

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5682736号
(P5682736)

(45) 発行日 平成27年3月11日(2015.3.11)

(24) 登録日 平成27年1月23日(2015.1.23)

(51) Int.Cl. F I
FO1L 13/00 (2006.01) FO1L 13/00 3O1F
FO1L 1/356 (2006.01) FO1L 1/356 C

請求項の数 6 (全 20 頁)

| | | | |
|---------------|------------------------------|-----------|-------------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2014-502913 (P2014-502913) | (73) 特許権者 | 000003207 トヨタ自動車株式会社 |
| (86) (22) 出願日 | 平成24年10月25日(2012.10.25) | | 愛知県豊田市トヨタ町1番地 |
| (86) 国際出願番号 | PCT/JP2012/077539 | (74) 代理人 | 100105957 弁理士 恩田 誠 |
| (87) 国際公開番号 | W02014/064789 | (74) 代理人 | 100068755 弁理士 恩田 博宣 |
| (87) 国際公開日 | 平成26年5月1日(2014.5.1) | (72) 発明者 | 細田 文典 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社 内 |
| 審査請求日 | 平成26年1月20日(2014.1.20) | 審査官 | 中村 一雄 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関及び同内燃機関の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1のバンク及び第2のバンクを含む複数のバンクと、
前記複数のバンクの各々に設けられて吸気バルブのバルブ特性を変更する可変動弁装置とを備える内燃機関であって、

前記第1のバンクに設けられる可変動弁装置は、バルブ特性を無段階に変更する無段可変動弁装置であり、

前記第2のバンクに設けられる可変動弁装置は、予め決められた複数のバルブ特性の中からいずれかのバルブ特性を選択することによりバルブ特性を多段階に変更する多段可変動弁装置である

内燃機関。

【請求項2】

前記多段可変動弁装置は、吸気バルブのバルブ特性を変更する可変機構部と、前記可変機構部を作動させるコントロールシャフトと、前記コントロールシャフトを軸方向に移動させるカムと、前記カムを回動させる電動モータと、を備えており、

前記カムのカム面は、前記コントロールシャフトの変位量が変化する区間と同変位量が一定になる複数の区間とを備える

請求項1に記載の内燃機関。

【請求項3】

前記無段可変動弁装置は、吸気バルブのバルブ特性を変更する可変機構部と、前記可変

機構部を作動させるコントロールシャフトと、電動モータと、前記電動モータの回転運動を直線運動に変換して前記コントロールシャフトを軸方向に移動させる変換機構とを備える

請求項 1 または 2 に記載の内燃機関。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の制御装置であって、

前記第 2 のバンクの吸入空気量を基準にして、前記無段可変動弁装置にて変更されるバルブ特性を調整することにより前記第 1 のバンクの吸入空気量を調整する調整部を備える内燃機関の制御装置。

【請求項 5】

前記調整部は、前記第 2 のバンクの実際の吸入空気量に基づいて推定吸気圧を算出し、前記第 2 のバンクの実際の吸気圧と前記推定吸気圧との差に基づき、前記第 1 のバンクに設けられた吸気バルブのバルブ特性を調整する

請求項 4 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 6】

前記調整部は、前記実際の吸気圧から前記推定吸気圧を減じた値が大きいほど前記第 1 のバンクの吸入空気量が少なくなるように前記バルブ特性を調整する

請求項 5 に記載の内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関及びその内燃機関を制御する装置に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば特許文献 1 に記載されているように、吸気バルブのバルブ特性を機関運転状態に応じて変更する可変動弁装置が知られている。

【0003】

特許文献 1 に記載の可変動弁装置は、吸気バルブのバルブ特性を変更する可変機構部（同文献における仲介駆動機構）と、可変機構部を作動させるコントロールシャフトと、コントロールシャフトを軸方向に移動させるカムと、カムを回動させるモータとを備えている。そして、カムの回転位相を制御することによりバルブ特性の可変制御を行うようにしている。

【0004】

ここで、上記コントロールシャフトには、吸気バルブを付勢するバルブスプリングの反力に起因して軸方向の力（以下、軸力という）が加わり、この軸力がカム面に作用することにより、カムには回転モーメントが発生する。そのため、カムを使ってコントロールシャフトを移動させる機構では、モータを駆動停止するとカムが回動し、バルブ特性は変化する。こうしたバルブ特性の変化を抑えるためには、上記回転モーメントに抗する力をモータから発生させる必要がある。従って、カムを回動させるモータとして電動モータを使用する場合には、バルブ特性の変化を抑えるためにモータに対して保持電流を供給する必要がある。

【0005】

そこで、同文献 1 に記載の装置では、カムのカム面に、コントロールシャフトの変位量が変化する区間と同変位量が一定になる区間とを設けている。つまり、コントロールシャフトの変位量が変化することでバルブ特性が変化する変化領域と、コントロールシャフトの変位量が一定で変化せずバルブ特性が一定値に保持される保持領域とをカム面に設けている。

【0006】

この保持領域のカム面、つまりカムの回転中心からの距離が一定となっているカム面を使用しているときには、軸力に起因した上記回転モーメントの発生が抑制されるため、カ

10

20

30

40

50

ムの回動が抑えられる。従って、モータを駆動停止しても、バルブ特性は、保持領域に対応したバルブ特性に維持される。そのため、例えば上述したような保持電流の低減を図ることも可能になる。また、カムの回転位相が保持領域の範囲内に収まっていれば、バルブ特性を一定値に保持することができるため、バルブ特性を無段階に変更可能な可変動弁装置とは異なり、バルブ特性を一定値に保持する際のモータ制御として、高精度な位相制御を必要としない。

【0007】

また、上述した保持領域をカム面に複数設けるようにすれば、複数の異なったバルブ特性を保持することができるようになり、バルブ特性を多段階に変更することができるようになる。つまり、予め決められた複数のバルブ特性の中からいずれかのバルブ特性を選択することによりバルブ特性を多段階に変更可能な可変動弁装置（以下、多段可変動弁装置という）とすることができる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2004-339951号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

ところで、上述したように、バルブ特性を多段階に変更する多段可変動弁装置では、保持されるバルブ特性が階段状に変化する。そのため、バルブ特性を無段階に変更する可変動弁装置（以下、無段可変動弁装置という）と異なり、保持されるバルブ特性の値を微調整することができない。そのため、V型内燃機関のような複数のバンクを有する内燃機関に多段可変動弁装置を設けた場合には、例えば次のような不都合の発生が懸念される。

20

【0010】

すなわち、2つのバンク間において吸入空気量に差が生じている場合、そうした吸入空気量の差をバルブ特性の微調整を通じて抑制することができない。

【0011】

なお、こうした不都合の発生は、複数の保持領域をカム面に設けた多段可変動弁装置だけではなく、他の方式でバルブ特性を多段階に変更する可変動弁装置でも同様に起こる可能性がある。

30

【0012】

本発明の目的は、複数のバンクを有する内燃機関に多段可変動弁装置を設ける場合でも、2つのバンク間における吸入空気量の差を抑えることのできる内燃機関及び同内燃機関の制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記課題を解決する内燃機関は、第1のバンク及び第2のバンクを含む複数のバンクと、前記複数のバンクの各々に設けられて吸気バルブのバルブ特性を変更する可変動弁装置とを備える内燃機関であって、前記第1のバンクに設けられる可変動弁装置は、バルブ特性を無段階に変更する無段可変動弁装置であり、前記第2のバンクに設けられる可変動弁装置は、予め決められた複数のバルブ特性の中からいずれかのバルブ特性を選択することによりバルブ特性を多段階に変更する多段可変動弁装置である。

40

【0014】

上記無段可変動弁装置は、バルブ特性を無段階に変更することができるため、同バルブ特性を細かく調整することが可能である。そこで、上記内燃機関では、複数のバンクのうちの第2のバンクには、バルブ特性を多段階に変更する多段可変動弁装置を備える一方、同複数のバンクのうちの第1のバンクには、バルブ特性を無段階に変更する無段可変動弁装置を備えるようにしている。そのため、第1及び第2のバンク間において吸入空気量に差が生じた場合、第2のバンクの吸入空気量を基準にして、無段可変動弁装置にて変更さ

50

れるバルブ特性を調整することにより第1のバンクの吸入空気量を調整することが可能になる。従って、複数のバンクを有する内燃機関に多段可変動弁装置を設ける場合でも、第1及び第2のバンク間における吸入空気量の差を抑えることができるようになる。

【0015】

上記内燃機関において、多段可変動弁機構は、吸気バルブのバルブ特性を変更する可変機構部と、可変機構部を作動させるコントロールシャフトと、コントロールシャフトを軸方向に移動させるカムと、カムを回動させる電動モータと、を備える。そして、カムのカム面は、コントロールシャフトの変位量が増加する区間と同変位量が一定になる複数の区間とを備えることが好ましい。

【0016】

また、上記内燃機関において、無段可変動弁機構は、吸気バルブのバルブ特性を変更する可変機構部と、可変機構部を作動させるコントロールシャフトと、電動モータと、電動モータの回転運動を直線運動に変換してコントロールシャフトを軸方向に移動させる変換機構とを備えることが好ましい。

【0017】

上記内燃機関の制御装置は、第2のバンクの吸入空気量を基準にして、無段可変動弁装置にて変更されるバルブ特性を調整することにより第1のバンクの吸入空気量を調整する調整部を備えることが好ましい。この制御装置は、第1及び第2のバンク間において吸入空気量に差が生じた場合、第2のバンクの吸入空気量を基準にして第1のバンクの吸入空気量を調整する。従って、複数のバンクを有する内燃機関に多段可変動弁装置を設ける場合でも、第1及び第2のバンク間における吸入空気量の差を抑えることができるようになる。

【0018】

上記内燃機関の制御装置において、調整部は、第2のバンクの実際の吸入空気量に基づいて推定吸気圧を算出し、第2のバンクの実際の吸気圧と推定吸気圧との差に基づき、第1のバンクに設けられた吸気バルブのバルブ特性を調整することが好ましい。

【0019】

内燃機関では、吸気通路内の吸気圧と吸入空気量との間に相関があり、吸入空気量が多いときほど吸気圧（絶対圧）は高くなる。従って、第2のバンクに吸入される実際の吸入空気量に基づいて第2のバンクの吸気圧を推定することができる。

【0020】

ここで、吸入空気量に基づいて推定される吸気圧と、実際の吸気圧との間に差が生じているときには、バルブ特性の現状値に対応した吸入空気量と実際の吸入空気量との間に差が生じており、こうした吸入空気量の差に起因してバンク間では吸入空気量に差が生じる。そこで、上記調整部は、第2のバンクの実際の吸入空気量に基づいて推定吸気圧を算出する。この推定吸気圧と第2のバンクの実際の吸気圧との差は、第2のバンクに設けられた吸気バルブのバルブ特性に対応して本来得られるはずの吸入空気量と実際の吸入空気量との差を示す値であり、さらには第1及び第2のバンク間における吸入空気量の差を示す値となる。そして、調整部は、こうした推定吸気圧と実際の吸気圧との差に基づき、第1のバンクに設けられた吸気バルブのバルブ特性を調整する。このようにして第1のバンクに設けられた吸気バルブのバルブ特性が調整されることにより、第1のバンクの吸入空気量は、第2のバンクの吸入空気量に近づくようになる。従って、第1及び第2のバンク間における吸入空気量の差が抑えられるようになる。

【0021】

なお、バルブ特性の現状値に対応した吸入空気量に対し、実際の吸入空気量が少なくなる場合（例えば吸気バルブにデポジットなどが付着することにより、デポジットが付着していない場合と比較して吸入空気量が少なくなる場合など）には、実際の吸気圧が上記推定吸気圧より高くなる傾向がある。

【0022】

そこで、上記内燃機関の制御装置において、調整部は、上記推定吸気圧から上述した実

10

20

30

40

50

際の吸気圧を減じた値が大きいほど、第1のバンクの吸入空気量が少なくなるように第1のバンクに設けられた吸気バルブのバルブ特性を調整することが好ましい。この場合には、推定吸気圧から実際の吸気圧を減じた値が大きいほど、つまり第2のバンクの実際の吸入空気量が、第2のバンクに設けられた吸気バルブのバルブ特性に対応して本来得られるはずの吸入空気量に対して少ないときほど、第1のバンクの吸入空気量も少なくなるように、第1のバンクに設けられた吸気バルブのバルブ特性が調整される。従って、第1及び第2のバンク間における吸入空気量の差を適切に抑えることができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】内燃機関の全体構成を示す模式図。

10

【図2】内燃機関のシリンダヘッド周りの構造を示す断面図。

【図3】可変機構部の破断斜視図。

【図4】無段可変動弁装置の模式図。

【図5】無段可変動弁装置による最大リフト量の変更態様を示すグラフ。

【図6】多段可変動弁装置の模式図。

【図7】多段可変動弁装置に設けられたカムのプロファイルを示す図。

【図8】多段可変動弁装置による最大リフト量の変更態様を示すグラフ。

【図9】吸入空気量と吸気圧との関係を示すグラフ。

【図10】第1バンクに設けられた吸気バルブの目標リフト量を算出するときの処理手順を示すフローチャート。

20

【図11】リフト補正量の算出処理の手順を示すフローチャート。

【図12】圧力差とリフト補正量との関係を示すグラフ。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、内燃機関及びその内燃機関の制御装置の一実施形態について、図1～図12を参照して説明する。

【0025】

図1に示すように、内燃機関1は、V型の内燃機関であり、第1バンクA及び第2バンクBを備えている。なお、第1バンクA及び第2バンクBの構造は、一部を除いて同様である。そこで、以下では、第1バンクAに設けられた部材と第2バンクBに設けられた部材とを区別する必要があるときには、第1バンクAに設けられた部材の符号の末尾に「A」を付け、第2バンクBに設けられた部材の符号の末尾には「B」を付ける。

30

【0026】

内燃機関1には、エアクリーナ29を備える吸気通路30が接続されている。吸気通路30の途中には、サージタンク34が設けられている。サージタンク34に流入した吸入空気は、第1バンクA及び第2バンクBにそれぞれ分流されて、各バンクの燃焼室に導入される。また、内燃機関1には、燃料を噴射する噴射弁60が各気筒毎に設けられている。

【0027】

吸気通路30においてサージタンク34の上流には、スロットルバルブ33が設けられている。また、吸気通路30においてスロットルバルブ33の上流には、吸入空気量GAを検出するエアフロメータ113が設けられており、サージタンク34には、吸気圧PMrを検出する圧力センサ115が設けられている。

40

【0028】

第1バンクAに接続された第1排気通路40Aには、排気を浄化する第1触媒43Aや、第1触媒43Aに流入する前の排気の酸素分圧を検出する第1空燃比センサ116Aが設けられている。同様に、第2バンクBに接続された第2排気通路40Bには、排気を浄化する第2触媒43Bや、第2触媒43Bに流入する前の排気の酸素分圧を検出する第2空燃比センサ116Bが設けられている。

【0029】

50

第1バンクAのシリンダヘッド20には、吸気バルブのバルブ特性を無段階に変更する無段可変動弁装置600Aが設けられており、この無段可変動弁装置600Aは、第1モータ用制御装置150Aによって駆動制御される。また、第2バンクBのシリンダヘッド20には、吸気バルブのバルブ特性を多段階に変更する多段可変動弁装置600Bが設けられており、この多段可変動弁装置600Bは、第2モータ用制御装置150Bによって駆動制御される。

【0030】

第1モータ用制御装置150A及び第2モータ用制御装置150Bは、モータ用制御装置150を構成しており、このモータ用制御装置150は、機関用制御装置100と相互通信を行う。

10

【0031】

機関用制御装置100は、内燃機関1の各種制御を行う装置であり、各種センサが接続されている。例えば、機関用制御装置100には、アクセルペダルの操作量(アクセル操作量ACCP)を検出するアクセル操作量センサ111や、スロットルバルブ33の開度(スロットル開度TA)を検出するスロットルセンサ112が接続されている。また、上記エアフロメータ113や、上記圧力センサ115や、上記第1空燃比センサ116Aや、上記第2空燃比センサ116Bや、内燃機関1のクランクシャフトの回転角を検出するクランク角センサ114なども接続されている。

【0032】

機関用制御装置100は、上記の各種センサから出力された信号等に基づいて機関運転状態を把握する。そして、把握した機関運転状態に基づいて燃料噴射制御や点火時期制御、空燃比フィードバック制御などの各種機関制御を行う。

20

【0033】

また、機関用制御装置100は、モータ用制御装置150との通信を通じて、第1バンクAに設けられた吸気バルブのバルブ特性や、第2バンクBに設けられた吸気バルブのバルブ特性を可変制御する。

【0034】

機関用制御装置100は、アクセル操作量ACCP及び機関回転速度NEに基づいて要求吸入空気量を算出し、この要求吸入空気量が得られるように、吸気バルブ31の目標バルブ特性とスロットルバルブ33の目標開度とを算出する。そして、機関用制御装置100は、目標開度に基づいてスロットルバルブ33の開度を制御するとともに、目標バルブ特性をモータ用制御装置150に送信する。モータ用制御装置150は、第1バンク及び第2バンクに設けられた吸気バルブ31のバルブ特性が目標バルブ特性となるように、無段可変動弁装置600A及び多段可変動弁装置600Bの駆動制御を行う。

30

【0035】

次に、第1バンクAのシリンダヘッド20周りの構造を説明する。なお、第2バンクBの構造は、上記無段可変動弁装置600Aの駆動部を除いて、第1バンクAの構造と対称になっている。従って、第1バンクA及び第2バンクBのシリンダヘッド20周りの構造は、無段可変動弁装置600A及び多段可変動弁装置600Bの各駆動部を除いて、基本的には同様である。そのため、第2バンクBのシリンダヘッド20周りの構造については詳細説明を省略する。

40

【0036】

図2に示すように、内燃機関1のシリンダブロック10の内部には、気筒数に応じた円筒状のシリンダ11が形成されており、各シリンダ11には、ピストン12が摺動可能に收容されている。シリンダブロック10の上部にはシリンダヘッド20が組み付けられており、シリンダ11の内周面、ピストン12の上面及びシリンダヘッド20の下面によって燃焼室13が区画形成されている。

【0037】

シリンダヘッド20には、燃焼室13に連通する吸気ポート21及び排気ポート22が形成されている。吸気ポート21は吸気通路30の一部を構成している。また、排気ポー

50

ト 2 2 は排気通路 4 0 の一部を構成している。

【 0 0 3 8 】

吸気ポート 2 1 には、燃焼室 1 3 と吸気ポート 2 1 とを連通・遮断する吸気バルブ 3 1 が設けられている。排気ポート 2 2 には、燃焼室 1 3 と排気ポート 2 2 とを連通・遮断する排気バルブ 4 1 が設けられている。各バルブ 3 1、4 1 はバルブスプリング 2 4 によって閉弁方向に付勢されている。

【 0 0 3 9 】

また、シリンダヘッド 2 0 の内部には、各バルブ 3 1、4 1 に対応してラッシュアジャスタ 2 5 が設けられている。そして、このラッシュアジャスタ 2 5 と各バルブ 3 1、4 1 との間にはロッカアーム 2 6 が設けられている。ロッカアーム 2 6 の第 1 端部は、ラッシュアジャスタ 2 5 によって支持されており、ロッカアーム 2 6 の第 2 端部は、各バルブ 3 1、4 1 の端部に接触している。

10

【 0 0 4 0 】

更に、シリンダヘッド 2 0 には、各バルブ 3 1、4 1 を駆動する吸気カムシャフト 3 2 及び排気カムシャフト 4 2 がそれぞれ回転可能に支持されている。吸気カムシャフト 3 2 には吸気カム 3 2 a が形成されており、排気カムシャフト 4 2 には排気カム 4 2 a が形成されている。排気カム 4 2 a の外周面は、排気バルブ 4 1 に当接しているロッカアーム 2 6 のローラ 2 6 a に当接されている。これにより、機関運転中に排気カムシャフト 4 2 が回転すると、排気カム 4 2 a の作用により、ラッシュアジャスタ 2 5 によって支持された部分を支点としてロッカアーム 2 6 が揺動する。そしてロッカアーム 2 6 の揺動により、排気バルブ 4 1 が開弁方向にリフトされる。

20

【 0 0 4 1 】

一方、吸気バルブ 3 1 に当接するロッカアーム 2 6 と吸気カム 3 2 a との間には、吸気バルブ 3 1 のバルブ特性を変更する可変機構部 3 0 0 が各気筒毎に設けられている。この可変機構部 3 0 0 は、無段可変動弁装置 6 0 0 A 及び多段可変動弁装置 6 0 0 B の双方に設けられている。

【 0 0 4 2 】

可変機構部 3 0 0 は、入力アーム 3 1 1 と出力アーム 3 2 1 とを有している。これら入力アーム 3 1 1 及び出力アーム 3 2 1 はシリンダヘッド 2 0 に固定された支持パイプ 3 3 0 を中心に揺動可能に支持されている。ロッカアーム 2 6 は、バルブスプリング 2 4 の付勢力によって出力アーム 3 2 1 側に付勢され、ロッカアーム 2 6 の中間部分に設けられたローラ 2 6 a が出力アーム 3 2 1 の外周面に当接されている。

30

【 0 0 4 3 】

また、可変機構部 3 0 0 の外周面には突起 3 1 3 が設けられており、この突起 3 1 3 には、シリンダヘッド 2 0 内に固定されたスプリング 5 0 の付勢力が作用する。このスプリング 5 0 の付勢力により、入力アーム 3 1 1 の先端に設けられたローラ 3 1 1 a が吸気カム 3 2 a の外周面に当接している。これにより、機関運転中に吸気カムシャフト 3 2 が回転すると、吸気カム 3 2 a の作用により、可変機構部 3 0 0 は支持パイプ 3 3 0 を中心に揺動する。そして、出力アーム 3 2 1 によってロッカアーム 2 6 が押圧されることにより、ラッシュアジャスタ 2 5 によって支持されている部分を支点としてロッカアーム 2 6 が揺動する。このロッカアーム 2 6 の揺動により、吸気バルブ 3 1 は開弁方向にリフトされる。

40

【 0 0 4 4 】

上記支持パイプ 3 3 0 には、その軸方向に沿って移動可能なコントロールシャフト 3 4 0 が挿入されている。可変機構部 3 0 0 は、コントロールシャフト 3 4 0 を軸方向に変位させることにより、支持パイプ 3 3 0 を中心とした入力アーム 3 1 1 と出力アーム 3 2 1 との相対位相差、即ち図 2 に示す角度 を変更する。

【 0 0 4 5 】

次に、図 3 を参照して、可変機構部 3 0 0 の構成を更に詳しく説明する。

【 0 0 4 6 】

50

この図3に示すように、可変機構部300には、入力部310を挟んで両側に出力部320が配設されている。

【0047】

入力部310及び出力部320の各ハウジング314、323は、それぞれ中空円筒形状に形成されており、それらの内部には支持パイプ330が挿通されている。

【0048】

入力部310のハウジング314の内周には、ヘリカルスプライン312が形成されている。一方、各出力部320のハウジング323の内周には、入力部310のヘリカルスプライン312に対して歯筋が逆向きのヘリカルスプライン322が形成されている。

【0049】

入力部310及び2つの出力部320の各ハウジング314、323によって形成される一連の内部空間には、スライダギヤ350が配設されている。このスライダギヤ350は、中空円筒状に形成されており、支持パイプ330の外周面上において、支持パイプ330の軸方向に往復動可能、且つ支持パイプ330の軸回りに相対回動可能に配設されている。

【0050】

スライダギヤ350の軸方向中央部の外周面には、入力部310のヘリカルスプライン312に噛み合うヘリカルスプライン351が形成されている。一方、スライダギヤ350の軸方向両端部の外周面には、出力部320のヘリカルスプライン322に噛み合うヘリカルスプライン352がそれぞれ形成されている。

【0051】

支持パイプ330の内部には、同支持パイプ330の軸方向に移動可能なコントロールシャフト340が設けられている。このコントロールシャフト340とスライダギヤ350とはピンで係合されており、スライダギヤ350は、支持パイプ330に対して回動可能であり、コントロールシャフト340の軸方向への移動に合わせて軸方向に移動する。

【0052】

このように構成された可変機構部300では、コントロールシャフト340が軸方向に移動すると、このコントロールシャフト340の移動に連動してスライダギヤ350も軸方向に移動する。このスライダギヤ350の外周面に形成されたヘリカルスプライン351、352は、歯筋の形成方向がそれぞれ異なっており、入力部310及び出力部320の内周面に形成されたヘリカルスプライン312、322とそれぞれ噛合している。そのため、スライダギヤ350が軸方向に移動すると、入力部310と出力部320はそれぞれ逆の方向に回動する。その結果、入力アーム311と出力アーム321との相対位相差が変更され、吸気バルブ31のバルブ特性である最大リフト量及び開弁期間が変更される。具体的には、図3に示す矢印Hi方向にコントロールシャフト340を移動させると、コントロールシャフト340とともにスライダギヤ350が矢印Hi方向に移動する。これに伴って入力アーム311と出力アーム321との相対位相差、即ち図2に示した角度が大きくなり、吸気バルブ31の最大リフト量VL及び開弁期間INCAMが大きくなって吸入空気量が增大する。一方、図3に示す矢印Lo方向にコントロールシャフト340を移動させると、コントロールシャフト340とともにスライダギヤ350が矢印Lo方向に移動するのに伴って入力アーム311と出力アーム321との相対位相差は小さくなる。これにより、吸気バルブ31の最大リフト量VL及び開弁期間INCAMが小さくなって吸入空気量は減少する。

【0053】

次に、無段可変動弁装置600Aのコントロールシャフト340を軸方向に移動させる駆動部の構成を説明する。

【0054】

図4に示すように、無段可変動弁装置600Aの駆動部は、電動式の第1モータ210Aと、第1モータ210Aの回転速度を減速するとともに第1モータ210Aの回転運動を出力軸710の直線運動に変換して出力する変換機構700とを備えている。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

コントロールシャフト 3 4 0 の先端部と出力軸 7 1 0 の先端部とは、連結部材 4 0 0 にて連結されている。これにより、第 1 モータ 2 1 0 A を所定の範囲、例えば 1 0 回転分の回転角範囲 (0 ~ 3 6 0 0 °) 内で回転させると、第 1 モータ 2 1 0 A の回転運動は、変換機構 7 0 0 を通じて直線運動に変換されて出力軸 7 1 0 を介してコントロールシャフト 3 4 0 に伝達される。そして、コントロールシャフト 3 4 0 が軸方向に移動することにより可変機構部 3 0 0 は駆動される。

【 0 0 5 6 】

第 1 モータ 2 1 0 A は、第 1 モータ用制御装置 1 5 0 A に接続されており、この第 1 モータ用制御装置 1 5 0 A からの駆動信号に応じて回転角度が制御されることにより、第 1

10

【 0 0 5 7 】

バンク A に設けられた吸気バルブ 3 1 のバルブ特性 (最大リフト量 V L A 及び開弁期間 I N C A M A) が変更される。

【 0 0 5 8 】

次に、多段可変動弁装置 6 0 0 B のコントロールシャフト 3 4 0 を軸方向に移動させる駆動部の構成を説明する。

【 0 0 5 9 】

20

図 6 に示すように、多段可変動弁装置 6 0 0 B の駆動部は、電動式の第 2 モータ 2 1 0 B、第 2 モータ 2 1 0 B の回転速度を減速する減速機構 2 2 0、減速機構 2 2 0 の回転運動をコントロールシャフト 3 4 0 の直線運動に変換する変換機構 5 0 0 等で構成されている。

【 0 0 6 0 】

第 2 モータ 2 1 0 B は、第 2 モータ用制御装置 1 5 0 B に接続されており、この第 2 モータ用制御装置 1 5 0 B からの駆動信号に応じて回転角度が制御される。

【 0 0 6 1 】

減速機構 2 2 0 は、適宜の歯車等が組み合わされており、その入力軸には第 2 モータ 2 1 0 B の出力軸が接続されている。一方、減速機構 2 2 0 の出力軸は、後述のカム 5 3 0

30

【 0 0 6 2 】

変換機構 5 0 0 は、ガイド 5 2 0 に沿って往復移動するホルダ 5 1 0 を備えている。ホルダ 5 1 0 には、コントロールシャフト 3 4 0 に向かって伸びる接続軸 5 1 1 が設けられており、この接続軸 5 1 1 及びコントロールシャフト 3 4 0 は、連結部材 4 0 0 によって連結されている。ホルダ 5 1 0 の内部には、減速機構 2 2 0 の出力軸に接続されたカム 5 3 0 が設けられている。また、ホルダ 5 1 0 には、カム 5 3 0 のカム面が接触するローラ 5 4 0 が回転可能に設けられている。そしてカム 5 3 0 が回動することにより、従動節 (カムの運動が伝達される部材) であるホルダ 5 1 0 が変位し、このホルダ 5 1 0 の変位によってコントロールシャフト 3 4 0 が軸方向に移動する。

40

【 0 0 6 3 】

図 7 に示すように、上記カム 5 3 0 のカム面には、回転角度が増加するに伴って半径 (カムの回転中心からカム面での距離) が徐々に増大することによりコントロールシャフト 3 4 0 の変位量が線形に増加する区間 (図 7 に示す第 1 回転角度 R 1 ~ 第 2 回転角度 R 2、及び第 3 回転角度 R 3 ~ 第 4 回転角度 R 4 の区間) が設けられている。また、カム 5 3 0 のカム面には、半径が一定であってコントロールシャフト 3 4 0 の変位量が一定になる区間 (図 7 に示す第 2 回転角度 R 2 ~ 第 3 回転角度 R 3 の区間、第 4 回転角度 R 4 ~ 第 5 回転角度 R 5 の区間、及びローラ 5 4 0 がカム 5 3 0 の基準円 5 3 0 b に接触する第 1 回転角度 R 1 以前の区間) も設けられている。

【 0 0 6 4 】

50

より詳細には、カム530の回転角度が第1回転角度R1以前の区間では、コントロールシャフト340の変位量が「0」に維持される。また、カム530の回転角度が第2回転角度R2～第3回転角度R3の区間では、コントロールシャフト340の変位量が一定の値である「L1」に維持される。そして、カム530の回転角度が第4回転角度R4～第5回転角度R5の区間では、コントロールシャフト340の変位量は一定の値であって上記「L1」よりも大きい「L2」に維持される。なお、このようにしてコントロールシャフト340の変位量が一定になる区間を、以下、「保持領域」という。

【0065】

カム530のカム面は、上述したカムプロファイルを有しているため、カム530が1回転する間に、第2バンクBに設けられた吸気バルブ31の最大リフト量V_{LB}は、図8

10

【0066】

図8に示すように、第2モータ210Bの回転角度が大きくなるに伴って、カム530の回転角度も徐々に大きくなる。そして、ローラ540がカム530の基準円530bに接触した状態になる第1回転角度R1以前の区間では、コントロールシャフト340の変位量が「0」であり、このときの最大リフト量V_{LB}は、第1リフト量V_{LB1}に保持される。なお、この第1リフト量V_{LB1}は、最大リフト量V_{LB}の最小値である。そして、カムの回転角度が、第1回転角度R1から第2回転角度R2に変化する過程では、コントロールシャフト340の変位量が徐々に増大するため、最大リフト量V_{LB}は、第1リフト量V_{LB1}から徐々に大きくなっていく。

20

【0067】

カム530の回転角度が第2回転角度R2～第3回転角度R3の区間では、コントロールシャフト340の変位量が一定の「L1」に維持されるため、このときの最大リフト量V_{LB}は、第1リフト量V_{LB1}よりも大きい第2リフト量V_{LB2}に保持される。そして、カムの回転角度が、第3回転角度R3から第4回転角度R4に変化する過程では、コントロールシャフト340の変位量が徐々に増大するため、最大リフト量V_{LB}は、第2リフト量V_{LB2}から徐々に大きくなっていく。

【0068】

カム530の回転角度が第4回転角度R4～第5回転角度R5の区間では、コントロールシャフト340の変位量が上記「L1」よりも大きい「L2」に維持されるため、このときの最大リフト量V_{LB}は、第2リフト量V_{LB2}よりも大きい第3リフト量V_{LB3}に保持される。なお、この第3リフト量V_{LB3}は、最大リフト量V_{LB}の最大値である。

30

【0069】

ここで、上記可変機構部300の出力部320には、バルブスプリング24からの反力が作用するため、入力アーム311と出力アーム321との相対位相差を小さくしようとする力がかかる。従って、スライダギヤ350やコントロールシャフト340には、第2バンクBに設けられた吸気バルブ31の最大リフト量V_{LB}が小さくなる方向(図6に示す矢印L0方向)に軸力が作用する。この軸力が、カム530において、コントロールシャフト340の変位量を変化させる区間のカム面に作用すると、軸力の分力がカム面の接線方向に作用し、これによりカム530には回転モーメントが発生する。そのため、コントロールシャフト340の変位量が増大する区間で最大リフト量V_{LB}を保持しようとする、上記回転モーメントに抗する力を第2モータ210Bから発生させる必要がある。

40

【0070】

他方、カム530において上述した保持領域のカム面に上記軸力が作用するとき、つまり半径が一定であってコントロールシャフト340の変位量が一定になる区間のカム面に上記軸力が作用するときには、その軸力の分力であってカム面の接線方向に作用する力の発生が抑えられる。そのため、軸力起因した上記回転モーメントの発生が抑制される。従って、コントロールシャフト340の変位量が一定になる区間での最大リフト量V_{LB}

50

を保持する場合には、第2モータ210Bに供給する保持電流を低減することができる。また、カム530の回転角度が、上記保持領域の範囲内に収まっていれば、最大リフト量VLBを一定値に保持することができるため、バルブ特性を無段階に変更可能な無段可変動弁装置600Aとは異なり、バルブ特性を一定値に保持する際のモータ制御として、高精度な位相制御を必要としない。

【0071】

そこで、多段可変動弁装置600Bでは、第2バンクBに設けられた吸気バルブ31の最大リフト量VLBとして、上述した第1リフト量VLB1、第2リフト量VLB2、及び第3リフト量VLB3のいずれかを機関運転状態に応じて選択する。そして、選択された最大リフト量を保持することにより、第2バンクBに設けられた吸気バルブ31の最大リフト量VLBを3段階に変更するようにしている。つまり、機関用制御装置100は、第2バンクBに設けられた吸気バルブ31の目標バルブ特性として、第1リフト量VLB1、第2リフト量VLB2、及び第3リフト量VLB3のうちのいずれかを機関運転状態に応じて選択する。

10

【0072】

ところで、バルブ特性を多段階に変更する多段可変動弁装置600Bでは、保持されるバルブ特性が階段状に変化する。そのため、バルブ特性を無段階に変更する無段可変動弁装置600Aと異なり、保持されるバルブ特性の値を微調整することができない。従って、一对のバンク間（第1バンクA及び第2バンクB）において吸入空気量に差が生じている場合、多段可変動弁装置600Bでは、そうしたバンク間での吸入空気量の差をバルブ特性の微調整を通じて抑えることができない。

20

【0073】

他方、無段可変動弁装置600Aは、バルブ特性を無段階に変更することが可能なため、バルブ特性を細かく調整することができる。そこで、本実施形態は、一对のバンク間において吸入空気量に差が生じている場合、第2バンクBの吸入空気量を基準にして、無段可変動弁装置600Aにて変更されるバルブ特性を調整することにより第1バンクAの吸入空気量を調整し、これにより一对のバンク間における吸入空気量の差を抑えるようにしている。

【0074】

次に、一对のバンク間における吸入空気量の差を抑えるための処理（以下、この処理をバンク間補正という）について説明する。

30

【0075】

図9に示すように、内燃機関では、一般に吸気通路内の吸気圧と吸入空気量との間に相関があり、吸入空気量が多いときほど吸気圧（絶対圧）は高くなる。なお、図9の実線Lsには、吸気バルブにデポジットなどが付着しておらず、吸気バルブのバルブ特性の現状値に対応した吸入空気量が得られるときの吸気圧と吸入空気量との関係を示す。

【0076】

ここで、吸気バルブのバルブ特性の現状値に対応した吸入空気量に対し、実際の吸入空気量が少ない場合（例えば吸気バルブにデポジットなどが付着することにより、デポジットが付着していない場合の吸入空気量に対して、実際の吸入空気量が少なくなる場合など）には、一点鎖線Laにて示すように、実際の吸気圧は、実線Lsの相関関係から推定される吸気圧PMsより高くなる傾向がある。

40

【0077】

一方、吸気バルブのバルブ特性の現状値に対応した吸入空気量に対し、実際の吸入空気量が多い場合（例えば吸気バルブの目標バルブ特性と実際のバルブ特性とがずれており、目標バルブ特性に対応した吸入空気量よりも実際の吸入空気量が多くなっている場合など）には、二点鎖線Lbにて示すように、実際の吸気圧は、実線Lsの相関関係から推定される吸気圧PMsより低くなる傾向がある。

【0078】

このように吸気バルブにデポジットなどが付着していないときの吸入空気量に対応する

50

吸気圧を推定吸気圧 $P M s$ として算出する。そして、この実際の吸気圧 $P M r$ が推定吸気圧 $P M s$ よりも高いときには、それらの圧力差の分だけ吸入空気量が不足している。逆に実際の吸気圧 $P M r$ が推定吸気圧 $P M s$ よりも低いときには、それらの圧力差の分だけ吸入空気量は過剰になっている。従って、実際の吸気圧 $P M r$ と推定吸気圧 $P M s$ との差を求めることで、吸気バルブのバルブ特性の現状値に対応した吸入空気量と実際の吸入空気量との差を算出することができ、これら吸入空気量の差を補うようにバルブ特性を調整することにより、そうした吸入空気量の差を少なくすることができる。

【 0 0 7 9 】

機関用制御装置 1 0 0 は、こうした吸気圧と吸入空気量との間の相関関係を利用して第 1 バンク A に設けられた吸気バルブ 3 1 の目標リフト量 $V L A p$ を算出することにより、

10

バンク間補正を行う。

【 0 0 8 0 】

図 1 0 に、第 1 バンク A に設けられた吸気バルブ 3 1 の目標リフト量 $V L A p$ を算出する処理を示す。なお、この処理は、調整部としての機関用制御装置 1 0 0 によって所定周期毎に繰り返し実行される。

【 0 0 8 1 】

まずはじめに、機関用制御装置 1 0 0 は、第 2 バンク B に設けられた吸気バルブ 3 1 の目標リフト量 $V L B p$ を読み込む (S 1 0 0)。そして、機関用制御装置 1 0 0 は、リフト補正量 H を読み込む (S 1 1 0)。リフト補正量 H は、第 2 バンク B の吸入空気量と第 1 バンク A の吸入空気量との差を抑えるための補正量、つまり気筒間補正を行うための補

20

正量であり、このリフト補正量 H の算出処理は後述する。

【 0 0 8 2 】

次に、機関用制御装置 1 0 0 は、第 2 バンク B に設けられた吸気バルブ 3 1 の目標リフト量 $V L B p$ にリフト補正量 H を加算した値を、第 1 バンク A に設けられた吸気バルブ 3 1 の目標リフト量 $V L A p$ として算出し (S 1 2 0)、本処理を一旦終了する。

【 0 0 8 3 】

次に、リフト補正量 H の算出処理を説明する。この処理も、機関用制御装置 1 0 0 によって所定周期毎に繰り返し実行される。

【 0 0 8 4 】

図 1 1 に示すように、機関用制御装置 1 0 0 は、まずはじめに、第 2 バンク B の吸入空気量 $G A B$ に基づいて、先の図 9 にて説明した推定吸気圧 $P M s$ を算出する (S 2 0 0)。なお、上述したように、先の図 9 に実線 $L s$ で示した吸入空気量と吸気圧の関係は、機関回転速度やバルブ特性に応じて変化する。そこで、ステップ S 2 0 0 でも、より精度の高い推定吸気圧 $P M s$ を算出するために、機関用制御装置 1 0 0 は、第 2 バンク B の吸入空気量 $G A B$ 、機関回転速度 $N E$ 、及び第 2 バンク B の吸気バルブ 3 1 の最大リフト量 $L V B$ の現状値に基づいて推定吸気圧 $P M s$ を算出する。ちなみに、第 2 バンク B の吸入空気量 $G A B$ は、適宜の方法で求めることができる。例えば第 2 バンク B を構成する気筒が吸気行程になっているときのエアフロメータ 1 1 3 の検出信号に基づき、第 2 バンク B の吸入空気量 $G A B$ を求めることができる。

30

【 0 0 8 5 】

次に、機関用制御装置 1 0 0 は、第 2 バンク B の吸気圧 $P M r B$ から推定吸気圧 $P M s$ を減算して圧力差 $P M$ を算出する (S 2 1 0)。吸気圧 $P M r B$ が推定吸気圧 $P M s$ よりも高いとき、つまり吸気バルブ 3 1 のバルブ特性の現状値に対応した吸入空気量に対し、実際の吸入空気量が少ないときには、圧力差 $P M$ の値は正の値になる。一方、吸気圧 $P M r B$ が推定吸気圧 $P M s$ よりも低いとき、つまり吸気バルブ 3 1 のバルブ特性の現状値に対応した吸入空気量に対し、実際の吸入空気量が多いときには、圧力差 $P M$ の値は負の値になる。ちなみに、吸気圧 $P M r B$ は、適宜の方法で求めることができる。例えば第 2 バンク B を構成する気筒が吸気行程になっているときの圧力センサ 1 1 5 の検出信号に基づいて吸気圧 $P M r B$ を求めることができる。

40

【 0 0 8 6 】

50

次に、機関用制御装置 100 は、圧力差 PM が許容上限値 $S1$ 以上であるか、または圧力差 PM が許容下限値 $S2$ 以下であることを判定する ($S220$)。この許容上限値 $S1$ は正の値であって、圧力差 PM が許容上限値 $S1$ 以上に大きくなっていることに基づいて、第 2 バンク B に設けられた吸気バルブ 31 のバルブ特性の現状値に対応した吸入空気量に対し、第 2 バンク B の実際の吸入空気量が許容できない程度に少なくなっていることを的確に判定することができるように、その値の大きさは設定されている。また、許容下限値 $S2$ は負の値であって、圧力差 PM が許容下限値 $S2$ 以下に小さくなっていることに基づいて、第 2 バンク B に設けられた吸気バルブ 31 のバルブ特性の現状値に対応した吸入空気量に対し、第 2 バンク B の実際の吸入空気量が許容できない程度に多くなっていることを的確に判定することができるように、その値の大きさは設定されている。

10

【0087】

ここで、第 2 バンク B に設けられた吸気バルブ 31 のバルブ特性の現状値に対応した吸入空気量と第 2 バンク B の実際の吸入空気量との間で差が生じているときには、こうした吸入空気量の差に起因して、第 2 バンク B 及び第 1 バンク A のバンク間では吸入空気量に差が生じる。

【0088】

第 2 バンク B に設けられた多段可変動弁装置 600 B では、吸気バルブ 31 において保持可能なバルブ特性を細かく調整することができないため、第 2 バンク B における上記吸入空気量の差を、第 2 バンク B に設けられた吸気バルブ 31 のバルブ特性の調整を通じて抑えることができない。一方、第 1 バンク A に設けられた無段可変動弁装置 600 A では、吸気バルブ 31 のバルブ特性を細かく調整することが可能である。そこで、第 2 バンク B の吸入空気量を基準にして、この基準とした第 2 バンク B の吸入空気量と第 1 バンク A の吸入空気量との差が小さくなるように、第 1 バンク A に設けられた吸気バルブ 31 のバルブ特性を調整することにより、気筒間補正を行うようにしている。

20

【0089】

ステップ $S220$ において、圧力差 PM が許容上限値 $S1$ 以上のとき、または圧力差 PM が許容下限値 $S2$ 以下であるときには ($220: YES$)、気筒間補正を行うために、圧力差 PM に基づいてリフト補正量 H を算出し ($S230$)、本処理を一旦終了する。図 12 にリフト補正量 H の設定態様を示す。

【0090】

図 12 に示すように、圧力差 PM の値が正の値であり、第 2 バンク B に設けられた吸気バルブ 31 のバルブ特性の現状値に対応した吸入空気量に対し、第 2 バンク B の実際の吸入空気量が少なくなっているときには、圧力差 PM の絶対値が大きいつきほど、リフト補正量 H の値は負の値であってその絶対値が大きくなるように設定される。このようにしてリフト補正量 H が負の値に設定されると、上記ステップ $S120$ での処理を通じて、第 1 バンク A に設けられた吸気バルブ 31 の目標リフト量 $VLAp$ は小さくなる。そのため、第 1 バンク A の実際の吸入空気量は、リフト補正量 H に応じて減少する。これにより、第 2 バンク B に設けられた吸気バルブ 31 のバルブ特性の現状値に対応した吸入空気量に対して、第 2 バンク B の実際の吸入空気量が少なくなっている状態に合わせて、第 1 バンク A の実際の吸入空気量も少なくなるため、第 2 バンク B 及び第 1 バンク A のバンク間における吸入空気量の差が抑えられるようになる。なお、こうしたバルブ特性の変更による吸入空気量の減少は、スロットルバルブ 33 の開度を増大補正して吸入空気量を増やすことにより相殺することが可能である。

30

40

【0091】

一方、圧力差 PM の値が負の値であり、第 2 バンク B に設けられた吸気バルブ 31 のバルブ特性の現状値に対応した吸入空気量に対し、第 2 バンク B の実際の吸入空気量が多くなっているときには、圧力差 PM の絶対値が大きいつきほど、リフト補正量 H の値は正の値であってその絶対値が大きくなるように設定される。このようにしてリフト補正量 H が正の値に設定されると、上記ステップ $S120$ での処理を通じて、第 1 バンク A に設けられた吸気バルブ 31 の目標リフト量 $VLAp$ は大きくなる。そのため、第 1 バンク A

50

の実際の吸入空気量は、リフト補正量Hに応じて増加する。これにより、第2バンクBに設けられた吸気バルブ31のバルブ特性の現状値に対応した吸入空気量に対して、第2バンクBの実際の吸入空気量が多くなっている状態に合わせて、第1バンクAの実際の吸入空気量も多くなるため、第2バンクB及び第1バンクAのバンク間における吸入空気量の差が抑えられるようになる。なお、こうしたバルブ特性の変更による吸入空気量の増加は、スロットルバルブ33の開度を減少補正して吸入空気量を減らすことにより相殺することが可能である。

【0092】

次に、本実施形態の作用を説明する。

【0093】

無段可変動弁装置600Aは、吸気バルブ31のバルブ特性を無段階に変更することができるため、そのバルブ特性を細かく調整することが可能である。そこで、内燃機関1では、一对のバンクのうちの第2バンクBには、バルブ特性を多段階に変更する多段可変動弁装置600Bを備える一方、一对のバンクのうちの第1バンクAには、バルブ特性を無段階に変更する無段可変動弁装置600Aを備えるようにしている。従って、一对のバンク間において吸入空気量に差が生じた場合、第2バンクBの吸入空気量を基準にして、無段可変動弁装置600Aにて変更されるバルブ特性を調整することにより第1バンクAの吸入空気量を調整することが可能になる。

【0094】

そこで本実施形態では、第1バンクA及び第2バンクBのバンク間において吸入空気量に差が生じている場合、第2バンクBの吸入空気量を基準にして第1バンクAの吸入空気量を調整している。従って、2つのバンクを有する内燃機関に多段可変動弁装置600Bを設ける場合でも、一对のバンク間における吸入空気量の差を抑えることができるようになる。

【0095】

また、第2バンクBの実際の吸入空気量GAB等に基づいて推定吸気圧PMsを算出している。この推定吸気圧PMsと第2バンクBの実際の吸気圧である吸気圧PMrBとの差(圧力差PM)は、第2バンクBに設けられた吸気バルブ31のバルブ特性に対応して本来得られるはずの吸入空気量と実際の吸入空気量との差を示す値であり、さらには一对のバンク間における吸入空気量の差を示す値となる。そこで、こうした推定吸気圧PMsと吸気圧PMrBとの差である圧力差PMに基づいてリフト補正量Hを算出し、このリフト補正量Hによって、第1バンクAに設けられた吸気バルブ31の最大リフト量を調整している。このようにして第1バンクAに設けられた吸気バルブ31の最大リフト量が調整されることにより、第1バンクAの吸入空気量は、第2バンクBの吸入空気量に近づくようになる。従って、一对のバンク間における吸入空気量の差が抑えられるようになる。

【0096】

なお、バルブ特性の現状値に対応した吸入空気量に対し、実際の吸入空気量が少なくなる場合(例えば吸気バルブ31にデポジットなどが付着することにより、デポジットが付着していない場合と比較して吸入空気量が少なくなる場合など)には、実際の吸気圧が上記推定吸気圧PMsより高くなる傾向がある。

【0097】

そこで、推定吸気圧PMsから吸気圧PMrBを減じた圧力差PMの値が正の値であって絶対値が大きいときほど、第1バンクAの吸入空気量が少なくなるように、第1バンクAに設けられた吸気バルブ31の最大リフト量を調整している。そのため、圧力差PMの値が大きいほど、つまり第2バンクBの実際の吸入空気量が、第2バンクBに設けられた吸気バルブ31の最大リフト量に対応して本来得られるはずの吸入空気量に対して少ないときほど、第1バンクAの吸入空気量も少なくなるように、第1バンクAに設けられた吸気バルブ31の最大リフト量が調整される。従って、一对のバンク間における吸入空気量の差が適切に抑えられる。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 8 】

以上説明したように、本実施形態によれば、次の効果を得ることができる。

【 0 0 9 9 】

(1) 一对のバンクのうちの第 1 バンク A には、吸気バルブのバルブ特性を無段階に変更する無段可変動弁装置 6 0 0 A を備え、一对のバンクのうちの第 2 バンク B には、予め決められた複数のバルブ特性の中からいずれかのバルブ特性を選択することによりバルブ特性を多段階に変更する多段可変動弁装置 6 0 0 B を備えるようにしている。従って、2 つのバンクを有する内燃機関 1 に多段可変動弁装置 6 0 0 B を設ける場合でも、一对のバンク間における吸入空気量の差を抑えることが可能になる。

【 0 1 0 0 】

(2) 第 2 バンク B の吸入空気量を基準にして、無段可変動弁装置 6 0 0 A にて変更される吸気バルブ 3 1 のバルブ特性を調整することにより、第 1 バンク A の吸入空気量を調整するようにしている。従って、2 つのバンクを有する内燃機関 1 に多段可変動弁装置 6 0 0 B を設ける場合でも、一对のバンク間における吸入空気量の差が抑えられる。

【 0 1 0 1 】

(3) 第 2 バンク B の実際の吸入空気量 G_{AB} に基づいて推定吸気圧 P_{Ms} 算出し、第 2 バンク B の実際の吸気圧 P_{MrB} と推定吸気圧 P_{Ms} との差 (圧力差 PM) に基づき、第 1 バンク A に設けられた吸気バルブ 3 1 のバルブ特性を調整するようにしている。従って、第 1 バンク A の吸入空気量は、第 2 バンク B の吸入空気量に近づくようになり、一对のバンク間における吸入空気量の差が抑えられるようになる。

【 0 1 0 2 】

(4) 推定吸気圧 P_{Ms} から第 2 バンク B の実際の吸気圧 P_{MrB} を減じた値である圧力差 PM が大きいときほど、第 1 バンク A の吸入空気量が少なくなるように、第 1 バンク A に設けられた吸気バルブ 3 1 のバルブ特性を調整するようにしている。従って、一对のバンク間における吸入空気量の差を適切に抑えることができるようになる。

【 0 1 0 3 】

なお、上記実施形態は、以下のように変更して実施することもできる。

【 0 1 0 4 】

・上記可変機構部 3 0 0 によるバルブ特性の変更では、吸気バルブ 3 1 の最大リフト量 V_L と開弁期間 $INCAM$ とが同期して変化する。従って、上記実施形態では、気筒間補正を行うために最大リフト量 V_L を調整するようにしたが、同様の態様にて開弁期間 $INCAM$ を調整するようにしてもよい。

【 0 1 0 5 】

・吸気圧と吸入空気量との相関関係を利用して気筒間補正を行うようにしたが、他の態様で気筒間補正を行うようにしてもよい。つまり、一对のバンク間における吸入空気量の差を把握し、その差が小さくなるように、無段可変動弁装置 6 0 0 A が設けられた吸気バルブのバルブ特性を変更することにより、複数のバンクを有する内燃機関に多段可変動弁装置を設ける場合でも、一对のバンク間における吸入空気量の差を抑えることができるようになる。

【 0 1 0 6 】

・多段可変動弁装置 6 0 0 B によって変更される吸気バルブ 3 1 の最大リフト量は、3 段階であった。この他、吸気バルブ 3 1 の最大リフト量を 2 段階に変更したり、4 段階以上に変更する多段可変動弁装置でもよい。

【 0 1 0 7 】

・上記カム 5 3 0 の形状は一例であり、コントロールシャフト 3 4 0 を軸方向に移動させることが可能なカムであれば、他の形状でもよい。

【 0 1 0 8 】

・無段可変動弁装置 6 0 0 A の構造は一例であり、他の構造でバルブ特性を無段階に変更する可変動弁装置であってもよい。

【 0 1 0 9 】

10

20

30

40

50

・多段可変動弁装置 600B の構造は一例であり、他の構造でバルブ特性を段階的に変更する可変動弁装置であってもよい。例えば、直動式の動弁系を備える場合には、カムによって作動するバルブリフタの作動量を多段階に変更する可変動弁装置を設けることにより、バルブ特性を段階的に変更することができる。また、ロッカアーム式の動弁系を備える場合には、ロッカアームを支持するラッシュアジャスタの沈み込み量を多段階に変更する可変動弁装置を設けることにより、バルブ特性を段階的に変更することができる。また、ロッカアーム式の動弁系を備える場合において、ロッカアームの形状を多段階に変化させる可変動弁装置を設けることにより、バルブ特性を段階的に変更することができる。

【0110】

・上記可変機構部 300 は、吸気バルブ 31 の最大リフト量及び開弁期間を変更可能な機構であった。この他、最大リフト量のみを変更可能な機構、あるいは開弁期間のみを変更可能な機構であっても、本発明は同様に適用することができる。また、最大リフト量や開弁期間とは異なるバルブ特性（例えば開弁時期や閉弁時期など）を変更する可変機構部でもよい。

【0111】

・内燃機関 1 は、2 つのバンクを備える機関であったが、3 つ以上のバンクを有する内燃機関でもよい。このように 3 つ以上のバンクを有する内燃機関であっても、一对のバンクに対して多段可変動弁装置と無段可変動弁装置とをそれぞれ設けることにより、上記実施形態に準じた作用及び効果を得ることができる。

【0112】

また、3 つ以上のバンクのうちの 1 つのバンクに多段可変動弁装置を設け、他のバンクに無段可変動弁装置を設ける。そして、多段可変動弁装置が設けられた 1 つのバンクの吸入空気量を基準にして、無段可変動弁装置が設けられたバンクのうちの 1 つのバンクの吸入空気量を調整する。そしてこうした吸入空気量の調整を、無段可変動弁装置が設けられたバンク毎に行うことにより、3 つ以上のバンクを有する内燃機関であっても、上述した気筒間補正を行うことができる。

【符号の説明】

【0113】

1 ... 内燃機関、10 ... シリンダブロック、11 ... シリンダ、12 ... ピストン、13 ... 燃焼室、20 ... シリンダヘッド、21 ... 吸気ポート、22 ... 排気ポート、24 ... バルブスプリング、25 ... ラッシュアジャスタ、26 ... ロッカアーム、26a ... ローラ、30 ... 吸気通路、31 ... 吸気バルブ、32 ... 吸気カムシャフト、32a ... 吸気カム、33 ... スロットルバルブ、34 ... サージタンク、40 ... 排気通路、40A ... 第1排気通路、40B ... 第2排気通路、41 ... 排気バルブ、42 ... 排気カムシャフト、42a ... 排気カム、43A ... 第1触媒、43B ... 第2触媒、50 ... スプリング、60 ... 噴射弁、100 ... 機関用制御装置、111 ... アクセル操作量センサ、112 ... スロットルセンサ、113 ... エアフロメータ、114 ... クランク角センサ、115 ... 圧力センサ、116A ... 第1空燃比センサ、116B ... 第2空燃比センサ、150 ... モータ用制御装置、150A ... 第1モータ用制御装置、150B ... 第2モータ用制御装置、210A ... 第1モータ、210B ... 第2モータ、220 ... 減速機構、300 ... 可変機構部、310 ... 入力部、311 ... 入力アーム、311a ... ローラ、312 ... ヘリカルスプライン、313 ... 突起、314 ... ハウジング、320 ... 出力部、321 ... 出力アーム、322 ... ヘリカルスプライン、323 ... ハウジング、330 ... 支持パイプ、340 ... コントロールシャフト、350 ... スライダギヤ、351 ... ヘリカルスプライン、352 ... ヘリカルスプライン、400 ... 連結部材、500 ... 変換機構、510 ... ホルダ、511 ... 接続軸、520 ... ガイド、530 ... カム、530b ... 基準円、540 ... ローラ、600A ... 無段可変動弁装置、600B ... 多段可変動弁装置、700 ... 変換機構、710 ... 出力軸。

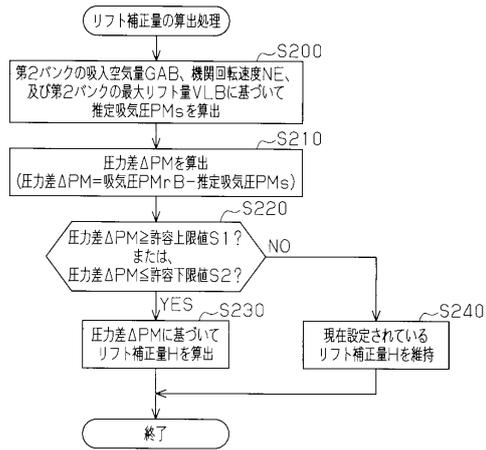
10

20

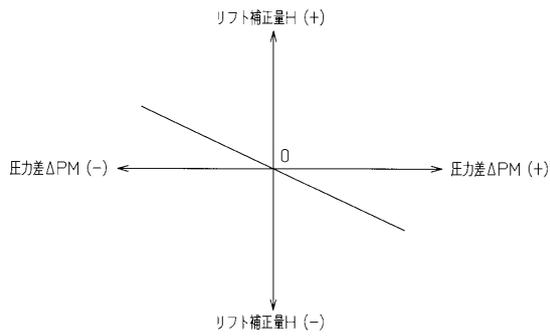
30

40

【図11】



【図12】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2004-339951(JP,A)
特開2003-161127(JP,A)
特開2006-46080(JP,A)
特開2002-106312(JP,A)
特開2004-301101(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01L 13/00
F01L 1/356