角油圧室 38 に作動油を供給すべきときに作動油が逆流することが防止されないため、特に油圧が十分に高くない時には開閉タイミングの変更中に開閉タイミングが目標とする開閉タイミングの方向とは逆方向に戻されることになる。したがって、この場合には開閉タイミングを変更するときは一進一退を繰り返しながら目標開閉タイミングまで到達することになり、十分な応答性の向上を期待することができない。そしてこのようなことから、上記制御弁 28、29 を有していない場合には、上記合成反力トルク  $T_t$  を、開閉タイミングを目標開閉タイミングの方向へ変更するのに十分に利用することはできないと言える。

【0053】

その一方、本実施形態のように上記制御弁 28、29 を有している場合には、これらの制御弁 28、29 が、開閉タイミングを変更すべく上記進角油圧室 37 及び遅角油圧室 38 に作動油を供給すべきときに作動油が逆流しないように機能するため、開閉タイミングの変更中に開閉タイミングが目標開閉タイミングの方向とは逆方向に戻されるのが抑制される。したがって、本実施形態のように上記制御弁 28、29 を有している場合には、上記合成反力トルクによって開閉タイミングが目標開閉タイミングの方向とは逆方向に戻されてしまうことについては考慮する必要が無い。

【0054】

つまり、この場合には上記合成反力トルク  $T_t$  は、開閉タイミングを目標開閉タイミングの方向へ変更するように作用する部分のみ考慮すればよく、上記合成反力トルク  $T_t$  を、開閉タイミングを目標開閉タイミングの方向へ変更するのに利用することができる。

【0055】

すなわち、例えば図 5 に示される本実施形態の場合、合成反力トルク  $T_t$  の変動において、負のトルクとして示される部分の最小値の大きさにかわらず正のトルクとして示される部分の最大値が大きいくらい、開閉タイミングを遅角させるときの応答性が向上する。また、正のトルクとして示される部分の最大値の大きさにかわらず負のトルクとして示される部分の最小値が小さいくらい、開閉タイミングを進角させるときの応答性が向上する。

【0056】

したがって、本実施形態のように上記制御弁 28、29 を有している場合には、図 4 に示すように上記バルブ駆動用カム 13 と上記ポンプ駆動用カム 150 の相対回転位相を設定し、図 5 に示すように上記合成反力トルク  $T_t$  の変動幅が最大になるようにすることによって、開閉タイミングの制御における応答性を向上することができる。

【0057】

以上のように、本実施形態のように上記制御弁 28、29 を有している場合にのみ、上記合成反力トルク  $T_t$  を、開閉タイミングを目標開閉タイミングの方向へ変更するのに利用することが可能であり、その場合に上記合成反力トルク  $T_t$  を、開閉タイミングを目標開閉タイミングの方向へ変更するのに利用することを考慮して上記バルブ駆動用カム 13 と上記ポンプ駆動用カム 150 の相対回転位相を設定することで、上記合成反力トルク  $T_t$  を上記開閉タイミングの制御に効率的に利用することができ、開閉タイミングの制御の応答性の向上を図ることができる。そしてその結果として、ドライバビリティの向上、燃費及び排気エミッションの改善等を図ることができる。

【0058】

なお上述したように、一般に上記合成反力トルク  $T_t$  の変動幅が大きくなるとクランクシャフトからバルブカムシャフトに動力を伝達する部材の寿命が低下する等の問題が生じることが判明している。そのため他の実施形態においてはこの点を考慮し、吸気バルブ駆動用カムとポンプ駆動用カムの相対回転位相を、上記合成反力トルク  $T_t$  の開閉タイミング変更への利用を考慮しつつ、上記合成反力トルク  $T_t$  の値の変動幅が予め定めた変動幅未満になるように設定するようにしてもよい。

【0059】

このようにすると、上記予め定めた変動幅を適切に設定することによって、開閉タイミングの制御の応答性の向上を図りつつ、上記動力伝達部材の寿命の低下等、上記合成反力

10

20

30

40

50

トルク  $T_t$  の値の変動幅が大きくなることに起因する問題の発生を抑制することができる。

【 0 0 6 0 】

なお、上述の実施形態においては図 4 で示したように、上記吸気バルブカムシャフト 1 の一回転中に吸気バルブ 1 1 を開閉駆動するバルブ駆動用カム 1 3 のカム山の数とポンプ駆動用カム 1 5 0 のカム山の数は共に 4 個であり同数であった。すなわち、上述の実施形態においては、上記吸気バルブカムシャフト 1 の一回転中にバルブ駆動用カム 1 3 が吸気バルブ 1 1 を開閉駆動する回数が、ポンプ駆動用カム 1 5 0 が燃料ポンプ 2 0 0 を駆動する回数と同じであった。

【 0 0 6 1 】

しかしながら、本発明はこれに限定されるものではなく、他の実施形態では例えば、吸気バルブカムシャフトの一回転中に吸気バルブ駆動用カムが吸気バルブを開閉駆動する回数が、ポンプ駆動用カムが燃料ポンプを駆動する回数よりも多くなってもよい。

【 0 0 6 2 】

図 6 はこのような場合の一実施形態におけるバルブ駆動用カムとポンプ駆動用カムについて示した図 4 と同様の図である。すなわち、図 6 ( a ) が上記バルブ駆動用カムについて示しており、図 6 ( b ) が上記ポンプ駆動用カムについて示している。図 6 に示されているように、この例では上記吸気バルブカムシャフトの一回転中に吸気バルブを開閉駆動するバルブ駆動用カムのカム山の数が 4 個であるのに対し、ポンプ駆動用カムのカム山の数が 3 個である。したがってこの場合、吸気バルブカムシャフトの一回転中にバルブ駆動用カムが吸気バルブを開閉駆動する回数が、ポンプ駆動用カムが燃料ポンプを駆動する回数よりも 1 回多くなるようになっている。また、ポンプ駆動用カムの 3 個のカム山とバルブ駆動用カムの 4 個のカム山のうちの 3 個のカム山の相対回転位相が一致している。

【 0 0 6 3 】

そしてこれまでの説明からも明らかなように、このようにしても上記合成反力トルク  $T_t$  の変動幅が大きくされるため、上述の実施形態と同様、開閉タイミングを応答性良く制御することが可能となる。

【 0 0 6 4 】

また、上述の実施形態では本発明を直列 4 気筒 DOHC 機関に適用したが、本発明は他の型式の内燃機関にも適用可能である。例えば図 7 は本発明を V 型 6 気筒機関に適用した場合における吸気バルブ駆動用カムとポンプ駆動用カムについて示した図 4 と同様の図である。すなわち、図 7 ( a ) が吸気バルブ駆動用カムについて示しており、図 7 ( b ) がポンプ駆動用カムについて示している。

【 0 0 6 5 】

更に、上述の実施形態では油圧作動アクチュエータである開閉タイミング変更機構 2 0 を作動させることにより開閉タイミングの変更が行われるようになっていたが、本発明はこれに限定されるものではなく、他の実施形態では油圧作動アクチュエータ以外の手段によって開閉タイミングの変更が行われるようになっていてもよい。また、以上では、吸気バルブの開閉タイミングを変更する場合について説明したが、本発明が排気バルブの開閉タイミングを変更する場合についても全く同様に適用できることは明らかである。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 6 】

【 図 1 】 図 1 は、自動車用直列 4 気筒 DOHC 機関に本発明を適用した実施形態のカムシャフト配置を説明するための図である。

【 図 2 】 図 2 は、図 1 の吸気バルブカムシャフトの部分を示す図である。

【 図 3 】 図 3 は、開閉タイミング変更機構の作動について説明するための図である。

【 図 4 】 図 4 は、バルブ駆動用カムとポンプ駆動用カムの相対回転位相について示すための図であり、図 2 の矢印 A の方向で見た場合の図である。( a ) がバルブ駆動用カムについて示し、( b ) がポンプ駆動用カムについて示している。

【 図 5 】 図 5 は、吸気バルブカムシャフトに作用するバルブ開閉駆動反力トルク  $T_v$ 、燃

10

20

30

40

50

料ポンプ駆動反カトルク  $T_p$ 、合成反カトルク  $T_t$  の変動について示す図である。

【図6】図6は、別の実施形態についての図4と同様の図であり、(a)がバルブ駆動用カムについて示し、(b)がポンプ駆動用カムについて示している。

【図7】図7は、本発明をV型6気筒機関に適用した場合についての図4と同様の図であり、(a)がバルブ駆動用カムについて示し、(b)がポンプ駆動用カムについて示している。

【符号の説明】

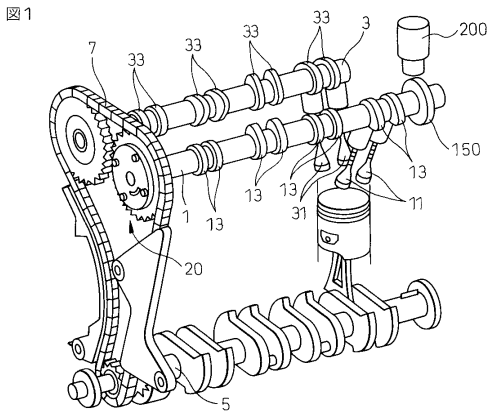
【0067】

- 1 吸気バルブカムシャフト
- 3 排気バルブカムシャフト
- 5 クランクシャフト
- 7 タイミングベルト
- 11 吸気バルブ
- 13 吸気バルブ駆動用カム
- 20 開閉タイミング変更機構
- 28 制御弁
- 29 制御弁
- 31 排気バルブ
- 33 排気バルブ駆動用カム
- 150 ポンプ駆動用カム
- 200 燃料ポンプ

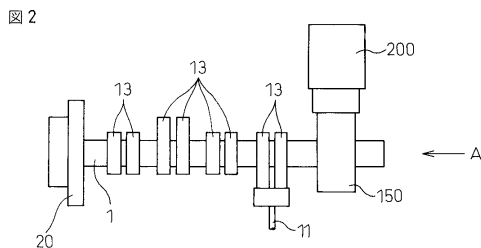
10

20

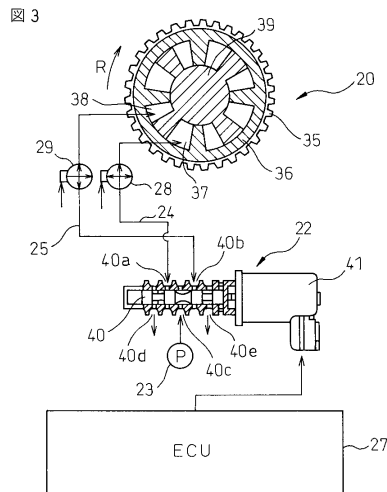
【図1】



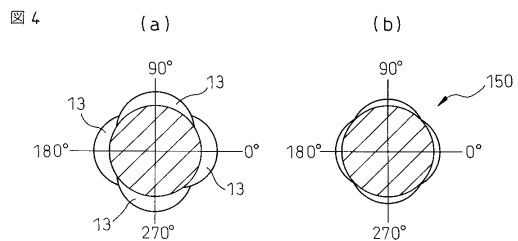
【図2】



【図3】

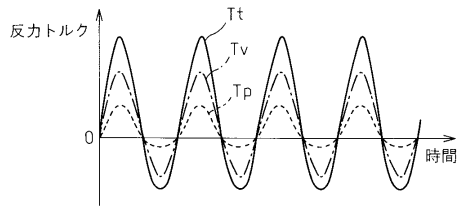


【図4】



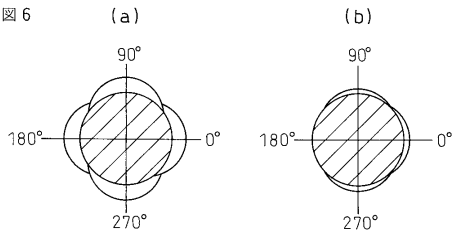
【 図 5 】

図 5



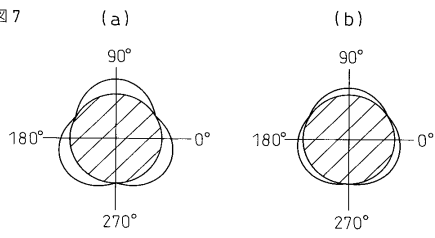
【 図 6 】

図 6



【 図 7 】

図 7



---

フロントページの続き

- (72)発明者 永楽 玲  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
- (72)発明者 山口 錠二  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 佐々木 訓

- (56)参考文献 特開平10-176508(JP,A)  
特開2005-76482(JP,A)  
特開2003-328707(JP,A)  
特開平8-121123(JP,A)  
特開2006-46315(JP,A)  
特開2001-227425(JP,A)  
特開2006-207440(JP,A)  
特開2006-29093(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01L	1/34
F02D	13/02
F02M	39/02
F02M	59/10