(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6015366号
(P6015366)
(45)発行日　平成28年10月26日(2016.10.26)　(24)登録日　平成28年10月7日(2016.10.7)

(51)Int.Cl.　F I
F01L 1/356 (2006.01)　F01L 1/356 E

請求項の数 2　(全 20 頁)

(21)出願番号　特願2012-245533(P2012-245533)
(22)出願日　平成24年11月7日(2012.11.7)
(65)公開番号　特開2014-95298(P2014-95298A)
(43)公開日　平成26年5月22日(2014.5.22)
審査請求日　平成27年3月11日(2015.3.11)

(73)特許権者　000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地
(73)特許権者　000004695
株式会社日本自動車部品総合研究所
愛知県西尾市下羽角町岩谷１４番地
(74)代理人　100106149
弁理士　矢作　和行
(74)代理人　100121991
弁理士　野々部　泰平
(74)代理人　100145595
弁理士　久保　貴則
(72)発明者　兼子　真
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内

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】
内燃機関の気筒（７）を開閉する吸気弁（９）のバルブタイミングを、作動液の圧力により調整するバルブタイミング調整装置において、
前記内燃機関のクランク軸と連動して回転するハウジングロータ（１１）と、
前記内燃機関のカム軸（２）と連動して回転し、前記ハウジングロータ内において作動液の圧力を受けることにより、前記ハウジングロータに対する回転位相が変化するベーンロータ（１４）と、
主ロック部材（１６０）及び主ロック孔（１６２）を有し、前記気筒内のピストン（８）が下死点に到達するよりも遅いタイミングにて前記吸気弁を閉じるための前記回転位相である主ロック位相（Ｐｍ）において、前記主ロック部材が前記主ロック孔へ嵌入することにより、前記回転位相をロックする主ロック手段（１６）と、
副ロック部材（１７０）及び副ロック孔（１７２）を有し、前記主ロック位相よりも進角した前記回転位相である前記副ロック位相（Ｐｓ）において、前記副ロック部材が前記副ロック孔へ嵌入することにより、前記回転位相をロックする副ロック手段（１７）と、
前記主ロック部材の移動を制御するロック制御手段（１８）とを、備え、
前記主ロック部材は、
前記主ロック孔に嵌入する嵌入位置（Ｌｉ）と、前記主ロック孔から脱出する脱出位置（Ｌｅ）とに、往復移動し、
前記ロック制御手段は、

制御復原力を発生することにより、前記主ロック部材を前記脱出位置側へ付勢する制御弾性部材（１８２）と、
停止した前記内燃機関の温度が設定温度（Ｔｓ）以上となる間の温間停止状態の前記主ロック位相において、前記嵌入位置側へ前記主ロック部材を付勢するための拡張状態（Ｓｅ）に変化する一方、停止した前記内燃機関の温度が前記設定温度未満となった後の冷間停止状態の前記主ロック位相において、前記嵌入位置側への前記主ロック部材の付勢を緩和するための収縮状態（Ｓｃ）に変化する感温体（１８３）とを、有し、
前記主ロック手段は、
主復原力を発生することにより、前記主ロック部材を前記嵌入位置側へ付勢する主弾性部材（１６３）を、有し、
形状記憶材料からなり、前記主ロック部材との間に前記主弾性部材を挟んで配置され、弾性を有することにより、前記嵌入位置側へ前記主ロック部材を付勢するための感温復原力を発生する前記感温体は、
前記温間停止状態において、形状復原により、前記感温復原力を増大させる前記拡張状態へ変化する一方、
前記冷間停止状態において、前記制御復原力の作用により、前記感温復原力を減少させる前記収縮状態へ変化す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】
前記主ロック位相及び前記副ロック位相間の前記回転位相において、前記ハウジングロータに対して前記ベーンロータを進角側へ付勢する進角弾性部材（１９）を、備え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。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、内燃機関の気筒を開閉する吸気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、作動液の圧力により吸気弁のバルブタイミングを調整する液圧式のバルブタイミング調整装置が、広く知られている。一般に液圧式バルブタイミング調整装置は、内燃機関のクランク軸及びカム軸とそれぞれ連動して回転するハウジングロータ及びベーンロータを備えており、ハウジングロータ内においてベーンロータが作動液の圧力を受けることで、それらロータ間の回転位相が変化する。かかる回転位相変化の結果、バルブタイミングが調整されることになる。
【０００３】
さて、液圧式バルブタイミング調整装置の一種として特許文献１には、内燃機関において最遅角位相よりも進角した回転位相を中間位相として、当該中間位相へ到達した回転位相を内燃機関の始動時にロックすることが、開示されている。こうしたロック機能によれば、吸気弁を閉じるタイミングが可及的に早くなることで、気筒での実圧縮比が高くなるので、圧縮加熱によって気筒内ガスの温度が上昇し、燃料気化が促進されることになる。故に、例えば極低温等の低温環境下にて停止状態のまま放置された内燃機関の冷間始動時には、始動性を確保できるのである。
【０００４】
しかし、吸気弁の閉じタイミングが早い特許文献１の液圧式バルブタイミング調整装置では、気筒での高い実圧縮比に起因して、例えば常温等の比較的高温環境下にある内燃機関の温間始動時に、次の問題を発生するおそれがある。その問題の一つは、ノッキングの発生である。また、別の一つは、アイドルストップシステム乃至はハイブリッドシステムに適用された内燃機関の再始動時、あるいはイグニッションオフによるエンジン停止直後の再始動時に、気筒内ガスの圧縮時温度が高くなり過ぎて点火前に自己着火するプリイグニションを招くことや、圧縮反力が大きいことでクランキング回転の変動が増大して不快

な振動乃至は騒音を招くことである。
【０００５】
そこで、特許文献２に開示される液圧式バルブタイミング調整装置では、気筒内のピストンが下死点に到達するよりも遅いタイミングにて吸気弁を閉じるための遅角位相と、当該遅角位相よりも進角した中間位相とのうち一方を、内燃機関の始動時に選択している。このような回転位相の選択によれば、内燃機関の温度（以下、「エンジン温度」という）に適した始動を実現することが、可能となる。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００６】
【特許文献１】特許第４１６１３５６号公報
【特許文献２】特開２００２－２５６９１０号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００７】
ところが、特許文献２の液圧式バルブタイミング調整装置では、内燃機関の温間始動時に作動液の圧力をハウジングロータ内のベーンロータに与えることで、回転位相のロックではなく調整により、遅角位相を選択している。そのため、作動液の圧力が低下している始動時には、カム軸からの変動トルク作用によってベーンロータがハウジングロータに対する進角側へと相対回転し、回転位相が遅角位相からずれ易くなる。
【０００８】
また、特許文献２の液圧式バルブタイミング調整装置では、内燃機関の冷間始動時に中間位相への回転位相変化を変動トルクによって生じさせるため、ハウジングロータ内のベーンロータに圧力を与える作動液がドレンされている。その結果、ロック体に圧力を与える作動液もドレンされるため、当該ロック体がロック解除位置に移動して、中間位相でのロックが困難となってしまう。
【０００９】
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、エンジン温度に適した始動を実現する液圧式の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】
【００１０】
本発明は、内燃機関の気筒（７）を開閉する吸気弁（９）のバルブタイミングを、作動液の圧力により調整するバルブタイミング調整装置において、内燃機関のクランク軸と連動して回転するハウジングロータ（１１）と、内燃機関のカム軸（２）と連動して回転し、ハウジングロータ内において作動液の圧力を受けることにより、ハウジングロータに対する回転位相が変化するベーンロータ（１４）と、主ロック部材（１６０）及び主ロック孔（１６２）を有し、気筒内のピストン（８）が下死点に到達するよりも遅いタイミングにて吸気弁を閉じるための回転位相である主ロック位相（Ｐｍ）において、主ロック部材が主ロック孔へ嵌入することにより、回転位相をロックする主ロック手段（１６）と、副ロック部材（１７０）及び副ロック孔（１７２）を有し、主ロック位相よりも進角した回転位相である副ロック位相（Ｐｓ）において、副ロック部材が副ロック孔へ嵌入することにより、回転位相をロックする副ロック手段（１７）と、主ロック部材の移動を制御するロック制御手段（１８）とを、備え、主ロック部材は、主ロック孔に嵌入する嵌入位置（Ｌｉ）と、主ロック孔から脱出する脱出位置（Ｌｅ）とに、往復移動し、ロック制御手段は、制御復原力を発生することにより、主ロック部材を脱出位置側へ付勢する制御弾性部材（１８２）と、停止した内燃機関の温度が設定温度（Ｔｓ）以上となる間の温間停止状態の主ロック位相において、嵌入位置側へ主ロック部材を付勢するための拡張状態（Ｓｅ）に変化する一方、停止した内燃機関の温度が設定温度未満となった後の冷間停止状態の主ロック位相において、嵌入位置側への主ロック部材の付勢を緩和するための収縮状態（Ｓｃ）に変化する感温体（１８３）とを、有し、主ロック手段は、主復原力を発生するこ

とにより、主ロック部材を前記嵌入位置側へ付勢する主弾性部材（１６３）を、有し、形状記憶材料からなり、主ロック部材との間に主弾性部材を挟んで配置され、弾性を有することにより、嵌入位置側へ主ロック部材を付勢するための感温復原力を発生する感温体は、温間停止状態において、形状復原により、感温復原力を増大させる拡張状態へ変化する一方、冷間停止状態において、制御復原力の作用により、感温復原力を減少させる収縮状態へ変化することを特徴とする。

【００１１】

このような本発明の特徴によると、停止した内燃機関にてエンジン温度が設定温度以上となる間の温間停止状態の主ロック位相では、感温体が拡張状態へと変化することで、主ロック部材が主ロック孔への嵌入位置側に付勢される。これにより主ロック部材は、制御弾性部材からの制御復原力に抗して嵌入位置に移動することで、主ロック位相での回転位相ロックを実現できる。ここで、気筒内ピストンが下死点に到達するよりも遅いタイミングにて吸気弁を閉じる主ロック位相では、内燃機関の次の始動時に、下死点到達後のピストンのリフトアップに応じて気筒内ガスが吸気系に押出されることで、実圧縮比が低下する。故に、設定温度以上での温間停止後となる温間始動時には、主ロック位相での回転位相ロックを維持して、ノッキングやプリイグニション、不快な振動乃至は騒音といった始動不具合（以下、単に「始動不具合」という）の発生を、抑制できる。

【００１２】

これに対し、停止した内燃機関にてエンジン温度が設定温度未満となった後の冷間停止状態の主ロック位相では、感温体が収縮状態へと変化することで、主ロック部材に対する嵌入位置側への付勢が緩和される。これにより主ロック部材は、制御弾性部材からの制御復原力を受けて主ロック孔からの脱出位置に移動することで、主ロック位相での回転位相ロックを解除できる。故に、内燃機関の次の始動時には、カム軸からの変動トルク作用によってベーンロータがハウジングロータに対する進角側へと相対回転する。その結果、主ロック位相よりも進角した副ロック位相にまで回転位相が変化すると、副ロック部材が副ロック孔に嵌入して回転位相が副ロック位相にロックされることで、吸気弁を閉じるタイミングが可及的に早くなる。これにより、気筒内ガスの押出し量が減少して、当該ガスの温度が実圧縮比と共に上昇するので、設定温度未満での冷間停止後となる冷間始動時にあっても、着火性を向上させて始動性を確保できる。

【００１３】

以上の如き本発明の特徴によれば、エンジン温度に適した始動を実現することが、可能となる。

【図面の簡単な説明】

【００１４】

【図１】本発明の一実施形態によるバルブタイミング調整装置の基本構成を示す図であって、図２のI－I線断面図である。

【図２】図１のII－II線断面図である。

【図３】図２とは異なる作動状態を示す断面図である。

【図４】図３のIV－IV線断面図である。

【図５】図１のバルブタイミング調整装置の一作動状態を示す模式図である。

【図６】図１のバルブタイミング調整装置の図５とは別の作動状態を示す模式図である。

【図７】図１のバルブタイミング調整装置の図５，６とは別の作動状態を示す模式図である。

【図８】図１のバルブタイミング調整装置の図５～７とは別の作動状態を示す模式図である。

【図９】図５の要部の拡大図に相当する模式図である。

【図１０】図６の要部の拡大図に相当する模式図である。

【図１１】図８の要部の拡大図に相当する模式図である。

【図１２】図１のバルブタイミング調整装置の特徴を説明するための模式図である。

【図１３】図１のバルブタイミング調整装置の特徴を説明するための特性図である。

【図１４】図５～１１の感温体の特性を示すグラフである。
【図１５】図１のバルブタイミング調整装置に作用する変動トルクについて説明するための特性図である。
【図１６】図１のバルブタイミング調整装置について一作動例を説明するためのグラフである。
【図１７】図１のバルブタイミング調整装置について図１６とは別の作動例を説明するためのグラフである。
【図１８】図１のバルブタイミング調整装置について作用効果を説明するためのグラフである。
【発明を実施するための形態】
【００１５】
以下、本発明の一実施形態を図面に基づいて説明する。
【００１６】
図１に示すように、本発明の一実施形態によるバルブタイミング調整装置１は、車両の内燃機関に搭載される。尚、本実施形態において内燃機関の停止及び始動は、エンジンスイッチＳＷのオフ指令及びオン指令に応じるだけでなく、アイドルストップシステムＩＳＳのアイドルストップ指令及び再始動指令にも応じて、実現される。
【００１７】
（基本構成）
まず、バルブタイミング調整装置１の基本構成につき、説明する。バルブタイミング調整装置１は、「作動液の圧力」として作動油の圧力を利用する液圧式であり、機関トルクの伝達によりカム軸２が開閉する「動弁」として吸気弁９（後に詳述する図１３参照）のバルブタイミングを調整する。図１～４に示すようにバルブタイミング調整装置１は、内燃機関にてクランク軸（図示しない）から出力される機関トルクをカム軸２へ伝達する伝達系に設置の回転駆動部１０と、当該駆動部１０を駆動するために作動油の入出を制御する制御部４０とを、備えている。
【００１８】
（回転駆動部）
回転駆動部１０において金属製のハウジングロータ１１は、リアプレート１３とフロントプレート１５とをシューリング１２の軸方向両端部にそれぞれ締結してなる。リアプレート１３は、シューリング１２側へ向かって開口するロック孔１６２，１７２を、円筒孔状に形成している。
【００１９】
シューリング１２は、円筒状のハウジング本体１２０、複数のシュー１２１，１２２，１２３及びスプロケット１２４を有している。図２に示すように各シュー１２１，１２２，１２３は、ハウジング本体１２０のうち回転方向に所定間隔ずつあけた箇所から、径方向内側へ突出している。回転方向において隣り合うシュー１２１，１２２，１２３の間には、それぞれ収容室２０が形成されている。スプロケット１２４は、タイミングチェーン（図示しない）を介してクランク軸と連繋する。かかる連繋により内燃機関の回転中は、機関トルクがクランク軸からスプロケット１２４へと伝達されることで、ハウジングロータ１１がクランク軸と連動して一定方向（図２の時計方向）に回転する。
【００２０】
図１，２に示すように金属製のベーンロータ１４は、ハウジングロータ１１内に同軸上に収容されており、軸方向両端部をそれぞれリアプレート１３とフロントプレート１５とに摺動させる。ベーンロータ１４は、円筒状の回転軸１４０及び複数のベーン１４１，１４２，１４３を有している。回転軸１４０は、カム軸２に対して同軸上に固定されている。かかる固定によりベーンロータ１４は、カム軸２と連動してハウジングロータ１１と同一方向（図２の時計方向）に回転可能しつつ、ハウジングロータ１１に対して相対回転可能となっている。
【００２１】

図２に示すように各ベーン１４１，１４２，１４３は、回転軸１４０のうち回転方向に所定間隔ずつあけた箇所から径方向外側へ突出し、それぞれ対応する収容室２０に収容されている。各ベーン１４１，１４２，１４３は、対応する収容室２０を回転方向に分割することで、作動油が入出する進角室２２，２３，２４及び遅角室２６，２７，２８を、ハウジングロータ１１内に区画している。具体的には、シュー１２１及びベーン１４１の間には進角室２２が形成され、シュー１２２及びベーン１４２の間には進角室２３が形成され、シュー１２３及びベーン１４３の間には進角室２４が形成されている。また一方、シュー１２２及びベーン１４１の間には遅角室２６が形成され、シュー１２３及びベーン１４２の間には遅角室２７が形成され、シュー１２１及びベーン１４３の間には遅角室２８が形成されている。

【００２２】

図１，２に示すようにベーン１４１は、回転軸１４０に対して偏心する円筒状の金属製主ロック部材１６０を、軸方向に往復移動可能に支持している。それと共にベーン１４１は、作動油の入出する円環空間状の主ロック解除室１６１を、主ロック部材１６０の周りに形成している。図１，５に示すように主ロック部材１６０は、主ロック解除室１６１からの作動油排出により、円筒孔状の主ロック孔１６２へと嵌入する。かかる嵌入により主ロック部材１６０は、ハウジングロータ１１に対するベーンロータ１４の回転位相（以下、単に「回転位相」という）を、図２の主ロック位相Ｐｍにロックする。また一方、図６～８に示すように主ロック部材１６０は、主ロック解除室１６１に導入された作動油の圧力を受けること等により、主ロック孔１６２から脱出する。かかる脱出により主ロック部材１６０は、主ロック位相Ｐｍでの回転位相ロックを解除する。

【００２３】

図３，４に示すようにベーン１４２は、回転軸１４０に対して偏心する円筒状の金属製副ロック部材１７０を、軸方向に往復移動可能に支持している。それと共にベーン１４２は、作動油の入出する円環空間状の副ロック解除室１７１を、副ロック部材１７０の周りに形成している。図４，７に示すように副ロック部材１７０は、副ロック解除室１７１からの作動油排出により、円筒孔状の副ロック孔１７２へと嵌入する。かかる嵌入により副ロック部材１７０は、回転位相を図３の副ロック位相Ｐｓにロックする。また一方、図５，６，８に示すように副ロック部材１７０は、副ロック解除室１７１に導入された作動油の圧力を受けることで、副ロック孔１７２から脱出する。かかる脱出により副ロック部材１７０は、副ロック位相Ｐｓにおける回転位相のロックを解除する。

【００２４】

以上の回転駆動部１０では、進角室２２，２３，２４及び遅角室２６，２７，２８に対して入出される作動油の圧力を、ベーンロータ１４がハウジングロータ１１内にて受ける。このとき、各ロック部材１６０，１７０による回転位相ロックの解除下、進角室２２，２３，２４への作動油導入且つ遅角室２６，２７，２８からの作動油排出が生じることで、回転位相が進角側へ変化する（例えば、図２から図３への変化）。その結果、バルブタイミングが進角調整される。また一方、各ロック部材１６０，１７０による回転位相ロックの解除下、遅角室２６，２７，２８への作動油導入且つ進角室２２，２３，２４からの作動油排出が生じることで、回転位相が遅角側へ変化する（例えば、図３から図２への変化）。その結果、バルブタイミングが遅角調整される。さらに、各ロック部材１６０，１７０による回転位相ロックの解除下、進角室２２，２３，２４及び遅角室２６，２７，２８に作動油が閉じ込められることで、回転位相の変化が抑制されて、バルブタイミングが略一定に保持される。

【００２５】

（制御部）

図１，５～８に示す制御部４０において、主進角通路４１は、回転軸１４０に形成されて進角室２２，２３，２４と連通している。主遅角通路４５は、回転軸１４０に形成されて遅角室２６，２７，２８と連通している。ロック解除通路４９は、回転軸１４０に形成されてロック解除室１６１，１７１の双方と連通している。

【００２６】
回転軸１４０に形成される主供給通路５０は、供給源としてのポンプ４に搬送通路３を介して連通している。ここでポンプ４は、内燃機関の通常運転中に機関トルクを受けて駆動されるメカポンプであり、当該通常運転中は、ドレンパン５から吸入した作動油を継続して吐出する。また、カム軸２及びその軸受を貫通する搬送通路３は、カム軸２の回転に拘らずに常にポンプ４の吐出口と連通可能となっている。これらのことから、内燃機関がクランキングにより始動して完爆するのに伴って、主供給通路５０への作動油の供給が開始される一方、内燃機関が停止するのに伴って当該供給が停止する。
【００２７】
副供給通路５２は、回転軸１４０に形成されて主供給通路５０から分岐している。副供給通路５２は、ポンプ４から供給される作動油を、主供給通路５０を通じて受ける。ドレン回収通路５４は、回転駆動部１０及びカム軸２の外部に設けられている。ドレン回収通路５４は、ドレン回収部としてのドレンパン５と共に大気に開放され、当該ドレンパン５へ作動油を排出可能となっている。
【００２８】
図１，２に示すように制御弁６０は、リニアソレノイド６２が発生する駆動力と、付勢部材６４が当該駆動力と反対向きに発生する復原力とを利用するスプール弁であり、スリーブ６６内のスプール６８を軸方向に往復移動させる。スプール６８が図５～７のロック領域Ｒｌへ移動したときには、ポンプ４からの作動油が遅角室２６，２７，２８に導入されると共に、進角室２２，２３，２４及びロック解除室１６１，１７１の作動油がドレンパン５に排出される。スプール６８が図８の遅角領域Ｒｒへ移動したときには、進角室２２，２３，２４の作動油がドレンパン５に排出されると共に、ポンプ４からの作動油が遅角室２６，２７，２８及びロック解除室１６１，１７１に導入される。スプール６８が図８の進角領域Ｒａへ移動したときには、遅角室２６，２７，２８の作動油がドレンパン５に排出されると共に、ポンプ４からの作動油が進角室２２，２３，２４及びロック解除室１６１，１７１に導入される。スプール６８が図８の保持領域Ｒｈへ移動したときには、ポンプ４からの作動油がロック解除室１６１，１７１に導入されつつ、進角室２２，２３，２４及び遅角室２６，２７，２８に作動油が閉じ込められる。
【００２９】
制御回路８０は、図１に示すリニアソレノイド６２やエンジンスイッチＳＷ、内燃機関の各種電装品等と電気接続されるマイクロコンピュータであり、アイドルストップシステムＩＳＳを構成している。制御回路８０は、リニアソレノイド６２への通電及びアイドルストップを含む内燃機関の運転を、コンピュータプログラムに従い制御する。
【００３０】
（主ロック機構）
次に、図１に示すように、主ロック要素１６０，１６１，１６２の組に主弾性部材１６３及びストッパ１６４，１６５を組み合わせてなる「主ロック手段」としての主ロック機構１６につき、詳細に説明する。
【００３１】
図５に示すように有底円筒状の主ロック部材１６０は、外周面から円環板状に突出するフランジ部１６０ｂを、有している。フランジ部１６０ｂは、ベーン１４１にてリアプレート１３側のスプリング受部１４１ａとの間に、主ロック解除室１６１を形成している。かかる主ロック解除室１６１の圧力等に応じて主ロック部材１６０は、リアプレート１３側の底端部１６０ａを、主ロック孔１６２に対して入出させることになる。ここで本実施形態では、図５の如く主ロック部材１６０が主ロック孔１６２に底端部１６０ａを嵌入させる位置を嵌入位置Ｌｉといい、図６～８の如く主ロック部材１６０が主ロック孔１６２から底端部１６０ａを脱出させる位置を脱出位置Ｌｅという。
【００３２】
図５に示すように主弾性部材１６３は、金属製のコイルスプリングであり、ベーン１４１内に収容されている。主弾性部材１６３は、後に詳述する可動部材１８１と、主ロック

部材１６０の底端部１６０ａとの間において、軸方向に介装されている。かかる介装状態の主弾性部材１６３は、図９～１１の如く主ロック部材１６０をリアプレート１３側へ付勢するように、主復原力Ｆｍを発生する。したがって、図９，１０の如く主復原力Ｆｍは、主ロック位相Ｐｍでは主ロック孔１６２側となる嵌入位置Ｌｉ側へ向かって、主ロック部材１６０に作用する。また、主ロック解除室１６１からの圧力作用により、図１１の如く主復原力Ｆｍに抗して主ロック部材１６０を駆動する駆動力Ｆｆは、脱出位置Ｌｅ側へ向かって主ロック部材１６０に作用する。

【００３３】

図５に示すように嵌入ストッパ１６４は、有底円筒孔状を呈する主ロック孔１６２の底面に、平坦面状に形成されている。嵌入ストッパ１６４は、嵌入位置Ｌｉに移動した主ロック部材１６０の底端部１６０ａに対して、面接触する。かかる接触により主ロック部材１６０は、嵌入位置Ｌｉに係止される。

【００３４】

図６～８に示すように脱出ストッパ１６５は、ベーン１４１にてリアプレート１３とは反対側の有底円筒部１４１ｂの先端面に、平坦面状に形成されている。脱出ストッパ１６５は、脱出位置Ｌｅに移動した主ロック部材１６０のフランジ部１６０ｂに対して、面接触する。かかる接触により主ロック部材１６０は、脱出位置Ｌｅに係止される。

【００３５】

以上の構成下、主ロック孔１６２への主ロック部材１６０の嵌入により実現される主ロック位相Ｐｍは、図２，１２に示す如き最遅角位相に予設定されている。そして、特に本実施形態の主ロック位相Ｐｍは、図１３に示すように、内燃機関の気筒７内のピストン８が下死点ＢＤＣに到達するタイミングよりも遅いタイミングにて吸気弁９を閉じるための回転位相に、予設定されている。

【００３６】

（ロック制御機構）

次に、図１に示すように、主ロック部材１６０側に組み付けられる「ロック制御手段」としてのロック制御機構１８につき、詳細に説明する。

【００３７】

図５に示すようにロック制御機構１８は、主ロック部材１６０の移動を制御するために、可動部材１８１、制御弾性部材１８２及び感温体１８３を有している。

【００３８】

金属製の可動部材１８１は、円環板状に形成され、主ロック部材１６０の内周側に同軸上に収容されている。可動部材１８１は、主ロック部材１６０に嵌挿されることで、軸方向に往復移動可能且つ主ロック部材１６０に対して相対移動可能となっている。それと共に可動部材１８１は、図９～１１の如く主復原力Ｆｍを、主弾性部材１６３からリアプレート１３とは反対側へ向かって受ける。尚、可動部材１８１の内周側空間と、主ロック部材１６０の内周側空間と、有底円筒部１４１ｂの内周側空間とは、図示しない大気通路を通じて大気に開放されている。かかる大気開放により、可動部材１８１や主ロック部材１６０の動作時に負荷（外乱）となる空気の圧縮・膨張が、無視できる程度に小さくなっている。

【００３９】

図５に示すように制御弾性部材１８２は、金属製のコイルスプリングであり、ベーン１４１内にて可動部材１８１の外周側に同軸上に配置されている。制御弾性部材１８２は、フランジ部１６０ｂとスプリング受部１４１ａとの間において、軸方向に介装されている。かかる介装状態の制御弾性部材１８２は、図９～図１１の如く主ロック部材１６０をリアプレート１３とは反対側へ付勢するように、制御復原力Ｆｃを発生する。即ち、制御復原力Ｆｃは、脱出位置Ｌｅ側へ向かって主ロック部材１６０に作用する。

【００４０】

図５に示すように感温体１８３は、温度上昇に応じて形状復原する形状記憶材料、例えばニッケル－チタン（Ｎｉ－Ｔｉ）系合金等により、コイルスプリング状に形成されて弾

性を有している。感温体１８３は、ベーン１４１内にて主ロック部材１６０の内周側に同軸上に挿入されている。感温体１８３は、有底円筒部１４１ｂの底面と可動部材１８１との間において、軸方向に介装されている。かかる介装状態の感温体１８３は、主ロック部材１６０との間に挟んだ主弾性部材１６３及び可動部材１８１を、リアプレート１３側へと付勢するように、図９～図１１の如く感温復原力Ｆｔを発生する。

【００４１】

本実施形態において感温体１８３は、エンジン温度Ｔ（図１４参照）に応じて拡縮することで、感温復原力Ｆｔを増減させる。具体的に、設定温度Ｔｓ以上のエンジン温度Ｔでは、図９，１１の如く形状復原により拡張変化した拡張状態Ｓｅにて、図１４の如く感温復原力Ｆｔを設定値Ｆｔｓ以上に増大させる。また一方、設定温度Ｔｓ未満のエンジン温度Ｔにおいて感温体１８３は、図１０の如く圧縮により収縮変化した収縮状態Ｓｃにて、図１４の如く感温復原力Ｆｔを設定値Ｆｔｓ未満に減少させる。

【００４２】

ここで図５，９に示すように、内燃機関の停止及び始動に応じてロック解除通路４９からドレンパン５への作動油排出が実現可能な状態下、エンジン温度Ｔが設定温度Ｔｓ以上になると、感温体１８３が拡張状態Ｓｅに変化する。このとき設定値Ｆｔｓ以上に増大する感温復原力Ｆｔと、それに応じた大きさの主復原力Ｆｍとの発生により主ロック部材１６０は、制御復原力Ｆｃに抗して嵌入位置Ｌｉ側に付勢される。その結果、嵌入位置Ｌｉ側へと移動する主ロック部材１６０は、主ロック位相Ｐｍでは嵌入ストッパ１６４により係止されることで、嵌入位置Ｌｉにて定位可能となっている。

【００４３】

一方で図６，１０に示すように、内燃機関の停止及び始動に応じてロック解除通路４９からドレンパン５への作動油排出が実現可能な状態下、エンジン温度Ｔが設定温度Ｔｓ未満になると、主復原力Ｆｍ及び制御復原力Ｆｃの作用により感温体１８３は、圧縮されて収縮状態Ｓｃに変化する。このとき設定値Ｆｔｓ未満に減少する感温復原力Ｆｔと、それに応じた大きさの主復原力Ｆｍとの発生により主ロック部材１６０は、嵌入位置Ｌｉ側への付勢を緩和される。その結果、制御復原力Ｆｃを受けて脱出位置Ｌｅ側へと移動する主ロック部材１６０は、脱出ストッパ１６５により係止されることで、脱出位置Ｌｅにて定位可能となっている（図７も参照）。

【００４４】

さらに図８，１１に示すように、内燃機関の通常運転に応じてポンプ４からロック解除通路４９への作動油導入が実現可能な状態下、当該通常運転によりエンジン温度Ｔが設定温度Ｔｓ以上になると、感温体１８３が拡張状態Ｓｅに変化する。このとき設定値Ｆｔｓ以上に増大する感温復原力Ｆｔと、それに応じた大きさの主復原力Ｆｍとが発生するが、作動油導入により上昇した駆動力Ｆｆを制御復原力Ｆｃと共に受ける主ロック部材１６０は、脱出位置Ｌｅ側へと移動することになる。その結果、主ロック部材１６０は、脱出ストッパ１６５により係止されることで、脱出位置Ｌｅにて定位可能となっている。

【００４５】

尚、以上のロック制御機構１８において、図１４に示す設定値Ｆｔｓは、例えば２５．４Ｎ等に、また当該値Ｆｔｓに対応する設定温度Ｔｓは、例えば４０～６０℃の範囲内の温度等に、予設定される。また、図１４において符号Ｘを付した範囲は、感温体１８３が状態Ｓｅ，Ｓｃ間にて撓む撓み量の可変範囲を示している。

【００４６】

（副ロック機構）

次に、図４に示すように、副ロック要素１７０，１７１，１７２の組に副弾性部材１７３及び制限溝１７４を組み合わせてなる「副ロック手段」としての副ロック機構１７につき、詳細に説明する。

【００４７】

図５に示すように副弾性部材１７３は、金属製のコイルスプリングであり、ベーン１４２内に収容されている。副弾性部材１７３は、ベーン１４２にてリアプレート１３とは反

対側のスプリング受部１４２ａと、副ロック部材１７０のスプリング受部１７０ａとの間において、軸方向に介装されている。かかる介装状態により副弾性部材１７３は、副ロック部材１７０をリアプレート１３側へ付勢するように、復原力を発生する。したがって、副弾性部材１７３の復原力は、図７，８に示す副ロック位相Ｐｓでは副ロック孔１７２側へと向かって、副ロック部材１７０に作用する。また、副ロック解除室１７１からの圧力作用により副ロック部材１７０を駆動する力は、副弾性部材１７３の復原力に抗して副ロック部材１７０に作用する。

【００４８】

図５に示すように制限溝１７４は、リアプレート１３において回転方向に延伸する有底長孔状に、形成されている。この制限溝１７４の中途部の溝底には、副ロック孔１７２が開口している。かかる開口構造により、副ロック孔１７２の回転方向両側にて副ロック部材１７０が制限溝１７４に進入するときには、副ロック位相Ｐｓを挟む所定の回転位相領域に、回転位相が制限される。また、回転位相が副ロック位相Ｐｓに到達することで、制限溝１７４内の副ロック部材１７０が副ロック孔１７２へと嵌入するときには、図７の副ロック位相Ｐｓにて回転位相ロックが実現される。

【００４９】

以上の構成下、副ロック孔１７２への副ロック部材１７０の嵌入により実現される副ロック位相Ｐｓは、図３，１２に示す如く主ロック位相Ｐｍよりも進角した中間位相に、予設定されている。そして、特に本実施形態の副ロック位相Ｐｓは、図１３に示すように、内燃機関の気筒７内のピストン８が下死点ＢＤＣに到達するタイミング乃至はその近傍のタイミングにて吸気弁９を閉じるための回転位相に、予設定されている。

【００５０】

（ベーンロータへの変動トルク作用）

次に、カム軸２からベーンロータ１４に作用する変動トルクにつき、説明する。

【００５１】

内燃機関の回転中は、カム軸２が開閉駆動する吸気弁９からのスプリング反力等に起因して、変動トルクがベーンロータ１４に作用する。図１５に例示するように変動トルクは、ハウジングロータ１１に対する進角側へ作用する負トルクと、ハウジングロータ１１に対する遅角側へ作用する正トルクとの間にて、交番変動する。本実施形態の変動トルクについては、カム軸２及びその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が負トルクのピークトルクよりも大きくなっており、それらの平均トルクが正トルク側（遅角側）に偏っている。

【００５２】

（ベーンロータの付勢構造）

次に、ベーンロータ１４を副ロック位相Ｐｓへ向かって付勢するための付勢構造につき、説明する。

【００５３】

図１に示す回転駆動部１０において各ロータ１１，１４には、それぞれ係止ピン１１０，１４６が設けられている。第一係止ピン１１０は、フロントプレート１５においてシューリング１２とは軸方向反対側へ突出する円柱状に、形成されている。第二係止ピン１４６は、回転軸１４０においてフロントプレート１５と実質平行のアームプレート１４７から軸方向の当該プレート１５側へと突出する円柱状に、形成されている。これら各係止ピン１１０，１４６は、ロータ１１，１４の回転中心線から実質同一距離だけ偏心した箇所に、軸方向では互いにずれて配置されている。

【００５４】

フロントプレート１５及びアームプレート１４７の間には、進角弾性部材１９が配置されている。進角弾性部材１９は、実質同一平面上にて金属素線を巻いた渦巻きスプリングであり、その渦巻き中心がロータ１１，１４の回転中心線と心合わせされている。進角弾性部材１９の内周側端部は、回転軸１４０の外周部に巻装されている。進角弾性部材１９の外周側端部は、Ｕ字状に屈曲されて係止部１９０を形成している。係止部１９０は、係

止ピン１１０，１４６のうち回転位相に応じたピンにより、係止可能となっている。
【００５５】
以上の構成下、副ロック位相Ｐｓよりも遅角側、即ちロック位相Ｐｓ，Ｐｍの間に回転位相が変化した状態では、進角弾性部材１９の係止部１９０が第一係止ピン１１０に係止される。このとき、係止部１９０から第二係止ピン１４６が離脱するので、進角弾性部材１９がねじり弾性変形して発生する復原力は、ハウジングロータ１１に対する進角側の回転トルクとしてベーンロータ１４に作用する。即ちベーンロータ１４は、進角側の副ロック位相Ｐｓへ向かって付勢される。ここで、ロック位相Ｐｓ，Ｐｍの間にて進角弾性部材１９の復原力は、遅角側に偏った変動トルク（図１５参照）の平均値よりも大きくなるように、予設定されている。また一方、副ロック位相Ｐｓよりも進角側に回転位相が変化した状態では、係止部１９０が第二係止ピン１４６に係止される。このとき、係止部１９０から第一係止ピン１１０が離脱するので、進角弾性部材１９によるベーンロータ１４の付勢作用は制限される。
【００５６】
（作動）
次に、装置１の作動を詳細に説明する。
【００５７】
（１）　通常運転
始動により完爆した後における内燃機関の通常運転中は、図１６，１７に示すように、ポンプ４からの作動油供給が内燃機関の回転速度に応じた高い圧力にて継続される。その結果、各ロック解除室１６１，１７１に導入される作動油の圧力作用により、各ロック部材１６０，１７０がそれぞれロック孔１６２，１７２から脱出することで、各ロック位相Ｐｍ，Ｐｓでの回転位相ロックの解除状態が維持される（図８，１１）。ここで特に、主ロック位相Ｐｍでのロック解除状態は、感温体１８３の状態如何に拘らず、主ロック解除室１６１から主ロック部材１６０への圧力作用によって維持される。こうした状態下、スプール６８の移動位置を領域Ｒｒ，Ｒａ，Ｒｈのいずれかに変更することで、バルブタイミングが適宜調整される。
【００５８】
（２）　停止・始動
エンジンスイッチＳＷのオフ指令又はアイドルストップシステムＩＳＳのアイドルストップ指令といった停止指令に応じて、図１６，１７に示すように通常運転中の内燃機関が停止するときには、燃料カットによって内燃機関を慣性回転状態とする前に、スプール６８をロック領域Ｒｌに移動させる。このときポンプ４からの作動油供給は、内燃機関の回転速度に応じた高い圧力で継続される。故に、各ロック位相Ｐｍ，Ｐｓでの回転位相ロックが上記（１）と同様の原理で解除されると共に、遅角室２６，２７，２８の作動油圧力により回転位相が最遅角位相としての主ロック位相Ｐｍへ変化する。
【００５９】
こうした主ロック位相Ｐｍへの変化後、内燃機関を慣性回転状態とすると、ポンプ４からの作動油の供給圧力は、図１６，１７に示すように、当該慣性回転の速度に応じて漸次減少する。その結果、各ロック解除室１６１，１７１の圧力が消失し、内燃機関が主ロック位相Ｐｍでの停止状態となる。
【００６０】
内燃機関の停止中、図１６の如くエンジン温度Ｔが設定温度Ｔｓ以上となる間の温間停止状態では、感温体１８３が拡張状態Ｓｅに変化して、感温復原力Ｆｔが設定値Ｆｔｓ以上に増大する。故に、主ロック解除室１６１の圧力消失状態にて主ロック部材１６０は、制御復原力Ｆｃに抗して付勢されることで、嵌入位置Ｌｉに移動する（図５，９）。またこのとき、副ロック解除室１７１の圧力消失状態にて副弾性部材１７３の復原力を受ける副ロック部材１７０は、副ロック孔１７２及び制限溝１７４の外部でリアプレート１３と接触する（図５）。このような移動及び接触の結果、回転位相が主ロック位相Ｐｍにロックされる。

【００６１】
この後、エンジンスイッチＳＷのオン指令又はアイドルストップシステムＩＳＳの再始動指令といった始動指令に応じて、内燃機関のクランキングが設定温度Ｔｓ以上で開始される温間始動時には、図１６に示すように感温体１８３が拡張状態Ｓｅに維持される。またこのとき、スプール６８の移動位置はロック領域Ｒｌに保持され、且つポンプ４からの作動油供給は実質止まった状態となる。これらのことから、主ロック解除室１６１の圧力消失状態にて主ロック部材１６０は、嵌入位置Ｌｉを維持する（図５，９）。それと共に、副ロック解除室１７１の圧力消失状態にて副弾性部材１７３の復原力を受ける副ロック部材１７０は、副ロック孔１７２及び制限溝１７４の外部でリアプレート１３と接触する（図５）。このような嵌入維持及び接触の結果、回転位相が主ロック位相Ｐｍにロックされた状態で、内燃機関が完爆する。

【００６２】
以上に対し、内燃機関の停止中に図１７の如くエンジン温度Ｔが設定温度Ｔｓ未満になった後の冷間停止状態では、感温体１８３が収縮状態Ｓｃに変化して、感温復原力Ｆｔが設定値Ｆｔｓ未満に減少する。故に、主ロック解除室１６１の圧力消失状態にて主ロック部材１６０は、制御復原力Ｆｃに抗した付勢を緩和されるため、脱出位置Ｌｅに移動する（図６，１０）。それと共に、副ロック解除室１７１の圧力消失状態にて副弾性部材１７３の復原力を受ける副ロック部材１７０は、副ロック孔１７２及び制限溝１７４の外部でリアプレート１３と接触する（図６）。このような移動及び接触の結果、各ロック位相Ｐｍ，Ｐｓでの回転位相ロックが解除された状態となる。

【００６３】
この後、エンジンスイッチＳＷのオン指令又はアイドルストップシステムＩＳＳの再始動指令といった始動指令に応じて、内燃機関のクランキングが設定温度Ｔｓ未満で開始される冷間始動時には、図１７に示すように感温体１８３が収縮状態Ｓｃに維持される。またこのとき、スプール６８の移動位置はロック領域Ｒｌに保持され、且つポンプ４からの作動油供給は実質止まった状態となる。これらのことから、主ロック解除室１６１の圧力消失状態にて主ロック部材１６０は、脱出位置Ｌｅを維持する（図６，１０）。それと共に、副ロック解除室１７１の圧力消失状態にて副弾性部材１７３の復原力を受ける副ロック部材１７０は、副ロック孔１７２及び制限溝１７４の外部でリアプレート１３と接触することになる（図６）。

【００６４】
このようにして各ロック位相Ｐｍ，Ｐｓでの回転位相ロックが解除されている冷間始動時のベーンロータ１４は、負トルクの作用によってハウジングロータ１１に対する進角側へと相対回転することで、主ロック位相Ｐｍから回転位相を進角させる。その結果、副ロック解除室１７１の圧力消失状態にて副弾性部材１７３の復原力を受ける副ロック部材１７０は、まず、制限溝１７４へと進入する。これにより、正トルク作用時のベーンロータ１４がハウジングロータ１１に対する遅角側へと相対回転しても、主ロック位相Ｐｍへの回転位相の戻りは、図１７の如く制限されることになる。

【００６５】
さらにこの後、負トルクの作用により回転位相がさらに進角して副ロック位相Ｐｓまで変化すると、副ロック解除室１７１の圧力消失状態で副弾性部材１７３の復原力を受ける副ロック部材１７０は、副ロック孔１７２へ嵌入する（図７）。またこのとき、主ロック解除室１６１の圧力消失状態にて主ロック部材１６０は、脱出位置Ｌｅを維持する（図７）。これら嵌入及び脱出維持の結果、図１７に示すように回転位相が副ロック位相Ｐｓにロックされた状態で、内燃機関が完爆する。

【００６６】
（作用効果）
以上説明した装置１によると、停止した内燃機関にてエンジン温度Ｔが設定温度Ｔｓ以上となる間の温間停止状態の主ロック位相Ｐｍでは、感温体１８３が拡張状態Ｓｅへと変化することで、主ロック部材１６０が主ロック孔１６２への嵌入位置Ｌｉ側に付勢される

。これにより主ロック部材１６０は、制御弾性部材１８２からの制御復原力Ｆｃに抗して嵌入位置Ｌｉに移動することで、主ロック位相Ｐｍでの回転位相ロックを実現できる。ここで、気筒７内のピストン８が下死点ＢＤＣに到達するよりも遅いタイミングにて吸気弁９を閉じる主ロック位相Ｐｍでは、内燃機関の次の始動時に、下死点到達後のピストン８のリフトアップに応じて気筒７内ガスが吸気系に押出されることで、実圧縮比が低下する（デコンプレッション効果）。故に、設定温度Ｔｓ以上での温間停止後となる温間始動時、例えばアイドルストップシステムＩＳＳによる再始動が図１８の如く頻繁に繰り返される場合でも、主ロック部材１６０を嵌入位置Ｌｉに定位させて主ロック位相Ｐｍでの回転位相ロックを維持することで、始動不具合の発生を抑制できる。

【００６７】

これに対し、停止した内燃機関にてエンジン温度Ｔが設定温度Ｔｓ未満になった後の冷間停止状態の主ロック位相Ｐｍでは、感温体１８３が収縮状態Ｓｃへと変化することで、主ロック部材１６０に対する嵌入位置Ｌｉ側への付勢が緩和される。これにより主ロック部材１６０は、制御弾性部材１８２からの制御復原力Ｆｃを受けて主ロック孔１６２からの脱出位置Ｌｅに移動することで、主ロック位相Ｐｍでの回転位相ロックを解除できる。故に、内燃機関の次の始動時には、カム軸２からの変動トルク作用のうち負トルク作用によって、ベーンロータ１４がハウジングロータ１１に対する進角側へと相対回転する。その結果、主ロック位相Ｐｍよりも進角した副ロック位相Ｐｓにまで回転位相が変化すると、副ロック部材１７０が副ロック孔１７２に嵌入して回転位相が副ロック位相Ｐｓにロックされることで、吸気弁９を閉じるタイミングが可及的に早くなる。これにより、気筒７内ガスの押出し量が減少して、当該ガスの温度が実圧縮比と共に上昇するので、設定温度Ｔｓ未満での冷間停止後となる冷間始動時、例えば極低温環境下での車両の長時間放置後の始動時やアイドルストップシステムＩＳＳにより一時停止したまま運転終了する場合の再始動時等にあっても、着火性を向上させて始動性を確保できる。

【００６８】

以上の如き装置１によれば、エンジン温度Ｔに適した始動を実現することが、可能となる。

【００６９】

ここで、温間停止状態の主ロック位相Ｐｍにて拡張状態Ｓｅに変化する感温体１８３は、嵌入位置Ｌｉ側へ主ロック部材１６０を付勢するために弾性によって発生する感温復原力Ｆｔを、増大させる。その結果、主ロック部材１６０は、制御復原力Ｆｃに抗した嵌入位置Ｌｉ側へと確実に移動し得るので、主ロック位相Ｐｍでの回転位相ロックを実現できる。また一方、冷間停止状態の主ロック位相Ｐｍでは、収縮状態Ｓｃに変化する感温体１８３が感温復原力Ｆｔを減少させることで、主ロック部材１６０に対する嵌入位置Ｌｉ側への付勢が緩和される。その結果、主ロック部材１６０は、制御復原力Ｆｃの向きとなる脱出位置Ｌｅ側へと確実に移動し得るので、主ロック位相Ｐｍでの回転位相ロックを解除できる。これらによれば、温間始動時と冷間始動時とにそれぞれ適した回転位相へ正確に、切替可能となる。

【００７０】

また、形状記憶材料からなる感温体１８３は、温間停止状態の主ロック位相Ｐｍにて拡張状態Ｓｅへ変化が形状復原によって確かなものとなる。故に、主ロック部材１６０に対する嵌入位置Ｌｉ側への付勢を適時に生じさせて、主ロック位相Ｐｍでの回転位相ロックを実現できる。また一方、冷間停止状態の主ロック位相Ｐｍにて感温体１８３は、収縮状態Ｓｃへの変化が制御復原力Ｆｃの作用によって確かなものとなる。故に、主ロック部材１６０に対する付勢を適時に緩和して、主ロック位相での回転位相ロックを解除できる。これらによれば、温間始動時と冷間始動時とにそれぞれ適した回転位相への切替につき、信頼性を高めることが可能となる。

【００７１】

さらに、形状記憶材料からなる感温体１８３は、主ロック部材１６０との間に、主弾性部材１６３を挟んで配置される。その結果、温間停止状態の主ロック位相Ｐｍでは、主弾

性部材１６３が嵌入位置Ｌｉ側に主ロック部材１６０を付勢する主復原力Ｆｍは、拡張状態Ｓｅへと形状復原した感温体１８３にて増大する感温復原力Ｆｔに、応じた大きさとなる。その結果、主ロック部材１６０は、制御復原力Ｆｃに抗した嵌入位置Ｌｉ側へと確実に移動し得るので、主ロック位相Ｐｍでの回転位相ロックを実現できる。また一方、冷間停止状態の主ロック位相Ｐｍでは、制御復原力Ｆｃと共に感温体１８３へと作用することで、当該感温体１８３を収縮状態Ｓｃに変化させる主復原力Ｆｍは、当該感温体１８３にて減少する感温復原力Ｆｔに、応じた大きさとなる。その結果、主ロック部材１６０は、制御復原力Ｆｃの向きとなる脱出位置Ｌｅ側へと確実に移動し得るので、主ロック位相Ｐｍでの回転位相ロックを解除できる。これらによれば、温間始動時と冷間始動時とにそれぞれ適した回転位相への切替につき、信頼性をさらに高めることが可能となる。

【００７２】

加えて、主ロック位相Ｐｍ及び副ロック位相Ｐｓ間の回転位相においてベーンロータ１４は、ハウジングロータ１１に対する進角側へ進角弾性部材１９によって付勢される。故に、内燃機関の冷間始動時に進角弾性部材１９の付勢作用を受けるベーンロータ１４は、変動トルクの作用も相俟って、ハウジングロータ１１に対する回転位相を副ロック位相Ｐｓまで素早く変化させ得る。これによれば、冷間始動時の内燃機関において変動トルクを発生させるクランキングの開始から、副ロック位相Ｐｓにて回転位相をロックするまでに要する時間を、短縮できるので、特に冷間停止後の冷間始動性につき、信頼性を高めることが可能となる。

【００７３】

（他の実施形態）

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は、当該実施形態に限定して解釈されるものではなく、本発明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。

【００７４】

具体的には、上記実施形態の変形例１として、気筒７内のピストン８が下死点ＢＤＣに到達するタイミングよりも遅いタイミングに吸気弁９を閉じる回転位相となる限りにおいて、最遅角位相よりも進角側の主ロック位相Ｐｍを採用してもよい。また、上記実施形態の変形例２として、ロック部材１６０，１７０をハウジングロータ１１に支持させる一方、ロック孔１６２，１７２をベーンロータ１４に形成してもよい。さらに、上記実施形態の変形例３として、コイルスプリング以外の種類の金属製スプリングの他、例えばゴム製部材等を、弾性部材１６３，１７３，１８２に採用してもよい。またさらに、上記実施形態の変形例４として、内燃機関の完爆に伴って又は任意の時に作動油の供給を開始可能な電動ポンプを、ポンプ４に採用してもよい。

【００７５】

上記実施形態の変形例５としては、進角弾性部材１９を設けない構成を、採用してもよく、この場合、スプール６８のロック領域Ｒｌへの移動と内燃機関の慣性回転とを実行する順番を、逆にする。また、上記実施形態の変形例６として、エンジンスイッチＳＷのオフ指令又はアイドルストップシステムＩＳＳのアイドルストップ指令に応じて内燃機関が停止するときに、回転位相を副ロック位相Ｐｓにロックさせた後、エンジンスイッチＳＷのオン指令又はアイドルストップシステムＩＳＳの再始動指令に応じて内燃機関が始動するときに、当該位相Ｐｓでの回転位相ロックをそのまま実現させてもよい。さらに、上記実施形態の変形例７として、設定温度Ｔｓ以上のエンジン温度Ｔにおいて拡張状態Ｓｅに膨張し且つ設定温度Ｔｓ未満のエンジン温度Ｔにおいて収縮状態Ｓｃに収縮するバイメタル等を、感温体１８３に採用してもよい。またさらに、上記実施形態の変形例８として、感温体１８３を例えばブロック状等に形成して、感温復原力Ｆｔの代わりに抗力を発生させてもよい。

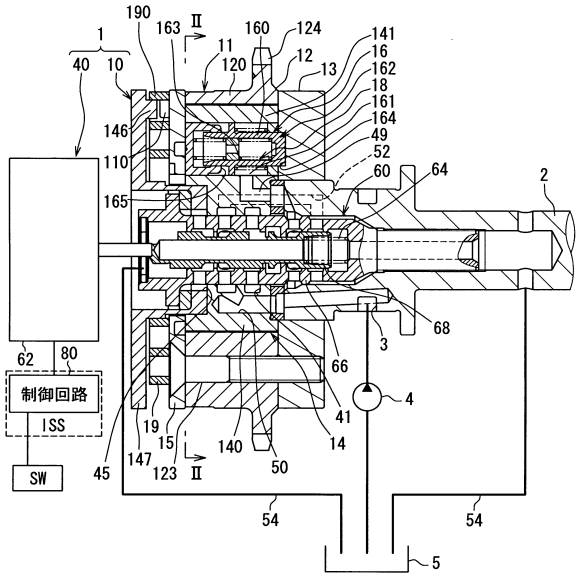
【符号の説明】

【００７６】

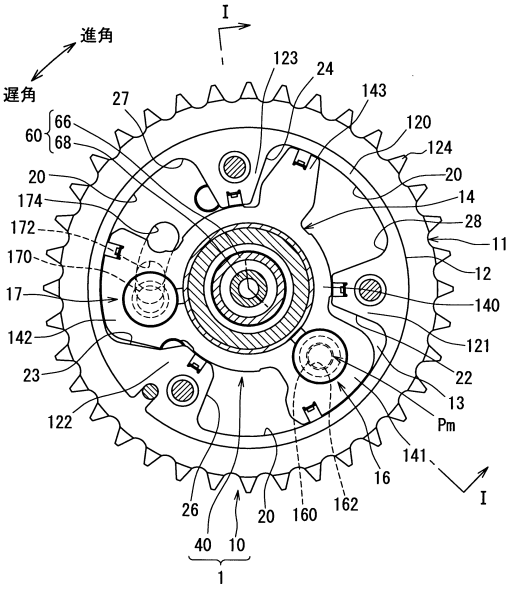
１　バルブタイミング調整装置、２　カム軸、７　気筒、８　ピストン、９　吸気弁、１

１　ハウジングロータ、１４　ベーンロータ、１６　主ロック機構、１７　副ロック機構、１８　ロック制御機構、１９　進角弾性部材、１６０　主ロック部材、１６１　主ロック解除室、１６２　主ロック孔、１６３　主弾性部材、１６４　嵌入ストッパ、１６５　脱出ストッパ、１７０　副ロック部材、１７２　副ロック孔、１８１　可動部材、１８２　制御弾性部材、１８３　感温体、ＢＤＣ　下死点、Ｆｃ　制御復原力、Ｆｆ　駆動力、Ｆｍ　主復原力、Ｆｔ　感温復原力、Ｌｅ　脱出位置、Ｌｉ　嵌入位置、Ｐｍ　主ロック位相、Ｐｓ　副ロック位相、Ｓｃ　収縮状態、Ｓｅ　拡張状態、Ｔｓ　設定温度

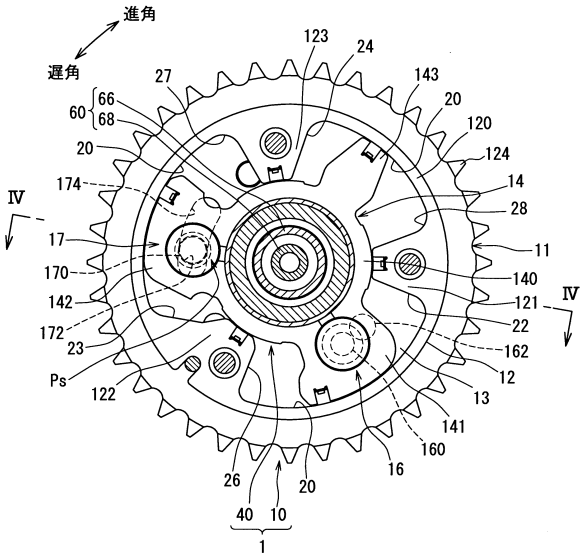
【図１】



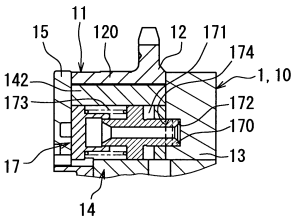
【図２】



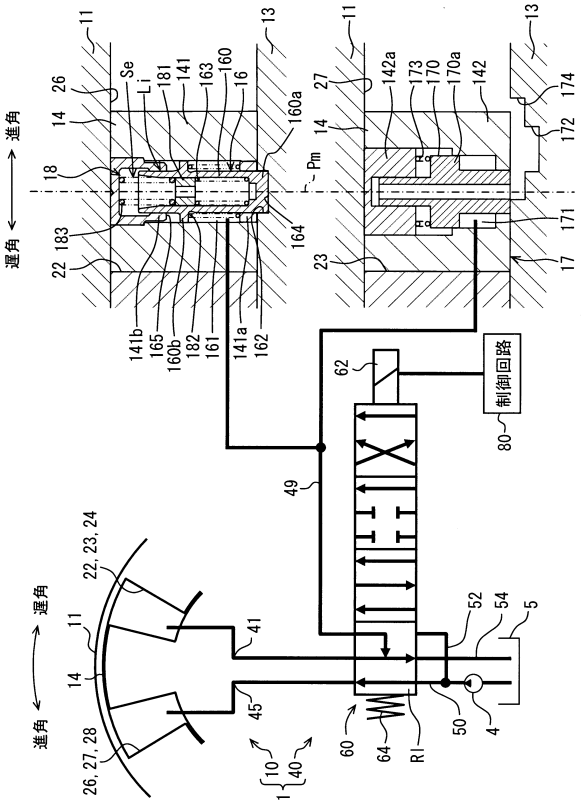
【図３】


進角
遅角
IV
IV
Ps
1
40
10

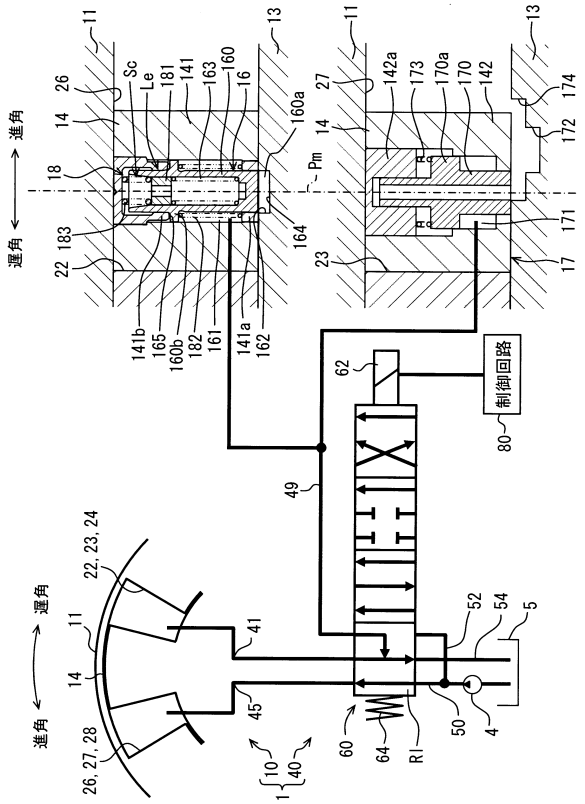
【図４】



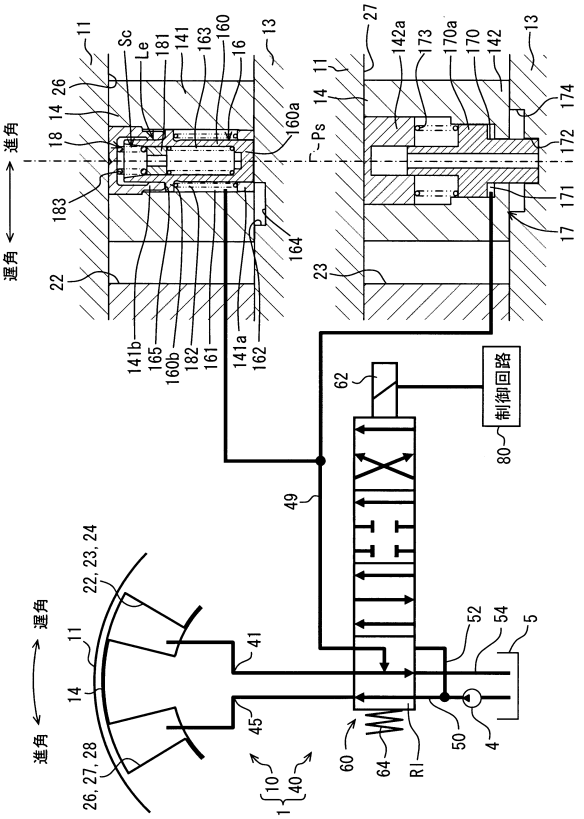
【図５】


進角
遅角
Pm
制御回路
80
49
62
60
64
RI
50
4
5
52
54
45
41
1
10
40
26, 27, 28
22, 23, 24

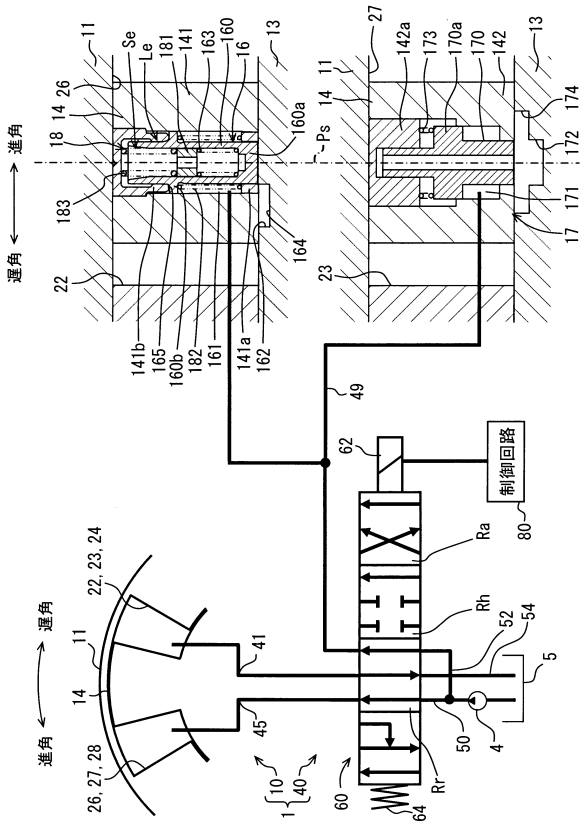
【図６】


進角
遅角
Pm
制御回路
80
49
62
60
64
RI
50
4
5
52
54
45
41
1
10
40
26, 27, 28
22, 23, 24

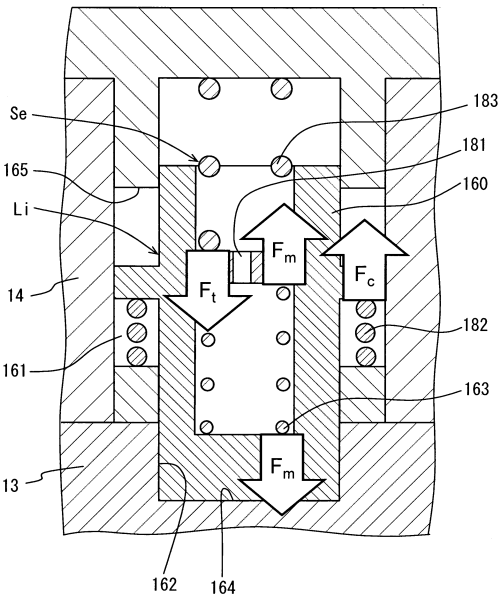
【図７】


進角
遅角
Ps
制御回路
80
49
62
60
64
RI
50
4
5
52
54
45
41
1
10
40
26, 27, 28
22, 23, 24

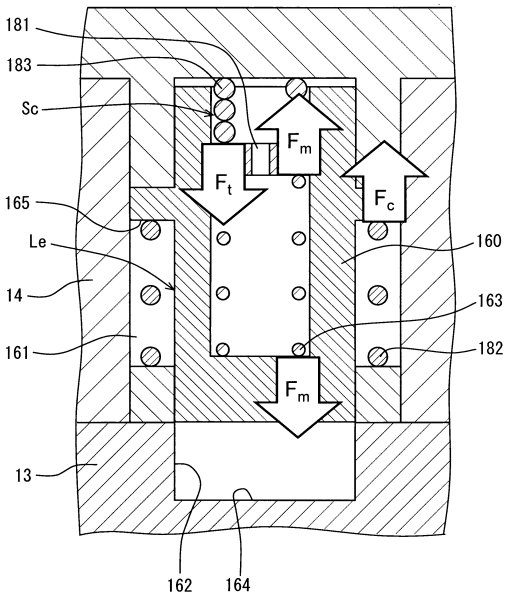
【図８】



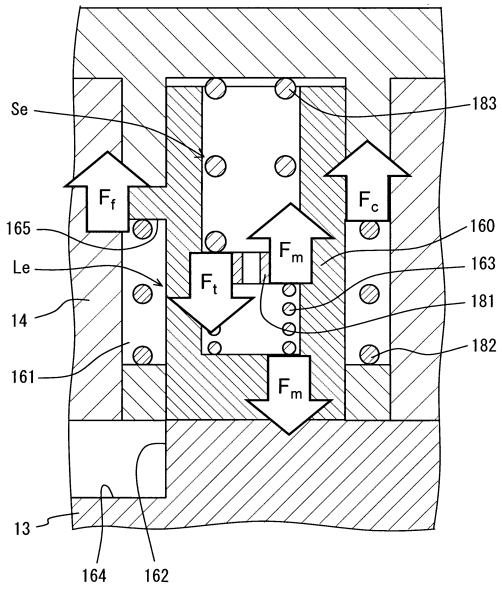
【図９】



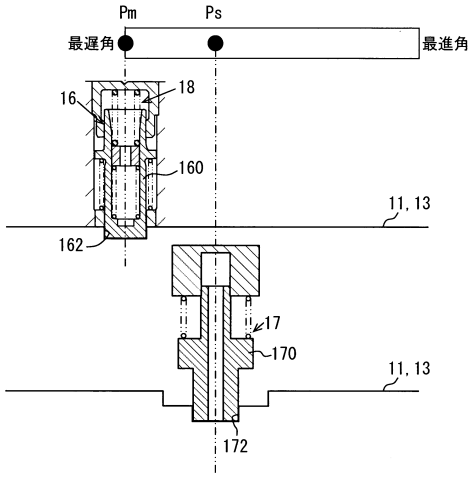
【図１０】



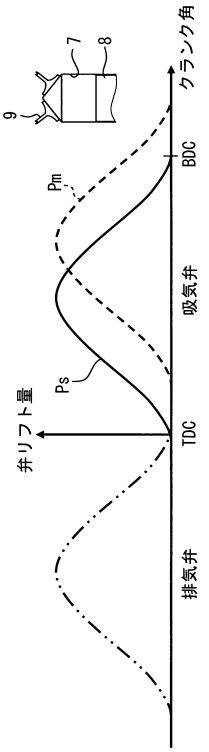
【図１１】



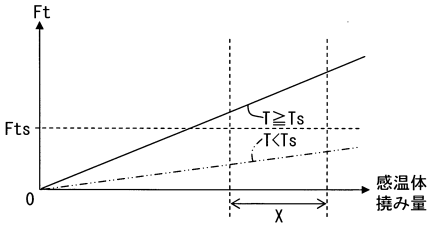
【図１２】



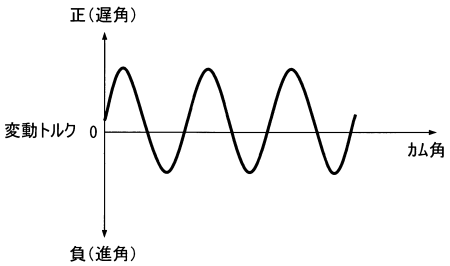
【図１３】



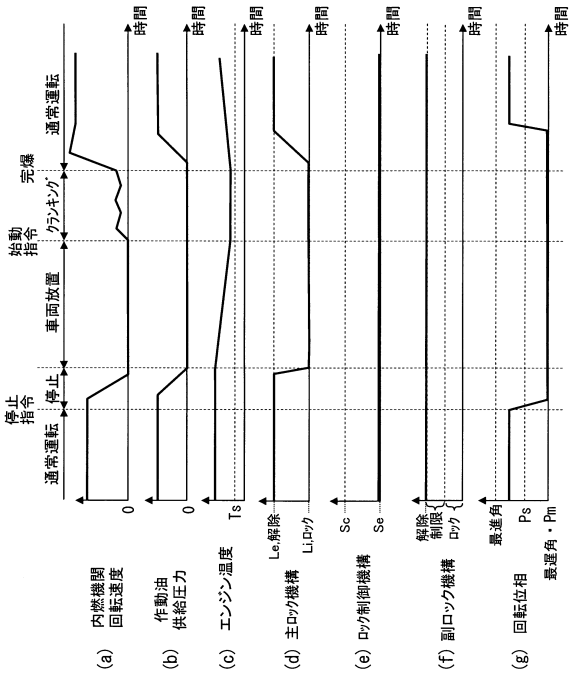
【図１４】



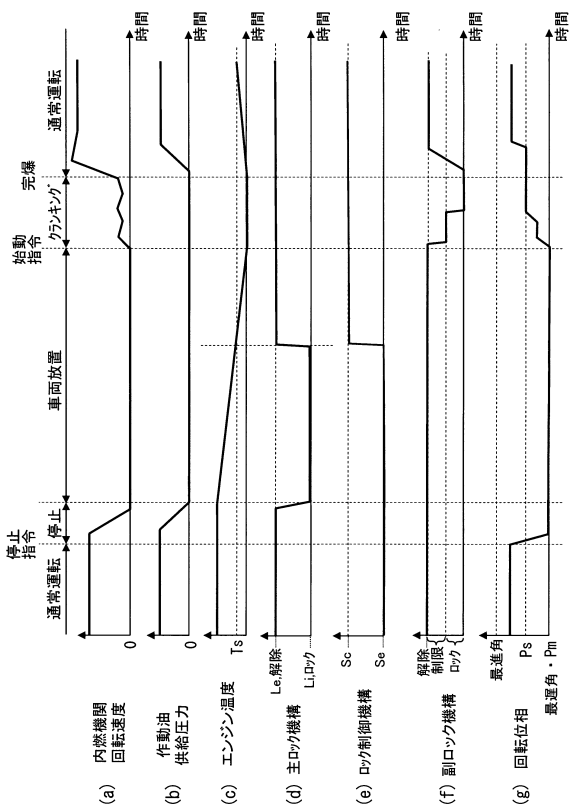
【図１５】



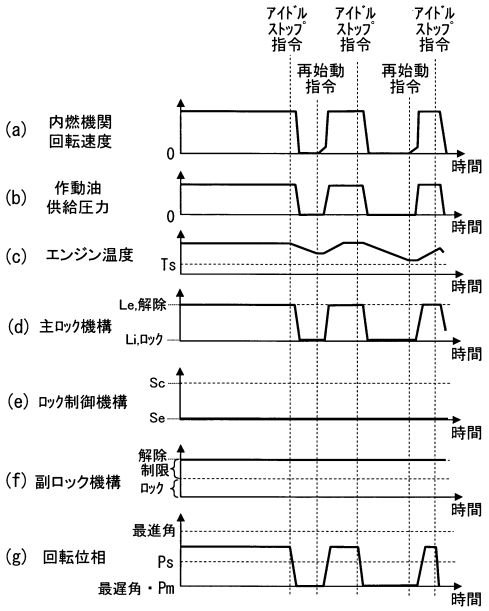
【図１６】



【図１７】


通常運転
完爆
クランキング
始動指令
車両放置
停止指令
停止
通常運転
時間
0
Ts
Le,解除
Li,ロック
Sc
Se
解除制限
ロック
最進角
Ps
最遅角・Pm
(a) 内燃機関回転速度
(b) 作動油供給圧力
(c) エンジン温度
(d) 主ロック機構
(e) ロック制御機構
(f) 副ロック機構
(g) 回転位相

【図１８】


アイドルストップ指令
再始動指令
(a) 内燃機関回転速度
(b) 作動油供給圧力
(c) エンジン温度
(d) 主ロック機構
(e) ロック制御機構
(f) 副ロック機構
(g) 回転位相
0
Ts
Le,解除
Li,ロック
Sc
Se
解除制限ロック
最進角
Ps
最遅角・Pm
時間

フロントページの続き

(72)発明者　竹田　哲馬
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内
(72)発明者　菅原　岳大
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内
(72)発明者　今井　剛志
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内
(72)発明者　田中　武裕
愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地　株式会社デンソー内
(72)発明者　安木　佑介
愛知県西尾市下羽角町岩谷１４番地　株式会社日本自動車部品総合研究所内
(72)発明者　大江　修平
愛知県西尾市下羽角町岩谷１４番地　株式会社日本自動車部品総合研究所内

審査官　山本　健晴

(56)参考文献　特開２０１３－１７７８７８（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－０１９７５７（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－１４０６６３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ０１Ｌ　　１／３５６