

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011 年 7 月 21 日(21.07.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/086702 A1

- (51) 国際特許分類:
F01L 13/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/050508
- (22) 国際出願日: 2010 年 1 月 18 日(18.01.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 江崎 修一 (EZAKI, Shuichi) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町 1 番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 高橋 英樹, 外(TAKAHASHI, Hideki et al.); 〒1600007 東京都新宿区荒木町 2 〇 番地

インテック 8 8 ビル 5 階 特許業務法人 高田・高橋国際特許事務所 Tokyo (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,

[続葉有]

(54) Title: VARIABLE VALVE DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) 発明の名称: 内燃機関の変動弁装置

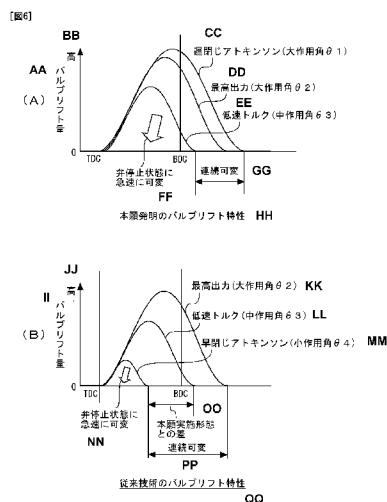


FIG. 6:
AA VALVE LIFT
BB HIGH
CC SLOW CLOSE ATKINSON (LARGE WORKING ANGLE $\theta 1$)
DD MAXIMUM OUTPUT (LARGE WORKING ANGLE $\theta 2$)
EE LOW-SPEED TORQUE (MEDIUM WORKING ANGLE $\theta 3$)
FF RAPID CHANGE TO VALVE HALT STATE
GG CONTINUOUS CHANGE
HH VALVE LIFT CHARACTERISTICS OF THE INVENTION OF THE PRESENT APPLICATION
II VALVE LIFT
JJ HIGH
KK MAXIMUM OUTPUT (LARGE WORKING ANGLE $\theta 2$)
LL LOW-SPEED TORQUE (MEDIUM WORKING ANGLE $\theta 3$)
MM RAPID CLOSE ATKINSON (SMALL WORKING ANGLE $\theta 4$)
NN RAPID CHANGE TO VALVE HALT STATE
OO DIFFERENCE FROM EMBODIMENT OF THE PRESENT APPLICATION
PP CONTINUOUS CHANGE
QQ VALVE LIFT CHARACTERISTICS OF CONVENTIONAL TECHNOLOGY

(57) Abstract: Provided is a variable valve device of an internal combustion engine, wherein the operation state of an intake valve can be changed to a valve halt state in which the closing of the intake valve is maintained, by continuously changing the lift and/or the working angle of the intake valve. The operation time required to shift the operation state from a valve working state in which the lift and/or the working angle of the intake valve is large, to the valve halt state can be preferably reduced. A swing arm (70) having a profile to be in contact with a second roller (76) is provided. A variable intake valve device (32) is configured so that the contact position of the second roller (76) on the profile of the swing arm (70) varies to change the lift and the working angle of the intake valve (28). The profile of the swing arm (70) is formed so that the operation state of the intake valve (28) is shifted to the valve halt state when the period for closing the intake valve (28) is within a predetermined range in the vicinity of the bottom dead point for sucking air.

(57) 要約: 吸気バルブのリフト量およびまたは作用角を連続的に変更させることにより当該吸気バルブの動作状態を当該吸気バルブが閉弁状態に維持される弁停止状態に変更可能な可変動弁装置において、吸気バルブのリフト量およびまたは作用角が大きくなるように制御されている弁稼動状態から弁停止状態への移行に要する動作時間を好適に短縮することのできる内燃機関の変動弁装置を提供する。第2ローラ76に接触するプロファイル有する揺動アーム70を備える。吸気可変動弁装置(32)は、揺動アーム70の上記プロファイル上における第2ローラ76の接触位置が変化することにより、吸気バルブ(28)のリフト量および作用角が変化するように構成されている。揺動アーム(70)が有する上記プロファイルは、吸気バルブ(28)の閉じ時期が吸気下死点近傍の所定範囲内にある時に、吸気バルブ(28)の動作状態が弁停止状態へ移行するように形成されている。

WO 2011/086702 A1

WO 2011/086702 A1



CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, 添付公開書類:
TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 内燃機関の可変動弁装置

技術分野

[0001] この発明は、内燃機関の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、バルブのリフト量およびまたは作用角（以下、単に「作用角」と略する）を連続的に変更可能な可変動弁装置が開示されている。この従来の可変動弁装置は、駆動カムとバルブとの間に配置され駆動カムの回転に伴って揺動する揺動アームと、駆動カムと揺動アームとの間に配置され駆動カムの作用力を揺動アームに伝達する中間部材とを備えている。揺動アームには、駆動カムと対向する位置に、中間部材に接触するスライダ一面が設けられている。更に、揺動アームには、スライダ一面の先に、当該スライダ一面の仮想延長線よりも落ち込んだ面で構成されるロストモーション部が設けられている。

[0003] 上記のような構成によれば、バルブの作用角を連続的に変更させることでロストモーション部と接触する位置にまで中間部材が変位し、これにより、バルブが閉弁状態に維持される弁停止状態にまでバルブの動作状態を変更させることが可能となる。より具体的には、上記従来の可変動弁装置は、吸気バルブの閉じ時期が吸気上死点と吸気下死点のほぼ中間となる位置で、バルブの作用角が最小となるように構成されており、この最小作用角が得られる位置からロストロストモーション部と接触する位置にまで中間部材を移動させることにより、弁停止状態が得られるようになっている。

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

[0004] 特許文献1：日本特開2008-121458号公報

特許文献2：日本特開2007-239551号公報

特許文献3：日本特開2008-045460号公報

特許文献4：日本特許第3799944号公報

特許文献5：日本特表2004-521234号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上述した特許文献1に記載の可変動弁装置のようにバルブの作用角を連続的に変更可能な可変動弁装置では、上記弁停止状態を得るためには、バルブの作用角を連続的に変更させることにより上記弁停止状態にまでバルブの動作状態を移行させることが必要となる。フューエルカットの実行要求が出された際に触媒の温度が高い場合には、触媒に含まれる貴金属の劣化抑制のために触媒への新気流入を速やかに遮断することが好ましい。しかしながら、特に減速時にフューエルカットが要求される状況下では、エンジン回転数が高いことが多く、このため、バルブの作用角が最大作用角付近に制御されていることが多い。従って、そのような状況下でフューエルカットが実際に要求された場合に、上記従来の可変動弁装置の構成によれば、バルブの動作状態を弁停止状態に移行するために多くの時間を要する。

[0006] 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、吸気バルブのリフト量およびまたは作用角を連続的に変更させることにより当該吸気バルブの動作状態を当該吸気バルブが閉弁状態に維持される弁停止状態に変更可能な可変動弁装置において、吸気バルブのリフト量およびまたは作用角が大きくなるように制御されている弁稼動状態から弁停止状態への移行に要する動作時間を好適に短縮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を目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 第1の発明は、内燃機関の可変動弁装置であって、
吸気バルブのリフト量およびまたは作用角を連続的に変更させることにより当該吸気バルブの動作状態を当該吸気バルブが閉弁状態に維持される弁停

止状態に変更可能な可変動弁装置であって、

前記可変動弁装置が備える相手部材に接触するプロファイルを有する可変部材を備え、

前記可変動弁装置は、前記可変部材の前記プロファイル上における前記相手部材の接触位置が変化することにより、前記吸気バルブのリフト量およびまたは作用角が変化するものであって、

前記可変部材が有する前記プロファイルは、前記吸気バルブの閉じ時期が吸気下死点近傍の所定範囲内にある時に、前記吸気バルブの動作状態が前記弁停止状態へ移行するように形成されていることを特徴とする。

[0008] また、第2の発明は、第1の発明において、

前記可変動弁装置を備える内燃機関は、前記吸気バルブの閉じ時期を吸気下死点よりも遅らせたものであって、

前記可変部材が有する前記プロファイルは、前記吸気バルブの閉じ時期が前記所定範囲内における吸気下死点よりも遅角側の時期である時に、前記吸気バルブの動作状態が前記弁停止状態へ移行するように形成されていることを特徴とする。

[0009] また、第3の発明は、第1または第2の発明において、

前記可変部材は、前記吸気バルブを駆動するカムと当該吸気バルブとの間に配置され前記カムの回転に伴って揺動する揺動部材であり、

前記相手部材は、前記カムと前記揺動部材との間に配置され前記カムの作用力を前記プロファイルを介して前記揺動部材に伝達する中間部材であり、

前記揺動部材が有する前記プロファイルは、前記吸気バルブのリフト量およびまたは作用角を所定の連続可変区間内で変化させる際に前記中間部材に接触するスライド面と、当該スライド面に対して前記揺動部材における前記揺動中心から遠い先端部に設けられ、前記吸気バルブの動作状態が前記弁停止状態である際に前記中間部材に接触するロストモーション部とを含み、

前記ロストモーション部は、平面形状で形成されていることを特徴とする

。

[0010] また、第４の発明は、第１または第２の発明において、

前記相手部材は、前記吸気バルブを駆動するカムと当該吸気バルブとの間に配置され前記カムの回転に伴って揺動する揺動部材であり、

前記可変部材は、前記カムとの間で前記揺動部材の体勢を規定するカム部材であり、

前記カム部材が有する前記プロファイルは、前記吸気バルブのリフト量およびまたは作用角を所定の連続可変区間内で変化させる際に前記揺動部材に接触する第１曲線部と、前記吸気バルブの動作状態が前記弁停止状態である際に前記揺動部材に接触する第２曲線部と、前記第１曲線部と前記第２曲線部との間に介在する第３曲線部とを備え、

前記第３曲線部は、前記第１曲線部と前記第２曲線部との間を滑らかに接続するように形成されていることを特徴とする。

[0011] また、第５の発明は、第１または第２の発明において、

前記可変動弁装置は、前記吸気バルブを駆動するカムと当該吸気バルブとの間に配置され前記カムの回転に伴って揺動する揺動部材を更に備え、

前記相手部材は、軸方向位置に応じて前記揺動部材の体勢を変更させる制御軸であり、

前記可変部材は、前記制御軸を軸方向に変位させるカム部材であり、

前記カム部材が有する前記プロファイルは、前記吸気バルブのリフト量およびまたは作用角を所定の連続可変区間内で変化させる際に前記揺動部材に接触する第１曲線部と、前記吸気バルブの動作状態が前記弁停止状態である際に前記揺動部材に接触する第２曲線部と、前記第１曲線部と前記第２曲線部との間に介在する第３曲線部とを備え、

前記第３曲線部は、前記第１曲線部と前記第２曲線部との間を滑らかに接続するように形成されていることを特徴とする。

発明の効果

[0012] 第１の発明によれば、吸気バルブの閉じ時期が吸気下死点近傍の所定範囲内にある時に吸気バルブの動作状態が弁停止状態へ移行するように、可変部

材が有するプロファイルが形成されている。このため、吸気バルブの閉じ時期が吸気上死点と吸気下死点のほぼ中間となる位置で弁停止状態が得られるように構成されている従来の可変動弁装置と比べ、吸気バルブのリフト量およびまたは作用角が大きくなるように制御されている弁稼動状態から弁停止状態への移行に要する動作時間を好適に短縮することが可能となる。これにより、フューエルカットの要求時に、弁停止により触媒への新気流入を速やかに遮断させることができ、触媒の劣化抑制を良好に図ることができる。

[0013] また、第2の発明によれば、遅閉じアトキンソンサイクルが適用された内燃機関に本発明の可変動弁装置が適用されている構成において、吸気バルブの閉じ時期が上記所定範囲内における吸気下死点よりも遅角側の時期である時に弁停止状態へ移行するように、可変部材のプロファイルが形成されている。このため、遅閉じアトキンソンサイクル運転を実施する内燃機関において、吸気バルブの閉じ時期がノッキング発生の懸念の高い吸気下死点近傍の時期を通過させないようにしつつ弁停止状態に移行させられる。これにより、ノッキング発生への懸念を軽減しつつ、弁停止状態に速やかに移行させられるようになる。

[0014] 第3の発明によれば、ロストモーション部がスライド面の仮想延長線よりも落ち込んだ凹面で形成されている場合と比べ、弁停止状態に移行する直前の作用角が得られる弁稼動状態から弁停止状態に、より早く移行させることが可能となる。

[0015] 第4または第5の発明によれば、弁稼動状態と弁停止状態との間での吸気バルブの動作状態の移行を滑らかに行えるようにすることができ、これにより、内燃機関の運転状態の急変やトルクショックの発生を良好に低減することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の実施の形態1における内燃機関のシステム構成を説明するための図である。

[図2]図1に示す吸気可変動弁装置の概略構成を示す図である。

[図3] 図 1 に示す吸気可変動弁装置をカム軸（および制御軸）の軸方向（より具体的には、図 2 中の矢視 A の方向）から見た図である。

[図4] 図 1 に示す吸気可変動弁装置をカム軸（および制御軸）の軸方向（より具体的には、図 2 中の矢視 A の方向）から見た図である。

[図5] 揺動アームの先端部分を拡大した斜視図である。

[図6] 本発明の実施の形態 1 において用いられるバルブリフト特性を、従来から用いられているバルブリフト特性と対比して説明するための図である。

[図7] バルブリフト量と制御軸の回転角との関係を、本願実施形態と従来技術との間で比較して表した図である。

[図8] 本発明の実施の形態 2 における吸気可変動弁装置の概略構成を説明するための図である。

[図9] 図 8 に示す吸気可変動弁装置が備える曲線ディスクのプロファイルの設定を説明するための図である。

[図10] 本発明の実施の形態 3 における吸気可変動弁装置の概略構成を説明するための図である。

[図11] 図 10 に示す制御軸を駆動するカム式アクチュエータの構成を説明するための図である。

[図12] 図 10 に示す吸気可変動弁装置が備える曲線ディスクのプロファイルの設定を説明するための図である。

符号の説明

- [0017] 10、100、120 内燃機関
- 16 吸気通路
- 18 排気通路
- 24 燃料噴射弁
- 26 点火プラグ
- 28、106、126 吸気バルブ
- 30 排気バルブ
- 32 吸気可変動弁装置

36 触媒

40 ECU (Electronic Control Unit)

50、104、124 カム軸

52、102、122 駆動カム

54、110、130 制御軸

56 制御軸駆動機構

62、140 サーボモータ

70、112、132 揺動アーム

72 スライド面

74 第1ローラ

76 第2ローラ

78 支持アーム

80 制御アーム

82 揺動カム面

82a 非作用面

82b 作用面

84、108、128 ロッカーアーム

86 ロッカーローラ

90 仮想延長線

92 ロストモーション部

114、142 曲線ディスク

114a、142a 第1曲線部

114b、142b 第2曲線部

114c、142c 第3曲線部

134 入力部

134a カムローラ

136 揺動カム

138 カム式アクチュエータ

発明を実施するための形態

[0018] 実施の形態 1.

[内燃機関のシステム構成]

図 1 は、本発明の実施の形態 1 における内燃機関 10 のシステム構成を説明するための図である。本実施形態のシステムは、内燃機関 10 を備えている。内燃機関 10 は、吸気バルブ 28 の閉じ時期を吸気下死点よりも遅らせることで実現されるアトキンソンサイクル（以下、「遅閉じアトキンソンサイクル」と称する）を用いた運転を実施する内燃機関である。本発明における内燃機関の気筒数は特に限定されるものではないが、ここでは、内燃機関 10 は、その一例として、直列 4 気筒型のエンジンであるものとする。

[0019] 内燃機関 10 の筒内には、ピストン 12 が設けられている。内燃機関 10 の筒内には、ピストン 12 の頂部側に燃焼室 14 が形成されている。燃焼室 14 には、吸気通路 16 および排気通路 18 が連通している。

[0020] 吸気通路 16 の入口近傍には、吸気通路 16 に吸入される空気の流量に応じた信号を出力するエアフローメータ 20 が設けられている。エアフローメータ 20 の下流には、スロットルバルブ 22 が設けられている。スロットルバルブ 22 の下流には、内燃機関 10 の吸気ポートに燃料を噴射するための燃料噴射弁 24 が配置されている。また、内燃機関 10 が備えるシリンダヘッドには、燃焼室 14 の頂部から燃焼室 14 内に突出するように点火プラグ 26 が取り付けられている。吸気ポートおよび排気ポートには、それぞれ、燃焼室 14 と吸気通路 16、或いは燃焼室 14 と排気通路 18 を導通状態または遮断状態とするための吸気バルブ 28 および排気バルブ 30 が設けられている。

[0021] 吸気バルブ 28 および排気バルブ 30 は、それぞれ吸気可変動弁装置 32 および排気動弁装置 34 により駆動される。吸気可変動弁装置 32 の詳細な構成については、図 2 乃至図 5 を参照して後述する。また、排気通路 18 には、排気ガスを浄化するための触媒 36 が配置されている。

[0022] 図 1 に示すシステムは、ECU (Electronic Control Unit) 40 を備えてい

る。ＥＣＵ４０の入力には、上述したエアフローメータ２０やエンジン回転数を検出するクランク角センサ４２等の内燃機関１０の運転状態を検出するための各種センサが接続されている。また、ＥＣＵ４０の出力には、上述したスロットルバルブ２２、燃料噴射弁２４、点火プラグ２６、および吸気可変動弁装置３２等の内燃機関１０の運転状態を制御するための各種アクチュエータが接続されている。ＥＣＵ４０は、それらのセンサ出力に基づいて、内燃機関１０の運転状態を制御する。

[0023] [可変動弁装置の構成]

図２は、図１に示す吸気可変動弁装置３２の概略構成を示す図である。図３および図４は、それぞれ、図１に示す吸気可変動弁装置３２をカム軸５０（および制御軸５４）の軸方向（より具体的には、図２中の矢視Ａの方向）から見た図である。より具体的には、図３は、吸気バルブ２８の動作状態が後述する「弁稼動状態」にある場合の図であり、図４は、吸気バルブ２８の動作状態が後述する「弁停止状態」にある場合の図である。尚、図２においては、内燃機関１０が備える４つの気筒のうちの２つの気筒に関する構成についてのみ示し、残りの気筒に関してはその図示を省略している。

[0024] 吸気可変動弁装置３２は、後述する制御軸５４の回転位置に応じて、吸気バルブ２８の作用角およびリフト量（以下、両者を特に区別する必要のない場合は、単に「作用角」と略する）を連続的に変更可能な装置である。更に、吸気可変動弁装置３２は、吸気バルブ２８の作用角を連続的に変更する（小さくする）ことにより吸気バルブ２８の動作状態を吸気バルブ２８が閉弁位置（ゼロリフト）に維持される弁停止状態に変更できるように構成されている。

[0025] 吸気可変動弁装置３２は、内燃機関１０のクランク軸３８により回転駆動されるカム軸５０に設けられた駆動カム５２と、カム軸５０と平行に配置された制御軸５４とを有している。駆動カム５２は、図３中で反時計回りに回転する。

[0026] また、吸気可変動弁装置３２は、図２に示すように、制御軸５４を所定角

度範囲内で回転させることのできる制御軸駆動機構 56 を有している。制御軸駆動機構 56 は、制御軸 54 の一端側に固定されたウォームホイール 58 と、このウォームホイール 58 に噛み合うウォームギヤ 60 と、このウォームギヤ 60 を回転駆動するサーボモータ 62 とを備えている。サーボモータ 62 は、E D U (Electrical Driver Unit) 64 を介して、上述した E C U 40 に接続されている。また、E C U 40 には、上記クランク角センサ 42 に加え、カム軸 50 の回転角度を検知するカム角センサ 66 と、制御軸 54 の回転位置（回転角度）を検知する制御軸位置センサ 68 とが接続されている。このような構成によれば、サーボモータ 62 の回転方向および回転量を制御することにより、制御軸 54 の回転位置（回転角度）を制御することができる。また、吸気可変動弁装置 32 は、制御軸 54 の回転位置に応じて、吸気バルブ 28 の作用角を連続的に変更可能な装置であるため、制御軸位置センサ 68 の出力値に基づいて、吸気バルブ 28 の作用角およびリフト量を取得することができる。

[0027] 更に、吸気可変動弁装置 32 は、揺動アーム（揺動カムアーム）70 を有している。揺動アーム 70 は、制御軸 54 を中心として揺動可能に設置されている。揺動アーム 70 には、駆動カム 52 に対向する側に、スライド面 72 が形成されている。

[0028] 揺動アーム 70 と駆動カム 52 との間には、第 1 ローラ 74 および第 2 ローラ 76 が配置されている。第 1 ローラ 74 は、駆動カム 52 の周面と接触しており、第 2 ローラ 76 は、揺動アーム 70 のスライド面 72 と接触している。これらのローラ 74、76 は、同軸上に配置され、互いに独立して回転可能になっている。

[0029] ローラ 74、76 は、支持アーム 78 の先端部に支持されている。制御軸 54 には、図 3 中の下方向に突出した制御アーム 80 が設けられており、この制御アーム 80 の先端部に支持アーム 78 の基端部が回動可能に連結されている。これにより、制御軸 54 を回転させることで、ローラ 74、76 を移動させることができる。すなわち、図 4 に示す状態から制御軸 54 を反時

計回りに回転させると、ローラ 74、76 は、制御アーム 80 および支持アーム 78 に引っ張られて、揺動アーム 70 の揺動中心（すなわち制御軸 54 の中心）に近づく。また、ローラ 74、76 が揺動中心に近い位置にある状態から制御軸 54 を時計回りに回転させると、ローラ 74、76 は、当該揺動中心から遠ざかる。

[0030] 図 3 は、ローラ 74、76 の位置を上記揺動中心から最も近づけた状態を示している。スライド面 72 は、揺動アーム 70 の先端側から揺動中心側に行くほど、駆動カム 52 の中心との間隔が徐々に狭まるような曲面（例えば円弧面）をなしている。

[0031] 揺動アーム 70 におけるスライド面 72 の反対側には、揺動カム面 82 が形成されている。揺動カム面 82 は、揺動アーム 70 の揺動中心からの距離が一定となるように形成された非作用面（基礎円部）82a と、この非作用面 82a から続いて設けられ、揺動中心からの距離が次第に大きくなるように形成された作用面 82b とで構成されている。このような揺動アーム 70 は、図示省略するロストモーションスプリングにより、図 3 中の時計回りに付勢されている。この付勢力により、揺動アーム 70 は第 2 ローラ 76 に押し当てられており、また、第 1 ローラ 74 は駆動カム 52 に押し当てられている。

[0032] 吸気可変動弁装置 32 は、吸気バルブ 28 の弁軸をリフト方向へ押圧するロッカーアーム 84 を更に備えている。ロッカーアーム 84 は、図 3 中で揺動アーム 70 の下方に配置されている。ロッカーアーム 84 には、揺動カム面 82 に対向するようにロッカーローラ 86 が設けられている。ロッカーローラ 86 は、ロッカーアーム 84 の中間部に回転自在に取り付けられている。ロッカーアーム 84 の一端は、吸気バルブ 28 の弁軸端に当接されており、その他端は、油圧式ラッシュアジャスタ 88 によって支持されている。吸気バルブ 28 は、図示しないバルブスプリングによって、閉方向、すなわち、ロッカーアーム 84 を押し上げる方向に付勢されている。ロッカーローラ 86 は、この付勢力と油圧式ラッシュアジャスタ 88 とによって、揺動アーム

ム 70 の揺動カム面 82 に押し当てられている。このような構成によれば、駆動カム 52 が回転すると、駆動カム 52 のカムリフトがローラ 74、76 を介して揺動アーム 70 に伝達することにより、揺動アーム 70 が揺動する。

[0033] 揺動アーム 70 には、スライド面 72 の先に、スライド面 72 の仮想延長線 90 よりも落ち込んだ面で構成されるロストモーション部 92 が形成されている。図 5 は、揺動アーム 70 の先端部分を拡大した斜視図である。図 5 に示すように、ロストモーション部 92 は、平面形状で形成されている。また、図 4 に示す状態では、第 2 ローラ 76 は、このロストモーション部 92 と接触している。この状態では、後述するように、駆動カム 52 が回転することで揺動アーム 70 が揺動しても、吸気バルブ 28 が閉弁位置に維持される弁停止状態となる。

[0034] 図 4 に示す弁停止状態から、制御軸 54 を反時計回りに回転させると、ローラ 74、76 が揺動アーム 70 の揺動中心に近づく方向に移動する。これにより、第 2 ローラ 76 がスライド面 72 と接触する状態となる。この状態では、駆動カム 52 が回転することで揺動アーム 70 が揺動するのに伴って、吸気バルブ 28 が開閉動作する。この状態を以下「弁稼動状態」という。

[0035] 弁稼動状態において、駆動カム 52 がリフトしていないとき、すなわち駆動カム 52 の基礎円部が第 1 ローラ 74 と接触しているときには、ロッカーローラ 86 は揺動カム面 82 の非作用面 82a と接触している。これにより、吸気バルブ 28 は閉じている。そして、駆動カム 52 がリフトし始め、揺動アーム 70 が図 3 中の反時計回りに揺動し始めると、ロッカーローラ 86 と揺動カム面 82 との接触点（以下「ロッカーローラ接触点」という）は、非作用面 82a から作用面 82b へ移行する。ロッカーローラ接触点が作用面 82b に移行すると、ロッカーアーム 84 が押し下げられ、吸気バルブ 28 が開弁する。

[0036] 今、ローラ 74、76 が揺動アーム 70 の揺動中心に最も近い位置にあるとする。このときには、駆動カム 52 のカムリフトが揺動中心に近い位置に

において揺動アーム 70 に伝達されることになるので、揺動アーム 70 の揺動範囲（振れ幅）が大きくなる。このため、吸気バルブ 28 の作用角は、大きくなる。また、前述したように、揺動中心に近いほど、スライド面 72 と駆動カム 52 の中心との距離は小さい。よって、駆動カム 52 がリフトを開始する揺動アーム 70 の位置は、ローラ 74、76 が揺動中心に近づくほど、図 3 中の反時計回り側に移動する。このようなことから、揺動アーム 70 が揺動を開始した後、ロッカーローラ接触点が作用面 82 b に移行するまで（つまり吸気バルブ 28 がリフトし始めるまで）に要する揺動アーム 70 の回転量は、ローラ 74、76 が揺動中心に近いほど、小さくなる。このことから、吸気バルブ 28 の作用角は、大きくなる。

[0037] 逆に、ローラ 74、76 が揺動アーム 70 の揺動中心から遠い位置にあるとすると、駆動カム 52 のカムリフトは、揺動中心から遠い位置において揺動アーム 70 に伝達されることになる。このため、揺動アーム 70 の揺動範囲（振れ幅）が小さくなる。また、揺動アーム 70 が揺動を開始した後、ロッカーローラ接触点が作用面 82 b に移行するまでに要する揺動アーム 70 の回転量は、ローラ 74、76 が揺動中心から遠いほど、大きくなる。これらのことから、ローラ 74、76 が揺動中心から遠いほど、吸気バルブ 28 の作用角は小さくなる。

[0038] 以上説明したように、吸気可変動弁装置 32 では、弁稼動状態において、制御軸 54 の回転位置を図 3 中の反時計回り側により大きく変位させるほど、吸気バルブ 28 の作用角を連続的に大きくすることができ、逆に、制御軸 54 の回転位置を図 3 中の時計回り側により大きく変位させるほど、吸気バルブ 28 の作用角を連続的に小さくすることができる。更に、第 2 ローラ 76 がロストモーション部 92 と接触する位置にまで、制御軸 54 の回転位置を時計回り側に大きく変位させた場合には、図 4 に示すように、駆動カム 52 の回転に伴って揺動アーム 70 が揺動しても、ロッカーローラ接触点は非作用面 82 a 内に留まり、作用面 82 b には到達しない状態となる。これにより、吸気バルブ 28 の動作状態を弁停止状態に移行させることができる。

[0039] 図6は、本発明の実施の形態1において用いられるバルブリフト特性を、従来から用いられているバルブリフト特性と対比して説明するための図である。より具体的には、図6（A）は、本実施形態において用いられるバルブリフト特性を示し、図6（B）は、従来から用いられているバルブリフト特性を示している。

[0040] 先ず、図6（A）中に示す大作用角 θ_1 は、遅閉じアトキンソンサイクルを用いた運転（以下、「遅閉じアトキンソンサイクル運転」と略する）を実施する際に用いられる吸気バルブ28の作用角である。大作用角 θ_1 では、吸気通路16への吸気の吹き返しが意図的に生ずる程度にまで吸気バルブ28の閉じ時期が十分に遅角されている。このような大作用角 θ_1 は、内燃機関10の部分負荷領域において用いられるものである。より具体的には、部分負荷領域において遅閉じアトキンソンサイクル運転を実施する際には、要求負荷および要求エンジン回転数に応じて、吸気バルブ28の閉じ時期が大作用角 θ_1 を上限とする所定範囲内で可変されるようになっている。

[0041] 次に、図6（A）中に示す大作用角 θ_2 は、高エンジン回転数時に使用される作用角であり、内燃機関10が最高出力を発することができるよう設定されたものである。この大作用角 θ_2 は、上記の性格を有する値であるため、筒内に十分な空気量が充填されるように、吸気バルブ28の閉じ時期の進角によって上記大作用角 θ_1 よりも小さな値に設定されている。

[0042] 次に、図6（A）中に示す中作用角 θ_3 は、低速トルクが要求された際（内燃機関10の低速域においてトルクが要求された際）に使用される作用角である。ここでは、そのような中作用角 θ_3 として、吸気バルブ28の閉じ時期が吸気下死点よりも遅角されているものを例示している。この中作用角 θ_3 は、吸気温度に応じて吸気バルブ28の閉じ時期が可変されることで変化する値でもある。より具体的には、吸気バルブ28の閉じ時期は、吸気温度が高い場合にはノッキングの発生が懸念されるため、遅角されるようになっており、逆に、吸気温度が低い場合には筒内に充填される空気量を増やすために吸気下死点に向けて進角されるようになっている。尚、この場合の吸

気バルブ 28 の閉じ時期の可変範囲は、一例として、クランク角度で概ね $180 \sim 200^\circ$ CA（基準は排気上死点）に設定される。

[0043] 吸気可変動弁装置 32 では、上記大作用角 θ_1 から上記中作用角 θ_3 の間で、吸気バルブ 28 の作用角（およびリフト量）が連続的に可変されるようになっている（図 3 参照）。このように吸気バルブ 28 の作用角が可変される内燃機関 10 では、上述したように、上記大作用角 θ_1 を用いた遅閉じアトキンソンサイクル運転の実施時に低速トルクが要求された場合には、上記中作用角 θ_3 が得られるように、サーボモータ 62 により制御軸 54 が回転駆動される。そして、中作用角 θ_3 に制御された後に、内燃機関 10 の負荷およびエンジン回転数の上昇に伴って、吸気バルブ 28 の閉じ時期の遅角により吸気バルブ 28 の作用角が、要求されたトルクの大きさに応じた値にまで拡大されていく。

[0044] また、図 6（A）に示すように、低速トルク要求時の中作用角 θ_3 が得られる弁稼動状態を過ぎた位置にまで制御軸 54 が回転駆動された際に、吸気バルブ 28 の動作状態が急激に弁停止状態に移行するように、揺動アーム 70 のプロファイル（スライド面 72 とロストモーション部 92）が形成されている。このような揺動アーム 70 のプロファイルの設定により、本実施形態では、吸気バルブ 28 の閉じ時期が吸気下死点近傍の所定範囲内にある時に、吸気バルブ 28 の動作状態が弁停止状態へ移行するように設定されている。より具体的には、揺動アーム 70 のプロファイルは、吸気バルブ 28 の閉じ時期が上記所定範囲内における吸気下死点よりも遅角側の時期である時に、吸気バルブ 28 の動作状態が弁停止状態へ移行するように形成されている。

[0045] 一方、図 6（A）に示すバルブリフト特性と対比するために参照する図 6（B）に示す従来のバルブリフト特性は、吸気バルブの閉じ時期を吸気下死点に対して早めることで実現されるアトキンソンサイクル（ここでは、「早閉じアトキンソンサイクル」と称する）を用いた早閉じアトキンソンサイクル運転を実施する内燃機関に対して適用されたものである。図 6（B）中に

おける小作用角 θ_4 は、当該早閉じアトキンソンサイクル運転を実施する際に用いられる吸気バルブ 28 の最小作用角である。尚、図 6 (B) 中における大作用角 θ_2 および中作用角 θ_3 については、上述したものと同様である。

[0046] 図 6 (B) に示す従来のバルブリフト特性を実現可能な可変動弁装置は、例えば、日本特開 2008-121458 号公報に開示されている。当該可変動弁装置では、図 6 (B) に示すように、小作用角 θ_4 が得られる弁稼動状態を過ぎた位置にまで制御軸が回転駆動された際に、吸気バルブの動作状態が急激に弁停止状態に移行するように、揺動アームのプロファイルが形成されている。このような従来の構成によれば、図 6 (B) 中に「本願実施形態との差」として示されている分だけ（すなわち、中作用角 θ_3 と小作用角 θ_4 との差分だけ）、本実施形態における弁停止状態への移行時期よりも進角側で弁停止状態に移行するようになる。

[0047] 図 7 は、バルブリフト量と制御軸の回転角との関係を、本願実施形態と従来技術との間で比較して表した図である。

吸気可変動弁装置 32 は、内燃機関 10 のフューエルカットの実行要求が出された際に吸気バルブ 28 の動作状態が弁停止状態に移行するように制御を行う。特に減速時においてフューエルカットが要求される状況下では、エンジン回転数が高いことが多い。その結果、フューエルカットの実行要求に伴う弁停止要求は、図 7 に示すように、吸気バルブ 28 の作用角が大作用角 θ_2 付近に制御されている際に出されることが多い。

[0048] 上記のような大作用角 θ_2 に制御されている弁稼動状態から弁停止状態への移行を行う場合、中作用角 θ_3 を過ぎた位置において弁停止状態に急激に移行する本実施形態の構成によれば、小作用角 θ_4 を過ぎた位置にまで作用角の変更が必要になる従来技術の構成に対し、弁停止状態に移行するまでに必要な制御軸の回転角（操作量）が小さくて済むようになる。これにより、上記移行を行う場合において、弁停止状態への移行に要する動作時間を短縮することができる。フューエルカットの実行時に触媒 36 の劣化抑制を図る

ためには、触媒 36 への新気流入を速やかに遮断するべく、できるだけ短い時間で弁停止状態に移行させたい。本実施形態の構成によれば、フューエルカットの要求時に現実によく行われる大作用角 $\theta 2$ 付近に制御されている弁稼動状態から弁停止状態への移行に要する動作時間を良好に短縮させられるので、弁停止により触媒 36 に新気を流入させない状態を速やかに実現できる。このため、従来技術の構成に対し、フューエルカットの要求時により早いタイミングで触媒 36 の劣化抑制の懸念を排除した状態としながらフューエルカットを実行に移すことが可能となる。

[0049] また、吸気バルブ 28 の閉じ時期が吸気下死点に近づくにつれ、内燃機関 10 の実圧縮比が高くなるので、ノッキングが発生し易くなる。上記従来の可変動弁装置の構成によれば、大作用角 $\theta 2$ に制御されている状態から弁停止状態に移行させる場合、吸気バルブの閉じ時期がノッキング発生懸念の高い吸気下死点近傍の時期を通過したうえで、小作用角 $\theta 4$ を過ぎた位置にまで制御される。その結果、弁停止状態への移行中に、ノッキングが発生し易くなる（また、仮に弁停止状態への移行中に早い段階でフューエルカットが実行されている場合であっても、筒内に残留する燃料の存在によって同様にノッキングが発生し易くなる）。これに対し、本実施形態の吸気可変動弁装置 32 では、上述したように、吸気バルブ 28 の閉じ時期が吸気下死点よりも遅角側の時期にある時に、吸気バルブ 28 の動作状態が弁停止状態となるように揺動アーム 70 のプロファイルが形成されている。これにより、遅閉じアトキンソンサイクル運転を実施する内燃機関 10 において、吸気バルブ 28 の閉じ時期が吸気下死点近傍の時期を通過させないようにしつつ弁停止状態に移行させられるので、ノッキング発生への懸念を軽減しつつ、弁停止状態に速やかに移行させられるようになる。

[0050] また、本実施形態の揺動アーム 70 のプロファイルが有するロストモーション部 92 は、平面形状で形成されている。これにより、ロストモーション部がスライド面の仮想延長線よりも落ち込んだ凹面で形成されている場合と比べ、中作用角 $\theta 3$ が得られる弁稼動状態から弁停止状態により早く移行さ

せることが可能となる。また、ロストモーション部 92 を平面形状で形成する方が、凹面形状で形成するよりも製造上の作り勝手が良くなる。尚、弁稼動状態から弁停止状態により早く移行させるという点においては、ロストモーション部の構成は、平面形状に限らず、スライド面 72 の先端から変曲点を経てスライド面 72 と逆向きに湾曲する凸面で構成されていてもよい。

[0051] また、吸気可変動弁装置 32 によれば、弁停止状態では、上記従来の可変動弁装置の構成に対し、ローラ 74、76 が揺動アーム 70 の揺動中心により近い位置にある状態で、ローラ 74、76 および揺動アーム 70 の動作が行われるようになる（図 4 参照）。これにより、揺動アーム 70 およびローラ 74、76 の慣性重量を軽減することができ、吸気可変動弁装置 32 の運動性が向上する。

[0052] ところで、上述した実施の形態 1 においては、吸気バルブ 28 の閉じ時期が吸気下死点よりも遅角側の時期である時に、吸気バルブ 28 の動作状態が弁停止状態となるように、揺動アーム 70 のプロファイルが形成されてい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部材のプロファイルは、必ずしも上記のものに限定されない。すなわち、吸気バルブの閉じ時期が吸気下死点近傍の所定範囲内にある時に当該吸気バルブの動作状態が弁停止状態となるように形成されたプロファイルであればよく、例えば、吸気バルブの閉じ時期が当該所定範囲内において吸気下死点にある時または吸気下死点よりも進角側にある時に、吸気バルブの動作状態が弁停止状態となるように、可変部材のプロファイルが形成されている構成であってもよい。

[0053] 尚、上述した実施の形態 1 においては、第 2 ローラ 76 が前記第 1 の発明における「相手部材」に、揺動アーム 70 が前記第 1 の発明における「可変部材」に、それぞれ相当している。

また、揺動アーム 70 が前記第 3 の発明における「揺動部材」に、第 2 ローラ 76 および第 1 ローラ 74 が前記第 3 の発明における「中間部材」に、それぞれ相当している。

[0054] 実施の形態 2.

次に、図 8 および図 9 を参照して、本発明の実施の形態 2 について説明する。

図 8 は、本発明の実施の形態 2 における吸気可変動弁装置 100 の概略構成を説明するための図である。

[0055] 図 8 に示す吸気可変動弁装置 100 は、主に、駆動カム 102 が固定されたカム軸 104 と、吸気バルブ 106 の弁軸をリフト方向へ押圧する伝達要素（以下、「ロッカーアーム」と称する）108 と、本発明における制御軸として機能する調節装置（以下、「制御軸」と称する）110 と、駆動カム 102、ロッカーアーム 108、および制御軸 110 という 3 つの部材によって挟まれるように配置された旋回レバー（以下、「揺動アーム」と称する）112 とを備えている。より具体的には、揺動アーム 112 は、制御軸 110 に設けられた曲線ディスク 114 のプロファイルに接触するように配置されている。尚、吸気可変動弁装置 100 の基本構成については、例えば、日本特表 2004-521234 号公報において詳述されている。

[0056] 図 9 は、図 8 に示す吸気可変動弁装置 100 が備える曲線ディスク 114 のプロファイルの設定を説明するための図である。

図 9 に示すように、曲線ディスク 114 のプロファイルは、吸気バルブ 106 の作用角を上記大作用角 θ_1 ～中作用角 θ_3 の間で変化させる際に揺動アーム 112 に接触する第 1 曲線部 114 a と、吸気バルブ 106 の動作状態が弁停止状態である際に揺動アーム 112 に接触する第 2 曲線部 114 b と、第 1 曲線部 114 a と第 2 曲線部 114 b との間に介在する第 3 曲線部 114 c とを備えている。

[0057] より具体的には、第 1 曲線部 114 a は、第 3 曲線部 114 c からより大きく離れるに従って、制御軸 110 の軸中心からの距離が遠くなるように形成されており、最も離れた位置において大作用角 θ_1 が得られるように構成されている。第 2 曲線部 114 b は、第 1 曲線部 114 a において中作用角 θ_3 を実現する位置よりも一段落ち込んだ面であって制御軸 110 の軸中心

からの距離が変化しない円弧状の面として形成されている。そして、第3曲線部114cは、そのような第1曲線部114aと第2曲線部114bとの間を滑らかに接続するように形成されている。

[0058] 以上のような構成を有する吸気可変動弁装置100では、制御軸110の曲線ディスク114の回転位置を変化させることによって揺動アーム112の体勢を変化させることで、吸気バルブ106の作用角およびリフト量を連続的に変更することができ、また、吸気バルブ106の動作状態を弁停止状態に移行させることもできる。より具体的には、揺動アーム112が第1曲線部114aと接触している状態（連続可変区間）では、制御軸110（曲線ディスク114）を図9中で反時計回りに回転させることにより、吸気バルブ106の作用角を小さくすることができる。そして、曲線ディスク114において揺動アーム112と接触する部位が第1曲線部114aから第3曲線部114cを経て第2曲線部114bに移行するようになるまで制御軸110（曲線ディスク114）を回転させることにより、連続可変区間から速度急変区間を経たうえで、吸気バルブ106の動作状態を弁停止状態に移行させることができる。

[0059] また、本実施形態においても、上述した実施の形態1と同様に、中作用角 θ_3 を過ぎた位置において弁停止状態に急激に移行するように構成されており、中作用角 θ_3 では、既述したように、吸気バルブ106の閉じ時期が吸気下死点よりも遅角されるようになっている。以上説明した本実施形態の吸気可変動弁装置100に構成においても、弁停止状態への移行に要する動作時間の短縮などの上述した実施の形態1と同様の効果を奏することができる。

[0060] 更に、本実施形態では、第1曲線部114aと第2曲線部114bとの間を滑らかに接続するように、曲線ディスク114の第3曲線部114cが形成されている。このような構成によれば、弁稼動状態と弁停止状態との間での吸気バルブ106の動作状態の移行を滑らかに行えるようにすることができ、これにより、内燃機関10の運転状態の急変やトルクショックの発生を

良好に低減することができる。

- [0061] 尚、上述した実施の形態 2 においては、揺動アーム 112 が前記第 1 の発明における「相手部材」に、制御軸 110 が有する曲線ディスク 114 が前記第 1 の発明における「可変部材」に、それぞれ相当している。

また、揺動アーム 112 が前記第 4 の発明における「揺動部材」に、曲線ディスク 114 が前記第 4 の発明における「カム部材」に、それぞれ相当している。

- [0062] 実施の形態 3.

次に、図 10 乃至図 12 を参照して、本発明の実施の形態 3 について説明する。

図 10 は、本発明の実施の形態 3 における吸気可変動弁装置 120 の概略構成を説明するための図である。

- [0063] 図 10 に示す吸気可変動弁装置 120 は、主に、駆動カム 122 が固定されたカム軸 124 と、吸気バルブ 126 の弁軸をリフト方向へ押圧するロッカーアーム 128 と、軸方向に駆動される制御軸 130 と、駆動カム 122 の回転に伴って揺動する揺動アーム 132 とを備えている。より具体的には、揺動アーム 132 は、駆動カム 122 に接触するカムローラ 134a を備える入力部 134 と、駆動カム 122 の作用力をロッカーアーム 128 に伝達する揺動カム 136 とを備えている。そして、後述するカム式アクチュエータ 138 によって制御軸 130 を軸方向に駆動することにより、制御軸 130 の軸方向位置に応じて、入力部 134 に対する揺動カム 136 の搭載角度が変化するように構成されている。尚、吸気可変動弁装置 120 の基本構成については、例えば、日本特許第 3799944 号公報において詳述されている。

- [0064] 図 11 は、図 10 に示す制御軸 130 を駆動するカム式アクチュエータ 138 の構成を説明するための図である。

図 11 に示すように、カム式アクチュエータ 138 は、サーボモータ 140 と、サーボモータ 140 の出力軸 140a に設けられた曲線ディスク 14

2とを備えている。上述した制御軸130の一端は、スプリング144によって曲線ディスク142のプロファイルへの接触が常に維持されるように付勢されている。スプリング144は、制御軸130に設けられたストッパ130aと制御軸130の軸受146との間に介在するように配置されている。尚、サーボモータ140と曲線ディスク142との間に減速ギヤ部を設けるようにしてもよい。

[0065] 図12は、図10に示す吸気可変動弁装置120が備える曲線ディスク142のプロファイルの設定を説明するための図である。

図12に示す曲線ディスク142のプロファイルは、第1曲線部142a、第2曲線部142b、および第3曲線部142cとを備えている。尚、これらの各曲線部142a等の構成は、上記図9に示す曲線ディスク114のプロファイルの構成と同様であるため、ここではその詳細な説明を省略する。

[0066] 以上のような構成を有する吸気可変動弁装置120では、サーボモータ140により曲線ディスク142を回転駆動させることによって制御軸130の軸方向位置（ストローク）を変化させることで、吸気バルブ126の作用角およびリフト量を連続的に変更することができ、また、吸気バルブ126の動作状態を弁停止状態に移行させることもできる。より具体的には、制御軸130が第1曲線部142aと接触している状態（連続可変区間）では、曲線ディスク142を図12中で時計回りに回転させることにより、吸気バルブ126の作用角を小さくすることができる。そして、曲線ディスク142において制御軸130と接触する部位が第1曲線部142aから第3曲線部142cを経て第2曲線部142bに移行するようになるまで曲線ディスク142を回転させることにより、連続可変区間から速度急変区間を経たうえで、吸気バルブ126の動作状態を弁停止状態に移行させることができる。

[0067] また、本実施形態においても、上述した実施の形態1と同様に、中作用角 θ_3 を過ぎた位置において弁停止状態に急激に移行するように構成されてお

り、中作用角 θ_3 では、既述したように、吸気バルブ126の閉じ時期が吸気下死点よりも遅角されるようになっている。以上説明した本実施形態の吸気可変動弁装置120に構成においても、弁停止状態への移行に要する動作時間の短縮などの上述した実施の形態1と同様の効果を奏することができる。

[0068] 更に、本実施形態では、第1曲線部142aと第2曲線部142bとの間を滑らかに接続するように、曲線ディスク142の第3曲線部142cが形成されている。このような構成によれば、弁稼動状態と弁停止状態との間での吸気バルブ126の動作状態の移行を滑らかに行えるようにすることができ、これにより、内燃機関10の運転状態の急変やトルクショックの発生を良好に低減することができる。

[0069] 尚、上述した実施の形態3においては、制御軸130が前記第1の発明における「相手部材」に、曲線ディスク142が前記第1の発明における「可変部材」に、それぞれ相当している。

また、入力部134および揺動カム136を有する揺動アーム132が前記第5の発明における「揺動部材」に、曲線ディスク142が前記第5の発明における「カム部材」に、それぞれ相当している。

請求の範囲

- [請求項1] 吸気バルブのリフト量およびまたは作用角を連続的に変更させることにより当該吸気バルブの動作状態を当該吸気バルブが閉弁状態に維持される弁停止状態に変更可能な可変動弁装置であって、
- 前記可変動弁装置が備える相手部材に接触するプロファイルを有する可変部材を備え、
- 前記可変動弁装置は、前記可変部材の前記プロファイル上における前記相手部材の接触位置が変化することにより、前記吸気バルブのリフト量およびまたは作用角が変化するものであって、
- 前記可変部材が有する前記プロファイルは、前記吸気バルブの閉じ時期が吸気下死点近傍の所定範囲内にある時に、前記吸気バルブの動作状態が前記弁停止状態へ移行するように形成されていることを特徴とする内燃機関の可変動弁装置。
- [請求項2] 前記可変動弁装置を備える内燃機関は、前記吸気バルブの閉じ時期を吸気下死点よりも遅らせることにより実現されるアトキンソンサイクルが適用されたものであって、
- 前記可変部材が有する前記プロファイルは、前記吸気バルブの閉じ時期が前記所定範囲内における吸気下死点よりも遅角側の時期である時に、前記吸気バルブの動作状態が前記弁停止状態へ移行するように形成されていることを特徴とする請求項1記載の内燃機関の可変動弁装置。
- [請求項3] 前記可変部材は、前記吸気バルブを駆動するカムと当該吸気バルブとの間に配置され前記カムの回転に伴って揺動する揺動部材であり、
- 前記相手部材は、前記カムと前記揺動部材との間に配置され前記カムの作用力を前記プロファイルを介して前記揺動部材に伝達する中間部材であり、
- 前記揺動部材が有する前記プロファイルは、前記吸気バルブのリフト量およびまたは作用角を所定の連続可変区間内で変化させる際に前

記中間部材に接触するスライド面と、当該スライド面に対して前記揺動部材における前記揺動中心から遠い先端部に設けられ、前記吸気バルブの動作状態が前記弁停止状態である際に前記中間部材に接触するロストモーション部とを含み、

前記ロストモーション部は、平面形状で形成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の内燃機関の可変動弁装置。

[請求項4]

前記相手部材は、前記吸気バルブを駆動するカムと当該吸気バルブとの間に配置され前記カムの回転に伴って揺動する揺動部材であり、

前記可変部材は、前記カムとの間で前記揺動部材の体勢を規定するカム部材であり、

前記カム部材が有する前記プロファイルは、前記吸気バルブのリフト量およびまたは作用角を所定の連続可変区間内で変化させる際に前記揺動部材に接触する第 1 曲線部と、前記吸気バルブの動作状態が前記弁停止状態である際に前記揺動部材に接触する第 2 曲線部と、前記第 1 曲線部と前記第 2 曲線部との間に介在する第 3 曲線部とを備え、

前記第 3 曲線部は、前記第 1 曲線部と前記第 2 曲線部との間を滑らかに接続するように形成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の内燃機関の可変動弁装置。

[請求項5]

前記可変動弁装置は、前記吸気バルブを駆動するカムと当該吸気バルブとの間に配置され前記カムの回転に伴って揺動する揺動部材を更に備え、

前記相手部材は、軸方向位置に応じて前記揺動部材の体勢を変更させる制御軸であり、

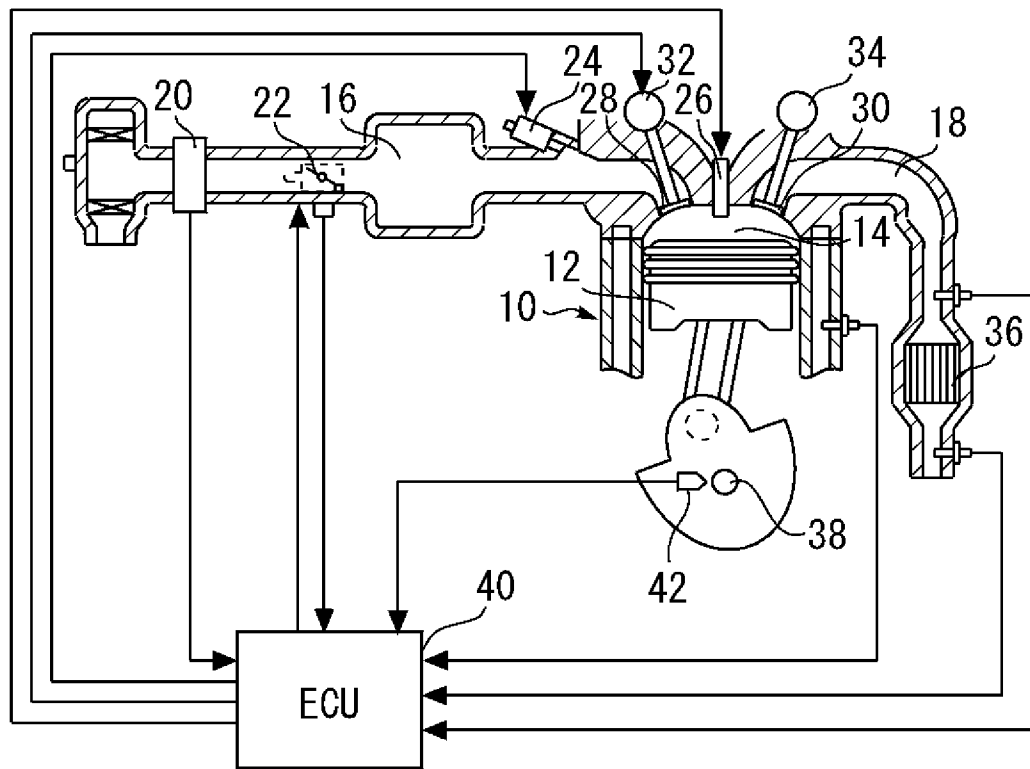
前記可変部材は、前記制御軸を軸方向に変位させるカム部材であり、

前記カム部材が有する前記プロファイルは、前記吸気バルブのリフト量およびまたは作用角を所定の連続可変区間内で変化させる際に前記揺動部材に接触する第 1 曲線部と、前記吸気バルブの動作状態が前

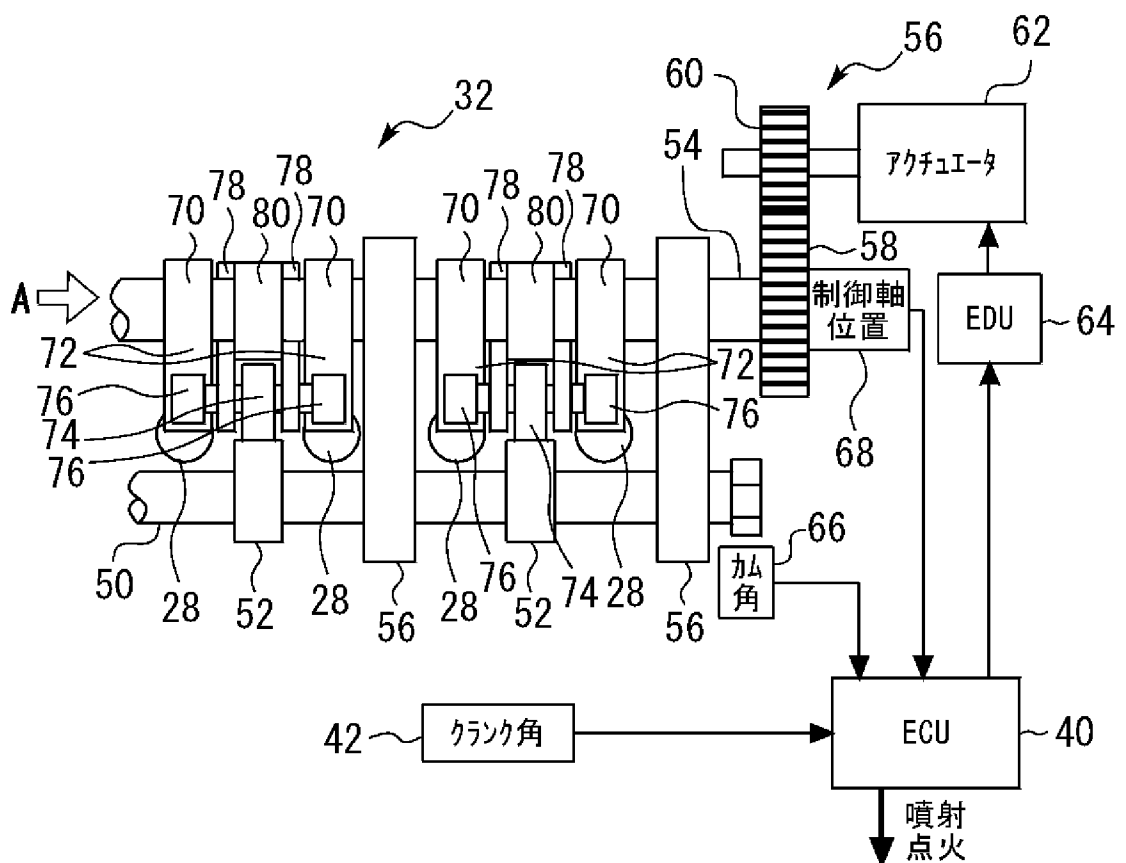
記弁停止状態である際に前記揺動部材に接触する第 2 曲線部と、前記第 1 曲線部と前記第 2 曲線部との間に介在する第 3 曲線部とを備え、

前記第 3 曲線部は、前記第 1 曲線部と前記第 2 曲線部との間を滑らかに接続するように形成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の内燃機関の可変動弁装置。

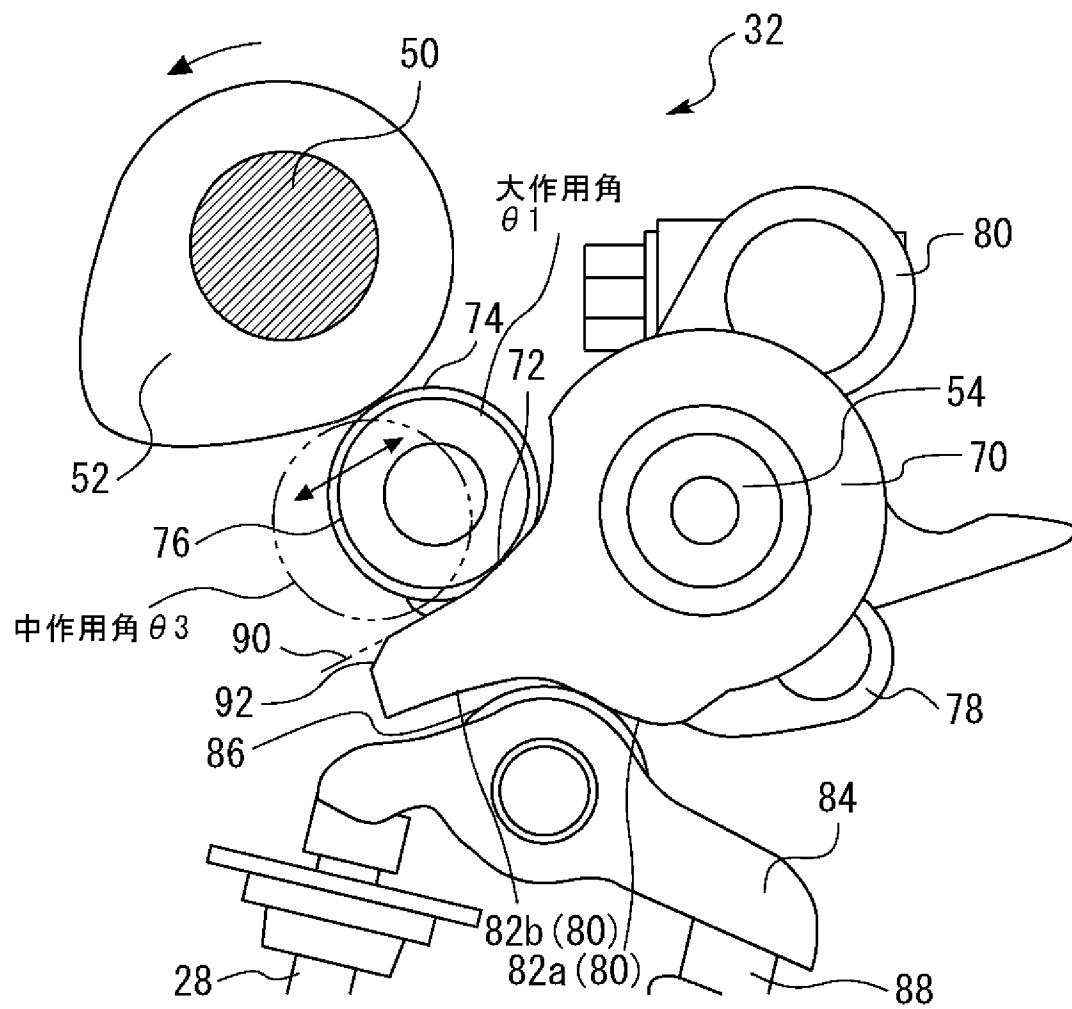
[図1]



[図2]

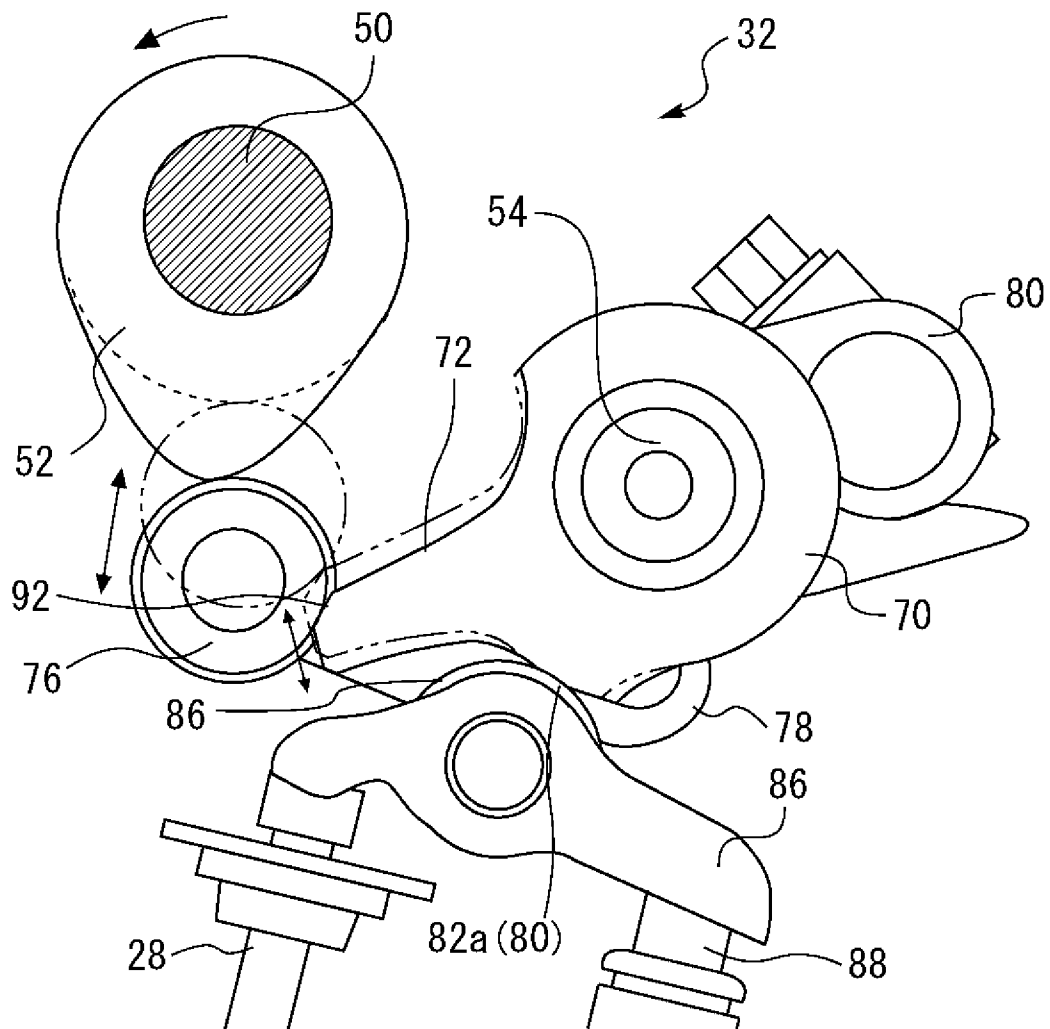


[図3]

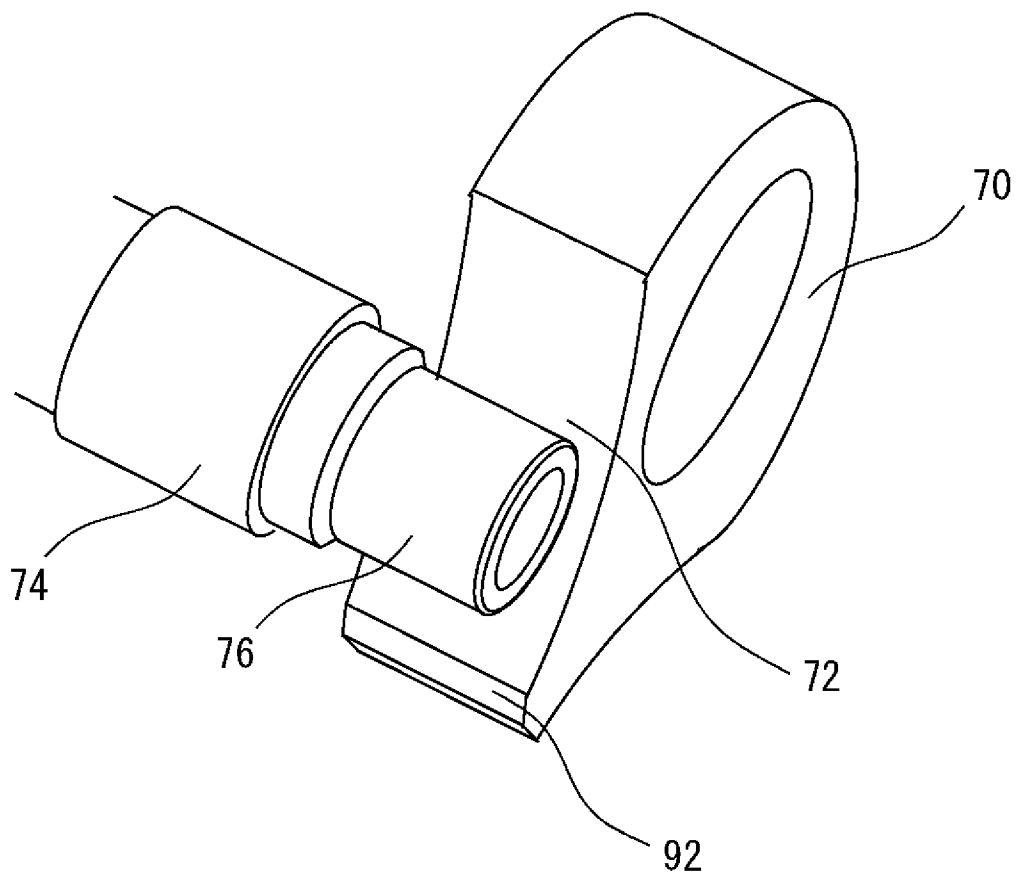


弁稼動状態（大作用角 θ_1 ~ 中作用角 θ_3 ）

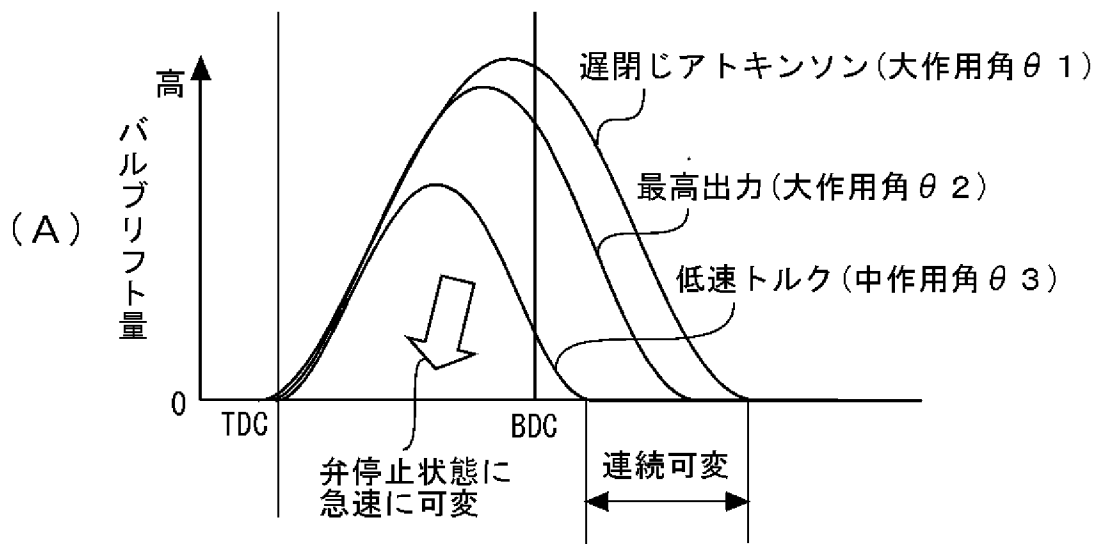
[図4]

弁停止状態

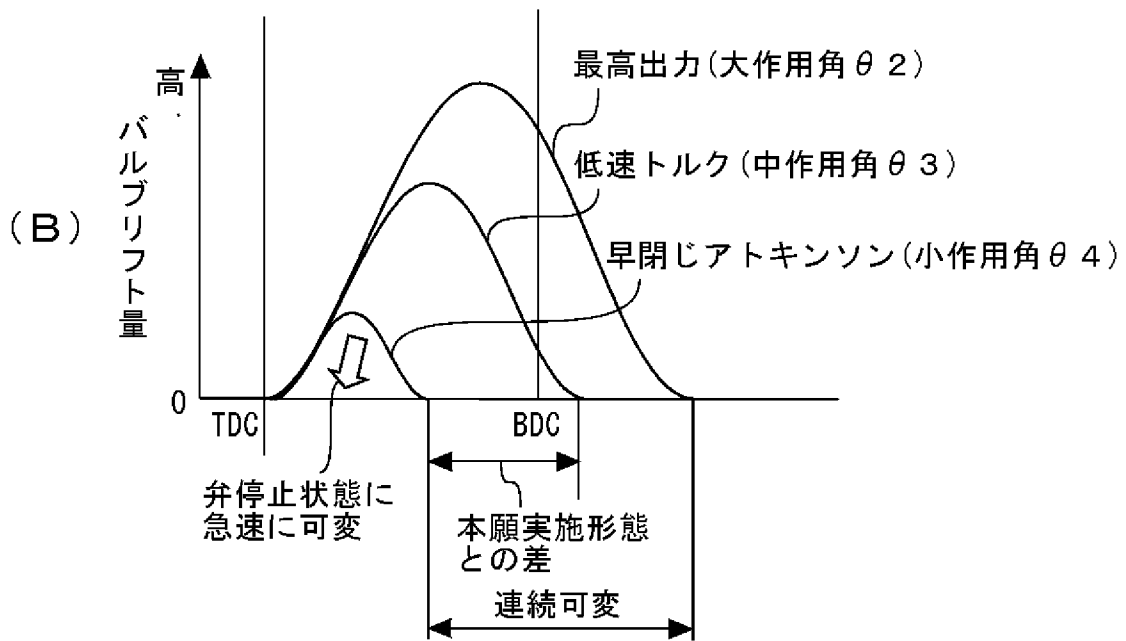
[図5]



[図6]

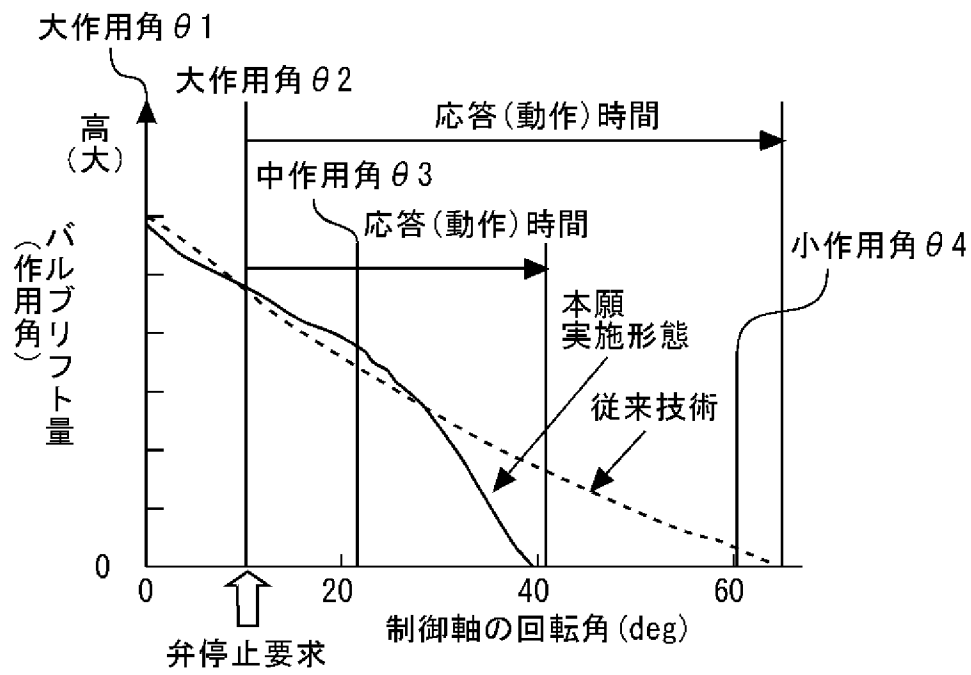


本願発明のバルブリフト特性

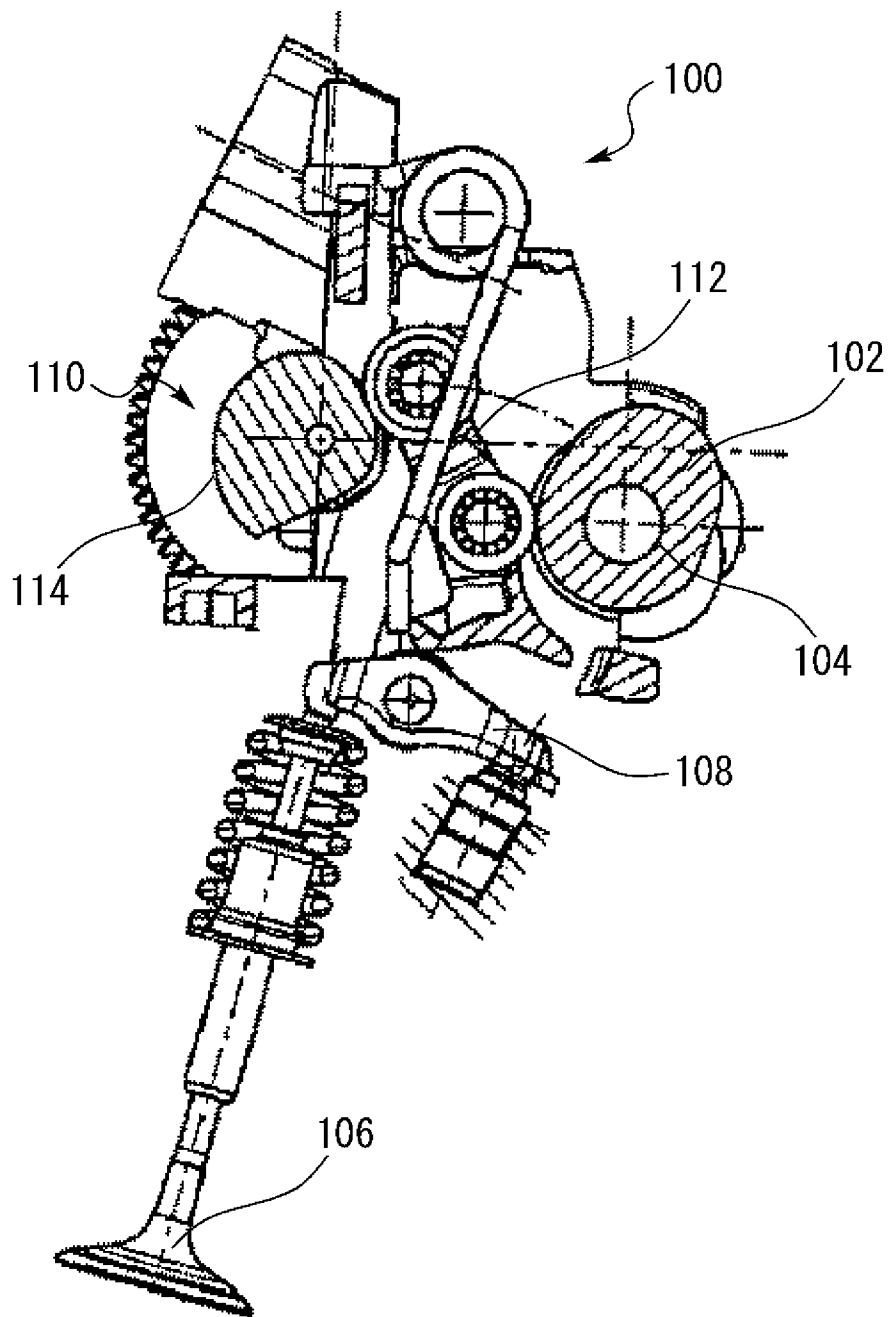


従来技術のバルブリフト特性

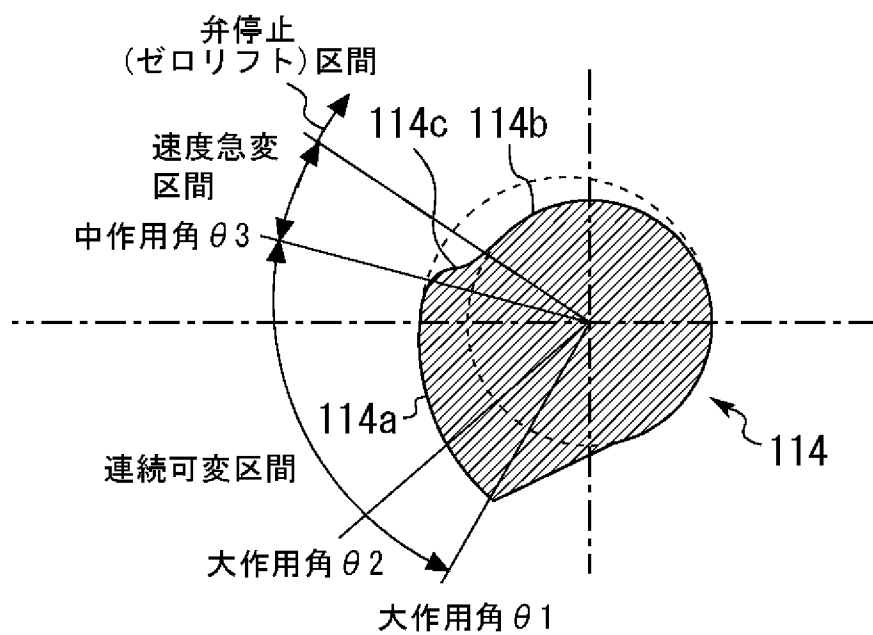
[図7]



[図8]



[図9]



[図10]

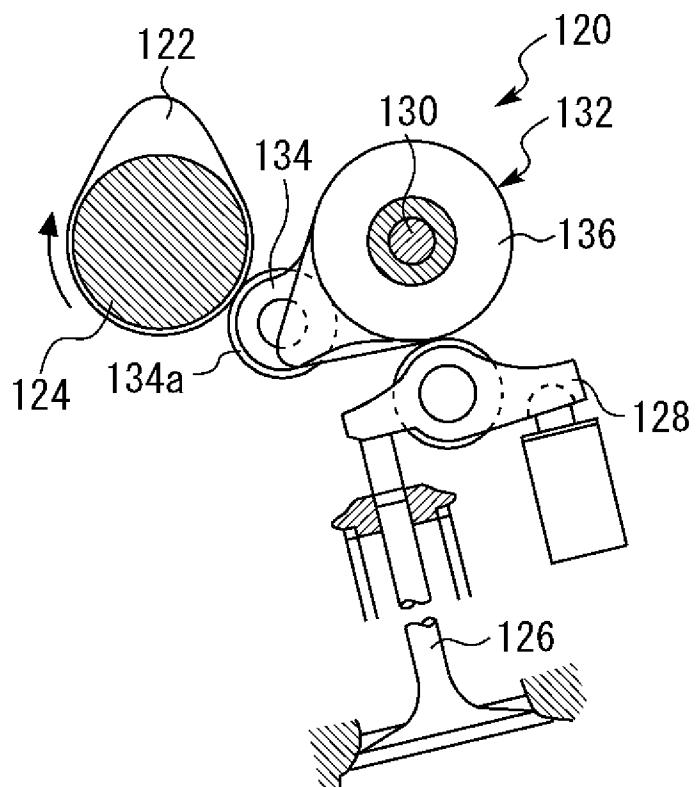


Figure 1 is a schematic diagram of a lift control system. It shows a shaded region 142 representing a lift area, divided into three angular zones: a large zone 142a with angle θ_1 , a medium zone 142b with angle θ_3 , and a small zone 142c with angle θ_2 . A dashed line indicates the "停止 (ゼロリフト) 区間" (stop/zero lift interval). A spring mechanism 130 is shown, with components 130a, 144, and 146. The text "連続可変区間" (continuous variable interval) is also present.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/050508

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F01L13/00 (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)

F01L13/00

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 1996-2010

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010

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.
Y	JP 2008-121458 A (Toyota Motor Corp.), 29 May 2008 (29.05.2008), paragraphs [0004] to [0071]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-5
Y	JP 2008-223677 A (Toyota Motor Corp.), 25 September 2008 (25.09.2008), paragraphs [0014] to [0032] (Family: none)	1-5
Y	JP 2006-299875 A (Honda Motor Co., Ltd.), 02 November 2006 (02.11.2006), paragraphs [0018] to [0077] & US 2006/0254545 A1 paragraphs [0032] to [0091]	1-5

☒ 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
04 February, 2010 (04.02.10)Date of mailing of the international search report
16 February, 2010 (16.02.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/050508

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-73901 A (Nippon Soken, Inc.), 07 March 2000 (07.03.2000), paragraphs [0001] to [0028] (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F01L13/00(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. F01L13/00

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2010年
日本国実用新案登録公報	1996-2010年
日本国登録実用新案公報	1994-2010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
Y	JP 2008-121458 A（トヨタ自動車株式会社）2008.05.29, 段落【0004】～【0071】、図1～6（ファミリーなし）	1-5
Y	JP 2008-223677 A（トヨタ自動車株式会社）2008.09.25, 段落【0014】～【0032】（ファミリーなし）	1-5
Y	JP 2006-299875 A（本田技研工業株式会社）2006.11.02, 段落【0018】～【0077】	1-5

☒ 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

04.02.2010

国際調査報告の発送日

16.02.2010

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100-8915

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）

赤間 充

3 G

3926

電話番号 03-3581-1101 内線 3355

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
Y	& US 2006/0254545 A1 段落【0032】～【0091】 JP 2000-73901 A (株式会社日本自動車部品総合研究所) 2000. 03. 07, 段落【0001】～【0028】 (ファミリーなし)	1-5