

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-242532

(P2010-242532A)

(43) 公開日 平成22年10月28日(2010.10.28)

(51) Int.Cl.

F 0 1 L 1/34 (2006.01)

F 1

F 0 1 L 1/34

E

テーマコード (参考)

3 G 0 1 8

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2009-89593 (P2009-89593)

(22) 出願日 平成21年4月1日(2009.4.1)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(74) 代理人 100068755

弁理士 恩田 博宣

(74) 代理人 100105957

弁理士 恩田 誠

(72) 発明者 横山 友

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 加茂 吉朗

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

最終頁に続く

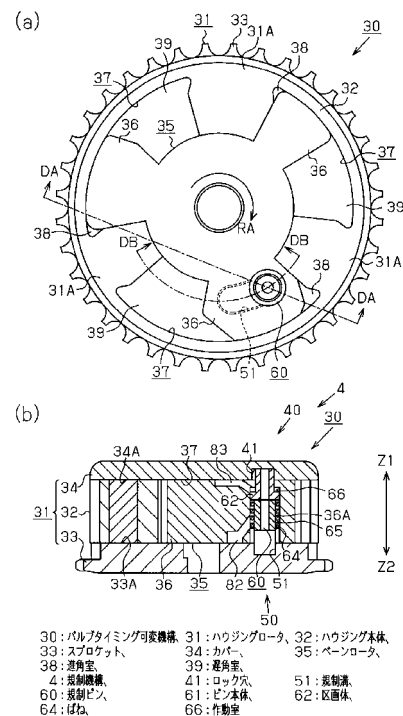
(54) 【発明の名称】 内燃機関の可変動弁装置

(57) 【要約】

【課題】バルブスタンプを抑制する機能及びバルブタイミングを固定する機能を備えるとともに、これら機能を実現するための構造の複雑化を抑制することのできる内燃機関の可変動弁装置を提供する。

【解決手段】この可変動弁装置は、ハウジングロータ31とベーンロータ35との相対回転の位相を操作してバルブタイミングを変更するバルブタイミング可変機構30と、前記相対回転の範囲を制限する規制機構4とを備える。規制機構4は、ベーンロータ35に収容される収容位置と同ロータ35から突出した第1及び第2突出位置との間で移動する規制ピン60と、ハウジングロータ31に設けられて第1及び第2突出位置にある規制ピン60がそれぞれはめ込まれるロック穴41及び規制溝51とから構成される。そして、規制ピン60がロック穴41にはめ込まれるときに前記相対回転位相が固定され、規制溝51にはめ込まれるときに前記相対回転範囲が制限される。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

クランクシャフトに連動する入力回転体と機関弁としての吸気弁または排気弁のカムシャフトに連動する出力回転体との相対的な回転位相を最遅角位相と最進角位相との間で操作して同機関弁のバルブタイミングを最進角と最遅角との間で変更するバルブタイミング可変機構と、前記入力回転体と前記出力回転体との相対回転の範囲を最遅角位相から最進角位相までの範囲よりも制限する規制機構とを備える内燃機関の可変動弁装置において、

前記規制機構は、前記出力回転体に収容される収容位置と前記出力回転体から突出した第 1 の突出位置及び第 2 の突出位置との間で移動する規制体と、前記入力回転体に設けられて前記第 1 の突出位置にある前記規制体がはめ込まれる規制穴と、前記入力回転体に設けられて前記第 2 の突出位置にある前記規制体がはめ込まれる規制溝とを含めて構成されるものであり、

当該可変動弁装置は、前記規制体が前記規制穴にはめ込まれた状態にあるときに前記入力回転体と前記出力回転体との相対回転位相が固定され、前記規制体が前記規制溝にはめ込まれた状態にあるときに前記入力回転体と前記出力回転体との相対回転範囲が最遅角位相から最進角位相までの範囲よりも小さい範囲に制限されるものである

ことを特徴とする内燃機関の可変動弁装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の内燃機関の可変動弁装置において、

前記規制体が前記規制溝にはめ込まれた状態にあるときに前記入力回転体と前記出力回転体との相対回転の範囲が前記最進角位相よりも遅角側にある進角規制位相から前記最遅角位相までの範囲に制限される

ことを特徴とする内燃機関の可変動弁装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の内燃機関の可変動弁装置において、

前記規制体が前記規制溝にはめ込まれた状態にあるときに前記入力回転体と前記出力回転体との相対回転の範囲が前記最遅角位相よりも進角側にある遅角規制位相から前記最進角位相までの範囲に制限される

ことを特徴とする内燃機関の可変動弁装置。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の内燃機関の可変動弁装置において、

前記規制体が前記規制穴にはめ込まれた状態にあるときに前記入力回転体に対する前記出力回転体の回転位相が前記最遅角位相に固定される

ことを特徴とする内燃機関の可変動弁装置。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の内燃機関の可変動弁装置において、

前記規制体は、前記出力回転体に対して同回転体の軸方向の一方に突出して前記収容位置から前記第 1 の突出位置に移動し、前記出力回転体に対して同回転体の軸方向の他方に突出して前記収容位置から前記第 2 の突出位置に移動する

ことを特徴とする内燃機関の可変動弁装置。

【請求項 6】

請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の内燃機関の可変動弁装置において、

当該可変動弁装置は、前記バルブタイミング可変機構及び前記規制機構のそれぞれに対する作動油の給排を通じてこれら機構を操作する油圧機構をさらに備えるものであり、

前記規制機構は、前記油圧機構から供給される作動油により前記規制体を前記第 2 の突出位置に向けて押す作動室と、前記規制体を前記第 1 の突出位置に向けて押すばねとが設けられるとともに、これら作動室及びばねの力の関係により前記規制体を前記収容位置と前記第 1 の突出位置及び前記第 2 の突出位置の間で移動させるものである

ことを特徴とする内燃機関の可変動弁装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の内燃機関の可変動弁装置において、

前記出力回転体は、前記規制体を収容する収容室が設けられるものであり、

前記規制体は、前記規制穴または前記規制溝にはめ込まれる規制本体と、この規制本体に設けられて前記収容室を前記ばねが設けられるばね室と前記作動室とに区画する規制区画体とを含めて構成されるものであり、

前記ばね室は、前記規制体の移動方向において前記規制区画体に対して前記第 2 の突出位置側に設けられるものであり、

前記作動室は、前記規制体の移動方向において前記規制区画体に対して前記第 1 の突出位置側に設けられるものである

ことを特徴とする内燃機関の可変動弁装置。

10

【請求項 8】

請求項 7 に記載の内燃機関の可変動弁装置において、

前記作動室の力が前記ばねの力を上回る条件のもと前記入力回転体に対する前記出力回転体の回転位相が前記規制体と前記規制溝との対応を維持する位相にあるとき、前記規制体が前記作動室の力により前記第 2 の突出位置に移動し、

前記ばねの力が前記作動室の力を上回る条件のもと前記入力回転体に対する前記出力回転体の回転位相が前記規制体と前記規制穴との対応を維持する位相にあるとき、前記規制体が前記ばねの力により前記第 1 の突出位置に移動する

ことを特徴とする内燃機関の可変動弁装置。

20

【請求項 9】

請求項 7 または 8 に記載の内燃機関の可変動弁装置において、

前記規制機構は、前記作動室の作動油を排出する排出路が設けられるものであり、

前記規制体は、前記作動室の作動油が前記排出路により排出されるときに前記第 1 の突出位置に向かう力が前記第 2 の突出位置に向かう力を上回り、前記作動室に作動油が供給されるときに前記第 1 の突出位置に向かう力が前記第 2 の突出位置に向かう力を下回るものである

ことを特徴とする内燃機関の可変動弁装置。

【請求項 10】

請求項 7 ～ 9 のいずれか一項に記載の内燃機関の制御装置において、

前記バルブタイミング可変機構は、前記出力回転体の軸方向において同回転体を介して互いに対向する第 1 部位及び第 2 部位のそれぞれに前記規制穴及び前記規制溝が設けられるものであり、

前記規制体は、その一方の先端部と前記規制穴が設けられる前記第 1 部位との間にある空間と前記規制溝とを連通する連通孔が前記規制本体に設けられるものである

ことを特徴とする内燃機関の可変動弁装置。

30

【請求項 11】

請求項 1 ～ 10 のいずれか一項に記載の内燃機関の可変動弁装置において、

当該可変動弁装置は、前記機関弁の最大バルブリフト量を変更するバルブリフト量可変機構をさらに備えるものであり、

前記規制機構は、前記機関弁の最大バルブリフト量が基準リフト量よりも大きい値に設定されることに基づいて、前記入力回転体と前記出力回転体との相対回転範囲を前記最遅角位相から前記最進角位相までの範囲よりも小さい範囲に制限するものである

ことを特徴とする内燃機関の可変動弁装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、クランクシャフトに連動する入力回転体と機関弁としての吸気弁または排気弁のカムシャフトに連動する出力回転体との相対的な回転位相を最遅角位相と最進角位相との間で操作して、同機関弁のバルブタイミングを最進角と最遅角との間で変更するバルブタイミング可変機構と、入力回転体と出力回転体との相対回転の範囲を最遅角位相から

50

最進角位相までの範囲よりも制限する規制機構とを備える内燃機関の可変動弁装置に関する。

【背景技術】

【0002】

車載エンジン等の内燃機関において、最適な条件で燃料を燃焼させるために、吸気バルブの最大バルブリフト量を可変とするバルブリフト量可変機構と、吸気バルブのバルブタイミングを可変とするバルブタイミング可変機構とを有した可変動弁装置が提案されている。

【0003】

このような可変動弁装置は、バルブリフト量可変機構により吸気バルブの最大バルブリフト量を大きくした場合、バルブタイミングの進角に起因して吸気バルブとピストンとが干渉するいわゆるバルブスタンプが生じることもある。

【0004】

そこで、特許文献1においては、このようなバルブスタンプを回避するためにバルブタイミング可変機構の駆動範囲を規制する規制機構が提案されている。当該技術では、吸気バルブのカムを最大バルブリフト量が小さい低速カムから最大バルブリフト量が高い高速カムに切替えたときに、ベーンロータ（出力回転体）の規制ピン（規制体）をスプロケット（入力回転体）に設けられた規制溝に挿入することにより、ベーンロータが進角規制位相を超えて進角することを規制している。これにより、吸気バルブの最大バルブリフト量を大きく設定したときに、バルブタイミングがバルブスタンプをまねくところにまで進角することは回避されるようになる。

【0005】

一方、ベーンロータから突出したピンをスプロケットの穴にはめ込みスプロケットに対するベーンロータの回転位相を固定することにより、機関始動時のバルブタイミングを所定のタイミングに固定するためのロック機構を有するバルブタイミング可変機構も知られている（例えば、特許文献2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2000-328911号公報

【特許文献2】特開2002-317610号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

そして、ベーンロータの回転範囲を制限する規制機構と、ベーンロータの回転位相を固定するロック機構とを併せて備えることにより、バルブスタンプの回避と機関始動性の確保とを実現することが可能となり、バルブタイミング可変機構としての実用性はより高められるようになる。

【0008】

しかし、上記規制機構及び上記ロック機構の両者を可変動弁装置に採用した場合、ベーンロータ及びスプロケットのそれぞれに規制機構のピン及び溝並びにロック機構のピン及び穴を形成する必要が生じるため、当該装置の構成の複雑化は避けられないものとなる。

【0009】

本発明はこのような実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、バルブスタンプを抑制する機能及びバルブタイミングを固定する機能を備えるとともに、これら機能を実現するための構造の複雑化を抑制することのできる内燃機関の可変動弁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】

以下、上記目的を達成するための手段及びその作用効果について記載する。

10

20

30

40

50

(1) 請求項1に記載の発明は、クランクシャフトに連動する入力回転体と機関弁としての吸気弁または排気弁のカムシャフトに連動する出力回転体との相対的な回転位相を最遅角位相と最進角位相との間で操作して同機関弁のバルブタイミングを最進角と最遅角との間で変更するバルブタイミング可変機構と、前記入力回転体と前記出力回転体との相対回転の範囲を最遅角位相から最進角位相までの範囲よりも制限する規制機構とを備える内燃機関の可変動弁装置において、前記規制機構は、前記出力回転体に収容される収容位置と前記出力回転体から突出した第1の突出位置及び第2の突出位置との間で移動する規制体と、前記入力回転体に設けられて前記第1の突出位置にある前記規制体のはめ込まれる規制穴と、前記入力回転体に設けられて前記第2の突出位置にある前記規制体のはめ込まれる規制溝とを含めて構成されるものであり、当該可変動弁装置は、前記規制体が前記規制穴にはめ込まれた状態にあるときに前記入力回転体と前記出力回転体との相対回転位相が固定され、前記規制体が前記規制溝にはめ込まれた状態にあるときに前記入力回転体と前記出力回転体との相対回転範囲が最遅角位相から最進角位相までの範囲よりも小さい範囲に制限されるものであることを要旨としている。

10

20

30

40

50

【0011】

この発明によれば、一つの規制体を第1及び第2の突出位置において規制穴及び規制溝とはめ込むことにより出力回転体の入力回転体に対する回転を禁止もしくは規制しているため、一つの規制体で出力回転体の入力回転体の相対回転位相の固定及び相対回転範囲の制限をすることができるようになる。従って、バルブスタンプを抑制する機能及びバルブタイミングを固定する機能を備えるとともに、これら機能を実現するための構造の複雑化を抑制することができるようになる。

【0012】

(2) 請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の内燃機関の可変動弁装置において、前記規制体が前記規制溝にはめ込まれた状態にあるときに前記入力回転体と前記出力回転体との相対回転の範囲が前記最進角位相よりも遅角側にある進角規制位相から前記最遅角位相までの範囲に制限されることを要旨としている。

【0013】

この発明によれば、規制体が規制溝とはめ込まれた状態にあるとき、出力回転体は、入力回転体に対して進角規制位相を超えて進角側に回転することが規制される一方、出力回転体が遅角側に回転するときには遅角規制位相に至るまでその回転が許容される。

【0014】

(3) 請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の内燃機関の可変動弁装置において、前記規制体が前記規制溝にはめ込まれた状態にあるときに前記入力回転体と前記出力回転体との相対回転の範囲が前記最遅角位相よりも進角側にある遅角規制位相から前記最進角位相までの範囲に制限されることを要旨としている。

【0015】

この発明によれば、規制体が規制溝とはめ込まれた状態にあるとき、出力回転体は、入力回転体に対して遅角規制位相を超えて遅角側に回転することが規制される一方、出力回転体が進角側に回転するときには進角規制位相に至るまでその回転が許容される。

【0016】

(4) 請求項4に記載の発明は、請求項1～3のいずれか一項に記載の内燃機関の可変動弁装置において、前記規制体が前記規制穴にはめ込まれた状態にあるときに前記入力回転体に対する前記出力回転体の回転位相が前記最遅角位相に固定されることを要旨としている。

【0017】

この発明によれば、規制体が規制穴と係合した状態にあるとき、出力回転体は、最遅角位相にて入力回転体に対して固定される。

(5) 請求項5に記載の発明は、請求項1～4のいずれか一項に記載の内燃機関の可変動弁装置において、前記規制体は、前記出力回転体に対して同回転体の軸方向の一方に突出して前記収容位置から前記第1の突出位置に移動し、前記出力回転体に対して同回転体

の軸方向の他方に突出して前記收容位置から前記第 2 の突出位置に移動することを要旨としている。

【 0 0 1 8 】

(6) 請求項 6 に記載の発明は、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の内燃機関の可変動弁装置において、当該可変動弁装置は、前記バルブタイミング可変機構及び前記規制機構のそれぞれに対する作動油の給排を通じてこれら機構を操作する油圧機構をさらに備えるものであり、前記規制機構は、前記油圧機構から供給される作動油により前記規制体を前記第 2 の突出位置に向けて押す作動室と、前記規制体を前記第 1 の突出位置に向けて押すばねとが設けられるとともに、これら作動室及びばねの力の関係により前記規制体を前記收容位置と前記第 1 の突出位置及び前記第 2 の突出位置の間で移動させるものであることを要旨としている。

10

【 0 0 1 9 】

この発明によれば、可変動弁装置の油圧機構を通じて作動室に供給される作動油及びばねがそれぞれ規制体に対して第 2 突出位置方向及び第 1 突出位置方向への力を付与するため、規制体の移動及び位置の保持を実現するために新たな油圧機構を設ける必要がない。

【 0 0 2 0 】

(7) 請求項 7 に記載の発明は、請求項 6 に記載の内燃機関の可変動弁装置において、前記出力回転体は、前記規制体を收容する收容室が設けられるものであり、前記規制体は、前記規制穴または前記規制溝にはめ込まれる規制本体と、この規制本体に設けられて前記收容室を前記ばねが設けられるばね室と前記作動室とに区画する規制区画体とを含めて構成されるものであり、前記ばね室は、前記規制体の移動方向において前記規制区画体に対して前記第 2 の突出位置側に設けられるものであり、前記作動室は、前記規制体の移動方向において前記規制区画体に対して前記第 1 の突出位置側に設けられるものであることを要旨としている。

20

【 0 0 2 1 】

(8) 請求項 8 に記載の発明は、請求項 7 に記載の内燃機関の可変動弁装置において、前記作動室の力が前記ばねの力を上回る条件のもと前記入力回転体に対する前記出力回転体の回転位相が前記規制体と前記規制溝との対応を維持する位相にあるとき、前記規制体が前記作動室の力により前記第 2 の突出位置に移動し、前記ばねの力が前記作動室の力を上回る条件のもと前記入力回転体に対する前記出力回転体の回転位相が前記規制体と前記規制穴との対応を維持する位相にあるとき、前記規制体が前記ばねの力により前記第 1 の突出位置に移動することを要旨としている。

30

【 0 0 2 2 】

(9) 請求項 9 に記載の発明は、請求項 7 または 8 に記載の内燃機関の可変動弁装置において、前記規制機構は、前記作動室の作動油を排出する排出路が設けられるものであり、前記規制体は、前記作動室の作動油が前記排出路により排出されるときに前記第 1 の突出位置に向かう力が前記第 2 の突出位置に向かう力を上回り、前記作動室に作動油が供給されるときに前記第 1 の突出位置に向かう力が前記第 2 の突出位置に向かう力を下回るものであることを要旨としている。

【 0 0 2 3 】

40

(1 0) 請求項 1 0 に記載の発明は、請求項 7 ~ 9 のいずれか一項に記載の内燃機関の制御装置において、前記バルブタイミング可変機構は、前記出力回転体の軸方向において同回転体を介して互いに対向する第 1 部位及び第 2 部位のそれぞれに前記規制穴及び前記規制溝が設けられるものであり、前記規制体は、その一方の先端部と前記規制穴が設けられる前記第 1 部位との間にある空間と前記規制溝とを連通する連通孔が前記規制本体に設けられるものであることを要旨としている。

【 0 0 2 4 】

規制体が第 2 の突出位置に突出し、規制溝にはめ込まれた状態において、作動油が給排される作動室以外の室と規制溝とが連通することがある。このとき、連通した室の作動油が規制溝内に流入すると、規制体に対してこの流入した作動油に基づく力が付与されてし

50

まうことになる。すると、規制体がこの力に基づいて第 1 の突出位置側に移動してしまうおそれが生じる。

【 0 0 2 5 】

そこで本発明では、規制体に連通孔を設けて第 1 部位と第 2 部位との間で作動油を流通させるようにしているため、作動油の供給される室と規制溝が連通したとしても、規制溝に流入した作動油に基づいて規制体が移動してしまうことが抑制される。従って、規制体の位置を好適に保持できるようになる。

【 0 0 2 6 】

(1 1) 請求項 1 1 に記載の発明は、請求項 1 ~ 1 0 のいずれか一項に記載の内燃機関の可変動弁装置において、当該可変動弁装置は、前記機関弁の最大バルブリフト量を変更するバルブリフト量可変機構をさらに備えるものであり、前記規制機構は、前記機関弁の最大バルブリフト量が基準リフト量よりも大きい値に設定されることに基づいて、前記入力回転体と前記出力回転体との相対回転範囲を前記最遅角位相から前記最進角位相までの範囲よりも小さい範囲に制限するものであることを要旨としている。

10

【 0 0 2 7 】

本発明によれば、出力回転体が入力回転体に対して規制位相を超えて進角または遅角することを規制する規制機構について、規制体を入力回転体または出力回転体に収容する動作がこれら回転体の相対的な回転により妨げられることを抑制することができるようになる。

【 図面の簡単な説明 】

20

【 0 0 2 8 】

【 図 1 】本発明の内燃機関の可変動弁装置を具体化した一実施形態について、同装置を備える内燃機関の断面構造を示す断面図。

【 図 2 】(a) 同実施形態のバルブタイミング可変機構について、その平面構造を示す平面図。(b) 同バルブタイミング可変機構について、D A - D A 線に沿う断面構造を示す断面図。

【 図 3 】同実施形態のバルブタイミング可変機構について、その油圧供給経路を示す模式図。

【 図 4 】同実施形態のバルブタイミング可変機構について、図 2 (a) の D B - D B 線に沿うハウジング及びベーンロータの断面構造を平面上に展開してこれを模式的に示す模式図。

30

【 図 5 】同実施形態のバルブタイミング可変機構について、図 2 (a) の D B - D B 線に沿うハウジング及びベーンロータの断面構造を平面上に展開してこれを模式的に示す模式図。

【 図 6 】同実施形態のバルブタイミング可変機構について、図 2 (a) の D B - D B 線に沿うハウジング及びベーンロータの断面構造を平面上に展開してこれを模式的に示す模式図。

【 図 7 】同実施形態の可変動弁装置について、その吸気バルブのバルブタイミング及び最大バルブリフト量の制御態様の一例を示すグラフ。

【 発明を実施するための形態 】

40

【 0 0 2 9 】

図 1 ~ 図 6 を参照して、本発明の内燃機関の可変動弁装置を吸気バルブのバルブ開閉特性を変更する可変動弁装置として具体化した一実施形態について説明する。

図 1 に示されるように、空気及び燃料からなる混合気の燃焼を通じてクランクシャフト 1 6 を回転させて駆動力を得る内燃機関 1 には、バルブタイミング可変機構 3 0 とバルブリフト量可変機構 9 0 とを備える可変動弁装置 3 と、油圧機構 7 と、これら装置を含めた装置を統括的に制御する制御装置 1 0 0 とが設けられている。バルブタイミング可変機構 3 0 は、吸気バルブ 2 1 のバルブタイミングを変更するものである。油圧機構 7 は、機関本体 1 0 及びバルブタイミング可変機構 3 0 に潤滑油を供給するものである。バルブリフト量可変機構 9 0 は、吸気バルブ 2 1 のバルブリフト量を変更するものである。

50

【 0 0 3 0 】

機関本体 1 0 のシリンダブロック 1 1 には、混合気を燃焼させる燃焼室 1 4 が形成されている。混合気の燃焼にともなうピストン 1 5 の直線運動はクランクシャフト 1 6 の回転運動に変換される。

【 0 0 3 1 】

シリンダブロック 1 1 の下部には、内燃機関 1 の各部位に供給される潤滑油を貯留するオイルパン 1 2 が取り付けられている。シリンダブロック 1 1 の上部には、動弁系の部品が配置されるシリンダヘッド 1 3 が取り付けられている。

【 0 0 3 2 】

シリンダヘッド 1 3 には、燃焼室 1 4 を吸気通路に対して開閉する吸気バルブ 2 1 及びこれを開弁方向に駆動する吸気カムシャフト 2 2 と、燃焼室 1 4 を排気通路に対して開閉する排気バルブ 2 5 及びこれを開弁方向に駆動する排気カムシャフト 2 6 と、吸気バルブ 2 1 のバルブ開閉特性を変更する可変動弁装置 3 とが設けられている。

【 0 0 3 3 】

クランクシャフト 1 6 には、オイルパン 1 2 の潤滑油を汲み上げて吐出するオイルポンプ 1 7 が連結されている。オイルポンプ 1 7 により吐出された潤滑油は、内燃機関 1 の各部位に供給され、その一部は油圧機構 7 を介して可変動弁装置 3 (バルブタイミング可変機構 3 0) に供給される。また、内燃機関 1 の各部位を流通した後の潤滑油及び、可変動弁装置 3 から排出された潤滑油は、再びオイルパン 1 2 に戻される。

【 0 0 3 4 】

可変動弁装置 3 には、吸気バルブ 2 1 のバルブタイミング (以下、「バルブタイミング I N V T」) を変更するバルブタイミング可変機構 3 0 と、吸気バルブ 2 1 の最大のバルブリフト量 (以下、「最大バルブリフト量 I N V L」) を変更するバルブリフト量可変機構 9 0 とが設けられている。

【 0 0 3 5 】

バルブリフト量可変機構 9 0 は、最大バルブリフト量 I N V L を上限の最大バルブリフト量 (以下、「上限バルブリフト量 I N V L m a x」) と下限の最大バルブリフト量 (以下、「下限バルブリフト量 I N V L m i n」) との間で連続的に変更する。また、この最大バルブリフト量 I N V L の変更にともない吸気バルブ 2 1 の作用角 (クランクシャフト 1 6 の回転角度により示される同バルブの開弁期間) も変更される。

【 0 0 3 6 】

バルブリフト量可変機構 9 0 は、吸気バルブ 2 1 の上端に当接するロッカアーム 2 3 と吸気カムシャフト 2 2 との間に設けられ、シリンダヘッド 1 3 に対して揺動可能に支持されたアームアッシ 9 2 により構成されている。ロッカアーム 2 3 の一端はラッシュアジャスタ 2 4 によって支持され、他端は吸気バルブ 2 1 と接触している。

【 0 0 3 7 】

アームアッシ 9 2 は、吸気カムシャフト 2 2 の吸気カム 2 2 C により回転が入力される入力アーム 9 3 と、ロッカアーム 2 3 を揺動させる出力アーム 9 4 と、アームアッシ 9 2 に対して軸方向に移動するコントロールシャフト 9 1 とを備えている。アクチュエータの駆動によりコントロールシャフト 9 1 がアームアッシ 9 2 に対して軸方向に移動するとき、入力アーム 9 3 と出力アーム 9 4 との相対的な回転位相が変更される。そして、入力アーム 9 3 と出力アーム 9 4 とが互いに周方向の間隔を狭める方向に回転したときには、これにともない最大バルブリフト量 I N V L は小さくなる。一方、入力アーム 9 3 と出力アーム 9 4 とが互いに周方向の間隔を広げる方向に回転したときには、これにともない最大バルブリフト量 I N V L が大きくなる。

【 0 0 3 8 】

なお、本実施形態においては、バルブタイミング可変機構 3 0 及び油圧機構 7 及びバルブリフト量可変機構 9 0 及び電子制御装置 1 1 0 を含めて可変動弁装置 3 が構成されている。

【 0 0 3 9 】

制御装置 100 には、機関運転状態等をモニタする各種センサ、すなわちクランクポジションセンサ 111 及びカムポジションセンサ 112 を含む各種センサと、これらセンサの出力に基づいて各装置の動作を制御する電子制御装置 110 とが設けられている。クランクポジションセンサ 111 は、クランクシャフト 16 の付近に設けられて、同シャフト 16 の回転角度に応じた信号を出力する。カムポジションセンサ 112 は、吸気カムシャフト 22 の付近に設けられて、同シャフト 22 の回転角度に応じた信号を出力する。

【0040】

電子制御装置 110 は、バルブタイミング INVT を調整するバルブタイミング制御、最大バルブリフト量 INVL を調整するバルブリフト制御、及びバルブタイミング INVT 及び最大バルブリフト量 INVL を協調して調整するバルブ開閉特性協調制御等の各種制御を行う。

10

【0041】

この開閉特性協調制御においては、機関運転状態（機関負荷及び機関回転速度）に基づいてバルブタイミング INVT 及び最大バルブリフト量 INVL のそれぞれの目標値（以下、それぞれ「目標タイミング INVT_T」及び「目標最大リフト量 INVL_T」）を設定し、クランクポジションセンサ 111 及びカムポジションセンサ 112 の出力に基づいて算出されるバルブタイミング INVT 及び最大バルブリフト量 INVL をそれぞれの目標値に一致させるべくバルブタイミング可変機構 30 及びバルブリフト量可変機構 90 の制御が行われる。

【0042】

20

図 2 を参照して、バルブタイミング可変機構 30 の構成について説明する。なお図 2 (a) は、ハウジング本体 32 から図 2 (b) に示されるカバー 34 を取り外した状態での同可変機構 30 の平面構造を示す。また、カムシャフト 22 及びスプロケット 33 の回転方向を回転方向 RA とする。カムシャフト 22 は常にこの回転方向 RA に回転する。

【0043】

図 2 (a) に示されるようにバルブタイミング可変機構 30 には、クランクシャフト 16 に同期して回転するハウジングロータ 31 と、吸気カムシャフト 22 の端部に固定されることにより同シャフト 22 に同期して回転するベーンロータ 35 とにより構成されている。

【0044】

30

ハウジングロータ 31 は、タイミングチェーン（図示略）を介してクランクシャフト 16 と連結されることにより同シャフト 16 に同期して回転するスプロケット 33 と、スプロケット 33 の内側には、これと一体をなす態様で回転するハウジング本体 32 と、ハウジング本体 32 に取り付けられるカバー 34（図 2 (b) 参照）とから構成されている。

【0045】

ベーンロータ 35 は、このハウジング本体 32 内の空間に配置されてハウジング本体 32 にカバー 34（図 2 (b) 参照）が取り付けられることにより、同空間に収容される。

ハウジング本体 32 には、径方向においてベーンロータ 35 に向けて突出する 3 つの区画壁 31A が設けられている。ベーンロータ 35 には、ハウジング本体 32 に向けて突出し、区画壁 31A の間にある 3 つのベーン収容室 37 をそれぞれ進角室 38 及び遅角室 39 に区画する 3 つのベーン 36 が設けられている。

40

【0046】

進角室 38 は、1 つのベーン収容室 37 内においてベーン 36 よりも吸気カムシャフト 22 の回転方向 RA の後方側に位置するものであり、油圧機構 7 によるバルブタイミング可変機構 30 に対する潤滑油の供給状態に応じて容積が変化するものである。遅角室 39 は、1 つのベーン収容室 37 内においてベーン 36 よりも吸気カムシャフト 22 の回転方向 RA の前方側に位置するものであり、進角室 38 と同じく油圧機構 7 によるバルブタイミング可変機構 30 に対する潤滑油の供給状態に応じて容積が変化するものである。

【0047】

バルブタイミング可変機構 30 は、上記の構成に基づいてハウジングロータ 31 に対す

50

るベーンロータ 3 5 の回転位相を変更することにより、バルブタイミング I N V T を変化させる。同可変機構 3 0 によるバルブタイミング I N V T の変更は具体的には以下のように行われる。

【 0 0 4 8 】

進角室 3 8 への潤滑油の供給及び遅角室 3 9 からの潤滑油の排出により、ベーンロータ 3 5 がハウジングロータ 3 1 に対して進角側すなわち吸気カムシャフト 2 2 の回転方向 R A に回転するとき、バルブタイミング I N V T は進角側に变化する。ベーンロータ 3 5 がハウジングロータ 3 1 に対して最大限に進角側に回転したとき、すなわちベーンロータ 3 5 の回転位相が最進角位相 P M A X にあるとき、バルブタイミング I N V T は最も進角側のタイミング（以下、「最進角 I N V T m a x 」）に設定される。なお、最進角位相 P M A X としては、ベーン 3 6 が遅角室 3 9 側の区画壁 3 1 A に突き当てられる位置、あるいはベーン 3 6 が遅角室 3 9 側の区画壁 3 1 A 付近にある位置が設定される。

10

【 0 0 4 9 】

進角室 3 8 からの潤滑油の排出及び遅角室 3 9 への潤滑油の供給により、ベーンロータ 3 5 がハウジングロータ 3 1 に対して遅角側すなわち吸気カムシャフト 2 2 の回転方向 R A の後方側に回転するとき、バルブタイミング I N V T は遅角側に变化する。ベーンロータ 3 5 がハウジングロータ 3 1 に対して最大限に遅角側に回転したとき、すなわちベーンロータ 3 5 の回転位相が最遅角位相 P M I N にあるとき、バルブタイミング I N V T は最も遅角側のタイミング（以下、「最遅角 I N V T m i n 」）に設定される。ここでは最遅角位相 P M I N として、ベーン 3 6 が進角室 3 8 側の区画壁 3 1 A に突き当てられる直前の位置が設定されている。なお、最遅角位相 P M I N としては、ベーン 3 6 が進角室 3 8 側の区画壁 3 1 A に突き当てられる位置を採用することもできる。

20

【 0 0 5 0 】

進角室 3 8 及び遅角室 3 9 のそれぞれと油圧機構 7 との間における潤滑油の流通が遮断されることにより、すなわち進角室 3 8 及び遅角室 3 9 のそれぞれに潤滑油が保持されることにより、ハウジングロータ 3 1 とベーンロータ 3 5 との相対的な回転が不能とされるとき、バルブタイミング I N V T はそのときのタイミングに維持される。

【 0 0 5 1 】

バルブタイミング可変機構 3 0 には、ハウジングロータ 3 1 に対するベーンロータ 3 5 の回転範囲を最遅角位相 P M I N から最進角位相 P M A X までの範囲よりも制限する規制機構 4 が設けられている。

30

【 0 0 5 2 】

この規制機構 4 には、進角室 3 8 及び遅角室 3 9 の油圧にかかわらずハウジングロータ 3 1 に対するベーンロータ 3 5 の回転を規制して、バルブタイミング I N V T を最遅角 I N V T m i n に固定する位相固定機構 4 0 と、進角室 3 8 及び遅角室 3 9 の油圧にかかわらずハウジングロータ 3 1 に対するベーンロータの回転範囲を規制して、バルブタイミング I N V T を最進角 I N V T m a x よりも遅角側の特定のタイミング（以下、「進角規制角 I N V T m d l 」）と最遅角 I N V T m i n との範囲に規制する進角規制機構 5 0 とが設けられている。なお、この進角規制角 I N V T m d l としては最大バルブリフト量 I N V L が規制リフト量 I N V L X となるときに、バルブスタンプの発生を抑制することのできるバルブタイミングのうち最も進角側のものが設定されている。すなわち、バルブタイミング I N V T が進角規制角 I N V T m d l よりも遅角側にあるときには、最大バルブリフト量 I N V L に関わらずバルブスタンプの発生は抑制される。

40

【 0 0 5 3 】

位相固定機構 4 0 は、油圧機構 7 からの潤滑油の排出に基づいて動作し、ハウジングロータ 3 1 に対するベーンロータ 3 5 の回転位相が最遅角位相 P M I N にあるときに、ハウジングロータ 3 1 とベーンロータ 3 5 とを互いに係合してバルブタイミング I N V T を最遅角 I N V T m i n に保持する。

【 0 0 5 4 】

進角規制機構 5 0 は、油圧機構 7 からの潤滑油の供給に基づいて動作し、ハウジングロ

50

ータ 3 1 に対するベーンロータ 3 5 の回転位相が最遅角 $INVT_{min}$ と進角規制角 $INVT_{mdl}$ との間に対応する回転位相（以下、「進角規制位相 $PMDL$ 」）にあるときに、ハウジングロータ 3 1 に対するベーンロータ 3 5 の回転範囲を規制してバルブタイミング $INVT$ を最遅角 $INVT_{min}$ と進角規制角 $INVT_{mdl}$ との間に保持する。すなわち、進角規制機構 5 0 が働いている間には、ベーンロータは進角規制位相 $PMDL$ よりも進角側に移動しない。

【0055】

図 2 (b) を参照して、位相固定機構 4 0 及び進角規制機構 5 0 の構成について詳述する。なお、図 2 (b) は図 2 (a) の $DA-DA$ 線に沿う断面構造を示す。

図 2 (b) に示されるように、位相固定機構 4 0 は、ベーン 3 6 に設けられた規制ピン 6 0 と、同じくベーン 3 6 に設けられて油圧機構 7 により潤滑油が供給及び排出される作動室 6 6 と、また同じくベーン 3 6 に設けられて規制ピン 6 0 を一方向に押すばね 6 4 と、カバー 3 4 のカバー壁面 3 4 A に設けられたロック穴 4 1 とに構成されている。

【0056】

進角規制機構 5 0 は、ベーン 3 6 に設けられた収納室 3 6 A に収納される規制ピン 6 0 と、収納室 3 6 A 内であって規制ピン 6 0 の一部である区画体 6 2 とベーン 3 6 とに区画されて油圧機構 7 により潤滑油が供給及び排出される作動室 6 6 と、また同じく収納室 3 6 A 内の区画体 6 2 を挟んで対面側となるばね室 6 5 に設けられて規制ピン 6 0 を一方向に押すばね 6 4 と、ハウジングロータ 3 1 のロック穴 4 1 と対面するハウジング本体 3 2 のスプロケット壁面 3 3 A に設けられた規制溝 5 1 とで構成されている。

【0057】

このように、位相固定機構 4 0 及び進角規制機構 5 0 は共通する単一の規制ピン 6 0 をそれぞれの構成要素とするものであるため、一方の機構において規制ピン 6 0 が機能するときには他方の機構において同ピン 6 0 は機能しない。

【0058】

規制ピン 6 0 は、軸方向に連通孔 6 3 を備えるピン本体 6 1 と、作動室 6 6 の圧力が作用する区画体 6 2 を備えている。規制ピン 6 0 は、作動室 6 6 の潤滑油の力とばね 6 4 の力との関係に基づいて、ベーン 3 6 内に收容された位置（以下、「收容位置 P_0 」）と、ベーン 3 6 からスプロケット壁面 3 3 A に向けて突出した位置（以下、「第 2 突出位置 P_2 」）及びベーン 3 6 からカバー壁面 3 4 A に向けて突出した位置（以下、「第 1 突出位置 P_1 」）との間で移動する。作動室 6 6 の油圧は、規制ピン 6 0 に対してスプロケット壁面 3 3 A 方向に作用する。ばね 6 4 の力は、規制ピン 6 0 に対してカバー壁面 3 4 A 方向に作用する。以降では、收容位置 P_0 及び第 1 突出位置 P_1 から第 2 突出位置 P_2 に向かう方向を「第 2 突出方向 Z_2 」とし、收容位置 P_0 及び第 2 突出位置 P_2 から第 1 突出位置 P_1 に向かう方向を「第 1 突出方向 Z_1 」とする。

【0059】

また、ピン本体 6 1 のスプロケット側先端部 6 1 B とスプロケット壁面 3 3 A との間の空間及び、ピン本体 6 1 のカバー側先端部 6 1 A とカバー壁面 3 4 A との間の空間は連通孔 6 3 を介して連通している。

【0060】

油圧機構 7 により作動室 6 6 に対して潤滑油が排出されている、すなわち作動室 6 6 に対する潤滑油の状態が排出状態にあるとき、ばね 6 4 によるカバー壁面 3 4 A 方向の力により、規制ピン 6 0 に対してはこれを第 1 突出方向 Z_1 に動作させようとする力が生じる。そして、作動室 6 6 の潤滑油による規制溝 5 1 方向の力がばね 6 4 による第 1 突出方向 Z_1 の力を下回るようになる。これにより、規制ピン 6 0 に対してはこれを第 1 突出方向 Z_1 に動作させようとする力が生じる。そしてこの状態のもとで、ハウジング本体 3 2 に対するベーンロータ 3 5 の回転位相が最遅角位相 P_{MIN} にあるとき、すなわち規制ピン 6 0 とロック穴 4 1 との周方向の位置が一致しているとき、規制ピン 6 0 がベーン 3 6 から突出してロック穴 4 1 にはめ込まれる。これにより、規制ピン 6 0 とロック穴 4 1 との係合を通じてハウジングロータ 3 1 とベーンロータ 3 5 とが互いに固定されるため、これ

らの相対的な回転位相は最遅角位相 P M I N に保持される。

【 0 0 6 1 】

一方、油圧機構 7 により作動室 6 6 から潤滑油が供給されて作動室 6 6 が潤滑油により満たされるとき、すなわち作動室 6 6 に対する潤滑油の状態が供給状態にあるとき、作動室 6 6 の潤滑油による第 2 突出方向 Z 2 の力がばね 6 4 による第 1 突出方向 Z 1 の力を上回るようになる。これにより、規制ピン 6 0 に対してはこれを第 2 突出方向 Z 2 に動作させようとする力が生じる。そして規制ピン 6 0 がロック穴 4 1 にはめ込まれた状態のもとで、規制ピン 6 0 に対して第 2 突出方向 Z 2 の力が作用するとき、規制ピン 6 0 がロック穴 4 1 から離脱して第 2 突出方向 Z 2 に突出してスプロケット壁面 3 3 A に突き当たる。これにより、規制ピン 6 0 とロック穴 4 1 との係合によるハウジング本体 3 2 とベーンロータ 3 5 との固定が解除されて、ハウジング本体 3 2 に対するベーンロータ 3 5 の回転が許容される。

10

【 0 0 6 2 】

図 3 を参照して、バルブタイミング可変機構 3 0 と油圧機構 7 との間における潤滑油の流通態様について説明する。なお同図は、これら装置の間における油路の構成を模式的に示している。

【 0 0 6 3 】

油圧機構 7 は、ベーンロータ 3 5 の駆動を制御する第 1 油圧制御機構 7 0 と、規制ピン 6 0 の駆動を制御する第 2 油圧制御機構 8 0 とから構成されている。

第 1 油圧制御機構 7 0 は、作動油を遅角室 3 9 に供給又は排出する遅角室油路 7 2 と、進角室 3 8 に作動油を供給又は排出する進角室油路 7 3 と、作動油を油路に供給する第 1 供給油路 7 4 と、油路からの作動油を排出する第 1 排出油路 7 5 と、作動油の供給及び排出及び保持を制御する第 1 油圧制御弁 7 1 とを備えている。また、第 1 供給油路 7 4 には、オイルパン 1 2 からの作動油を吐出するオイルポンプ 1 7 が設けられている。

20

【 0 0 6 4 】

第 1 油圧制御弁 7 1 は、第 1 供給油路 7 4 及び第 1 排出油路 7 5 と進角室油路 7 3 及び遅角室油路 7 2 との接続状態を切り替えることにより、進角室 3 8 及び遅角室 3 9 に対する潤滑油の供給状態を変更する。

【 0 0 6 5 】

第 1 油圧制御弁 7 1 の制御により、遅角室油路 7 2 が第 1 排出油路 7 5 に接続されるとともに進角室油路 7 3 が第 1 供給油路 7 4 に接続されると、進角室油路 7 3 を介して進角室 3 8 に作動油が供給され且つ遅角室油路 7 2 を介して遅角室 3 9 の作動油が排出される。そしてこのとき、ベーンロータ 3 5 がハウジングロータ 3 1 に対して進角位相側に回転し、バルブタイミング I N V T が進角側に变化する。

30

【 0 0 6 6 】

第 1 油圧制御弁 7 1 の制御により、遅角室油路 7 2 が第 1 供給油路 7 4 に接続されるとともに進角室油路 7 3 が第 1 排出油路 7 5 と接続されると、進角室油路 7 3 を介して進角室 3 8 の作動油が排出され且つ遅角室油路 7 2 を介して遅角室 3 9 に作動油が供給される。そしてこのとき、ベーンロータ 3 5 がハウジングロータ 3 1 に対して遅角位相側に回転し、バルブタイミング I N V T が遅角側に变化する。

40

【 0 0 6 7 】

第 2 油圧制御機構 8 0 は、作動室 6 6 に作動油を供給する作動室供給油路 8 2 と、作動室 6 6 から作動油を排出する作動室排出油路 8 3 を備えている。さらに、第 2 油圧制御機構 8 0 は、オイルパン 1 2 から作動室 6 6 の作動油を供給する第 2 供給油路 8 4 と、油路からの作動油を排出する第 2 排出油路 8 5 と作動油の供給及び排出及び保持を制御する第 2 油圧制御弁 8 1 とを備えている。

【 0 0 6 8 】

第 2 油圧制御弁 8 1 は、作動室供給油路 8 2 及び作動室排出油路 8 3 と第 2 供給油路 8 4 及び第 2 排出油路 8 5 の接続状態を切り替えることにより、作動室 6 6 に対する潤滑油の供給状態を変更する。

50

【 0 0 6 9 】

そして、規制ピン 6 0 を第 2 突出方向 Z 2 に突出させるとき、すなわち進角規制機構 5 0 の規制溝 5 1 に規制ピン 6 0 をはめ込むときには、第 2 油圧制御弁 8 1 の駆動により、作動室供給油路 8 2 を第 2 供給油路 8 4 に接続して作動室 6 6 に作動油を供給する。一方、規制ピン 6 0 を第 1 突出方向 Z 1 に突出させるとき、すなわち位相固定機構 4 0 のロック穴 4 1 に規制ピン 6 0 をはめ込むときには、第 2 油圧制御弁 8 1 の駆動により、作動室排出油路 8 3 を第 2 排出油路 8 5 に接続して作動室 6 6 から作動油を排出する。

【 0 0 7 0 】

図 4 に、バルブタイミング可変機構 3 0 の断面構造を模式的に示す。なお、同図は、図 2 (a) の D B - D B 線に沿うバルブタイミング可変機構 3 0 の断面構造を平面上に展開したものについて、これを模式的に示している。

10

【 0 0 7 1 】

図 4 に示されるように、スプロケット 3 3 のベーン収容室 3 7 は、ベーン 3 6 により、進角室 3 8 及び遅角室 3 9 に区画されている。そして、カバー壁面 3 4 A にはロック穴 4 1 が、スプロケット壁面 3 3 A には規制ピン 6 0 の周方向の軌跡に沿う態様で規制溝 5 1 が形成されている。

【 0 0 7 2 】

図 4 (a) に示されるように、ベーン 3 6 すなわちベーンロータ 3 5 の回転位相が最遅角位相 P M I N にあり且つ作動室 6 6 の作動油が排出されているとき、規制ピン 6 0 がベーン 3 6 から第 1 突出方向 Z 1 方向に突出して第 1 突出位置 P 1 にあることによりそのカバー側先端部 6 1 A はロック穴 4 1 にはめ込まれた状態にある。これにより、ベーンロータ 3 5 とハウジングロータ 3 1 との相対回転位相が固定されて、バルブタイミング I N V T は最遅角 I N V T m i n に固定される。

20

【 0 0 7 3 】

そして、バルブタイミング可変機構 3 0 が図 4 (a) の状態にあるときに作動室 6 6 に作動油が供給されたとすると、この作動油の供給に基づく規制ピン 6 0 の移動によりバルブタイミング可変機構 3 0 は図 4 (b) の状態に移行する。

【 0 0 7 4 】

図 4 (b) に示されるように、ベーンロータ 3 5 の回転位相が最遅角位相 P M I N にあり且つ作動室 6 6 に油圧が供給されているとき、規制ピン 6 0 がベーン 3 6 から第 2 突出方向 Z 2 方向に突出して第 2 突出位置 P 2 に移動することによりそのスプロケット側先端部 6 1 B は規制溝 5 1 にはめ込まれた状態にある。そして、図 4 (b) の状態からベーンロータ 3 5 が進角することにより図 4 (c) に移行する。

30

【 0 0 7 5 】

図 4 (c) に示されるように、ベーンロータ 3 5 の回転位相が最遅角位相 P M I N と進角規制位相 P M D L との間にあり且つ作動室 6 6 に油圧が供給されているとき、規制ピン 6 0 がベーン 3 6 から第 2 突出方向 Z 2 方向に突出して第 2 突出位置 P 2 にあることによりそのスプロケット側先端部 6 1 B は規制溝 5 1 にはめ込まれた状態にある。そして、図 4 (c) の状態からベーンロータ 3 5 がさらに進角することによりバルブタイミング可変機構 3 0 の状態は図 5 (a) に移行する。

40

【 0 0 7 6 】

図 5 (a) に示されるように、規制ピン 6 0 が規制溝 5 1 にはめ込まれた状態にて最遅角位相 P M I N まで進角したとき、規制ピン 6 0 と規制溝 5 1 の端面との係合によりベーンロータ 3 5 のそれ以上の進角が規制される。このとき、バルブタイミング I N V T は進角規制角 I N V T m d l に維持される。すなわち、規制ピン 6 0 が規制溝 5 1 にはめ込まれた状態にあるとき、ベーンロータ 3 5 とハウジングロータ 3 1 との相対回転範囲が最遅角位相 P M I N から進角規制位相 P M D L の範囲に制限されて、バルブタイミング I N V T が進角規制角 I N V T m d l より進角することは規制される。

【 0 0 7 7 】

バルブタイミング可変機構 3 0 が図 5 (a) の状態にあるときに作動室 6 6 の作動油が

50

排出されたとすると、この作動油の排出に基づく規制ピン 60 の移動によりバルブタイミング可変機構 30 は図 5 (b) の状態に移行する。

【 0 0 7 8 】

図 5 (b) に示されるように、ベーンロータ 35 の回転位相が進角規制位相 P M D L にあり且つ作動室 66 の作動油が排出されているとき、規制ピン 60 がベーン 36 から第 1 突出方向 Z 1 に突出しようとする状態にあるもののカバー壁面 34 A に突き当たるため収容位置 P 0 に保持される。これにより、ベーンロータ 35 とハウジングロータ 31 との進角側または遅角側への相対回転位相が許容される。そして、図 5 (b) の状態からベーンロータ 35 が進角規制位相 P M D L を超えて進角することによりバルブタイミング可変機構 30 の状態は図 5 (c) に移行する。

10

【 0 0 7 9 】

図 5 (c) に示されるように、規制ピン 60 がベーン 36 に収容された状態にあるとき、ベーンロータ 35 は最進角位相 P M A X まで進角することが許容される。なお、ベーンロータ 35 の回転位相が進角規制位相 P M D L よりも進角側にあるときには、作動室 66 への作動油の給排状態にかかわらず規制ピン 60 は収容位置 P 0 に保持される。

【 0 0 8 0 】

ところで、図 6 (a) に示されるようにベーンロータ 35 が最遅角位相 P M I N と進角規制位相 P M D L との間の位相であって、進角規制位相 P M D L に近い位置にあるとき、規制溝 51 の最も進角室 38 側の部分と進角室 38 とが連通部 37 A において連通する。このとき、進角室 38 に供給される作動油が規制溝 51 内に流通する。このため、この作動油は規制ピン 60 に対して第 1 突出方向 Z 1 の力を付与する。このとき、規制ピン 60 に作用する圧力及び力について図 6 (b) を参照して詳述する。

20

【 0 0 8 1 】

規制ピン 60 のピン本体 61 のスプロケット側先端部 61 B には、規制溝 51 の作動油により第 1 突出方向 Z 1 の圧力 P O 1 が作用する。カバー側先端部 61 A には、カバー側先端部 61 A とカバー壁面 34 A との間に形成される空間 37 B 内の作動油により第 2 突出方向 Z 2 の圧力 P O 2 が作用する。

【 0 0 8 2 】

区画体 62 のスプロケット側面 62 A には、作動油に基づく圧力は作用しない。カバー側面 62 B には、作動室 66 の作動油により第 2 突出方向 Z 2 の圧力 P P が作用する。なお、区画体 62 のスプロケット側面 62 A には、ばね 64 に基づく力 F S が付与されている。

30

【 0 0 8 3 】

従って、規制ピン 60 に作用する力は以下ようになる。

第 1 突出方向 Z 1 には圧力 P O 1 に基づく力 F 1 及びばねの力 F S が作用する。

第 2 突出方向 Z 2 方向には圧力 P O 2 に基づく力 F 2 及び P P に基づく力 F P が作用する。

【 0 0 8 4 】

ここで、規制ピン 60 には連通孔 63 が設けられているため、作動油は規制ピン 60 のスプロケット側先端部 61 B とカバー側先端部 61 A との間で流通するため、圧力 P O 1 と圧力 P O 2 とは等しくなっている。このため力 F 1 と力 F 2 は相殺されることになる。

40

【 0 0 8 5 】

従って、規制ピン 60 の位置は、ばねの力 F S と作動室 66 内の圧力 P P による力 F P とに基づいて決定される。

ちなみに連通孔 63 を設けない場合には、進角室 38 と規制溝 51 とが連通部 37 A によって連通して進角室 38 の作動油が規制溝 51 に流入したとき、ピン本体 61 のスプロケット側先端部 61 B には進角室 38 から流入してきた作動油に基づく圧力によって規制ピン 60 に第 1 突出方向 Z 1 への力が付与されることになる。このため、規制ピン 60 は第 1 突出方向 Z 1 へと移動して収容位置 P 0 に保持されることになり、ベーンロータ 35 が進角規制位相 P M D L を超えて進角側に移動することを許容してしまう。一方、本実施

50

形態では規制ピン 60 に連通孔 63 を設けているため、進角室 38 から流入した作動油に基づいて規制ピン 60 が収容位置 P0 に保持されることは抑制される。

【0086】

図7を参照して、バルブタイミング $INVT$ 及び最大バルブリフト量 $INVL$ に基づく規制機構4の制御態様について、その一例を説明する。

バルブ開閉特性協調制御においては、目標タイミング $INVT$ 及び目標最大リフト量 $INVL$ により定められるバルブ開閉特性の要求値 $VTVL$ について、これがバルブタイミング $INVT$ 及び最大バルブリフト量 $INVL$ により定められるバルブ開閉特性領域上のいずれにあるかに基づいて規制機構4の制御が行われる。ここで、バルブ開閉特性領域は次の領域A～領域Fに区分される。

10

【0087】

領域Aは、最大バルブリフト量 $INVL$ が規制リフト量 $INVLX$ よりも大きく、且つバルブタイミング $INVT$ が進角規制角 $INVTmdl$ よりも遅角側にあるバルブ開閉特性領域を示す。

【0088】

領域Bは、最大バルブリフト量 $INVL$ が規制リフト量 $INVLX$ よりも大きく、且つバルブタイミング $INVT$ が進角規制角 $INVTmdl$ よりも進角側にあるバルブ開閉特性領域を示す。

【0089】

領域Cは、最大バルブリフト量 $INVL$ が規制リフト量 $INVLX$ よりも小さく、且つバルブタイミング $INVT$ が進角規制角 $INVTmdl$ よりも遅角側にあるバルブ開閉特性領域を示す。

20

【0090】

領域Dは、最大バルブリフト量 $INVL$ が規制リフト量 $INVLX$ よりも小さく、且つバルブタイミング $INVT$ が進角規制角 $INVTmdl$ よりも進角側にあるバルブ開閉特性領域を示す。

【0091】

領域Eは、上記領域Bのうちの進角側且つ大リフト側の領域であり、最大バルブリフト量 $INVL$ 及びバルブタイミング $INVT$ が当該領域Eに設定されているときにバブルスタンプが生じるバルブ開閉特性領域を示す。

30

【0092】

領域Fは、機関運転状態に基づくバルブ開閉特性の変更が行われるときの基本的な使用領域を示す。すなわち、通常の機関運転状態においては、機関負荷及び機関回転速度等の変化に基づいて当該領域F内にてバルブ開閉特性が変化しよう可変動弁装置3の制御が行われる。

【0093】

要求値 $VTVL$ が領域F内にて変化するとき、規制機構4は次のように駆動する。

要求値 $VTVL$ が領域Aにあるとき、進角規制機構50が係合状態に設定され、これによりバルブタイミング $INVT$ の変更可能範囲が最遅角 $INVTmin$ から進角規制角 $INVTmdl$ までの間に制限される。またこの状態において、ベーンロータ35の回転位相が進角規制位相 $PMDL$ に達したとき、進角規制機構50によりベーンロータ35のそれ以上の進角側への回転が規制される。

40

【0094】

要求値 $VTVL$ の属する領域が領域Aから領域Cに変化するとき、進角規制機構50が係合状態から解除状態に操作され、これによりバルブタイミング $INVT$ の変更可能範囲は最遅角 $INVTmin$ から最進角 $INVTmax$ までの間に拡大される。

【0095】

要求値 $VTVL$ の属する領域が領域Cから領域Dに変化するとき、進角規制機構50の解除状態が保持され、これによりバルブタイミング $INVT$ の変更可能範囲は最遅角 $INVTmin$ から最進角 $INVTmax$ までの間に維持される。

50

【 0 0 9 6 】

なお、領域 B のうちバルブスタンプが生じるおそれのある部分は領域 E に限られるものの、ここでは実際のバルブタイミング I N V T 及び最大バルブリフト量 I N V L が領域 B に属することのないように可変動弁装置 3 の制御が行われる。

【 0 0 9 7 】

以上説明した本実施形態によれば以下の効果を奏することができる。

(1) 本実施形態の可変動弁装置 3 の規制機構 4 は、ロック穴 4 1 と規制溝 5 1 とを含めて構成されている。ロック穴 4 1 にはハウジングロータ 3 1 に設けられて、ベーン 3 6 に收容される收容位置 P 0 とベーンロータ 3 5 から突出した第 1 突出位置 P 1 及び第 2 突出位置 P 2 との間で移動する規制ピン 6 0 が、第 1 突出位置 P 1 にある規制ピン 6 0 がはめ込まれる。規制溝 5 1 はハウジングロータ 3 1 に設けられて第 2 突出位置 P 2 にある規制ピン 6 0 がはめ込まれる。そしてこの可変動弁装置 3 は、規制ピン 6 0 がロック穴 4 1 にはめ込まれた状態にあるときにハウジングロータ 3 1 とベーンロータ 3 5 との相対回転位相が固定され、規制ピン 6 0 が規制溝 5 1 にはめ込まれた状態にあるときにハウジングロータ 3 1 とベーンロータ 3 5 との相対回転範囲が最遅角位相 P M I N から最進角位相 P M A X までの範囲よりも小さい範囲に制限されるようにしている。

【 0 0 9 8 】

一つの規制ピン 6 0 を第 1 及び第 2 突出位置 P 2 においてロック穴 4 1 及び規制溝 5 1 とはめ込むことによりベーンロータ 3 5 のハウジングロータ 3 1 に対する回転を禁止もしくは規制しているため、一つの規制ピン 6 0 でベーンロータ 3 5 のハウジングロータ 3 1 の相対回転位相の固定及び相対回転範囲の制限をすることができるようになる。従って、バルブスタンプを抑制する機能及びバルブタイミング I N V T を固定する機能を備えるとともに、これら機能を実現するための構造の複雑化を抑制することができるようになる。

【 0 0 9 9 】

(2) 本実施形態では、規制ピン 6 0 が規制溝 5 1 にはめ込まれた状態にあるときにハウジングロータ 3 1 とベーンロータ 3 5 との相対回転の範囲が最進角位相 P M A X よりも遅角側にある進角規制位相 P M D L から最遅角位相 P M I N までの範囲に制限されるようにしている。

【 0 1 0 0 】

規制ピン 6 0 が規制溝 5 1 とはめ込まれた状態にあるとき、ベーンロータ 3 5 は、ハウジングロータ 3 1 に対して進角規制位相 P M D L を超えて進角側に回転することが規制される一方、ベーンロータ 3 5 が遅角側に回転するときには最遅角位相 P M I N に至るまでその回転が許容される。

【 0 1 0 1 】

(3) 本実施形態では、規制ピン 6 0 がロック穴 4 1 にはめ込まれた状態にあるときにハウジングロータ 3 1 に対するベーンロータ 3 5 の回転位相が最遅角位相 P M I N に固定されるようにしている。

【 0 1 0 2 】

規制ピン 6 0 がロック穴 4 1 と係合した状態にあるとき、ベーンロータ 3 5 は、最遅角位相 P M I N にてハウジングロータ 3 1 に対して固定される。

(4) 本実施形態では、規制ピン 6 0 は、ベーンロータ 3 5 に対して同回転体の軸方向の一方に突出して收容位置から第 1 突出位置 P 1 に移動し、ベーンロータ 3 5 に対して同回転体の軸方向の他方に突出して收容位置 P 0 から第 2 突出位置 P 2 に移動するようにしている。また、可変動弁装置 3 は、バルブタイミング可変機構 3 0 及び規制機構 4 のそれぞれに対する作動油の給排を通じてこれら機構を操作する油圧機構 7 をさらに備えるものである。規制機構 4 には、油圧機構 7 から供給される作動油により規制ピン 6 0 を第 2 突出位置 P 2 に向けて押す作動室 6 6 と、規制ピン 6 0 を第 1 突出位置 P 1 に向けて押すばね 6 4 とが設けられる。そして、これら作動室 6 6 及びばね 6 4 の力の関係により規制ピン 6 0 を收容位置 P 0 と第 1 突出位置 P 1 及び第 2 突出位置 P 2 の間で移動させるようにしている。

【0103】

可変動弁装置3の油圧機構7を通じて作動室66に供給される作動油及びばね64がそれぞれ規制ピン60に対して第1突出方向Z1及び第2突出方向Z2への力を付与するため、規制ピン60の移動及び位置の保持を実現するために新たに油圧機構7を新たに設ける必要がない。

【0104】

(5)本実施形態では、バルブタイミング可変機構30は、ベーンロータ35の軸方向において同ロータ35を介して互いに対向するカバー34及びスプロケット33のそれぞれにロック穴41及び規制溝51が設けられている。そして、規制ピン60は、カバー側先端部61Aとロック穴41が設けられるカバー34との間にある空間と規制溝51とを

10

【0105】

規制ピン60が第2突出位置P2に突出し、規制溝51にはめ込まれた状態において、作動油が給排される進角室38と規制溝51とが連通することがある。このとき、進角室38の作動油が規制溝51内に流入すると、規制ピン60に対してこの流入した作動油に基づく力が付与されてしまうことになる。すると、規制ピン60がこの力に基づいて第1突出位置P1側に移動してしまうおそれが生じる。

【0106】

そこで本実施形態では、規制ピン60に連通孔を設けてカバー側先端部61Aとスプロケット側先端部61Bとの間で作動油を流通させるようにしているため、作動油の進角室38と規制溝51が連通したとしても、規制溝51に流入した作動油に基づいて規制ピン60が移動してしまうことが抑制される。従って、規制ピン60の位置を好適に保持できるようになる。

20

【0107】

(6)本実施形態の可変動弁装置3は、吸気バルブ21の最大バルブリフト量を変更するバルブリフト量可変機構90をさらに備えるものである。そして、規制機構4は、吸気バルブ21の最大バルブリフト量INVLが規制リフト量INVLXよりも大きい値に設定されることに基いて、ハウジングロータ31とベーンロータ35との相対回転範囲を最遅角位相PMINから最進角位相PMAxまでの範囲よりも小さい範囲に制限するようにしている。

30

【0108】

ベーンロータ35がハウジングロータ31に対して進角規制位相PMDLを超えて進角することを規制する規制機構4について、規制ピン60をハウジングロータ31またはベーンロータ35に収容する動作がこれら回転体の相対的な回転により妨げられることを抑制することができるようになる。

【0109】

(その他の実施形態)

なお、本発明の実施態様は上記実施形態に限られるものではなく、例えば以下に示す態様をもって実施することもできる。

【0110】

40

・上記実施形態では、規制機構4の位相固定機構40としてベーンロータ35の回転位相を最遅角位相PMINに固定するものを採用したが、最遅角位相PMINと最進角位相PMAxとの間にある所定の中間位相に固定する位相固定機構40を採用することもできる。

【0111】

・上記実施形態では、進角規制機構50は最進角INVTmaxよりも遅角側の進角規制角INVTmdlに対応する進角規制位相PMDLと最遅角INVTminに対応する最遅角位相PMINとの間でスプロケット33に対するベーンロータ35の回転位相を規制したが、進角規制機構50による規制範囲はこれに限られるものではない。例えば、最進角INVTmaxに対応する最進角位相PMAxと最遅角位相PMINよりも進角側に

50

ある所定位相との範囲にベーンロータ 3 5 の回転範囲を制限することもできる。あるいは、最進角位相 P M A X よりも遅角側の位相と、これよりもさらに遅角側の位相且つ最遅角位相 P M I N よりも進角側の位相との間の範囲にベーンロータ 3 5 の回転範囲を制限することもできる。

【 0 1 1 2 】

・上記実施形態では、吸気バルブ 2 1 のバルブタイミング I N V T を変更する可変動弁装置 3 について本発明を適用したが、排気バルブ 2 5 のバルブタイミング変更する可変動弁装置についても同様に本発明を適用することができる。排気バルブにおいては、遅角側の位相においてバルブスタンプが起きることが懸念される。すなわちこの場合、排気バルブの最大バルブリフト量が所定のバルブリフト量を超えると、遅角規制位相を超えてベーンロータが遅角側に回転することを規制する規制機構と規制ピンとが係合する構成とする。これにより、バルブタイミング可変機構においてベーンロータが遅角規制位相に対応する回転位相を超えて回転することが規制されるため、排気バルブとピストンとの衝突が生じることは回避されるようになる。

【 0 1 1 3 】

・上記実施形態では、ピン本体 6 1 に連通孔 6 3 を設けることにより、進角室 3 8 と規制溝 5 1 との連通時に進角室 3 8 から規制溝 5 1 に流入した作動油に起因した規制ピン 6 0 の移動が抑制されるようにしたが、例えば次の各構成により同様の効果を奏することもできる。

【 0 1 1 4 】

(A) 図 5 (b) にて示されるピン本体 6 1 のカバー側先端部 6 1 A の面すなわち、進角室 3 8 から流入した作動油に基づくカバー壁面 3 4 A 方向への力を受ける面の面積を、区画体 6 2 のスプロケット側面 6 2 A の面積に対して小さなものとする。すると、作動室 6 6 の作動油に基づく圧力に対して進角室 3 8 から流入した作動油に起因する圧力が小さなものとなるため、規制ピン 6 0 の第 1 突出方向 Z 1 への移動が抑制される。

【 0 1 1 5 】

(B) 作動室 6 6 に供給する作動油の量を調整することで規制ピン 6 0 の位置を制御する構成とする。すなわち、進角室 3 8 から規制溝 5 1 内への作動油の流入があるときには、流入する作動油の圧力に基づいて作動室 6 6 へ作動油を供給する。

【 0 1 1 6 】

・上記実施形態では、規制ピン 6 0 に連通孔 6 3 を設けたが、連通孔 6 3 を省略することもできる。この場合にも、規制溝 5 1 の位置や大きさの変更を通じて収容室 3 7 と規制溝 5 1 とが連通しない構成することにより、実施形態の (5) 以外の効果を得ることができる。

【 0 1 1 7 】

・上記実施形態では、ベーン 3 6 の周方向中央に規制ピン 6 0 を設けたが、中央に限らずいずれの位置であっても良い。

・上記実施形態では、カバー壁面 3 4 A にロック穴 4 1 を設け、スプロケット壁面 3 3 A に規制溝 5 1 を設けたが、カバー壁面 3 4 A に規制溝 5 1 を設け、スプロケット壁面 3 3 A にロック穴 4 1 を設ける構成としても良い。

【 0 1 1 8 】

・上記実施形態では、収納室 3 6 A のカバー壁面 3 4 A 側に作動室 6 6 を設けるようにしたが、スプロケット壁面 3 3 A 側に作動室 6 6 を設けるようにしても良い。このような構成のときは、作動室 6 6 への作動油の供給及び排出状態を規制ピン 6 0 とロック穴 4 1 及び規制溝 5 1 との係合動作と整合させることで、上記実施形態に準じた効果を得ることができる。

【 0 1 1 9 】

・上記実施形態では、バルブタイミング可変機構及びバルブリフト量可変機構を併せて備える可変動弁装置に対して本発明を適用したが、同装置からバルブリフト量可変機構を省略したものについて本発明を適用することもできる。

【 0 1 2 0 】

この場合には、バルブリフト量可変機構が省略されることにより、最大バルブリフト量 I N V L に基づく規制ピンの制御がなされなくなるとはいえ、その他の要求に基づいて規制ピンによるバルブタイミング I N V T の規制を行うことはできる。例えば、バルブオーバーラップの大きさを所定期間よりも大きいものに制限すべく制御上にてバルブタイミング I N V T の遅角量の上限值が設定される場合において、このバルブオーバーラップの制限を補助すべく規制ピンを突出した状態に維持することが考えられる。

【 0 1 2 1 】

この構成によれば、通常ではバルブタイミング I N V T が遅角量の上限值を超えて遅角されることは制御上にて規制されるものの、何らかの理由によりバルブタイミング I N V T が上限値を超えて遅角側に変更されることもある。このとき、遅角量の上限值が遅角規制位相に対応する規制角よりも進角側に設定されている場合には、上述のようにバルブタイミング I N V T が遅角量の上限值を超えたとしても、規制角を超えて遅角することは規制ピンにより制限されるようになる。

10

【 0 1 2 2 】

このように、規制ピンを突出状態に維持する構成を採用した場合には、バルブタイミング I N V T が遅角量の上限值を超えたときにこれを上回る量は規制ピンによる規制が行われない場合よりも小さくなる。すなわち、バルブリフト量可変機構を省略した構成においても、規制ピンによるバルブタイミング I N V T の規制を行うことの意義はある。

【 0 1 2 3 】

そして、上記にて例示した構成をはじめとして最大バルブリフト量からの要求とは別の要求に基づいて規制ピンを操作するものについて、これに対して本発明を適用した当該変形例によれば、上記実施形態と同様に規制機構の構成を簡略化することができる。

20

【 0 1 2 4 】

・結局のところ、ハウジングとベーンロータとの相対回転の範囲を最遅角位相から最進角位相までの範囲よりも制限する規制機構を備える可変動弁装置であればいずれのものに対しても本発明を適用することは可能であり、その場合にも上記実施形態の効果に準じた効果が奏せられるようになる。

【 符号の説明 】

【 0 1 2 5 】

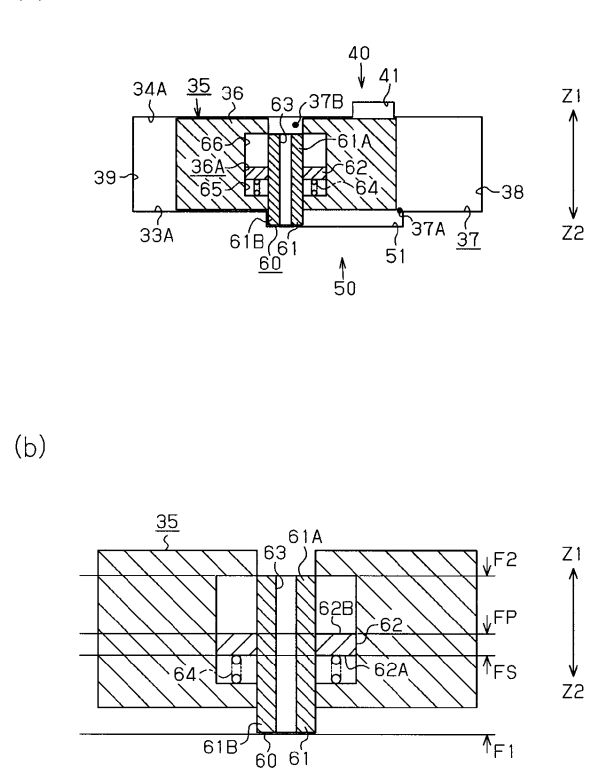
1 ... 内燃機関、10 ... 機関本体、11 ... シリンダブロック、12 ... オイルパン、13 ... シリンダヘッド、14 ... 燃焼室、15 ... ピストン、16 ... クランクシャフト、17 ... オイルポンプ、21 ... 吸気バルブ、22 ... 吸気カムシャフト、22C ... 吸気カム、23 ... ロックアーム、24 ... ラッシュアジャスタ、25 ... 排気バルブ、26 ... 排気カムシャフト、3 ... 可変動弁装置、30 ... バルブタイミング可変機構、31 ... ハウジングロータ（入力回転体）、31A ... 区画壁、32 ... ハウジング本体、33 ... スプロケット（第2部位）、33A ... スプロケット壁面、34 ... カバー（第1部位）、34A ... カバー壁面、35 ... ベーンロータ（出力回転体）、36 ... ベーン、36A ... 収納室、37 ... ベーン収容室、37A ... 連通部、37B ... 空間、38 ... 進角室、39 ... 遅角室、4 ... 規制機構、40 ... 位相固定機構、41 ... ロック穴（規制穴）、50 ... 進角規制機構、51 ... 規制溝、60 ... 規制ピン（規制体）、61 ... ピン本体（規制本体）、61A ... カバー側先端部、61B ... スプロケット側先端部、62 ... 区画体（規制区画体）、62A ... スプロケット側面、62B ... カバー側面、63 ... 連通孔、64 ... ばね、65 ... ばね室、66 ... 作動室、7 ... 油圧機構、70 ... 第1油圧制御機構、71 ... 第1油圧制御弁、72 ... 遅角室油路、73 ... 進角室油路、74 ... 第1供給油路、75 ... 第1排出油路、80 ... 第2油圧制御機構、81 ... 第2油圧制御弁、82 ... 作動室供給油路、83 ... 作動室排出油路、84 ... 第2供給油路、85 ... 第2排出油路、90 ... バルブリフト量可変機構、91 ... コントロールシャフト、92 ... アームアッシ、93 ... 入力アーム、94 ... 出力アーム、100 ... 制御装置、110 ... 電子制御装置、111 ... クランクポジションセンサ、112 ... カムポジションセンサ。

30

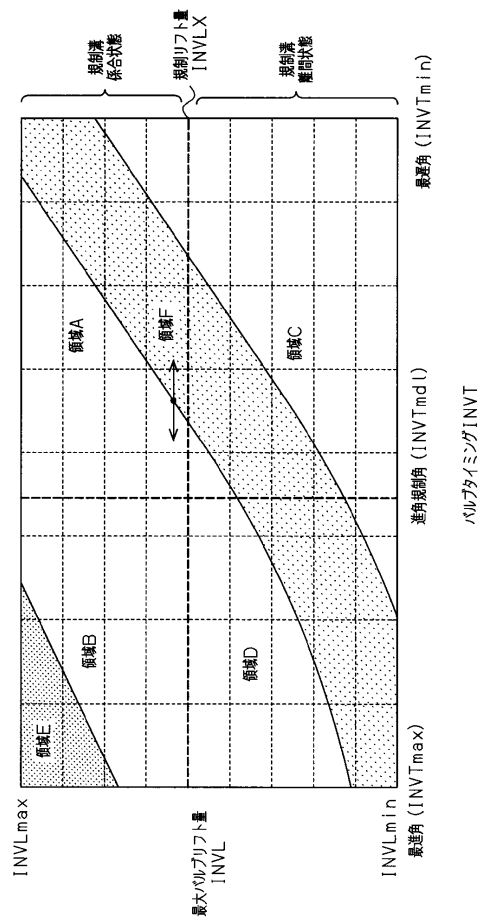
40

【 図 6 】

(a)



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 沼倉 雅樹

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車 株式会社内

Fターム(参考) 3G018 AA05 AB02 AB17 BA09 BA29 CA19 DA20 DA70 DA74 EA33

FA01 FA07 GA14 GA18