

(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2009-228559

(P2009-228559A)

(43) 公開日 平成21年10月8日(2009.10.8)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
 F O 1 L 1/34 (2006.01) F O 1 L 1/34 E 3 G 0 1 8

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2008-75039 (P2008-75039)
 (22) 出願日 平成20年3月24日 (2008. 3. 24)

(71) 出願人 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 100106150
 弁理士 高橋 英樹
 (74) 代理人 100082175
 弁理士 高田 守
 (74) 代理人 100113011
 弁理士 大西 秀和
 (72) 発明者 江▲崎▼ 修一
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 Fターム(参考) 3G018 AB02 AB16 BA09 BA29 BA33
 CA19 DA20 DA51 DA57 DA60
 DA61 DA70 DA74 FA01 FA07
 GA02

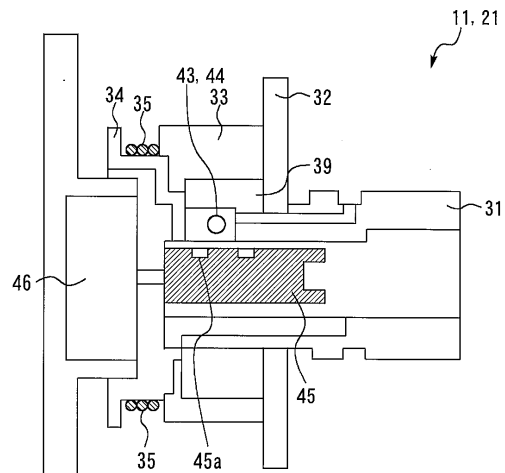
(54) 【発明の名称】 内燃機関の位相可変動弁機構

(57) 【要約】

【課題】 低温時であっても確実に位相進角制御を実行することが可能な内燃機関の位相可変動弁機構を提供する。

【解決手段】 可変動弁機構 11, 21 は、カム軸 31 のトルク変動を用いてロータ 39 のペーンを動かし、ペーンにより区画される進角室と遅角室との間で作動オイルを移動させ、吸排気バルブの位相を変更する。ハウジング 33 とスプリングリテーナ 34 の間に、カム軸 31 に負トルクを付勢するアシストスプリング 35 を設ける。アシストスプリング 35 のバネ定数は、高温になるほど小さくなるようにされる。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関のカム軸のトルク変動を用いて作動オイルを進角室と遅角室との間で移動させることによりバルブの位相を変更可能な内燃機関の位相可変動弁機構であって、

前記位相可変動弁機構は、前記カム軸に対して負トルクを付勢可能な負トルク付勢手段を備え、

前記カム軸の負トルク減少時に、前記負トルク付勢手段により前記カム軸の負トルクが補填されることを特徴とする内燃機関の位相可変動弁機構。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の内燃機関の位相可変動弁機構において、

10

前記負トルク付勢手段は、高温になるほどバネ定数が小さくなるバネ部材であることを特徴とする内燃機関の位相可変動弁機構。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の内燃機関の位相可変動弁機構において、

前記位相可変動弁機構は、前記バネ部材を取り付けるための取付部材を更に備え、

前記取付部材は、高温時に、低温時に比して前記バネ部材により補填される負トルクを小さくするように変位することを特徴とする内燃機関の位相可変動弁機構。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、内燃機関の位相可変動弁機構に係り、特に、カム軸のトルク変動を用いて作動オイルを移動させることが可能な位相可変動弁機構に関する。

【背景技術】

【0002】

カム軸のトルク変動を用いて作動オイルを進角室と遅角室との間で移動させることにより、バルブの位相を変更可能な装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【0003】

【特許文献 1】特開 2005 - 147153 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0004】

しかしながら、内燃機関の低温時には、作動オイル（潤滑油）の粘度が増大したり、またカム軸とその軸受けの熱膨張係数差によるクリアランスの縮小が発生することによってフリクションが増大する。その結果、位相を進角させるために必要なカム軸に作用する負トルクが減少してしまう。このため、バルブの位相進角可変を実行することができなくなる場合がある。

【0005】

本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、低温時であっても確実に位相進角制御を実行することが可能な内燃機関の位相可変動弁機構を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

第 1 の発明は、上記の目的を達成するため、内燃機関のカム軸のトルク変動を用いて作動オイルを進角室と遅角室との間で移動させることによりバルブの位相を変更可能な内燃機関の位相可変動弁機構であって、

前記位相可変動弁機構は、前記カム軸に対して負トルクを付勢可能な負トルク付勢手段を備え、

前記カム軸の負トルク減少時に、前記負トルク付勢手段により前記カム軸の負トルクが補填されることを特徴とする。

【0007】

50

また、第 2 の発明は、第 1 の発明において、
前記負トルク付勢手段は、高温になるほどバネ定数が小さくなるバネ部材であることを特徴とする。

【0008】

また、第 3 の発明は、第 2 の発明において、
前記位相可変動弁機構は、前記バネ部材を取り付けるための取付部材を更に備え、
前記取付部材は、高温時に、低温時に比して前記バネ部材により補填される負トルクを小さくするように変位することを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

第 1 の発明は、内燃機関のカム軸のトルク変動を用いて作動オイルを進角室と遅角室との間で移動させることによりバルブの位相を変更可能な内燃機関の位相可変動弁機構に関する。第 1 の発明によれば、低温時のようなカム軸の負トルク減少時に、負トルク付勢手段によりカム軸に対して負トルクが付勢される。よって、低温時であっても、位相進角制御に用いる負トルクを確保することができるため、確実に位相進角制御を実行することができる。

【0010】

上記第 1 の発明により低温時の位相進角制御を確実に実行することができるが、高温時にも負トルク付勢手段により負トルクが付勢されると、高温時の位相遅角制御に用いられる正トルクの低下を招来する可能性がある。第 2 の発明によれば、負トルク付勢手段としてのバネ部材のバネ定数が高温になるほど小さくなる。よって、高温時にバネ部材により補填される負トルクが低温時に比して小さくされる。これにより、高温時の位相遅角制御に用いられる正トルクの低下を抑制することができ、高温時の位相遅角制御の応答性の低下を更に抑制することができる。

【0011】

第 3 の発明によれば、高温時にバネ部材を取り付けるための取付部材が変位することで、高温時にバネ部材により補填される負トルクが低温時に比して小さくされる。これにより、第 2 の発明に比して、高温時の位相遅角制御に用いられる正トルクの低下を抑制することができ、高温時の位相遅角制御の応答性の低下を更に抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。尚、各図において共通する要素には、同一の符号を付して重複する説明を省略する。

【0013】

実施の形態 1 .

[システム構成の説明]

図 1 は、本発明の実施の形態 1 によるシステムの構成の一例を示す図である。図 1 に示すシステムは、エンジン 1 として、直列 4 気筒型のガソリンエンジン（火花点火内燃機関）を備えている。なお、エンジン 1 は、ディーゼルエンジン（圧縮着火内燃機関）であってもよい。エンジン 1 の各気筒 2 のピストンは、クランク機構を介してクランク軸 3 に連結されている。クランク軸 3 の近傍には、クランク角度 CA を検出するクランク角センサ 4 が設けられている。

【0014】

エンジン 1 の各気筒 2 には、燃料を筒内に直接噴射するインジェクタ 5 が設置されている。各インジェクタ 5 は、共通のコモンレール 6 に接続されている。このコモンレール 6 には、サプライポンプ 7 によって加圧された燃料が蓄えられる。インジェクタ 5 は、1 サイクル中に任意のタイミングで燃料を筒内に噴射することができる。また、エンジン 1 の各気筒 2 には、気筒 2 内の混合気に点火する点火プラグ 8 が設けられている。

【0015】

エンジン 1 の各吸気ポート 9 には、2 つの吸気バルブ 10 が設けられている。すなわち

10

20

30

40

50

、気筒毎に2つの吸気バルブ10が設けられている。吸気バルブ10は、位相可変動弁機構11に接続されている。位相可変動弁機構11は、吸気バルブ10の位相を変更可能に構成されている。吸気ポート9は、吸気マニホールド12を介して吸気通路13に接続されている。吸気通路13の途中には、スロットル弁14が設けられている。スロットル弁14は、スロットルモータ14aにより駆動される電子制御式のバルブである。スロットル弁14は、アクセル開度センサ16により検出されるアクセル開度AA等に基づいて駆動されるものである。スロットル弁14の近傍には、スロットル開度TAを検出するスロットル開度センサ15が設けられている。スロットル弁14の上流には、吸入空気量Gaを検出するエアフロメータ17が設けられている。エアフロメータ17の上流にはエアクリーナ18が設けられている。

10

【0016】

また、エンジン1の各排気ポート19には、2つの排気バルブ20が設けられている。すなわち、気筒毎に2つの排気バルブ20が設けられている。この排気バルブ20は、位相可変動弁機構21に接続されている。この位相可変動弁機構21は、吸気系の可変動弁機構11と同様の構成を有している。排気ポート19は、排気マニホールド22を介して排気通路23に接続されている。排気通路23には、排気ガスを浄化する排気浄化触媒24が設けられている。この触媒24の上流には、排気空燃比を検出する空燃比センサ25が設けられている。

【0017】

排気マニホールド22には、外部EGR通路26の一端が接続されている。外部EGR通路26の他端は、吸気マニホールド12近傍の吸気通路13に接続されている。この外部EGR通路26を通して、排気ガス(既燃ガス)の一部を吸気通路13に還流させること、つまり外部EGR(Exhaust Gas Recirculation)を行うことができる。また、外部EGR通路26の途中には、外部EGRガスを冷却するためのEGRクーラ27が設けられている。EGRクーラ27の下流には、EGR弁28が設けられている。このEGR弁28の開度を大きくするほど、外部EGR量(もしくは外部EGR率)を増大させることができる。

20

【0018】

図1に示すシステムは、制御装置としてのECU(Electronic Control Unit)30を備えている。ECU30の出力側には、インジェクタ5、サプライポンプ7、可変動弁機構11, 21、スロットルモータ14a、EGR弁28等が接続されている。ECU30の入力側には、クランク角センサ4、スロットル開度センサ15、アクセル開度センサ16、エアフロメータ17、空燃比センサ25のほか、エンジン1の冷却水温を検出する水温センサ29が接続されている。

30

【0019】

(位相可変動弁機構の構成)

次に、図2及び図3を参照して、上記システムに搭載される位相可変動弁機構11, 21の構成について説明する。図2は、図1に示すシステムに搭載される位相可変動弁機構11, 21の構成を示す図である。図3は、図2に示すアシストスプリング35の拡大図である。

40

図2に示すように、カム軸31の周りには、スプロケット32が設けられている。このスプロケット32には、ハウジングカバー33が固定されている。また、カム軸31の端部には、スプリングリテーナ34が設けられている。スプリングリテーナ34とハウジングカバー33との間には、アシストスプリング35が設けられている。このアシストスプリング35は、カム軸31のフリクションが増大する低温時(特に極低温時)に、カム軸31に負トルクを付勢するものである。アシストスプリング35は、高温になるほどバネ定数が小さくなるねじりバネやコイルバネのような形状記憶スプリングが好適であり、例えば、チタン系の材料により形成することができる。アシストスプリング35は、図3に示すように、スプリングリテーナ34の同一径部分に複数回巻かれており、その端部は固定部材36に引っ掛けられている。なお、アシストスプリング35は、必ずしも同一径で

50

巻かれている必要はなく、異なる径で複数回巻かれていてもよい。この固定部材 36 は、例えば、スプリングリテーナ 34 のほか、カム軸 31 の他の固定位置に設けることができる。

【0020】

ハウジング 33 内には、ロータ 39 が連結されている。ロータ 39 は、ハウジング 33 に係合し、進角室 41 と遅角室 42 とを区画するベーン 40 を有している（図 4，図 5 参照）。また、ロータ 39 は、作動オイルの逆流を防止するチェック弁 43，44 と、カム軸 31 端部の中空部分を軸方向にスライドするスプール 45 とを収容している。スプール 45 には、複数の油路を連通させるための凹部 45a が形成されている。スプール 45 は、可変ソレノイド 46 により駆動される。可変ソレノイド 46 は、上記 ECU 30 の出力側に接続されている。

10

【0021】

[位相可変動弁機構の動作]

次に、図 4 及び図 5 を参照して、位相可変動弁機構の動作について説明する。図 4 は、位相進角制御時における位相可変動弁機構の動作を説明するための図である。図 5 は、位相遅角制御時の位相可変動弁機構の動作を説明するための図である。

【0022】

(位相進角制御)

図 4 において矢印 A1 で示すように、負方向のカム軸トルクがベーン 40 に作用すると共に、凹部 45a によって油路 48，49 が連通するスプール 45 の位置となるように可変ソレノイド 46 が駆動されると、遅角室 42 から進角室 41 に作動オイルが移動する。詳細には、遅角室 42 の作動オイルが、油路 49、凹部 45a、油路 48，47 の順に流れて、進角室 41 に流入する。これにより、クランク軸 3 に対するカム軸 31 の位相が進角され、吸気バルブ 10 及び / 又は排気バルブ 20 の位相が進角される。

20

なお、制御中に逆方向のカム軸トルクが生じた場合には、チェックバルブ 43 により作動オイルの逆流が防止される。

【0023】

(位相遅角制御)

図 5 において矢印 A2 で示すように、正方向のカム軸トルクがベーン 40 に作用すると共に凹部 45a によって油路 47，48 が連通するスプール 45 の位置となるように可変ソレノイド 46 が駆動されると、進角室 41 から遅角室 42 に作動オイルが移動する。詳細には、進角室 41 の作動オイルが、油路 47、凹部 45a、油路 48，49 の順に流れて遅角室 42 に流入する。これにより、クランク軸 3 に対するカム軸 31 の位相が遅角され、吸気バルブ 10 及び / 又は排気バルブ 20 の位相が遅角される。

30

なお、制御中に逆方向のカム軸トルクが生じた場合には、チェックバルブ 44 により作動オイルの逆流が防止される。

【0024】

また、ハウジング 33 とロータ 39 との隙間から漏れ出す分の作動オイルは、ポンプ 51 を駆動することで油路 50 を介して補充することができる。

【0025】

図 6 は、位相可変動弁機構により実現される吸気及び排気バルブ 10，20 の位相進角制御を説明するための図である。詳細には、図 6 (A) は冷間始動時の位相進角制御を、図 6 (B) は低中速 WOT 時の位相進角制御を説明するための図である。

40

図 6 (A) において実線 L1 で示すように、吸気及び排気バルブ 10，20 を遅閉じにするいわゆるアトキンソンサイクルを行うことで、実圧縮比を下げることができ、軽負荷時の燃費を向上させることができることが知られている。このタイミング（例えば、吸気バルブ 10 の閉弁時期が下死点 BDC 後 100°）でエンジン 1 が停止した後、低温（特に、-35 以下での極低温）で始動する場合には、筒内吸入空気量が不足し、始動性が悪化する可能性がある。

そこで、かかる低温始動時には、上述した位相可変動弁機構 11，21 による位相進角

50

制御を実行する。これにより、図6(A)において破線L2で示すように、吸気及び排気バルブ10, 20の位相を、例えば、30°C A以上進角させることができる。その結果、筒内吸入空気量を増やすことができ、冷間時の始動性を向上させることができる。

ここで、図7に示すように、低温時には高温時に比してフリクシントルクが増大する。図7は、低温時に増大するフリクシントルクを示す図である。このフリクシントルクの増大は、冷間時には高温時に比して、作動オイルの粘度が増大し、カム軸31とその軸受けとの間のクリアランスが縮小することによる。かかるフリクシントルクの増大により、位相進角制御に必要なカム軸の負トルクが減少してしまう。しかし、上記位相可変動弁機構11, 21によれば、低温時においてアシストスプリング35によりカム軸31に負トルクが付勢される。これにより、低温時であっても確実に位相進角制御を実行することが可能となる。

10

【0026】

エンジン始動後、低中速WOT時には、始動時に比して多くの吸入空気量が必要である。そこで、図6(B)において実線L3で示すように、吸気及び排気バルブ10, 20の位相を、破線L2で示す冷間始動時に比してさらに進角させることができる。例えば、30°C A以上進角させて、吸気バルブ10の閉弁時期を下死点BDC後40°以下にすることができる。

【0027】

以上説明したように、本実施の形態1の位相可変動弁機構11, 21は、カム軸31のトルク変動を用いてベーン40を動かし、作動オイルを進角室41と遅角室42との間で移動させることにより、吸気及び排気バルブ10, 20の位相を変更するものである。低温時(特に、低温時)には、カム軸31のフリクションが増大するため、カム軸31の負トルクが減少してしまう。そこで、本実施の形態1では、アシストスプリング35によりカム軸31に対して負トルクが付勢される。これにより、低温時にはアシストスプリング35によりカム軸31の負トルクが補填されるため、低温時であっても確実に位相進角制御を実行することができる。

20

さらに、アシストスプリング35は高温になるほどバネ定数が小さくなるため、高温時のカム軸31の正トルクの減少を抑制することができる。よって、高温時の位相遅角制御の応答性の低下を防止することができる。

【0028】

尚、本実施の形態1においては、エンジン1が第1の発明における「エンジン」に、カム軸31が第1の発明における「カム軸」に、進角室41が第1の発明における「進角室」に、遅角室42が第1の発明における「遅角室」に、吸気及び排気バルブ10, 20が第1の発明における「バルブ」に、位相可変動弁機構11, 21が第1の発明における「位相可変動弁機構」に、アシストスプリング35が第1の発明における「負トルク付勢手段」及び第2の発明における「バネ部材」に、それぞれ相当する。

30

【0029】

(変形例)

ところで、本実施の形態1では、低温時に減少するカム軸の負トルクをスプリングにより補填する態様について説明したが、このスプリングに代えて以下の手法により低温時にカム軸の負トルクを残存させてもよい。すなわち、以下に説明する変形例により、低温時のフリクシントルクの増大を抑制してもよい。

40

【0030】

(第1変形例)

カム軸の軸受けは、コストの観点から、通常すべり軸受けが採用されている。第1変形例では、このすべり軸受けに代えて、転がり軸受けを採用する。これにより、低温時のカム軸の静止摩擦係数を低減することができるため、低温時のカム軸のフリクションの増大を抑制することができる。

【0031】

(第2変形例)

50

通常、カム軸は鉄系材料からなる。一方、上記転がり軸受けは、アルミ系材料からなる。アルミ系材料は、鉄系材料に比して線熱膨張係数が大きい。このため、低温時には、高温時に比して、カム軸と軸受けとの間のクリアランスが縮小してしまう。そこで、第2変形例では、カムキャップを鉄系材料にし、その表面にアルミ摺動層を設ける。これにより、低温時のカム軸のフリクションの増大を抑制することができる。

【0032】

(第3変形例)

上述したように、低温時には、カム軸と軸受けとの間のクリアランスが縮小してしまう。そこで、第3変形例では、低温時にカム軸のフリクションが増大しないように、カム軸と軸受けとの間のクリアランスが設定される。このようにクリアランスが設定されると、高温時にクリアランスが増大することで打音が発生する可能性がある。第3変形例では、かかる打音を抑制するため、カムキャップ周辺に防振部材を配設する。これにより、低温時のカム軸のフリクションの増大を抑制することができる。

10

【0033】

上述した第1乃至第3変形例を、上記実施の形態1と組み合わせてもよい。後述する実施の形態2においても説明するが、極低温時に減少するカム軸31の負トルクを補填するためにアシストスプリング35のパネ定数を大きくしすぎると、高温時の正トルクを減少させてしまう可能性がある。そうすると、高温時の遅角制御の応答性が低下してしまう。変形例を組み合わせることで、アシストスプリング35のパネ定数を抑えることができるため、高温時の遅角制御の応答性低下を防止することができる。

20

【0034】

また、本実施の形態では、燃料を筒内に直接噴射する直噴エンジンの例を開示しているが、本発明の適用が可能な内燃機関は、これに限定されるものではない。すなわち、本発明は、吸気ポートに燃料を噴射するポート噴射式エンジンに適用することも可能である。この点は以下の説明する他の実施の形態においても同様である。

【0035】

また、本実施の形態では、内燃機関が、排気ガスを還流するシステム(EGRシステム)を備えているが、本発明の適用が可能な内燃機関は、これに限定されるものではない。すなわち、本発明は、排気ガスを還流しない内燃機関に適用することも可能である。この点は以下の説明する他の実施の形態においても同様である。

30

【0036】

実施の形態2 .

次に、図8を参照して、本発明の実施の形態2について説明する。

上記実施の形態1では、高温になるほどパネ定数が小さくなるアシストスプリング35により、カム軸31に負トルクを付勢している。

ところで、極低温時に所望の負トルクをカム軸31に付勢するようにアシストスプリング35のパネ定数を決定すると、高温時のカム軸31の正トルクを減少させる場合がある。そうすると、高温時の位相遅角制御の応答性が低下する可能性がある。ノックが発生する負荷KL、エンジン回転数NE、温度条件では、急速に吸気バルブ10の位相を遅角させて、圧縮端温度を下げる要求がある。

40

【0037】

そこで、本実施の形態2では、図8に示すように、アシストスプリング35を取り付けるための取付部材37を設けるようにする。図8は、本実施の形態2において、アシストスプリング35用の取付部材37を示す図である。この取付部材37は、熱膨張係数の大きい樹脂(例えば、ロウ等)により形成されている。このため、高温時には、図8に示すように、膨張して変位する。これにより、アシストスプリング36により補填される負トルクが小さくなる方向に、アシストスプリング35の固定位置36aがずれる。従って、高温時のカム軸31の正トルクの減少を防止することができ、高温時の位相遅角制御の応答性の低下を防止することができる。

【0038】

50

ところで、本実施の形態 2 においては、高温時に取付部材 37 が熱膨張により変位することで、高温時のアシストスプリング 35 のバネ定数を小さくするようにしているが、取付部材 37 を移動させて変位させるようにしてもよい。すなわち、取付部材 37 の位置を油圧やモータを用いて制御するようにしてもよい。

【0039】

尚、本実施の形態 2 においては、取付部材 37 が第 3 の発明における「取付部材」に相当する。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図 1】本発明の実施の形態 1 によるシステムの構成の一例を示す図である。

10

【図 2】図 1 に示すシステムに搭載される位相可変動弁機構 11, 21 の構成を示す図である。

【図 3】図 2 に示すアシストスプリング 35 の拡大図である。

【図 4】位相進角制御時における位相可変動弁機構の動作を説明するための図である。

【図 5】位相遅角制御時の位相可変動弁機構の動作を説明するための図である。

【図 6】位相可変動弁機構により実現される吸気及び排気バルブ 10, 20 の位相進角制御を説明するための図である。

【図 7】低温時に増大するフリクショントルクを示す図である。

【図 8】本実施の形態 2 において、アシストスプリング 35 用の取付部材 37 を示す図である。

20

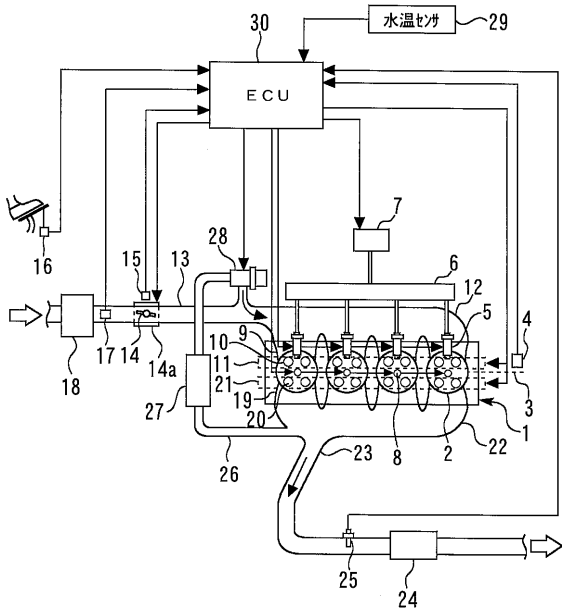
【符号の説明】

【0041】

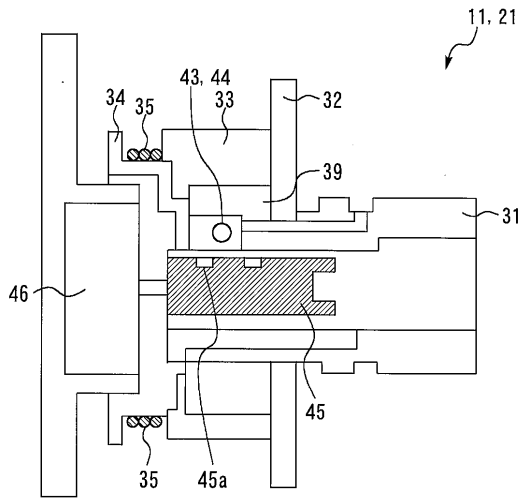
- 1 エンジン
- 10 吸気バルブ
- 11, 21 位相可変動弁機構
- 20 排気バルブ
- 30 ECU
- 31 カム軸
- 35 アシストスプリング
- 37 固定部材

30

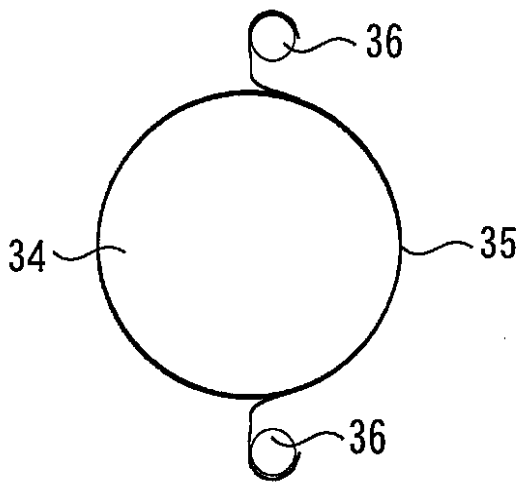
【 図 1 】



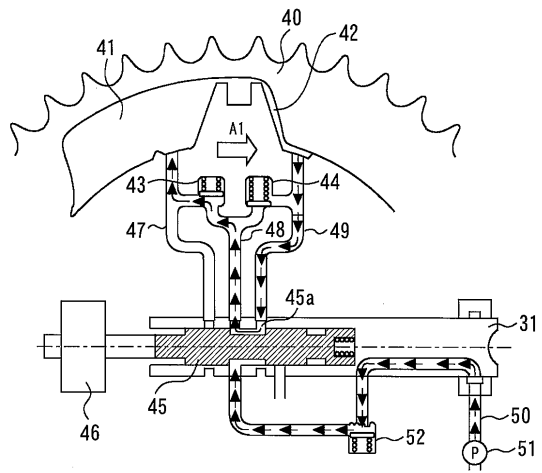
【 図 2 】



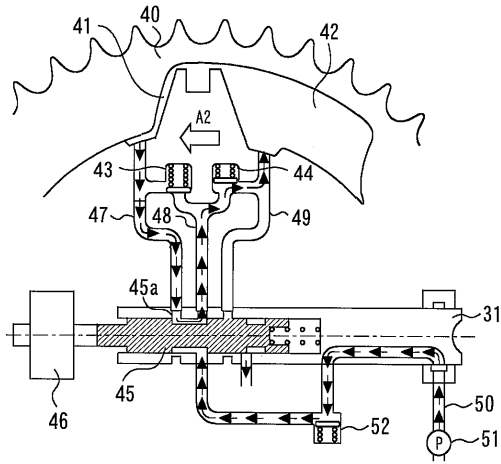
【 図 3 】



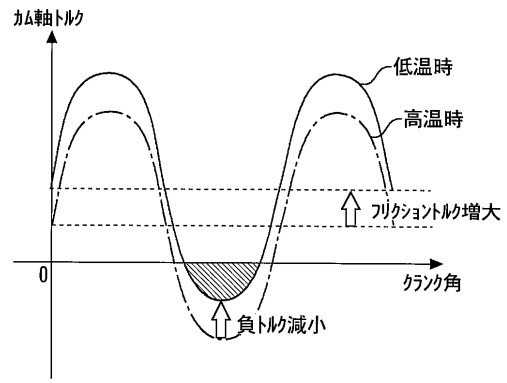
【 図 4 】



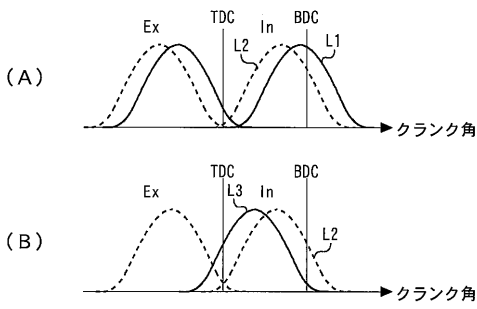
【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 6 】



【 図 8 】

