



(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

クランク軸の回転力によって駆動カム軸を駆動する構成を用いる場合において、装置構成を極力複雑にすることなく、駆動カム軸が一回転する間の従動カムロブの回転速度を変更可能な可変動弁装置を提供する。クランク軸の回転力によって回転駆動される駆動カム軸 (12) と、当該駆動カム軸 (12) に回転自在に支持された従動カムロブ (18a) とを備える。駆動カム軸 (12) を覆うように形成された軌道面 (36a1) を有するガイド部材 (36) を備える。駆動カム軸 (12) および従動カムロブ (18a) のそれぞれに連結され、軌道面 (36a1) と接触する制御ローラー (32) を有するリンク機構 (35) を備える。駆動カム軸 (12) が一回転する間、軌道面 (36a1) と制御ローラー (32) との接触が維持されるようにするリンクプレート (34) および保持ローラー (38) を備える。ガイド部材 (36) を駆動するアクチュエータ (42) を備える。

明 細 書

発明の名称 : 可変動弁装置

技術分野

[0001] この発明は、可変動弁装置に係り、特に、駆動カム軸が一回転する間の従動カムロブの回転速度を変更可能とする可変動弁装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、例えば特許文献1には、バルブを駆動する従動カムロブが固定された駆動カム軸を電動モータによって回転駆動する構成を備える内燃機関の動弁装置が開示されている。また、この従来の動弁装置は、電動モータの回転速度を制御するモータ制御装置を備えている。このような構成によれば、モータ制御装置によって電動モータの回転速度を変化させることにより、駆動カム軸が一回転する間の従動カムロブの回転速度を増減することができる。

尚、出願人は、本発明に関連するものとして、上記の文献を含めて、以下に記載する文献を認識している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本特開2005-180238号公報

特許文献2：日本特開2008-196497号公報

特許文献3：日本特開平7-4217号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述した従来の動弁装置の構成とは異なり、タイミングチェーンまたはベルトを介して伝達されるクランク軸の回転力によって駆動カム軸を駆動する一般的な構成を採用する可変動弁装置において、駆動カム軸が一回転する間の従動カムロブの回転速度を変更可能とする機能を実現する場合には、装置構成を極力複雑にすることなく、そのような機能を実現することが要求される。

[0005] この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、クランク軸の回転力によって駆動カム軸を駆動する構成を用いる場合において、装置構成を極力複雑にすることなく、駆動カム軸が一回転する間の従動カムロブの回転速度を変更可能とする可変動弁装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明は、可変動弁装置であって、駆動カム軸と、従動カムロブと、ガイド部材と、リンク機構と、接触維持手段と、アクチュエータとを備えている。

駆動カム軸は、クランク軸の回転力によって回転駆動される。従動カムロブは、前記駆動カム軸と同心であって、当該駆動カム軸に回転自在に支持されている。ガイド部材は、前記駆動カム軸を覆うように形成された軌道面を有する。リンク機構は、前記駆動カム軸および前記従動カムロブのそれぞれに連結され、前記軌道面と接触する接触部材を有し、前記駆動カム軸の回転中心に対する前記接触部材の位置変化に伴って前記駆動カム軸に対する前記従動カムロブの回転角度を変化させる。接触維持手段は、前記駆動カム軸が一回転する間、当該駆動カム軸の周りを回る前記接触部材と前記軌道面との接触が維持されるようにする。アクチュエータは、前記軌道面を、前記駆動カム軸の軸線と直交する平面方向に移動させる。

[0007] 本発明によれば、アクチュエータによって軌道面を駆動カム軸の軸線と直交する平面方向に移動させることにより、上記平面上における軌道面の位置が変化し、駆動カム軸の回転中心に対するリンク機構の接触部材の位置変化が生ずる。それに伴い、駆動カム軸が一回転する間の駆動カム軸に対する従動カムロブの相対的な回転角度が変化する。その結果、ガイド部材の軌道面の制御位置に応じて、駆動カム軸が一回転する間の従動カムロブの回転速度が変化するようになる。このため、本発明によれば、クランク軸の回転力によって駆動カム軸を駆動する構成を用いる場合において、装置構成を極力複雑にすることなく、駆動カム軸が一回転する間の従動カムロブの回転速度を変更可能とする可変動弁装置を提供することが可能となる。

[0008] また、本発明における前記アクチュエータは、前記ガイド部材自体を前記平面方向に移動させることにより、前記軌道面を前記平面方向に移動させるものであってもよい。

これにより、ガイド部材自体を上記平面方向に移動させる構成を有するアクチュエータを用いて、駆動カム軸が一回転する間の従動カムロブの回転速度を変更可能とする可変動弁装置を実現することができる。

[0009] また、本発明における前記アクチュエータは、前記駆動カム軸の回転に伴って前記軌道面に沿って移動する前記接触部材の公転中心を移動させるものであってもよい。

これにより、駆動カム軸が一回転する間に、駆動カム軸に対する従動カムロブの回転角度を変化させることができる。

[0010] また、本発明における前記リンク機構は、カム軸側リンク部材と、カムロブ側リンク部材とを含んだものであってもよい。そして、カム軸側リンク部材は、前記駆動カム軸の回転中心から径方向に離れた位置において当該駆動カム軸に設けられたカム軸側回転支点を中心として当該駆動カム軸に回転自在に連結されたものであってもよい。そして、カムロブ側リンク部材は、前記駆動カム軸の回転中心から径方向に離れた位置において前記従動カムロブに設けられたカムロブ側回転支点を中心として当該従動カムロブに回転自在に連結されたものであってもよい。そして、前記接触部材は、前記カム軸側リンク部材の他端と前記カムロブ側リンク部材の他端とを制御回転支点において回転自在に連結する部材であってもよい。

これにより、アクチュエータによるガイド部材の軌道面の位置調整に応じた接触部材の位置変化に応じて、カム軸側リンク部材およびカムロブ側リンク部材を介して、駆動カム軸に対する従動カムロブの回転角度を変化させることができる。このため、ガイド部材の軌道面の制御位置に応じて、駆動カム軸が一回転する間の従動カムロブの回転速度を変更することができる。

[0011] また、本発明における前記リンク機構では、前記制御回転支点において回転自在に連結された前記カム軸側リンク部材および前記カムロブ側リンク部

材が、前記カム軸側回転支点および前記カムロブ側回転支点を介して、回転中心を共通とする前記駆動カム軸および前記従動カムロブに対してパンタグラフ状に連結されたものであってもよい。

これにより、アクチュエータによるガイド部材の軌道面の位置調整に応じた接触部材の位置変化に応じて、パンタグラフ状に連結されたリンク機構が動作し、駆動カム軸に対する従動カムロブの回転角度を変化させることができる。

[0012] また、本発明における前記軌道面は、円周面であってもよい。そして、前記カムロブ側リンク部材は、前記カム軸側リンク部材との間に前記接触部材を介在させた状態で当該カム軸側リンク部材に対して前記駆動カム軸の回転方向前方側に配置されたものであってもよい。そして、前記アクチュエータは、前記駆動カム軸の軸方向から見て、前記軌道面の中心点が前記駆動カム軸の軸線の法線方向かつ前記内燃機関の気筒の軸線方向に沿って移動するように前記ガイド部材を移動させるものであってもよい。そして、前記軌道面の前記中心点が前記駆動カム軸の回転中心を通る状態に対して前記アクチュエータによって前記ガイド部材を気筒の上方向に移動させた状態で、前記従動カムロブのリフト区間中に前記接触部材が、前記駆動カム軸の当該回転中心と前記制御回転支点との距離が狭められることになる前記軌道面の狭小区間を通過するように設定されていてもよい。

これにより、接触部材およびカムロブ側リンク部材がカム軸側リンク部材に対して駆動カム軸の回転方向前方側に配置されているため、上記狭小区間と重なる従動カムロブのリフト区間が到来した場合に、駆動カム軸に対して前方に進みながら従動カムロブが回転することになる。このため、上記狭小区間と重なる従動カムロブのリフト区間が到来した場合に、軌道面の中心点が駆動カム軸の回転中心を通る状態の時と比べ、バルブのリフト動作を早めることができる。

[0013] また、本発明における前記軌道面は、円周面であってもよい。そして、前記カムロブ側リンク部材は、前記カム軸側リンク部材との間に前記接触部材

を介在させた状態で当該カム軸側リンク部材に対して前記駆動カム軸の回転方向後方側に配置されたものであってもよい。そして、前記アクチュエータは、前記駆動カム軸の軸方向から見て、前記軌道面の中心点が前記駆動カム軸の軸線の法線方向かつ前記内燃機関の気筒の軸線方向に沿って移動するように前記ガイド部材を移動させるものであってもよい。そして、前記軌道面の前記中心点が前記駆動カム軸の回転中心を通る状態に対して前記アクチュエータによって前記ガイド部材を気筒の上方向に移動させた状態で、前記従動カムロブのリフト区間中に前記接触部材が、前記駆動カム軸の当該回転中心と前記制御回転支点との距離が狭められることになる前記軌道面の狭小区間を通過するように設定されていてもよい。

これにより、接触部材およびカムロブ側リンク部材がカム軸側リンク部材に対して駆動カム軸の回転方向後方側に配置されているため、上記狭小区間と重なる従動カムロブのリフト区間が到来した場合に、駆動カム軸に対して遅れながら従動カムロブが回転することになる。このため、上記狭小区間と重なる従動カムロブのリフト区間が到来した場合に、軌道面の中心点が駆動カム軸の回転中心を通る状態の時と比べ、バルブのリフト動作を遅くすることができる。

[0014] また、本発明における前記可変動弁装置は、シリンダヘッドがボンネットフードに対向するように車両に搭載された内燃機関に備えられたものであってもよい。そして、前記軌道面は、円周面であってもよい。そして、前記アクチュエータは、前記駆動カム軸の軸方向から見て、前記軌道面の中心点が前記駆動カム軸の軸線の法線方向かつ前記内燃機関の気筒の軸線方向に沿って移動するように前記ガイド部材を移動させるものであってもよい。そして、前記軌道面の前記中心点が前記駆動カム軸の回転中心を通る状態を基準として、前記アクチュエータによる前記ガイド部材の前記気筒の上方向への移動量が、当該気筒の下方向への移動量に比して小さくなるように設定されていてもよい。

これにより、内燃機関（シリンダヘッド）の上方へのガイド部材の移動量

を相対的に小さくすることで、内燃機関の上方の歩行者保護用等のスペースを良好に確保できるようになる。

[0015] また、本発明における前記接触維持手段は、前記軌道面によって前記駆動カム軸の径方向の位置が規定される部材であって、前記接触部材を支持する支持部材であってもよい。

これにより、例えばバネを利用して軌道面と接触部材との接触が維持されるようにする場合と比べ、フリクションや摩耗を低減することができる。

[0016] また、本発明における前記接触部材は、前記軌道面上を転動する制御ローラーを含んだものであってもよい。そして、前記接触維持手段は、前記支持部材に回転自在に取り付けられた少なくとも2つの保持ローラーを含んだものであってもよい。そして、前記支持部材は、当該少なくとも2つの保持ローラーと前記制御ローラーを介して、前記軌道面によって前記駆動カム軸の径方向の位置が規定されるものであってもよい。

これにより、軌道面と支持部材との間に、少なくとも2つの保持ローラーおよび制御ローラーが介在しているので、例えば支持部材と軌道面とを直接的に摺動させる場合と比べ、接触部のフリクションや摩耗を低減することができる。

[0017] また、本発明における前記アクチュエータは、前記ガイド部材を回転駆動するものであってもよい。そして、前記軌道面は、円周面であってもよい。そして、前記軌道面は、前記ガイド部材の回転中心に対して前記軌道面の中心が偏心した状態で、前記ガイド部材に備えられていてもよい。

これにより、ガイド部材を回転駆動することによってガイド部材の回転中心に対して偏心した中心を有する軌道面を上記平面方向に移動させる構成を有するアクチュエータを用いて、駆動カム軸が一回転する間の従動カムロブの回転速度を変更可能とする可変動弁装置を実現することができる。

[0018] また、本発明における前記リンク機構は、カム軸側リンク部材と、カムロブ側リンク部材とを含んだものであってもよい。そして、カム軸側リンク部材は、前記駆動カム軸の回転中心から径方向に離れた位置において当該駆動

カム軸に設けられたカム軸側回転支点を中心として当該駆動カム軸に回転自在に連結されたものであってもよい。そして、カムロブ側リンク部材は、前記駆動カム軸の回転中心から径方向に離れた位置において前記従動カムロブに設けられたカムロブ側回転支点を中心として当該従動カムロブに回転自在に連結されたものであってもよい。そして、前記接触部材は、前記カム軸側リンク部材の他端と前記カムロブ側リンク部材の他端とを制御回転支点において回転自在に連結する部材であってもよい。

これにより、アクチュエータによるガイド部材の軌道面の位置調整に応じた接触部材の位置変化に応じて、カム軸側リンク部材およびカムロブ側リンク部材を介して、駆動カム軸に対する従動カムロブの回転角度を変化させることができる。このため、ガイド部材の軌道面の制御位置に応じて、駆動カム軸が一回転する間の従動カムロブの回転速度を変更することができる。

[0019] また、本発明における前記リンク機構では、前記制御回転支点において回転自在に連結された前記カム軸側リンク部材および前記カムロブ側リンク部材が、前記カム軸側回転支点および前記カムロブ側回転支点を介して、回転中心を共通とする前記駆動カム軸および前記従動カムロブに対してパンタグラフ状に連結されたものであってもよい。

これにより、アクチュエータによるガイド部材の軌道面の位置調整に応じた接触部材の位置変化に応じて、パンタグラフ状に連結されたリンク機構が動作し、駆動カム軸に対する従動カムロブの回転角度を変化させることができる。

[0020] また、本発明における前記アクチュエータは、前記駆動カム軸の回転に伴って前記軌道面に沿って移動する前記接触部材の公転中心を移動させるものであってもよい。

このように、アクチュエータによって駆動カム軸の回転に伴って軌道面に沿って移動する接触部材の公転中心を移動させることにより、駆動カム軸が一回転する間に、駆動カム軸に対する従動カムロブの回転角度を変化させることができる。

[0021] また、本発明における前記ガイド部材と前記駆動カム軸との位置関係は、前記駆動カム軸の軸方向から見て、前記アクチュエータによって前記ガイド部材が回転駆動される際の前記軌道面の中心点の軌跡上に、前記駆動カム軸の前記回転中心が位置するように設定されたものであってもよい。

これにより、円周面である軌道面の中心が駆動カム軸の回転中心と一致するようにガイド部材を回転させることにより、駆動カム軸が一回転する間の従動カムロブが等速となる動作状態を得ることができるようになる。

[0022] また、本発明における前記接触維持手段は、前記軌道面によって前記駆動カム軸の径方向の位置が規定される部材であって、前記接触部材を支持する支持部材であってもよい。

これにより、例えばバネを利用して軌道面と接触部材との接触が維持されるようにする場合と比べ、フリクションや摩耗を低減することができる。

[0023] また、本発明における前記接触部材は、前記軌道面上を転動する制御ローラーを含むものであってもよい。そして、前記接触維持手段は、当該支持部材に回転自在に取り付けられた少なくとも2つの保持ローラーを含むものであってもよい。そして、前記支持部材は、前記少なくとも2つの保持ローラーと前記制御ローラーを介して、前記軌道面によって前記駆動カム軸の径方向の位置が規定されるものであってもよい。

これにより、軌道面と支持部材との間に、少なくとも2つの保持ローラーおよび制御ローラーが介在しているので、例えば支持部材と軌道面とを直接的に摺動させる場合と比べ、接触部のフリクションや摩耗を低減することができる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本発明の実施の形態1の可変動弁装置の全体構成を概略的に示す斜視図である。

[図2]図1に示す可変動弁装置が備える駆動カム軸周りの構成を説明するための図である。

[図3]可変動弁装置を、図1に示すA-A線で切断した断面図である。

[図4]図1における矢視B方向から可変動弁装置を見た斜視図である。

[図5]図1に示すアクチュエータの具体的な構成を説明するための図である。

[図6]ガイド部材の変位に伴う可変動弁装置の動作を説明するための模式図である。

[図7]ガイド部材の変位に伴う、バルブの作用角の変化、および基準状態時の値 θ_0 に対する駆動カム軸と従動カムロブとの回転角度 θ の差（変化）を表した図である。

[図8]駆動カム軸の回転に伴うリンク機構の動作時に可変動弁装置に生ずる力を説明するための図である。

[図9]本発明の実施の形態2における可変動弁装置の全体構成を概略的に示す斜視図である。

[図10]実施の形態2の可変動弁装置を、図9に示すE-E線で切断した断面図である。

[図11]一例として、駆動カム軸が一回転する間のリンク機構の動作（主に、駆動カム軸の一回転中の回転角度 θ の変化）を表した図である。

[図12]偏心角度 ϕ を 90° ずつ変化させた際の実施の形態2の可変動弁装置の動作を説明するための模式図である。

[図13]実施の形態2の可変動弁装置における偏心角度 ϕ の変更に伴う吸気弁の開弁特性の変化の傾向を表した図である。

[図14]偏心角度 ϕ を 90° ずつ変化させた際に得られる吸気弁の各リフトカーブを表した図である。

[図15]駆動カム軸の回転に伴うリンク機構の回転時に、制御ローラーから軌道面に作用する力を表した図である。

[図16]実施の形態1の可変動弁装置と実施の形態2の可変動弁装置との間で、作用角可変時の負荷トルクの大きさを比較して表した図である。

[図17]図13に示す開弁特性が得られる可変動弁装置に対して、各調整要素の設定の異なる可変動弁装置により得られる吸気弁の開弁特性の一例を表した図である。

[図18]図 1 7 (B) 中に示す大作用角範囲における吸気弁のリフトカーブの変化を表した図である。

発明を実施するための形態

[0025] 実施の形態 1.

[実施の形態 1 における可変動弁装置の構成]

図 1 は、本発明の実施の形態 1 の可変動弁装置 1 0 の全体構成を概略的に示す斜視図である。図 2 は、図 1 に示す可変動弁装置 1 0 が備える駆動カム軸 1 2 周りの構成を説明するための図である。

[0026] 本実施形態の可変動弁装置 1 0 は、内燃機関に搭載され、吸気弁または排気弁を駆動する装置として機能するものである。ここでは、可変動弁装置 1 0 は、一例として、4 つの気筒（＃ 1 ～＃ 4）を有する直列 4 気筒型の内燃機関に適用されているものとする。

[0027] 図 1、2 に示すように、可変動弁装置 1 0 は、駆動カム軸 1 2 を備えている。駆動カム軸 1 2 は、タイミングプーリー 1 4 およびタイミングチェーン等（図示省略）を介してクランク軸（図示省略）と連結され、クランク軸の 1 / 2 の速度で回転するように構成されている。図 2 に示すように、駆動カム軸 1 2 とタイミングプーリー 1 4 との間には、クランク軸の回転に対する駆動カム軸 1 2 の回転位相を変更可能とする可変バルブタイミング（V V T）機構 1 6 が介在している。

[0028] 図 2 に示すように、駆動カム軸 1 2 には、気筒毎にカムピース 1 8 が取り付けられている。カムピース 1 8 は、駆動カム軸 1 2 と同心であって当該駆動カム軸 1 2 によって回転自在に支持されている。カムピース 1 8 には、バルブ（図示省略）を駆動するための従動カムロブ 1 8 a が 2 つ形成されている。従動カムロブ 1 8 a は、駆動カム軸 1 2 と同軸の円弧状のベース円部 1 8 a 1 と、当該ベース円の一部を半径方向外側に向かって膨らませるように形成されたノーズ部 1 8 a 2 とを備えている。

[0029] また、駆動カム軸 1 2 には、気筒毎に、駆動カム軸 1 2 の径方向外側に突出した駆動アーム部 2 0 a を有する駆動アーム 2 0 が取り付けられている。

駆動アーム 20 は、所定の固定部材（図示省略）を用いて駆動カム軸 12 に一体的に固定されている。更に、カムピース 18 には、同一気筒のための駆動アーム 20 に近い方の従動カムロブ 18 a の近傍に、駆動カム軸 12 の径方向外側に突出した従動アーム部 18 b が一体的に形成されている。

[0030] 図 3 および図 4 を新たに加えて説明を継続する。

図 3 は、可変動弁装置 10 を、図 1 に示す A-A 線で切断した断面図である。図 4 は、図 1 における矢視 B 方向から可変動弁装置 10 を見た斜視図である。尚、図 3 においては、リンクプレート 34 の一部の図示を省略しており、図 4 においては、ガイド部材 36 の図示を省略している。

[0031] 図 3、4 に示すように、駆動アーム部 20 a には、カム軸側回転軸 22 を介して、駆動リンク 24 の一端が回転自在に連結されている。また、従動アーム部 18 b には、カムロブ側回転軸 26 を介して、従動リンク 28 の一端が回転自在に連結されている。以下、カム軸側回転軸 22 の中心点を、「カム軸側回転支点」と称し、カムロブ側回転軸 26 の中心点を、「カムロブ側回転支点」と称する場合がある。

[0032] 駆動リンク 24 の他端と従動リンク 28 の他端とは、制御ローラー側回転軸 30 を介して、連結されている。制御ローラー側回転軸 30 上における駆動リンク 24 と従動リンク 28 との間の部位には、制御ローラー 32 とリンクプレート 34 とが介在している。以下、駆動リンク 24 と従動リンク 28 との連結部である制御ローラー側回転軸 30 の中心点を、「制御回転支点」と称することがある。

[0033] このように、本実施形態の可変動弁装置 10 は、駆動カム軸 12 の軸中心を共通の回転中心とする駆動アーム部 20 a および従動アーム部 18 b と、駆動リンク 24 と従動リンク 28 とによって、図 3 に示すようにパンタグラフ状（菱形状）に連結された四節リンクであるリンク機構 35 を備えている。また、図 3 に示すように、本実施形態では、従動リンク 28 は、駆動リンク 24 との間に制御ローラー 32 を介在させた状態で当該駆動リンク 24 に対して駆動カム軸 12 の回転方向前方側に配置されている。

- [0034] リンクプレート34は、図4に示すように、環状に形成された2つのプレート部が同心となるように折り曲げられることにより成形されている。そして、リンクプレート34は、その内部に駆動カム軸12が貫通され、かつ、制御ローラー32を外側から挟み込むようにした状態で、制御ローラー側回転軸30上に配置されている。
- [0035] リンクプレート34の外周側には、図3に示すように、駆動カム軸12が内部を貫通するリンクプレート34を更に覆うように、ガイド部材36の軌道面36a1が配置されている。本実施形態の軌道面36a1は、より具体的には円周面によって構成されている。また、上記制御ローラー32は、駆動カム軸12の回転と連動して軌道面36a1上を転動できるように、軌道面36a1と接する位置で制御ローラー側回転軸30によって回転自在に支持されている。
- [0036] 更に、図3に示すように、リンクプレート34の内側には、制御ローラー32以外にも、軌道面36a1と接する位置に、2つの保持ローラー38が保持用回転軸40を介して回転自在に取り付けられている。より具体的には、制御ローラー32に加えて2つの保持ローラー38を含めた3つのローラー32、38間の配置が駆動カム軸12を中心として等角度間隔となるように、これらの3つのローラー32、38がリンクプレート34に取り付けられている。このような構成によれば、駆動カム軸12の回転に伴い、制御ローラー32および2つの保持ローラー38が軌道面36a1上を転動しながら、リンクプレート34が軌道面36a1の内側で回転することになる。つまり、リンクプレート34は、制御ローラー32および保持ローラー38を介して、軌道面36a1によって駆動カム軸12の径方向の位置が規定されることになり、また、リンクプレート34に取り付けられた制御ローラー32の軌道面36a1上の位置が規定されることになる。このため、制御ローラー32は、駆動カム軸12の回転に伴い、制御ローラー32が軌道面36a1に常に接した状態で当該軌道面36a1を転動するようになる。そして、制御ローラー32の位置が規定された結果、駆動リンク24および従動リ

シフト機構を介して、駆動カム軸 12 に対する従動カムロブ 18 a の相対的な回転角度 θ も特定されることになる。

[0037] (回転角度 θ の定義)

上記回転角度 θ は、ここでは、図 3 に示すように、駆動カム軸 12 の軸方向から見て、駆動カム軸 12 の中心点とカム軸側回転支点とを結ぶ直線（駆動軸）と、駆動カム軸 12 の中心点とカムロブ側回転支点とを結ぶ直線（従動軸）とのなす角度として定義されている。

[0038] ガイド部材 36 は、図 1 に示すように、気筒毎に、上記軌道面 36 a 1 を有する環状部 36 a を備えている。各気筒の環状部 36 a は、架橋部 36 b を介して橋渡されることによって一体的に連結されている。尚、ガイド部材 36 は、図 3 における上下方向（すなわち、気筒の上下方向）への移動自在な態様であって、図 3 における左右方向および駆動カム軸 12 の軸方向への移動が拘束される態様で、所定の支持部材（図示省略）を介して図示省略するシリンダヘッドもしくはカムキャリア（すなわち、カムハウジング）によって支持されている。また、ガイド部材 36 は、図示省略するリターンスプリングによって、後述する作用角可変カム 52 に向けて付勢されているものとする。

[0039] 図 5 は、図 1 に示すアクチュエータ 42 の具体的な構成を説明するための図である。より具体的には、図 5 (A) は、アクチュエータ 42 を、図 1 における矢視 C の方向から見た図であり、図 5 (B) および (C) は、アクチュエータ 42 を、図 5 (A) における矢視 D の方向から見た図である。尚、図 1、図 5 (B) および (C) では、モータ 44 およびウォームギヤ 46 の図示を省略している。

[0040] 本実施形態の可変動弁装置 10 は、上記ガイド部材 36 を、図 3 中に示す移動方向（本実施形態では、内燃機関の気筒の軸線方向と一致しているものとする）に所定の移動範囲内において駆動するためのアクチュエータ 42 を備えている。より具体的には、アクチュエータ 42 は、駆動カム軸 12 の軸方向から見て、円周面である軌道面 36 a 1 の中心点と駆動カム軸 12 の中

心点とが一致した状態を「基準状態」として、軌道面 3 6 a 1 の中心点が駆動カム軸 1 2 の軸線の法線方向かつ気筒の軸線方向に沿って移動するように（すなわち、図 3 における上下方向に）ガイド部材 3 6 を移動させるものである。

[0041] アクチュエータ 4 2 は、図 5（A）に示すように、電動モータ（以下、単に「モータ」と称する）4 4 と、当該モータ 4 4 の出力軸に固定されたウォームギヤ 4 6 と、当該ウォームギヤ 4 6 と噛み合わされたウォームホイール 4 8 とを備えている。そして、図 5（B）および（C）に示すように、ウォームホイール 4 8 には、当該ウォームホイール 4 8 と同心の制御軸（駆動軸）5 0 が固定されている。制御軸 5 0 には、ガイド部材 3 6 の並行する 2 つの架橋部 3 6 b に対応して、2 つの作用角可変カム 5 2 が固定されている。尚、モータ 4 4 は、内燃機関が備える図示省略する ECU（Electronic Control Unit）の指令に基づいて駆動される。

[0042] 図 5（B）は、制御軸 5 0 に対してガイド部材 3 6 の架橋部 3 6 b が最も離れるように作用角可変カム 5 2 がモータ 4 4 により回転駆動された状態を示している。この状態では、ガイド部材 3 6 が上記移動範囲内において、図 3 における上方向（すなわち、内燃機関の気筒の上方向）に最も変位することになる。一方、図 5（C）は、制御軸 5 0 に対してガイド部材 3 6 の架橋部 3 6 b が最も近づくように作用角可変カム 5 2 がモータ 4 4 により回転駆動された状態を示している。この状態では、ガイド部材 3 6 が上記移動範囲内において、図 3 における下方向（すなわち、内燃機関の気筒の下方向）に最も変位することになる。

[0043] 上記の構成を有するアクチュエータ 4 2 によれば、モータ 4 4 によって作用角可変カム 5 2 の回転角度を制御することにより、ガイド部材 3 6 の位置を上記移動範囲内において任意の位置に調整することができる。

[0044] （狭小／広大区間の定義）

また、図 3 に示す状態は、アクチュエータ 4 2 によって軌道面 3 6 a 1 が図 3 の上方向に移動させられたことによって、軌道面 3 6 a 1 の中心点が駆

動カム軸 1 2 の中心点よりも図 3 の上方向に変位した状態を示している。この状態では、制御ローラー 3 2 が軌道面 3 6 a 1 のほぼ下半分側に位置している時に、駆動カム軸 1 2 の回転中心と制御ローラー 3 2 の回転中心（上記制御回転支点）との距離が上記基準状態の時よりも狭められることになる。以下の明細書中においては、上記基準状態時よりも上記距離が狭められている軌道面 3 6 a 1 の区間（図 3 の場合にはほぼ下半分側の区間）のことを、単に「狭小区間」と称することとする。

[0045] 図 3 に示すように上記距離が狭められると、上記基準状態時の値（ θ_0 ）に比べて、駆動カム軸 1 2 に対する従動カムロブ 1 8 a の回転角度 θ が拡大することになる。駆動カム軸 1 2 の回転方向は、図 3 における反時計回りである。従って、上記狭小区間において上記回転角度 θ が拡大すると、上記基準状態時と比べ、従動カムロブ 1 8 a の回転位置が駆動カム軸 1 2 の回転方向の前方側に進められることになる。

[0046] 一方、図 3 に示すガイド部材 3 6 の制御位置において駆動カム軸 1 2 の回転に伴って制御ローラー 3 2 が軌道面 3 6 a 1 のほぼ上半分側に位置した場合には、上記とは逆に、上記距離が上記基準状態時と比べて広げられることになる。以下の明細書中においては、上記距離が広げられている軌道面 3 6 a 1 の区間（図 3 の場合にはほぼ上半分側の区間）のことを、単に「広大区間」と称することとする。この広大区間においては、上記回転角度 θ が上記基準状態時の値 θ_0 と比べて減少することになる。その結果、上記広大区間においては、上記基準状態時と比べて、従動カムロブ 1 8 a の回転位置が駆動カム軸 1 2 の回転方向の後方側に遅らされることになる。

[0047] 本実施形態では、アクチュエータ 4 2 によってガイド部材 3 6 を図 3 における上方向に移動させた状態で、従動カムロブ 1 8 a のリフト区間（従動カムロブ 1 8 a により駆動されるバルブがリフトする区間）中に制御ローラー 3 2 が上記狭小区間を通過するように、駆動カム軸 1 2 の回転方向、および、軌道面 3 6 a 1 に対する制御ローラー 3 2 の位置が設定されている。尚、従動カムロブ 1 8 a のリフト区間との関係での、軌道面 3 6 a 1 上の制御口

ーラー 32 の位置（移動範囲）は、カムピース 18 上における従動カムロブ 18 a と従動アーム部 18 b（従動軸）との取り付け角度を調整することによって変更することができる。

[0048] また、既述したように、本実施形態におけるガイド部材 36 の移動方向は、気筒の軸線方向（図 3 における上下方向）である。また、本実施形態では、可変動弁装置 10 は、シリンダヘッドがボンネットフードと対向するように車両に搭載された内燃機関に備えられているものとする。このような構成が採用されている場合、内燃機関（シリンダヘッド）の上方は、歩行者保護への配慮および他部品との干渉防止のため、可変動弁装置 10 のために十分なスペースを確保しにくい部位となる。

[0049] そこで、本実施形態では、このような環境に置かれた可変動弁装置 10 に対して、上記基準状態時を基準とするガイド部材 36 の移動量を次のように設定している。すなわち、上記基準状態時に対するガイド部材 36 の気筒の上方向（図 3 における上方向）への移動量が、上記基準状態時に対するガイド部材 36 の気筒の下方向（図 3 における下方向）への移動量よりも小さくなるように設定されている（後述の図 6 も参照）。尚、本実施形態では、このような設定を施しつつ、可変動弁装置 10 の機能を損なわないようにするため、リンク機構 35 の各部のリンク長さの最適化、および、基準状態時（後述する等速時）のバルブの作用角を小作用角寄りの値に設定するようにしている。

[0050] [実施の形態 1 における可変動弁装置の動作]

次に、図 6 および図 7 を参照して、本実施形態の可変動弁装置 10 の動作について説明する。

図 6 は、ガイド部材 36 の変位に伴う可変動弁装置 10 の動作を説明するための模式図である。尚、図 6 の各図は、上記図 3 とは逆方向から可変動弁装置 10 の主たる構成を模式的に表した図である。また、図 7 は、ガイド部材 36 の変位に伴う、バルブの作用角の変化、および上記基準状態時の値 θ_0 に対する駆動カム軸 12 と従動カムロブ 18 a との回転角度 θ の差（変化

)を表した図である。

[0051] 図6中に示す駆動カム軸12の回転方向に駆動カム軸12が回転すると、駆動カム軸12の回転力が、駆動カム軸12に一体的に固定された駆動アーム部20aを介して、駆動リンク24に伝達される。駆動リンク24に伝達された駆動カム軸12の回転力は、制御ローラー側回転軸30および従動リンク28を介して、従動アーム部18bと一体的に形成された従動カムロブ18aに伝達される。このように、駆動カム軸12の回転力は、リンク機構35を介して従動カムロブ18aに伝達されることになる。

[0052] その結果、駆動カム軸12の回転と同期して、リンク機構35の各要素および従動カムロブ18aが駆動カム軸12と同一方向に回転することになる。この際、既述したように、制御ローラー32は、接点Pにおいて軌道面36a1に常に接した状態で当該軌道面36a1上を転動し、駆動カム軸12の周りを回ることになる。

[0053] 図6(B)に示す状態は、駆動カム軸12の中心点と軌道面36a1の中心点とが一致している状態(上記基準状態)であり、また、本実施形態の軌道面36a1は、円周面である。このため、駆動カム軸12の回転に伴って制御ローラー32が軌道面36a1上を一回転する間に、駆動カム軸12の回転中心と制御ローラー32の回転中心との距離に変化はなく、駆動カム軸12に対する従動カムロブ18aの相対的な回転角度 θ に変化はない。従って、図6(B)に示す基準状態時には、従動カムロブ18aは、駆動カム軸12と等速で一回転することになる。

[0054] 次に、図6(A)に示す状態は、図6(B)に示す基準状態時と比べて、軌道面36a1が図6における上方向(気筒の上方向)に上記移動範囲内で最も移動した状態を示している。この状態では、軌道面36a1のほぼ下半分側の区間が、駆動カム軸12の回転中心と制御ローラー32の回転中心(上記制御回転支点)との距離が上記基準状態の時よりも狭められた狭小区間となる。この狭小区間を通過する際の制御ローラー32の接点Pは、図6(A)における右側の等回転角度点(回転角度 θ が上記基準状態時の値 θ_0 と

等しくなるタイミングの値) $P0$ から軌道面 36 a 1 の真下位置に向かうにつれ、図 7 (B) に示すように、上記基準状態時の値 θ_0 に対する回転角度 θ の差がプラス側で大きくなっていく。このため、駆動カム軸 12 に対して従動カムロブ 18 a が増速される。そして、制御ローラー 32 の接点 P が軌道面 36 a 1 の真下位置から図 6 (A) における左側の等回転角度点 $P0$ に向かうにつれ、図 7 (B) に示すように、上記基準状態時に対する回転角度 θ の差がゼロに向けて徐々に減少していく。尚、制御ローラー 32 が図 6 (A) における左側の等回転角度点 $P0$ を通過して軌道面 36 a 1 の上半分側の区間に移動した後は、上記回転角度 θ が基準状態時の値 θ_0 よりも小さくなるので、上記基準状態時に対する回転角度 θ の差がマイナスに転じることになる。

[0055] 一方、図 6 (C) に示す状態は、図 6 (B) に示す基準状態時と比べて、軌道面 36 a 1 が図 6 における下方向 (気筒の下方向) に上記移動範囲内で最も移動した状態を示している。この状態では、軌道面 36 a 1 のほぼ下半分側の区間が、駆動カム軸 12 の回転中心と制御ローラー 32 の回転中心 (上記制御回転支点) との距離が上記基準状態の時よりも広げられた広大区間となる。この広大区間を通過する際の制御ローラー 32 の接点 P は、図 6 (C) における右側の等回転角度点 $P0$ から軌道面 36 a 1 の真下位置に向かうにつれ、図 7 (B) に示すように、上記基準状態時の値 θ_0 に対する回転角度 θ の差がマイナス側で大きくなっていく。このため、駆動カム軸 12 に対して従動カムロブ 18 a が減速される。そして、制御ローラー 32 の接点 P が軌道面 36 a 1 の真下位置から図 6 (C) における左側の等回転角度点 $P0$ に向かうにつれ、図 7 (B) に示すように、上記基準状態時の値 θ_0 に対する回転角度 θ の差がゼロに向けて徐々に減少していく。尚、制御ローラー 32 が図 6 (C) における左側の等回転角度点 $P0$ を通過して軌道面 36 a 1 の上半分側の区間に移動した後は、上記回転角度 θ が基準状態時の値 θ_0 よりも大きくなるので、上記基準状態時の値 θ_0 に対する回転角度 θ の差がプラスに転じることになる。このように、上記基準状態に対する軌道面

36a1の駆動方向が逆になると、狭小区間と広大区間との関係が上下逆となる。

[0056] 図7(A)は、可変動弁装置10が適用されるバルブが一例として吸気弁である場合のものである。既述したように、本実施形態では、図6(A)に示すように軌道面36a1が上方向に移動した状態で、従動カムロブ18aのリフト区間中に制御ローラー32が上記狭小区間を通過するように設定されている。更に詳細に説明すると、本実施形態では、ガイド部材36を上方向に移動させた場合に広大区間から狭小区間に変化する方の(図6(A)では右側の)等回転角度点P0の付近に制御ローラー32が位置している時に、吸気弁が開き始めるように設定されている。

[0057] 以上説明した構成を有する可変動弁装置10によれば、軌道面36a1が図6(A)に示すように上方向に移動した場合には、吸気弁の開き側のリフト区間では、駆動カム軸12に対して前方に進みながら従動カムロブ18aが回転することになる。このため、駆動カム軸12に対する相対的な従動カムロブ18aの回転速度が図6(B)に示す基準状態時(等速時)と比べて増加することになる。このため、この場合には、図7(A)中に「増速時リフト(小作用角)」と付して示すように、上記基準状態時の「等速時リフト」と比べて、吸気弁のリフト量が最大リフト量に早く到達するようになる。また、この場合には、制御ローラー32の接点Pが軌道面36a1の真下位置を通過した後(吸気弁の開弁後にカム角度でほぼ90°、クランク角度でほぼ180°CAを経過した後)は、駆動カム軸12に対する従動カムロブ18aの相対的な回転速度が減少し始める。従って、作用角が180°CAを越える一般的な設定の吸気弁の場合には、吸気弁の閉じ時期付近では、「等速時リフト」と比べて、吸気弁のリフト加速度(バルブ閉じ側であるので負の値)が小さくなる。しかしながら、吸気弁の開弁後に制御ローラー32の接点Pが軌道面36a1の真下位置に到達するまでの区間において従動カムロブ18aの回転速度が高められている影響が大きいため、吸気弁の閉じ時期についても「等速時リフト」時と比べて早くなる。これにより、吸気弁

の作用角を等速時リフトと比べて小さくすることができる。

[0058] また、以上説明した構成を有する可変動弁装置 10 によれば、軌道面 36 a 1 が図 6 (C) に示すように下方向に移動した場合には、吸気弁の開き側のリフト区間では、駆動カム軸 12 に対して後方に遅れながら従動カムロブ 18 a が回転することになる。このため、駆動カム軸 12 に対する相対的な従動カムロブ 18 a の回転速度が図 6 (B) に示す基準状態時（等速時）と比べて減少することになる。このため、この場合には、図 7 (A) 中に「減速時リフト（大作用角）」と付して示すように、上記基準状態時の「等速時リフト」と比べて、吸気弁のリフト量が最大リフト量に到達するタイミングが遅くなる。また、上記「増速時リフト」に対して上述したものとは逆の理由により、吸気弁の閉じ時期についても「等速時リフト」時と比べて遅くなる。これにより、バルブ（ここでは吸気弁）の作用角を等速時リフトと比べて大きくすることができる。

[0059] また、本実施形態における可変動弁装置 10 では、既述したように、ガイド部材 36 を上方向に移動させた場合に広大区間から狭小区間に変化する方の（図 6 (A) では右側の）等回転角度点 P 0 の付近に制御ローラー 32 が位置している時に、吸気弁が開くように設定されている。このような設定によれば、アクチュエータ 42 により制御される軌道面 36 a 1 の位置にかかわらず、吸気弁の開き時期における従動カムロブ 18 a の上記回転角度 θ を、等速時の値 θ_0 と同様の値で（ほぼ）一定に揃えることができる。これにより、図 7 (A) に示すように、吸気弁の開き時期を（実質的に）一定としつつ作用角を変更すること（いわゆる、位相連成）が可能となる。尚、上記の設定以外にも、ガイド部材 36 を上方向に移動させた場合に狭小区間から広大区間に変化する方の（図 6 (A) では左側の）等回転角度点 P 0 の付近に制御ローラー 32 が位置している時に、排気弁が閉じるように設定することも考えられる。このような設定によれば、アクチュエータ 42 により制御される軌道面 36 a 1 の位置にかかわらず、排気弁の閉じ時期における従動カムロブ 18 a の上記回転角度 θ を、等速時の値 θ_0 と同様に（ほぼ）一定

に揃えることができる。これにより、排気弁の閉じ時期を（実質的に）一定としつつ作用角を変更するという態様での位相連成が可能となる。

[0060] 以上のように、本実施形態の可変動弁装置 10 によれば、上記基準状態時を基準として軌道面 36 a 1 を気筒の軸線方向に沿って上下に移動させることにより、駆動カム軸 12 の回転中心と制御ローラー 32 の回転中心との距離が変化し、駆動カム軸 12 が一回転する間の駆動カム軸 12 に対する従動カムロブ 18 a の相対的な回転角度 θ が変化する。言い換えれば、このように調整される軌道面 36 a 1 の上下位置に応じて、軌道面 36 a 1 に沿って転動することによって駆動カム軸 12 の周りを公転することになる制御ローラー 32 の公転中心が変更される。また、軌道面 36 a 1 の移動量が大きいほど、上記回転角度 θ の変化量が大きくなる。その結果、アクチュエータ 42 による軌道面 36 a 1 の制御位置（調整量）に応じて、駆動カム軸 12 が一回転する間の従動カムロブ 18 a の回転速度を、上記基準状態時を基準として連続的に増減することができる。これにより、軌道面 36 a 1 の制御位置に応じて、バルブの作用角を連続的に可変することができるようになる。

このように、本実施形態の可変動弁装置 10 によれば、クランク軸の回転力によって駆動カム軸 12 を駆動する構成を用いる場合において、装置構成を極力複雑にすることなく、駆動カム軸 12 が一回転する間の従動カムロブ 18 a の回転速度を変更可能とすることができる。

[0061] また、本実施形態の可変動弁装置 10 によれば、軌道面 36 a 1 と接触する接触部材として、制御ローラー 32 を採用し、軌道面 36 a 1 上を転動させるようにしている。このため、上記接触部材として、軌道面 36 a 1 との接触を摺動を利用して行う部材を採用する場合と比べ、接触部のフリクションや摩耗を低減することができる。

[0062] 図 8 は、駆動カム軸 12 の回転に伴うリンク機構 35 の動作時に可変動弁装置 10 に生ずる力を説明するための図である。より具体的には、従動カムロブ 18 a の作用力を受けてバルブが最大リフト位置に向けて開く過程で可変動弁装置 10 に生ずる力を説明するものである。

[0063] 図8に示すように、制御ローラー32には、駆動カム軸12の回転力が、駆動アーム部20aおよび駆動リンク24を介して伝達される。この回転力は、更に従動リンク28および従動アーム部18bを介して従動カムロブ18aに伝達され、バルブの駆動力となる。この回転力によって従動カムロブ18aがバルブを駆動する際に、従動カムロブ18aは、バルブを閉弁方向に付勢するバルブスプリング（図示省略）の反力を受けることになる。このバネ反力は、図8に示すように、従動アーム部18bおよび従動リンク28を介して、制御ローラー32に作用する。その結果、制御ローラー32は、上記回転力と上記バネ反力の合力によって、図8に示すように、軌道面36a1に押し付けられることになる。そして、この場合、駆動リンク24および従動リンク28には、圧縮方向に荷重が働くことになる。

[0064] 本実施形態の可変動弁装置10において、上記のような態様で駆動リンク24および従動リンク28に対して圧縮方向に荷重が働くことになるのは、図8に示すように、駆動アーム部20aおよび駆動リンク24に対して、駆動カム軸12の回転方向の後方側ではなく前方側に、制御ローラー32を間に介在させた状態で従動リンク28を配置しているためである。このような構成によれば、駆動リンク24および従動リンク28に作用する力が、引張力や曲げ力ではなく上記のように圧縮力となる。このため、駆動リンク24および従動リンク28の変形や応力の低減を図ることができ、制御ローラー32の位置（駆動カム軸12と従動カムロブ18aとの回転角度 θ ）がより確実に定まるようになる。

[0065] また、本実施形態の可変動弁装置10では、上述したように、上記基準状態時に対するガイド部材36の気筒の上方向（図6等における上方向）への移動量が、上記基準状態時に対するガイド部材36の気筒の下方向（図6等における下方向）への移動量よりも小さくなるように設定されている。このような設定によれば、内燃機関（シリンダヘッド）の上方へのガイド部材36の移動量を相対的に小さくすることで、内燃機関の上方の歩行者保護用等のスペースを良好に確保できるようになる。

[0066] また、本実施形態の可変動弁装置 10 では、駆動カム軸 12 を中心とする公転時の制御ローラー 32 が軌道面 36 a 1 と常に接触するようにするために、制御ローラー 32 を支持するリンクプレート 34 を備えるようにしている。ここで、従動カムロブ 18 a のリフト区間において当該従動カムロブ 18 a に作用するバルブスプリングの反力（トルク）は、バルブの開き側（最大リフト量に向かう側）では駆動カム軸 12 の回転力（トルク）と対向する方向に作用し、一方、バルブの閉じ側では（最大リフト量を越えてからは）駆動カム軸 12 の回転力（トルク）と同方向に作用する。本実施形態のようなリンクプレート 34 を備えずに、バネ反力がゼロにならないように付勢する付勢バネを別途追加すると、各気筒の 2 つのバルブのバルブスプリング力以上のバネ力が必要となり、上記付勢バネの体格が大きくなってしまう。また、バルブの開き側では、バルブスプリング力と上記付勢バネのバネ力の合力がリンク機構 35 の各部に働くことになり、各部のフリクションや摩耗の増加に繋がることにもなる。

[0067] これに対し、本実施形態のように、制御ローラー 32 を支持するリンクプレート 34 を備えることにより、付勢バネの追加による上記弊害なしに、制御ローラー 32 を軌道面 36 a 1 に確実に常時接触させられるようになる。更に、本実施形態では、軌道面 36 a 1 上を転動する 2 つの保持ローラー 38 をリンクプレート 34 と軌道面 36 a 1 との間に制御ローラー 32 を含めて等間隔に介在させている。これにより、このような保持ローラー 38 を用いずにリンクプレート 34 の外周と軌道面 36 a 1 とを摺動させる構成に比べ、接触部のフリクションや摩耗を低減することができる。

[0068] ところで、上述した実施の形態 1 においては、従動リンク 28 が駆動リンク 24 との間に制御ローラー 32 を介在させた状態で当該駆動リンク 24 よりも駆動カム軸 12 の回転方向前方側に配置されており、かつ、図 6（A）に示すように軌道面 36 a 1 が上方向に移動した状態で、従動カムロブ 18 a のリフト区間中に制御ローラー 32 が上記狭小区間を通過するように設定されている。これにより、軌道面 36 a 1 が上方向に移動した場合に、バル

ブの作用角を等速時と比べて小さくすることができ、逆に、軌道面 3 6 a 1 が下方向に移動した場合に、バルブの作用角を等速時と比べて大きくすることができる。しかしながら、本発明は、このような構成に限定されるものではない。すなわち、例えば、図 6 (A) に示すように軌道面 3 6 a 1 が上方向に移動した状態で、従動カムロブ 1 8 a のリフト区間中に制御ローラー 3 2 が上記狭小区間を通過するように設定されているものにおいて、従動リンク 2 8 が、駆動リンク 2 4 との間に制御ローラー 3 2 を介在させた状態で当該駆動リンク 2 4 よりも駆動カム軸 1 2 の回転方向後方側に配置されているものであってもよい。このような構成によれば、軌道面 3 6 a 1 が図 6 (A) に示すように上方向に移動した場合に、駆動カム軸 1 2 に対して遅れながら従動カムロブ 1 8 a が回転することになるので、バルブの作用角を等速時と比べて大きくすることができ、逆に、軌道面 3 6 a 1 が下方向に移動した場合に、バルブの作用角を等速時に比べて小さくすることができるようになる。

[0069] また、上述した実施の形態 1 においては、駆動カム軸 1 2 の軸方向から見て、円周面である軌道面 3 6 a 1 の中心点と駆動カム軸 1 2 の中心点とが一致した状態を基準位置として、軌道面 3 6 a 1 の中心点が駆動カム軸 1 2 の軸線の法線方向かつ気筒の軸線方向に沿って移動するように（図 6 等における上下方向に）ガイド部材 3 6 を移動させるアクチュエータ 4 2 を備えるようにしている。言い換えれば、駆動カム軸 1 2 の回転中心に対するガイド部材 3 6 の軌道面 3 6 a 1 の円周中心線のオフセット量（偏心量）を変更するようにしている。しかしながら、本発明において駆動カム軸に対する従動カムロブの回転角度を変化させるためのガイド部材の移動方向は、必ずしも上記に限定されるものではなく、駆動カム軸の軸線と直交する平面方向であればよい。

[0070] また、上述した実施の形態 1 においては、円周面として形成された軌道面 3 6 a 1 を備えるようにしている。これにより、駆動カム軸 1 2 の回転中心と軌道面 3 6 a 1 の中心線とが一致するようにガイド部材 3 6 を移動させた

時に、駆動カム軸 12 が一回転する間の従動カムロブ 18a の回転速度を等速にすることができる。しかしながら、本発明における軌道面は、必ずしも円周面でなくてもよく、例えば楕円状に形成されたものであってもよい。

[0071] また、上述した実施の形態 1 においては、軌道面 36a1 をそれぞれ有する各気筒用の環状部 36a を架橋部 36b によって橋渡して一体的に形成されたガイド部材 36 を備えるようにしている。しかしながら、本発明は、このような構成に限定されるものではなく、例えば、気筒毎に、軌道面 36a1 のような軌道面を有するガイド部材、およびアクチュエータ 42 のようなアクチュエータを備えるものであってもよい。

[0072] 尚、上述した実施の形態 1 においては、制御ローラー側回転軸 30 および制御ローラー 32 が本発明における「接触部材」に、リンクプレート 34 および保持ローラー 38 が本発明における「接触維持手段」に相当している。

また、上述した実施の形態 1 においては、駆動リンク 24 が本発明における「カム軸側リンク部材」に、従動リンク 28 が本発明における「カムロブ側リンク部材」に、それぞれ相当している。

また、上述した実施の形態 1 においては、リンクプレート 34 が本発明における「支持部材」に相当している。

[0073] 実施の形態 2.

次に、図 9 乃至図 18 を参照して、本発明の実施の形態 2 について説明する。

[0074] [実施の形態 2 における可変動弁装置の構成]

図 9 は、本発明の実施の形態 2 における可変動弁装置 60 の全体構成を概略的に示す斜視図である。図 10 は、可変動弁装置 60 を、図 9 に示す E-E 線で切断した断面図である。尚、図 9 および図 10 において、上述した実施の形態 1 の可変動弁装置 10 の構成要素と同一の要素については、同一の符号を付してその説明を省略または簡略する。

[0075] 本実施形態の可変動弁装置 60 は、上述した実施の形態 1 の可変動弁装置 10 と同様に、駆動カム軸 12 が一回転する間の駆動カム軸 12 に対する従

動カムロブ 18 a の相対的な回転速度を増減することによってバルブの作用角を変更可能な装置である。可変動弁装置 60 は、可変動弁装置 10 に対し、従動カムロブ 18 a の回転速度を増減させるためのアクチュエータ 62 の構成において相違している。より具体的には、実施の形態 1 のアクチュエータ 42 は、ガイド部材 36 をシリンダ軸線方向に往復移動させることにより、軌道面 36 a 1 を駆動カム軸 12 の軸線と直交する平面方向に移動させるものである。これに対し、本実施形態のアクチュエータ 62 は、「ガイド部材」に相当するコントロールスリーブ 64 を回転駆動させることにより、後述する軌道面 64 a を駆動カム軸 12 の軸線と直交する平面方向に移動させるものである。

[0076] 以下、可変動弁装置 10 との差異を中心として、可変動弁装置 60 の構成について詳述する。ここでは、可変動弁装置 60 は、一例として、4 つの気筒（#1～#4）を有する直列 4 気筒型の内燃機関に適用されているものとする。

[0077] 図 9 および図 10 に示すように、コントロールスリーブ 64 の内部には、駆動カム軸 12 を中心として公転する制御ローラー 32 を案内するための軌道面 64 a が形成されている。軌道面 64 a は、円周面として形成されている。軌道面 64 a の内部には、駆動カム軸 12 が内部を貫通するリンクプレート 34 が収容されている。リンク機構 35 自体の構成は、実施の形態 1 で説明したものと同様である。

[0078] より具体的には、図 10 に示すように、軌道面 64 a は、軌道面 64 a の中心点が駆動カム軸 12 の軸方向から見てコントロールスリーブ 64 の回転中心に対して偏心した状態で、コントロールスリーブ 64 の内部に形成されている。従って、コントロールスリーブ 64 がその回転中心を中心としてアクチュエータ 62 によって回転させられた際には、軌道面 64 a の中心点は、図 10 中に破線に示すような円形の軌跡を描くようになる。

[0079] また、図 10 に示す構成例では、駆動カム軸 12 の軸方向から見て、軌道面 64 a の中心点の軌跡上に、駆動カム軸 12 の回転中心が位置するように

、コントロールスリーブ 6 4 と駆動カム軸 1 2 との相対的な位置関係が設定されている。

[0080] 上述したコントロールスリーブ 6 4 は、図 9 に示すように、内燃機関の各気筒にそれぞれ配置されている。各コントロールスリーブ 6 4 の外周には、全周に渡ってギヤ 6 4 b が形成されている（図 1 0 および後述の図 1 1 においてはギヤ 6 4 b の一部のみを図示している）。

[0081] また、可変動弁装置 6 0 は、コントロールスリーブ 6 4 の外周の近傍に、駆動カム軸 1 2 と並行する制御軸 6 6 を備えている。制御軸 6 6 の周面には、各コントロールスリーブ 6 4 のギヤ 6 4 b のそれぞれに噛み合わされるギヤ 6 6 a が設けられている。また、制御軸 6 6 の一方の端部には、ギヤ 6 6 a とは別のギヤ 6 6 b が形成されている。

[0082] 制御軸 6 6 のギヤ 6 6 b は、電動モータ（以下、単に「モータ」と称する）6 8 の出力軸 6 8 a の先端に形成されたギヤ 6 8 b と噛み合わされている。尚、コントロールスリーブ 6 4 は、所定の固定部材（図示省略）を用いて、図示省略するカムハウジング（支持部材）によって回転自在に支持されているものとする。また、制御軸 6 6 についても、カムハウジングによって回転自在に支持されているものとする。

[0083] 以上説明したように、アクチュエータ 6 2 は、コントロールスリーブ 6 4 に形成されたギヤ 6 4 b と、当該ギヤ 6 4 b とギヤ 6 6 a を介してコントロールスリーブ 6 4 と連結される制御軸 6 6 と、ギヤ 6 6 b とギヤ 6 8 b を介して制御軸 6 6 と連結されるモータ 6 8 とによって構成されている。このように構成されたアクチュエータ 6 2 によれば、モータ 6 8 によって制御軸 6 6 の回転位置を調整することによってコントロールスリーブ 6 4 の回転位置が調整され、その結果として、駆動カム軸 1 2 の回転中心と軌道面 6 4 a の中心との偏心量を調整することができる。

[0084] （偏心角度 ϕ の定義）

以下、本明細書中においては、駆動カム軸 1 2 の回転中心と軌道面 6 4 a の中心との偏心量を特定するための指標として、「偏心角度 ϕ 」を用いるこ

ととする。ここでは、図10に示すように、偏心角度 ϕ は、駆動カム軸12の軸方向から見て、コントロールスリーブ64の回転中心から駆動カム軸12の回転中心に向かう直線と、コントロールスリーブ64の回転中心から軌道面64aの中心点に向かう直線とのなす角度として定義されている。より具体的には、軌道面64aの中心点と駆動カム軸12の中心点とが一致している状態では、偏心角度 ϕ は 0° となる。そして、偏心角度 ϕ は、図10中の反時計回りにおけるコントロールスリーブ64の回転量が大きくなることによって軌道面64aの中心点がその軌跡上を反時計回りに大きく回転するほど、大きな値となるように定義されている。また、図10に示す状態（すなわち、軌道面64aの中心点がコントロールスリーブ64の回転中心を通る鉛直線を基準として駆動カム軸12の回転中心と線対称な位置にある状態）では、偏心角度 ϕ は 180° となる。駆動カム軸12の回転中心と軌道面64aの中心点との偏心量は、偏心角度 ϕ が 180° である時に最大となる。

[0085] 各気筒の各従動カムロブ18aの下方には、図9に示すように、バルブ（本実施形態では、一例として「吸気弁」であるものとする）70毎に、ロッカーアーム72が配置されている。ロッカーアーム72の中央部には、従動カムロブ18aと接するロッカーローラー72aが回転自在に取り付けられている。また、ロッカーアーム72の一端は、吸気弁70の弁軸によって支持されており、ロッカーアーム72の他端は、油圧式ラッシュアジャスタ74によって回転自在に支持されている。吸気弁70は、バルブスプリング76によって、閉方向、すなわち、ロッカーアーム72を押し上げる方向に付勢されている。このようなロッカーアーム72以下の構成については、これらの図示を省略した実施の形態1の可変動弁装置10においても同様である。尚、もちろん、本可変動弁装置60の構成を、排気弁を駆動する装置として適用してもよい。

[0086] [実施の形態2における可変動弁装置の動作]

次に、図11乃至図16を参照して、本実施形態の可変動弁装置60の動

作、更にはその効果について説明する。

[0087] 図 1 1 は、一例として、駆動カム軸 1 2 が一回転する間のリンク機構 3 5 の動作（主に、駆動カム軸 1 2 の一回転中の回転角度 θ の変化）を表した図である。より具体的には、図 1 1 は、軌道面 6 4 a が上記図 1 0 と同じ偏心状態（偏心角度 ϕ が 180° である状態）にある時の可変動弁装置 6 0 を表した図である。

[0088] 軌道面 6 4 a は、既述したように円周面である。このため、軌道面 6 4 a の中心点が駆動カム軸 1 2 の回転中心点と一致している場合（偏心角度 ϕ が 0° である場合）であれば、上記図 6（B）のケースと同様に、従動カムロブ 1 8 a は、駆動カム軸 1 2 と等速で一回転することになる。

[0089] 図 1 1 に示す偏心状態では、軌道面 6 4 a の中心点は、駆動カム軸 1 2 の中心点に対して図 1 1 における左方向に偏心している。このため、図 1 1 に示す偏心状態では、軌道面 6 4 a のほぼ右半分側の区間が実施の形態 1 において定義した狭小区間となり、軌道面 6 4 a のほぼ左半分側の区間が実施の形態 1 において定義した広大区間となる。

[0090] 従って、図 1 1（A）に示すように制御ローラー 3 2 と軌道面 6 4 a との接点 P が狭小区間に位置しているタイミングでは、駆動カム軸 1 2 に対する従動カムロブ 1 8 a の相対的な回転角度 θ は、偏心角度 ϕ が 0° である場合（等速時）の値 θ_0 に対して拡大する。また、図 1 1（B）に示すタイミングでは、接点 P が上述した等回転角度点 P 0 に近い位置にあるので、回転角度 θ は偏心角度 ϕ が 0° である場合（等速時）の値に近いものとなる。また、図 1 1（C）に示すように接点 P が広大区間に位置しているタイミングでは、上記回転角度 θ が等速時の値 θ_0 に対して縮小する。その後、図 1 1（D）に示すように接点 P が広大区間から狭小区間に再び入ったタイミングでは、回転角度 θ が再び拡大している。以上のように、本実施形態の可変動弁装置 6 0 によれば、コントロールスリーブ 6 4 を回転させることによって駆動カム軸 1 2 の回転中心と軌道面 6 4 a の中心とを偏心させることにより（すなわち、偏心角度 ϕ を 0° 以外の角度に設定することにより）、駆動カム

軸 1 2 が一回転する間の駆動カム軸 1 2 に対する従動カムロブ 1 8 a の相対的な回転角度 θ を可変させることができる。そして、このように回転角度 θ を変更させられることにより、駆動カム軸 1 2 が一回転する間の従動カムロブ 1 8 a の回転速度を駆動カム軸 1 2 の回転速度に対して増減させられるようになる。

[0091] (増速／減速区間の定義)

図 1 1 に示す偏心状態では、制御ローラー 3 2 の接点 P が軌道面 6 4 a のほぼ右半分側の狭小区間中の点 P 1 に位置している時に、駆動カム軸 1 2 の回転中心と制御ローラー 3 2 の回転中心（制御回転支点）との距離が最も小さくなり、駆動軸と従動軸との間の回転角度 θ が最も拡大する。一方、この偏心状態では、制御ローラー 3 2 の接点 P が軌道面 6 4 a のほぼ左半分側の広大区間中の点 P 2 に位置している時に、駆動カム軸 1 2 の回転中心と制御ローラー 3 2 の回転中心（制御回転支点）との距離が最も大きくなり、駆動軸と従動軸との間の回転角度 θ が最も縮小する。つまり、制御ローラー 3 2 の接点 P が点 P 2 から点 P 1 に向かって移動する間は、単位カム角当たりの回転角度 θ の変化量が増加するため、従動カムロブ 1 8 a の回転速度が駆動カム軸 1 2 の回転速度よりも高くなり（増速し）、一方、制御ローラー 3 2 の接点 P が点 P 1 から点 P 2 に向かって移動する間は、単位カム角当たりの回転角度 θ の変化量が減少するため、従動カムロブ 1 8 a の回転速度が駆動カム軸 1 2 の回転速度よりも低くなる（減速する）。このため、以下の明細書中においては、軌道面 6 4 a 上における点 P 2 から点 P 1 までの区間を、単に「増速区間」と称し、軌道面 6 4 a 上における点 P 1 から点 P 2 までの区間を、単に「減速区間」と称することとする。

[0092] 図 1 2 は、偏心角度 ϕ を 90° ずつ変化させた際の可変動弁装置 6 0 の動作を説明するための模式図である。図 1 3 は、可変動弁装置 6 0 における偏心角度 ϕ の変更に伴う吸気弁 7 0 の開弁特性の変化の傾向を表した図である。より具体的には、図 1 3 (A) は、偏心角度 ϕ の変更に伴う吸気弁 7 0 の作用角の変化の傾向を表したものであり、図 1 3 (B) は、偏心角度 ϕ の変

更に伴う吸気弁 70 の開き時期の変化の傾向を表した図である。また、図 14 は、偏心角度 ϕ を 90° ずつ変化させた際に得られる吸気弁 70 の各リフトカーブを表した図である。尚、図 12 中の各図は、従動カムロブ 18a におけるロッカーローラー 72a との接触点がベース円部 18a1 からノーズ部 18a2 に切り換わるタイミング（すなわち、吸気弁 70 の開き時期が到来するタイミング）における可変動弁装置 60 の動作状態を表したものである。

[0093] 先ず、図 12 (A) に示す動作状態は、偏心角度 ϕ が 0° である状態、すなわち、駆動カム軸 12 の回転中心と軌道面 64a の中心とが一致している状態である。この場合には、上述したように、従動カムロブ 18a は、駆動カム軸 12 と等速で一回転することになる。また、この場合に得られる吸気弁 70 の作用角は、説明の便宜上、図 13 中に示すように、以下「OA1」とする。

[0094] 次に、図 12 (B) に示す動作状態（偏心角度 $\phi = 90^\circ$ ）について説明する。この動作状態は、図 12 (A) に示す動作状態に対して、コントロールスリーブ 64 を図 12 における反時計回り方向に 90° 回転させることにより得られる。図 12 (B) に示す動作状態に対して上記のように定義した「増速区間」および「減速区間」を当てはめると、図 12 (B) 中に示すようになる。ここで、基準状態（図 12 (A) に示す等速時の状態）における吸気弁 70 の作用角が一般的な値（クランク角度で 180° よりも所定量大きい値）であると、従動カムロブ 18a のノーズ部 18a2 がロッカーローラー 72a を押圧している期間は、カム角でいえば 90° に上記所定量の 2 分の 1 の値を加えた値となる。その結果、吸気弁 70 のリフト区間中の制御ローラー 32 は、ほとんど増速区間を通過することになる。このため、図 12 (B) に示す動作状態における吸気弁 70 の作用角は、図 13 (A) および図 14 に示すように、図 12 (A) に示す等速状態よりも小さくなる。

[0095] より具体的には、偏心角度 ϕ を 0° から 90° に向けて変化させていくにつれ、吸気弁 70 のリフト区間と制御ローラー 32 の増速区間とが重なって

いる状況下における駆動カム軸 12 の回転中心と軌道面 64 a の回転中心との偏心量の増加に伴って、図 13 (A) に示すように、吸気弁 70 の作用角が次第に小さくなっていく。ただし、偏心角度 ϕ の変化に伴う吸気弁 70 の作用角の変化の傾向は、可変動弁装置 60 の各構成要素の設定（従動カムロブ 18 a と従動アーム部 18 b（従動軸）とのなす角度、或いはリンク機構 35 の各リンクの長さの比など）によって変化するものである。図 12 に示す可変動弁装置 60 の設定の場合には、図 13 (A) に示すように、偏心角度 ϕ が 90° 付近の値である時に、吸気弁 70 の作用角が可変動弁装置 60 における作用角の可変範囲内の最小作用角 $\theta_{\min}$ が得られるようになっている。

[0096] また、図 12 (B) に示す動作状態では、吸気弁 70 の開き時期が到来するタイミングで、制御ローラー 32 の接点 P は、広大区間（等回転角度点 P0 の時の回転角度 θ_0 よりも回転角度 θ が小さくなる区間）に位置している。このため、この動作状態における吸気弁 70 の開き時期は、図 13 (B) および図 14 に示すように、等速時の値よりも遅角側の値となる。また、本可変動弁装置 60 の設定の場合には、偏心角度 ϕ を 0° から 90° に向けて変化させていくと、図 13 (B) に示すように、吸気弁 70 の開き時期の遅角量は、一旦増加した後に減少するようになっている。

[0097] 次に、図 12 (C) に示す動作状態（偏心角度 $\phi = 180^\circ$ ）について説明する。この動作状態は、図 12 (B) に示す動作状態に対して、コントロールスリーブ 64 を図 12 における反時計回り方向に更に 90° 回転させることにより得られる。図 12 (C) に示す動作状態に対して「増速区間」および「減速区間」を当てはめると、図 12 (C) 中に示すようになる。その結果、軌道面 64 a に対する制御ローラー 32 の接点 P は、吸気弁 70 のリフト開始当初は増速区間に位置し、リフト途中から減速区間に切り替わるようになる。特に、図 12 に示す可変動弁装置 60 の設定の場合には、吸気弁 70 のリフト区間の前半部分における増速の作用と、その後半部分における減速の作用とが相殺され、結果的には、吸気弁 70 の作用角は、図 13 (A)

）に示すように、等速時と同じ値 $OA1$ となっている。

[0098] また、偏心角度 ϕ を 90° から 180° に向けて変化させていくにつれ、吸気弁 70 のリフト区間中に占める減速区間の割合が増えていくので、図 13 (A) に示すように、吸気弁 70 の作用角が大きくなっていく。

[0099] また、図 12 (C) に示す動作状態では、吸気弁 70 の開き時期が到来するタイミングで、制御ローラー 32 の接点 P は、狭小区間（等回転角度点 P0 の時の回転角度 θ_0 よりも回転角度 θ が大きくなる区間）に位置している。このため、この動作状態における吸気弁 70 の開き時期は、図 13 (B) および図 14 に示すように、等速時の値よりも進角側の値となる。また、本可変動弁装置 60 の設定の場合には、偏心角度 ϕ を 90° から 180° に向けて変化させていくと、図 13 (B) に示すように、吸気弁 70 の開き時期の進角量は次第に増加するようになっている。

[0100] 次に、図 12 (D) に示す動作状態（偏心角度 $\phi = 270^\circ$ ）について説明する。この動作状態は、図 12 (C) に示す動作状態に対して、コントロールスリーブ 64 を図 12 における反時計回り方向に更に 90° 回転させることにより得られる。図 12 (D) に示す動作状態に対して「増速区間」および「減速区間」を当てはめると、図 12 (D) 中に示すようになる。その結果、吸気弁 70 のリフト区間中の制御ローラー 32 は、リフト開始当初は増速区間に位置しているが、主には減速区間を通過することになる。このため、図 12 (D) に示す動作状態における吸気弁 70 の作用角は、図 12 (A) に示す等速状態よりも大きくなる。

[0101] より具体的には、偏心角度 ϕ を 180° から 270° に向けて変化させていくと、吸気弁 70 のリフト区間中に占める減速区間の割合が増えていくので、図 13 (A) に示すように、吸気弁 70 の作用角が次第に大きくなっていく。図 12 に示す可変動弁装置 60 の設定の場合には、図 13 (A) に示すように、偏心角度 ϕ が 270° 付近の値である時に、吸気弁 70 の作用角が可変動弁装置 60 における作用角の可変範囲内の最大作用角 $OAm_{\max}$ が得られるようになっている。

[0102] また、図 1 2 (D) に示す動作状態では、吸気弁 7 0 の開き時期が到来するタイミングで、制御ローラー 3 2 の接点 P は、狭小区間（等回転角度点 P 0 の時の回転角度 θ 0 よりも回転角度 θ が大きくなる区間）に位置している。このため、この動作状態における吸気弁 7 0 の開き時期は、図 1 3 (B) および図 1 4 に示すように、 180° の場合とほぼ同様に、等速時の値よりも進角側の値となる。また、本可変動弁装置 6 0 の設定の場合には、偏心角度 ϕ を 180° から 270° に向けて変化させていくと、図 1 3 (B) に示すように、吸気弁 7 0 の開き時期の進角量は、一旦増加した後に減少するようになっている。

[0103] 最後に、偏心角度 ϕ が 270° から 360° (0°) に変化する際、すなわち、図 1 2 (D) に示す動作状態から図 1 2 (A) に示す動作状態に戻る際の可変動弁装置 6 0 の動作について説明する。偏心角度 ϕ を 270° から 360° に向けて変化させていくと、吸気弁 7 0 のリフト区間と制御ローラー 3 2 の減速区間とが重なっている状況下における駆動カム軸 1 2 の回転中心と軌道面 6 4 a の中心との偏心量の減少に伴って、図 1 3 (A) に示すように、吸気弁 7 0 の作用角が等速時の値 O A 1 に向けて次第に小さくなっていく。また、偏心角度 ϕ が 270° から 360° (0°) に変化する際の吸気弁 7 0 の開き時期の進角量についても、当該偏心量の減少に伴って、等速時の値との差が次第に小さくなっていく。

[0104] 以上説明したように、本実施形態の可変動弁装置 6 0 によれば、コントロールスリーブ 6 4 の回転中心に対して中心が偏心した軌道面 6 4 a を備えるコントロールスリーブ 6 4 を回転駆動して偏心角度 ϕ を変更することにより、駆動カム軸 1 2 の回転中心と制御ローラー 3 2 の回転中心との距離が変化する。その結果、駆動カム軸 1 2 が一回転する間の駆動カム軸 1 2 に対する従動カムロブ 1 8 a の相対的な回転角度 θ が変化する。言い換えれば、このように調整される偏心角度 ϕ に応じて、軌道面 6 4 a に沿って転動することによって駆動カム軸 1 2 の周りを公転することになる制御ローラー 3 2 の公転中心が変更される。従って、本可変動弁装置 6 0 によっても、アクチュエ

ータ 6 2 による偏心角度 ϕ の調整に伴う軌道面 6 4 a の制御位置（コントロールスリーブ 6 4 の回転位置）に応じて、上述した可変動弁装置 1 0 と同様に、駆動カム軸 1 2 が一回転する間の従動カムロブ 1 8 a の回転速度を駆動カム軸 1 2 の回転角度に対して連続的に増減することができる。これにより、軌道面 6 4 a の制御位置に応じて、図 1 3（A）および図 1 4 に示すように、吸気弁 7 0 の作用角を連続的に可変することができるようになる。より具体的には、コントロールスリーブ 6 4 を一方向に回転させていった際に、吸気弁 7 0 の作用角が小さくなった後に大きくなり、また、その後に小さくなるという態様で、作用角を縮小方向と拡大方向の両方向に可変させることができる。ただし、作用角可変のためのコントロールスリーブ 6 4 は、所定の一方方向に駆動されるものに限られるわけではなく、必要に応じて双方方向に駆動されるようになっていてもよい。

このように、本実施形態の可変動弁装置 6 0 によっても、クランク軸の回転力によって駆動カム軸 1 2 を駆動する構成を用いる場合において、装置構成を極力複雑にすることなく、駆動カム軸 1 2 が一回転する間の従動カムロブ 1 8 a の回転速度を変更可能とすることができる。

[0105] 次に、図 1 5 および図 1 6 を参照して、実施の形態 1 の可変動弁装置 1 0 と比較した場合に可変動弁装置 6 0 の構成によって得られる顕著な効果について説明する。

図 1 5 は、駆動カム軸 1 2 の回転に伴うリンク機構 3 5 の回転時に、制御ローラー 3 2 から軌道面 6 4 a に作用する力を表した図である。図 1 6 は、実施の形態 1 の可変動弁装置 1 0 と本実施形態の可変動弁装置 6 0 との間で、作用角可変時の負荷トルクの大きさを比較して表した図である。

[0106] 実施の形態 1 においても説明したように、リンク機構 3 5 から伝達されるバルブスプリング 7 6 の反力が制御ローラー 3 2 を介して軌道面 6 4 a に作用する。更には、軌道面 6 4 a には、駆動カム軸 1 2 の回転に伴うリンク機構 3 5 からの慣性力が制御ローラー 3 2 を介して、コントロールスリーブ 6 4 の径方向に作用する。このようにして制御ローラー 3 2 から軌道面 6 4 a

に作用する力を、図 15 に示すように「F」とする。

[0107] この力Fをコントロールスリーブ64の回転中心を基準として、コントロールスリーブ64の径方向および周方向に分解すると、図15に示すようになる。このように力Fが分解された場合には、その大部分が径方向の分力となり、周方向の分力は極小となる。

[0108] 本実施形態の可変動弁装置60は、作用角可変のために、軌道面64aを有するコントロールスリーブ64（ガイド部材）を回転駆動する方式の装置である。従って、周方向の上記分力に抗する方向にコントロールスリーブ64を回転駆動する場合であっても、作用角可変のためにコントロールスリーブ64を回転駆動するうえでのアクチュエータ62の負荷トルクは、周方向の分力に基づく小さなトルクとなる。

[0109] 一方、実施の形態1の可変動弁装置10は、作用角可変のために、軌道面36a1を有するガイド部材36を上下方向に往復駆動する方式の装置である。従って、作用角可変のためにガイド部材36を往復駆動するうえでのアクチュエータ42の負荷トルクは、図15に示す径方向の分力に相当する力に基づく大きなトルクとなる。

[0110] このため、本可変動弁装置60によれば、図16中に両可変動弁装置10、60の試験結果として示すように、実施の形態1の可変動弁装置10と比べ、作用角可変時の負荷トルクを20分の1程度に大幅に低減することが可能となる。これにより、アクチュエータ62が備えるモータ68の小型化と、モータ68の制御電流の低減とを図ることができるので、可変動弁装置のトータルコストを下げることができる。また、日本特開2009-57868号公報には、バルブのリフト量および作用角を連続的に変更可能な可変動弁装置が記載されている。この公報に記載されている可変動弁装置において、バルブのリフト量および作用角を連続的に可変するために必要とされる負荷トルクの測定結果は、実施の形態1の可変動弁装置10のレベル（図16参照）と同様であった。すなわち、本実施形態の可変動弁装置60によれば、上記公報に記載の構成を有する可変動弁装置と比べても、負荷トルクを大

幅に低減することが可能である。

[0111] 更に付け加えると、本可変動弁装置 60 によれば、架橋部 36b によって各気筒の軌道面 36a1 を有する環状部 36a を橋渡しする構造のガイド部材 36 を備える可変動弁装置 10 と比べ、装置のコンパクト化を図り易く、省スペースの観点においても有利といえる。また、本可変動弁装置 60 によれば、そのようなガイド部材 36 を動作させることが必要な可変動弁装置 10 と比べ、負荷トルクの低減という観点に加え、作用角可変のための可動部分の重量低減という観点においても、作用角可変のための応答性の向上を図ることができるといえる。

[0112] また、本可変動弁装置 60 では、軌道面 64a を円周面としたうえで、コントロールスリーブ 64 の回転時の軌道面 64a の軌跡上に駆動カム軸 12 の回転中心が位置するように、コントロールスリーブ 64 と駆動カム軸 12 との相対的な位置関係が設定されている。これにより、軌道面 64a の中心が駆動カム軸 12 の回転中心と一致するようにコントロールスリーブ 64 を回転させることにより、駆動カム軸 12 が一回転する間の従動カムロブ 18a が等速となる動作状態を得ることができるようになる。

[0113] 更に、可変動弁装置 60 における上述した実施の形態 1 の可変動弁装置 10 との共通点（例えば、軌道面 64a と接触する接触部材として制御ローラー 32 を採用した点）については、可変動弁装置 10 に対して既述した効果と同様の効果を奏することができる。

[0114] ところで、上述した実施の形態 2 の可変動弁装置 60 のように、コントロールスリーブ 64 の回転中心に対して中心が偏心した軌道面 64a を備えるコントロールスリーブ 64 を回転駆動する構成を採用する可変動弁装置によれば、上述した図 13 および図 14 に示す開弁特性が得られる可変動弁装置 60 とは異なり、以下の図 17 および図 18 に示す吸気弁の開弁特性が得られるように構成することもできる。

[0115] より具体的には、カムピース 18 上における従動カムロブ 18a と従動アーム部 18b との（駆動カム軸 12 の軸方向から見た）取り付け角度を調整

することにより、吸気弁 70 のリフト区間が到来した際に制御ローラー 32 が軌道面 64 a 上を転動する位置を調整することができる。上記偏心角度 ϕ の調整によって駆動カム軸 12 の回転中心に対して軌道面 64 a の中心が偏心している場合において、転動中の制御ローラー 32 の位置と吸気弁 70 のリフト区間との関係が上記取り付け角度の調整によって変化すると、吸気弁 70 のリフト区間中にどのようなタイミングで従動カムロブ 18 a が増速するか減速するかが変化することになる。また、吸気弁 70 の開き時期の進角量も変化することとなる。更に、上記取り付け角度の調整以外にも、リンク機構 35 の各リンクの長さの調整などによっても、偏心角度 ϕ の変更に伴う吸気弁 70 の開弁特性（開き時期、リフト速度、作用角）を調整することができる。

[0116] 図 17 は、図 13 に示す開弁特性が得られる可変動弁装置 60 に対して、各調整要素の設定の異なる可変動弁装置により得られる吸気弁の開弁特性の一例を表した図である。より具体的には、図 17 (A) は、偏心角度 ϕ の変更に伴う吸気弁の作用角の変化の傾向を表したものであり、図 17 (B) は、図 17 (A) のように吸気弁の作用角が変化する際の吸気弁の開き時期の変化の傾向を表した図である

[0117] 上記取り付け角度の調整、リンク機構 35 の各リンクの長さの調整、および、コントロールスリーブ 64 の回転中心に対する軌道面 64 a の中心の偏心量などの可変動弁装置の各調整要素を適宜変更することによって、例えば、図 17 に示すような吸気弁の開弁特性を得ることができるようになる。図 17 (A) に示す偏心角度 ϕ の変更に伴う吸気弁の作用角の変化の傾向自体は、上述した可変動弁装置 60 のものと基本的に同様である。そのうえで、図 17 に示す設定を有する可変動弁装置では、図 17 (B) に示すように、最大作用角 θ_{max} 付近の所定の大作用角範囲において、吸気弁の開き時期がほとんど変化しないような開弁特性が得られている。

[0118] 図 18 は、図 17 (B) 中に示す大作用角範囲における吸気弁のリフトカーブの変化を表した図である。

図 17 (B) に示す開弁特性が得られる可変動弁装置によれば、上記大作用角範囲内において偏心角度 ϕ を連続的に変更することにより、図 18 に示すように、吸気弁の開き時期を一定としつつ、作用角を OA_2 から OA_3 の間で連続的に変更すること（すなわち、位相連成）が可能となる。尚、実施の形態 2 において上述した基本構成を有する本可変動弁装置によれば、各調整要素の設定次第で、図 17 (B) に示すような大作用角範囲以外の任意の作用角範囲において位相連成を可能にすることもできる。

[0119] 内燃機関の運転中に吸気弁の作用角を変更する際に、吸気弁の開き時期の進角量が大きくなっていくと、吸気弁とピストンとの干渉（いわゆる、バルブスタンプ）の発生が懸念される。図 17 に示す開弁特性が得られる可変動弁装置によれば、上述した VVT 機構 16 のような他の吸気弁の開き時期の調整手段に頼ることなくバルブスタンプを回避しながら、所望の作用角範囲（この場合には上記大作用角範囲）において位相連成を実現することが可能となる。

[0120] ところで、上述した実施の形態 2 の可変動弁装置 60 においても、従動リンク 28 が駆動リンク 24 との間に制御ローラー 32 を介在させた状態で当該駆動リンク 24 よりも駆動カム軸 12 の回転方向前方側に配置されている。しかしながら、実施の形態 2 の可変動弁装置 60 のようにコントロールスリーブ 64（ガイド部材）を回転駆動するアクチュエータ 62 を備える場合においても、本発明におけるリンク機構の構成は、上記の構成に限定されるものではない。すなわち、従動リンク 28 が、駆動リンク 24 との間に制御ローラー 32 を介在させた状態で当該駆動リンク 24 よりも駆動カム軸 12 の回転方向後方側に配置されているものであってもよい。

[0121] また、上述した実施の形態 2 の可変動弁装置 60 においては、駆動カム軸 12 が一回転する間の駆動カム軸 12 に対する相対的な従動カムロブ 18a の回転速度を可変するために、コントロールスリーブ 64 の回転中心に対して中心が偏心した軌道面 64a を備えるコントロールスリーブ 64 を回転駆動する構成を採用している。しかしながら、本発明における可変動弁装置は

、必ずしも、上記のようにコントロールスリーブ 6 4（ガイド部材）の回転中心に対して軌道面 6 4 a の中心が偏心したガイド部材を用いるものに限定されるものではない。すなわち、例えば、複数の曲率の異なる円弧を繋ぎ合わせて得られる閉ループ（もしくは楕円など）の軌道面を有するガイド部材を備えるようにしておき、当該ガイド部材を回転駆動するアクチュエータを備えるものであってもよい。ただし、この場合には、上記リンクプレート 3 4 以外の構成（例えば、付勢バネ）によって接触部材（制御ローラー）が軌道面に常に接触するように維持させることが必要である。

[0122] また、上述した実施の形態 2 においては、駆動カム軸 1 2 の軸方向から見て、軌道面 6 4 a の中心点の軌跡上に、駆動カム軸 1 2 の回転中心が位置するように、コントロールスリーブ 6 4 と駆動カム軸 1 2 との相対的な位置関係が設定された構成を例に挙げて説明を行った。しかしながら、実施の形態 2 の方式を採用する場合の本発明の可変動弁装置は、必ずしも上記設定を有するものに限定されるものではない。すなわち、駆動カム軸 1 2 の軸方向から見て、駆動カム軸 1 2 の回転中心が軌道面 6 4 a の中心点の軌跡上から外れた設定を有するものであってもよい。

[0123] また、上述した実施の形態 2 においては、気筒毎に軌道面 6 4 a を有するコントロールスリーブ 6 4 をガイド部材として備え、各気筒のコントロールスリーブ 6 4 を一本の制御軸 6 6 を介してモータ 6 8 によって同時に回転駆動するようにしている。しかしながら、本発明は、このような構成に限定されるものではなく、例えば、気筒毎にガイド部材として備えられるコントロールスリーブ 6 4 を、個別に備えられた電動モータで気筒毎に回転駆動するようにしてもよい。

[0124] 尚、上述した実施の形態 2 においては、コントロールスリーブ 6 4 が本発明における「ガイド部材」に、制御ローラー側回転軸 3 0 および制御ローラー 3 2 が本発明における「接触部材」に、リンクプレート 3 4 および保持ローラー 3 8 が本発明における「接触維持手段」に相当している。

また、上述した実施の形態 2 においては、駆動リンク 2 4 が本発明におけ

る「カム軸側リンク部材」に、従動リンク 28 が本発明における「カムロブ側リンク部材」に、それぞれ相当している。

また、上述した実施の形態 2 においては、リンクプレート 34 が本発明における「支持部材」に相当している。

[0125] ところで、上述した実施の形態 1 および 2 においては、ロッカーローラー 72a を有するロッカーアーム 72 を介して従動カムロブ 18a の作用力が吸気弁 70（バルブ）に伝達される構成を例に挙げて説明を行った。しかしながら、本発明における可変動弁装置は、上記のような構成を有するものに限定されるものではなく、例えば、バルブリフターを介して従動カムロブが直接的にバルブを駆動するように構成されたものであってもよい。

[0126] また、上述した実施の形態 1 および 2 においては、2つの従動カムロブ 18a を一体的に有するカムピース 18 を気筒毎に駆動カム軸 12 に回転自在な態様で備えるようにしている。しかしながら、本発明は、このような構成に限定されるものではなく、例えば、個々の従動カムロブが個別に駆動カム軸に回転自在に支持されているものであってもよい。そして、個々の従動カムロブ毎に、例えば、リンク機構 35 のようなリンク機構、軌道面 36a1 または 64a のような軌道面を有するガイド部材、およびアクチュエータ 42 または 62 のようなアクチュエータを備えるものであってもよい。

[0127] また、上述した実施の形態 1 および 2 においては、駆動カム軸 12 の軸中心を共通の回転中心とする駆動アーム部 20a および従動アーム部 18b と、駆動リンク 24 と従動リンク 28 とによって、パンタグラフ状（菱形状）に連結された（言い換えれば、上記回転角度 θ が 180° 未満の角度側で使用される）四節リンクであるリンク機構 35 を備えている。しかしながら、本発明におけるリンク機構は、必ずしもこのような構成のものに限定されるものではなく、例えば、上記回転角度 θ が 180° よりも大きな角度側で使用される四節リンクとなるものであってもよい。

符号の説明

[0128] 10、60 可変動弁装置

- 1 2 駆動カム軸
- 1 4 タイミングプーリー
- 1 6 可変バルブタイミング（V V T）機構
- 1 8 カムピース
 - 1 8 a 従動カムロブ
 - 1 8 a 1 従動カムロブのベース円部
 - 1 8 a 2 従動カムロブのノーズ部
 - 1 8 b 従動カムロブの従動アーム部
- 2 0 駆動アーム
 - 2 0 a 駆動アームの駆動アーム部
- 2 2 カム軸側回転軸
- 2 4 駆動リンク
- 2 6 カムロブ側回転軸
- 2 8 従動リンク
- 3 0 制御ローラー側回転軸
- 3 2 制御ローラー
- 3 4 リンクプレート
- 3 5 リンク機構
- 3 6 ガイド部材
 - 3 6 a ガイド部材の環状部
 - 3 6 a 1 ガイド部材の軌道面
 - 3 6 b ガイド部材の架橋部
- 3 8 保持ローラー
- 4 0 保持用回転軸
- 4 2、6 2 アクチュエータ
- 4 4、6 8 電動モータ
- 4 6 ウォームギヤ
- 4 8 ウォームホイール

- 5 0、6 6 制御軸
- 5 2 作用角可変カム
- 6 4 コントロールスリーブ
- 6 4 a コントロールスリーブの軌道面
- 6 4 b コントロールスリーブのギヤ
- 6 6 a、6 6 b 制御軸のギヤ
- 6 8 a 電動モータの出力軸
- 6 8 b 電動モータ側のギヤ
- 7 0 バルブ（例えば、吸気弁）
- 7 2 ロッカーアーム
- 7 2 a ロッカーローラー
- 7 4 油圧式ラッシュアジャスタ
- 7 6 バルブスプリング

請求の範囲

[請求項1]

クランク軸の回転力によって回転駆動される駆動カム軸と、
前記駆動カム軸と同心であって、当該駆動カム軸に回転自在に支持された従動カムロブと、
前記駆動カム軸を覆うように形成された軌道面を有するガイド部材と、
前記駆動カム軸および前記従動カムロブのそれぞれに連結され、前記軌道面と接触する接触部材を有し、前記駆動カム軸の回転中心に対する前記接触部材の位置変化に伴って前記駆動カム軸に対する前記従動カムロブの回転角度を変化させるリンク機構と、
前記駆動カム軸が一回転する間、当該駆動カム軸の周りを回る前記接触部材と前記軌道面との接触が維持されるようにする接触維持手段と、
前記軌道面を、前記駆動カム軸の軸線と直交する平面方向に移動させるアクチュエータと、
を備えることを特徴とする可変動弁装置。

[請求項2]

前記アクチュエータは、前記ガイド部材自体を前記平面方向に移動させることにより、前記軌道面を前記平面方向に移動させるものであることを特徴とする請求項1記載の可変動弁装置。

[請求項3]

前記アクチュエータは、前記駆動カム軸の回転に伴って前記軌道面に沿って移動する前記接触部材の公転中心を移動させるものであることを特徴とする請求項2記載の可変動弁装置。

[請求項4]

前記リンク機構は、
前記駆動カム軸の回転中心から径方向に離れた位置において当該駆動カム軸に設けられたカム軸側回転支点を中心として当該駆動カム軸に回転自在に連結されたカム軸側リンク部材と、
前記駆動カム軸の回転中心から径方向に離れた位置において前記従動カムロブに設けられたカムロブ側回転支点を中心として当該従動カ

ムロブに回転自在に連結されたカムロブ側リンク部材と、
を含み、

前記接触部材は、前記カム軸側リンク部材の他端と前記カムロブ側リンク部材の他端とを制御回転支点において回転自在に連結する部材であることを特徴とする請求項2または3記載の可変動弁装置。

[請求項5] 前記リンク機構では、前記制御回転支点において回転自在に連結された前記カム軸側リンク部材および前記カムロブ側リンク部材が、前記カム軸側回転支点および前記カムロブ側回転支点を介して、回転中心を共通とする前記駆動カム軸および前記従動カムロブに対してパンタグラフ状に連結されていることを特徴とする請求項4記載の可変動弁装置。

[請求項6] 前記軌道面は、円周面であって、
前記カムロブ側リンク部材は、前記カム軸側リンク部材との間に前記接触部材を介在させた状態で当該カム軸側リンク部材に対して前記駆動カム軸の回転方向前方側に配置されており、

前記アクチュエータは、前記駆動カム軸の軸方向から見て、前記軌道面の中心点が前記駆動カム軸の軸線の法線方向かつ前記内燃機関の気筒の軸線方向に沿って移動するように前記ガイド部材を移動させるものであって、

前記軌道面の前記中心点が前記駆動カム軸の回転中心を通る状態に対して前記アクチュエータによって前記ガイド部材を気筒の上方向に移動させた状態で、前記従動カムロブのリフト区間中に前記接触部材が、前記駆動カム軸の当該回転中心と前記制御回転支点との距離が狭められることになる前記軌道面の狭小区間を通過するように設定されていることを特徴とする請求項4または5記載の可変動弁装置。

[請求項7] 前記軌道面は、円周面であって、
前記カムロブ側リンク部材は、前記カム軸側リンク部材との間に前記接触部材を介在させた状態で当該カム軸側リンク部材に対して前記

駆動カム軸の回転方向後方側に配置されており、

前記アクチュエータは、前記駆動カム軸の軸方向から見て、前記軌道面の中心点が前記駆動カム軸の軸線の法線方向かつ前記内燃機関の気筒の軸線方向に沿って移動するように前記ガイド部材を移動させるものであって、

前記軌道面の前記中心点が前記駆動カム軸の回転中心を通る状態に対して前記アクチュエータによって前記ガイド部材を気筒の上方向に移動させた状態で、前記従動カムロブのリフト区間中に前記接触部材が、前記駆動カム軸の当該回転中心と前記制御回転支点との距離が狭められることになる前記軌道面の狭小区間を通過するように設定されていることを特徴とする請求項4または5記載の可変動弁装置。

[請求項8] 前記可変動弁装置は、シリンダヘッドがボンネットフードに対向するように車両に搭載された内燃機関に備えられたものであって、

前記軌道面は、円周面であって、

前記アクチュエータは、前記駆動カム軸の軸方向から見て、前記軌道面の中心点が前記駆動カム軸の軸線の法線方向かつ前記内燃機関の気筒の軸線方向に沿って移動するように前記ガイド部材を移動させるものであって、

前記軌道面の前記中心点が前記駆動カム軸の回転中心を通る状態を基準として、前記アクチュエータによる前記ガイド部材の前記気筒の上方向への移動量が、当該気筒の下方向への移動量に比して小さくなるように設定されていることを特徴とする請求項2乃至7の何れか1項記載の可変動弁装置。

[請求項9] 前記接触維持手段は、前記軌道面によって前記駆動カム軸の径方向の位置が規定される部材であって、前記接触部材を支持する支持部材であることを特徴とする請求項2乃至8の何れか1項記載の可変動弁装置。

[請求項10] 前記接触部材は、前記軌道面上を転動する制御ローラーを含み、

前記接触維持手段は、前記支持部材に回転自在に取り付けられた少なくとも2つの保持ローラーを含み、

前記支持部材は、当該少なくとも2つの保持ローラーと前記制御ローラーを介して、前記軌道面によって前記駆動カム軸の径方向の位置が規定されることを特徴とする請求項9記載の可変動弁装置。

[請求項11] 前記アクチュエータは、前記ガイド部材を回転駆動するものであり、

前記軌道面は、円周面であって、

前記軌道面は、前記ガイド部材の回転中心に対して前記軌道面の中心が偏心した状態で、前記ガイド部材に備えられていることを特徴とする請求項1記載の可変動弁装置。

[請求項12] 前記リンク機構は、

前記駆動カム軸の回転中心から径方向に離れた位置において当該駆動カム軸に設けられたカム軸側回転支点を中心として当該駆動カム軸に回転自在に連結されたカム軸側リンク部材と、

前記駆動カム軸の回転中心から径方向に離れた位置において前記従動カムロブに設けられたカムロブ側回転支点を中心として当該従動カムロブに回転自在に連結されたカムロブ側リンク部材と、

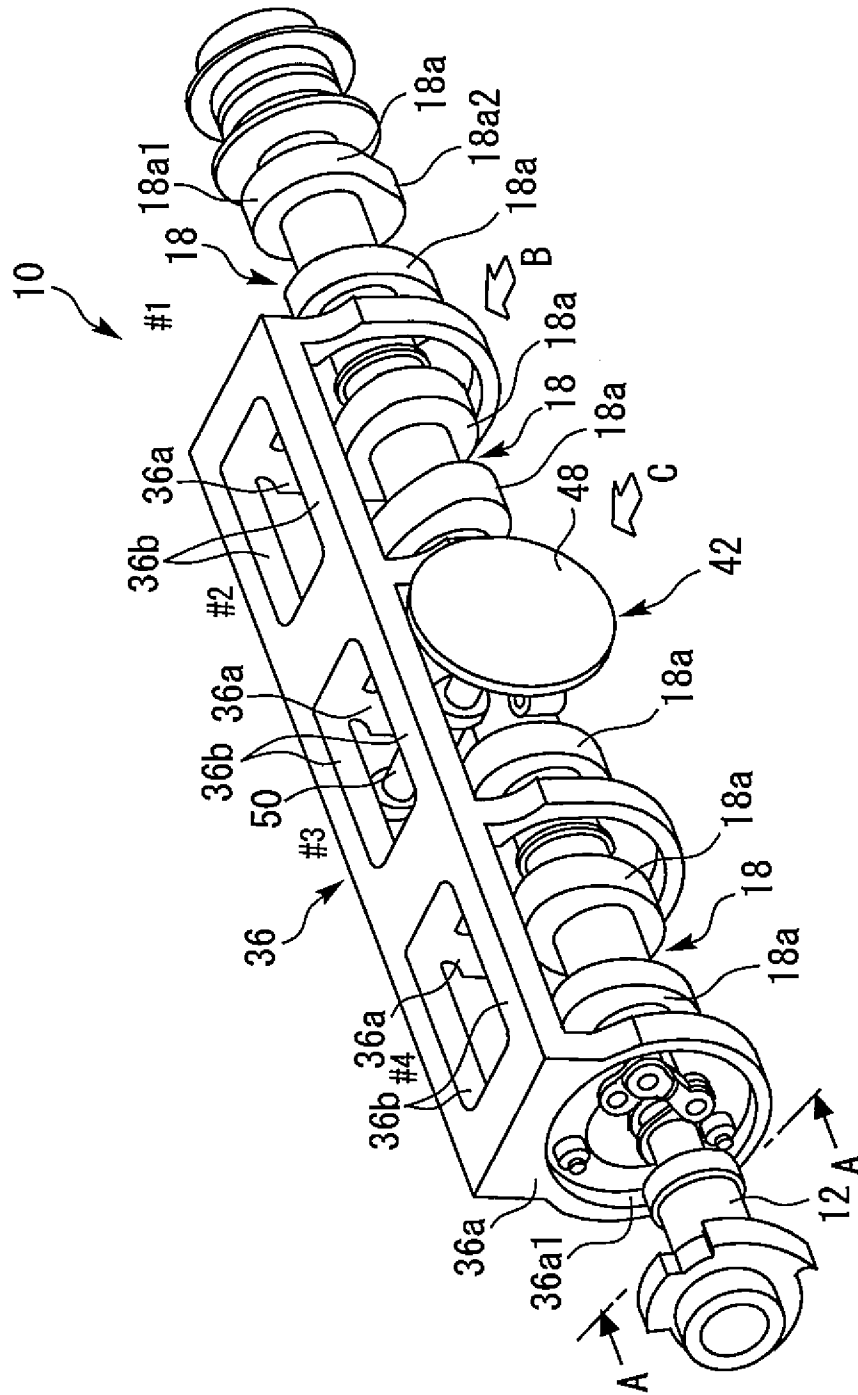
を含み、

前記接触部材は、前記カム軸側リンク部材の他端と前記カムロブ側リンク部材の他端とを制御回転支点において回転自在に連結する部材であることを特徴とする請求項11記載の可変動弁装置。

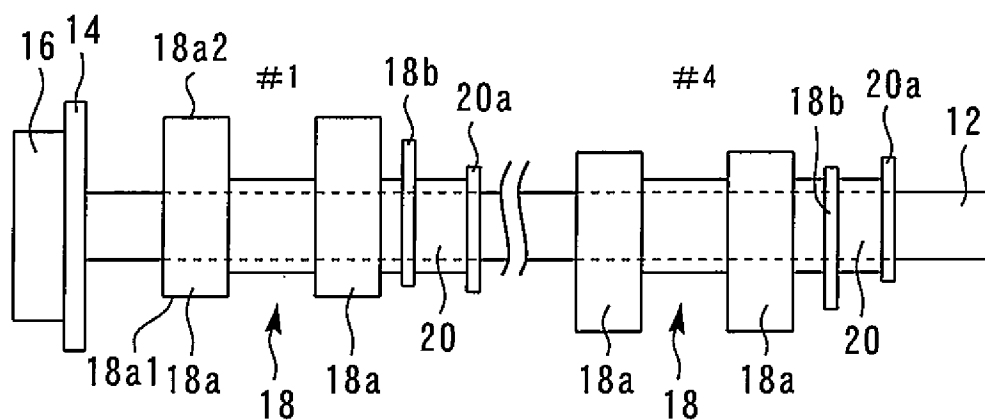
[請求項13] 前記リンク機構では、前記制御回転支点において回転自在に連結された前記カム軸側リンク部材および前記カムロブ側リンク部材が、前記カム軸側回転支点および前記カムロブ側回転支点を介して、回転中心を共通とする前記駆動カム軸および前記従動カムロブに対してパンタグラフ状に連結されていることを特徴とする請求項12記載の可変動弁装置。

- [請求項14] 前記アクチュエータは、前記駆動カム軸の回転に伴って前記軌道面に沿って移動する前記接触部材の公転中心を移動させるものであることを特徴とする請求項 1 1 乃至 1 3 の何れか 1 項記載の可変動弁装置。
- [請求項15] 前記駆動カム軸の軸方向から見て、前記アクチュエータによって前記ガイド部材が回転駆動される際の前記軌道面の中心点の軌跡上に、前記駆動カム軸の前記回転中心が位置するように、前記ガイド部材と前記駆動カム軸との位置関係が設定されていることを特徴とする請求項 1 1 乃至 1 4 の何れか 1 項記載の可変動弁装置。
- [請求項16] 前記接触維持手段は、前記軌道面によって前記駆動カム軸の径方向の位置が規定される部材であって、前記接触部材を支持する支持部材であることを特徴とする請求項 1 1 乃至 1 5 の何れか 1 項記載の可変動弁装置。
- [請求項17] 前記接触部材は、前記軌道面上を転動する制御ローラーを含み、
前記接触維持手段は、当該支持部材に回転自在に取り付けられた少なくとも 2 つの保持ローラーを含み、
前記支持部材は、前記少なくとも 2 つの保持ローラーと前記制御ローラーを介して、前記軌道面によって前記駆動カム軸の径方向の位置が規定されることを特徴とする請求項 1 6 記載の可変動弁装置。

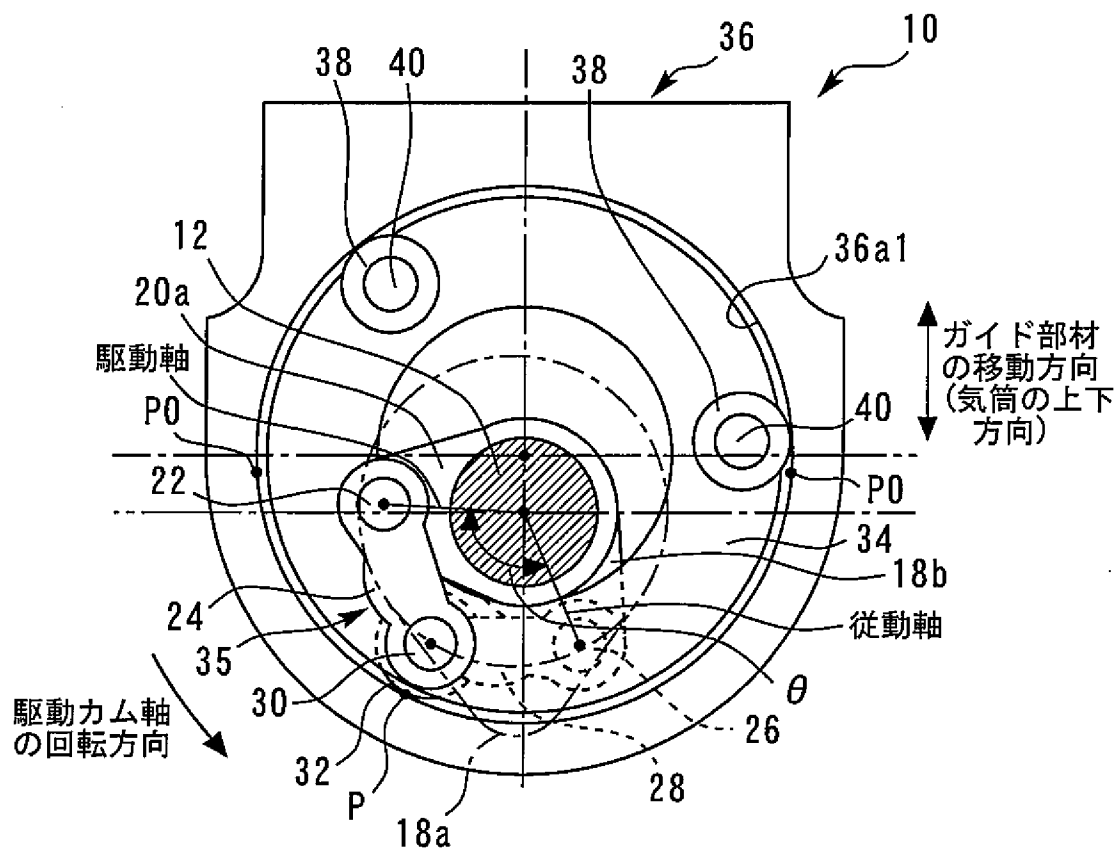
[図1]



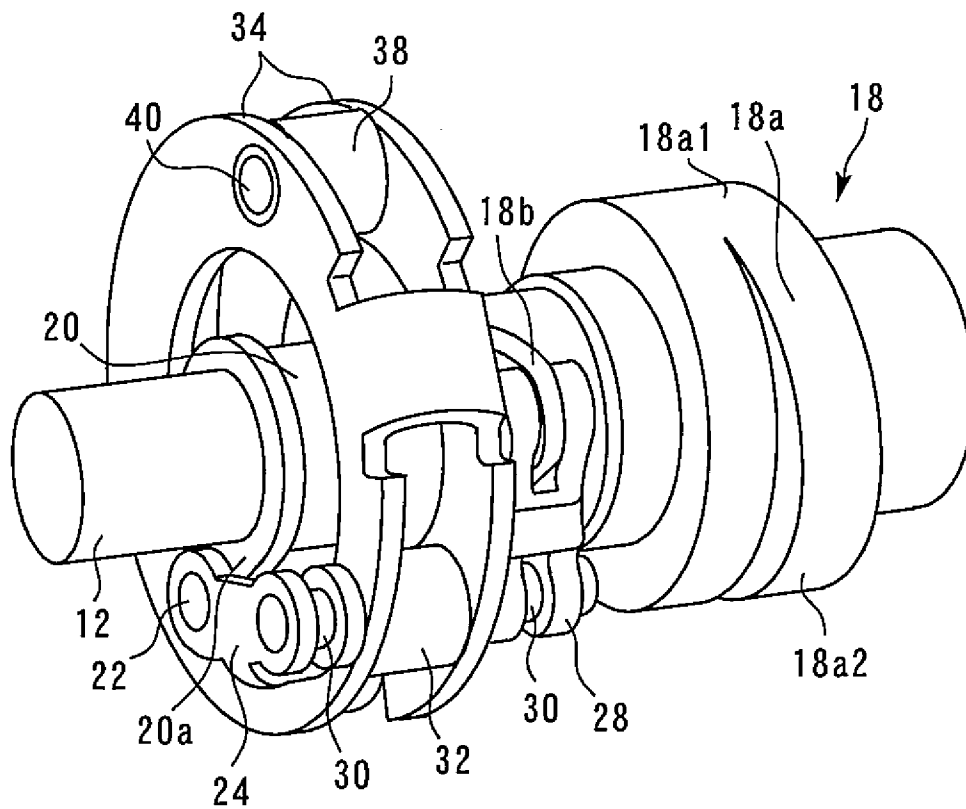
[図2]



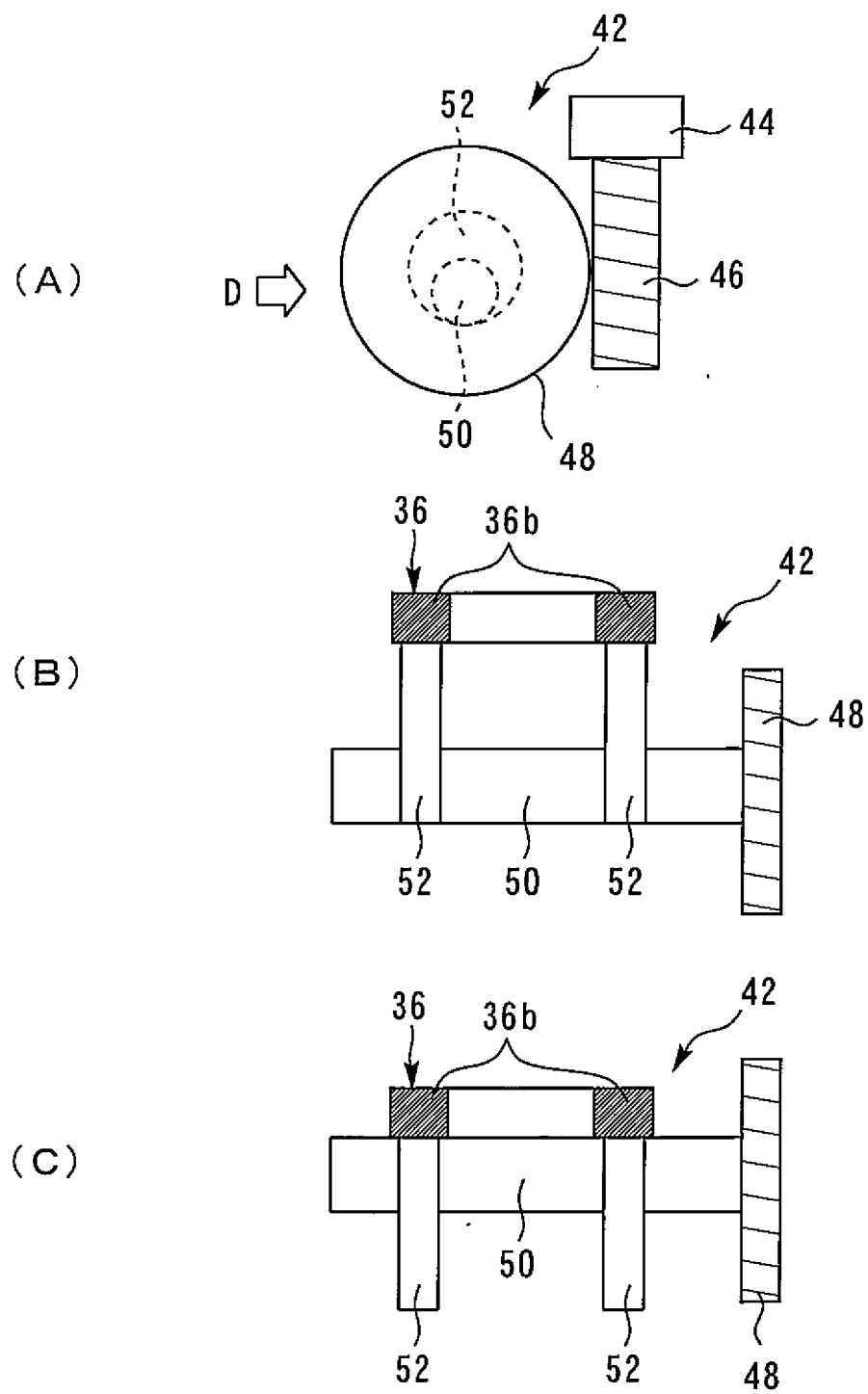
[図3]



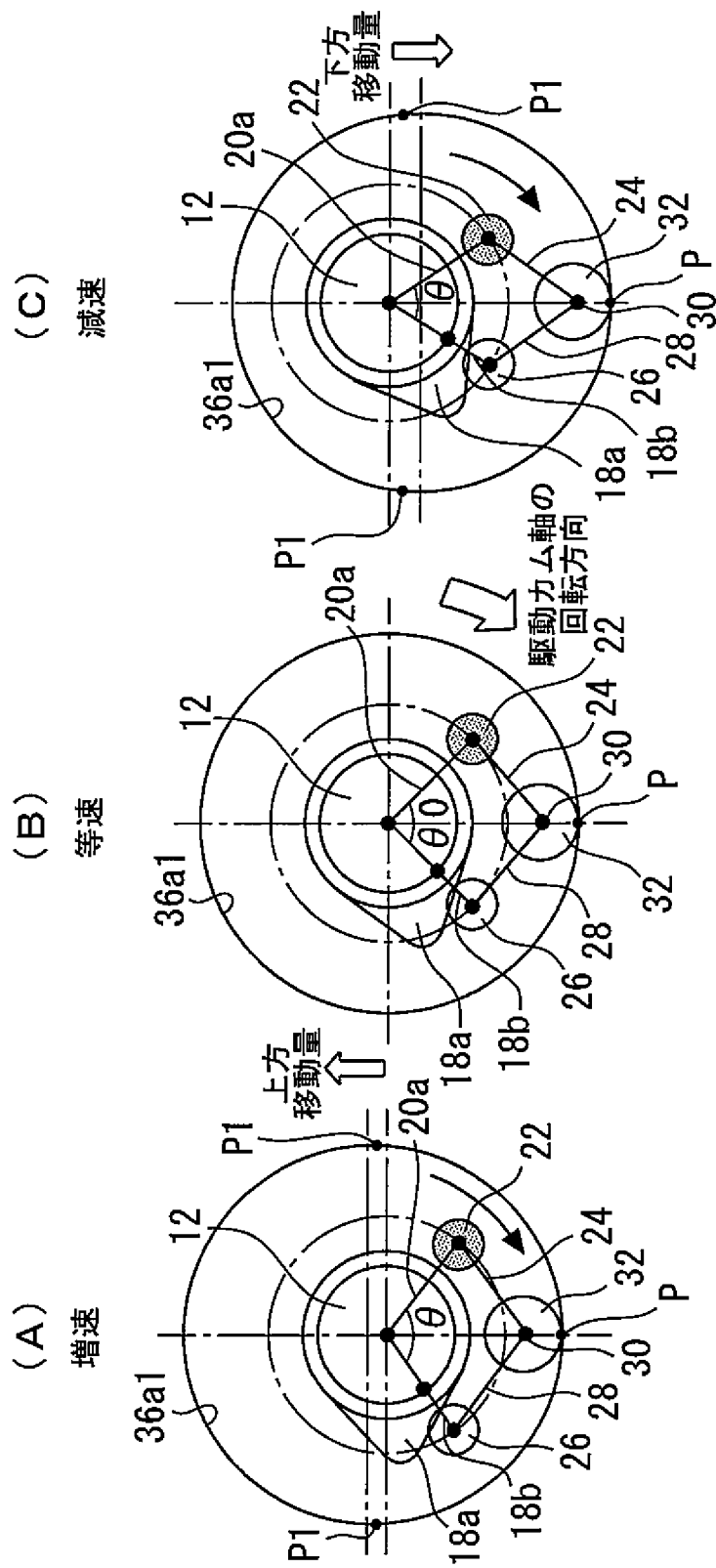
[図4]



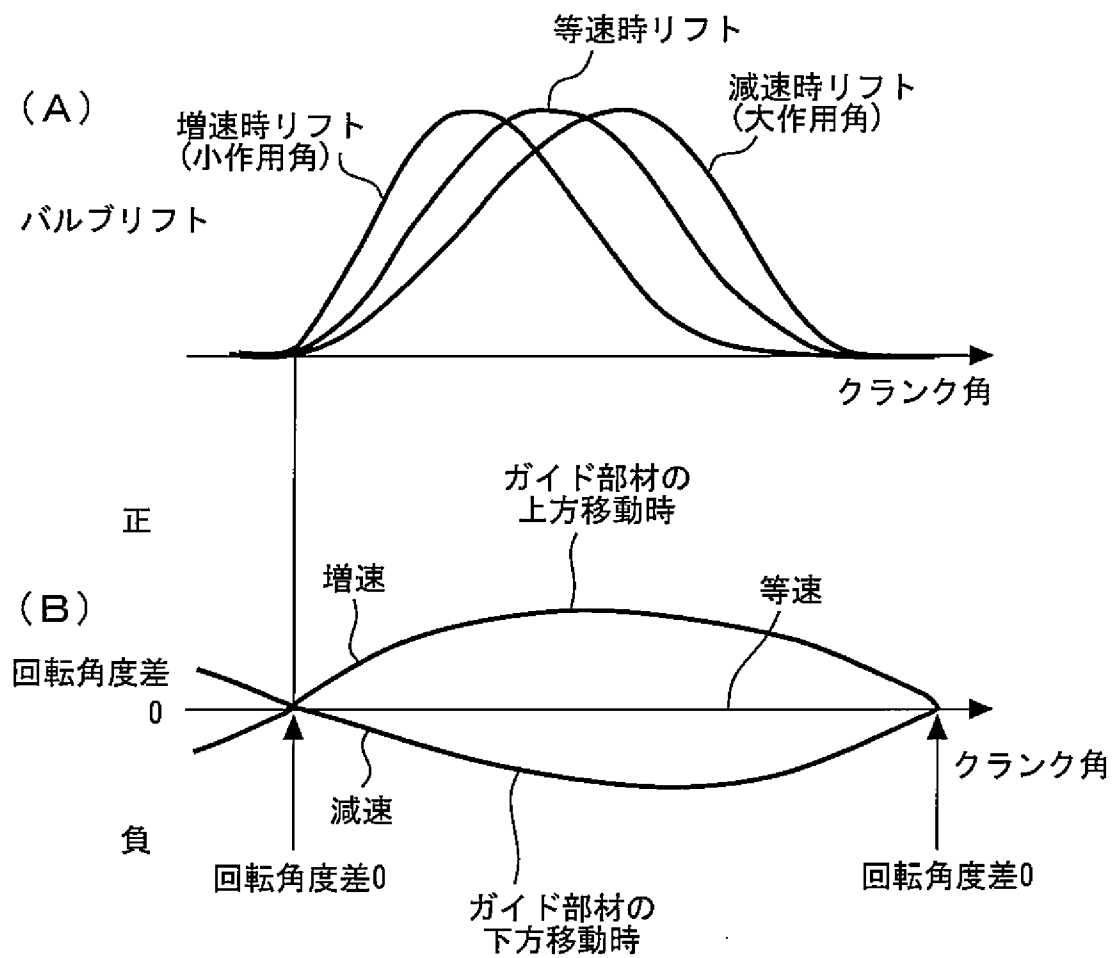
[図5]



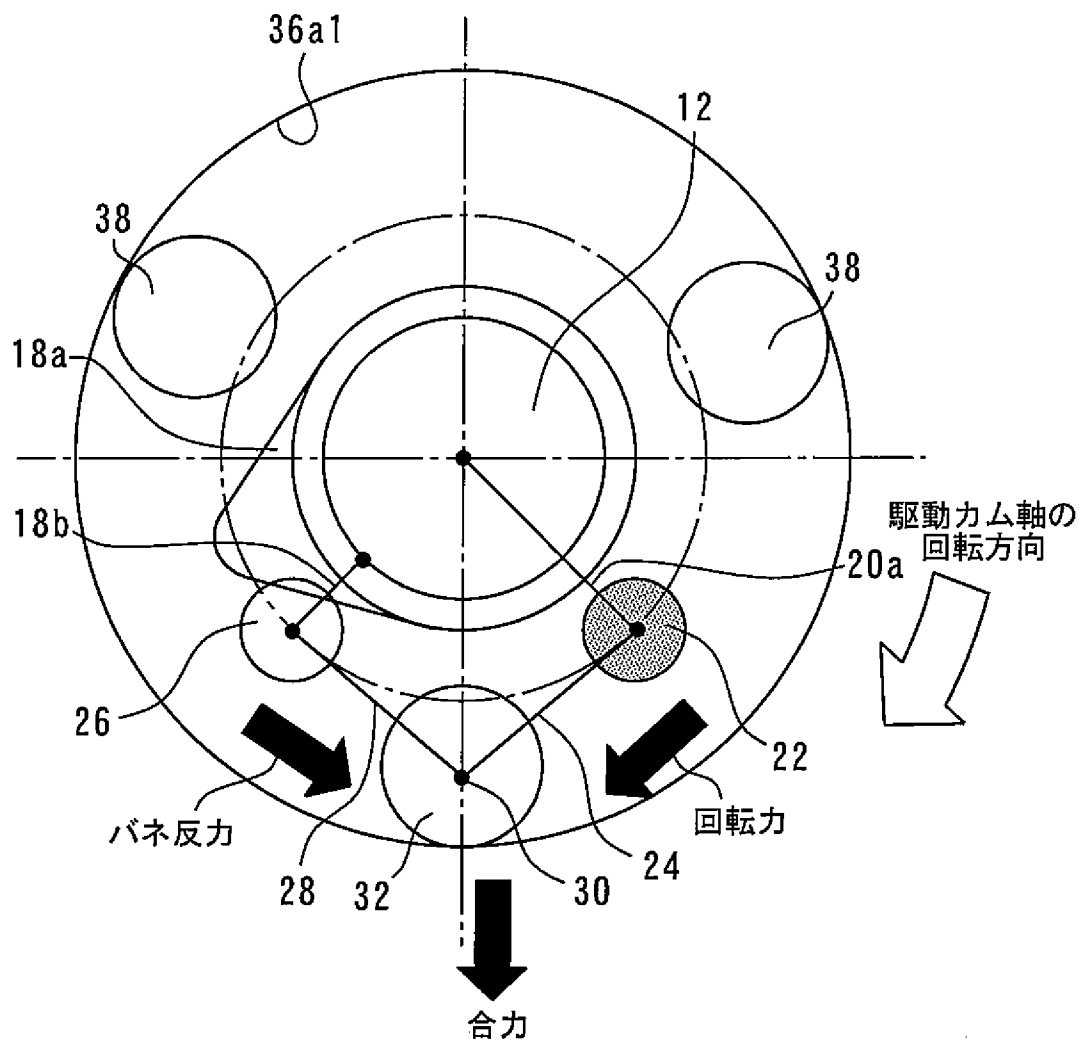
[図6]



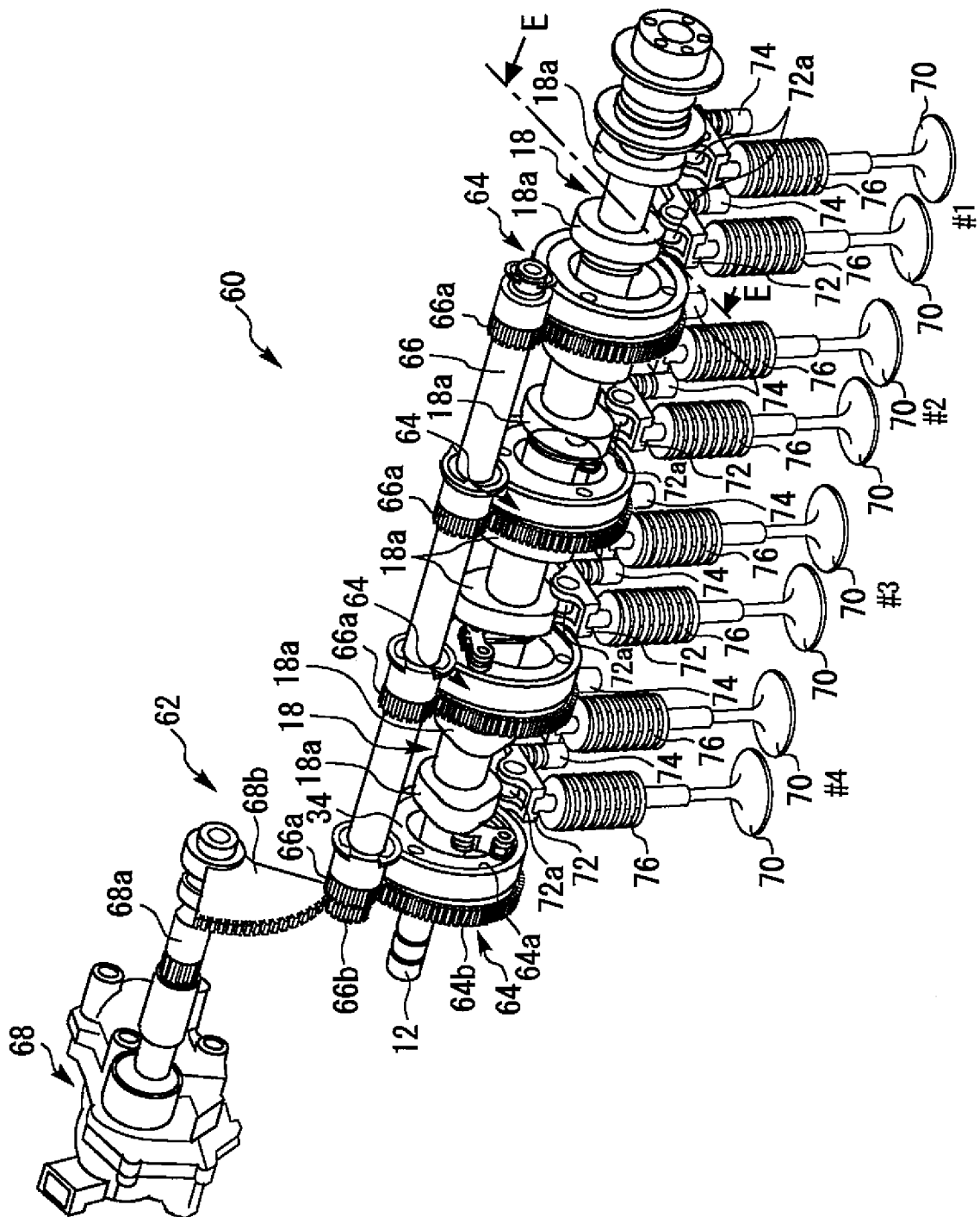
[図7]



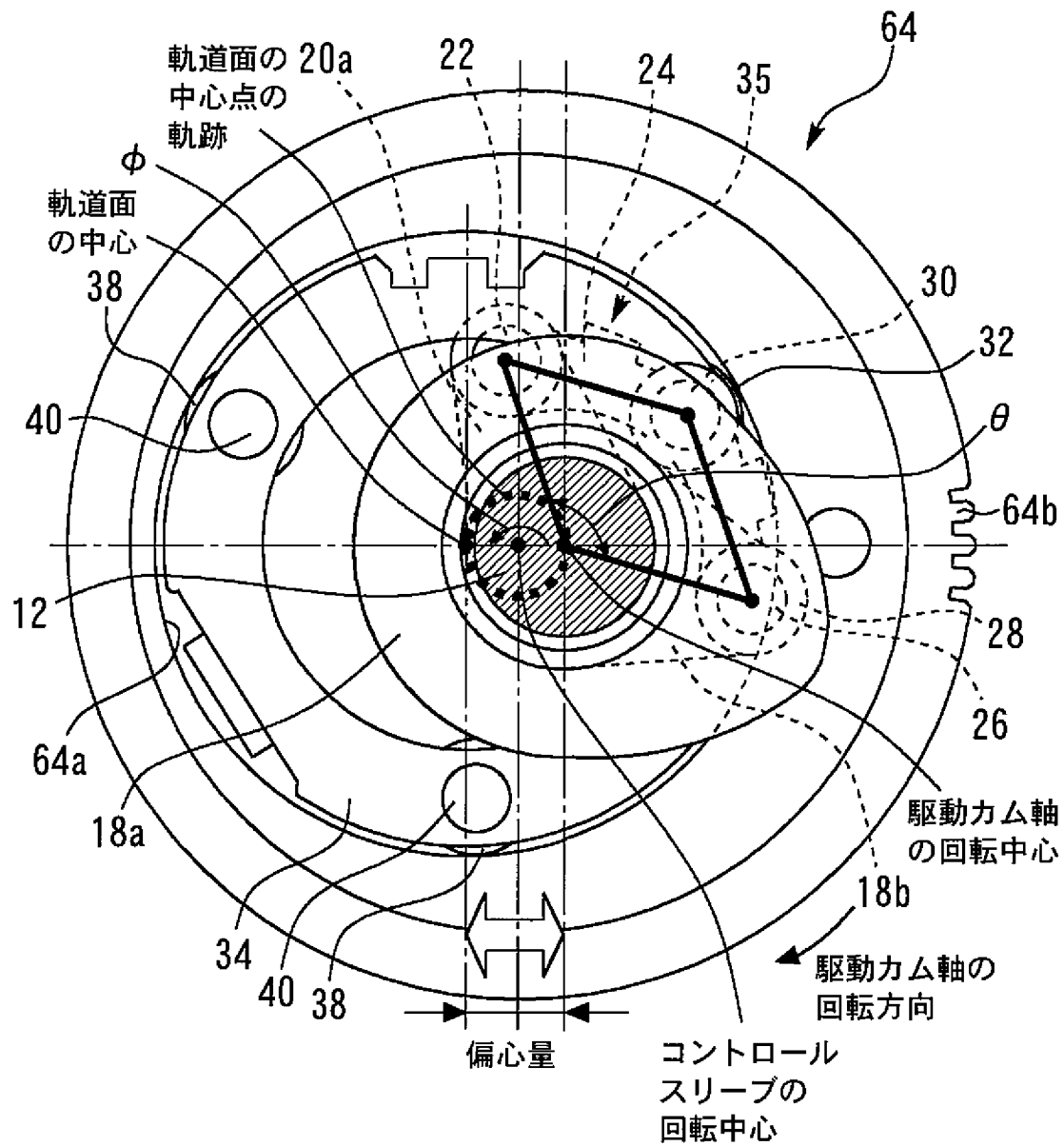
[図8]



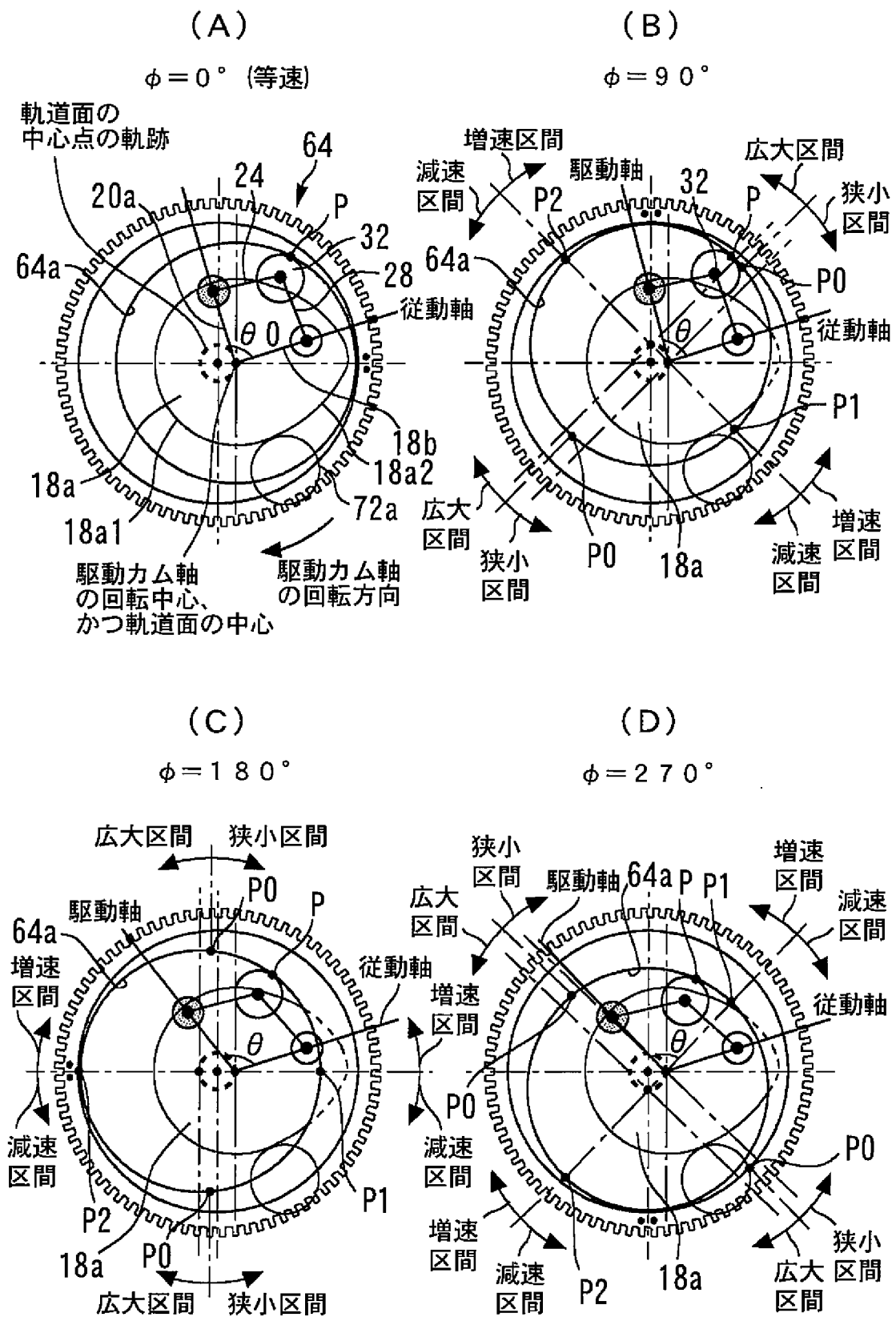
[図9]



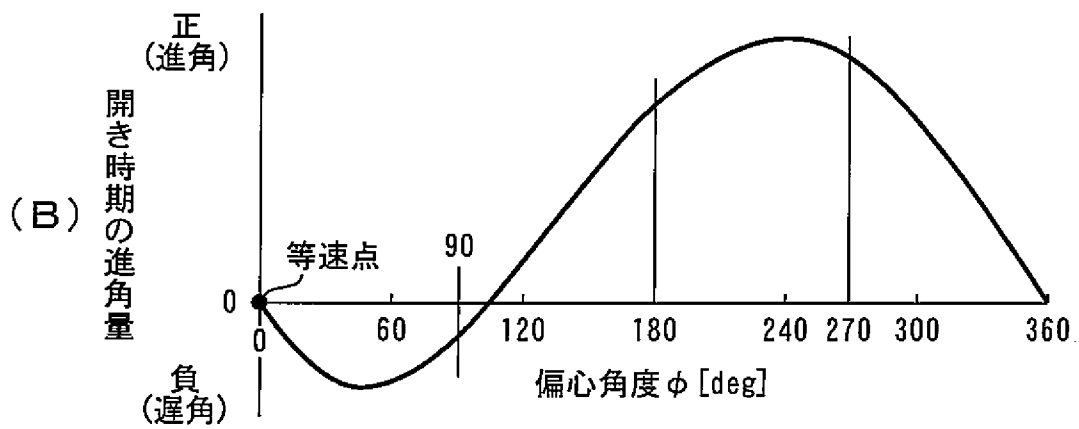
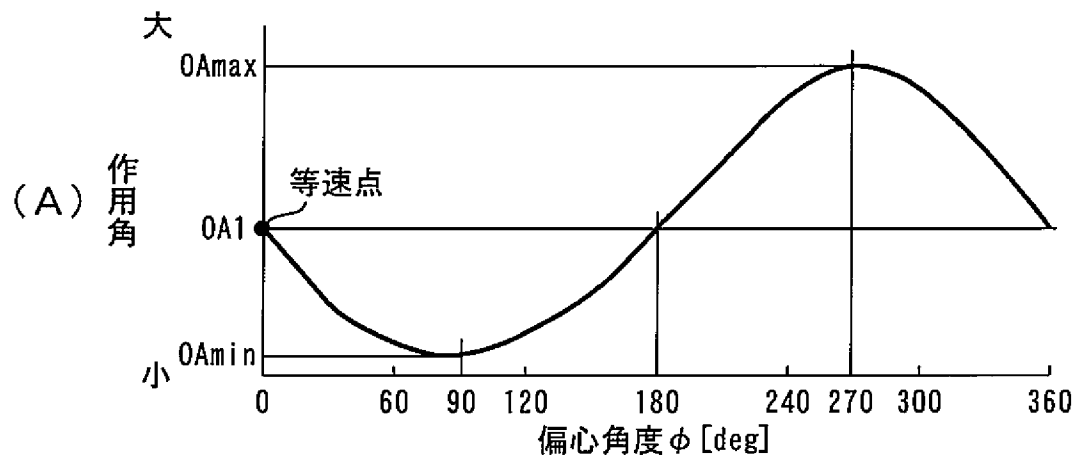
[図10]



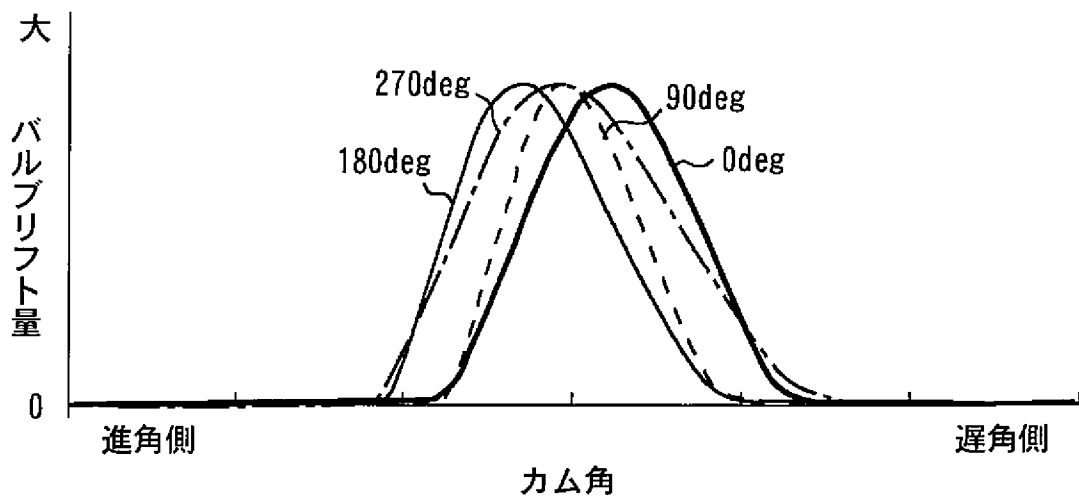
[図12]



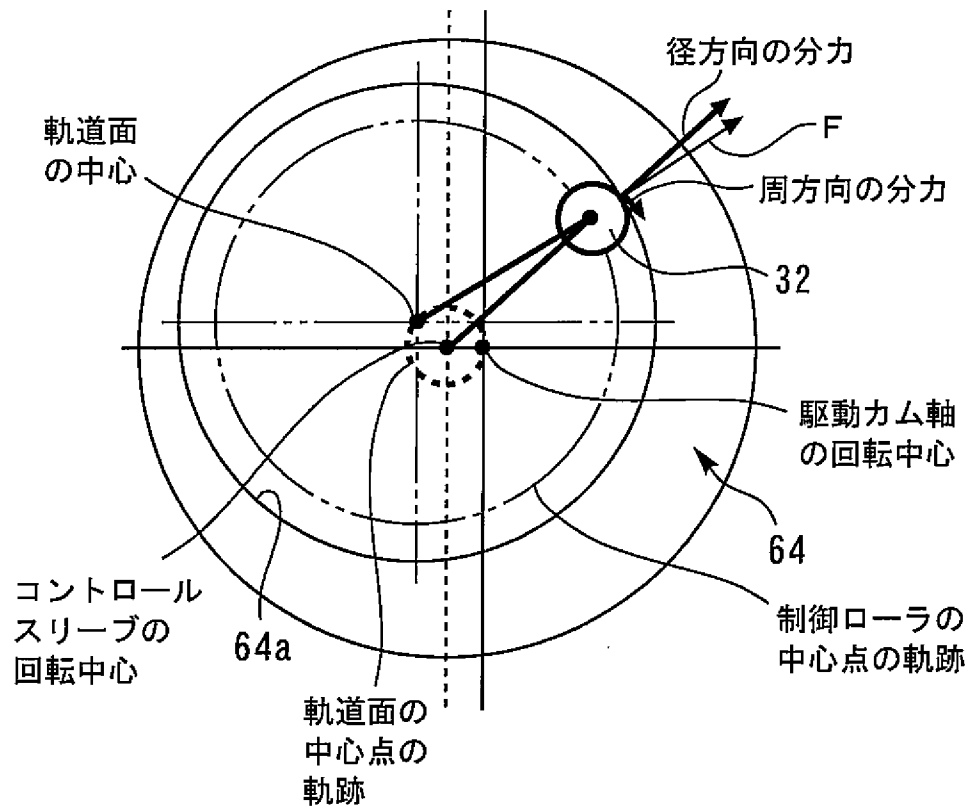
[図13]



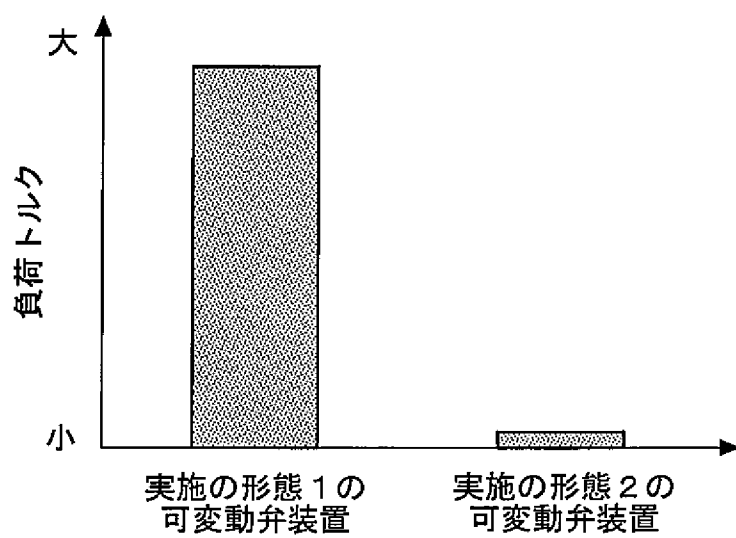
[図14]



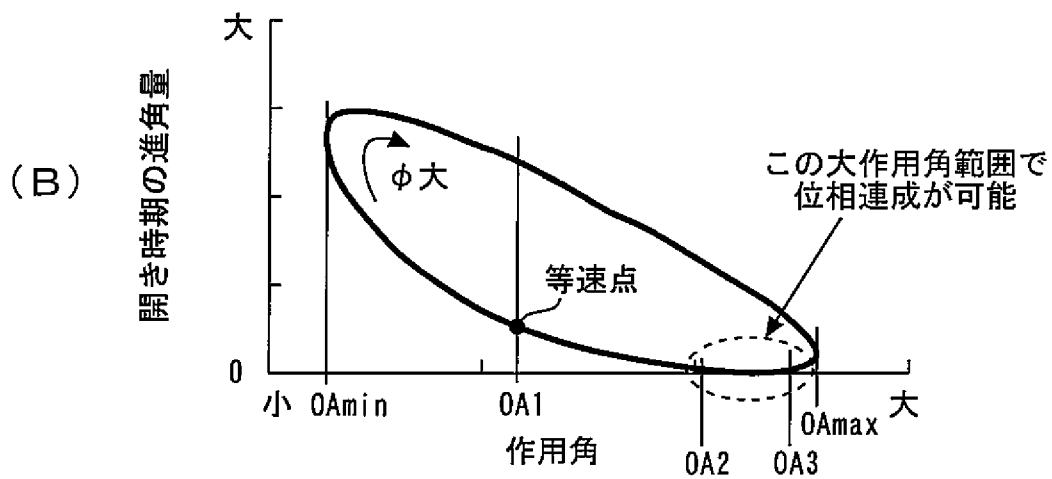
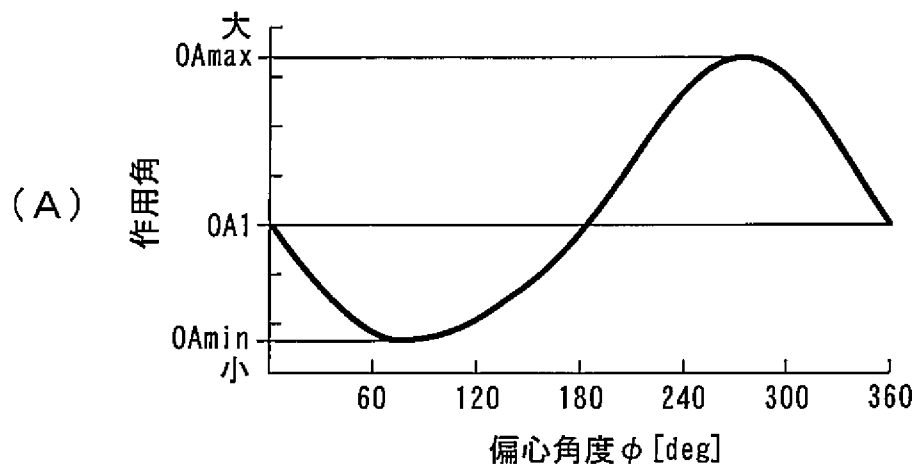
[図15]



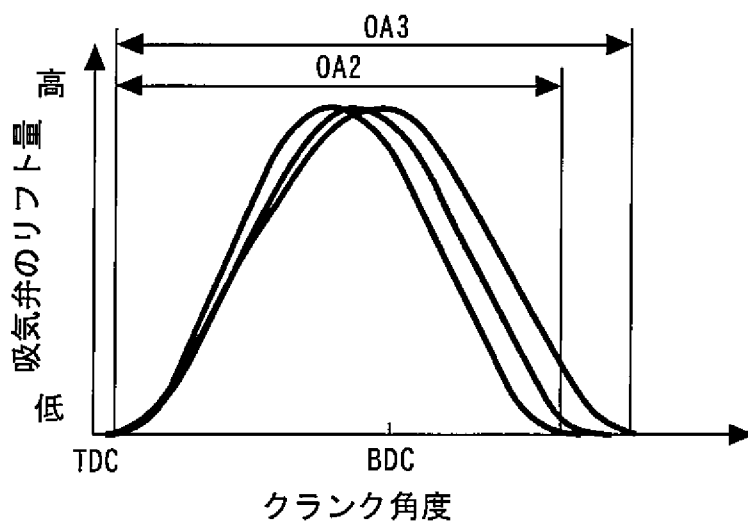
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/069469

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F01L1/34 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F01L1/34, 13/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-92078 A (Hitachi, Ltd.), 30 April 2009 (30.04.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-17
A	JP 2010-196515 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 09 September 2010 (09.09.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-17
A	JP 2005-291014 A (Mazda Motor Corp.), 20 October 2005 (20.10.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-17



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 November, 2011 (15.11.11)Date of mailing of the international search report
29 November, 2011 (29.11.11)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/069469

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-198252 A (Toyota Motor Corp.), 09 August 2007 (09.08.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-17

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F01L1/34(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F01L1/34, 13/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-92078 A（株式会社日立製作所）2009.04.30, 全文, 全図（ファミリーなし）	1 - 1 7
A	JP 2010-196515 A（日産自動車株式会社）2010.09.09, 全文, 全図（ファミリーなし）	1 - 1 7
A	JP 2005-291014 A（マツダ株式会社）2005.10.20, 全文, 全図（ファミリーなし）	1 - 1 7

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 5 . 1 1 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

2 9 . 1 1 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

八木 誠

3 G

9 3 4 8

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 5

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2007-198252 A (トヨタ自動車株式会社) 2007. 08. 09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1 - 1 7