

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5590297号  
(P5590297)

(45) 発行日 平成26年9月17日(2014.9.17)

(24) 登録日 平成26年8月8日(2014.8.8)

(51) Int.Cl. F 1  
 FO2D 13/02 (2006.01) FO2D 13/02 Z  
 FO1L 3/10 (2006.01) FO1L 3/10 B

請求項の数 3 (全 15 頁)

|   |  |
|---|--|
| <p>(21) 出願番号 特願2010-44849 (P2010-44849)<br/>                 (22) 出願日 平成22年3月2日(2010.3.2)<br/>                 (65) 公開番号 特開2011-179416 (P2011-179416A)<br/>                 (43) 公開日 平成23年9月15日(2011.9.15)<br/>                 審査請求日 平成25年2月7日(2013.2.7)</p> | <p>(73) 特許権者 000003207<br/>                 トヨタ自動車株式会社<br/>                 愛知県豊田市トヨタ町1番地<br/>                 (74) 代理人 110000213<br/>                 特許業務法人プロスペック特許事務所<br/>                 (72) 発明者 江崎 修一<br/>                 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内<br/>                 審査官 星名 真幸</p> |
|---|--|

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

吸気ポートと気筒との連通状態を制御する吸気バルブのリフト量を可変に構成された、吸気バルブリフト可変機構と、

前記吸気バルブを閉弁側に荷重する力である吸気バルブ荷重を可変に構成された、吸気バルブ荷重可変機構と、

前記吸気バルブの開閉タイミングを可変に構成された、吸気バルブタイミング可変機構と、

機関回転数を取得する、機関回転数取得手段と、

を備え、低回転・軽負荷領域において、前記吸気バルブの閉弁タイミングが遅角され且つ前記リフト量が大きくされるアトキンソンサイクル運転が実行される内燃機関の、制御装置であって、

前記アトキンソンサイクル運転が実行されるとき、その他の運転状態よりも前記吸気バルブ荷重を小さく設定する、吸気バルブ荷重設定手段を備えたことを特徴とする、内燃機関の制御装置。

【請求項2】

請求項1に記載の、内燃機関の制御装置において、

排気ポートと前記気筒との連通状態を制御する排気バルブを閉弁側に荷重する力である排気バルブ荷重を可変に構成された、排気バルブ荷重可変機構を備えた内燃機関の、制御装置であって、

10

20

排気圧を取得する、排気圧取得手段と、  
前記排気圧取得手段によって取得された前記排気圧に応じて、前記排気バルブ荷重を設定する、排気バルブ荷重設定手段と、  
を備えたことを特徴とする、内燃機関の制御装置。

【請求項3】

請求項2に記載の、内燃機関の制御装置において、  
前記排気バルブ荷重設定手段は、前記排気圧及び前記機関回転数に応じて、前記排気バルブ荷重を設定することを特徴とする、内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、吸気バルブ及びノ又は排気バルブを閉弁側に荷重する力であるバルブ荷重を可変に構成された内燃機関の、制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来この種の装置として、特開平6-17611号公報、特開平6-159024号公報、特公平7-47922号公報、特開平9-228808号公報、特開2008-291733号公報、等が開示されたものが知られている。これらの装置は、バルブ荷重を機関回転数に応じて設定するように構成されている。

20

【0003】

かかる従来装置においては、具体的には、低回転時には、バルブ荷重が小さくされる。これにより、バルブ開閉の際のフリクションロスが低減され、燃費が改善される。一方、高回転時には、バルブ荷重が大きくなる。これにより、バルブ開閉動作が確実に行われる。すなわち、バルブバウンスやバルブジャンプの発生が良好に防止される。

【発明の概要】

【0004】

上述した、従来この種の装置においては、バルブ荷重が機関回転数に応じて設定されるため、内燃機関の構成や運転状態によっては、所望の効果が得られない場合があった。

【0005】

30

例えば、吸気バルブの開弁タイミングが通常よりも大きく遅角されるアトキンソンサイクル運転状態においては、吸気バルブのリフト量が大きくされることがある。このため、低回転・軽負荷領域におけるアトキンソンサイクル運転の際に、大きなリフト量で吸気バルブが駆動されることで、フリクションロスが増大し、アトキンソンサイクル運転による燃費向上効果が大きく減殺される。

【0006】

あるいは、機関回転数が低い場合であっても、負荷が高いことがあり得る。この場合、吸気量の増加に伴って燃焼ガス量も増加するため、排気圧が上昇する。よって、低回転であるからといってバルブ荷重を小さくしてしまうと、排気圧によって排気バルブが不用意に開弁されることによる「吹き抜け」が発生してしまう。

40

【0007】

本発明の目的は、かかる課題に対処するためになされたものである。すなわち、本発明の目的は、より広い内燃機関の構成や運転状態に対応して、バルブ荷重を適切に設定することにある。

【0008】

<構成>

本発明の適用対象である内燃機関は、吸気バルブ荷重可変機構又は排気バルブ荷重可変機構を備えている。

【0009】

前記吸気バルブ荷重可変機構は、吸気バルブ荷重を可変に構成されている。この吸気バ

50

ルブ荷重は、吸気ポートと気筒との連通状態を制御する吸気バルブを閉弁側に荷重する力である。前記排気バルブ荷重可変機構は、排気バルブ荷重を可変に構成されている。この排気バルブ荷重は、排気ポートと前記気筒との連通状態を制御する排気バルブを閉弁側に荷重する力である。

【 0 0 1 0 】

また、かかる内燃機関は、前記吸気バルブリフト可変機構及び／又は吸気バルブタイミング可変機構を備え得る。

【 0 0 1 1 】

前記吸気バルブリフト可変機構は、前記吸気バルブのリフト量を可変に構成されている。前記吸気バルブタイミング可変機構は、前記吸気バルブの開閉タイミングを可変に構成されている。前記内燃機関は、前記吸気バルブの前記閉弁タイミングが通常よりも大きく遅角され且つ前記リフト量が大きくされることで、いわゆるアトキンソンサイクルが実現されるように構成され得る（このときの運転状態を、アトキンソンサイクル運転状態という。）。 10

【 0 0 1 2 】

本発明は、かかる内燃機関の制御装置（以下、単に「制御装置」と称する。）であって、さらに、機関回転数を取得する機関回転数取得手段を備え、その一側面における特徴は、前記機関回転数が低い場合において、低回転・軽負荷領域において、前記吸気バルブの閉弁タイミングが遅角され且つ前記リフト量が大きくされるアトキンソンサイクル運転が実行されるとき、その他の運転状態よりも前記吸気バルブ荷重を小さくする、吸気バルブ荷重設定手段を備えたことにある。 20

【 0 0 1 3 】

本発明の他の側面における特徴は、排気圧取得手段と、排気バルブ荷重設定手段と、を備えたことにある。ここで、前記排気圧取得手段は、排気圧を取得するようになっている。また、前記排気バルブ荷重設定手段は、前記排気圧取得手段によって取得された前記排気圧に応じて、前記排気バルブ荷重を設定するようになっている。

【 0 0 1 4 】

なお、本発明の制御装置において、前記排気バルブ荷重設定手段は、前記リフト量及び前記排気圧および前記機関回転数に応じて、前記排気バルブ荷重を設定するようになっていてもよい。 30

【 0 0 1 5 】

< 作用・効果 >

かかる構成を有する本発明の制御装置においては、低回転・軽負荷領域において、前記吸気バルブの閉弁タイミングが遅角され且つ前記リフト量が大きくされるアトキンソンサイクル運転が実行されるとき、その他の運転状態よりも前記吸気バルブ荷重が小さく設定される。あるいは、前記吸気バルブの前記リフト量及び前記開閉タイミングに応じて、前記吸気バルブ荷重が設定される。あるいは、前記排気圧に応じて、前記排気バルブ荷重が設定される。したがって、本発明によれば、前記吸気バルブ荷重及び／又は前記排気バルブ荷重が、より適切に設定される。 40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 6 】

【 図 1 】本発明の一実施形態が適用される火花点火式多気筒（直列 4 気筒）の内燃機関の全体構成を示す概略図である。

【 図 2 】図 1 に示されている吸気バルブ荷重可変機構及び排気バルブ荷重可変機構の一具体例の概略構成を示す側断面図である。

【 図 3 】本実施形態の構成による動作の様子（制御マップ）を示す概念図である。

【 図 4 】図 1 に示されている CPU によって実行される、吸排気バルブ動作設定処理の一 50

具体例を示すフローチャートである。

【図5】図1に示されている吸気バルブ荷重可変機構又は排気バルブ荷重可変機構の他の具体例の概略構成を示す側断面図である。

【図6】図1に示されている吸気バルブ荷重可変機構又は排気バルブ荷重可変機構のさらに他の具体例の概略構成を示す側断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しつつ説明する。なお、以下の実施形態に関する記載は、法令で要求されている明細書の記載要件（記述要件・実施可能要件）を満たすために、本発明の具体化の単なる一例を、可能な範囲で具体的に記述しているものにすぎない。

10

【0018】

よって、後述するように、本発明が、以下に説明する実施形態の具体的構成に何ら限定されるものではないことは、全く当然である。本実施形態に対して施され得る各種の変更（modification）は、当該実施形態の説明中に挿入されると、一貫した実施形態の説明の理解が妨げられるので、末尾にまとめて記載されている。

【0019】

< 内燃機関の概略構成 >

図1は、本発明の一実施形態が適用される直列4気筒の内燃機関1の全体構成を示す概略図である。この内燃機関1は、シリンダブロック2と、シリンダヘッド3と、吸気系統4と、排気系統5と、を備えている。

20

【0020】

シリンダブロック2は、ロワーケース（クランクケースとも称される）及びオイルパン等を含んでいる。シリンダヘッド3は、シリンダブロック2の上に固定されている。吸気系統4は、シリンダブロック2及びシリンダヘッド3の内部に形成された燃焼室CCに新気を供給するように設けられている。排気系統5は、燃焼室CCから排出された燃焼ガス（排気ガス）を浄化しつつ外部に排出するように設けられている。

【0021】

シリンダブロック2は、気筒21、ピストン22、コンロッド23、及びクランクシャフト24を備えている。ピストン22は、気筒21内にて往復移動可能に収容されている。クランクシャフト24は、コンロッド23を介してピストン22と連結されていて、ピストン22の往復動によって回転駆動されるようになっていて、燃焼室CCは、気筒21の内側の空間と、ピストン22の頂面と、シリンダヘッド3の下端に設けられた凹部と、によって形成されている。

30

【0022】

シリンダヘッド3には、吸気ポート30a及び排気ポート30bが形成されている。吸気ポート30aは、気筒21に新気を供給するための通路であって、気筒21（燃焼室CC）の上部と連通するように設けられている。排気ポート30bは、気筒21から燃焼ガスを排出するための通路であって、気筒21（燃焼室CC）の上部と連通するように設けられている。

40

【0023】

シリンダヘッド3における気筒21に対応する位置には、吸気バルブ31及び排気バルブ32が装着されている。吸気バルブ31は、その軸線方向に沿った往復運動によって吸気ポート30aの気筒21に面した開口部を開閉することで、吸気ポート30aと気筒21（燃焼室CC）との連通状態を制御するように設けられている。排気バルブ32は、その軸線方向に沿った往復運動によって排気ポート30bの気筒21に面した開口部を開閉することで、排気ポート30bと気筒21（燃焼室CC）との連通状態を制御するように設けられている。

【0024】

また、シリンダヘッド3には、吸気バルブタイミングリフト可変機構33（吸気カムシ

50

ャフト 33a を含む)、吸気バルブ荷重可変機構 34、排気カムシャフト 35、及び排気バルブ荷重可変機構 36 が装着されている。

【0025】

本発明の吸気バルブリフト可変機構及び吸気バルブタイミング可変機構に対応する、吸気バルブタイミングリフト可変機構 33 は、吸気バルブ 31 を駆動するための吸気カムシャフト 33a の変位角（位相角）と、吸気バルブ 31 のリフト量とを、連続的に変更可能に構成されている。すなわち、吸気バルブタイミングリフト可変機構 33 は、吸気バルブ 31 の開閉タイミング及びリフト量を可変に構成されている。

【0026】

特に、本実施形態においては、吸気バルブタイミングリフト可変機構 33 は、吸気バルブ 31 の閉弁タイミングが通常よりも大きく遅角され且つリフト量が大きくされることで、いわゆるアトキンソンサイクルが実現されるように構成されている。かかる吸気バルブタイミングリフト可変機構 33 の具体的構成は周知であるので、その説明については本明細書においては省略する。

10

【0027】

吸気バルブ荷重可変機構 34 は、吸気カムシャフト 33a と吸気バルブ 31 との間に設けられていて、吸気バルブ荷重を可変に構成されている。この吸気バルブ荷重は、吸気バルブ 31 を閉弁側に荷重する力である。同様に、排気バルブ荷重可変機構 36 は、排気カムシャフト 35 と排気バルブ 32 との間に設けられていて、排気バルブ荷重を可変に構成されている。この排気バルブ荷重は、排気バルブ 32 を閉弁側に荷重する力である。

20

【0028】

図 2 は、図 1 に示されている吸気バルブ荷重可変機構 34 及び排気バルブ荷重可変機構 36 の一具体例の概略構成を示す側断面図である。なお、本実施形態においては、吸気バルブ荷重可変機構 34 と排気バルブ荷重可変機構 36 とは、同一の構成を備えている。このため、本明細書においては、排気バルブ荷重可変機構 36 の構成の説明については、吸気バルブ荷重可変機構 34 のものが適宜援用されるものとする。

【0029】

以下、図 2 を参照しつつ、本具体例の吸気バルブ荷重可変機構 34 の構成について説明すると、吸気バルブ荷重可変機構 34 は、吸気バルブ 31 におけるバルブステム 311 の中心軸線（図中一点鎖線参照）について軸対象の構成を有している。バルブステム 311 は、バルブステムガイド 341 によって、図中上下方向に往復移動可能に支持されている。バルブステム 311 の基端（吸気バルブ 31 の先端に設けられた弁体とは反対側の端：図中上端）には、アウターシム 342 が固定されている。

30

【0030】

バルブステム 311 の基端側であって、アウターシム 342 に隣接する（僅かに吸気バルブ 31 の先端側の）位置には、スプリングリテーナ 343 が、コッタ 343a を介して固定されている。スプリングリテーナ 343 は、最も外側（中心軸線から遠い側）に設けられたリング状の外郭部 343b よりも内側に形成された凹部にて、コイルスプリング 344 の一端部（図中上端部）を保持するように構成されている。また、本具体例においては、スプリングリテーナ 343 は、永久磁石によって形成されている。

40

【0031】

コイルスプリング 344 の他端部（図中下端部）は、スリーブ 345 によって保持されている。スリーブ 345 は、電磁石におけるコアを構成する、鉄等の強磁性体（軟磁性材料）からなり、図中上方に開口するカップ状（側断面視にて略 U 字状）に形成されている。スリーブ 345 は、バルブステムガイド 341 とともに、シリンダヘッド 3（図 1 参照）に固定されている。スリーブ 345 の上端部は、吸気バルブ 31 の図中上下動に伴って上下動するスプリングリテーナ 343 における外郭部 343b と対向するように設けられている。

【0032】

スリーブ 345 の周囲には、コイル 346 が配設されている。かかるコイル 346 と、

50

その内側に設けられたスリーブ345と、によって、バルブ荷重を可変にするための電磁石が構成されている。すなわち、かかる電磁石は、コイル346に通電することで、スプリングリテーナ343（外郭部343b）に対する電磁気的反発力を発生するように構成されている。また、かかる電磁石は、コイル346への印加電流の制御によって、上述の電磁気的反発力を変更可能に構成されている。

【0033】

以下、再び図1を参照すると、吸気系統4は、吸気管41、エアフィルタ42、及びスロットルバルブ43を備えている。吸気管41は、吸気ポート30aとともに吸気通路を形成する吸気マニホールドを含んでいる。この吸気マニホールドは、各気筒21に対応する吸気ポート30aの各々と連通するように設けられている。エアフィルタ42は、吸気管41の端部に設けられている。スロットルバルブ43は、DCモータからなるスロットルバルブアクチュエータ43aによって駆動されることで、吸気管41内における開口断面積を可変とするように設けられている。

10

【0034】

排気系統5は、排気マニホールド51と、排気管52と、三元触媒53と、を備えている。排気マニホールド51は、排気管52及び排気ポート30bとともに排気通路を構成するものであって、各気筒21に対応する排気ポート30bの各々と連通するように設けられている。排気管52は、排気マニホールド51の集合部に接続されている。この排気管52には、排気ガスを浄化するための三元触媒53が介装されている。

【0035】

また、内燃機関1には、スロットルポジションセンサ61、カムポジションセンサ62、クランクポジションセンサ63、エアフローメータ64、吸気圧センサ65、排気圧センサ66、及びアクセル開度センサ67を含む、各種センサ類が設けられている。

20

【0036】

スロットルポジションセンサ61は、スロットルバルブ43に対応する位置に設けられている。このスロットルポジションセンサ61は、スロットルバルブ43の開度に対応する信号（この信号からスロットル開度TAが取得される）を出力するようになっている。

【0037】

カムポジションセンサ62は、シリンダヘッド3に装着されている。このカムポジションセンサ62は、吸気カムシャフト33aが90°回転する毎に（すなわちクランクシャフト24が180°回転する毎に）一つのパルスをもつ信号（G2信号：この信号に基づいて吸気カムシャフト33aの作用角すなわち吸気バルブ31の実際の開閉タイミングが取得される）を発生するようになっている。

30

【0038】

クランクポジションセンサ63は、シリンダブロック2に装着されている。このクランクポジションセンサ63は、クランクシャフト24が10°回転する毎に幅狭のパルスをもつとともに同クランクシャフト24が360°回転する毎に幅広のパルスをもつ信号（この信号から機関回転数NEが取得される）を出力するようになっている。

【0039】

エアフローメータ64は、吸気管41に配設されている。このエアフローメータ64は、吸気管41を流れる吸入空気の単位時間あたりの質量流量に応じた信号（この信号から吸入空気量Gaが取得される）を出力するようになっている。

40

【0040】

吸気圧センサ65は、吸気管41に配設されている。この吸気圧センサ65は、スロットルバルブ43よりも下流であって吸気バルブ31よりも上流の吸気管41内の吸入空気の圧力に対応する信号（この信号から吸気管圧力Pmが取得される）を出力するようになっている。

【0041】

排気圧センサ66は、排気マニホールド51に配設されている。この排気圧センサ66は、三元触媒53よりも上流の排気マニホールド51内の排気ガスの圧力に対応する信号

50

(この信号から排気圧 P 4 が取得される) を出力するようになっている。

【0042】

アクセル開度センサ 6 7 は、運転者によって操作されるアクセルペダル A P の開度に応じた信号(この信号からアクセル開度 Accp が取得される) を出力するようになっている。

【0043】

<制御装置>

本発明の「内燃機関の制御装置」の一実施形態である電気制御装置 7 0 は、CPU 7 1、ROM 7 2、RAM 7 3、バックアップ RAM 7 4、及びインターフェース 7 5 を含むマイクロコンピュータである。CPU 7 1、ROM 7 2、RAM 7 3、バックアップ RAM 7 4、及びインターフェース 7 5 は、双方向バス 7 6 によって互いに接続されている。

10

【0044】

本発明の吸気バルブ荷重設定手段及び排気バルブ荷重設定手段を構成する CPU 7 1 は、内燃機関 1 の各部の動作を制御するためのルーチン(プログラム)、及びこのルーチンを実行するためのテーブル(ルックアップテーブル、マップ)やパラメータを、ROM 7 2、RAM 7 3、及びバックアップ RAM 7 4 から読み出して、ルーチンを実行するようになっている。また、本発明の排気圧取得手段及び機関回転数取得手段を構成する CPU 7 1 は、上述の各種センサにおける出力信号を受け取ることで、排気圧や機関回転数等の、上述のルーチン実行のために必要なパラメータを取得するようになっている。

【0045】

ROM 7 2 には、CPU 7 1 が実行するルーチン、かかるルーチン実行の際に参照されるテーブルや定数(パラメータの初期値等)、等が、予め格納されている。RAM 7 3 は、CPU 7 1 がルーチンを実行する際に、必要に応じてデータを一時的に格納し得るように構成されている。バックアップ RAM 7 4 は、電源が投入された状態で CPU 7 1 がルーチンを実行する際にデータを格納するとともに、この格納したデータを電源遮断後も保持し得るように構成されている。

20

【0046】

インターフェース 7 5 は、上述のスロットルポジションセンサ 6 1、カムポジションセンサ 6 2、クランクポジションセンサ 6 3、エアフロメータ 6 4、吸気圧センサ 6 5、排気圧センサ 6 6、アクセル開度センサ 6 7、等の各種センサ類と電氣的に接続されていて、これらのセンサの出力信号(検出信号)を CPU 7 1 に供給するように構成されている。また、インターフェース 7 5 は、CPU 7 1 によるルーチン実行によって発生する指令に応じて、吸気バルブタイミングリフト可変機構 3 3、スロットルバルブアクチュエータ 4 3 a、等の動作部へ駆動信号を送出するようになっている。

30

【0047】

<実施形態の構成による動作>

以下、本実施形態の構成による動作(作用・効果)について、適宜図面を参照しつつ説明する。

【0048】

内燃機関 1 におけるトルクや出力の変更要求が発生したとき、電気制御装置 7 0 は、吸気バルブ 3 1 の作用角(閉弁タイミング)及びリフト量を当該変更要求に適合するように設定(変更)するための指令信号を発生させる。一般に、本実施形態の吸気バルブタイミングリフト可変機構 3 3 においては、作用角とリフト量とは相関関係があり、作用角が拡大するとリフト量も増大する。そこで、本実施形態においては、電気制御装置 7 0 は、設定された作用角及びリフト量に対する吸気バルブ荷重のマップ(これは ROM 7 2 に予め格納されている)を用いて、吸気バルブ荷重を設定(変更)する。

40

【0049】

また、運転状態に応じて、排気圧が変化する。排気圧は、吸気バルブ 3 1 の作用角・リフト量によって変化し得る。また、上述のように、低回転数・高負荷運転時においては、機関回転数が低いにもかかわらず排気圧は上昇する。このように、排気圧は、機関回転数と 1 対 1 の対応関係にはなく、他の運転条件に応じて複雑に変化する。そして、排気圧が

50

高いにもかかわらず排気バルブ荷重が低くされると、不用意な排気バルブ 3 2 の開弁が発生してしまう。そこで、本実施形態においては、電気制御装置 7 0 は、排気圧取得値に応じて、排気バルブ荷重を、排気圧に対する排気バルブ荷重のマップ（これも ROM 7 2 に予め格納されている）を用いて設定（変更）する。

#### 【 0 0 5 0 】

加えて、本実施形態においては、電気制御装置 7 0 は、機関回転数が、バルブバウンスやバルブジャンプが発生しやすい高回転数領域であるか否かを判定する。そして、高回転数領域である場合には、電気制御装置 7 0 は、バルブバウンスやバルブジャンプの発生を防止するために、バルブ荷重を、機関回転数に応じて、高めの値に設定（補正）する（このときに用いられるマップも ROM 7 2 に予め格納されている）。

10

#### 【 0 0 5 1 】

図 3 は、本実施形態の構成による動作の様子（制御マップ）を示す概念図である。図 1 ないし図 3 を参照すると、低回転・軽負荷領域においては、電気制御装置 7 0 は、吸気バルブ 3 1 の開弁タイミングを通常よりも大きく遅らせて筒内吸入新気を吸気管 4 1 側（吸気ポート 3 0 a 側）に押し返すことで、圧縮比を膨張比よりも低くする（アトキンソンサイクル運転状態：図 3 における領域 R 1 ）。これにより、燃費が向上する。

#### 【 0 0 5 2 】

このアトキンソンサイクル運転状態においては、吸気バルブ 3 1 の作用角が大きくなるとともに、リフト量も大きくされる。よって、このとき、電気制御装置 7 0 は、コイル 3 4 6 への印加電流を小さくして（あるいは電流を遮断して）、吸気バルブ荷重を小さくする。これにより、吸気バルブ 3 1 の開閉動作時のフリクションロスが、効果的に低減される。

20

#### 【 0 0 5 3 】

また、低回転・軽負荷領域においては、排気圧も低い。よって、このとき、電気制御装置 7 0 は、コイル 3 4 6 への印加電流を小さくして（あるいは電流を遮断して）、排気バルブ荷重を小さくする。これにより、排気バルブ 3 2 の開閉動作時のフリクションロスが、効果的に低減される。

#### 【 0 0 5 4 】

加速要求があると（図 3 における領域 R 1 から R 2 への移行段階）、電気制御装置 7 0 は、上述のアトキンソンサイクル運転状態よりも吸気バルブ 3 1 の作用角を小さくする。これにより、上述のアトキンソンサイクル運転状態よりも、筒内吸入空気量が増大する。このとき、上述の通り、リフト量も小さくなる。

30

#### 【 0 0 5 5 】

リフト量が小さくなると、コイルスプリング 3 4 4 における撓み量が減少するため、吸気バルブ荷重が減少する。よって、このとき、電気制御装置 7 0 は、リフト量に応じてコイル 3 4 6 への印加電流を大きくして、スリーブ 3 4 5 とスプリングリテーナ 3 4 3（外郭部 3 4 3 b）との電磁氣的反発力によってコイルスプリング 3 4 4 による弾性力を補完する。これにより、吸気バルブ荷重が大きくなる。

#### 【 0 0 5 6 】

このように、電気制御装置 7 0 は、リフト量に応じて、吸気バルブ荷重を最適値に設定する。これにより、余計なフリクションロスが発生しないようにしつつ、吸気バルブ 3 1 を所定の開弁タイミングにて確実に閉弁させることができる。したがって、フリクションロス低減による燃費向上効果が良好に達成される。また、吸気バルブ 3 1 の実際の閉弁タイミングが所定タイミングよりも不用意に遅角されてしまうことで予期しない出力低下が発生してしまうことが、効果的に防止される。

40

#### 【 0 0 5 7 】

また、負荷が上昇すると、吸気量の増加に伴って燃焼ガス量も増加するため、排気圧が上昇する。よって、このとき、電気制御装置 7 0 は、排気圧に応じてコイル 3 4 6 への印加電流を大きくして、スリーブ 3 4 5 とスプリングリテーナ 3 4 3（外郭部 3 4 3 b）との電磁氣的反発力によってコイルスプリング 3 4 4 による弾性力を補完することで、排気

50



バルブ荷重を排気圧に応じて大きくする。

【 0 0 5 8 】

すなわち、電気制御装置 7 0 は、排気圧に応じて、排気バルブ荷重を最適値に設定する。これにより、余計なフリクションロスが発生しないようにしつつ、排気圧によって排気バルブ 3 2 が不用意に開弁されることによる「吹き抜け」を確実に防止することができる。

【 0 0 5 9 】

さらに機関回転数が上昇すると（図 3 における領域 R 2 から R 3 への移行段階）、バルブバウンスやバルブジャンプが発生しやすくなる。そこで、電気制御装置 7 0 は、機関回転数が、バルブバウンスやバルブジャンプが発生しやすい高回転数領域に達すると、バルブバウンスやバルブジャンプの発生を防止するために、吸気バルブ荷重及び排気バルブ荷重を、機関回転数に応じて、高めの値に設定（補正）する。

【 0 0 6 0 】

このように、本実施形態によれば、バルブ荷重を単に機械回転数に応じて設定していた従来技術と比較して、より適切なバルブ荷重の設定が可能になる。例えば、本実施形態によれば、アトキンソンサイクル運転状態にて吸気バルブ 3 1 及び排気バルブ 3 2 のバルブ荷重を低減することで、フリクションロスをより効果的に低減することが可能になる。また、本実施形態によれば、低中回転領域であるが負荷が高いために排気圧が高い場合においても、排気圧に応じて排気バルブ荷重を最適値に設定することが可能になる。

【 0 0 6 1 】

また、本実施形態においては、吸気バルブ 3 1 や排気バルブ 3 2 の近傍に設けられた、応答性の極めて高い電気素子あるいは磁気素子（具体的には電磁石）によって、バルブ荷重の設定（変更）が行われる。したがって、本実施形態によれば、バルブ荷重の設定（変更）が、極めて高い応答性で行われる。

【 0 0 6 2 】

図 4 は、図 1 に示されている CPU 7 1 によって実行される、吸排気バルブ動作設定処理の一例を示すフローチャートである。なお、図 4 において、「S」は「ステップ」の省略表記である。CPU 7 1 は、図 4 に示されている吸排気バルブ動作設定ルーチン 4 0 0 を、所定時間毎に繰り返し実行する。

【 0 0 6 3 】

このルーチンの処理が開始されると、まず、ステップ 4 1 0 にて、内燃機関 1 におけるトルク・出力の変更要求があったか否かが判定される。本具体例においては、かかる判定は、アクセル開度センサ 6 7 の出力（アクセル開度 Accp）等に基づいて得られる、内燃機関 1 における要求トルク・出力が、変化したか否かによって行われる。

【 0 0 6 4 】

トルク・出力の変更要求がなかった場合（ステップ 4 1 0 = No）、ステップ 4 2 0 以降の処理がスキップされ、本ルーチンが一旦終了する。よって、以下、トルク・出力の変更要求があったものとして（ステップ 4 1 0 = Yes ステップ 4 2 0）、動作説明を続行する。

【 0 0 6 5 】

処理がステップ 4 2 0 に進行すると、かかるステップ 4 2 0 においては、吸気バルブ 3 1 の作用角及びリフト量が、ROM 7 2 に予め格納されたマップと、今回の要求トルク・出力と、に基づいて設定される。すなわち、トルク・出力の変更要求に応じて、吸気バルブ 3 1 の作用角及びリフト量が変更される。

【 0 0 6 6 】

次に、処理がステップ 4 3 0 に進行し、吸気バルブ荷重が、ROM 7 2 に予め格納されたマップと、ステップ 4 2 0 にて設定された吸気バルブ 3 1 の作用角及びリフト量と、に基づいて設定される。すなわち、吸気バルブ 3 1 の作用角及びリフト量の変更に応じて、吸気バルブ荷重が変更される。

【 0 0 6 7 】

続いて、処理がステップ440に進行し、排気圧P4が、排気圧センサ66の出力に基づいて取得される。その後、ステップ450にて、排気バルブ荷重が、ROM72に予め格納されたマップと、ステップ440にて取得された排気圧P4と、に基づいて設定される。すなわち、排気圧P4の変化に応じて、排気バルブ荷重が変更される。

【0068】

さらに、処理がステップ460に進行し、機関回転数NEが、クランクポジションセンサ63の出力に基づいて取得される。その後、ステップ470にて、機関回転数NEが所定値NE1より高いか否かが判定される。機関回転数NEが所定値NE1より高い場合(ステップ470=Yes)、処理がステップ480に進行する。機関回転数NEが所定値NE1以下である場合(ステップ470=No)、ステップ480の処理がスキップされ、処理がステップ490に進行する。

10

【0069】

ステップ480においては、高回転域におけるバルブバウンスやバルブジャンプの発生を防止するために、吸気バルブ荷重及び排気バルブ荷重が、機関回転数に応じて、高めの値に設定される(上述のステップ430及び450における設定値が補正される)。このステップ480の処理の後、処理がステップ490に進行する。

【0070】

ステップ490においては、現在のトルク・出力が目標値に達したか否かが判定される。現在のトルク・出力が目標値に達していない場合(ステップ490=No)、処理がステップ420に戻る。現在のトルク・出力が目標値に達した場合(ステップ490=Yes)、本ルーチンが一旦終了する。

20

【0071】

<変形例の例示列举>

なお、上述の実施形態は、上述した通り、出願人が取り敢えず本願の出願時点において最良であると考えた本発明の代表的な実施形態を単に例示したものにすぎない。よって、本発明はもとより上述の実施形態に何ら限定されるものではない。したがって、本発明の本質的部分を変更しない範囲内において、上述の実施形態に対して種々の変形が施され得ることは、当然である。

【0072】

以下、代表的な変形例について、幾つか例示する。なお、以下の変形例の説明において、上述の実施形態と同様の構成や機能を有する部材については、上述の実施形態と同一の符号を付するものとし、かかる部材の説明については、上述の実施形態における同一符号の部材の説明が、適宜(技術的に矛盾しない範囲において)援用されるものとする。もっとも、言うまでもなく、変形例として、以下に列举されたものに限定されるものではない。また、複数の変形例が、技術的に矛盾しない範囲内において、適宜、複合的に適用され得ることも、いうまでもない。

30

【0073】

本発明(特に、本発明の課題を解決するための手段を構成する各構成要素における、作用的・機能的に表現されているもの)は、上述の実施形態や、下記変形例の記載に基づいて限定解釈されてはならない。このような限定解釈は、(先願主義の下で出願を急ぐ)出願人の利益を不当に害する反面、模倣者を不当に利するものであって、許されない。

40

【0074】

本発明は、上述の実施形態にて開示された具体的な装置構成に限定されない。例えば、本発明は、ガソリンエンジン、ディーゼルエンジン、メタノールエンジン、バイオエタノールエンジン、その他任意のタイプの内燃機関に適用可能である。気筒数、気筒配列方式(直列、V型、水平対向)、燃料噴射方式、及び燃料供給方式も、特に限定はない。

【0075】

例えば、吸気バルブ荷重可変機構34及び排気バルブ荷重可変機構36のうちのいずれか一方のみを備える内燃機関に対しても、本発明は良好に適用され得る。また、吸気バルブリフト可変機構及び吸気バルブタイミング可変機構の双方を備えない内燃機関や、これ

50

らのうちのいずれか一方のみを備える内燃機関に対しても、本発明は良好に適用され得る。

【0076】

本発明は、図2に示されているバルブ荷重可変機構の具体的な構成に何ら限定されない。例えば、図2を参照すると、スプリングリテーナ343におけるリング状の外郭部343bのみが永久磁石によって形成されていてもよい。

【0077】

また、吸気バルブ荷重可変機構34及び排気バルブ荷重可変機構36としては、例えば、特開平6-17611号公報、特開平6-159024号公報、特公平7-47922号公報、特開平9-228808号公報、等が開示された、空気圧あるいは油圧式（コイルスプリングと併用されているもの及びされていないものを含む）のものや、特開2008-291733号公報等が開示された、電磁式のもものが、好適に用いられ得る。さらに、吸気バルブ荷重可変機構34と排気バルブ荷重可変機構36とは、異なる構成であってもよい。

10

【0078】

図5は、図1に示されている吸気バルブ荷重可変機構34又は排気バルブ荷重可変機構36の他の具体例の概略構成を示す側断面図である。なお、図5においては、吸気バルブ31又は排気バルブ32の閉弁状態が示されているものとする。

【0079】

以下図5を参照すると、本変形例においては、スプリングリテーナ343（少なくとも外郭部343b）は、鉄等の強磁性体（軟磁性材料）からなる。また、本変形例においては、上述の実施形態における電磁石（スリーブ345及びコイル346）に代えて、永久磁石ユニット347が設けられている。永久磁石ユニット347は、リング状の永久磁石347aと、これを支持する支持部347bと、を備えている。永久磁石347aは、スプリングリテーナ343における外郭部343bを外側から囲むように配置されている。

20

【0080】

本変形例においては、永久磁石ユニット347は、吸気バルブ31又は排気バルブ32の閉弁状態にて、永久磁石347aとスプリングリテーナ343における外郭部343bとが対向する面積が最も大きくなるとともに、リフト量が大きくなるにしたがって同面積が小さくなることで磁力によるバルブ荷重が小さくなるように構成されている。かかる構成によれば、リフト量に応じたバルブ荷重を、自律的に（電気制御装置70による制御なしで）設定することが可能になる。

30

【0081】

なお、支持部347bは、永久磁石347aを、中心軸線に沿って（図中上下方向）に移動可能に支持するように構成されていてもよい。すなわち、永久磁石ユニット347は、リング状の永久磁石347aの位置を中心軸線に沿って（図中上下方向に）移動させることで、バルブ荷重を変更可能に構成されていてもよい。

【0082】

図6は、図1に示されている吸気バルブ荷重可変機構34又は排気バルブ荷重可変機構36のさらに他の具体例の概略構成を示す側断面図である。以下図6を参照すると、本変形例においては、スプリングリテーナ343及びスリーブ345によって囲まれた空間（以下、「空気チャンバー」と称する。）内における空気圧（可変）と、コイルスプリング344による弾性力と、によって、バルブ荷重を発生するように構成されている。

40

【0083】

スリーブ345は、固定スリーブ345aと、可変スリーブ345bと、を備えている。固定スリーブ345aは、図中上方に開口するカップ状（側断面視にて略U字状）に形成されている。固定スリーブ345aの主要部をなす円筒状部分の上部は、スプリングリテーナ343を中心軸線に沿って（図中上下方向に）往復移動可能に収容するように構成されている。かかる円筒状部分の内壁面と、スプリングリテーナ343の外壁面と、の間には、空気及びオイルの流通を遮断するためのシール部材345c（具体的にはOリング

50

)が配設されている。また、かかる円筒状部分における底部には、貫通孔としての排出穴345a1が形成されている。排出穴345a1の上方には、貫通孔としての空気導入穴345a2が形成されている。

【0084】

可変スリーブ345bは、円筒状の部材であって、排出穴345a1及び空気導入穴345a2を覆うように、固定スリーブ345aの下半分と対向する位置に設けられている。可変スリーブ345bは、熱膨張率が固定スリーブ345aよりも大きな材質で形成されている。可変スリーブ345bにおける、空気導入穴345a2に対応する位置には、貫通孔としての空気導入穴345b1が形成されている。

【0085】

可変スリーブ345bの上端部であって空気導入穴345b1よりも充分上側の部分における内壁面と、固定スリーブ345aの外壁面とは、気密的に接合されている。一方、可変スリーブ345bの下端部であって固定スリーブ345aにおける排出穴345a1と対向する部分の内壁面と、固定スリーブ345aの外壁面とは、互いに接離可能に対向して設けられている。

【0086】

可変スリーブ345bにおける空気導入穴345b1と、固定スリーブ345aにおける空気導入穴345a2と、の間には、リードバルブ348が設けられている。リードバルブ348は、可変スリーブ345bの外側から空気導入穴345b1及び空気導入穴345a2を介して空気チャンバー内への空気の導入を許可する一方で、空気チャンバーからの空気の排出を許可しないように構成されている。具体的には、リードバルブ348は、空気導入穴345b1を可変スリーブ345bの内壁面側から閉塞するように設けられた薄板状の板バネによって構成されている。

【0087】

可変スリーブ345bの下端部における外壁面であって、固定スリーブ345aにおける排出穴345a1に対応する位置には、リング状のヒータ349が装着されている。このヒータ349は、通電によって可変スリーブ345bの下端部を熱膨張させることで、当該下端部における内壁面と固定スリーブ345aの外壁面との隙間を、空気及びオイルが通過可能な程度まで広げることができるように設けられている。

【0088】

かかる構成においては、リードバルブ348における空気の吸入量はほぼ一定である。一方、ヒータ349に対する通電状態(電流のオンオフ及び電流値)を制御することで、上述の隙間における空気の漏れ量が制御される。したがって、ヒータ349に対する通電状態を制御することで、バルブ荷重を制御することができる。特に、本変形例によれば、コンプレッサ等の空気圧送手段がなくても、可変空気圧による可変バルブスプリング機構が実現され得る。

【0089】

本発明は、上述した実施形態にて具体的に例示された処理態様に何ら限定されない。例えば、アクセル開度Accpに代えて、スロットル開度TA、吸入空気量Ga、あるいは吸気管圧力Pmが用いられてもよい。また、排気圧としては、排気圧センサ66による実測値P4に代えて、吸入空気量等の他のパラメータに基づくオンボード推定値が用いられ得る。

【0090】

その他、特段に言及されていない変形例についても、本発明の本質的部分を変更しない範囲内において、本発明の範囲内に含まれることは当然である。

【0091】

また、本発明の課題を解決するための手段を構成する各要素における、作用・機能的に表現されている要素は、上述の実施形態や変形例にて開示されている具体的構造の他、当該作用・機能を実現可能ないかなる構造をも含む。

【0092】

さらに、本明細書にて引用した各公報の内容(明細書及び図面を含む)は、本明細書の

10

20

30

40

50

一部を構成するものとして援用され得る。

【符号の説明】

【0093】

- 1 ...エンジン
- 2 ...シリンダブロック
- 3 ...シリンダヘッド
- 30 a ...吸気ポート
- 30 b ...排気ポート
- 31 ...吸気バルブ
- 32 ...排気バルブ
- 33 ...吸気バルブタイミングリフト可変機構
- 34 ...吸気バルブ荷重可変機構
- 35 ...排気バルブ荷重可変機構
- 4 ...吸気系統
- 41 ...吸気管
- 5 ...排気系統
- 51 ...排気マニホールド
- 52 ...排気管
- 63 ...クランクポジションセンサ
- 64 ...エアフローメータ
- 65 ...排気圧センサ
- 70 ...制御装置
- 71 ...CPU

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0094】

【特許文献1】特開平6 - 17611号公報

【特許文献2】特開平6 - 159024号公報

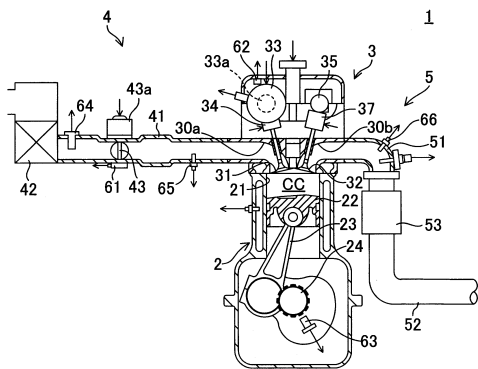
【特許文献3】特公平7 - 47922号公報

【特許文献4】特開平9 - 228808号公報

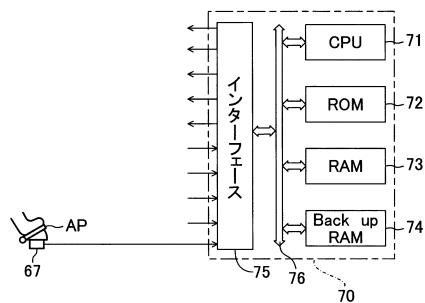
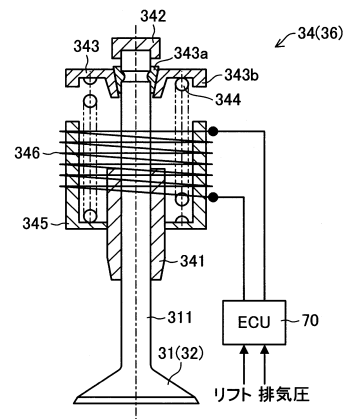
【特許文献5】特開2008 - 291733号公報

20

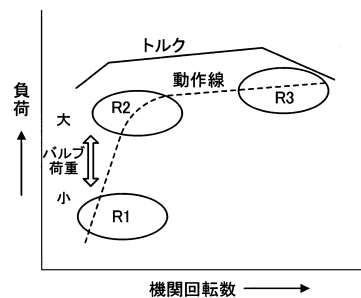
【図1】



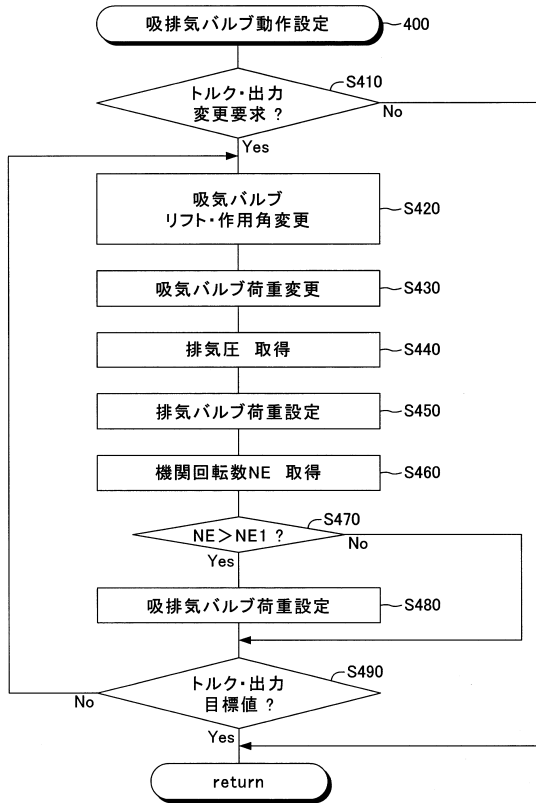
【図2】



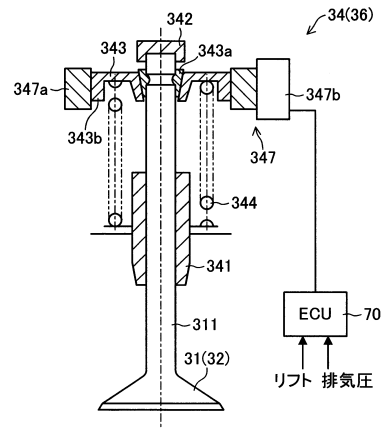
【図3】



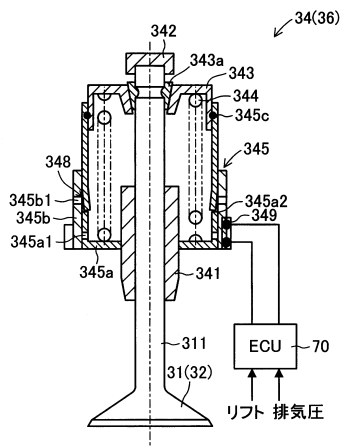
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-029262(JP,A)  
特開平06-264782(JP,A)  
特開昭62-247109(JP,A)  
特開2002-221010(JP,A)  
特開2010-025061(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D 13/00 - 28/00  
F01L 1/00 - 35/04