

(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2011-69376

(P2011-69376A)

(43) 公開日 平成23年4月7日(2011.4.7)

(51) Int.Cl.  
F 0 1 L 13/00 (2006.01)

F 1  
F 0 1 L 13/00 3 0 1 J

テーマコード(参考)  
3 G 0 1 8

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2011-5819 (P2011-5819)  
(22) 出願日 平成23年1月14日 (2011.1.14)  
(62) 分割の表示 特願2007-172032 (P2007-172032)  
の分割  
原出願日 平成19年6月29日 (2007.6.29)

(71) 出願人 000006286  
三菱自動車工業株式会社  
東京都港区芝五丁目33番8号  
(74) 代理人 100090022  
弁理士 長門 侃二  
(72) 発明者 村田 真一  
東京都港区芝五丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内  
Fターム(参考) 3G018 AA05 AB05 AB18 BA17 BA19  
CA13 DA02 DA04 DA10 DA13  
DA15 DA19 FA06 FA07 FA08  
GA03 GA06

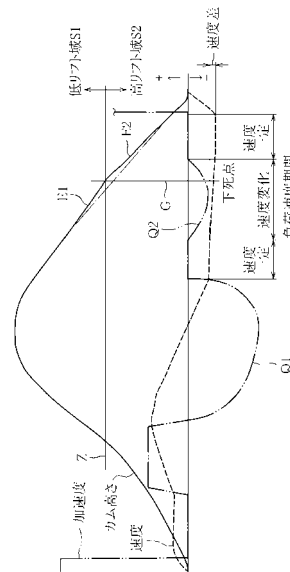
(54) 【発明の名称】 内燃機関の可変動弁装置

(57) 【要約】

【課題】本発明は、車両の低・中負荷運転時の高応答性能と、車両の高負荷運転時の高出力性能との双方が両立可能な内燃機関の可変動弁装置を提供する。

【解決手段】本発明の可変動弁装置は、低リフト域S1に制御されたときの閉弁特性と、高リフト域S2に制御されたときの閉弁特性とを、車両の要求運転特性にしたがい変更させる閉弁特性変更手段として、カムの下り区間を形成するカムプロファイルを、吸気バルブ用カムのトップ付近で生ずるピークの負加速度値が低リフトの閉弁タイミングで用いられる低リフト域のとき減じ、該低リフト域と高リフトの閉弁タイミングで用いられる高リフト域の境界で再び増え、その後の高リフト域で再び減じするように設定した。同構成により、低リフト時の閉弁は、低・中負荷運転に適した閉弁特性で行え、高リフト時の閉弁は、高負荷運転に適した速い閉弁特性で行える。

【選択図】 図 1 4



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

吸気バルブ用カムを有するカムシャフトと、

前記吸気バルブ用カムを受けてバルブ駆動出力を出力し、当該バルブ駆動出力を、前記吸気バルブ用カムのカムプロファイルの各部の使い分けにより、低リフト域から高リフト域まで可変制御する可変動弁機構と、

前記低リフト域に制御されたときの閉弁特性と、前記高リフト域に制御されたときの閉弁特性とを、車両の要求運転特性にしたがい変更させる閉弁特性変更手段とを有し、

前記閉弁特性変更手段は、前記カムの下り区間を形成するカムプロファイルが、前記吸気バルブ用カムが回動変位したとき前記吸気バルブ用カムのトップ付近で生ずるピークの負加速度値が前記低リフトの閉弁タイミングで用いられる低リフト域のとき減じ、該低リフト域と高リフトの閉弁タイミングで用いられる高リフト域の境界で再び増え、その後の高リフト域で再び減じるように設定されてなることを特徴とする内燃機関の可変動弁装置。

10

## 【請求項 2】

前記閉弁特性変更手段は、前記低リフト域に制御されたときの閉弁速度より前記高リフト域に制御されたときの閉弁速度を早くすることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の可変動弁装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

20

本発明は、バルブを駆動するバルブ駆動出力を連続的に制御する内燃機関の可変動弁装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

自動車に搭載されるレシプロ式のエンジン（内燃機関）では、エンジンの排出ガスの対策やポンピングロスの改善を図るために、シリンダヘッドに、少なくとも吸気バルブのバルブ特性を連続的に制御する可変動弁装置を搭載することが行われる。

こうした可変動弁装置の多くは、吸入空気量の調整を担うために、バルブリフト量を連続的に変化させる可変動弁機構が用いられる。この可変動弁機構には、カムシャフトに形成されている吸気バルブ用カム（回転カム）のカム変位を受けてバルブ駆動出力を出力させる構造と、得られるバルブ駆動出力（バルブリフト量や開閉タイミングや開弁期間など）を、制御シャフトから入力される回動変位にしたがい連続的に可変させる構造とを組み合わせた装置が用いられる。

30

## 【0003】

多くは、制御シャフトの操作により、最小の低リフトのとき、吸気バルブ用カムのトップ側のカムプロファイルだけを使用して吸気バルブを駆動し、最大の高リフトのとき、吸気バルブ用カムのトップ部からベース円のまでの全域のカムプロファイルを使用して吸気バルブを駆動するといったように、吸気バルブ用カムのカムプロファイルの各部を使い分けて、低リフト域から高リフト域までを連続的に可変させる構造が用いられる（例えば特許文献 1 を参照）。

40

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献 1】特開 2005 - 299536 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

ところで、通常、カムシャフトのカムは、図 15 に示されるような車両のある特定の要求運転を考慮して、上り区間 a と下り区間 b との全体を規定したバルブリフト曲線のカムプロファイルをもつ。

50

ところが、可変動弁装置を搭載したエンジンは、スロットルバルブの代わりに可変動弁装置が用いられる。このため、可変動弁装置にも、スロットルバルブで得ていた種々の性能が求められる。具体的には、スロットルバルブで吸入空気量を制御するエンジンでは、スロットルバルブを用いて、車両の市街地走行のときは（負荷：小）、安定して性能が発揮されるよう、低・中負荷の変化に俊敏にエンジン出力を追従させることを行ったり、高速走行や山岳路の走行では（負荷：高）、できるだけエンジン出力を高めることを行ったりしていた。

#### 【0006】

ところが、通常並みのカムプロファイルとした吸気バルブ用カムを用いた可変動弁装置は、特定の要求運転を考慮したカムのカムプロファイルの各部が使い分けられるだけなので、低・中負荷運転時における低リフトに制御されている際の高応答性が得られず、高負荷運転時における高リフトに制御されている際のエンジン出力特性も十分に得られなかった。

10

#### 【0007】

そこで、本発明の目的は、車両の低・中負荷運転時の高応答性能と、車両の高負荷運転時の高出力性能との双方が両立可能な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】

#### 【0008】

請求項1に記載の発明は、上記目的を達成するために、吸気バルブ用カムを有するカムシャフトと、吸気バルブ用カムを受けてバルブ駆動出力を出力し、当該バルブ駆動出力を、吸気バルブ用カムのカムプロファイルの各部の使い分けにより、低リフト域から高リフト域まで可変制御する可変動弁機構と、低リフト域に制御されたときの閉弁特性と、前記高リフト域に制御されたときの閉弁特性とを、車両の要求運転特性にしたがい変更させる閉弁特性変更手段とを有し、閉弁特性変更手段は、カムの下り区間を形成するカムプロファイルが、吸気バルブ用カムが回動変位したとき吸気バルブ用カムのトップ付近で生ずるピークの負加速度値が低リフトの閉弁タイミングで用いられる低リフト域のとき減じ、該低リフト域と高リフトの閉弁タイミングで用いられる高リフト域の境界で再び増え、その後の高リフト域で再び減じるように設定されてなることとした。

20

#### 【0009】

同構成により、低リフト時の閉弁や高リフト時の閉弁において車両の要求運転特性に合わせた適切な閉弁特性が得られる。

30

好ましくは、閉弁特性は閉弁速度であって、低リフト時の閉弁は、低・中負荷運転に適する遅い閉弁速度の閉弁タイミングで行われ、高リフト時の閉弁は、高負荷運転に適する速い閉弁速度の閉弁タイミングで行える。実際バルブリフトは複数のカムやロッカアームの合成により得られるが、閉弁特性を制御するのはクランクと同調して回転するカムにて最初に設定するのが望ましい。なお、ここでの閉弁速度はバルブのリフトが低下し、バルブシートに着座時点を含む最大バルブリフトの1/3以下のリフト領域の弁速度を指す。

#### 【0010】

請求項2に記載の発明は、閉弁特性は閉弁速度であって、低リフト域に制御されたときの閉弁速度より前記高リフト域に制御されたときの閉弁速度を早くする。

40

#### 【発明の効果】

#### 【0011】

請求項1の発明によれば、低リフトに制御されるときは、低・中負荷運転に適した閉弁特性で閉弁が行え、可変応答性が高められる。高リフトに制御されるときは、高負荷運転に適した閉弁特性で閉弁が行え、出力が高められ、バルブリフト変化は最適化される。しかも、吸気バルブ用カムの下り区間のカムプロファイルを、吸気バルブ用カムで生ずる負加速度値が低リフト域のときに減じ、高リフトへ変化するとき再び増えるように設定するという、簡単なカムプロファイルの設定の仕方でも、簡単に低リフト運転時の高応答性と高リフト運転時の高出力性能を確保することができる。

50

## 【 0 0 1 2 】

請求項 2 の発明によれば、低リフト域に制御されたときの閉弁速度より高リフト域に制御されたときの閉弁速度を早くすることにより、低リフト域の運転時は、低・中負荷の変化にエンジン出力を応答性よく追従させることができ、高リフト域の運転時は、閉弁速度の増大によりエンジン出力を高めることができる。それ故、車両の低・中負荷運転時の高応答性能と、車両の高負荷運転時の高出力性能との双方を確保することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 1 3 】

【 図 1 】本発明の基礎となる技術を説明する実施形態に係る内燃機関の概観を示す斜視図。

10

【 図 2 】図 1 中の A - A 線に沿う断面図。

【 図 3 】ロッカカバーやタイミングチェーンカバーを取り外して可変動弁装置を露出させた内燃機関の斜視図。

【 図 4 】同可変動弁装置をシリンダヘッドから取り外した斜視図。

【 図 5 】図 3 中の B - B 線に沿う可変動弁装置の断面図。

【 図 6 】図 3 中の C - C 線に沿う可変動弁装置の断面図。

【 図 7 】連続可変特性を説明するための線図。

【 図 8 】低リフト域および高リフト域とで閉弁速度を変えるカムプロフィールを説明する線図。

【 図 9 】可変動弁装置の高リフト時の動きを説明するための断面図。

20

【 図 1 0 】同じく断面図。

【 図 1 1 】可変動弁装置の低リフト時の動きを説明するための断面図。

【 図 1 2 】同じく断面図。

【 図 1 3 】別の発明の実施形態の要部の技術を説明する線図。

【 図 1 4 】本発明の一実施形態の要部の技術を説明する線図。

【 図 1 5 】通常のエンジンに用いられるカムの特性を説明する線図。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 4 】

まず、本発明の基礎となる技術を図 1 ~ 図 1 2 に示す実施形態から説明する。

図 1 は、内燃機関、例えば直列 4 気筒レシプロ式ガソリンエンジンの本体の斜視図、図 2 は図 1 中の A - A 線に沿う断面図、図 3 は図 1 中のロッカカバー、タイミングチェーンカバーを取り外したエンジンの斜視図、図 4 は図 3 中の動弁系を取り外した分解斜視図、図 5 は図 3 中の B - B 線に沿う可変動弁装置の断面図、図 6 は図 3 中の C - C 線に沿う可変動弁装置の断面図、図 7 はバルブリフト性能の線図、図 8 はカムバルブリフト曲線の線図、図 9 ~ 図 1 2 は可変動弁装置の各部の動きを示す断面図をそれぞれ示している。

30

## 【 0 0 1 5 】

図 1 中 1 は、エンジン本体を構成するシリンダブロック、2 は同じくシリンダブロック 1 の上部に搭載されたシリンダヘッド、3 は同じくシリンダヘッド 2 の上方を覆うロッカカバー、4 は同じくシリンダブロック 1 の下部に設けられたオイルパン、1 a はシリンダブロック 1 の前部に設けられたタイミングチェーンカバーである。

40

シリンダブロック 1 には、図 5 に示されるようにエンジンの前後方向に沿って 4 つの気筒 6 (一部だけ図示) が形成されている。これら気筒 6 には、ピストン 7 がそれぞれ往復動可能に収められている。これらピストン 7 が、コンロッド 8、クランクピン 9 a を介して、シリンダブロック 1 の前後方向に配設されたクランクシャフト 9 に連結され、ピストン 7 から伝わる往復運動が回転運動に変換されながらクランクシャフト 9 へ出力されるようにしている。

## 【 0 0 1 6 】

シリンダヘッド 2 の下面には、図 5 に示されるように 4 つの気筒 6 にならってそれぞれ燃焼室 1 1 が形成されている。これら燃焼室 1 1 の両側には、一对の吸気ポート 1 2、一对の排気ポート 1 3 (いずれも片側だけ図示) が形成してある。シリンダヘッド 2 の上部

50

中央は前後方向に渡り凹んでいる。そして、凹部 2 a の両側がそれぞれ側方に張り出している。また燃焼室 1 1 の両側には、気筒 6 毎、吸気ポート 1 2 を開閉する吸気バルブ 1 4、排気ポート 1 3 を開閉する排気バルブ 1 5 が設けられている。なお、吸気バルブ 1 4、排気バルブ 1 5 は、いずれもバルブスプリング 1 6 によって閉じる方向へ付勢される常閉式である。

【 0 0 1 7 】

シリンダヘッド 2 の上部に形成された凹部 2 a には、図 2 ~ 図 6 に示されるように S O H C 式の可変動弁機構で構成される可変動弁装置 2 0 が搭載されている。この可変動弁装置 2 0 はロッカカバー 3 内に収められている。可変動弁装置 2 0 には、カムシャフト 2 6 と共に、吸気バルブ 1 4 のバルブ特性を連続的に可変する可変動弁機構 2 1 と、排気バルブ 1 5 を通常の一義的に開閉させるロッカアーム機構 2 2 とを 1 つに集約してユニットにした構造が用いられている。

10

【 0 0 1 8 】

すなわち、可変動弁装置 2 0 を説明すると、図 1 ~ 図 6 中 2 5 は保持部材、2 6 はカムシャフト、2 7 は排気用ロッカシャフト、2 8 は吸気用ロッカシャフトを兼ねる制御シャフト、2 9 は支持シャフトである。各シャフト 2 6 ~ 2 9 は、いずれもエンジンの前後方向に延びたシャフト部材で形成される。このうちカムシャフト 2 6 には、図 5 の一部に示されるように気筒毎に、カム群、例えば吸気用カム 2 6 a (吸気バルブ用カムに相当)と、その両側に配置された一対の排気用カム 2 6 b (図 5 に一部だけ図示)といった 3 つのカムが形成されている。

20

【 0 0 1 9 】

保持部材 2 5 は、シリンダヘッド 2 の上部の各地点、例えば気筒列の最前部、気筒間、最後部にそれぞれ配置される。保持部材 2 5 は、いずれも図 6 に示されるようにホルダ部 3 2 と、同ホルダ部 3 2 の下端部に組付くキャップ部 3 3 との組み合わせから構成される。そして、カムシャフト 2 6 は、各ホルダ部 3 2 の下端面に形成されたジャーナル面と、キャップ部 3 3 の上面に形成されたジャーナル面との間に挟み込まれて回転自在に支持される。制御シャフト 2 8 は、各ホルダ部 3 2 の中段の吸気側 (幅方向一側) で回転自在に支持される。排気用ロッカシャフト 2 7 は、各ホルダ部 3 2 の中段の制御シャフト 2 8 とは反対となる排気側 (幅方向他一側) で固定される。さらに支持シャフト 2 9 は、各ホルダ部 3 2 の上部で固定される。各ホルダ部 3 2 の両側には、図 6 に示されるように排気用ロッカシャフト 2 7、制御シャフト 2 8 の近辺の地点に位置して、一対の固定座 3 4 が形成される。こうした構造により、シリンダヘッド 2 に搭載可能なフレーム構造を形成している。

30

【 0 0 2 0 】

同フレームには、気筒毎に、可変動弁機構 2 1 とロッカアーム機構 2 2 が組み付いている。可変動弁機構 2 1 には、いずれも例えば図 5 に示されるようにロッカアーム 4 0、スイングカム 5 0、センタロッカアーム 6 0 を組み合わせた構造が用いられている。

すなわち、図 3 および図 4 に示されるようにロッカアーム 4 0 は、二股に分かれたアーム部材が用いられる。このアーム部材の中央部が図 5 に示されるように制御シャフト 2 8 に回転自在に支持され、アーム部材の先端部に設けたアジャストスクリュ部 4 1 をフレームの側方へ張り出させ、アーム部材の基端部に設けたニードルローラ 4 2 を支持シャフト 2 9 側へ配置させている。

40

【 0 0 2 1 】

スイングカム 5 0 は、図 3 ~ 図 5 に示されるように一端部が支持シャフト 2 9 に回転自在に支持され、他端部がロッカアーム 4 0 のニードルローラ 4 2 に向かって突き出る揺動カム部材で形成される。他端面に形成されているカム面 5 1 は、ニードルローラ 4 2 と転接する。揺動カム部材の下部には滑りローラ 5 2 が回転自在に組み込まれている。

センタロッカアーム 6 0 は、図 5 に示されるように吸気用カム 2 6 a、制御シャフト 2 8、滑りローラ 5 2 で囲まれる地点に配置される。センタロッカアーム 6 0 は、上方の滑りローラ 5 2 へ向かうアーム部 6 1 と、横方向となる制御シャフト 2 8 直下へ向かうアーム部 6 2 とを有する。

50

ム部 6 2 とにより、L 形に形成される。アーム部 6 1 の先端面に形成されている斜面 6 1 a (例えば制御シャフト側が低、支持シャフト側が高の面)は、スイングカム 5 0 の滑りローラ 5 2 と転接する。アーム部 6 1, 6 2 の交差する部分に支持されている滑りローラ 6 3 は、吸気用カム 2 6 a のカム面と転接し、バルブ駆動出力としての吸気用カム 2 6 a のカム変位がアーム部 6 1 を通じて、スイングカム 5 0 へ出力されるようにしている。

【0022】

アーム部 6 2 端に屈曲自在に支持されているピン部 6 4 は、制御シャフト 2 8 に形成されている通孔 6 5 に回動自在に差し込まれている。この差込みにより、センタロッカアーム 6 0 は、屈曲点を支点として揺動自在に支持される。このセンタロッカアーム 6 0 の組み込み構造により、制御シャフト 2 8 が回動変位すると、センタロッカアーム 3 5 は、吸気用カム 2 6 a との転接位置を変更しながら、カムシャフト 1 6 と交差する方向(進角方向や遅角方向)へ変位する。

10

【0023】

この変位により、センタロッカアーム 6 0 から出力されるバルブ駆動出力、例えば吸気バルブ 1 4 のバルブリフト量や開閉タイミングが、同時に連続的に可変される。すなわち、図 5 に示されるようにカム面 5 1 は、上部側が吸気用カム 2 6 a のベース円に相当するベース円区間 とし、下部側がベース円区間と連続したリフト区間 (吸気用カム 2 6 a の上り区間 2 6 x と下り区間 2 6 y のカムプロファイルとが共通に關与する領域)としてある。

【0024】

20

これにより、センタロッカアーム 6 0 の滑りローラ 6 3 が、吸気用カム 2 6 a の進角方向あるいは遅角方向へ変位すると、スイングカム 5 0 の姿勢が変化して、ニードルローラ 4 2 が揺動するカム面 5 1 の領域が変化する。つまり、ニードルローラ 4 2 が揺動するベース区間 とリフト区間 の比率が変わる。この進角方向の位相変化、遅角方向の位相変化を伴うベース区間、リフト区間の比率の変化により、吸気バルブ 1 4 のバルブリフト量が、例えば図 7 に示されるように吸気用カム 2 6 a のトップのカムプロファイルがもたらず低リフト V 1 から、吸気用カム 2 6 a の頂部から基端部までの全体のカムプロファイルがもたらず高リフト V 7 まで連続的に可変される。また同時に吸気バルブ 1 4 の開閉タイミングは、開弁時期よりも閉弁時期が大きく可変される。

【0025】

30

つまり、可変動弁機構 2 1 は、低リフト~高リフトまでをリフト可変範囲として、バルブリフト量や開閉タイミングが連続的に可変できるようにしてある。なお、通孔 6 5 には、ピン部 6 4 の突出し量を調整するためのねじ部材 6 6 が進退可能に螺挿してある(気筒毎のバルブ開閉時期やバルブリフト量の調整のため)。

ロッカアーム機構 2 2 (排気側)は、図 5 に示されるように一対のロッカアーム 6 7 をもつ(片側しか図示せず)。この一対のロッカアーム 6 7 は、センタロッカアーム 3 5 の両側に位置し、排気用ロッカシャフト 2 7 に回動自在に支持される。そして、一端部に有るローラ部材(図示しない)を排気用カム 2 6 b のカム面に転接させ、他端部に有るアジャストスクリュ部 6 7 a をフレームの側方へ張り出させている。

【0026】

40

こうした各構造により、カムシャフト 2 6、可変動弁機構 2 1、ロッカアーム機構 2 2 を 1 つに集約させている。このユニット化された可変動弁装置 2 0 の各固定座 3 4 が、図 4 および図 6 に示されるように凹部 2 a (シリンダヘッド 2)の底面から突き出ているボス部 1 7 に設置される。そして、各固定座 3 4 は、図 3 および図 6 に示されるように該固定座 3 4 およびシリンダヘッド 2 を通じて、シリンダブロック 1 へねじ込まれるシリンダヘッドボルト 1 8 により、シリンダヘッド 2 と一緒に固定される(共締め)。なお、最前部、最後部の保持部材 2 5 については、別の固定ボルト 1 8 a でもシリンダヘッド 2 に固定してある。

【0027】

この可変動弁装置 2 0 の搭載により、図 5 に示されるように各ロッカアーム 4 0 (吸気

50

用)のアジャストスクリュ部41は、シリンダヘッド2に組み付けてある吸気バルブ14のステム端に配置され、排気用ロッカアーム67のアジャストスクリュ部67aは、シリンダヘッド2に組み付けてある排気バルブ15のステム端に配置される。なお、68は、スイングカム50に組み付くプッシャである。同プッシャ68は、スイングカム50を介してセンタロッカアーム60を吸気用カム26aへ押し付ける部品である。

**【0028】**

またカムシャフト26の一端部は、例えば図4に示されるようにシリンダヘッド1の凹部2aを囲う端壁に有る貫通部1bを通じて、前方へ突き出る。この突き出たカムシャフト26の端部には、図1～図3に示されるようにカムスプロケット70が設けられる。このカムスプロケット70とクランクシャフト9の一端部に設けたクランクスプロケット71間に無端状のタイミングチェーン72が掛け渡され、カムシャフト26がクランク出力で回転されるようにしている。

10

**【0029】**

このカムシャフト26との連携により、低リフト～高リフトの範囲において、吸入空気が効果的に気筒6内へ吸い込めるよう、例えば図7中のバルブリフト特性に示されるようにV1～V3など低リフトや中リフトの閉弁は、吸気行程のピストン7が下死点に至る以前のタイミングで行われ、V4～V6など高リフトの閉弁は、吸気行程のピストン7が下死点を通過した以降のタイミングで行われるようにしている。

**【0030】**

一方、図3に示されるようにシリンダヘッド1の最前部には、制御シャフト28を駆動する駆動装置80が設けられている。駆動装置80は、可変動弁機構21と共に可変動弁装置20を構成する装置で、回転駆動源としての例えば電動モータ81と、電動モータ81とは別体の伝達機構、例えばウォームギヤ減速機構82を組み合わせた構造が用いられる。ウォームギヤ減速機構82には、例えば扇形のウォームホイールギヤ83とこれと噛合うウォームシャフトギヤ84との組み合わせが用いられる。そして、このうちウォームシャフトギヤ84を含む部分を、ウォームホイールギヤ83とは別体のウォームシャフトギヤユニット85としてユニット化してある。

20

**【0031】**

すなわち、扇形のウォームホイールギヤ83は、図2～図4に示されるように扇形板状の本体86の外周縁部に多数のギヤ歯87を有し、回動中心部に取付座88を有した板状部品が用いてある。この扇形部品の据付座88が、最前部のホルダ部32から前方へ臨む制御シャフト28の軸端に固定ボルト89で固定され、ギヤ歯87をシリンダヘッド2の上方に配置させている。

30

**【0032】**

ウォームシャフトギヤユニット85は、例えば図2～図4に示されるようにフレーム90をもつ。フレーム90は、シリンダヘッド2の幅方向に延びるベース部90aと、同ベース部90aの両端部からシリンダヘッド2の前後方向に延びる一対のアーム部90bを有する。アーム部90bの先端部には、それぞれ軸受孔90c(図2に図示)が形成されている。ウォームシャフトギヤ84は、中間にウォームギヤ歯84aをもつシャフト84bが用いてある。このシャフト84bの両端部がそれぞれ軸受孔90cで回転自在に支持され、一対のアーム部90b間にウォームギヤ部84bを配置させている。そして、アーム部90bを突き出るシャフト84bの端部には、オルダム継手91を構成する雄部91aおよび雌部91bの一方、例えば雄部91aが連結してある。またベース部90aの両端部には、シリンダヘッド2に搭載するための設置座92がそれぞれ形成されている。

40

**【0033】**

これら設置座92が、図4に示されるように固定用ボルト93を用いて、最前部のホルダ部32の上部に形成された受座94に設置され、ウォームシャフトギヤユニット85をシリンダヘッド2に横向きに取り付けている。この際、図2に示されるようにウォームシャフトギヤ84がウォームホイールギヤ83と噛合う。

これにより、オルダム継手91の雄部91aから入力される制御回転(バルブリフト量

50

や開閉タイミングの要求バルブ特性を定める回転)が、両ギヤ83, 84の噛合い部95を通じて、制御シャフト28へ伝達されるようにしている。具体的には、例えば図2中の矢印で示されるようにウォームホイールギヤ83が排気用ロッカシャフト27側へ向かう方向に回動変位すると、高リフト側へ制御するための制御回転が制御シャフト28へ伝達され、反対にオルダム継手91側へ向かう方向に回動変位すると、低リフト側へ制御するための制御回転が制御シャフト28へ伝達される。

#### 【0034】

ここで、バルブ反力は、可変動弁機構21の各部の組み付きや設定により、制御シャフト28に対して、一方の回転方向にしか作用しないようにしてある。ここでは、例えば低リフト方向へだけ、吸気バルブ14のバルブ反力が作用されるようにしてある。つまり、ウォームシャフトギヤ84には、軸方向の一方向に対してだけスラスト方向のバルブ反力が作用する。このスラスト方向のバルブ反力を受けるため、図2~図4に示されるようにウォームシャフトギヤ84のシャフト部分、例えばオルダム継手91側のシャフト部分に、1つだけスラスト受け96が設けてある。

#### 【0035】

他方、電動モータ81は、図2および図3に示されるように回転子と固定子(図示しない)とを組み合わせた電動機本体81aが用いられている。すなわち、電動モータ81には、先端部に円柱形の差込み部81dを有し、胴部に取付用ブラケット81bが取り付けられた電動機部81aが用いられる。この電動機部81aのモータ軸81cが差込み部81dの中央を貫通して前方へ延びている。この前方へ延びたモータ軸81cの先端部には、オルダム継手91の残る片側の部品、すなわち雌部91bが装着してある。取付け用ブラケット81bは、シリンダヘッド2の側部に形成されたモータ取付面2b(図2に図示)に対し、取り付け可能なL字形のブラケット部材から形成される。また差込み部81dは、図1および図2に示されるようにロッカカバー3の側壁に形成された円筒形の差込み口部3aに差込み可能な形状をなしている。差込み部81dの外周面には、外周面から外側へ突き出るように環状のオイルシール部材98が装着されている。

#### 【0036】

これらの構造を用いて、電動モータ81はウォームシャフトギヤユニット85に着脱可能に組み付けてある。具体的には、電動モータ81は、図1および図2に示されるように差込み口部3aへ差込み部81dを差し込んで、同差込み口部3aをガイドとして先端の雌部91bをウォームシャフトギヤユニット85の雄部91aに噛合わせ、その後、取付け用ブラケット81bをシリンダヘッド2のモータ取付面2bにボルト止めすることによって、制御シャフト28と交差する向きに組み付けられる。但し、差込み部81dは、差込み口部3aへ差し込むと、オイルシール部材98だけが差込み口部3aの内面と弾接し、他の外周面部分は差込み口部3aの内面から離れる(図2)。

#### 【0037】

吸入空気量の調整を担う可変動弁装置20には、スロットルバルブを用いたときのような車両の低・中負荷運転時における応答性や、車両の高負荷運転時におけるエンジン出力性を向上させる工夫が採用されている。同工夫には、吸気バルブ14が低リフト域に制御されるとき閉弁タイミングと、高リフト域に制御されるとき閉弁タイミングとを、車両の要求運転特性にしたがい変更する技術が用いられている。

#### 【0038】

この技術には、図5に示されるように吸気用カム26aの下り区間26yのカムプロフィールの一部を変更させた構造が用いられる。具体的には、吸気用カム26aの下り区間26yを形成するカムプロフィールのうち、低リフト時の閉弁タイミングで用いる低リフト域S1のカムプロフィール部分と、高リフト時の閉弁タイミングで用いる高リフト域S2のカムプロフィール部分との勾配を異ならせた構造が採用されている。

#### 【0039】

吸気用カム26aのバルブリフト曲線を用いて、この勾配の点を説明すると、これには図8で示すような勾配の設定の仕方が用いられている。

10

20

30

40

50

すなわち、図 8 で示される線図には、境界線となる Z 線で、低リフトの閉弁タイミングで用いられる低リフト域 S 1 と、高リフトの閉弁タイミングで用いられる高リフト域 S 2 とを分けた吸気用カム 26 a のバルブリフト曲線が示されている。

#### 【0040】

勾配の設定には、図 8 に示されるように吸気用カム 26 a の下り区間 26 y を形成するカムプロファイルのうち、低リフトの閉弁タイミングで用いる低リフト域 S 1 の勾配 E 1 を、二点鎖線で示す通常の吸気用カムするときより（図 15 の線図に相当）、なだらかにし、反対に、高リフトの閉弁タイミングで用いる高リフト域 S 2 の勾配 E 2 を、二点鎖線で示す通常の吸気用カムするときより（図 15 の線図に相当）、急な傾斜にする構造が用いられている。これで、低リフト域 S 1、高リフト域 S 2 は、勾配  $E 1 < E 2$  となる関係にして

10

#### 【0041】

さらに述べれば、所定の地点は図 7 に示される吸気行程のピストン 7 が下死点に到達するタイミングと合致する、低リフト域 S 1 と高リフト域 S 2 との境界のカムプロファイル上の地点を基準の点 G として、同基準点 G を境に低リフト域 S 1 の傾斜を、例えば通常の吸気用カムのカムプロファイルに対し 1 だけ、なだらかにする。また基準点 G を境に高リフト域 S 2 の傾斜を、例えば通常の吸気用カムのカムプロファイルに対し 2 だけ立ち上げて急勾配にしてある。つまり、勾配  $E 1 < E 2$  は、可変動弁装置 20 の特有の動きを考慮して、下死点相当の点を基準に定めてある。

#### 【0042】

つぎに、可変動弁装置 20 の作用を通して、上記勾配 E 1、E 2 の設定から、車両の低・中負荷運転時における高応答性と、車両の高負荷運転時における高エンジン出力性が確保される点を述べる。

20

今、カムシャフト 26 が、図 1 および図 2 中の矢印方向に示されるようにタイミングチェーン 72 から伝達されるクランクシャフト 9 の軸出力によって駆動（回転）されるとする。

#### 【0043】

このとき、図 5 に示されるようにセンタロッカアーム 60 の滑りローラ 63 は、吸気用カム 26 a のカム変位を受けている。これにより、センタロッカアーム 60 からは、バルブ駆動出力が出力される。つまり、センタロッカアーム 60 は、カム変位にしたがい、ピ

30

ン部 64 を支点として、上下方向へ揺動する。  
スイングカム 50 の滑りローラ 52 は、同滑りローラ 52 と転接する斜面 61 a を通じて、センタロッカアーム 60 の揺動変位を受けている。このため、スイングカム 50 は、斜面 61 a を転がりながら、該斜面 61 a で押し上げられたり下降したりする揺動運動を繰り返す。このスイングカム 50 の揺動により、スイングカム 60 のカム面 51 は上下方向へ往復動する。

#### 【0044】

このとき、カム面 51 は、ロッカアーム 40 のニードルローラ 42 と転接しているから、カム面 51 でニードルローラ 42 を周期的に押圧する。この押圧を受けてロッカアーム 40 は、制御シャフト 28 を支点に揺動され、一对の吸気バルブ 14 を開閉させる。

40

一方、各排気用ロッカアーム 67 は、それぞれ排気用カム 26 b を受けていて、同カム 26 b のカムプロファイルにならい駆動される。これにより、各排気用ロッカアーム 67 は、排気用ロッカシャフト 27 を支点に揺動して、それぞれ排気バルブ 15 を開閉させる。

#### 【0045】

このとき、図示しない制御部の指令により、高リフト量にするべく、電動モータ 81 が作動したとする。すると、同電動モータ 81 の回転が、オルダム継手 91 を通じて、ウォームシャフトギヤ 84 へ伝わり、同ウォームシャフトギヤ 84 と噛合う扇形のウォームホイールギヤ 83 を回動変位させる（図 2 中の高リフト方向）。これにより、電動モータ 81 の回転は、減速されながら制御シャフト 28 へ伝わり、制御シャフト 28 を要求バルブリフトの地点まで回動させる。

50

## 【 0 0 4 6 】

この回動変位により、センタロッカアーム 6 0 の位置は変位する。これにより、センタロッカアーム 6 0 の滑りローラ 6 3 は、吸気用カム 2 6 a 上を回転方向に沿って変位し、図 9 および図 1 0 に示されるようにスイングカム 5 0 のカム面 5 1 を垂直に近い角度となる姿勢に位置決める。

このカム面 5 1 の姿勢により、カム面 5 1 のニードルローラ 4 2 が行き交う領域（比率）は、高リフト量をもたらす領域に設定される。つまり、短いベース円区間 と長いリフト区間 となる比率に設定され、この区間、 をニードルローラ 4 2 が行き交う。

## 【 0 0 4 7 】

これにより、例えば吸気バルブ 1 4 は、図 7 中の V 5 や V 6 や V 7 などの特性に示されるように高リフト量に駆動されるとともに、最大リフト時とほぼ同じ開弁時期から開弁するタイミングを保ちつつ、吸気行程の下死点を通過した以降のタイミングで閉弁が行われる。

10

ここでの閉弁タイミングで用いられる吸気用カム 2 6 a の高リフト域 S 2 は、図 8 に示されるように、勾配が大きいから（傾斜：大）、吸気バルブ 1 4 は閉弁速度が稼げる。この閉弁速度の増大から、吸気バルブ 1 4 は、閉弁位置の直近まで高リフトを保ちながら瞬時に閉じる。

## 【 0 0 4 8 】

つまり、勾配 E 2 がもたらす閉弁速度の増大により、吸気バルブ 1 4 は、高リフトに保たれている状態を長く稼いで、吸入空量を増大させるから、エンジン出力を増大させることができる。

20

これにより、高リフトが多用される高速走行や山岳走行など高負荷運転では、高エンジン出力を得ることができる。特に閉弁速度が速まると、吸気バルブ 1 4 は、エンジンの慣性吸気や吸気脈動のタイミングに合わせた閉弁タイミングで素早い閉弁速度で閉弁が行えるから、エンジン回転領域全般にわたり、過給効果が高められ、エンジン出力の増大が期待できる。

## 【 0 0 4 9 】

一方、低リフト量にする。このときは、高リフトのときとは反対方向へ電動モータ 8 1 を作動させ、要求バルブリフトを出力する。すると、同電動モータ 8 1 の回転が、オルダム継手 9 1 を通じて、ウォームシャフトギヤ 8 4 へ伝わり、扇形のウォームホイールギヤ 8 3 を反対の方向へ回動変位させる（図 2 中の低リフト方向）。これにより、電動モータ 8 1 の回転は、減速されながら制御シャフト 2 8 へ伝わり、制御シャフト 2 8 を要求されたバルブ駆動出力、例えば低バルブリフトの地点まで回動させる。

30

## 【 0 0 5 0 】

この回動変位により、図 1 1 および図 1 2 に示されるようにセンタロッカアーム 6 0 の支点位置（ピン部 6 4）は吸気用カム 2 6 a へ接近する方向に回動変位する。すると、センタロッカアーム 6 0 の滑りローラ 6 3 は、吸気用カム 2 6 a 上を吸気用カム 2 6 a の回転方向とは逆側へ変位する。これにより、センタロッカアーム 6 0 と吸気用カム 2 6 a との転接位置は、吸気用カム 2 6 a 上を進角する方向へずれる。

## 【 0 0 5 1 】

40

この転接位置の可変により、バルブリフト曲線のトップ位置が進角方向へ移動する。また斜面 6 3 も、センタロッカアーム 6 0 の移動を受けて進角方向へ変位する。このセンタロッカアーム 6 0 の移動により、図 1 1 および図 1 2 に示されるようにスイングカム 5 0 は、カム面 5 1 が下側へ傾く姿勢に変わる。傾きが大きくなるにしたがい、ニードルローラ 4 2 が行き交うカム面 5 1 の領域は、ベース円区間 が次第に長く、リフト区間 が次第に短くなる比率に変わる。この比率の変化により、吸気バルブ 1 4 は、吸気用カム 2 6 a の全域を用いた駆動から、次第にカムトップでの限定的な駆動に変わる。

## 【 0 0 5 2 】

これにより、例えば吸気バルブ 1 4 は、図 7 中の V 1 や V 2 や V 3 などのバルブリフト特性に示されるように低リフトに駆動される。と共に吸気バルブ 1 4 は、最大リフト時と

50

ほぼ同じ開弁時期から開弁するタイミングを保ちつつ、吸気行程の下死点以前のタイミングで閉弁される。つまり、車両の低・中負荷運転に適したバルブ特性に制御される。

ここでの閉弁タイミングで用いられる吸気用カム 26 a の低リフト域 S 1 は、図 8 に示されるように、勾配が小さい（傾斜：小）。この勾配 E 1 により、吸気バルブ 14 は、図 8 中の二点鎖線で示されるように吸気用カムのときより閉弁速度は遅くなる。

#### 【0053】

すなわち、図 8 中の例えば低リフトで閉弁タイミングが C 0 で運転したときを例に挙げると、緩加速などの何らかの運転状況の変化に追従するために、空気量をわずかに増やすために閉弁タイミングを少し遅らせるために、図示しない制御部の指令により制御シャフトを要求バルブのリフト地点まで回動すると、図 8 中の二点鎖線で示されるような下り勾配では C 1 に閉弁タイミングが変化する。しかし、勾配 E 1 をなだらかにしたことで、それよりも遅い C 2 に閉弁タイミング変化が確保され、制御応答性が高くなる。すなわち、ドライバーの要求や制御部の指令に素早く対応して、空気量をコントロールすることができ、車両のレスポンス向上だけでなく、刻々と変わる運転環境の変化に伴うエンジン回転の不安定も抑制することができる。さらには、バルブの着座速度が低いので着座騒音も低減され、低・中負荷運転時の静粛性も向上する。

#### 【0054】

かくして、連続可変時のバルブリフト変化は最適化され、可変動弁装置 20 だけで、低・中負荷運転時の高応答性能と、高負荷運転時の高出力性能との双方を確保することができる。しかも、これら性能は、吸気バルブ用カム 14 の下り区間 26 y のカムプロファイルの各部の勾配 E 1, E 2（傾斜）を設定するだけで確保できるから、簡単な構造ですむ。特に勾配 E 1, E 2 は、ピストン 7 の下死点に相当する地点 G を基準として吸気バルブ用カム 14 の下り区間のカムプロファイルの勾配を変更させるだけで、簡単に低リフト運転時の高応答性と高リフト運転時の高出力性能とが確保できる。

#### 【0055】

そのうえ、吸気バルブ用カム 14 の勾配を変える構造は、吸気バルブ用カム 14 の上り区間 26 x と下り区間 26 y を一種類のスイングカム 50 のカム面 51 に置き換える可変動弁装置 20 に適用すると、バルブリフトや開弁期間を変える主要な構造を変更せずすむ。このため、スイング式の可変動弁装置 20 には負担が少なく最適である。

すなわち、吸気カム 26 a に図 15 に示される従来相当のカムプロファイルが適用されると、低リフト時の閉弁が図 15 のカムの L 域で、高リフト時の閉弁が H 域となり、L 域のカムプロファイル速度が H 域のカムプロファイル速度よりも速くなり、本願の基礎となる技術とは逆となる。

#### 【0056】

図 13 は、別の発明の実施形態を示す。

本実施形態は、制御シャフト 28 の単位制御角当たりの閉弁タイミング変化量に着目して、当該閉弁タイミングを変えることによって、第 1 の実施形態と同様、低リフト域 S 1 では閉弁速度を遅らせて吸入空気量を稼ぎ、高リフト域 S 2 では閉弁速度を早めて吸入空気量を稼ごうとしたものである。

#### 【0057】

本実施形態は、例えば電動モータ 81 の作動の仕方を変えたり、ウォームホイールギヤ 83 とウォームシャフトギヤ 84 の送り量を変えたりするなどといった手段を講じて、同様の閉弁タイミングを得ようとしたものである。

すなわち、図 13 に示されるように例えば制御シャフト 28 の単位制御角デルタ 1 当たりの低リフト域 S 1 における閉弁タイミング変化量、具体的には下死点以前の閉弁タイミング変化量 C を、通常閉弁タイミング変化量より多くし、制御シャフト 28 の単位制御角デルタ 1 当たりの高リフト域 S 2 における閉弁タイミング変化量、具体的には下死点以降の閉弁タイミング量 D を、通常閉弁タイミング変化量より少なくして、閉弁タイミング変化量 C と閉弁タイミング変化量 D とを  $C > D$  の関係に設定したものである。

#### 【0058】

10

20

30

40

50

こうすると、基礎となる技術を説明した実施形態のバルブリフト曲線と同じ特性、すなわち低リフト域 S 1 は閉弁速度を遅らせ、高リフト域 S 2 は閉弁速度を早める特性が得られる。

このように制御シャフト 2 8 の単位制御角当たりの閉弁タイミング変化量を変えると、この手法を用いても、基礎となる技術を説明した実施形態で用いた勾配の技術と同様となり、容易に有効な閉弁タイミングを得ることができる。

【0059】

図 1 4 は、本発明の一実施形態を示す。

本実施形態は、吸気用カム 2 6 a の下り区間 2 6 y のカムプロフィールがもたらす加速度に着目して、基礎となる技術を説明した実施形態と同様の閉弁タイミングを得たものである。

すなわち、吸気用カム 2 6 a の下り区間 2 6 y を形成するカムプロフィールは、図 1 4 に示されるように吸気用カム 2 6 a が回動変位したとき、当該吸気用カム 2 6 a のトップで生ずるピークの負加速度値 Q 1 が低リフトの閉弁タイミングで用いられる低リフト域 S 1 のとき減じ、該低リフト域 S 1 と高リフトの閉弁タイミングで用いられる高リフト域 S 2 の境界で再び増え、その後の高リフト域 S 2 で再び減じる特性をなす曲線を採用した。

【0060】

こうした図 1 5 に示す通常の吸気用カムの加速度曲線とは異なる、負方向に 2 つ突き出る特性のカム加速度を採用すると、図 1 8 のバルブリフト曲線に示されるように低リフト域 S 1 には閉弁速度を遅らせる勾配 E 1 が形成され、高リフト域 S 2 には閉弁速度を早める勾配 E 2 が形成されるから、基礎となる技術を説明した実施形態で用いた勾配の技術と同様となる。

【0061】

それ故、容易に有効な閉弁タイミングを得ることができる。

なお、本発明は上述した一実施形態に限定されるものではなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲内で種々変更して実施しても構わない。例えば上述した実施形態では、ロッカアーム、スイングカム、センタロッカアームを用いて構成されるカム式の可変動弁装置を用いたが、これに限らず、他の部品の組み合わせで構成される連続可変可能な可変動弁装置に本発明を適用してもよい。

【符号の説明】

【0062】

- 2 シリンダヘッド
- 1 4 吸気バルブ (バルブ)
- 2 0 可変動弁装置
- 2 1 可変動弁機構
- 2 6 カムシャフト
- 2 6 a 吸気用カム (吸気バルブ用カム)
- 2 6 y 下り区間
- 2 8 制御シャフト
- E 1 , E 2 勾配 (閉弁特性変更手段)
- S 1 低リフト域
- S 2 高リフト域

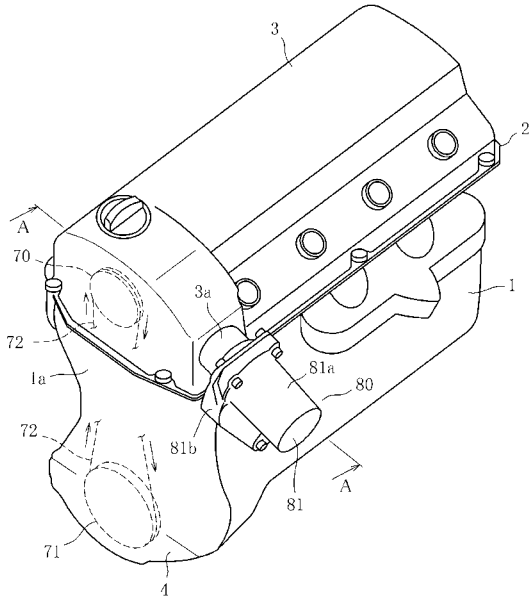
10

20

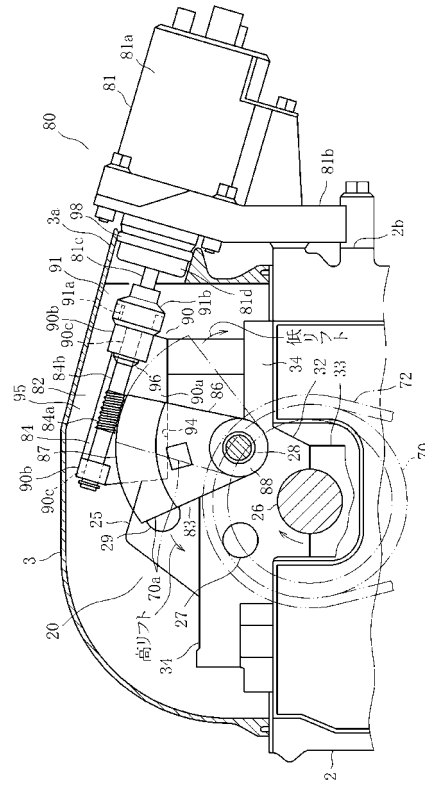
30

40

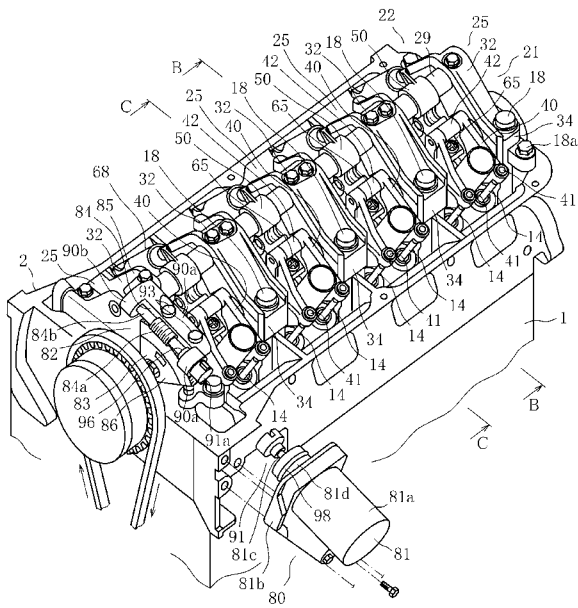
【図 1】



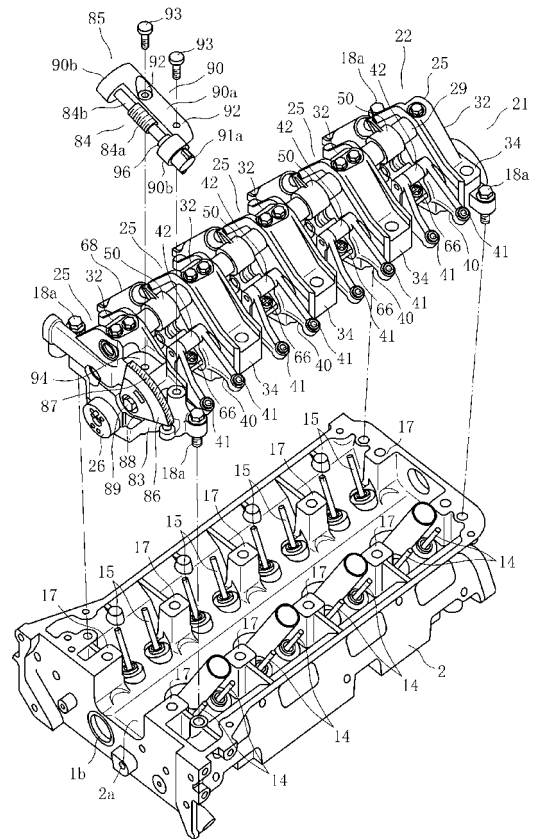
【図 2】



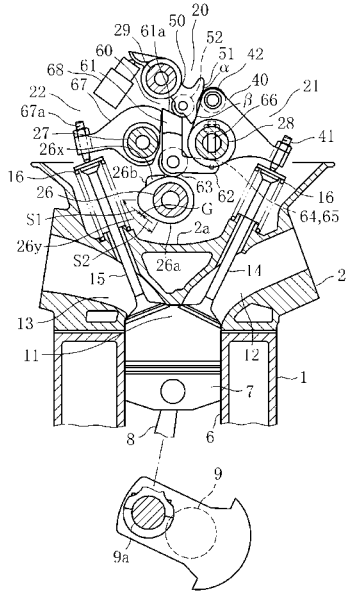
【図 3】



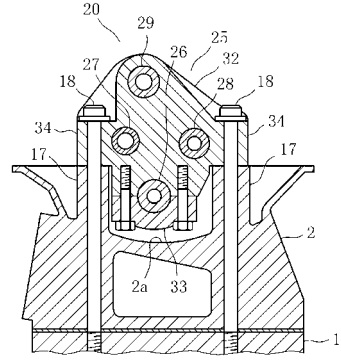
【図 4】



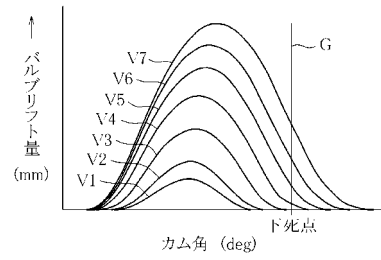
【 図 5 】



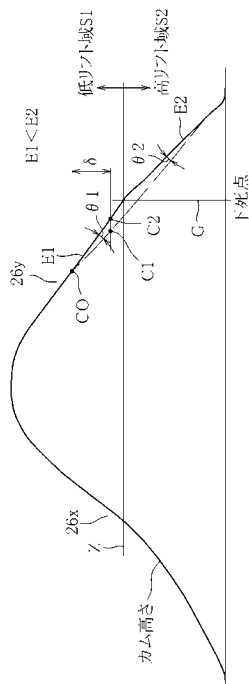
【 図 6 】



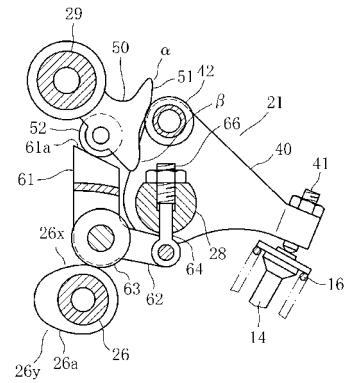
【 図 7 】



【 図 8 】

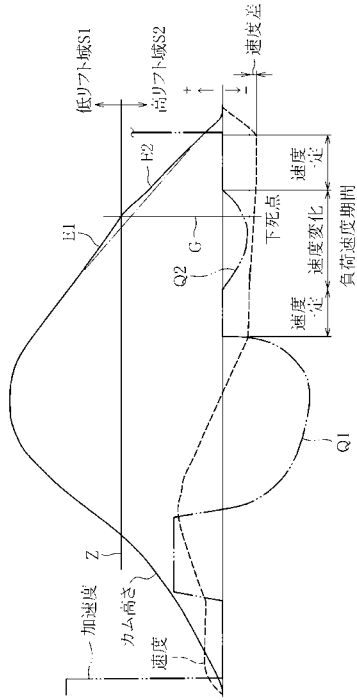


【 図 9 】





【 図 1 4 】



【 図 1 5 】

