

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4985729号
(P4985729)

(45) 発行日 平成24年7月25日(2012.7.25)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int. Cl. F I
F O I L 1/356 (2006.01) F O I L 1/34 E

請求項の数 11 (全 43 頁)

(21) 出願番号	特願2009-193566 (P2009-193566)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成21年8月24日 (2009. 8. 24)		愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
(65) 公開番号	特開2010-270746 (P2010-270746A)	(74) 代理人	100106149 弁理士 矢作 和行
(43) 公開日	平成22年12月2日 (2010. 12. 2)		
審査請求日	平成22年2月17日 (2010. 2. 17)	(74) 代理人	100121991 弁理士 野々部 泰平
(31) 優先権主張番号	特願2008-233912 (P2008-233912)	(74) 代理人	100145595 弁理士 久保 貴則
(32) 優先日	平成20年9月11日 (2008. 9. 11)	(72) 発明者	山口 隆 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会 社デンソー内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	藤吉 俊希 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会 社デンソー内
(31) 優先権主張番号	特願2009-106873 (P2009-106873)		
(32) 優先日	平成21年4月24日 (2009. 4. 24)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 バルブタイミング調整装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関においてクランク軸からのトルク伝達によりカム軸が開閉する動弁のバルブタイミングを、当該内燃機関の回転に伴って供給源から供給される作動液により調整するバルブタイミング調整装置であって、

前記クランク軸と連動して回転し、内面よりも凹む凹部を形成するハウジングと、

前記カム軸と連動して回転し、前記ハウジングの内部において進角室及び遅角室を回転方向に区画するベーンを有し、前記作動液が前記進角室又は前記遅角室に導入されることにより前記ハウジングに対する回転位相を進角側又は遅角側に变化させるベーンロータと、

前記ベーンロータにおいて往復移動可能に收容され、前記凹部に突入する突入方向に移動することにより前記回転位相を最進角位相及び最遅角位相の間の規制位相において規制する一方、前記凹部から脱出する脱出方向に移動して前記回転位相の規制を解除する主規制部材と、

前記主規制部材を前記突入方向に付勢し、前記規制位相での当該付勢により前記主規制部材を前記凹部に突入させる一方、前記規制位相と異なる前記回転位相での当該付勢により前記主規制部材を前記内面に当接させる主弾性部材と、

前記ベーンロータにおいて前記主規制部材と同方向に往復移動可能に收容され、前記ベーンロータが形成する作動室に導入される前記作動液から前記脱出方向に圧力を受ける受圧部、及び前記主規制部材に対して前記脱出方向に係合し前記突入方向に離間する係合部

を有する副規制部材と、

前記副規制部材を前記突入方向に付勢する副弾性部材と、を備えることを特徴とするバルブタイミング調整装置。

【請求項 2】

前記ハウジングは、前記主規制部材に対して前記凹部側を大気に開放させる大気孔を形成することを特徴とする請求項 1 に記載のバルブタイミング調整装置。

【請求項 3】

前記ハウジングは、前記主規制部材に対して前記凹部側とは反対側を大気に開放させる大気孔を形成することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のバルブタイミング調整装置。

【請求項 4】

前記ハウジングは、前記主規制部材に対して前記凹部側を大気に開放させる大気孔、及び前記主規制部材に対して前記凹部側とは反対側を大気に開放させる大気孔を形成し、それら大気孔の間を連通する通孔を前記主規制部材は形成することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のバルブタイミング調整装置。

【請求項 5】

前記副規制部材は、前記主規制部材の外周面に嵌合し、

前記ベーンロータは、前記主規制部材の外周面を支持する支持部を有し、前記副規制部材において当該支持部に対向する前記受圧部との間に前記作動室を形成することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のバルブタイミング調整装置。

【請求項 6】

前記ハウジングは、大気に開放される開放孔を形成し、

前記ベーンロータは、前記進角室及び前記遅角室の一方に連通する連通孔を形成し、

前記副規制部材は、前記開放孔及び前記連通孔の間を遮断する遮断位置よりも前記突入方向に移動することにより、前記開放孔及び前記連通孔の間を連通させることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のバルブタイミング調整装置。

【請求項 7】

前記副規制部材の前記突入方向への移動により形成されて前記開放孔から前記連通孔に至る連通経路に、流体の流通面積を絞る絞り部が設けられることと特徴とする請求項 6 に記載のバルブタイミング調整装置。

【請求項 8】

前記ベーンロータは、前記進角室に連通する進角連通孔、及び前記遅角室に連通する遅角連通孔を形成し、

前記副規制部材は、前記進角連通孔及び前記遅角連通孔の間を遮断する遮断位置よりも前記突入方向に移動することにより、前記進角連通孔及び前記遅角連通孔の間を連通させることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のバルブタイミング調整装置。

【請求項 9】

前記ハウジングは、大気に開放される開放孔を形成し、

前記副規制部材は、前記遮断位置よりも前記突入方向に移動することにより、前記進角連通孔及び前記遅角連通孔の間を前記開放孔に連通させることを特徴とする請求項 8 に記載のバルブタイミング調整装置。

【請求項 10】

前記副規制部材の前記突入方向への移動により形成されて前記開放孔から前記進角連通孔及び前記遅角連通孔に至る連通経路に、流体の流通面積を絞る絞り部が設けられることと特徴とする請求項 9 に記載のバルブタイミング調整装置。

【請求項 11】

内燃機関においてクランク軸からのトルク伝達によりカム軸が開閉する動弁のバルブタイミングを、当該内燃機関の回転に伴って供給源から供給される作動液により調整するバルブタイミング調整装置であって、

前記クランク軸と連動して回転するハウジングと、

前記カム軸と連動して回転し、前記ハウジングの内部において進角室及び遅角室を回転

10

20

30

40

50

方向に区画するペーンを有し、前記作動液が前記進角室又は前記遅角室に導入されることにより前記ハウジングに対する回転位相を進角側又は遅角側に变化させるペーンロータと

、
前記ペーンロータまたは前記ハウジングの一方に往復移動可能に收容され、他方に形成される凹部に突入する突入方向に移動することにより、前記回転位相を最進角位相及び最遅角位相の間の規制位相において規制する一方、前記凹部から脱出する脱出方向に移動して前記回転位相の規制を解除する主規制部材と、

前記主規制部材を前記突入方向に付勢し、前記規制位相での当該付勢により前記主規制部材を前記凹部に突入させる一方、前記規制位相と異なる前記回転位相での当該付勢により前記主規制部材を前記他方の凹部以外の部分に当接させる主弾性部材と、

前記ペーンロータまたは前記ハウジングの一方において前記主規制部材と同方向に往復移動可能に收容され、前記ペーンロータまたは前記ハウジングの一方が形成する作動室に導入される前記作動液から前記脱出方向に圧力を受ける受圧部、及び前記主規制部材に対して前記脱出方向に係合し前記突入方向に離間する係合部を有する副規制部材と、

前記副規制部材を前記突入方向に付勢する副弾性部材と、を備えることを特徴とするバルブタイミング調整装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関においてクランク軸からのトルク伝達によりカム軸が開閉する動弁のバルブタイミングを調整するバルブタイミング調整装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、クランク軸と連動して回転するハウジング並びにカム軸と連動して回転するペーンロータを備え、内燃機関の回転に伴ってポンプ等の供給源から供給される作動液により、バルブタイミングを調整するバルブタイミング調整装置が知られている。例えば特許文献1の装置では、ハウジングの内部においてペーンロータのペーンが回転方向に区画する進角室又は遅角室に供給源からの作動液を導入することで、ハウジングに対するペーンロータの回転位相を進角側又は遅角側に变化させてバルブタイミングを調整する。

【0003】

さて、特許文献1の装置では、最進角位相及び最遅角位相の間の規制位相において回転位相を規制するようにしている。これは、内燃機関をクランキングして始動する際に、ペーンロータに收容した規制ピンを、ハウジングの内面よりも凹む凹部に突入させて回転位相を規制位相に規制することで、その始動性を確保するためである。したがって、内燃機関の停止前には、規制ピンを凹部に突入させておき、次の始動時には、回転位相の規制作用を確実に得ることが重要となっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2002-357105号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、特許文献1の装置では、異常の発生により内燃機関が瞬間的に停止するような場合、凹部への規制ピンの突入により回転位相が規制位相に規制される前に、内燃機関が停止する事態が懸念される。こうした内燃機関の停止状態では、規制位相と異なる回転位相にて内燃機関のクランキングが開始されると、始動性の確保が困難となるおそれがあるため、当該クランキング中に発生する変動トルクを利用して規制ピンを凹部に突入させることが考えられている。

【0006】

10

20

30

40

50

ここで、特許文献1の装置において規制ピンは、スプリングにより凹部への突入方向に付勢される一方、ベーンロータが形成する作動室に導入された作動液により凹部からの脱出方向に圧力を受けるようになっている。故に、内燃機関の始動前において作動液が作動室に残存している場合、内燃機関のクランキング中に規制ピンを凹部に突入させるようにするには、弾性部材に付勢される規制ピンの移動により、作動室から残存作動液を押し出す必要がある。しかしながら、特に作動液の粘度が増大する低温環境時には、残存作動液を作動室から押し出す際の圧損が大きくなるため、当該残存作動液から抵抗を受ける規制ピンの移動速度が低下し、規制ピンの凹部への突入、ひいては始動性の確保が困難となるおそれがあった。

【0007】

本発明は、以上説明した問題に鑑みてなされたものであって、その目的は、内燃機関の始動性を確保するバルブタイミング調整装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

請求項1に記載の発明は、内燃機関においてクランク軸からのトルク伝達によりカム軸が開閉する動弁のバルブタイミングを、当該内燃機関の回転に伴って供給源から供給される作動液により調整するバルブタイミング調整装置であって、クランク軸と連動して回転し、内面よりも凹む凹部を形成するハウジングと、カム軸と連動して回転し、ハウジングの内部において進角室及び遅角室を回転方向に区画するベーンを有し、作動液が進角室又は遅角室に導入されることによりハウジングに対する回転位相を進角側又は遅角側に变化させるベーンロータと、ベーンロータにおいて往復移動可能に收容され、凹部に突入する突入方向（以下、解決手段の欄では、単に「突入方向」という）に移動することにより回転位相を最進角位相及び最遅角位相の間の規制位相において規制する一方、凹部から脱出する脱出方向（以下、解決手段の欄では、単に「脱出方向」という）に移動して回転位相の規制を解除する主規制部材と、主規制部材を突入方向に付勢し、規制位相での当該付勢により主規制部材を凹部に突入させる一方、規制位相と異なる回転位相での当該付勢により主規制部材をハウジングの内面に当接させる主弾性部材と、ベーンロータにおいて規制部材と同方向に往復移動可能に收容され、ベーンロータが形成する作動室に導入される作動液から脱出方向に圧力を受ける受圧部、及び主規制部材に対して脱出方向に係合し突入方向に離間する係合部を有する副規制部材と、副規制部材を突入方向に付勢する副弾性部材と、を備えることを特徴とする。

【0009】

この発明において、内燃機関の回転に伴って供給源から供給される作動液は、ベーンロータが形成する作動室に導入される。故に、ハウジングの内面よりも凹む凹部に主規制部材が突入して回転位相が最進角位相及び最遅角位相の間の規制位相に規制される前に、内燃機関が停止すると、作動室に導入の作動液の圧力は低下することになる。その結果、受圧部において作動室の作動液から脱出方向に圧力を受ける副規制部材は、副弾性部材の付勢により突入方向へと移動する。このとき、副規制部材の係合部が脱出方向に係合する主規制部材は、主弾性部材の付勢により副規制部材に合わせて移動するので、特に規制位相と異なる回転位相では、ハウジングの内面と当接することになる。こうしたハウジング内面との当接により主規制部材が移動し得ない状態となった後でも、副弾性部材により付勢される副規制部材は、作動室の残存作動液を受圧部により押し出しつつ、主規制部材に対して係合部を突入方向に離間させるように移動し得る。これにより、内燃機関をクランキングして始動する始動時には、当該クランキング中に発生する変動トルクにより回転位相を規制位相に変化させて主規制部材を凹部に突入させるに際して、主規制部材を、離間した係合部側となる突入方向に高速移動させることができる。したがって、低温環境下であっても、主規制部材を凹部に迅速に且つ確実に突入させて回転位相を規制位相に規制し得るので、始動性の確保が可能となるのである。

【0010】

尚、請求項1に記載の発明において副規制部材については、内燃機関の回転に伴って作

10

20

30

40

50

動室に導入される作動液の圧力を受圧部により脱出方向に受けることで、係合部により脱出方向に係合する主規制部材を移動させつつ、凹部から脱出することができる。したがって、主規制部材を凹部に突入させて内燃機関を始動させた後においては、当該凹部からの主規制部材の脱出により回転位相の規制を解除して、自由なバルブタイミング調整を実現することが可能となるのである。

【 0 0 1 1 】

請求項 2 , 4 に記載の発明によると、ハウジングは、主規制部材に対して凹部側を大気に開放させる大気孔を形成する。これによれば、凹部側が大気孔によって開放される主規制部材について、当該凹部側から受ける突入方向への移動抵抗を低減することができるので、始動性の確保効果が高められ得る。

10

【 0 0 1 2 】

請求項 3 , 4 に記載の発明によると、ハウジングは、主規制部材に対して凹部側とは反対側を大気に開放させる大気孔を形成する。これによれば、凹部側と反対側が大気孔によって開放される主規制部材について、当該反対側から受ける突入方向への移動抵抗を低減することができるので、始動性の確保効果が高められ得る。

【 0 0 1 3 】

請求項 4 に記載の発明によると、ハウジングは、主規制部材に対して凹部側を大気に開放させる大気孔、及び主規制部材に対して前記凹部側とは反対側を大気に開放させる大気孔を形成し、それら大気孔の間を連通する通孔を主規制部材は形成する。これによれば、主規制部材に対する凹部側及びその反対側のうち一方側において大気孔による大気開放が困難となっても、主規制部材が形成の通孔を通じて当該一方側を他方側に連通させるので、当該一方側における大気開放状態を確保し得る。したがって、主規制部材が凹部側及びその反対側から受ける移動抵抗を大気孔の詰まり等に拘らず低減して、始動性の確保効果を高めることができるのである。

20

【 0 0 1 4 】

請求項 5 に記載の発明によると、副規制部材は、主規制部材の外周面に嵌合し、ベーンロータは、主規制部材の外周面を支持する支持部を有し、副規制部材において当該支持部に対向する受圧部との間に作動室を形成する。このように、副規制部材が嵌合する主規制部材の外周面を支持部により支持するベーンロータが、当該支持部と対向する副規制部材の受圧部との間に作動室を形成することで、作動室に導入の作動液の圧力が主規制部材には作用し難くなる。故に、内燃機関をクランキングして始動する始動時において、作動室に作動液が残存していたとしても、当該残存作動液に起因して主規制部材の移動速度が低下する事態を抑制し得る。したがって、回転位相を規制位相まで変化させて主規制部材を凹部に突入させる際の迅速性、ひいては始動性の確保効果を、低温環境下であっても確実に高めることができる。

30

【 0 0 1 5 】

請求項 6 に記載の発明によると、ハウジングは、大気に開放される開放孔を形成し、ベーンロータは、進角室及び遅角室の一方に連通する連通孔を形成し、副規制部材は、開放孔及び連通孔の間を遮断する遮断位置よりも突入方向に移動することにより、開放孔及び連通孔の間を連通させる。これによれば、凹部への主規制部材の突入により回転位相が規制位相に規制される前に内燃機関がロックした場合、開放孔及び連通孔の間を遮断する遮断位置よりも突入方向に副規制部材が移動することで、それら孔間の連通が可能となる。かかる連通状態下において内燃機関のクランキングが開始される始動時には、連通孔に連通の進角室又は遅角室が開放孔を通じて大気に開放されることとなる。したがって、回転位相を規制位相に変化させて主規制部材を凹部に突入させる際には、クランキング中の変動トルクにより容積拡大する進角室又は遅角室に負圧が発生することで回転位相の変化速度が低下する事態を、抑制し得る。以上より、主規制部材を凹部に突入させるのに必要な回転位相変化を迅速に生じさせて、始動性の確保効果を高めることができるのである。

40

【 0 0 1 6 】

尚、請求項 6 に記載の発明において主規制部材を凹部から脱出させる際には、開放孔及

50

び連通孔間の連通位置よりも当該脱出方向となる遮断位置に副規制部材を移動させることで、開放孔及び連通孔間の連通遮断が可能となる。故に、かかる遮断状態下、進角室及び遅角室の一方への作動液導入によりバルブタイミングを調整する際には、当該一方に連通の連通孔から開放孔を通じて作動液が漏れる事態を抑制して、バルブタイミング調整の応答性を高めることもできるのである。

【 0 0 1 7 】

請求項 7 に記載の発明によると、副規制部材の突入方向への移動により形成されて開放孔から連通孔に至る連通経路に、流体の流通面積を絞る絞り部が設けられる。これによれば、副規制部材の突入方向への移動により形成されて開放孔から連通孔まで至る連通経路では、流体の流通面積を絞る絞り部において、大気の流通抵抗が作動液の流通抵抗よりも小さくなる。故に、開放孔及び連通孔間の連通状態下において内燃機関のクランキングが開始される始動時には、進角室及び遅角室のうち連通孔に連通の一方から作動液を漏れ難くして、当該一方に対して大気を容易に導入することができる。したがって、回転位相を規制位相に変化させて主規制部材を凹部に突入させる際には、回転位相の変化速度が低下する事態の抑制作用を高めて、始動性の確保に貢献し得るのである。

10

【 0 0 1 8 】

請求項 8 に記載の発明によると、ベーンロータは、進角室に連通する進角連通孔、並びに遅角室に連通する遅角連通孔を形成し、副規制部材は、進角連通孔及び遅角連通孔の間を遮断する遮断位置よりも突入方向に移動することにより、進角連通孔及び遅角連通孔の間を連通させる。これによれば、凹部への主規制部材の突入により回転位相が規制位相に規制される前に内燃機関がロックした場合には、進角連通孔及び遅角連通孔の間を遮断する遮断位置よりも突入方向に副規制部材が移動することで、それら連通孔間の連通が可能となる。かかる連通状態下において内燃機関のクランキングが開始される始動時には、進角室及び遅角室の一方に作動液が残存していたとしても、各室に連通の進角連通孔及び遅角連通孔を通じて残存作動液を当該一方から他方へと移動させることができる。したがって、回転位相を規制位相に変化させて主規制部材を凹部に突入させる際には、進角室又は遅角室の残存作動液に起因して回転位相の変化速度が低下する事態を、抑制し得る。以上より、主規制部材を凹部に突入させるのに必要な回転位相変化を迅速に生じさせて、始動性の確保効果を高めることができるのである。

20

【 0 0 1 9 】

尚、請求項 8 に記載の発明において主規制部材を凹部から脱出させる際には、連通孔間の連通位置よりも当該脱出方向となる遮断位置に副規制部材を移動させることで、進角連通孔及び遅角連通孔間の連通遮断が可能となる。故に、かかる遮断状態下、進角室及び遅角室の一方への作動液導入によりバルブタイミングを調整する際には、進角連通孔及び遅角連通孔を通じて当該一方から他方に作動液が漏れる事態を抑制して、バルブタイミング調整の応答性を高めることもできるのである。

30

【 0 0 2 0 】

請求項 9 に記載の発明によると、ハウジングは、大気に開放される開放孔を形成し、副規制部材は、進角連通孔及び遅角連通孔の間を遮断する遮断位置よりも突入方向に移動することにより、進角連通孔及び遅角連通孔の間を開放孔に連通させる。これによれば、凹部への主規制部材の突入により回転位相が規制位相に規制される前に内燃機関がロックした場合には、進角連通孔及び遅角連通孔の間を遮断する遮断位置よりも突入方向に副規制部材が移動することで、それら連通孔間を開放孔に連通させることが可能となる。かかる連通状態下において内燃機関のクランキングが開始される始動時には、進角室及び遅角室の一方に作動液が残存していたとしても、各室に連通の進角連通孔及び遅角連通孔を通じて残存作動液を当該一方から他方へと移動させることができる。それと共に始動時には、作動液の粘度が高く作動液の移動が困難な状態（例えば、作動液の劣化状態や低温状態等）であっても、進角連通孔及び遅角連通孔にそれぞれ連通の進角室及び遅角室へ開放孔を通じて大気を導入することができる。これらのことから、回転位相を規制位相に変化させて主規制部材を凹部に突入させる際には、進角室又は遅角室の残存作動液に起因して回転

40

50

位相の変化速度が低下する事態のみならず、クランキング中の変動トルクにより容積拡大する進角室又は遅角室に負圧が発生することで回転位相の変化速度が低下する事態をも、抑制し得る。以上より、主規制部材を凹部に突入させるのに必要な回転位相変化を迅速に生じさせて、始動性の確保効果を一層高めることができるのである。

【 0 0 2 1 】

尚、請求項 9 に記載の発明において主規制部材を凹部から脱出させる際には、進角連通孔及び遅角連通孔間が開放孔と連通する位置よりも当該脱出方向となる遮断位置に副規制部材を移動させることで、それら連通孔間の開放孔との連通遮断が可能となる。故に、かかる遮断状態下、進角室及び遅角室への作動液導入によりバルブタイミングを調整する際には、それら進角室及び遅角室にそれぞれ連通の進角連通孔及び遅角連通孔から開放孔を通じて作動液が漏れる事態を抑制して、バルブタイミング調整の応答性を一層高めることができるのである。

10

【 0 0 2 2 】

請求項 10 に記載の発明によると、副規制部材の突入方向への移動により形成されて開放孔から進角連通孔及び遅角連通孔に至る連通経路に、流体の流通面積を絞る絞り部が設けられる。これによれば、副規制部材の突入方向への移動により形成されて開放孔から進角連通孔及び遅角連通孔まで至る連通経路では、流体の流通面積を絞る絞り部において、大気の流通抵抗が作動液の流通抵抗よりも小さくなる。故に、進角連通孔及び遅角連通孔の開放孔との連通状態下において内燃機関のクランキングが開始される始動時には、進角連通孔及び遅角連通孔にそれぞれ連通の進角室及び遅角室から作動液を漏れ難くして、それら進角室及び遅角室に対して大気を容易に導入することができる。したがって、回転位相を規制位相に変化させて主規制部材を凹部に突入させる際には、回転位相の変化速度が低下する事態の抑制作用を高めて、始動性の確保に貢献し得るのである。

20

【 0 0 2 3 】

請求項 11 に記載の発明によると、内燃機関においてクランク軸からのトルク伝達によりカム軸が開閉する動弁のバルブタイミングを、当該内燃機関の回転に伴って供給源から供給される作動液により調整するバルブタイミング調整装置であって、クランク軸と連動して回転するハウジングと、カム軸と連動して回転し、ハウジングの内部において進角室及び遅角室を回転方向に区画するベーンを有し、作動液が進角室又は遅角室に導入されることによりハウジングに対する回転位相を進角側又は遅角側に变化させるベーンロータと、ベーンロータまたはハウジングの一方に往復移動可能に収容され、他方に形成される凹部に突入する突入方向に移動することにより、回転位相を最進角位相及び最遅角位相の間の規制位相において規制する一方、凹部から脱出する脱出方向に移動して回転位相の規制を解除する主規制部材と、主規制部材を突入方向に付勢し、規制位相での当該付勢により主規制部材を凹部に突入させる一方、規制位相と異なる回転位相での当該付勢により主規制部材をベーンロータまたはハウジングの他方の凹部以外の部分に当接させる主弾性部材と、ベーンロータまたはハウジングの一方において主規制部材と同方向に往復移動可能に収容され、ベーンロータまたはハウジングの一方が形成する作動室に導入される作動液から脱出方向に圧力を受ける受圧部、及び主規制部材に対して脱出方向に係合し突入方向に離間する係合部を有する副規制部材と、副規制部材を突入方向に付勢する副弾性部材と、を備えることを特徴とする。

30

40

【 0 0 2 4 】

この発明において、内燃機関の回転に伴って供給源から供給される作動液は、ベーンロータまたはハウジングの一方が形成する作動室に導入される。故に、ベーンロータまたはハウジングの他方に形成される凹部に主規制部材が突入して回転位相が最進角位相及び最遅角位相の間の規制位相に規制される前に、内燃機関が停止すると、作動室に導入の作動液の圧力は低下することになる。その結果、受圧部において作動室の作動液から脱出方向に圧力を受ける副規制部材は、副弾性部材の付勢により突入方向へと移動する。このとき、副規制部材の係合部が脱出方向に係合する主規制部材は、主弾性部材の付勢により副規制部材に合わせて移動するので、特に規制位相と異なる回転位相では、ベーンロータまた

50

はハウジングの他方の凹部以外の部分に当接することになる。こうした当該他方との当接により主規制部材が移動し得ない状態となった後でも、副弾性部材により付勢される副規制部材は、作動室の残存作動液を受圧部により押し出しつつ、主規制部材に対して係合部を突入方向に離間させるように移動し得る。これにより、内燃機関をクランキングして始動する始動時には、当該クランキング中に発生する変動トルクにより回転位相を規制位相に変化させて主規制部材を凹部に突入させるに際して、主規制部材を、離間した係合部側となる突入方向に高速移動させることができる。したがって、低温環境下であっても、主規制部材を凹部に迅速に且つ確実に突入させて回転位相を規制位相に規制し得るので、始動性の確保が可能となるのである。

【 0 0 2 5 】

10

尚、請求項 1 1 に記載の発明において副規制部材については、内燃機関の回転に伴って作動室に導入される作動液の圧力を受圧部により脱出方向に受けることで、係合部により脱出方向に係合する主規制部材を移動させつつ、凹部から脱出することができる。したがって、主規制部材を凹部に突入させて内燃機関を始動させた後においては、当該凹部からの主規制部材の脱出により回転位相の規制を解除して、自由なバルブタイミング調整を実現することが可能となるのである。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 6 】

【図 1】本発明の第一実施形態によるバルブタイミング調整装置を示す構成図であって、図 2 の I - I 断面図である。

20

【図 2】図 1 の I I - I I 断面図である。

【図 3】図 1 に示す駆動部が受ける変動トルクについて説明するための模式図である。

【図 4】図 1 の I V - I V 矢視図である。

【図 5】図 4 とは異なる作動状態を示す図である。

【図 6】図 4 , 5 とは異なる作動状態を示す図である。

【図 7】図 1 のカバー部材を示す平面図である。

【図 8】図 1 の要部を拡大して示す断面図である。

【図 9】図 8 とは異なる作動状態を示す図である。

【図 10】図 1 の X - X 断面に相当する模式図である。

【図 11】図 10 とは異なる作動状態を示す図である。

30

【図 12】図 8 , 9 とは異なる作動状態を示す図である。

【図 13】図 8 , 9 , 12 とは異なる作動状態を示す図である。

【図 14】図 10 , 11 とは異なる作動状態を示す図である。

【図 15】図 10 , 11 , 14 とは異なる作動状態を示す図である。

【図 16】図 10 , 11 , 14 , 15 とは異なる作動状態を示す図である。

【図 17】図 10 , 11 , 14 ~ 16 とは異なる作動状態を示す図である。

【図 18】図 1 の要部を拡大して示す断面図である。

【図 19】図 18 とは異なる作動状態を示す図である。

【図 20】図 18 , 19 とは異なる作動状態を示す図である。

【図 21】図 18 ~ 20 とは異なる作動状態を示す図である。

40

【図 22】本発明の第二実施形態によるバルブタイミング調整装置を示す図であって、図 1 2 に対応する断面図である。

【図 23】図 22 とは異なる作動状態を示す図であって、図 1 3 に対応する図である。

【図 24】本発明の第二実施形態によるバルブタイミング調整装置を示す図であって、図 2 0 に対応する断面図である。

【図 25】図 2 4 とは異なる作動状態を示す図であって、図 2 1 に対応する図である。

【図 26】本発明の第三実施形態によるバルブタイミング調整装置を示す図であって、図 1 2 に対応する断面図である。

【図 27】図 2 6 とは異なる作動状態を示す図であって、図 1 3 に対応する図である。

【図 28】本発明の第三実施形態によるバルブタイミング調整装置を示す図であって、図

50

20に対応する断面図である。

【図29】図28とは異なる作動状態を示す図であって、図21に対応する図である。

【図30】本発明の第一実施形態の変形例を示す図である。

【図31】本発明の第一実施形態の変形例を示す図である。

【図32】本発明の第三実施形態の変形例を示す図である。

【図33】本発明の第四実施形態におけるバルブタイミング調整装置の作動状態を示す図である。

【図34】図33に示す状態に対応する第一の各規制部材の作動状態を示す断面図である。

【図35】図33に示す状態に対応する第二の各規制部材の作動状態を示す断面図である 10

【図36】図33とは異なる作動状態を示す図である。

【図37】図36に示す状態に対応する第一の各規制部材の作動状態を示す断面図である。

【図38】図36に示す状態に対応する第二の各規制部材の作動状態を示す断面図である。

【図39】図33、36とは異なる作動状態を示す図である。

【図40】図39に示す状態に対応する第一の各規制部材の作動状態を示す断面図である。

【図41】図39に示す状態に対応する第二の各規制部材の作動状態を示す断面図である 20

【図42】図33、36、39とは異なる作動状態を示す図である。

【図43】図42に示す状態に対応する第一の各規制部材の作動状態を示す断面図である。

【図44】図42に示す状態に対応する第二の各規制部材の作動状態を示す断面図である。

【図45】図33、36、39、42とは異なる作動状態を示す図である。

【図46】図45に示す状態に対応する第一の各規制部材の作動状態を示す断面図である。

【図47】図45に示す状態に対応する第二の各規制部材の作動状態を示す断面図である 30

【図48】図33、36、39、42、45とは異なる作動状態を示す図である。

【図49】図48に示す状態に対応する第一の各規制部材の作動状態を示す断面図である。

【図50】図48に示す状態に対応する第二の各規制部材の作動状態を示す断面図である。

【図51】作動室内の作動油圧と各規制部材の作動状態との関係を説明するための断面図である。

【図52】図51に示す状態とは異なる作動状態を示す図である。

【図53】図51、52に示す状態とは異なる作動状態を示す図である。 40

【図54】図51～53に示す状態とは異なる作動状態を示す図である。

【図55】本発明の第一実施形態～第四実施形態についての変形例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、本発明の複数の実施形態を図面に基づいて説明する。尚、各実施形態において対応する構成要素には同一の符号を付すことにより、重複する説明を省略する。

【0028】

(第一実施形態)

以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。図1は、本発明の第一実施形態によるバルブタイミング調整装置1を車両の内燃機関2に適用した例を示している。バル 50

ブタイミング調整装置 1 は、「供給源」としてのポンプ 4 から供給される「作動液」としての作動油により、カム軸 3 が開閉する「動弁」としての吸気弁のバルブタイミングを調整する。

【 0 0 2 9 】

(基本構成)

以下、バルブタイミング調整装置 1 の基本構成を説明する。バルブタイミング調整装置 1 は、内燃機関 2 のクランク軸 (図示しない) からカム軸 3 に機関トルクを伝達する伝達系に設置される駆動部 1 0、並びに当該駆動部 1 0 の作動を制御する制御部 3 0 を備えている。

【 0 0 3 0 】

(駆動部)

図 1, 2 に示すように駆動部 1 0 において、ハウジング 1 1 は、シュー部材 1 2、スプロケット部材 1 8 及びカバー部材 1 3 等から構成されている。

【 0 0 3 1 】

シュー部材 1 2 は金属により形成され、円筒状の筒部 1 2 a 並びに複数のシュー 1 2 b, 1 2 c, 1 2 d を有している。各シュー 1 2 b ~ 1 2 d は、筒部 1 2 a において回転方向に略等間隔となる箇所から径方向内側に突出している。各シュー 1 2 b ~ 1 2 d の突出側端面は円弧面状であり、ベーンロータ 1 4 のボス部 1 4 a の外周面に摺接する。回転方向において隣り合うシュー 1 2 b ~ 1 2 d の間には、それぞれ収容室 5 0 が形成されている。

【 0 0 3 2 】

スプロケット部材 1 8 及びカバー部材 1 3 は、それぞれ金属によって円環板状に形成されており、それぞれシュー部材 1 2 の両端部に同軸固定されている。スプロケット部材 1 8 は、クランク軸との間にタイミングチェーン (図示しない) が掛け渡されることにより、当該クランク軸と連繋する。これにより内燃機関 2 の回転中は、クランク軸からスプロケット部材 1 8 に機関トルクが伝達されることで、ハウジング 1 1 がクランク軸と連動して図 2 の時計方向に回転するようになっている。

【 0 0 3 3 】

図 1, 2 に示すようにベーンロータ 1 4 は、金属により形成されてハウジング 1 1 内に同心収容されており、軸方向の両端部がスプロケット部材 1 8 とカバー部材 1 3 とに摺接する。ベーンロータ 1 4 は、円柱状のボス部 1 4 a 並びに複数のベーン 1 4 b, 1 4 c, 1 4 d を有している。

【 0 0 3 4 】

ボス部 1 4 a は、カム軸 3 に対して同軸固定されている。これによりベーンロータ 1 4 は、カム軸 3 と連動して図 2 の時計方向に回転すると共に、ハウジング 1 1 に対して相対回転可能となっている。各ベーン 1 4 b ~ 1 4 d は、ボス部 1 4 a において回転方向に略等間隔となる箇所から径方向外側に突出し、それぞれ対応する収容室 5 0 内に収容されている。各ベーン 1 4 b ~ 1 4 d の突出側端面は円弧面状に形成され、筒部 1 2 a の内周面と摺接する。

【 0 0 3 5 】

各ベーン 1 4 b ~ 1 4 d は、それぞれ対応する収容室 5 0 を回転方向に二分することにより、進角室 5 2, 5 3, 5 4 及び遅角室 5 6, 5 7, 5 8 をハウジング 1 1 内部に区画形成している。具体的には、シュー 1 2 b とベーン 1 4 b の間に進角室 5 2、シュー 1 2 c とベーン 1 4 c の間に進角室 5 3、シュー 1 2 d とベーン 1 4 d の間に進角室 5 4 がそれぞれ形成されている。また、シュー 1 2 c とベーン 1 4 b の間に遅角室 5 6、シュー 1 2 d とベーン 1 4 c の間に遅角室 5 7、シュー 1 2 b とベーン 1 4 d の間に遅角室 5 8 がそれぞれ形成されている。

【 0 0 3 6 】

こうした構成の駆動部 1 0 では、進角室 5 2 ~ 5 4 への作動油導入並びに遅角室 5 6 ~ 5 8 からの作動油排出により、ハウジング 1 1 に対するベーンロータ 1 4 の回転位相が進

10

20

30

40

50

角側に変化する。故に、このときには、バルブタイミングが進角する。また一方、遅角室 56 ~ 58 への作動油導入並びに進角室 52 ~ 54 からの作動油排出により、回転位相が遅角側に変化する。故に、このときには、バルブタイミングが遅角する。

【 0037 】

(制御部)

図 1, 2 に示すように制御部 30 において、カム軸 3 及びその軸受 (図示しない) を通して設けられる進角通路 72 は、回転位相の変化に拘らず進角室 52 ~ 54 と常時連通する。また、カム軸 3 及びその軸受を通して設けられる遅角通路 74 は、回転位相の変化に拘らず遅角室 56 ~ 58 と常時連通する。

【 0038 】

図 1 に示すように、供給通路 76 はポンプ 4 の吐出口と連通しており、オイルパン 5 からポンプ 4 の吸入口に吸入された作動油が当該吐出口から吐出供給されるようになっている。ここで本実施形態のポンプ 4 は、内燃機関 2 の回転に伴ってクランク軸により駆動されることで、供給通路 76 に作動油を吐出供給するメカポンプであり、内燃機関 2 の停止に伴って当該吐出供給を停止するようになっている。また、ドレン通路 78 は、オイルパン 5 に作動油を排出可能に設けられている。

【 0039 】

位相制御弁 80 は、進角通路 72、遅角通路 74、供給通路 76 及びドレン通路 78 に機械的に接続されている。位相制御弁 80 は、ソレノイド 82 への通電に従って作動することにより、進角通路 72 及び遅角通路 74 にそれぞれ連通する通路を供給通路 76 及びドレン通路 78 の間で切替える。

【 0040 】

制御回路 90 は、マイクロコンピュータを主体に構成されており、位相制御弁 80 のソレノイド 82 と電気的に接続されている。制御回路 90 は、ソレノイド 82 への通電を制御する機能と共に、内燃機関 2 の作動を制御する機能を備えている。

【 0041 】

こうした構成の制御部 30 では、制御回路 90 により制御されたソレノイド 82 への通電に従って位相制御弁 80 が作動することで、進角通路 72 及び遅角通路 74 に対する供給通路 76 及びドレン通路 78 の連通状態が切り換えられる。ここで、位相制御弁 80 が進角通路 72 及び遅角通路 74 にそれぞれ供給通路 76 及びドレン通路 78 を連通させるときには、ポンプ 4 からの作動油が通路 76, 72 を通じて進角室 52 ~ 54 に導入されると共に、遅角室 56 ~ 58 の作動油が通路 74, 78 を通じてオイルパン 5 に排出される。故に、このときには、バルブタイミングが進角する。また一方、位相制御弁 80 が遅角通路 74 及び進角通路 72 にそれぞれ供給通路 76 及びドレン通路 78 を連通させるときには、ポンプ 4 からの作動油が通路 76, 74 を通じて遅角室 56 ~ 58 に導入されると共に、進角室 52 ~ 54 の作動油が通路 72, 78 を通じてオイルパン 5 に排出される。故に、このときには、バルブタイミングが遅角する。

【 0042 】

以下、バルブタイミング調整装置 1 の構成を詳細に説明する。

【 0043 】

(変動トルクの作用構造)

ベーンロータ 14 にカム軸 3 が同軸固定されている駆動部 10 では、内燃機関 2 の回転中は、カム軸 3 が開閉駆動する吸気弁からのスプリング反力等に起因する変動トルクがベーンロータ 14 に作用する。ここで、図 3 に例示するように変動トルクは、ハウジング 11 に対する回転位相の進角側にベーンロータ 14 を付勢する負トルクと、回転位相の遅角側にベーンロータ 14 を付勢する正トルクとの間において、交番するものである。そして、特に本実施形態の変動トルクは、カム軸 3 及び軸受間のフリクション等に起因して、正トルクのピークトルク T_+ が負トルクのピークトルク T_- よりも大きくなる傾向を示しており、当該変動トルクの平均トルク T_{ave} によってベーンロータ 14 が正トルク側、即ち回転位相の遅角側に平均的に偏って付勢されるようになっている。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 4 】

(付勢構造)

図 1 , 4 に示すように、ハウジング 1 1 においてカバー部材 1 3 には、金属によって円筒ハット状に形成されたハウジングブッシュ 1 0 0 のフランジ壁 1 0 1 が、同軸固定されている。ハウジングブッシュ 1 0 0 においてフランジ壁 1 0 1 とは反対側の端部には、径方向に貫通するハウジング溝 1 0 2 が設けられている。

【 0 0 4 5 】

ベーンロータ 1 4 においてボス部 1 4 a には、金属によって有底円筒状に形成されたロータブッシュ 1 1 0 の底壁 1 1 1 が、同軸固定されている。ロータブッシュ 1 1 0 は、ハウジングブッシュ 1 0 0 よりも小径に形成され、当該ハウジングブッシュ 1 0 0 の内周側に相対回転可能に同心配置されている。ロータブッシュ 1 1 0 において底壁 1 1 1 とは反対側の端部には、径方向に貫通するロータ溝 1 1 2 が設けられている。

10

【 0 0 4 6 】

ハウジングブッシュ 1 0 0 の外周側には、金属製のヘリカルトーションスプリングからなる付勢部材 1 2 0 が同心配置されている。付勢部材 1 2 0 の一端部 1 2 0 a は、カバー部材 1 3 に固定された係止ピン 1 2 1 に常時係止されている。付勢部材 1 2 0 の他端部 1 2 0 b は、ハウジング溝 1 0 2 及びロータ溝 1 1 2 を径方向の外側から内側に遊挿状態で貫通している。

【 0 0 4 7 】

本実施形態において、回転位相が図 5 に示す最遅角位相と図 4 に示す所定のロック位相との間にあるときには、付勢部材 1 2 0 の端部 1 2 0 b がロータ溝 1 1 2 により進角側から係止される。このとき付勢部材 1 2 0 の端部 1 2 0 b は、ハウジング溝 1 0 2 には係止されない状態となるので、内燃機関 2 の回転中は、付勢部材 1 2 0 のねじり変形によって発生する復原力が変動トルクの平均トルク T_{ave} に抗してロータ溝 1 1 2 に作用する。これにより、ロータブッシュ 1 1 0 と共にベーンロータ 1 4 が回転位相の進角側へと付勢されるのである。

20

【 0 0 4 8 】

これに対し、回転位相が図 4 に示すロック位相と図 6 に示す最進角位相との間にあるときには、付勢部材 1 2 0 の端部 1 2 0 b がハウジング溝 1 0 2 により進角側から係止される。このとき付勢部材 1 2 0 の端部 1 2 0 b は、ロータ溝 1 1 2 には係止されない状態となるので、付勢部材 1 2 0 の復原力がハウジングブッシュ 1 0 0 にのみ作用することになる。以上より本実施形態では、ベーンロータ 1 4 の進角側への付勢がロック位相よりも遅角側では実現されるが、ロック位相よりも進角側では実現されないようになっているのである。

30

【 0 0 4 9 】

尚、バルブタイミング調整装置 1 が適用される本実施形態の内燃機関 2 については、その始動性を確保するために始動時に規制する規制位相の領域として、最遅角位相及び最進角位相の間の中間位相から最進角位相に至るまでの領域が設定されている。また特に本実施形態では、環境温度に拘らず最適な始動性を確保可能な規制位相として、上記ロック位相が設定されている。これらの設定によれば、内燃機関 2 を始動するクランキング中において、気筒への吸入空気量が吸気弁の閉弁遅延により減少し過ぎることを抑制し得るのである。

40

【 0 0 5 0 】

(第一規制・ロック構造)

図 7 , 8 に示すようにハウジング 1 1 のカバー部材 1 3 は、第一規制凹部 1 3 1 及びロック凹部 1 3 4 を形成している。第一規制凹部 1 3 1 は、カバー部材 1 3 の内面 1 3 2 に開口してハウジング 1 1 の回転方向に伸びており、閉塞された両端部に一对の規制ストッパ 1 3 1 a , 1 3 1 b が設けられた形となっている。ロック凹部 1 3 4 は、カム軸 3 に軸平行な有底筒孔状を呈しており、第一規制凹部 1 3 1 の進角側端部において当該規制凹部 1 3 1 の底面に開口している。

50

【 0 0 5 1 】

図 4 , 8 に示すように、ロック凹部 1 3 4 の底面を形成するハウジングブッシュ 1 0 0 は、大気孔 1 3 6 を形成している。このハウジングブッシュ 1 0 0 の大気孔 1 3 6 は、カム軸 3 に軸平行且つロック凹部 1 3 4 の幅よりも小径の円筒孔状を呈しており、フランジ壁 1 0 1 を貫通することで常時大気開放されている。図 8 に示すようにハウジング 1 1 のスプロケット部材 1 8 は、ベーンロータ 1 4 を挟んで大気孔 1 3 6 と対向する箇所に、別の大気孔 1 3 7 を形成している。このスプロケット部材 1 8 の大気孔 1 3 7 は、カム軸 3 に軸平行且つ後述する第一收容孔 1 4 0 の大径支持部 1 4 2 よりも小径の円筒孔状を呈しており、スプロケット部材 1 8 を貫通することで常時大気開放されている。

【 0 0 5 2 】

図 2 , 8 に示すようにベーンロータ 1 4 のベーン 1 4 b は、第一收容孔 1 4 0 及び第一貫通孔 1 4 9 を形成している。第一收容孔 1 4 0 は、カム軸 3 に軸平行な有底円筒孔状を呈しており、カバー部材 1 3 の内面 1 3 2 に対するベーンロータ 1 4 の摺接端面に開口している。第一收容孔 1 4 0 は、凹部 1 3 1 , 1 3 4 の形成されたカバー部材 1 3 側となる開口側に、小径支持部 1 4 1 を有している。小径支持部 1 4 1 は、第一規制凹部 1 3 1 及びロック凹部 1 3 4 に対し、それぞれ所定の回転位相において対向するように形成されている。尚、本実施形態の小径支持部 1 4 1 については、ベーンロータ 1 4 の母材に嵌合固定されたスリーブ 1 4 1 a の内周面により、形成されている。

【 0 0 5 3 】

第一收容孔 1 4 0 は、凹部 1 3 1 , 1 3 4 の形成されたカバー部材 1 3 側に対して反対側となる底面側に、小径支持部 1 4 1 よりも大径の大径支持部 1 4 2 を有している。大径支持部 1 4 2 においてカバー部材 1 3 側の端部は、ベーンロータ 1 4 に貫通形成された第一規制通路 1 4 5 と常時連通することで、作動油の出入可能な作動室 1 4 6 を形成している。また、大径支持部 1 4 2 においてカバー部材 1 3 側とは反対側の端部は、ベーンロータ 1 4 に貫通形成された第一進角連通孔 1 4 7 を介して進角室 5 2 と常時連通することで、連通室 1 4 8 を形成している。

【 0 0 5 4 】

図 8 に示すように第一貫通孔 1 4 9 は、カム軸 3 に軸平行且つ第一收容孔 1 4 0 の大径支持部 1 4 2 よりも小幅にて回転方向に伸びる長孔状を呈しており、スプロケット部材 1 8 の内面に対するベーンロータ 1 4 の摺接端面と、第一收容孔 1 4 0 における大径支持部 1 4 2 の底面との間を貫通している。これにより第一貫通孔 1 4 9 は、スプロケット部材 1 8 の大気孔 1 3 7 に対し、ロック位相を含む回転位相の所定領域において連通すると共に、大径支持部 1 4 2 に形成の連通室 1 4 8 と常時連通するようになっている。

【 0 0 5 5 】

図 2 , 8 に示すように第一收容孔 1 4 0 には、それぞれ金属により形成された円筒状の規制部材 1 5 0 , 1 5 2 が、同心收容されている。第一主規制部材 1 5 0 は、図 8 に示すように小径支持部 1 4 1 により外周面を支持されることで、軸方向に往復移動可能となっている。第一主規制部材 1 5 0 は、外周側に突出する円環板状の突出部 1 5 1 を、カバー部材 1 3 側とは反対側の端部に形成している。また、第一主規制部材 1 5 0 は、カバー部材 1 3 側とその反対側とを常時連通する通孔 1 5 9 を、内周孔によって形成している。

【 0 0 5 6 】

ここで第一主規制部材 1 5 0 は、ロック位相を含む規制位相の領域において突入方向 X に移動することで、図 9 の如くハウジング 1 1 の第一規制凹部 1 3 1 に突入する。こうして第一規制凹部 1 3 1 に突入した第一主規制部材 1 5 0 は、図 1 1 の如く当該規制凹部 1 3 1 の遅角側端部の規制ストッパ 1 3 1 a により係止されることで、規制位相の領域のうちその遅角側限界の第一規制位相にて回転位相の遅角側変化を規制する。また一方、第一規制凹部 1 3 1 に突入した第一主規制部材 1 5 0 は、図 1 0 の如く当該規制凹部 1 3 1 の進角側端部の規制ストッパ 1 3 1 b により係止されることで、ロック位相にて回転位相の進角側変化を規制する。

【 0 0 5 7 】

10

20

30

40

50

また、第一主規制部材 150 は、ロック位相において第一規制凹部 131 側から突入方向 X に移動することで、図 8 の如くハウジング 11 のロック凹部 134 に突入する。こうしてロック凹部 134 に突入した第一主規制部材 150 は、当該ロック凹部 134 との嵌合により回転位相の進角側及び遅角側双方への変化を規制することで、回転位相をロック位相にロックする。

【0058】

さらに第一主規制部材 150 は、ロック位相を含む規制位相の領域において図 12, 13 の如く脱出方向 Y に移動することで、ハウジング 11 のロック凹部 134 及び第一規制凹部 131 の双方から脱出する。こうして第一主規制部材 150 が凹部 134, 131 から脱出することによれば、回転位相の規制が解除されるので、図 10, 11, 14 ~ 17

10

【0059】

以上の第一主規制部材 150 に対して、図 8 に示す第一副規制部材 152 は、第一収容孔 140 の小径支持部 141 よりも大径支持部 142 側にて第一主規制部材 150 の外周面に嵌合し、且つ大径支持部 142 によって外周面を支持されている。このような嵌合及び支持形態によって第一副規制部材 152 は、第一主規制部材 150 の場合と同方向となる軸方向に往復移動可能且つ第一主規制部材 150 に対して相対移動可能となっている。この相対移動可能な状態において第一主規制部材 150 と第一副規制部材 152 は、互いに摺動する関係にある。

【0060】

20

第一副規制部材 152 は、作動室 146 に露出し、スリーブ 141a においてカバー部材 13 側とは反対側に形成される端面 143 と対向する受圧部 154 を有している。受圧部 154 はカバー部材 13 側を向いた円環状の端面である。この受圧部 154 が作動室 146 の作動油から脱出方向 Y に圧力を受けることで、第一副規制部材 152 を脱出方向 Y に駆動する第一駆動力が発生する。

【0061】

また、第一副規制部材 152 は、連通室 148 に露出して大径支持部 142 の底面と対向する係合部 156 を、カバー部材 13 側とは反対側を向いた円環状の段差面によって形成している。この係合部 156 が突出部 151 に対して図 13 の如く脱出方向 Y に押すように係合した状態では、第一副規制部材 152 に発生する第一駆動力を第一主規制部材 150 に伝達して、それら規制部材 150, 152 を脱出方向 Y に一体に駆動することが可能となる。

30

【0062】

さらに、本実施形態の第一副規制部材 152 は、外周面よりも凹んでカバー部材 13 側とは反対側の端面に開口する周溝部 157 を形成している。これにより、図 13 の如く周溝部 157 と第一進角連通孔 147 との間を連通遮断する遮断位置よりも突入方向 X に第一副規制部材 152 が移動することで、図 8, 9, 12 の如く第一貫通孔 149 が連通室 148 及び周溝部 157 を介して第一進角連通孔 147 と連通可能となっている。したがって、第一貫通孔 149 が大気孔 137 と連通する回転位相では、周溝部 157 及び第一進角連通孔 147 間の連通により、大気孔 137 から第一貫通孔 149、連通室 148 及び周溝部 157 を経て第一進角連通孔 147 に至る第一連通経路 158 が形成されることとなる。また、このように形成される第一連通経路 158 においては、周溝部 157 における流体の流通面積を絞るように、当該周溝部 157 の径方向深さが調整されている。

40

【0063】

第一収容孔 140 において少なくとも連通室 148 を含む部分には、弾性部材 170, 172 が同心収容されている。第一主弾性部材 170 は金属製の圧縮コイルスプリングであり、大径支持部 142 の底面と第一主規制部材 150 との間に介装されている。第一主弾性部材 170 は、大径支持部 142 及び第一主規制部材 150 間での圧縮変形により第一主復原力を発生することで、当該主規制部材 150 を突入方向 X に付勢する。したがって、図 14 の最遅角位相を含む規制位相の領域外においては、第一主弾性部材 170 の第

50

一主復原力により第一主規制部材 150 を突入方向 X に駆動することで、図 12 の如く当該主規制部材 150 をカバー部材 13 の内面 132 に当接させることが可能となっている。また、図 13 の如く係合部 156 が突出部 151 に対して係合した状態では、第一主弾性部材 170 の第一主復原力によって第一主規制部材 150 を第一副規制部材 152 に合わせて突入方向 X に一体に駆動することが、可能となる。

【 0064 】

以上の第一主弾性部材 170 に対して、第一副弾性部材 172 は金属製の圧縮コイルスプリングであり、大径支持部 142 の底面と第一副規制部材 152 との間に介装されている。第一副弾性部材 172 は、大径支持部 142 及び第一副規制部材 152 間での圧縮変形により第一副復原力を発生することで、当該副規制部材 152 を突入方向 X に付勢する。したがって、規制位相の領域外において第一主規制部材 150 が図 12 の如くカバー部材 13 の内面 132 と当接した状態では、第一副弾性部材 172 の第一副復原力により第一副規制部材 152 のみを突入方向 X に駆動して、係合部 156 を突出部 151 から突入方向 X に離間させることが可能となっている。また、第一副弾性部材 172 の第一副復原力により係合部 156 を突出部 151 から離間させた第一副規制部材 152 については、図 8, 9, 12 の如く受圧部 154 をスリーブ 141 a の端面 143 に当接させることが可能となっている。

【 0065 】

(第二規制構造)

図 7, 18 に示すようにハウジング 11 のカバー部材 13 は、第二規制凹部 231 を形成している。第二規制凹部 231 は、カバー部材 13 の内面 132 に開口してハウジング 11 の回転方向に伸びており、遅角側から進角側に向かって一段階凹むことで浅底部 232 及び深底部 233 を有した形となっている。第二規制凹部 231 の浅底部 232 及び深底部 233 においてそれぞれ閉塞された遅角側端部には、規制ストッパ 232 a, 233 a が設けられている。

【 0066 】

図 4, 18 に示すようにカバー部材 13 は、大気孔 236 を形成している。このカバー部材 13 の大気孔 236 は、カム軸 3 に軸平行且つ第二規制凹部 231 の深底部幅よりも小径の円筒孔状を呈しており、カバー部材 13 の外面と深底部 233 の底面との間を貫通することで常時大気開放されている。図 18 に示すようにスプロケット部材 18 は、ベーンロータ 14 を挟んで大気孔 236 と対向する箇所に、別の大気孔 237 を形成している。このスプロケット部材 18 の大気孔 237 は、カム軸 3 に軸平行且つ後述する第二収容孔 240 の大径支持部 242 よりも小径の円筒孔状を呈しており、スプロケット部材 18 を貫通することで常時大気開放されている。

【 0067 】

図 2, 18 に示すようにベーンロータ 14 のベーン 14 c は、第二収容孔 240 及び第二貫通孔 249 を形成している。第二収容孔 240 は、第一収容孔 140 に準ずる構成となっている。但し、第二収容孔 240 の小径支持部 241 は、第二規制凹部 231 の浅底部 232 及び深底部 233 に対し、それぞれ所定の回転位相において対向するように形成されている。また、小径支持部 241 についても本実施形態では、ベーンロータ 14 の母材に嵌合固定されたスリーブ 241 a の内周面により、形成されている。さらに、第二収容孔 240 の大径支持部 242 においてカバー部材 13 側の端部は、ベーンロータ 14 に貫通形成された第二規制通路 245 と常時連通することで、作動油の入出可能な作動室 246 を形成している。またさらに、大径支持部 242 においてカバー部材 13 側とは反対側の端部は、ベーンロータ 14 に貫通形成された第二進角連通孔 247 を介して進角室 53 と常時連通することで、連通室 248 を形成している。

【 0068 】

図 18 に示すように第二貫通孔 249 は、カム軸 3 に軸平行且つ第二収容孔 240 の大径支持部 242 よりも小幅にて回転方向に伸びる長孔状を呈しており、スプロケット部材 18 の内面に対するベーンロータ 14 の摺接端面と、第二収容孔 240 における大径支持

10

20

30

40

50

部 2 4 2 の底面との間を貫通している。これにより第二貫通孔 2 4 9 は、スプロケット部材 1 8 の大気孔 2 3 7 に対し、ロック位相を含む回転位相の所定領域において連通すると共に、大径支持部 2 4 2 に形成の連通室 2 4 8 と常時連通するようになっている。

【 0 0 6 9 】

図 2 , 1 8 に示すように第二収容孔 2 4 0 には、それぞれ金属により形成された円筒状の規制部材 2 5 0 , 2 5 2 が、同心収容されている。第二主規制部材 2 5 0 は、図 1 8 に示すような第一主規制部材 1 5 0 に準ずる構成により、外周面を小径支持部 1 4 1 に支持されて軸方向に往復移動可能となっていると共に、突出部 2 5 1 及び通孔 2 5 9 を形成している。

【 0 0 7 0 】

ここで第二主規制部材 2 5 0 は、ロック位相を含む規制位相の領域において突入方向 X に移動することで、図 1 9 , 1 8 の如くハウジング 1 1 の第二規制凹部 2 3 1 のうち遅角側の浅底部 2 3 2 又は進角側の深底部 2 3 3 に突入する。こうして、浅底部 2 3 2 に突入した第二主規制部材 2 5 0 は、当該浅底部 2 3 2 の遅角側端部の規制ストッパ 2 3 2 a によって図 1 5 の如く係止されることで、規制位相の領域のうち第一規制位相よりも進角側の第二規制位相にて回転位相の遅角側変化を規制する。また一方、深底部 2 3 3 に突入した第二主規制部材 2 5 0 は、当該深底部 2 3 3 の遅角側端部の規制ストッパ 2 3 3 a によって図 1 6 の如く係止されることで、規制位相の領域のうち第二規制位相よりも進角側且つロック位相よりも遅角側の第三規制位相にて回転位相の遅角側変化を規制する。

【 0 0 7 1 】

さらに第二主規制部材 2 5 0 は、ロック位相を含む規制位相の領域において図 2 0 , 2 1 の如く脱出方向 Y に移動することで、ハウジング 1 1 の第二規制凹部 2 3 1 から脱出する。こうして第二主規制部材 2 5 0 が第二規制凹部 2 3 1 から脱出することによれば、回転位相の規制が解除されるので、図 1 0 , 1 1 , 1 4 ~ 1 7 の如く任意の回転位相変化を許容することが可能となる。

【 0 0 7 2 】

図 1 8 に示すような第一副規制部材 1 5 2 に準ずる構成により、以上の第二主規制部材 2 5 0 の外周面に嵌合する第二副規制部材 2 5 2 は、第二主規制部材 2 5 0 の場合と同方向となる軸方向に往復移動可能且つ第二主規制部材 2 5 0 に対して相対移動可能となっている。それと共に第二副規制部材 2 5 2 は、第一副規制部材 1 5 2 に準ずる構成により、受圧部 2 5 4 及び係合部 2 5 6 を形成している。したがって、受圧部 2 5 4 が作動室 2 4 6 の作動油から脱出方向 Y に圧力を受けることで、第二副規制部材 2 5 2 を脱出方向 Y に駆動する第二駆動力が発生することになる。また、係合部 2 5 6 が突出部 2 5 1 に対して図 2 1 の如く脱出方向 Y に押すように係合した状態では、第二副規制部材 2 5 2 に発生する第二駆動力を第二主規制部材 2 5 0 に伝達して、それら規制部材 2 5 0 , 2 5 2 を脱出方向 Y に一体に駆動することが可能となっている。

【 0 0 7 3 】

さらに、本実施形態の第二副規制部材 2 5 2 は、第一副規制部材 1 5 2 に準ずる構成により、周溝部 2 5 7 を形成している。これにより、図 2 1 の如く周溝部 2 5 7 と第二進角連通孔 2 4 7 との間を連通遮断する遮断位置よりも突入方向 X に第二副規制部材 2 5 2 が移動することで、図 1 8 ~ 2 0 の如く第二貫通孔 2 4 9 が連通室 2 4 8 及び周溝部 2 5 7 を介して第二進角連通孔 2 4 7 と連通可能となっている。したがって、図 1 8 の如く第二貫通孔 2 4 9 が大気孔 2 3 7 と連通する回転ロック位相では、周溝部 2 5 7 及び第二進角連通孔 2 4 7 間の連通により、大気孔 2 3 7 から第二進角連通孔 2 4 7 に至る第二連通経路 2 5 8 が形成され、さらに当該経路 2 5 8 にて周溝部 2 5 7 における流通面積が絞られるのである。

【 0 0 7 4 】

第二収容孔 2 4 0 において少なくとも連通室 2 4 8 を含む部分には、弾性部材 2 7 0 , 2 7 2 が同心収容されている。第二主弾性部材 2 7 0 は、第一主弾性部材 1 7 0 に準ずる構成により、第二主規制部材 2 5 0 を突入方向 X に付勢する第二主復原力を発生する。し

10

20

30

40

50

たがって、図 14 の最遅角位相を含む規制位相の領域外においては、第二主弾性部材 270 の第二主復原力により第二主規制部材 250 を突入方向 X に駆動することで、図 20 の如く第二主規制部材 250 をカバー部材 13 の内面 132 に当接させることが可能となっている。また、図 21 の如く係合部 256 が突出部 251 に対して係合した状態では、第二主弾性部材 270 の第二主復原力によって第二主規制部材 250 を第二副規制部材 252 に合わせて突入方向 X に駆動することが、可能となっている。

【 0075 】

以上の第二主弾性部材 270 に対して第二副弾性部材 272 は、第一副弾性部材 172 に準ずる構成により、第二副規制部材 252 を突入方向 X に付勢する第二副復原力を発生する。したがって、規制位相の領域外において第二主規制部材 250 が図 20 の如くカバー部材 13 の内面 132 と当接した状態では、第二副弾性部材 272 の第二副復原力により第二副規制部材 252 のみを突入方向 X に駆動して、係合部 256 を突出部 251 から突入方向 X に離間させることが可能となっている。また、第二副弾性部材 272 の第二副復原力により係合部 256 を突出部 251 から離間させた第二副規制部材 252 については、図 18 ~ 20 の如く受圧部 254 を、それに対向する端面であってスリーブ 241a におけるカバー部材 13 側とは反対側に形成される端面 243 に当接させることが可能となっている。

【 0076 】

(駆動力制御)

図 1 に示すように制御部 30 において、カム軸 3 及びその軸受を通して設けられる駆動通路 300 は、回転位相の変化に拘らず通路 145 , 245 と常時連通する。また、供給通路 76 から分岐する分岐通路 302 は、当該供給通路 76 を介してポンプ 4 からの作動油供給を受けるようになっている。さらに、ドレン通路 304 は、オイルパン 5 に作動油を排出可能に設けられている。

【 0077 】

駆動制御弁 310 は、駆動通路 300、分岐通路 302 及びドレン通路 304 と機械的に接続されている。駆動制御弁 310 は、制御回路 90 と電氣的に接続されたソレノイド 312 への通電に従って作動することにより、駆動通路 300 に連通する通路を分岐通路 302 及びドレン通路 304 の間で切り換える。

【 0078 】

ここで、駆動制御弁 310 が分岐通路 302 を駆動通路 300 に連通させるときには、ポンプ 4 からの作動油が通路 76 , 302 , 300 , 145 , 245 を通じて、各作動室 146 , 246 に導入される。故にこのときには、第一及び第二副規制部材 152 , 252 を駆動する脱出方向 Y の駆動力が発生することになる。また一方、駆動制御弁 310 がドレン通路 304 を駆動通路 300 に連通させるときには、作動室 146 , 246 内の作動油が通路 145 , 245 , 300 , 304 を通じてオイルパン 5 に排出される。故に、このときには、第一及び第二副規制部材 152 , 252 を駆動する駆動力が消失することとなる。

【 0079 】

以下、バルブタイミング調整装置 1 の作動を詳細に説明する。

【 0080 】

(通常作動)

まず、内燃機関 2 が正常に停止する場合の通常作動について説明する。

【 0081 】

(I) イグニッションスイッチのオフ等の停止指令に応じて内燃機関 2 を停止させる正常停止時には、制御回路 90 が位相制御弁 80 への通電を制御して供給通路 76 を進角通路 72 に連通させる。このとき、完全停止するまでは慣性回転する内燃機関 2 がその回転数を低下させることにより、ポンプ 4 から通路 76 , 72 を通じて進角室 52 ~ 54 に導入される作動油の圧力も低下する。その結果、進角室 52 ~ 54 への導入油の圧力によりベーンロータ 14 に作用する力が低下し、特にロック位相よりも遅角側の回転位相におい

10

20

30

40

50

ては、ベーンロータ 14 を付勢する付勢部材 120 の復原力が支配的となる。

【0082】

また、停止指令に応じた内燃機関 2 の正常停止時には、制御回路 90 が駆動制御弁 310 への通電を制御してドレン通路 304 を駆動通路 300 に連通させる。このとき、作動室 146, 246 の作動油は通路 145, 245, 300, 304 を通じて排出されて、第一及び第二副規制部材 152, 252 を駆動する駆動力が消失する。その結果、第一及び第二副弾性部材 172, 272 の復原力により第一及び第二副規制部材 152, 252 が、作動室 146, 246 の作動油を通路 145, 245 に押し出しつつ突入方向 X に移動して、受圧部 154, 254 を小径支持部 141, 241 の端面 143, 243 に当接させる。それと共に、第一及び第二主弾性部材 170, 270 の復原力により第一及び第二主規制部材 150, 250 が第一及び第二副規制部材 152, 252 に合わせて突入方向 X に移動して、停止指令時の回転位相に応じた移動位置に定位する。

10

【0083】

したがって、この後においては、停止指令時の回転位相に応じた作動にてロック位相へのロックが実現され、内燃機関 2 の次の始動が待たれることになる。以下、停止指令時の回転位相に応じたロック作動の詳細を説明する。

【0084】

(I-1) 停止指令時の回転位相が図 14 の最遅角位相である場合には、変動トルクとしての負トルク並びに付勢部材 120 の復原力によりベーンロータ 14 がハウジング 11 に対して進角側に相対回転し、それによって回転位相が進角側に变化する。この進角側への位相変化により回転位相が図 11 の第一規制位相に達すると、第一主弾性部材 170 の第一主復原力により第一主規制部材 150 が突入方向 X に移動して第一規制凹部 131 に突入することで、第一規制位相よりも遅角側への位相変化が規制される。さらに、進角側への位相変化により回転位相が図 15 の第二規制位相に達すると、第二主弾性部材 270 の第二主復原力により第二主規制部材 250 が第二規制凹部 231 の浅底部 232 に突入することで、第二規制位相よりも遅角側への位相変化が規制される。またさらに、進角側への位相変化により回転位相が図 16 の第三規制位相に達すると、第二主弾性部材 270 の第二主復原力により第二主規制部材 250 が第二規制凹部 231 の深底部 233 に突入することで、第三規制位相よりも遅角側への位相変化が規制される。

20

【0085】

この後、進角側へのさらなる位相変化により回転位相が図 10 のロック位相に達すると、第一主規制部材 150 が第一規制凹部 131 の進角側端部の規制ストッパ 131b により係止される。このとき、付勢部材 120 の復原力により規制ストッパ 131b に押し当てられる第一主規制部材 150 は、図 8 に示すように、第一主弾性部材 170 の第一主復原力により付勢されて、第一規制凹部 131 側からロック凹部 134 に突入嵌合する。その結果、回転位相がロック位相に規制されてロックされることになるのである。

30

【0086】

(I-2) 停止指令時の回転位相が最遅角位相及びロック位相の間、又はロック位相である場合には、上記 (I-1) に準ずる作動が停止指令時の回転位相に対応する状態から開始される。したがって、この場合にも、回転位相がロック位相に規制されてロックされることになる。

40

【0087】

(I-3) 停止指令時の回転位相が図 17 の最進角位相である場合には、第二主弾性部材 270 の第二主復原力によって第二主規制部材 250 が第二規制凹部 231 の深底部 233 への突入状態となる。かかる状態下、付勢部材 120 の復原力作用がロック位相よりも進角側にて制限される本実施形態では、変動トルクの平均トルク T_{ave} の偏り側である遅角側に向かって回転位相が徐々に变化する。これにより回転位相が図 10 のロック位相に達すると、第一主弾性部材 170 の第一主復原力により第一主規制部材 150 が第一規制凹部 131 及びロック凹部 134 に順次突入するので、以上の場合にも、回転位相がロック位相に規制されてロックされることになる。

50

【 0 0 8 8 】

(I - 4) 停止指令時の回転位相がロック位相及び最進角位相の間である場合には、上記(I - 3) に準ずる作動が停止指令時の回転位相に対応する状態から開始される。したがって、この場合にも、回転位相がロック位相に規制されてロックされることになる。

【 0 0 8 9 】

(I I) 正常停止後、イグニッションスイッチのオン等の始動指令に応じて内燃機関 2 をクランキングして始動するときには、制御回路 9 0 が位相制御弁 8 0 への通電を制御して供給通路 7 6 を進角通路 7 2 に連通させる。このとき、ポンプ 4 からの作動油が通路 7 6 , 7 2 を通じて進角室 5 2 ~ 5 4 に導入される。また、正常停止後の始動指令に応じた内燃機関 2 の始動時には、制御回路 9 0 が駆動制御弁 3 1 0 への通電を制御してドレン通路 3 0 4 を駆動通路 3 0 0 に連通させる。このとき、作動室 1 4 6 , 2 4 6 には作動油が導入されず、第一及び第二副規制部材 1 5 2 , 2 5 2 を駆動する駆動力が消失状態に維持される。

10

【 0 0 9 0 】

以上の結果、上記(I) の最終状態、即ち図 8 , 1 8 の如く第一及び第二主弾性部材 1 7 0 , 2 7 0 の復原力により第一及び第二主規制部材 1 5 0 , 2 5 0 がそれぞれ凹部 1 3 4 , 2 3 1 に突入した状態が、継続される。ここで特に、内燃機関 2 が完爆して始動が完了するまでのクランキング中は、ポンプ 4 からの作動油の圧力が低い状態にあるので、異常によって作動油が作動室 1 4 6 , 2 4 6 まで到達したとしても、各主規制部材 1 5 0 , 2 5 0 の凹部 1 3 4 , 2 3 1 への突入状態が、維持され得る。したがって、規制位相のうち内燃機関 2 の始動に最適なロック位相に回転位相をロックして、始動性を確保することができるのである。

20

【 0 0 9 1 】

(I I I) このような始動の完了後において制御回路 9 0 は、駆動制御弁 3 1 0 への通電を制御して供給通路 7 6 からの分岐通路 3 0 2 を駆動通路 3 0 0 に連通させる。このとき、圧力上昇した作動油が通路 7 6 , 3 0 2 , 3 0 0 , 1 4 5 , 2 4 5 を通じて作動室 1 4 6 , 2 4 6 に導入されるので、第一及び第二副規制部材 1 5 2 , 2 5 2 を駆動する駆動力が発生する。

【 0 0 9 2 】

以上の結果、第一及び第二副規制部材 1 5 2 , 2 5 2 が脱出方向 Y に移動して係合部 2 5 6 が突出部 2 5 1 に係合することで、第一及び第二主規制部材 1 5 0 , 2 5 0 も脱出方向 Y に移動する。これにより、第一主規制部材 1 5 0 がロック凹部 1 3 4 及び第一規制凹部 1 3 1 から脱出すると共に、第二主規制部材 2 5 0 が第二規制凹部 2 3 1 から脱出するので、回転位相の規制が解除されて任意の回転位相への変化が許容されることになる。したがって、この後においては、制御回路 9 0 が位相制御弁 8 0 への通電を制御してポンプ 4 からの作動油を進角室 5 2 ~ 5 4 又は遅角室 5 6 ~ 5 8 に導入することで、自由なバルブタイミング調整を実現することができるのである。

30

【 0 0 9 3 】

ここで、作動室 1 4 6 , 2 4 6 での作動油の油圧と第一及び第二副規制部材 1 5 2 , 2 5 2 等の挙動の関係について説明する。圧力上昇した作動油が第一及び第二規制通路 1 4 5 , 2 4 5 を通って作動室 1 4 6 , 2 4 6 に導入されると、受圧部 1 5 4 , 2 5 4 が作動室 1 4 6 , 2 4 6 の作動油からの圧力を受けて、第一及び第二副弾性部材 1 7 2 , 2 7 2 の弾性力に抗して第一及び第二副規制部材 1 5 2 , 2 5 2 が脱出方向 Y に移動する。この脱出方向 Y の移動に伴い、第一及び第二副規制部材 1 5 2 , 2 5 2 の係合部 1 5 6 , 2 5 6 が第一及び第二主規制部材 1 5 0 , 2 5 0 の突出部 1 5 1 , 2 5 1 に係合し、第一及び第二副規制部材 1 5 2 , 2 5 2 が第一及び第二主規制部材 1 5 0 , 2 5 0 を脱出方向 Y に移動させるため、第一及び第二主規制部材 1 5 0 , 2 5 0 が第一及び第二規制凹部 1 3 1 , 2 3 1 から脱出し、位相の規制が解除される。

40

【 0 0 9 4 】

次に、作動油の油圧が低下すると、受圧部 1 5 4 , 2 5 4 に加わっていた圧力が減少し

50

て第一及び第二副弾性部材 172, 272 の弾性力が打ち勝つようになる。このため、第一及び第二副規制部材 152, 252 の突入方向 X への移動によって、作動油が第一及び第二規制通路 145, 245 へ流出し始め、第一及び第二主規制部材 150, 250 が突入方向 X に移動してカバー部材 13 の内面 132 に接触するようになる。このように第一及び第二主規制部材 150, 250 がカバー部材 13 の内面 132 に当接して突入方向 X の移動が規制されている状態では、例えば低温の環境下等に起因する作動油の油圧降下によって作動油の粘度が上昇するにしたいが、第一及び第二副弾性部材 172, 272 の弾性力により第一及び第二副規制部材 152, 252 のみの突入方向 X の移動が進み、作動油はさらに第一及び第二規制通路 145, 245 へ流出して、作動室 146, 246 からの排出が促進する。さらに作動油の油圧降下が進むと、スリーブ 141a, 241a の対向する端面 143 に受圧部 154, 254 が突き当たって作動室 146, 246 が最小容積になるため、作動油は完全に排出されるようになる。

10

【0095】

(フェイルセーフ作動)

次に、内燃機関 2 が異常停止する場合のフェイルセーフ作動について説明する。

【0096】

(i) クラッチの締結異常等により内燃機関 2 が瞬間的に停止してロックされる異常停止時には、制御回路 90 から位相制御弁 80 への通電がカットされて、供給通路 76 が進角通路 72 に連通した状態となる。このとき、ポンプ 4 から通路 76, 72 を通じて進角室 52 ~ 54 に導入される作動油の圧力が急低下するので、当該圧力によってベーンロータ 14 に作用する力は消失し、内燃機関 2 のロックにより回転位相は異常停止 (瞬間停止) 時の位相に保持される。

20

【0097】

また、内燃機関 2 の異常停止時には、制御回路 90 から駆動制御弁 310 への通電もカットされて、ドレン通路 304 が駆動通路 300 に連通した状態となるので、第一及び第二副規制部材 152, 252 を駆動する駆動力が消失する。その結果、通常作動の上記 (I) に準じて第一及び第二副規制部材 152, 252 が受圧部 154, 254 を小径支持部 141, 241 の端面 143, 243 に当接させると共に、第一及び第二主規制部材 150, 250 が異常停止時の回転位相に応じた移動位置に定位する。

【0098】

したがって、この後においては、異常指令時の回転位相に応じた作動状態となるので、以下では、当該状態の詳細を説明する。

30

【0099】

(i-1) 異常停止時の回転位相が規制位相と異なる場合、即ち図 14 の最遅角位相を含む規制位相の領域外にある場合には、第一及び第二主弾性部材 170, 270 の復原力により第一及び第二主規制部材 150, 250 が、図 12, 20 の如くカバー部材 13 の内面 132 に当接する。この当接により第一及び第二主規制部材 150, 250 は、第一及び第二副規制部材 152, 252 の係合部 156, 256 から突出部 151, 251 を離間させた状態で、カバー部材 13 の内面 132 よりも突入方向 X への移動を規制される。したがって、カバー部材 13 の内面 132 よりも凹む凹部 131, 134, 231 には第一及び第二主規制部材 250 を突入させることができないので、ロック位相へのロックが実現されずに、内燃機関 2 の次の始動が待たれることになる。

40

【0100】

(i-2) 異常停止時の回転位相が第一規制位相、又は第一規制位相及びロック位相の間である場合、通常作動の上記 (I-1) の作動状態のうち異常停止時の回転位相に対応する状態として、第一主弾性部材 170 の復原力により第一主規制部材 150 が第一規制凹部 131 への突入状態となる。これに対して第二主規制部材 250 は、第二主弾性部材 270 の復原力によりカバー部材 13 の内面 132 に当接した状態となる。これらにより、ロック位相へのロックは実現されず、内燃機関 2 の次の始動が待たれることになる。

【0101】

50

(i - 3) 異常停止時の回転位相がロック位相である場合には、第一主弾性部材 170 の復原力により第一主規制部材 150 がロック凹部 134 に突入嵌合し得るので、ロック位相へのロックが実現されて、内燃機関 2 の次の始動が待たれることになる。

【 0102 】

(i - 4) 異常停止時の回転位相が図 17 の最進角位相、又ロック位相及び最進角位相の間である場合には、通常作動の上記 (I - 3) , (I - 4) の作動状態のうち異常停止時の回転位相に対応する状態にて、駆動部 10 が止まる。したがって、ロック位相へのロックが実現されずに、内燃機関 2 の次の始動が待たれることになる。

【 0103 】

(i i) 異常停止後に始動指令に応じて内燃機関 2 を始動させるときには、制御回路 90 が位相制御弁 80 への通電を制御して、ポンプ 4 からの作動油を進角室 52 ~ 54 に導入させる。それと共に制御回路 90 は、駆動制御弁 310 への通電を制御して、第一及び第二副規制部材 152 , 252 を駆動する駆動力を消失状態に維持する。これらの結果、内燃機関 2 の始動が完了するまでの間において回転位相は、異常停止時の回転位相と実質的に一致する始動指令時の回転位相に応じて、調整されることになる。以下、かかる始動指令時の回転位相に応じた調整の詳細を説明する。

【 0104 】

(i i - 1) 始動指令時の回転位相が規制位相と異なる場合、即ち図 14 の最遅角位相を含む規制位相の領域外にある場合には、変動トルクとしての負トルク並びに付勢部材 120 の復原力により、ペーンロータ 14 がハウジング 11 に対して進角側に相対回転し、それによって回転位相が進角側に变化する。その結果、通常作動の上記 (I - 1) に準じて、第一及び第二主規制部材 150 , 250 が第一及び第二規制凹部 131 , 231 に順次突入し、さらに第一主規制部材 150 がロック凹部 134 に突入嵌合する。

【 0105 】

このとき、作動室 146 , 246 に作動油が残存していても、当該残存作動油の圧力は第一及び第二主規制部材 150 , 250 には実質的に及ばない。したがって、第一及び第二主規制部材 150 , 250 について、図 12 , 20 の如く突出部 151 , 251 から離間した第一及び第二副規制部材 152 , 252 の係合部 156 , 256 側に、即ち突入方向 X に高速駆動して、凹部 131 , 134 , 231 へと迅速に突入させることができる。

【 0106 】

ここで、第一及び第二主規制部材 150 , 250 に対して凹部 131 , 134 , 231 を形成のカバー部材 13 側は、少なくともロック位相において、凹部 131 , 231 と連通する大気孔 136 , 236 により大気開放されることになる。また、第一及び第二主規制部材 150 , 250 に対してカバー部材 13 側とは反対側の連通室 148 , 248 は、少なくともロック位相において、貫通孔 149 , 249 を介して連通する大気孔 136 , 236 により大気開放されることになる。これらによれば、第一及び第二主規制部材 150 , 250 がカバー部材 13 側又はその反対側の連通室 148 , 248 から受ける移動抵抗、例えば負圧の発生による抵抗や漏れた作動油による抵抗等を低減して、それら主規制部材 150 , 250 の突入速度を高めることができる。しかも、第一及び第二主規制部材 150 , 250 に対してカバー部材 13 側とその反対側の連通室 148 , 248 とは、通孔 159 , 259 を通じて相互連通することで、大気孔 136 , 236 等の詰まり等による大気開放状態の悪化を抑制されている。故に、第一及び第二主規制部材 150 , 250 の突入速度に影響を与える移動抵抗の低減作用について、その発揮の確度を高めることができるのである。

【 0107 】

加えて、第一及び第二副規制部材 152 , 252 が受圧部 154 , 254 を小径支持部 141 , 241 の端面 143 , 243 に当接させている始動指令時の状態では、図 8 , 9 , 12 , 18 ~ 20 の如く第一及び第二連通経路 158 , 258 が形成されることとなる。ここで第一及び第二連通経路 158 , 258 は、進角室 52 , 53 に連通する進角連通孔 147 , 247 に対して大気孔 137 , 237 を連通させることで、それら進角室 52 ,

10

20

30

40

50

53を大気開放させるものとなる。さらに第一及び第二連通経路158, 258は、その中途部にある周溝部157, 257の絞り作用により、大気の流通抵抗を作動油の流通抵抗よりも小さくすることができる。これらによれば、変動トルクとしての負トルク並びに付勢部材120の復原力により進角室52, 53が容積拡大して負圧が発生することを、それら進角室52, 53への大気導入によって抑制し得る。したがって、第一及び第二主規制部材150, 250を凹部131, 134, 231に突入させるのに必要な回転位相の変化速度について、高めることができるのである。

【0108】

以上より、始動指令時に回転位相が規制位相と異なっていたとしても、規制位相のうち始動に最適なロック位相に回転位相を短時間で戻すようにして、始動性を確実に確保することができる。

10

【0109】

(ii-2) 始動指令時の回転位相が図11の第一規制位相、又は第一規制位相及びロック位相の間である場合には、上記(ii-1)に準ずる作動が始動指令時の回転位相に対応する状態から開始される。したがって、この場合にも、回転位相をロック位相に戻して、始動性を確保することができる。

【0110】

(ii-3) 始動指令時の回転位相が図10のロック位相である場合には、通常作動の上記(II)に準じた作動を実現して、始動性を確保することができる。

【0111】

20

(ii-4) 始動指令時の回転位相が図17の最進角位相、又はロック位相及び最進角位相の間である場合には、進角室52~54への作動油の導入によって回転位相が最進角位相に調整されることになる。したがって、この場合には、規制位相としての最進角位相において内燃機関2の始動が実現されるので、その始動性を確保することができるのである。

【0112】

(iii) このような始動の完了後においては、通常作動の上記(III)に準じた作動により、ポンプ4からの作動油を進角室52~54又は遅角室56~58に導入することで、自由なバルブタイミング調整を実現することができる。またこのとき、第一及び第二副規制部材152, 252は図13, 21の如く脱出方向Yの遮断位置まで移動して、第一及び第二連通経路158, 258を形成する周溝部157, 257及び進角連通孔147, 247の間を遮断する状態となる。これによれば、進角連通孔147, 247に通ずる進角室52, 53の作動油が第一及び第二連通経路158, 258を通じて外部に漏れる事態を抑制し得るので、バルブタイミング調整の応答性を高めることもできるのである。

30

【0113】

ここまで説明したように、第一実施形態によれば、内燃機関2の始動時には環境温度に拘らずに始動性を確保することができ、また内燃機関2の始動完了後には自由なバルブタイミング調整を実現することができるのである。

【0114】

40

尚、以上の第一実施形態では、第一規制凹部131、第二規制凹部231、又はロック凹部134が特許請求の範囲に記載の「凹部」に相当し、第一主規制部材150又は第二主規制部材250が特許請求の範囲に記載の「主規制部材」に相当し、第一副規制部材152又は第二副規制部材252が特許請求の範囲に記載の「副規制部材」に相当し、第一主弾性部材170又は第二主弾性部材270が特許請求の範囲に記載の「主弾性部材」に相当し、第一副弾性部材172又は第二副弾性部材272が特許請求の範囲に記載の「副弾性部材」に相当している。また、大気孔136又は大気孔236が特許請求の範囲に記載の「凹部側を大気に開放させる大気孔」に相当し、大気孔137又は大気孔237が特許請求の範囲に記載の「凹部側とは反対側を大気に開放させる大気孔」及び「開放孔」に相当し、第一進角連通孔147又は第二進角連通孔247が特許請求の範囲に記載の「連

50

通孔」に相当し、周溝部 1 5 7 又は周溝部 2 5 7 が特許請求の範囲に記載の「絞り部」に相当し、小径支持部 1 4 1 又は小径支持部 2 4 1 が特許請求の範囲に記載の「支持部」に相当している。

【 0 1 1 5 】

(第二実施形態)

図 2 2 ~ 2 5 に示すように、本発明の第二実施形態は第一実施形態の変形例である。第二実施形態において第一及び第二副規制部材 2 1 5 2 , 2 2 5 2 が形成する周溝部 2 1 5 7 , 2 2 5 7 は、カバー部材 1 3 側とは反対側には開口しておらず、大径支持部 1 4 2 , 2 4 2 に形成される連通室 1 4 8 , 2 4 8 との間の連通を実質的に遮断されている。また、それぞれ進角室 5 2 , 5 3 と連通するようにベーンロータ 1 4 に貫通形成された第一及び第二進角連通孔 1 4 7 , 2 4 7 は、任意位置の第一及び第二副規制部材 2 1 5 2 , 2 2 5 2 により、対応する連通室 1 4 8 , 2 4 8 との間の連通を実質的に遮断される。さらに、それぞれ遅角室 5 6 , 5 7 と連通するようにベーンロータ 1 4 に貫通形成された第一及び第二遅角連通孔 2 1 4 7 , 2 2 4 7 は、任意位置の第一及び第二副規制部材 2 1 5 2 , 2 2 5 2 により、対応する連通室 1 4 8 , 2 4 8 との間の連通を実質的に遮断される。

10

【 0 1 1 6 】

以上の構成により第一及び第二副規制部材 2 1 5 2 , 2 2 5 2 は、図 2 3 , 2 5 の如く脱出方向 Y の遮断位置に移動することで、対応する進角連通孔 1 4 7 , 2 4 7 及び遅角連通孔 2 1 4 7 , 2 2 4 7 の間の連通を遮断するようになっている。また一方、第一及び第二副規制部材 2 1 5 2 , 2 2 5 2 は、図 2 2 , 2 4 の如く遮断位置よりも突入方向 X に移動することで、対応する進角連通孔 1 4 7 , 2 4 7 及び遅角連通孔 2 1 4 7 , 2 2 4 7 の間を周溝部 2 1 5 7 , 2 2 5 7 により連通させるようになっている。

20

【 0 1 1 7 】

このような第二実施形態では、異常停止時及び始動指令時の回転位相が規制位相と異なる場合において、図 2 2 , 2 4 の如く第一及び第二副規制部材 2 1 5 2 , 2 2 5 2 が受圧部 1 5 4 , 2 5 4 を小径支持部 1 4 1 , 2 4 1 の端面 1 4 3 , 2 4 3 に当接させた状態となる。このとき、進角連通孔 1 4 7 , 2 4 7 と遅角連通孔 2 1 4 7 , 2 2 4 7 との間が第一及び第二副規制部材 2 1 5 2 , 2 2 5 2 の周溝部 2 1 5 7 , 2 2 5 7 により連通するので、遅角室 5 6 , 5 7 に作動油が残存していたとしても、当該残存作動油を進角室 5 2 , 5 3 に排出可能となる。これによれば、回転位相を進角側に变化させて第一及び第二副規制部材 1 5 0 , 2 5 0 を凹部 1 3 1 , 1 3 4 , 2 3 1 に突入させつつ、内燃機関 2 を始動させる際に、遅角室 5 6 , 5 7 の残存作動油に起因して回転位相の変化速度が低下する事態を抑制し得る。したがって、第二実施形態によっても、回転位相を始動に最適なロック位相に短時間で戻すようにして、始動性を確実に確保することができる。

30

【 0 1 1 8 】

加えて第二実施形態では、内燃機関 2 の始動完了後において第一及び第二副規制部材 2 1 5 2 , 2 2 5 2 が、図 2 3 , 2 5 の如く脱出方向 Y の遮断位置まで移動して、進角連通孔 1 4 7 , 2 4 7 と遅角連通孔 2 1 4 7 , 2 2 4 7 との間を遮断する状態となる。これによれば、進角室 5 2 , 5 3 及び遅角室 5 6 , 5 7 の一方の作動油が他方に漏れる事態を抑制し得るので、バルブタイミング調整の応答性を高めることができるのである。

40

【 0 1 1 9 】

尚、以上の第二実施形態では、第一副規制部材 2 1 5 2 又は第二副規制部材 2 2 5 2 が特許請求の範囲に記載の「副規制部材」に相当し、第一進角連通孔 1 4 7 又は第二進角連通孔 2 4 7 が特許請求の範囲に記載の「進角連通孔」に相当し、第一遅角連通孔 2 1 4 7 又は第二遅角連通孔 2 2 4 7 が特許請求の範囲に記載の「遅角連通孔」に相当する。

【 0 1 2 0 】

(第三実施形態)

図 2 6 ~ 2 9 に示すように、本発明の第三実施形態は第二実施形態の変形例である。第三実施形態において常時大気開放且つ連通室 1 4 8 , 2 4 8 に常時連通の大気孔 3 1 3 7 , 3 2 3 7 は、ロック位相を含む回転位相の全領域でそれぞれ第一及び第二貫通孔 1 4 9

50

、249と連通するようになっている。

【0121】

また、第三実施形態の第一及び第二副規制部材3152、3252は、周溝部2157、2257の底部を径方向に貫通して周溝部2157、2257及び連通室148、248間を連通させる円筒孔状の第一及び第二呼吸通路3160、3260を、それぞれ周方向に複数ずつ形成している。ここで、第一及び第二進角連通孔147、247と第一及び第二遅角連通孔2147、2247とは、図27、29の如き遮断位置よりも突入方向Xとなる連通位置において、対応する周壁部2157、2257と図26、28の如く対向して連通可能となっている。

【0122】

こうした構成により第一及び第二副規制部材3152、3252は、図27、29の如く脱出方向Yの遮断位置に移動することで、対応する進角連通孔147、247及び遅角連通孔2147、2247間の連通並びに当該間の大気孔3137、3237との連通を遮断する。また一方、第一及び第二副規制部材3152、3252は、図26、28の如く遮断位置よりも突入方向Xに移動することで、対応する進角連通孔147、247及び遅角連通孔2147、2247間を周溝部2157、2257により連通させると共に、当該間を第一及び第二呼吸通路3160、3260により大気孔3137、3237と連通させる。

【0123】

このように第三実施形態では、大気孔3137、3237から第一及び第二貫通孔149、249、連通室148、248、第一及び第二呼吸通路3160、3260、並びに周溝部2157、2257を経て第一及び第二進角連通孔147、247と第一及び第二遅角連通孔2147、2247とに至る第一及び第二連通経路3158、3258が形成されている。そして、それら第一及び第二連通経路3158、3258においては、第一及び第二呼吸通路3160、3260の流通面積を絞って大気の流通抵抗を作動油の流通抵抗よりも小さくするように、第一及び第二呼吸通路3160、3260の内径が調整されている。

【0124】

以上の第三実施形態では、異常停止時及び始動指令時の回転位相が規制位相と異なる場合において、図26、28の如く第一及び第二副規制部材3152、3252が受圧部154、254を小径支持部141、241の端面143、243に当接させた状態となる。このとき、進角連通孔147、247及び遅角連通孔2147、2247間が第一及び第二副規制部材3152、3252の周溝部2157、2257により連通するので、遅角室56、57に作動油が残存していたとしても、当該残存作動油を進角室52、53に排出可能となる。またこのとき、進角連通孔147、247及び遅角連通孔2147、2247間は周溝部2157、2257及び絞り作用の第一及び第二呼吸通路3160、3260により大気孔3137、3237と連通するので、高い粘度によって作動油の移動が困難な状態（例えば、作動油の劣化状態や低温状態等）でも、進角室52、53及び遅角室56、57への大気導入が容易となる。これらによれば、回転位相を進角側に変化させて第一及び第二主規制部材150、250を凹部131、134、231に突入させつつ、内燃機関2を始動させる際に、遅角室56、57の残存作動油と進角室52、53における負圧の発生とに起因して回転位相の変化速度が低下する事態を、抑制し得る。したがって、第三実施形態によれば、回転位相を始動に最適なロック位相に短時間で戻すようにして、始動性の確実な確保効果を高めることができる。

【0125】

加えて第三実施形態では、内燃機関2の始動完了後に第一及び第二副規制部材3152、3252が図27、29の如く脱出方向Yの遮断位置まで移動して、遮断状態となった進角連通孔147、247及び遅角連通孔2147、2247の間が大気孔3137、3237に対しても遮断される。これによれば、進角室52、53及び遅角室56、57の一方の作動油がその他方と外部とに漏出する事態を抑制し得るので、バルブタイミング調

10

20

30

40

50

整の応答性を飛躍的に高めることができる。

【 0 1 2 6 】

さらに加えて第三実施形態では、内燃機関 2 の停止状態において第一及び第二副規制部材 3 1 5 2 , 3 2 5 2 が進角連通孔 1 4 7 , 2 4 7 及び遅角連通孔 2 1 4 7 , 2 2 4 7 間を大気孔 3 1 3 7 , 3 2 3 7 と連通させる状態となる。これによれば、内燃機関 2 の運転終了後において進角室 5 2 , 5 3 及び遅角室 5 6 , 5 7 の残留作動油を例えば自重により排出させる際に、当該残留作動油と大気との置換が容易となる。したがって、内燃機関 2 の始動前には、遅角室 5 6 , 5 7 の残存作動油自体が低減されることになるので、回転位相の変化速度低下の抑制による始動性の確保効果をさらに高めることもできるのである。

【 0 1 2 7 】

尚、以上の第三実施形態では、第一副規制部材 3 1 5 2 又は第二副規制部材 3 2 5 2 が特許請求の範囲に記載の「副規制部材」に相当し、大気孔 3 1 3 7 又は大気孔 3 2 3 7 が特許請求の範囲に記載の「凹部側とは反対側を大気に開放させる大気孔」、「開放孔」に相当し、第一呼吸通路 3 1 6 0 又は第二呼吸通路 3 2 6 0 が特許請求の範囲に記載の「絞り部」に相当する。

【 0 1 2 8 】

(第四実施形態)

本発明の第四実施形態は、図 3 3 ~ 5 4 を参照して、より好ましい実施形態を示すものである。また図 3 3 ~ 5 4 において、上記の第一実施形態から第三実施形態において説明する構成要素と同一符号を付した構成要素は、同一のものであり、同様の作動及び作用効果を奏する。

【 0 1 2 9 】

以下、図 3 3 ~ 図 5 0 を参照してペーンロータ 1 4 の回転位相に対応する第一規制構造及び第二規制構造の作動状態を説明する。

【 0 1 3 0 】

まず、回転位相が図 3 9 に示す最遅角位相であるときには、図 4 0 に示すように、第一主規制部材 1 5 0 は、突入方向 X の端部が規制ストッパ 1 3 1 a よりも遅角側に形成されるカバー部材 1 3 の内面 1 3 2 に当接する位置にあるため、第一主弾性部材 1 7 0 からの弾性力によって突入方向 X に押されつつも、当該内面 1 3 2 よりも凹む凹部 1 3 1 , 1 3 4 には突入できない状態にある。さらに、第二主規制部材 2 5 0 についても、図 4 1 に示すように、突入方向 X の端部が規制ストッパ 2 3 2 a よりも遅角側に形成されるカバー部材 1 3 の内面 1 3 2 に当接する位置にあるため、第二主弾性部材 2 7 0 からの弾性力によって突入方向 X に押されても、当該内面 1 3 2 よりも凹む第二規制凹部 2 3 1 には突入できない状態にある。

【 0 1 3 1 】

このような最遅角位相の場合には、変動トルクとしての負トルク及び付勢部材 1 2 0 の復原力によりペーンロータ 1 4 がハウジング 1 1 に対して進角側に相対回転するため、回転位相は進角側に变化する。この進角側への位相変化により回転位相が図 3 6 に示すように、最遅角位相から進角側に向けて一回目に到来する第一規制位相に達すると、第一主規制部材 1 5 0 は、図 3 7 に示すように、突入方向 X の端部全体が規制ストッパ 1 3 1 a よりも進角側に位置するようになる。これにより、第一主規制部材 1 5 0 は、第一主弾性部材 1 7 0 の第一主復原力によって突入方向 X に移動して第一規制凹部 1 3 1 に突入する。したがって、第一規制位相よりも遅角側への位相変化が規制されるようになる。また、第二主規制部材 2 5 0 は、図 3 8 に示すように、突入方向 X の端部の一部分が、まだ規制ストッパ 2 3 2 a よりも遅角側に形成されるカバー部材 1 3 の内面 1 3 2 に当接する位置にあるため、第二主弾性部材 2 7 0 からの弾性力によって突入方向 X に押されても、当該内面 1 3 2 よりも凹む第二規制凹部 2 3 1 の浅底部 2 3 2 には突入できない状態にある。

【 0 1 3 2 】

このような第一規制位相から進角側への位相変化が進行することにより、回転位相が図 4 2 に示すように、最遅角位相から進角側に向けて二回目に到来する第二規制位相に達す

10

20

30

40

50

ると、第二主規制部材 250 が、図 44 に示すように突入方向 X の端部全体が規制ストッパ 233 a よりも進角側に位置するようになる。これにより、第二主規制部材 250 は、第二主弾性部材 270 の第二主復原力によって突入方向 X に移動して第二規制凹部 231 の浅底部 232 に突入する。したがって、第二規制位相よりも遅角側への位相変化が規制されるようになる。また、第一主規制部材 150 は、図 43 に示すように、突入方向 X の端面の一部が、まだロック凹部 134 の遅角側の内壁よりも遅角寄りに位置するため、第一主弾性部材 170 からの弾性力によって突入方向 X に押されても、ロック凹部 134 に突入できず、第一規制凹部 131 に突入したままである。

【 0 1 3 3 】

第二規制位相からさらに、進角側への位相変化により回転位相が図 45 に示すように、最遅角位相から進角側に向けて三回目に到来する第三規制位相に達すると、第二主規制部材 250 は、図 47 に示すように、突入方向 X の端部が規制ストッパ 233 a よりも進角側に位置するようになる。これにより、第二主規制部材 250 は、第二主弾性部材 270 の第二主復原力によって突入方向 X に移動して第二規制凹部 231 の深底部 233 に突入する。したがって、第三規制位相よりも遅角側への位相変化が規制されるようになる。このとき、第一主規制部材 150 は、図 46 に示すように、二段状に形成された突入方向 X の端部の外周縁部がまだ第一規制凹部 131 に位置するため、第一主弾性部材 170 からの弾性力によって突入方向 X に押されても、第一規制凹部 131 に突入したままである。

【 0 1 3 4 】

第三規制位相から進角側へのさらなる位相変化により回転位相が図 33 に示すように、ロック位相に達すると、第一主規制部材 150 は、図 34 に示すように、第一規制凹部 131 の進角側端部の規制ストッパ 131 b により係止され、付勢部材 120 の復原力により規制ストッパ 131 b に押し当てられるとともに、第一主弾性部材 170 の第一主復原力により付勢されて、第一規制凹部 131 側からロック凹部 134 に突入して嵌合する。したがって、回転位相がロック位相に規制されてロックされるようになる。このとき、第二主規制部材 250 は、図 45 に示すように第一規制凹部 131 に突入したままである。

【 0 1 3 5 】

回転位相が図 48 に示す最進角位相である場合には、図 50 に示すように、第二主規制部材 250 は、突入方向 X の端部が第二規制凹部 231 の進角側の内壁よりも遅角寄りに位置する。これにより、第二主規制部材 250 は、第二主弾性部材 270 の第二主復原力によって突入方向 X に移動して第二規制凹部 231 の深底部 233 への突入状態にある。また、第一主規制部材 150 については、図 50 に示すように、突入方向 X の端部が規制ストッパ 131 b よりも進角側に形成されるカバー部材 13 の内面 132 に当接する位置にあるため、第一主弾性部材 170 からの弾性力によって突入方向 X に押されても、当該内面 132 よりも凹む第一規制凹部 131 には突入できない状態にある。

【 0 1 3 6 】

次に、図 51 ~ 図 54 を参照して、作動室 146 , 246 での作動油の油圧と第一及び第二副規制部材 152 , 252 等の挙動の関係について説明する。図 51 ~ 図 54 は、第一規制構造について説明する図であるが、第二規制構造についても、以下に説明する第一規制構造の作動状態と同様である。

【 0 1 3 7 】

圧力上昇した作動油が第一規制通路 145 を通って作動室 146 に導入されると、図 51 に示すように、作動室 146 の圧力が上昇して受圧部 154 が脱出方向 Y に押圧されるため、第一副規制部材 152 が第一副弾性部材 172 の弾性力に抗して第一主規制部材 150 の外側を脱出方向 Y に摺動する。作動室 146 への作動油の流入及び第一副規制部材 152 の脱出方向 Y への移動が進むと、第一副規制部材 152 の係合部 156 が第一主規制部材 150 の突出部 151 に接触して係合し、さらに第一副規制部材 152 と第一主規制部材 150 が一体となって脱出方向 Y に移動する。これにより、第一主規制部材 150 が脱出方向 Y へ移動するにつれて第一規制凹部 131 から脱出し、位相の規制が解除されることになる。

10

20

30

40

50

【0138】

次に、作動油の油圧が低下する状況になると、図52に示すように、受圧部154に押圧していた圧力が減少し、これに対して第一副弾性部材172の弾性力が打ち勝つようになり、第一副規制部材152を突入方向Xへ押し返すようになる。このため、第一副規制部材152の突入方向Xへの移動によって、作動油が作動室146から押し出されて第一規制通路145へ流出し始めるとともに、第一主規制部材150が突入方向Xに移動してカバー部材13の内面132に接触するようになる。図52の如く第一主規制部材150がカバー部材13の内面132に当接して突入方向Xへの移動が規制されている状態では、例えば低温の環境下等に起因する作動油の油圧低下によって作動油の粘度が上昇するにしたいが、図53に示すように第一副弾性部材172の弾性力により押し返されて第一副規制部材152のみが第一主規制部材150の外側を突入方向Xに摺動するようになる。このため、作動室146の容積が減少して、作動油はさらに第一規制通路145へ流出し、作動室146からの排出が促進するようになる。さらに第一副規制部材152のみの突入方向Xへの摺動が進むと、図54に示すように第一副規制部材152の受圧部154がスリーブ141aの端面143に突き当たって作動室146の容積が最小になるため、作動油は作動室146から完全に流出して作動油の排出が完了する。

10

【0139】

(他の実施形態)

以上、本発明の複数の実施形態について説明したが、本発明はそれらの実施形態に限定して解釈されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲内において種々の実施形態に適用することができる。

20

【0140】

具体的に第一～第三実施形態では、第二規制凹部231、第二主規制部材250、第二副規制部材252、2252、3252、第二主弾性部材270及び第二副弾性部材272の組を設けないようにしてもよい。また、第一～第三実施形態では、図30に変形例(図30は、規制部材150、152の組の場合の変形例)を示すように、主規制部材150、250及び副規制部材152、252、2152、2252、3152、3252を共に板状に形成してもよく、この場合には同図の(a)に示すように、主規制部材150、250を挟む形態で一对の副規制部材152、252、2152、2252、3152、3252を設けることが好ましい。さらに第一～第三実施形態では、図31に変形例(図31は、小径支持部141の変形例)を示すように、小径支持部141、241をベーンロータ14の母材自体により形成してもよい。またさらに第一～第三実施形態では、付勢部材120、ハウジング溝102及びロータ溝112の組を設けないようにしてもよい。加えて第一～第三実施形態では、進角及び遅角の関係を逆にして実施するようにしてもよい。さらに加えて第三実施形態では、副規制部材3152、3252において周溝部2157、2257の底部に呼吸通路3160、3260を設けたが、図32に変形例(図32は、副規制部材3152の変形例)を示すように、副規制部材3152、3252の端部において周溝部2157、2257の側部を開放することにより呼吸通路3160、3260を形成しても、同様の作用を得ることができる。

30

【0141】

上記の第一実施形態～第四実施形態については、主規制部材150、250をベーンロータ14に配置し、ハウジング11に規制凹部131、231、ロック凹部134を形成しているが、本発明はこの形態に限定するものではない。例えば、図55に示すように、主規制部材150、250及び副規制部材152、252をハウジング11Aの所定箇所に配置し、ベーンロータ14に規制凹部131、231、ロック凹部134を形成するようにしてもよい。また、この場合の主規制部材150、250及び副規制部材152、252は、ベーンロータ14Aに対して突入方向Xが径方向内方であり、脱出方向Yが径方向外方に設定される。すなわち、本発明において、主規制部材150、250は、ベーンロータ14、14Aまたはハウジング11、11Aの一方に往復移動可能に収容され、他方に形成される規制凹部等に突入する突入方向Xに移動することにより、回転位相を最進

40

50

角位相及び最遅角位相の間の規制位相において規制するとともに、当該規制凹部等から脱出する脱出方向 Y に移動して回転位相の規制を解除する。さらに、副規制部材 152, 252 は、主規制部材 150, 250 と同方向に往復移動可能に收容され、ベーンロータ 14, 14A またはハウジング 11, 11A の一方が形成する作動室 146, 246 に導入される作動油から脱出方向 X に圧力を受ける受圧部 154, 254、及び主規制部材 150, 250 に対して脱出方向 Y に係合し突入方向 Y に離間する係合部 156, 256 を有するものである。

【0142】

そして、本発明は、吸気弁のバルブタイミングを調整する装置以外にも、「動弁」としての排気弁のバルブタイミングを調整する装置や、吸気弁及び排気弁の双方のバルブタイミングを調整する装置にも、適用することができる。

10

【符号の説明】

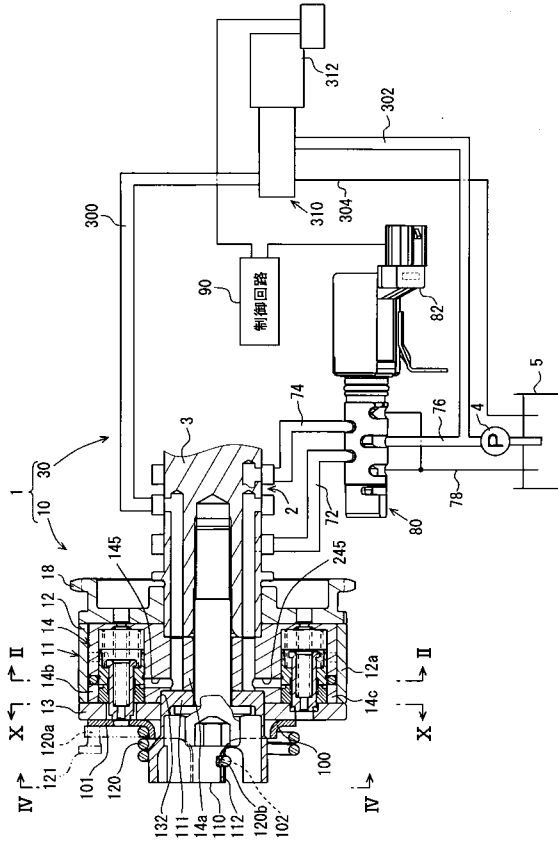
【0143】

1 バルブタイミング調整装置、2 内燃機関、3 カム軸、4 ポンプ（供給源）、10 駆動部、11 ハウジング、13 カバー部材、14 ベーンロータ、14b, 14c, 14d ベーン、18 スプロケット部材、30 制御部、52, 53, 54 進角室、56, 57, 58 遅角室、80 位相制御弁、90 制御回路、100 ハウジングブッシュ、110 ロータブッシュ、120 付勢部材、131 第一規制凹部（凹部）、131a, 131b, 232a, 233a 規制ストッパ、132 内面、134 ロック凹部（凹部）、136, 236 大気孔、137, 237, 3137, 3237 大気孔（開放孔）、140 第一收容孔、141a, 241a スリーブ、141, 241 小径支持部（支持部）、142, 242 大径支持部、143, 243 端面、145 第一規制通路、146, 246 作動室、147 第一進角連通孔（連通孔・進角連通孔）、148, 248 連通室、149 第一貫通孔、150 第一主規制部材（主規制部材）、151, 251 突出部、152, 2152, 3152 第一副規制部材（副規制部材）、154, 254 受圧部、156, 256 係合部、157, 257 周溝部（絞り部）、158, 3158 第一連通経路、258, 3258 第二連通経路、159, 259 通孔、170 第一主弾性部材（主弾性部材）、172 第一副弾性部材（副弾性部材）、231 第二規制凹部（凹部）、232 浅底部、233 深底部、240 第二收容孔、245 第二規制通路、247 第二進角連通孔（連通孔・進角連通孔）、249 第二貫通孔、250 第二主規制部材（主規制部材）、251 突出部、252, 2252, 3252 第二副規制部材（副規制部材）、270 第二主弾性部材（主弾性部材）、272 第二副弾性部材（副弾性部材）、310 駆動制御弁、2147 第一遅角連通孔（遅角連通孔）、2247 第二遅角連通孔（遅角連通孔）、2157, 2257 周溝部、3160 第一呼吸通路（絞り部）、3260 第二呼吸通路（絞り部）、X 突入方向、Y 脱出方向

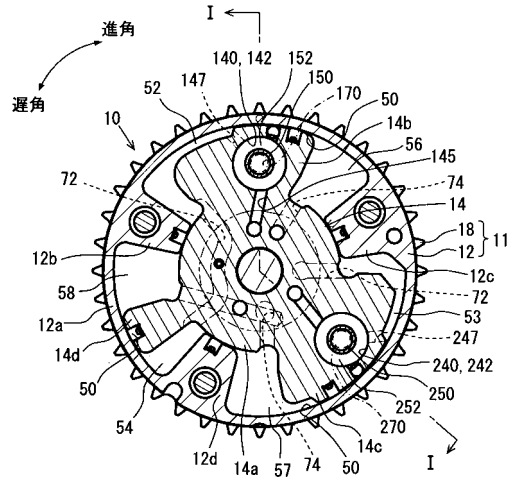
20

30

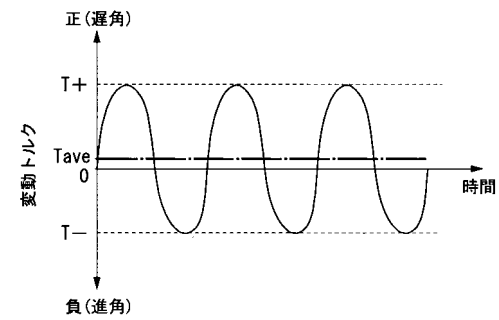
【図1】



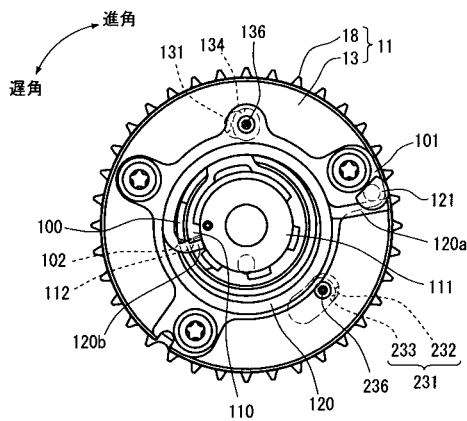
【図2】



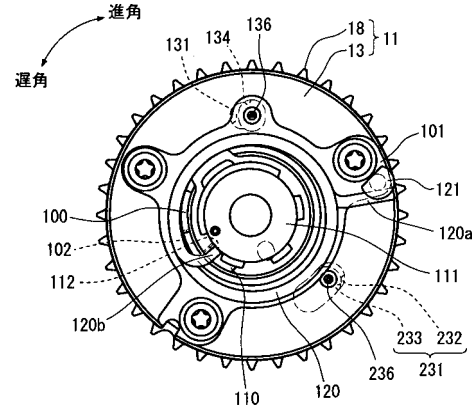
【図3】



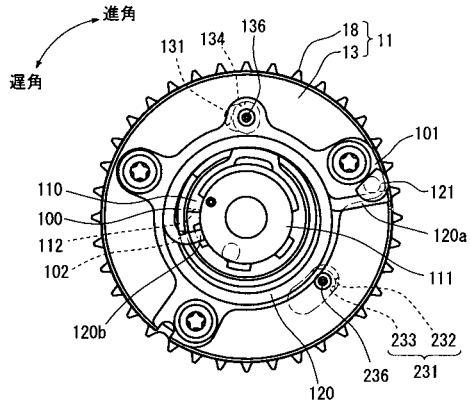
【図4】



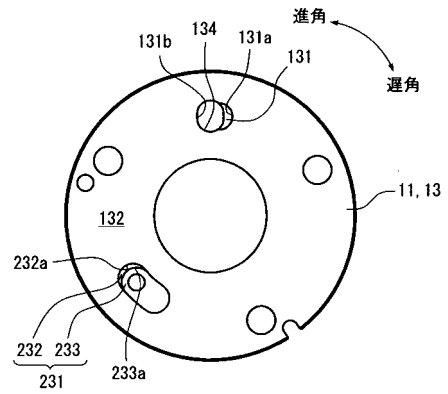
【図5】



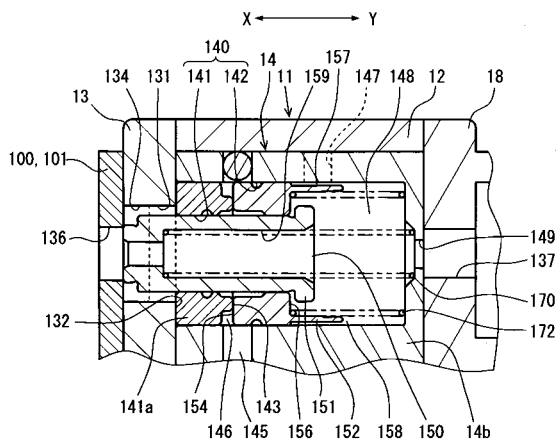
【図6】



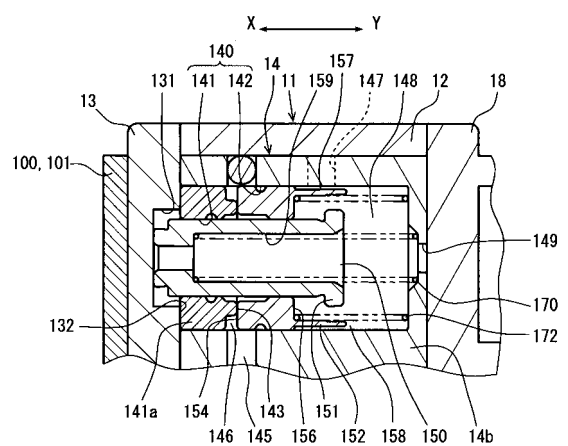
【図7】



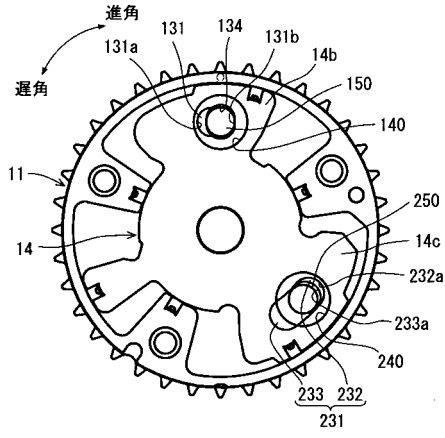
【図8】



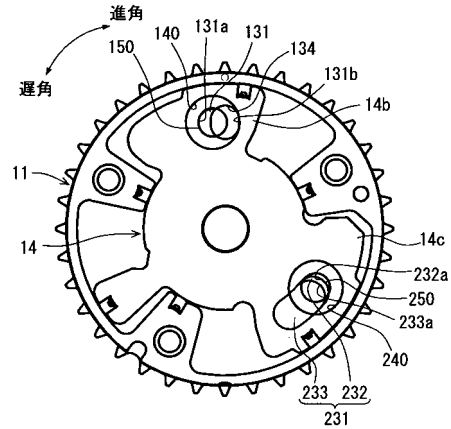
【図9】



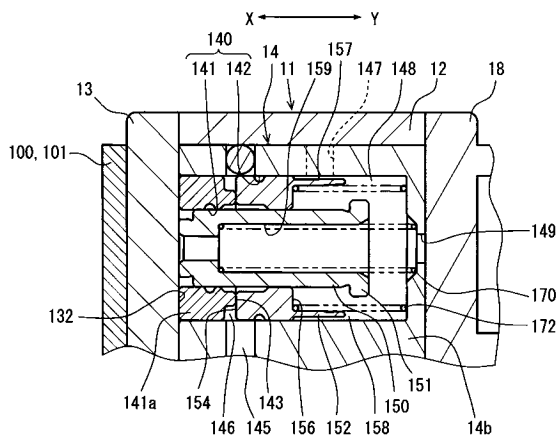
【図10】



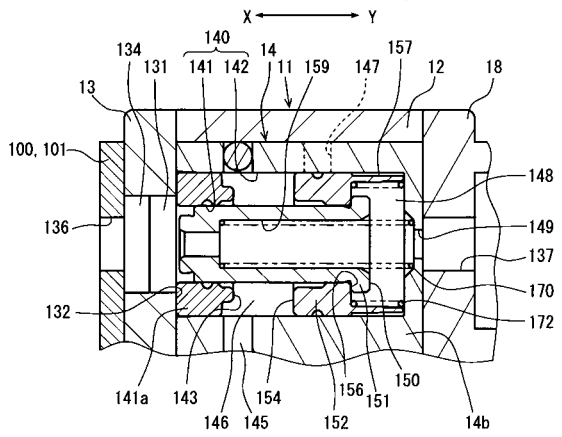
【図11】



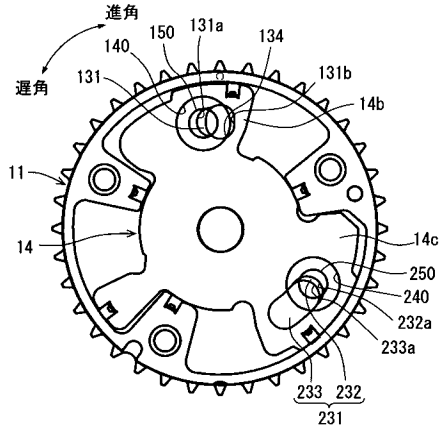
【図12】



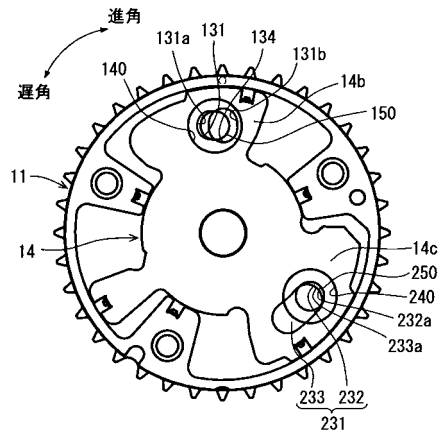
【図13】



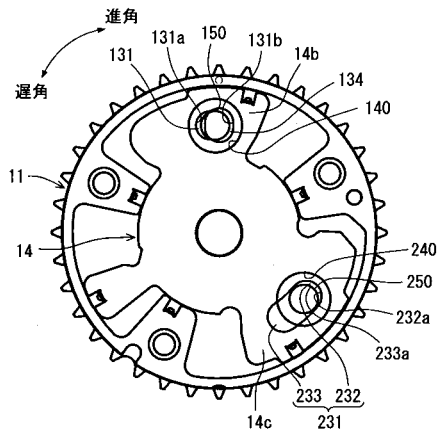
【圖 14】



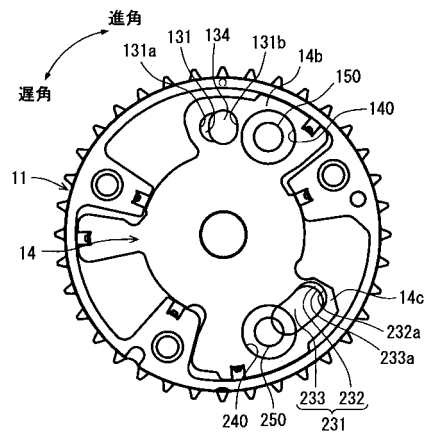
【圖 15】



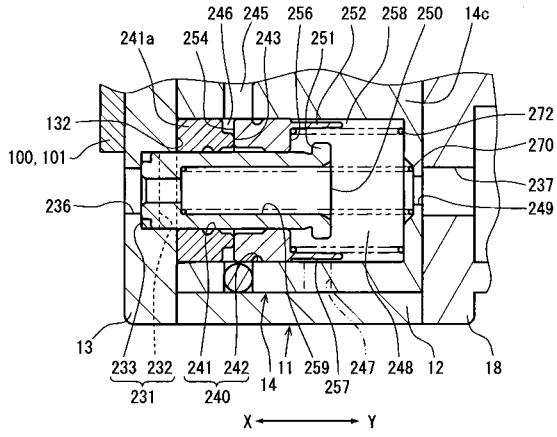
【圖 16】



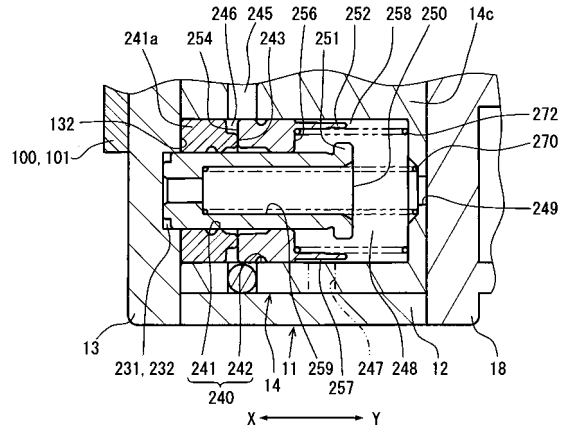
【圖 17】



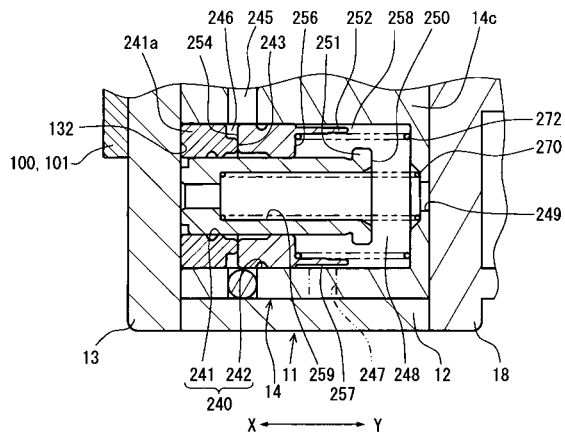
【図18】



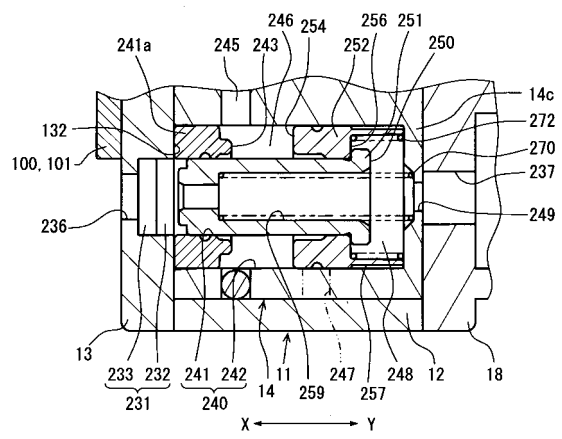
【図19】



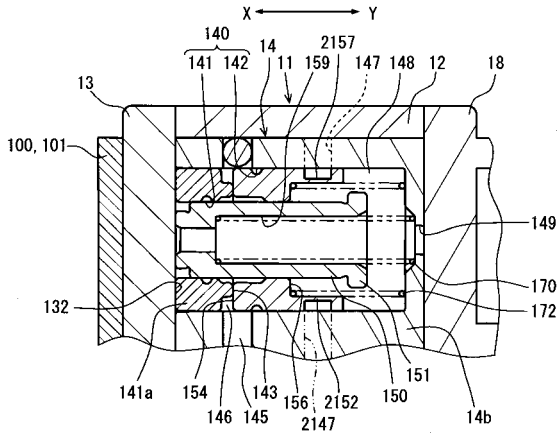
【図20】



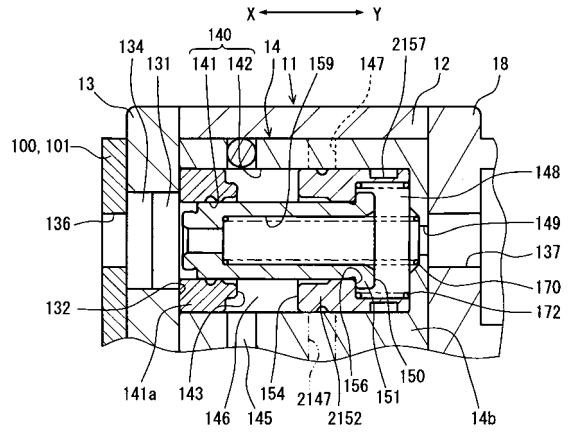
【図21】



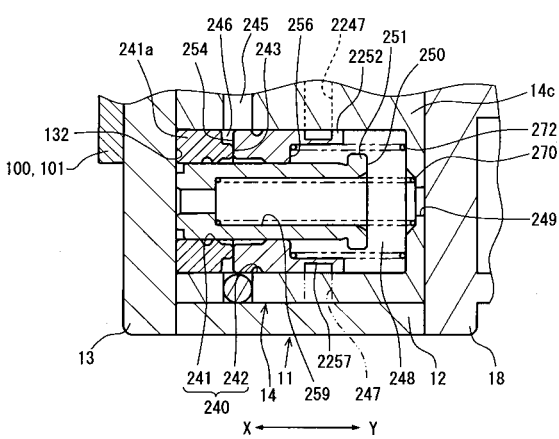
【図 2 2】



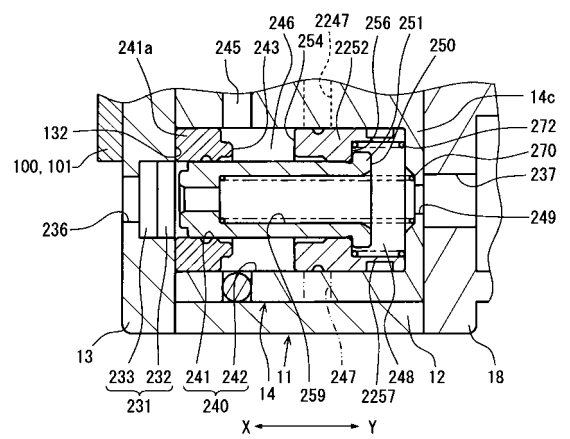
【図 2 3】



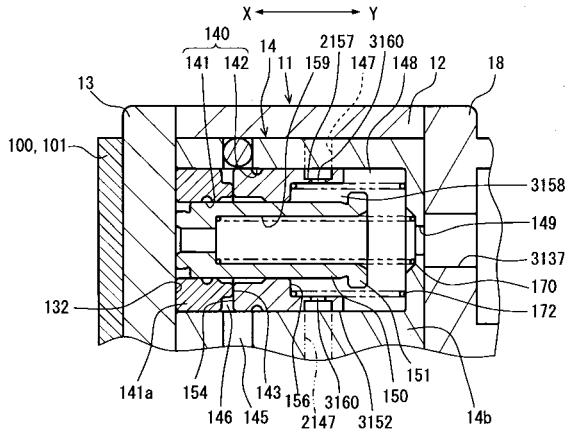
【図 2 4】



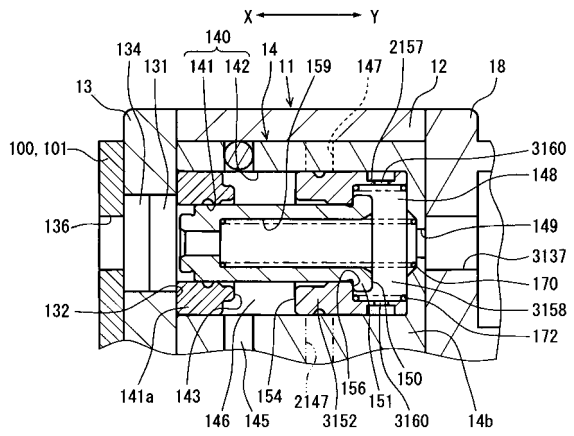
【図 2 5】



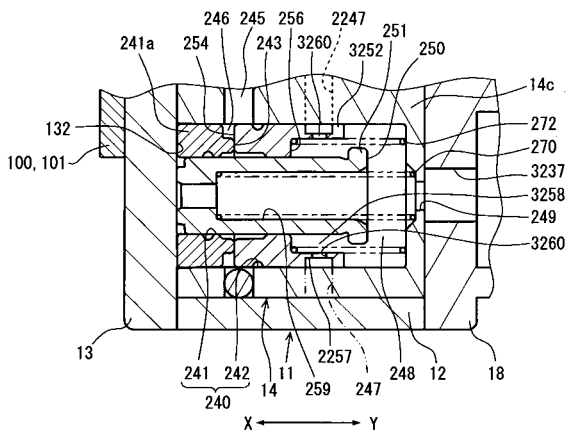
【図 26】



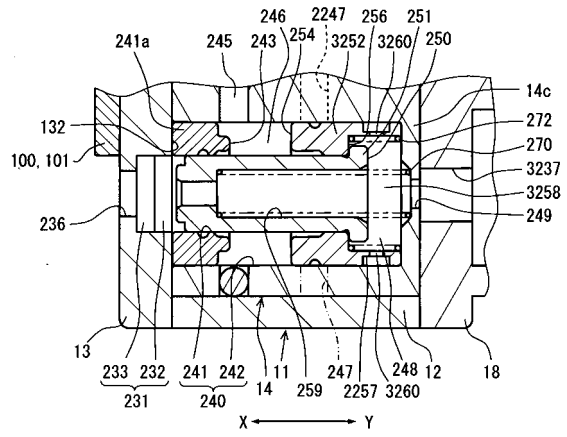
【図 27】



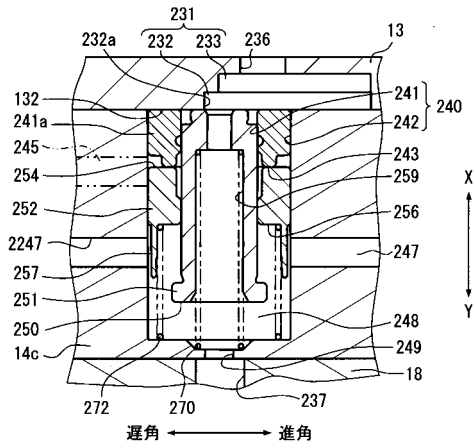
【図 28】



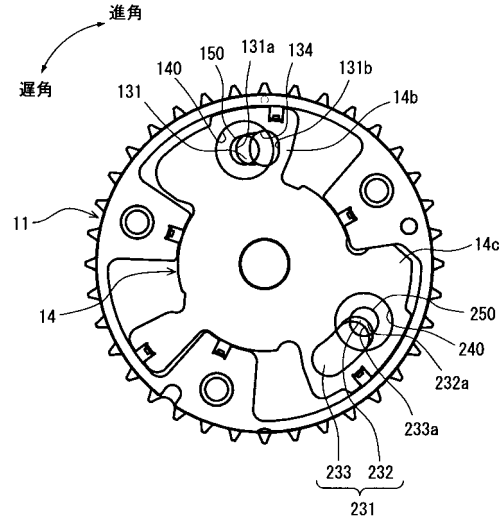
【図 29】



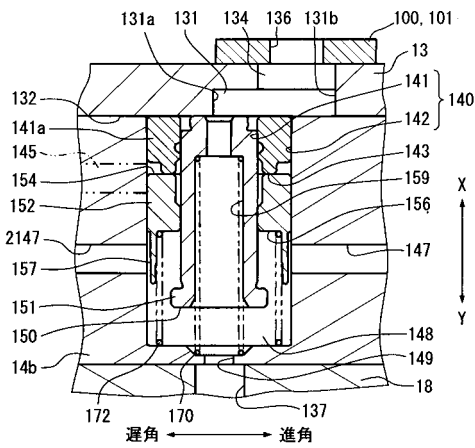
【 図 3 8 】



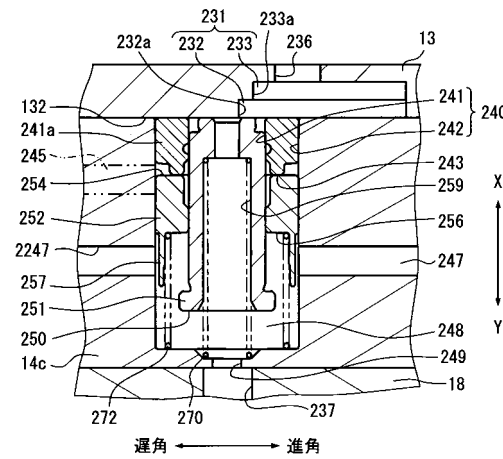
【 図 3 9 】



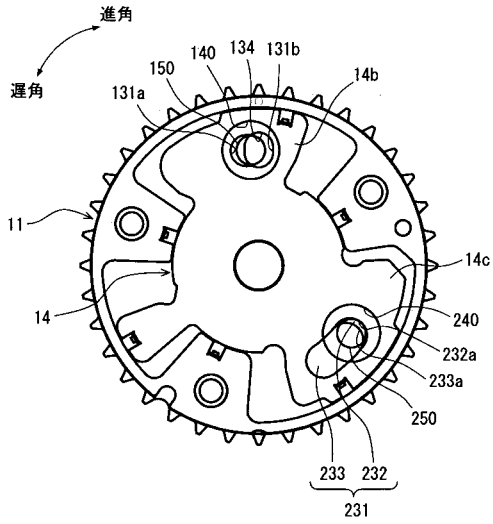
【 図 4 0 】



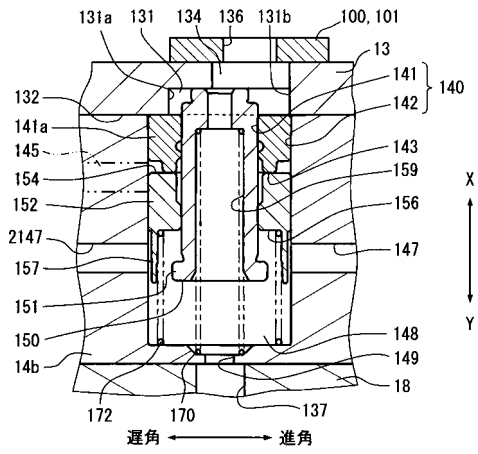
【 図 4 1 】



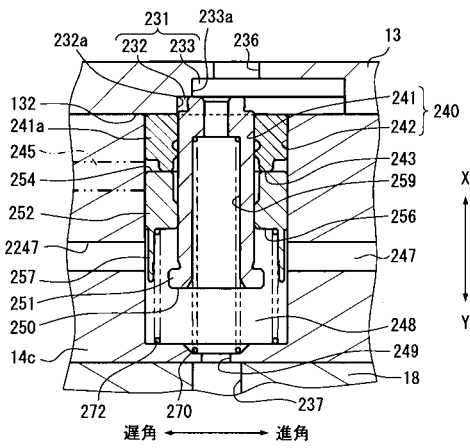
【 図 4 2 】



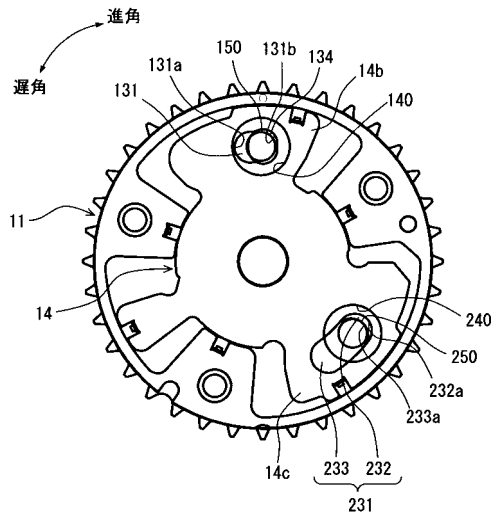
【 図 4 3 】



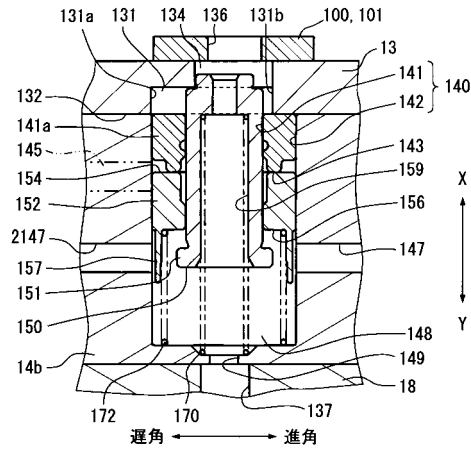
【 図 4 4 】



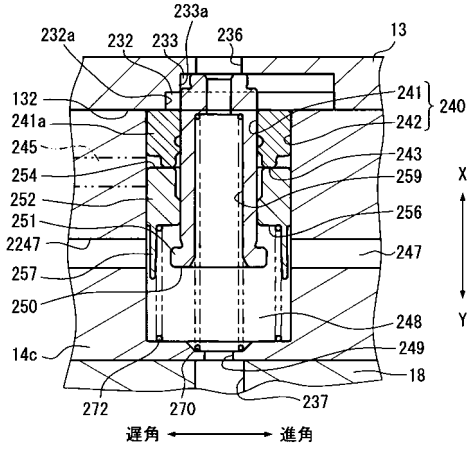
【 図 4 5 】



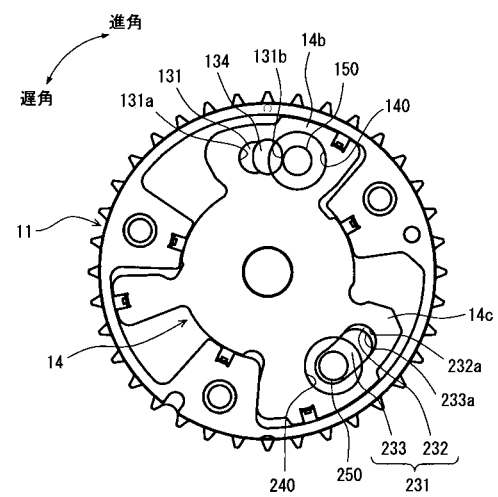
【図46】



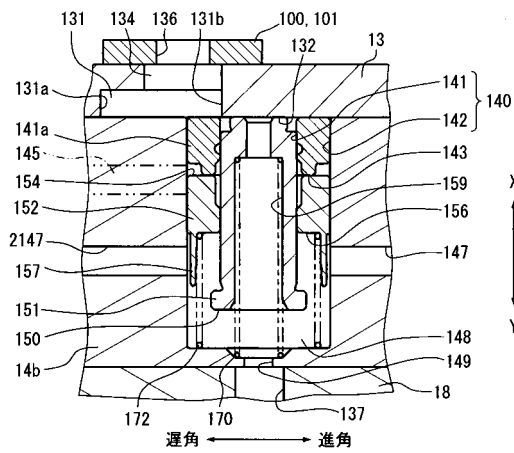
【図47】



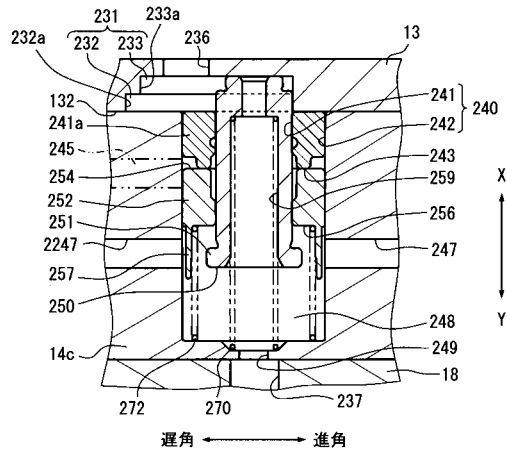
【図48】



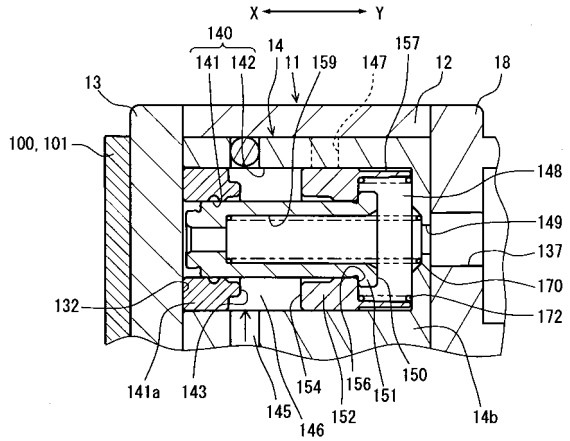
【図49】



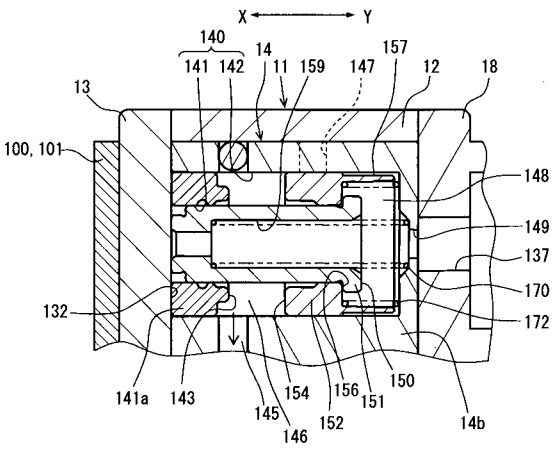
【図50】



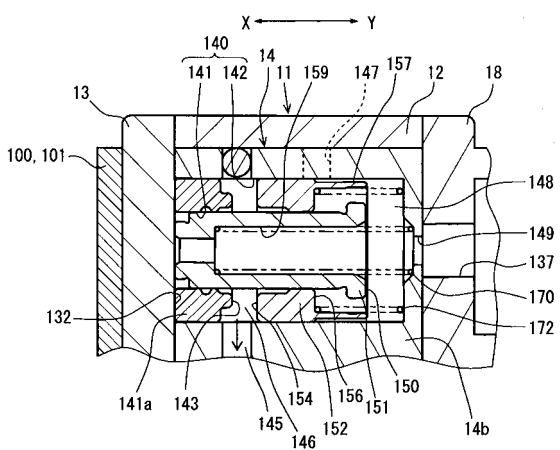
【図51】



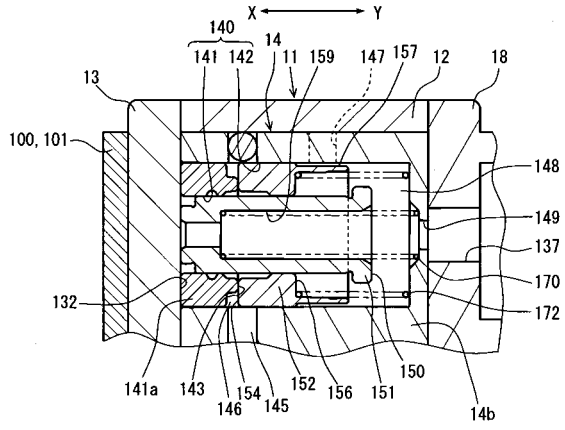
【図52】



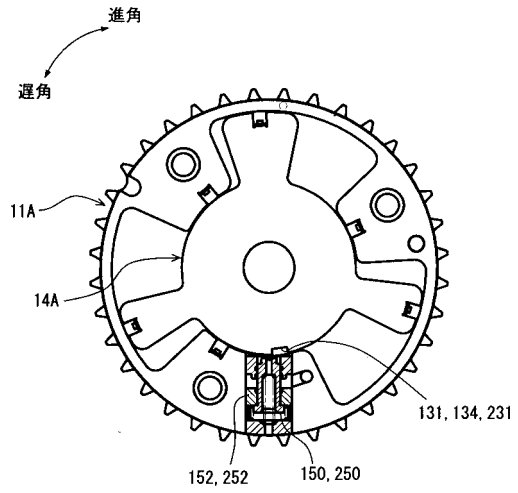
【図53】



【 図 5 4 】



【 図 5 5 】



フロントページの続き

審査官 谷治 和文

- (56)参考文献 特開2002-256826(JP,A)
特開平11-241608(JP,A)
特開2002-357105(JP,A)
特開2002-195015(JP,A)
特開2003-314220(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F01L 1/34