

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5196069号
(P5196069)

(45) 発行日 平成25年5月15日(2013.5.15)

(24) 登録日 平成25年2月15日(2013.2.15)

(51) Int.Cl. F I
FO2D 13/02 (2006.01) FO2D 13/02 G
 FO2D 13/02 D

請求項の数 24 (全 26 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2012-506694 (P2012-506694) (86) (22) 出願日 平成22年3月23日 (2010.3.23) (86) 国際出願番号 PCT/JP2010/054985 (87) 国際公開番号 W02011/117972 (87) 国際公開日 平成23年9月29日 (2011.9.29) 審査請求日 平成24年2月6日 (2012.2.6)</p>	<p>(73) 特許権者 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 岩谷 一樹 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 審査官 米澤 篤</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】

吸気弁の作用角を可変とする作用角可変機構と、
 前記吸気弁の作用角に関する作用角指令値に基づき、前記作用角可変機構を制御する作用角制御手段と、

内燃機関の吸入空気量を取得する空気量取得手段と、
 少なくとも2点の前記作用角指令値のそれぞれに基づく前記吸気弁の作用角の制御時の吸入空気量の取得値に基づいて、前記作用角指令値の変化に伴って吸入空気量が最大値を示す最大作用角指令値を推定する推定手段と、

前記推定手段により推定された前記最大作用角指令値を基準値と比較することにより、前記吸気弁のバルブタイミングのずれを補正する補正手段と、
 を備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

10

【請求項2】

前記内燃機関は、
 前記吸気弁を駆動する吸気カムの回転位相をクランクシャフトの回転位相に対して可変とする位相可変機構と、

前記吸気カムの回転位相に関する位相指令値に基づき、前記位相可変機構を制御する位相制御手段と、を更に備え、

前記位相制御手段は、前記推定手段による前記最大作用角指令値の推定開始時に、前記吸気カムの回転位相が固定値となるように前記位相可変機構を制御する位相固定制御手段

20

を含むことを特徴とする請求項 1 記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 3】

前記固定値は、前記推定手段による前記最大作用角指令値の推定を開始する際の運転条件における値よりも吸入空気量が大きくなるように、前記吸気カムの回転位相が調整された値であることを特徴とする請求項 2 記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 4】

前記少なくとも 2 点の前記作用角指令値は、吸入空気量が最大値を示すと判断される作用角指令値を挟んだ 2 点の作用角指令値を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 5】

前記推定手段は、吸入空気量が最大値を示すと判断される前記作用角指令値を挟んだ前記 2 点の作用角指令値から等距離にある中間値を、前記最大作用角指令値として算出する最大指令値算出手段を含むことを特徴とする請求項 4 記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 6】

前記推定手段は、前記最大作用角指令値の推定開始時に、先ず前記内燃機関の実圧縮比が高くなる方向に前記作用角指令値を変化させる指令値変更手段を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れか 1 項記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 7】

前記推定手段は、前記最大作用角指令値の推定時に、吸入空気量が所定の下限值以下にならないように前記作用角指令値の変化を規制する指令値変化規制手段を含むことを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れか 1 項記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 8】

前記内燃機関の制御装置は、

前記推定手段による前記最大作用角指令値の推定後に、少なくとも 2 点の位相指令値のそれぞれに基づき前記吸気カムの回転位相の制御時の吸入空気量の取得値に基づいて、前記位相指令値の変化に伴って吸入空気量が最大値を示す最大位相指令値を推定する第 2 推定手段と、

前記第 2 推定手段により推定された前記最大位相指令値を第 2 基準値と比較することにより、前記吸気弁のバルブタイミングのずれを補正する第 2 補正手段と、を更に備え、

前記作用角制御手段は、前記第 2 推定手段による前記最大位相指令値の推定開始時に、前記吸気弁の作用角が固定値となるように前記作用角可変機構を制御する作用角固定制御手段を含むことを特徴とする請求項 2 乃至 7 の何れか 1 項記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 9】

前記推定手段による前記最大作用角指令値の推定時の前記作用角指令値の変化に伴って前記内燃機関のトルクが変化しないように、燃料噴射量を調整する噴射量調整手段を更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至 8 の何れか 1 項記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 10】

前記第 2 推定手段による前記位相指令値の推定時の前記位相指令値の変化に伴って前記内燃機関のトルクが変化しないように、燃料噴射量を調整する第 2 噴射量調整手段を更に備えることを特徴とする請求項 8 記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 11】

前記推定手段は、前記内燃機関の定常運転時に、前記最大作用角指令値の推定を実行することを特徴とする請求項 1 乃至 10 の何れか 1 項記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 12】

前記第 2 推定手段は、前記内燃機関の定常運転時に、前記位相指令値の推定を実行することを特徴とする請求項 8 記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 13】

吸気弁を駆動する吸気カムの回転位相をクランクシャフトの回転位相に対して可変とする位相可変機構と、

前記吸気カムの回転位相に関する位相指令値に基づき、前記位相可変機構を制御する位

10

20

30

40

50

相制御手段と、

内燃機関の吸入空気量を取得する空気量取得手段と、

少なくとも2点の前記位相指令値のそれぞれに基づく前記吸気カムの回転位相の制御時の吸入空気量の取得値に基づいて、前記位相指令値の変化に伴って吸入空気量が最大値を示す最大位相指令値を推定する推定手段と、

前記推定手段により推定された前記最大位相指令値を基準値と比較することにより、前記吸気弁のバルブタイミングのずれを補正する補正手段と、

を備えることを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項14】

前記内燃機関は、

前記吸気弁の作用角を可変とする作用角可変機構と、

前記吸気弁の作用角に関する作用角指令値に基づき、前記作用角可変機構を制御する作用角制御手段と、を更に備え、

前記作用角制御手段は、前記推定手段による前記最大位相指令値の推定開始時に、前記吸気弁の作用角が固定値となるように前記作用角可変機構を制御する作用角固定制御手段を含むことを特徴とする請求項13記載の内燃機関の制御装置。

【請求項15】

前記固定値は、前記推定手段による前記最大位相指令値の推定を開始する際の運転条件における値よりも吸入空気量が大きくなるように、前記吸気弁の作用角が調整された値であることを特徴とする請求項14記載の内燃機関の制御装置。

【請求項16】

前記少なくとも2点の前記位相指令値は、吸入空気量が最大値を示すと判断される位相指令値を挟んだ2点の位相指令値を含むことを特徴とする請求項13乃至15の何れか1項記載の内燃機関の制御装置。

【請求項17】

前記推定手段は、吸入空気量が最大値を示すと判断される位相指令値を挟んだ前記2点の位相指令値から等距離にある中間値を、前記最大位相指令値として算出する最大指令値算出手段を含むことを特徴とする請求項16記載の内燃機関の制御装置。

【請求項18】

前記推定手段は、前記最大位相指令値の推定開始時に、先ず吸入空気量が高くなる方向に前記位相指令値を変化させる指令値変更手段を含むことを特徴とする請求項13乃至17の何れか1項記載の内燃機関の制御装置。

【請求項19】

前記推定手段は、前記最大位相指令値の推定時に、吸入空気量が所定の下限值以下にならないように前記位相指令値の変化を規制する指令値変化規制手段を含むことを特徴とする請求項13乃至18の何れか1項記載の内燃機関の制御装置。

【請求項20】

前記内燃機関の制御装置は、

前記推定手段による前記最大位相指令値の推定後に、少なくとも2点の作用角指令値のそれぞれに基づく前記吸気弁の作用角の制御時の吸入空気量の取得値に基づいて、前記作用角指令値の変化に伴って吸入空気量が最大値を示す最大作用角指令値を推定する第2推定手段と、

前記第2推定手段により推定された前記最大作用角指令値を第2基準値と比較することにより、前記吸気弁のバルブタイミングのずれを補正する第2補正手段と、を更に備え

前記位相制御手段は、前記第2推定手段による前記最大作用角指令値の推定開始時に、前記吸気カムの回転位相が固定値となるように前記位相可変機構を制御する位相固定制御手段を含むことを特徴とする請求項14乃至19の何れか1項記載の内燃機関の制御装置。

【請求項21】

前記推定手段による前記最大位相指令値の推定時の前記位相指令値の変化に伴って前記

10

20

30

40

50

内燃機関のトルクが変化しないように、燃料噴射量を調整する噴射量調整手段を更に備えることを特徴とする請求項 13 乃至 20 の何れか 1 項記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 22】

前記第 2 推定手段による最大作用角指令値の推定時の前記作用角指令値の変化に伴って前記内燃機関のトルクが変化しないように、燃料噴射量を調整する第 2 噴射量調整手段を更に備えることを特徴とする請求項 20 記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 23】

前記推定手段は、前記内燃機関の定常運転時に、前記最大位相指令値の推定を実行することを特徴とする請求項 13 乃至 22 の何れか 1 項記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 24】

前記第 2 推定手段は、前記内燃機関の定常運転時に、前記最大作用角指令値の推定を実行することを特徴とする請求項 20 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】

この発明は、内燃機関の制御装置に係り、特に、作用角可変機構および位相可変機構のうちの少なくとも一方を有する可変動弁機構を備える内燃機関の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、例えば特許文献 1 には、吸気弁のリフト特性を可変とする可変リフト機構と、吸気弁の作動角の中心位相を進角または遅角して吸気弁の開閉タイミングを可変とする可変バルブタイミング機構とを備えるガソリンエンジンが開示されている。この従来ガソリンエンジンでは、吸気弁のリフト特性の調整による吸入空気量制御の誤差（吸入空気量設計値と、エアフローメータによる吸入空気量検出値との誤差）を学習するようにしている。

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】

【0003】

【特許文献 1】日本特開 2009 - 085136 号公報

【特許文献 2】日本特開 2009 - 203829 号公報

【特許文献 3】日本特開 2006 - 132327 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記特許文献 1 に記載の従来学習手法は、吸入空気量の調整によりトルクが制御されるガソリンエンジンでの使用を前提としている。このため、この従来技術では、吸気弁のバルブタイミングの補正というよりも、リフト特性の調整に応じて変化する吸入空気量が狙い値となるように合わせることを重視した補正を行うようにしている。

【0005】

ところで、ディーゼルエンジンなどの圧縮着火式内燃機関において、吸気弁の作用角を可変とする作用角可変機構、および、吸気カムの回転位相をクランクシャフトの回転位相に対して可変とする位相可変機構のうちの少なくとも一方が用いられる場合がある。その場合、これらの可変動弁機構により制御されるバルブタイミング（特に閉じ時期）が基準値（設計値）からずれると、実圧縮比のずれが生じ得る。その結果、内燃機関のドライバビリティや排気エミッションに悪影響が生じるおそれがある。

【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、作用角可変機構或いは位相可変機構による吸気弁のバルブタイミングのずれを精度良く補正することのできる

10

20

30

40

50

内燃機関の制御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、内燃機関の制御装置であって、
吸気弁の作用角を可変とする作用角可変機構と、
前記吸気弁の作用角に関する作用角指令値に基づき、前記作用角可変機構を制御する作用角制御手段と、

内燃機関の吸入空気量を取得する空気量取得手段と、
少なくとも2点の前記作用角指令値のそれぞれに基づく前記吸気弁の作用角の制御時の吸入空気量の取得値に基づいて、前記作用角指令値の変化に伴って吸入空気量が最大値を示す最大作用角指令値を推定する推定手段と、

前記推定手段により推定された前記最大作用角指令値を基準値と比較することにより、前記吸気弁のバルブタイミングのずれを補正する補正手段と、
を備え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、
前記内燃機関は、
前記吸気弁を駆動する吸気カムの回転位相をクランクシャフトの回転位相に対して可変とする位相可変機構と、

前記吸気カムの回転位相に関する位相指令値に基づき、前記位相可変機構を制御する位相制御手段と、を更に備え、

前記位相制御手段は、前記推定手段による前記最大作用角指令値の推定開始時に、前記吸気カムの回転位相が固定値となるように前記位相可変機構を制御する位相固定制御手段を含むことを特徴とする。

【0009】

また、第3の発明は、第2の発明において、
前記固定値は、前記推定手段による前記最大作用角指令値の推定を開始する際の運転条件における値よりも吸入空気量が大きくなるように、前記吸気カムの回転位相が調整された値であることを特徴とする。

【0010】

また、第4の発明は、第1乃至第3の発明の何れかにおいて、
前記少なくとも2点の前記作用角指令値は、吸入空気量が最大値を示すと判断される作用角指令値を挟んだ2点の作用角指令値を含むことを特徴とする。

【0011】

また、第5の発明は、第4の発明において、
前記推定手段は、吸入空気量が最大値を示すと判断される前記作用角指令値を挟んだ前記2点の作用角指令値から等距離にある中間値を、前記最大作用角指令値として算出する最大指令値算出手段を含むことを特徴とする。

【0012】

また、第6の発明は、第1乃至第5の発明の何れかにおいて、
前記推定手段は、前記最大作用角指令値の推定開始時に、先ず前記内燃機関の実圧縮比が高くなる方向に前記作用角指令値を変化させる指令値変更手段を含むことを特徴とする。

【0013】

また、第7の発明は、第1乃至第6の発明の何れかにおいて、
前記推定手段は、前記最大作用角指令値の推定時に、吸入空気量が所定の下限值以下にならないように前記作用角指令値の変化を規制する指令値変化規制手段を含むことを特徴とする。

【0014】

また、第8の発明は、第2乃至第7の発明の何れかにおいて、

前記内燃機関の制御装置は、

前記推定手段による前記最大作用角指令値の推定後に、少なくとも2点の位相指令値のそれぞれに基づく前記吸気カムの回転位相の制御時の吸入空気量の取得値に基づいて、前記位相指令値の変化に伴って吸入空気量が最大値を示す最大位相指令値を推定する第2推定手段と、

前記第2推定手段により推定された前記最大位相指令値を第2基準値と比較することにより、前記吸気弁のバルブタイミングのずれを補正する第2補正手段と、を更に備え、

前記作用角制御手段は、前記第2推定手段による前記最大位相指令値の推定開始時に、前記吸気弁の作用角が固定値となるように前記作用角可変機構を制御する作用角固定制御手段を含むことを特徴とする。

10

【0015】

また、第9の発明は、第1乃至第8の発明の何れかにおいて、

前記推定手段による前記最大作用角指令値の推定時の前記作用角指令値の変化に伴って前記内燃機関のトルクが変化しないように、燃料噴射量を調整する噴射量調整手段を更に備えることを特徴とする。

【0016】

また、第10の発明は、第8の発明において、

前記第2推定手段による前記位相指令値の推定時の前記位相指令値の変化に伴って前記内燃機関のトルクが変化しないように、燃料噴射量を調整する第2噴射量調整手段を更に備えることを特徴とする。

20

【0017】

また、第11の発明は、第1乃至第10の発明の何れかにおいて、

前記推定手段は、前記内燃機関の定常運転時に、前記最大作用角指令値の推定を実行することを特徴とする。

【0018】

また、第12の発明は、第8の発明において、

前記第2推定手段は、前記内燃機関の定常運転時に、前記位相指令値の推定を実行することを特徴とする。

【0019】

第13の発明は、内燃機関の制御装置であって、

吸気弁を駆動する吸気カムの回転位相をクランクシャフトの回転位相に対して可変とする位相可変機構と、

前記吸気カムの回転位相に関する位相指令値に基づき、前記位相可変機構を制御する位相制御手段と、

30

内燃機関の吸入空気量を取得する空気量取得手段と、

少なくとも2点の前記位相指令値のそれぞれに基づく前記吸気カムの回転位相の制御時の吸入空気量の取得値に基づいて、前記位相指令値の変化に伴って吸入空気量が最大値を示す最大位相指令値を推定する推定手段と、

前記推定手段により推定された前記最大位相指令値を基準値と比較することにより、前記吸気弁のバルブタイミングのずれを補正する補正手段と、

40

を備えることを特徴とする。

【0020】

また、第14の発明は、第13の発明において、

前記内燃機関は、

前記吸気弁の作用角を可変とする作用角可変機構と、

前記吸気弁の作用角に関する作用角指令値に基づき、前記作用角可変機構を制御する作用角制御手段と、を更に備え、

前記作用角制御手段は、前記推定手段による前記最大位相指令値の推定開始時に、前記吸気弁の作用角が固定値となるように前記作用角可変機構を制御する作用角固定制御手段を含むことを特徴とする。

50

【 0 0 2 1 】

また、第 1 5 の発明は、第 1 4 の発明において、

前記固定値は、前記推定手段による前記最大位相指令値の推定を開始する際の運転条件における値よりも吸入空気量が大きくなるように、前記吸気弁の作用角が調整された値であることを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

また、第 1 6 の発明は、第 1 3 乃至第 1 5 の発明の何れかにおいて、

前記少なくとも 2 点の前記位相指令値は、吸入空気量が最大値を示すと判断される位相指令値を挟んだ 2 点の位相指令値を含むことを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

また、第 1 7 の発明は、第 1 6 の発明において、

前記推定手段は、吸入空気量が最大値を示すと判断される位相指令値を挟んだ前記 2 点の位相指令値から等距離にある中間値を、前記最大位相指令値として算出する最大指令値算出手段を含むことを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

また、第 1 8 の発明は、第 1 3 乃至第 1 7 の発明の何れかにおいて、

前記推定手段は、前記最大位相指令値の推定開始時に、先ず吸入空気量が高くなる方向に前記位相指令値を変化させる指令値変更手段を含むことを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

また、第 1 9 の発明は、第 1 3 乃至第 1 8 の発明の何れかにおいて、

前記推定手段は、前記最大位相指令値の推定時に、吸入空気量が所定の下限值以下にならないように前記位相指令値の変化を規制する指令値変化規制手段を含むことを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

また、第 2 0 の発明は、第 1 4 乃至第 1 9 の発明の何れかにおいて、

前記内燃機関の制御装置は、

前記推定手段による前記最大位相指令値の推定後に、少なくとも 2 点の作用角指令値のそれぞれに基づく前記吸気弁の作用角の制御時の吸入空気量の取得値に基づいて、前記作用角指令値の変化に伴って吸入空気量が最大値を示す最大作用角指令値を推定する第 2 推定手段と、

前記第 2 推定手段により推定された前記最大作用角指令値を第 2 基準値と比較することにより、前記吸気弁のバルブタイミングのずれを補正する第 2 補正手段と、を更に備え

前記位相制御手段は、前記第 2 推定手段による前記最大作用角指令値の推定開始時に、前記吸気カムの回転位相が固定値となるように前記位相可変機構を制御する位相固定制御手段を含むことを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

また、第 2 1 の発明は、第 1 3 乃至第 2 0 の発明の何れかにおいて、

前記推定手段による前記最大位相指令値の推定時の前記位相指令値の変化に伴って前記内燃機関のトルクが変化しないように、燃料噴射量を調整する噴射量調整手段を更に備えることを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

また、第 2 2 の発明は、第 2 0 の発明において、

前記第 2 推定手段による最大作用角指令値の推定時の前記作用角指令値の変化に伴って前記内燃機関のトルクが変化しないように、燃料噴射量を調整する第 2 噴射量調整手段を更に備えることを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

また、第 2 3 の発明は、第 1 3 乃至第 2 2 の発明の何れかにおいて、

前記推定手段は、前記内燃機関の定常運転時に、前記最大位相指令値の推定を実行することを特徴とする。

【 0 0 3 0 】

10

20

30

40

50

また、第 24 の発明は、第 20 の発明において、

前記第 2 推定手段は、前記内燃機関の定常運転時に、前記最大作用角指令値の推定を実行することを特徴とする。

【発明の効果】

【0031】

第 1 の発明によれば、少なくとも 2 点の作用角指令値のそれぞれに基づく吸気弁の作用角の制御時の吸入空気量の取得値に基づいて、作用角指令値の変化に伴って吸入空気量が最大値を示す最大作用角指令値が推定される。そして、推定された最大作用角指令値を基準値と比較することにより、吸気弁のバルブタイミングのずれ量を精度良く把握できるようになる。このため、本発明によれば、推定された最大作用角指令値を基準値と比較結果を用いて吸気弁のバルブタイミングのずれを補正することができる。

10

【0032】

第 2 の発明によれば、作用角可変機構とともに位相可変機構を備える場合において、位相可変機構の調整の影響を受けることなく、作用角可変機構によるバルブタイミングのずれを精度良く補正することができる。

【0033】

第 3 の発明によれば、作用角指令値の変化に対する吸入空気量の感度を高めることができ、バルブタイミングずれの検出精度を高めることができる。

【0034】

第 4 の発明によれば、空気量取得手段による吸入空気量の取得値にばらつきがある場合であっても、最大作用角指令値を精度良く推定することが可能となる。

20

【0035】

第 5 の発明によれば、吸入空気量の最大値付近での作用角の変化量に対する吸入空気量の変化が小さいために当該最大値の検出が困難な場合であっても、最大作用角指令値を精度良く取得することが可能となる。

【0036】

第 6 の発明によれば、最大作用角指令値の推定実行時に不用意な作用角指令値の調整により、圧縮端温度が低下し、白煙や失火が生ずるのを防止することができる。

【0037】

第 7 の発明によれば、スモークや失火の発生、およびドライバビリティの悪化を防止することができる。

30

【0038】

第 8 の発明によれば、作用角可変機構によるバルブタイミングずれの補正処理だけでなく、位相可変機構によるバルブタイミングずれの補正処理を実行することで、吸気可変動弁装置の全体としてのバルブタイミングずれの補正の精度を高めることができる。

【0039】

第 9 の発明によれば、最大作用角指令値の推定処理の実行に伴って内燃機関のドライバビリティが悪化するのを防止することができる。

【0040】

第 10 の発明によれば、最大位相指令値の推定処理の実行に伴って内燃機関のドライバビリティが悪化するのを防止することができる。

40

【0041】

第 11 の発明によれば、内燃機関の運転状態が安定した条件下で最大作用角指令値の推定処理を実行することで、バルブタイミングのずれを精度良く検出できるようになる。

【0042】

第 12 の発明によれば、内燃機関の運転状態が安定した条件下で最大位相指令値の推定処理を実行することで、バルブタイミングのずれを精度良く検出できるようになる。

【0043】

第 13 の発明によれば、少なくとも 2 点の位相指令値のそれぞれに基づく吸気カムの回転位相の制御時の吸入空気量の取得値に基づいて、位相指令値の変化に伴って吸入空気量

50

が最大値を示す最大位相指令値が推定される。そして、推定された最大位相指令値を基準値と比較することにより、吸気弁のバルブタイミングのずれ量を精度良く把握できるようになる。このため、本発明によれば、推定された最大位相指令値を基準値と比較結果を用いて吸気弁のバルブタイミングのずれを補正することができる。

【0044】

第14の発明によれば、位相可変機構とともに作用角可変機構を備える場合において、作用角可変機構の調整の影響を受けることなく、位相可変機構によるバルブタイミングのずれを精度良く補正することができる。

【0045】

第15の発明によれば、位相指令値の変化に対する吸入空気量の感度を高めることができ、バルブタイミングずれの検出精度を高めることができる。

10

【0046】

第16の発明によれば、空気量取得手段による吸入空気量の取得値にばらつきがある場合であっても、最大位相指令値を精度良く推定することが可能となる。

【0047】

第17の発明によれば、吸入空気量の最大値付近での位相の変化量に対する吸入空気量の変化が小さいために当該最大値の検出が困難な場合であっても、最大位相指令値を精度良く取得することが可能となる。

【0048】

第18の発明によれば、最大位相指令値の推定実行時に不用意な位相指令値の調整により、圧縮端温度が低下し、白煙や失火が生ずるのを防止することができる。

20

【0049】

第19の発明によれば、スモークや失火の発生、およびドライバビリティの悪化を防止することができる。

【0050】

第20の発明によれば、位相可変機構によるバルブタイミングずれの補正処理だけでなく、作用角可変機構によるバルブタイミングずれの補正処理を実行することで、吸気可変動弁装置の全体としてのバルブタイミングずれの補正の精度を高めることができる。

【0051】

第21の発明によれば、最大位相指令値の推定処理の実行に伴って内燃機関のドライバビリティが悪化するのを防止することができる。

30

【0052】

第22の発明によれば、最大作用角指令値の推定処理の実行に伴って内燃機関のドライバビリティが悪化するのを防止することができる。

【0053】

第23の発明によれば、内燃機関の運転状態が安定した条件下で最大位相指令値の推定処理を実行することで、バルブタイミングのずれを精度良く検出できるようになる。

【0054】

第24の発明によれば、内燃機関の運転状態が安定した条件下で最大作用角指令値の推定処理を実行することで、バルブタイミングのずれを精度良く検出できるようになる。

40

【図面の簡単な説明】

【0055】

【図1】本発明の実施の形態1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により実現される吸気弁のバルブリフト特性を表した図である。

【図3】作用角調整時の吸入空気量特性を用いた、本発明の実施の形態1における吸気弁のバルブタイミングずれの検出原理を説明するための図である。

【図4】本発明の実施の形態1におけるバルブタイミングのずれ量の検出(学習)手法を説明するためのタイミングチャートである。

【図5】吸気弁の作用角の変化に対する吸入空気量の感度についての吸気カムの回転位相

50

の影響を説明するための図である。

【図6】最大作用角指令値を取得するために行う具体的な作用角指令値の調整手法を説明するための図である。

【図7】最大作用角指令値を取得するために行う具体的な作用角指令値の調整手法を説明するための図である。

【図8】本発明の実施の形態1において実行されるルーチンのフローチャートである。

【図9】本発明の実施の形態2におけるパルプタイミングのずれ量の検出(学習)手法を説明するためのタイミングチャートである。

【図10】吸気カムの回転位相の変化に対する吸入空気量の感度についての吸気弁の作用角の影響を説明するための図である。

10

【図11】本発明の実施の形態2において実行されるルーチンのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0056】

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のシステム構成を説明するための図である。図1に示すシステムは、圧縮着火式の内燃機関10を備えている。ここでは、圧縮着火式内燃機関の一例として、内燃機関10は、直列4気筒型のディーゼルエンジンであるものとする。

【0057】

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。

20

【0058】

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。内燃機関10の各気筒には、燃料を筒内に直接噴射する燃料噴射弁22が設置されている。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弁24および排気弁26が設けられている。

【0059】

また、図1に示すシステムは、各気筒の吸気弁24を駆動するための動弁装置として、吸気可変動弁装置28を備えている。吸気可変動弁装置28は、吸気弁24の作用角を連続的に可変とする作用角可変機構28aと、クランクシャフト30の回転位相に対する吸気カム32の回転位相を連続的に可変とする位相可変機構(可変パルプタイミング機構)28bとを具備する機構である。尚、作用角可変機構28aと同様の構成を有する可変動弁装置については、例えば、国際出願の国際公開番号WO2006/132059号公報において詳述されているので、ここではその詳細な説明を省略するものとする。

30

【0060】

また、クランクシャフト30の近傍には、クランク角度およびエンジン回転数を検知するためのクランク角センサ34が配置されている。また、吸気カムシャフト36の近傍には、吸気カムシャフト36の回転位置(進角量)を検知するための吸気カム角センサ38が配置されている。

40

【0061】

本実施形態のシステムは、ECU(Electronic Control Unit)40を備えている。ECU40には、上述したエアフローメータ20等の各種のセンサが接続されているとともに、上述した燃料噴射弁22および吸気可変動弁装置28等の各種のアクチュエータが接続されている。ECU40は、それらのセンサ信号や情報に基づき、所定のプログラムに従って各アクチュエータを駆動させることにより、内燃機関10の運転状態を制御する。

【0062】

図2は、図1に示す吸気可変動弁装置28により実現される吸気弁24のパルプリフト特性を表した図である。

50

上述した作用角可変機構 28 a は、ECU 40 からの駆動信号（作用角指令値）に基づいて、図示省略するアクチュエータ（電動モータ等）を用いて制御軸 28 a 1 を回転駆動するようになっている。これにより、作用角可変機構 28 a は、図 2 に示すように、吸気弁 24 の開き時期をほぼ一定値に固定したままでその作用角およびリフト量を連続的に変更させられるようになっている。つまり、このような作用角可変機構 28 a によれば、吸気弁 24 の閉じ時期を連続的に変更することができる。

【0063】

また、上述した位相可変機構 28 b は、ECU 40 からの駆動信号（位相指令値）に基づいて、図示省略する油圧式もしくは電動式のアクチュエータを用いて、クランクシャフト 30 の回転位相に対する吸気カム 32（吸気カムシャフト 36）の回転位相を相対的に変化させるようになっている。これにより、位相可変機構 28 b は、図 2 に示すように、吸気弁 24 の作用角を一定としたままでその開閉時期を連続的に変更させられるようになっている。

【0064】

[実施の形態 1 のバルブタイミングずれの補正手法]

上述した作用角可変機構 28 a や位相可変機構 28 b は、製造時の公差或いは摩耗による経年変化等に起因する吸気弁 24 のリフト特性のばらつきを有している。吸気弁 24 の閉じ時期が変わると、内燃機関 10 の実圧縮比が変化し、圧縮端温度が変化する。従って、ディーゼルエンジンである内燃機関 10 において良好な燃焼が得られるようにするためには、個々の作用角可変機構 28 a や位相可変機構 28 b が有するばらつきに起因する吸気弁 24 のバルブタイミング（特に閉じ時期）のずれを精度良く補正できるようになっていることが必要とされる。

【0065】

そこで、本実施形態では、内燃機関 10 の定常運転時に、位相可変機構 28 b を停止して吸気弁 24 の回転位相を固定した状態で、吸気弁 24 の作用角指令値を変化させて作用角可変機構 28 a のみを駆動するようにした。そして、この作用角可変機構 28 a のみの駆動時にエアフローメータ 20 によって検出される吸入空気量の特性の学習結果に基づいて、基準特性に対する吸気弁 24 のバルブタイミング（閉じ時期）のずれ量を推定するようにした。そのうえで、推定されたバルブタイミングのずれ量に基づいて、吸気弁 24 のバルブタイミングを狙いの（基準特性の）値に合致するように補正するようにした。

【0066】

図 3 は、作用角調整時の吸入空気量特性を用いた、本発明の実施の形態 1 における吸気弁 24 のバルブタイミングずれの検出原理を説明するための図である。尚、図 3 中に破線で示す曲線は、バルブタイミングずれが無い場合の作用角可変機構 28 a による作用角調整時の空気量の基準特性を表したものであり、図 3 中に実線で示す曲線は、バルブタイミングずれが有り、かつエアフローメータ 20 の検出値にもずれがある場合の作用角可変機構 28 a による作用角調整時に、エアフローメータ 20 により検出される空気量の検出特性を表した図である。より具体的には、図 3 は、吸入空気量の基準特性に対して小作用角方向に作用角可変機構 28 a のバルブタイミングずれが生じており、かつ、エアフローメータ 20 の検出値のばらつきに起因する吸入空気量のずれが生じているケースである。

【0067】

本実施形態では、図 3 に示すように、基準特性において吸入空気量が最大値を示す時の作用角指令値と、検出特性において吸入空気量が最大値を示す時の作用角指令値との差として表される吸気弁 24 のバルブタイミング（閉じ時期）のずれ量を正確に推定することを目的としている。しかしながら、図 3 に示すように、エアフローメータ 20 の検出値には、ばらつきがある。従って、ある 1 点の作用角指令値において吸入空気量の検出値を取得しただけでは、基準特性に対する検出特性のずれが、図 3 の横方向のずれ（すなわち、バルブタイミングのずれ）によるものであるのか、図 3 の縦方向のずれ（すなわち、エアフローメータ 20 のばらつきに起因する空気量のずれ）によるものであるのかを判断することができない。

10

20

30

40

50

【0068】

そこで、本実施形態では、図3に示すように、少なくとも3点の作用角指令値において吸入空気量の検出値（白丸）を取得することにより、作用角指令値の変化時の吸入空気量のピーク値（最大値）が分かるような形で検出特性（実線）を把握するようにした。これにより、図3の縦方向のずれ（エアフローメータ20のばらつきに起因する空気量のずれ）を無視して、図3の横方向に吸気弁24のバルブタイミング（作用角）がどれだけずれているのかを把握できるようになる。

【0069】

また、本実施形態では、吸入空気量が最大値を示す時の作用角指令値（最大作用角指令値）の算出方法にも特徴を有している。すなわち、本実施形態では、作用角指令値を変化させていった際に、エアフローメータ20による吸入空気量の検出値が最大値を示したと判断した時の作用角指令値（ここでは、「仮の最大作用角指令値」と称する）をそのまま最大作用角指令値として用いるようにはしていない。そうではなく、上記仮の最大作用角指令値に制御した時の吸入空気量に対して吸入空気量が所定量減少した前後の2点の作用角指令値から等距離にある中間値を、バルブタイミングの補正の基礎となる最大作用角指令値として算出するようにした。

【0070】

上記のような手法によれば、次のような理由で精度良くバルブタイミングのずれ量の推定が可能となる。すなわち、吸入空気量の最大値付近では、実際には作用角（指令値）の変化量に対する吸入空気量の変化量が小さくなっている。また、既述したように、エアフローメータ20の検出値にはばらつきがある。従って、作用角指令値を一方向に徐々に変化させながら吸入空気量のピーク値（最大値）を正確に特定することは困難である。これに対し、本実施形態の手法では、作用角指令値を変化させていった際に吸入空気量のピーク値（最大値）であろうと判断した値に対し、吸入空気量が所定量減少した前後の2点の作用角指令値から逆算して、それらの2点から等距離にある中間値を最大作用角指令値として算出するようにしている。このため、吸入空気量のピーク値（最大値）付近での作用角の変化量に対する吸入空気量の変化が小さいために当該ピーク値の検出が困難な場合であっても、吸入空気量が当該ピーク値（最大値）を示す時の最大作用角指令値を精度良く取得することが可能となる。また、吸入空気量が最大値を示すと判断される作用角指令値を挟んだ2点の作用角指令値から最大作用角指令値を算出することにより、エアフローメータ20の検出値のばらつきの影響を受けずに、精度良く最大作用角指令値の算出を行えるようになる。

【0071】

次に、図4乃至図7を参照して、本実施形態におけるバルブタイミングのずれ量を検出する際の具体的な手順について説明する。

図4は、本発明の実施の形態1におけるバルブタイミングのずれ量の検出（学習）手法を説明するためのタイミングチャートである。より具体的には、図4（A）はエンジン回転数（トルクも同様）の波形を、図4（B）は位相可変機構28bによる吸気カム32の回転位相の進角量（位相指令値）の波形を、図4（C）は作用角可変機構28aによる吸気弁24の作用角（指令値）の波形を、図4（D）はエアフローメータ（AFM）20による吸入空気量の検出値の波形を、それぞれ示している。

【0072】

図4（A）に示すように、この学習手法は、エンジン回転数（およびトルク）が安定している定常運転時（例えば、アイドル時）に実行される。また、本実施形態の学習の実行時には、図4（B）に示すように、作用角可変機構28aへの作用角指令値を変化させる前に、位相可変機構28bを用いて、現在の運転条件において吸入空気量をより増加させる位相（好適には最大となる位相）となるように、吸気カム32の回転位相（以下、単に「位相」と略することがある）を調整するようにしている。そして、本学習の実行中には、吸気カム32の位相が上記位相で保持されるように位相可変機構28bを停止するようにした。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 3 】

図5は、吸気弁24の作用角の変化に対する吸入空気量の感度についての吸気カム32の回転位相の影響を説明するための図である。図5に示すように、吸気カム32の位相が変化すると、作用角の変化に対する吸入空気量の感度が変化する。具体的には、吸入空気量が増加するように位相が調整されると、作用角の変化に対する吸入空気量の変化量が大きくなる、すなわち、感度が高くなる。その結果、吸入空気量の絶対値が上昇することで、バルブタイミングずれの検出精度を高めることができる。吸気カム32の位相は、通常、内燃機関10の個々の運転条件において排気エミッションや燃費を考慮した適切な値に設定されている。ここでは、そのような値に設定された状態から吸入空気量が増加する（最大となる）位相が得られるように、吸気カム32の位相の調整（図4に示すケースでは、位相の進角）が実行される。

10

【 0 0 7 4 】

また、本実施形態の学習を開始する時点では、吸気弁24のバルブタイミング（作用角）が図3における基準特性に対して図3の左右のどちらの方向にどれくらいずれているか不明である。この場合に、何らの配慮なしに内燃機関10の実圧縮比が低下する方向に不用意に作用角を動かしてしまうと、圧縮端温度の低下を招いてしまう。その結果、内燃機関10に白煙や失火が発生するおそれがある。

【 0 0 7 5 】

そこで、本実施形態の学習を開始する際には、図4（C）に示すように、先ず、実圧縮比が高くなる方向に、吸気弁24の作用角（指令値）を所定量だけ動かすようにした。その後、必要に応じて、作用角指令値を逆方向（すなわち、実圧縮比が低下する方向）に動かすようにした。本学習手法では、このような作用角指令値の調整によって、図4（D）に示すように、作用角指令値の変化に伴う吸入空気量の変化を検出し、ピーク点（最大値）とその前後において吸入空気量が所定量減少する2点を記憶するようにした。また、このような作用角指令値の変更により内燃機関10のトルクが変化しないように、燃料噴射量の補正を行うようにした。

20

【 0 0 7 6 】

上記の吸入空気量の検出値の取得が終了すると、既述したように、ピーク点に対し吸入空気量が所定量減少した前後の2点の作用角指令値から逆算して、それらの2点から等距離にある中間値が最大作用角指令値として算出される。そして、本学習により得られた検出特性における最大作用角指令値と、図3に示す基準特性における最大作用角指令値との差が無くなるように、すなわち、バルブタイミングずれが無くなるように、作用角指令値の補正が実行される。これにより、吸気弁24のバルブタイミング（閉じ時期IVC）を狙いの値に補正することができる。

30

【 0 0 7 7 】

図6は、最大作用角指令値を取得するために行う具体的な作用角指令値の調整手法を説明するための図である。

ディーゼルエンジンである内燃機関10では、吸気弁24の閉じ時期は、基本的に吸気下死点よりも遅角側の値に制御されるようになっている。従って、本実施形態の学習時には、図6（B）に示すように、作用角が小さくなるように制御することで、実圧縮比が高くなる。図6に示すケースは、実圧縮比を高めるべく作用角を小さくした際に、吸入空気量が増加する例を示している。

40

【 0 0 7 8 】

具体的には、図6に示すケースでは、本学習を開始する際に、学習開始時点での吸入空気量（空気量1）と作用角指令値（作用角1）とが取得されたうえで、作用角が小さくなる方向に作用角指令値が調整される。その後、吸入空気量が最大値を示すと判断できる空気量2が取得された場合には、空気量1と空気量2との差と同じ量だけ、空気量2に対して吸入空気量が減少した空気量3が得られるまで、作用角指令値が同一方向に制御されていく。そして、空気量3が得られた際の作用角指令値である作用角3が取得される。そして、作用角1と作用角3とから等距離にある作用角指令値が最大作用角指令値として算出

50

される。

【0079】

図7は、最大作用角指令値を取得するために行う具体的な作用角指令値の調整手法を説明するための図である。

図7に示すケースは、本学習の開始時に、実圧縮比を高めるべく作用角を小さくした際に、吸入空気量が減少する例を示している。このようなケースにおいて、際限なしに作用角が小さくされることにより吸入空気量が低下していくと、筒内の空燃比が大きくなりリッチ化し、スモークが発生してしまう。

【0080】

そこで、本実施形態では、吸入空気量が下限値以下の値とならないように、作用角指令値を調整する範囲を制限するようにしている。その結果、図7に示すように、本学習の開始後に吸入空気量が下限値である空気量1に達するまで作用角指令値が制御された場合には、作用角指令値がそれまでとは逆方向に調整される。この図7に示すケースでは、作用角指令値の調整により吸入空気量が下がったことを検知した際に、吸入空気量が最大値を示す最大作用角指令値は、現在の調整方向と逆側にあることを判断することができる。この場合には、吸入空気量がその下限値1に達するまで作用角指令値を同一方向に動かした後、吸入空気量の最大値を挟んだ形で作用角指令値が逆方向に制御され、空気量1と等量の空気量3における作用角3が取得される。そして、作用角1と作用角3とを用いて、上記図6に示すケースと同様に、最大作用角指令値が算出される。

10

【0081】

[実施の形態1における具体的処理]

図8は、以上説明した作用角可変機構28aのバルブタイミングずれの補正手法を実現するために、本実施の形態1においてECU40が実行するルーチンのフローチャートである。

20

図8に示すルーチンでは、先ず、吸気弁24のバルブタイミングずれの補正を実行する所定の実行条件が成立したか否かが判定される(ステップ100)。具体的には、バルブタイミングずれの補正の実施時期は、工場出荷時を初回とし、その後は、作用角可変機構28aの構成部品の摩耗速度などを考慮して決定された車両の所定走行距離毎となるように設定されている。本ステップ100では、このような実施時期が到来し、かつ、内燃機関10の現在の運転状態がアイドル等々の定常運転状態にあると判定された場合に、上記実行条件が成立したと判定される。

30

【0082】

上記実行条件が成立した場合には、位相可変機構28bによる吸気カム32の目標位相(位相指令値)に、学習用位相が設定される(ステップ102)。この学習用位相は、上記実行条件が成立した時の運転条件において吸入空気量を最大とする値として、内燃機関10の運転条件毎に設定された値である。この場合、位相可変機構28bは、上記学習用位相を実現するために制御される。次いで、吸気弁24の位相が上記目標位相に収束したか否かが吸気カム角センサ38の出力を利用して判定される(ステップ104)。

【0083】

その結果、位相が収束したと判定された場合には、学習を開始する前に、現時点での吸入空気量および作用角指令値である空気量1および作用角1がそれぞれ取得および記憶される(ステップ106)。次いで、実圧縮比が高くなる方向に作用角を調整するために、作用角を所定量だけ縮小させる処理が実行される(ステップ108)。次いで、このステップ108において作用角が調整された時点での空気量2が取得および記憶される(ステップ110)。

40

【0084】

次に、上記ステップ110において取得された空気量2が、上記ステップ106において取得された学習開始時の空気量1に所定のヒステリシスを加えた値よりも大きいか否かが判定される(ステップ112)。その結果、本判定が成立した場合、すなわち、作用角指令値の調整に伴って吸入空気量が増加するケース(上記図6に示すケース)である場合

50

には、以下のステップ 1 1 4 ~ 1 2 6 の一連の処理が実行される。

【 0 0 8 5 】

先ず、ステップ 1 1 4 では、作用角を所定量だけ更に縮小させる処理が実行される。次いで、このステップ 1 1 4 において作用角が調整された時点での空気量および作用角（指令値）が取得および記憶される（ステップ 1 1 6）。

【 0 0 8 6 】

次に、最新の 2 点の空気量についての変化量が所定値以下であるか否かが判定される（ステップ 1 1 8）。その結果、本ステップ 1 1 8 において最新の空気量変化量が上記所定値よりも大きいと判定される間は、上記ステップ 1 1 4 以降の処理が繰り返し実行される。一方、本ステップ 1 1 8 の判定が成立した場合、つまり、最新の空気量変化量が上記所定値以下となったことで、現在の作用角での制御時の吸入空気量がピーク値（最大値）付近にあると判断できる場合には、今回（最新）の空気量が最大空気量として記憶される（ステップ 1 2 0）。

【 0 0 8 7 】

次に、作用角を所定量だけ更に縮小させる処理が実行される（ステップ 1 2 2）。次いで、このステップ 1 2 2 において作用角が調整された時点での空気量 3 および作用角（指令値）3 が取得および記憶される（ステップ 1 2 4）。次いで、今回取得された空気量 3 が上記ステップ 1 0 6 で取得された空気量 1 以下であるか否かが判定される（ステップ 1 2 6）。

【 0 0 8 8 】

その結果、上記ステップ 1 2 6 における判定が不成立である場合、つまり、最大空気量を通過した後の空気量 3 が未だ空気量 1 と等しい値に到達していない場合には、上記ステップ 1 2 2 以降の処理が繰り返し実行される。一方、本ステップ 1 2 6 の判定が成立した場合、つまり、空気量 3 が空気量 1 と等しい値に到達した場合には、次いで、作用角 1 と作用角 3 とから等距離にある中間値として、吸入空気量が最大値を示す際のピーク作用角、すなわち、上記最大作用角指令値が算出される（ステップ 1 2 8）。

【 0 0 8 9 】

次に、上記ステップ 1 2 8 において算出されたピーク作用角（最大作用角指令値）に基づいて、吸気弁 2 4 のバルブタイミング（作用角）のずれ量が算出される（ステップ 1 3 0）。ECU 4 0 には、作用角可変機構 2 8 a の基準特性（図 3 参照）における最大作用角指令値が内燃機関 1 0 の運転条件毎に記憶されている。本ステップ 1 3 0 では、上記ステップ 1 2 8 において算出された今回の検出特性における最大作用角指令値と、今回のルーチン起動時の運転条件に対応する基準特性における最大作用角指令値（ECU 記憶値）との差が、バルブタイミングのずれ量として算出される。次いで、算出されたバルブタイミングのずれ量が無くなるように、作用角指令値の補正が実行される（ステップ 1 3 2）。

【 0 0 9 0 】

一方、上記ステップ 1 1 2 の判定が不成立である場合、すなわち、作用角指令値の調整に伴って吸入空気量が減少するケース（上記図 7 に示すケース）である場合には、以下のステップ 1 3 4 ~ 1 4 8 の一連の処理が実行される。

【 0 0 9 1 】

先ず、ステップ 1 3 4 では、作用角を所定量だけ更に縮小させる処理が実行される。次いで、このステップ 1 3 4 において作用角が調整された時点での空気量および作用角（指令値）が取得および記憶される（ステップ 1 3 6）。

【 0 0 9 2 】

次に、上記ステップ 1 3 6 において取得された空気量が所定の下限值 1 以下であるか否かが判定される（ステップ 1 3 8）。本ステップ 1 3 8 における下限値 1 は、本学習中にスモークが発生しないようにするために運転条件毎に予め設定された値である。本ステップ 1 3 8 において空気量が上記下限値 1 よりも大きいと判定される間は、上記ステップ 1 3 4 以降の処理が繰り返し実行される。一方、本ステップ 1 3 8 の判定が成立した場合に

10

20

30

40

50

は、今回の空気量および作用角（指令値）がそれぞれ空気量 1 および作用角 1 として記憶される（ステップ 1 4 0）。

【 0 0 9 3 】

次に、これまでとは逆に作用角を所定量だけ拡大させる処理が実行される（ステップ 1 4 2）。次いで、このステップ 1 4 2 において作用角が調整された時点での空気量および作用角（指令値）が取得および記憶される（ステップ 1 4 4）。次いで、今回取得された空気量が上記ステップ 1 0 6 で取得された空気量 1 以下であるか否かが判定される（ステップ 1 4 6）。

【 0 0 9 4 】

その結果、上記ステップ 1 4 6 における判定が不成立である場合、つまり、作用角拡大後の空気量が未だ空気量 1 と等しい値に到達していない場合には、上記ステップ 1 4 2 以降の処理が繰り返し実行される。一方、本ステップ 1 4 6 の判定が成立した場合、つまり、作用角拡大後の空気量が空気量 1 と等しい値に到達した場合には、今回の空気量に調整した際の作用角（指令値）が作用角 3 として記憶される（ステップ 1 4 8）。

【 0 0 9 5 】

以上のステップ 1 3 4 ~ 1 4 8 の処理により作用角 1 と作用角 3 とが取得された場合においても、上記ステップ 1 1 4 ~ 1 2 6 の処理が行われた場合と同様に、ピーク作用角（最大作用角指令値）の算出（ステップ 1 2 8）、吸気弁 2 4 のバルブタイミング（作用角）のずれ量の算出（ステップ 1 3 0）、およびバルブタイミングのずれ量を無くするための作用角指令値の補正（ステップ 1 3 2）がそれぞれ実行される。

【 0 0 9 6 】

以上説明した図 8 に示すルーチンによれば、作用角（指令値）を変化させていった際に、吸入空気量のピーク値（最大値）であろうと判断した値に対して吸入空気量が所定量減少した前後の 2 点の作用角指令値（作用角 1 および 3）が取得される。そして、これらの 2 点の作用角指令値から等距離にある中間値が最大作用角指令値として算出される。これにより、作用角（指令値）の変化に対する吸入空気量の特性のピーク値（最大値）が示す時の作用角指令値である最大作用角指令値を精度良く取得することが可能となる。そして、この最大作用角指令値と基準特性とを比較して、バルブタイミングのずれ量の算出およびそのずれの補正が実行される。このため、本実施形態の手法によれば、作用角可変機構 2 8 a による吸気弁 2 4 のバルブタイミング（閉じ時期）のずれを精度良く補正することが可能となる。

【 0 0 9 7 】

また、吸入空気量は、位相可変機構 2 8 b により吸気カム 3 2 の位相が制御されることによっても変化する。以上説明した本実施形態の学習処理は、位相可変機構 2 8 b により調整される吸気カム 3 2 の位相を固定した状態で開始される。このため、位相可変機構 2 8 b の調整の影響を受けることなく、作用角可変機構 2 8 a によるバルブタイミングのずれを精度良く補正することができる。

【 0 0 9 8 】

更に、上記ルーチンによれば、本実施形態の学習処理は、位相可変機構 2 8 b による吸気カム 3 2 の目標位相（位相指令値）が学習用位相に設定された状態で開始される。この学習用位相は、吸入空気量を最大とする値として設定された値である。このような学習用位相を用いることで、作用角指令値の変化に対する吸入空気量の感度を高めることができ、バルブタイミングずれの検出精度を高めることができる。

【 0 0 9 9 】

また、上記ルーチンによれば、上記学習処理を開始する際に、先ず、実圧縮比が高くなる方向に対して、吸気弁 2 4 の作用角（指令値）の調整が実行される。これにより、学習処理の実行時に不用意な作用角の調整により、圧縮端温度が低下し、白煙や失火が生ずるのを防止することができる。

【 0 1 0 0 】

また、上記ルーチンによれば、吸入空気量が下限値 1 以下の値とならないように、作用

10

20

30

40

50

角（指令値）の調整範囲が制限される。これにより、スモークや失火の発生、およびドライバビリティの悪化を防止することができる。

【0101】

また、既述したように、本実施形態では、作用角（指令値）の変更により内燃機関10のトルクが変化しないように、燃料噴射量の補正が行われる。筒内に燃料を直接する噴射するディーゼルエンジンである内燃機関10では、吸気弁24の作用角を変化させることで吸入空気量が変化しても、燃料噴射量の調整によりトルクを独立して制御することができる。従って、上記学習処理時に作用角が変更される際に、トルクが変化しないように燃料噴射量を補正することで、上記学習処理の実行に伴って内燃機関10のドライバビリティが悪化するのを防止することができる。

10

【0102】

また、上記ルーチンによれば、上記学習処理は、内燃機関10の定常運転時に実行される。このように、内燃機関10の運転状態が安定した条件下で学習処理を実行することで、バルブタイミングのずれを精度良く検出できるようになる。

【0103】

尚、上述した実施の形態1においては、ECU40が、上記ステップ108、114、122、134、および142の処理を実行することにより前記第1の発明における「作用角制御手段」が、上記ステップ106、110、116、124、136、または144の処理を実行することにより前記第1の発明における「空気量取得手段」が、上記ステップ102～112、ステップ114～126（または134～148）、およびステップ128の処理を実行することにより前記第1の発明における「推定手段」が、上記ステップ130および132の処理を実行することにより前記第1の発明における「補正手段」が、それぞれ実現されている。

20

また、ECU40が、位相可変機構28bを制御することにより前記第2の発明における「位相制御手段」が、上記ステップ102および104の処理を実行することにより前記第2の発明における「位相固定制御手段」が、それぞれ実現されている。

また、上記ステップ102における学習用位相が前記第3の発明における「固定値」に相当している。

また、ECU40が上記ステップ128の処理を実行することにより前記第5の発明における「最大指令値算出手段」が実現されている。

30

また、ECU40が上記ステップ106において作用角指令値を拡大ではなく縮小させることにより前記第6の発明における「指令値変更手段」が実現されている。

また、ECU40が上記ステップ134～140の処理を実行することにより前記第7の発明における「指令値変化規制手段」が実現されている。

また、ECU40が上記図8に示すルーチンの処理と並行して内燃機関10のトルクが変化しないように燃料噴射量を調整することにより、前記第9の発明における「噴射量調整手段」が実現されている。

【0104】

実施の形態2 .

次に、図9乃至図11を参照して、本発明の実施の形態2について説明する。

40

本実施形態のシステムは、図1に示すハードウェア構成を用いて、ECU40に図8に示すルーチンに代えて後述の図11に示すルーチンを実行させることにより実現することができるものである。

【0105】

図9は、本発明の実施の形態2におけるバルブタイミングのずれ量の検出（学習）手法を説明するためのタイミングチャートである。

図9における作用角学習とは、上述した実施の形態1における作用角可変機構28aによるバルブタイミングのずれの学習手法と同様である。本実施形態では、このような作用角学習を実行した後に、位相可変機構28bのばらつきに起因する吸気弁24のバルブタイミングのずれを補正するための位相学習を実行する点に特徴を有している。尚、ここで

50

は、作用角学習の実行後に位相学習を実行するようにしているが、これらの学習の実行順序はこれとは逆であってもよい。

【 0 1 0 6 】

本実施形態の位相学習についても、図 9 (A) に示すように、エンジン回転数（およびトルク）が安定している定常運転時（例えば、アイドル時）に実行される。また、位相学習の実行時には、図 9 (C) に示すように、位相可変機構 2 8 b への位相指令値を変化させる前に、作用角可変機構 2 8 a を用いて、現在の運転条件において吸入空気量をより増加させる作用角（好適には最大となる作用角）となるように、吸気弁 2 4 の作用角を調整するようにしている。そして、本位相学習の実行中には、吸気弁 2 4 の作用角が上記作用角で保持されるように作用角可変機構 2 8 a を停止するようにした。

10

【 0 1 0 7 】

図 1 0 は、吸気カム 3 2 の回転位相の変化に対する吸入空気量の感度についての吸気弁 2 4 の作用角の影響を説明するための図である。図 1 0 に示すように、吸気弁 2 4 の作用角が変化すると、位相の変化に対する吸入空気量の感度が変化する。具体的には、吸入空気量が増加するように作用角が調整されると、位相の変化に対する吸入空気量の変化量が大きくなる、すなわち、感度が高くなる。その結果、吸入空気量の絶対値が上昇することで、バルブタイミングずれの検出精度を高めることができる。吸気弁 2 4 の作用角は、通常、内燃機関 1 0 の個々の運転条件において排気エミッションや燃費を考慮した適切な値に設定されている。ここでは、そのような値に設定された状態から吸入空気量が増加する（最大となる）作用角が得られるように、吸気弁 2 4 の作用角の調整（図 9 に示すケースでは、作用角の拡大）が実行される。

20

【 0 1 0 8 】

また、本実施形態では、位相学習を開始する際には、図 9 (B) に示すように、先ず、吸入空気量が増加する方向に、吸気カム 3 2 の位相（指令値）を所定量だけ動かすようにしている。これは、作用角学習に行う際に、先ず実圧縮比が高くなる方向に作用角（指令値）を所定量だけ動かす場合と同様の考え方に基づくものであり、不用意に位相を動かすことによって、圧縮端温度の低下による白煙や失火の発生を防止するためである。また、このような位相指令値の変更により内燃機関 1 0 のトルクが変化しないように、位相学習時においても、燃料噴射量の補正を行うようにしている。

【 0 1 0 9 】

また、位相学習時において、位相指令値を変化させた際に吸入空気量が最大値を示す時の最大位相指令値の取得手法、その最大位相指令値に基づいたバルブタイミング（位相）のずれ量の算出手法、およびバルブタイミングのずれの補正手法については、作用角学習時と同様である。それらの手法の詳細については、以下の図 1 1 に示すルーチンを参照して説明を行う。以上のような位相学習を行うことにより、吸気カム 3 2 の位相（吸気弁 2 4 のバルブタイミング）を狙いの値に補正することができる。

30

【 0 1 1 0 】

[実施の形態 2 における具体的処理]

図 1 1 は、以上説明した位相可変機構 2 8 b のバルブタイミングずれの補正手法を実現するために、本実施の形態 2 において E C U 4 0 が実行するルーチンのフローチャートである。

40

図 1 1 に示すルーチンでは、上記ステップ 1 0 0 と同様の処理により、先ず、位相可変機構 2 8 b によるバルブタイミングずれの補正を実行する所定の実行条件が成立したか否かが判定される（ステップ 2 0 0 ）。

【 0 1 1 1 】

上記実行条件が成立した場合には、作用角可変機構 2 8 a による吸気弁 2 4 の目標作用角（作用角指令値）に、学習用作用角が設定される（ステップ 2 0 2 ）。この学習用作用角は、上記実行条件が成立した時の運転条件において吸入空気量を最大とする値として、内燃機関 1 0 の運転条件毎に設定された値である。この場合、作用角可変機構 2 8 a は、上記学習用作用角を実現するために制御される。次いで、吸気弁 2 4 の作用角が上記目標

50

作用角に収束したか否かが判定される（ステップ204）。本ステップ204の判定は、例えば、作用角可変機構28aが備える制御軸28a1の回転位置検知センサ（図示省略）の出力を利用して実行することができる。

【0112】

その結果、作用角が収束したと判定された場合には、位相学習を開始する前に、現時点での吸入空気量および位相指令値である空気量1および位相1がそれぞれ取得および記憶される（ステップ206）。次いで、吸入空気量が高くなる方向に位相を調整するために、ここでは、位相を所定量だけ遅角させる処理が実行される（ステップ208）。次いで、このステップ208において位相が調整された時点での空気量2が取得および記憶される（ステップ210）。

10

【0113】

次に、上記ステップ200において取得された空気量2が、上記ステップ206において取得された学習開始時の空気量1に所定のヒステリシスを加えた値よりも大きいか否かが判定される（ステップ212）。その結果、本判定が成立した場合、すなわち、位相指令値の調整に伴って吸入空気量が増加するケース（上記図6に示すケースと同様のケース）である場合には、以下のステップ214～226の一連の処理が実行される。

【0114】

まず、ステップ214では、位相を所定量だけ更に遅角させる処理が実行される。次いで、このステップ214において位相が調整された時点での空気量および位相（指令値）が取得および記憶される（ステップ216）。

20

【0115】

次に、最新の2点の空気量についての変化量が所定値以下であるか否かが判定される（ステップ218）。その結果、本ステップ218において最新の空気量変化量が上記所定値よりも大きいと判定される間は、上記ステップ214以降の処理が繰り返し実行される。一方、本ステップ218の判定が成立した場合、つまり、最新の空気量変化量が上記所定値以下となったことで、現在の位相での制御時の吸入空気量がピーク値（最大値）付近にあると判断できる場合には、今回（最新）の空気量が最大空気量として記憶される（ステップ220）。

【0116】

次に、位相を所定量だけ更に遅角させる処理が実行される（ステップ222）。次いで、このステップ222において位相が調整された時点での空気量3および位相（指令値）3が取得および記憶される（ステップ224）。次いで、今回取得された空気量3が上記ステップ206で取得された空気量1以下であるか否かが判定される（ステップ226）。

30

【0117】

その結果、上記ステップ226における判定が不成立である場合、つまり、最大空気量を通過した後の空気量3が未だ空気量1と等しい値に到達していない場合には、上記ステップ222以降の処理が繰り返し実行される。一方、本ステップ226の判定が成立した場合、つまり、空気量3が空気量1と等しい値に到達した場合には、次いで、作用角1と作用角3とから等距離にある中間値として、吸入空気量が最大値を示す際のピーク位相、すなわち、上記最大位相指令値が算出される（ステップ228）。

40

【0118】

次に、上記ステップ228において算出されたピーク位相（最大位相指令値）に基づいて、吸気弁24のバルブタイミング（吸気カム32の位相）のずれ量が算出される（ステップ230）。ECU40には、位相可変機構28bの基準特性（図3の横軸を作用角から位相に置き換えて得た図の関係）における最大位相指令値が内燃機関10の運転条件毎に記憶されている。本ステップ230では、上記ステップ228において算出された今回の検出特性における最大位相指令値と、今回のルーチン起動時の運転条件に対応する基準特性における最大位相指令値（ECU記憶値）との差が、バルブタイミングのずれ量として算出される。次いで、算出されたバルブタイミングのずれ量が無くなるように、位相指

50

令値の補正が実行される（ステップ 232）。

【0119】

一方、上記ステップ 212 の判定が不成立である場合、すなわち、位相指令値の調整に伴って吸入空気量が減少するケース（上記図 7 に示すケースと同様のケース）である場合には、以下のステップ 234 ~ 248 の一連の処理が実行される。

【0120】

まず、ステップ 234 では、位相を所定量だけ更に遅角させる処理が実行される。次いで、このステップ 234 において位相が調整された時点での空気量および位相（指令値）が取得および記憶される（ステップ 236）。

【0121】

次に、上記ステップ 236 において取得された空気量が所定の下限值 1 以下であるか否かが判定される（ステップ 238）。本ステップ 238 における下限値 1 は、上記ステップ 138 と同様に、本学習中にスモークが発生しないようにするために運転条件毎に予め設定された値である。本ステップ 238 において空気量が上記下限値 1 よりも大きいと判定される間は、上記ステップ 234 以降の処理が繰り返し実行される。一方、本ステップ 238 の判定が成立した場合には、今回の空気量および位相（指令値）がそれぞれ空気量 1 および位相 1 として記憶される（ステップ 240）。

【0122】

次に、これまでとは逆に位相を所定量だけ進角させる処理が実行される（ステップ 242）。次いで、このステップ 242 において位相が調整された時点での空気量および位相（指令値）が取得および記憶される（ステップ 244）。次いで、今回取得された空気量が上記ステップ 206 で取得された空気量 1 以下であるか否かが判定される（ステップ 246）。

【0123】

その結果、上記ステップ 246 における判定が不成立である場合、つまり、位相の進角後の空気量が未だ空気量 1 と等しい値に到達していない場合には、上記ステップ 242 以降の処理が繰り返し実行される。一方、本ステップ 246 の判定が成立した場合、つまり、位相の進角後の空気量が空気量 1 と等しい値に到達した場合には、今回の空気量に調整した際の位相（指令値）が位相 3 として記憶される（ステップ 248）。

【0124】

以上のステップ 234 ~ 248 の処理により位相 1 と位相 3 とが取得された場合においても、上記ステップ 214 ~ 226 の処理が行われた場合と同様に、ピーク位相（最大位相指令値）の算出（ステップ 228）、吸気弁 24 のバルブタイミング（吸気カム 32 の位相）のずれ量の算出（ステップ 230）、およびバルブタイミングのずれ量を無くするための位相指令値の補正（ステップ 232）がそれぞれ実行される。

【0125】

以上説明した図 11 に示すルーチンによれば、位相（指令値）を変化させていった際に、吸入空気量のピーク値（最大値）であろうと判断した値に対して吸入空気量が所定量減少した前後の 2 点の位相指令値（位相 1 および 3）が取得される。そして、これらの 2 点の位相指令値から等距離にある中間値が最大位相指令値として算出される。これにより、位相（指令値）の変化に対する吸入空気量の特性のピーク値（最大値）が示す時の位相指令値である最大位相指令値を精度良く取得することが可能となる。そして、この最大位相指令値と基準特性とを比較して、バルブタイミングのずれ量の算出およびそのずれの補正が実行される。このため、本実施形態の手法によれば、位相可変機構 28b による吸気弁 24 のバルブタイミングのずれを精度良く補正することが可能となる。また、このような位相可変機構 28b によるバルブタイミングずれの補正処理を、作用角可変機構 28a によるバルブタイミングずれの補正処理に加えて実行することで、吸気可変動弁装置 28 の全体としてのバルブタイミングずれの補正の精度を高めることができる。

【0126】

また、吸入空気量は、実施の形態 1 において既述したように、作用角可変機構 28a に

10

20

30

40

50

より吸気弁 24 の作用角が制御されることによっても変化する。以上説明した本実施形態の位相学習処理は、作用角可変機構 28 a により調整される吸気弁 24 の作用角を固定した状態で開始される。このため、作用角可変機構 28 a の調整の影響を受けることなく、位相可変機構 28 b によるパルプタイミングのずれを精度良く補正することができる。

【0127】

更に、上記ルーチンによれば、本実施形態の位相学習処理は、作用角可変機構 28 a による吸気弁 24 の目標作用角（作用角指令値）が学習用作用角に設定された状態で開始される。この学習用作用角は、吸入空気量を最大とする値として設定された値である。このような学習用作用角を用いることで、位相指令値の変化に対する吸入空気量の感度を高めることができ、パルプタイミングずれの検出精度を高めることができる。

10

【0128】

また、上記ルーチンによれば、上記位相学習処理を開始する際に、先ず、吸入空気量が高くなる方向に対して、吸気カム 32 の位相（指令値）の調整が実行される。これにより、位相学習処理の実行時に不用意な位相の調整により、圧縮端温度が低下し、白煙や失火が生ずるのを防止することができる。

【0129】

また、上記ルーチンによれば、吸入空気量が下限値 1 以下の値とならないように、位相（指令値）の調整範囲が制限される。これにより、スモークや失火の発生、およびドライバビリティの悪化を防止することができる。

【0130】

また、既述したように、本実施形態では、位相（指令値）の変更により内燃機関 10 のトルクが変化しないように、燃料噴射量の補正が行われる。これにより、上記位相学習処理の実行に伴って内燃機関 10 のドライバビリティが悪化するのを防止することができる。

20

【0131】

また、上記ルーチンによれば、上記位相学習処理は、内燃機関 10 の定常運転時に実行される。このように、内燃機関 10 の運転状態が安定した条件下で位相学習処理を実行することで、パルプタイミングのずれを精度良く検出できるようになる。

【0132】

尚、上述した実施の形態 2 においては、ECU 40 が、上記ステップ 202 ~ 212、ステップ 214 ~ 226（または 234 ~ 248）、およびステップ 228 の処理を実行することにより前記第 8 の発明における「第 2 推定手段」および第 13 の発明における「推定手段」が、上記ステップ 230 および 232 の処理を実行することにより前記第 8 の発明における「第 2 補正手段」および前記第 13 の発明における「補正手段」が、上記ステップ 202 および 204 の処理を実行することにより前記第 8 または前記第 14 の発明における「作用角固定制御手段」が、それぞれ実現されている。

30

また、ECU 40 が上記図 11 に示すルーチンの処理と並行して内燃機関 10 のトルクが変化しないように燃料噴射量を調整することにより、前記第 10 の発明における「第 2 噴射量調整手段」および前記第 21 の発明における「噴射量調整手段」がそれぞれ実現されている。

40

また、ECU 40 が、上記ステップ 208、214、222、234、および 242 の処理を実行することにより前記第 13 の発明における「位相制御手段」が、上記ステップ 206、210、216、224、236、または 244 の処理を実行することにより前記第 13 の発明における「空気量取得手段」が、それぞれ実現されている。

また、ECU 40 が作用角可変機構 28 a を制御することにより、前記第 14 の発明における「作用角制御手段」が実現されている。

また、上記ステップ 202 における学習用位相が前記第 15 の発明における「固定値」に相当している。

また、ECU 40 が上記ステップ 228 の処理を実行することにより前記第 17 の発明における「最大指令値算出手段」が実現されている。

50

また、ECU40が上記ステップ206において位相指令値を進角ではなく遅角させることにより前記第18の発明における「指令値変更手段」が実現されている。

また、ECU40が上記ステップ234～240の処理を実行することにより前記第19の発明における「指令値変化規制手段」が実現されている。

【0133】

ところで、上述した実施の形態1または2においては、作用角指令値（または位相指令値）を変化させていった際に吸入空気量のピーク値（最大値）であろうと判断した値に対して吸入空気量が所定量減少した前後の2点の作用角指令値（または位相指令値）に基づいて、最大作用角指令値（または最大位相指令値）を算出（推定）するようにしている。しかしながら、本発明において、少なくとも2点の作用角指令値（または位相指令値）に基づいて最大作用角指令値（または最大位相指令値）を推定する手法は、上記の手法に限定されるものではなく、例えば、以下のような手法であってもよい。尚、以下、作用角可変機構についてのバルブタイミングのずれの補正を例に挙げて説明するが、位相可変機構についてのバルブタイミングのずれの補正についても同様の考え方で行うことができる。

10

【0134】

すなわち、本発明は、2点の作用角指令値のそれぞれに基づく吸気弁の作用角の制御時の吸入空気量の2点の取得値に基づいて、最大作用角指令値を推定する手法であってもよい。より具体的には、上記2点の作用角指令値の変化量と、そのような作用角指令値の変化に伴う吸入空気量の変化量との関係で、上記2点の作用角指令値のうちの何れか1点の作用角指令値と基準特性における最大作用角指令値とのずれ量を定めたマップ（図示省略）を予め実験等により取得しておくようにする。そして、作用角学習時にそのようなマップを参照して、上記2点の作用角指令値の変化量と吸入空気量の変化量とから上記ずれ量を算出するようにする。

20

【0135】

また、作用角指令値の変化量の符号と、吸入空気量の変化量の符号（吸入空気量が増加したか減少したかを示す情報）とに基づいて、上記2点の作用角指令値が今回の検出特性の最大作用角指令値に対して上記図3の左右のどちら側に位置しているのかを判定するようにする。例えば、作用角が小さくなる方向に作用角指令値を変化された場合において、吸入空気量の変化量の符号が正となる場合（すなわち、作用角指令値の変化に応じて吸入空気量が増加した場合）には、上記2点の作用角指令値が今回の検出特性の最大作用角指令値に対して、上記図3の右側に位置していることを把握することができる。

30

【0136】

以上のような手法によれば、2点の作用角指令値のそれぞれに基づく吸気弁の作用角の制御時の吸入空気量の2点の取得値に基づいて、最大作用角指令値を推定することができる。また、このような手法によれば、少ないデータ点数で、かつ小さな作用角指令値の変化量で、最大作用角指令値の簡易的な推定が可能となる。これにより、短時間にバルブタイミングのずれ量の学習を行えるようになり、また、学習のための作用角の変更に伴う排気音や燃焼音の変化を最小限に抑制することもできる。

【符号の説明】

【0137】

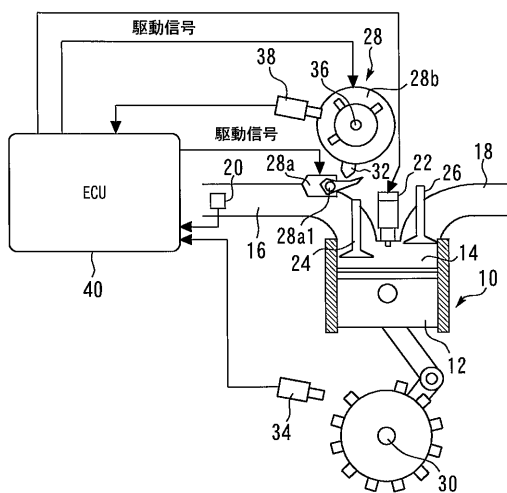
- 10 内燃機関
- 12 ピストン
- 14 燃焼室
- 16 吸気通路
- 18 排気通路
- 20 エアフローメータ
- 22 燃料噴射弁
- 24 吸気弁
- 26 排気弁
- 28 吸気可変動弁装置

40

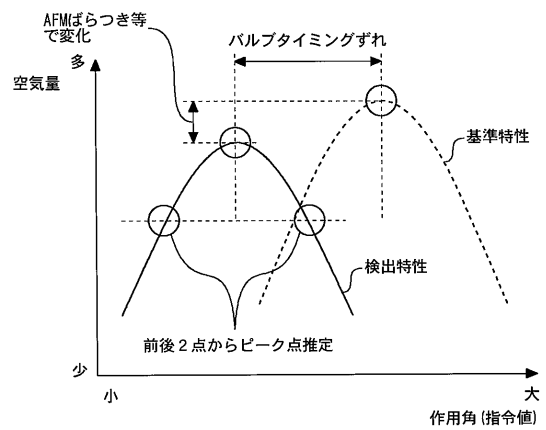
50

- 28 a 作用角可変機構
- 28 a 1 制御軸
- 28 b 位相可変機構
- 30 クランクシャフト
- 32 吸気カム
- 34 クランク角センサ
- 36 吸気カムシャフト
- 38 吸気カム角センサ
- 40 ECU (Electronic Control Unit)

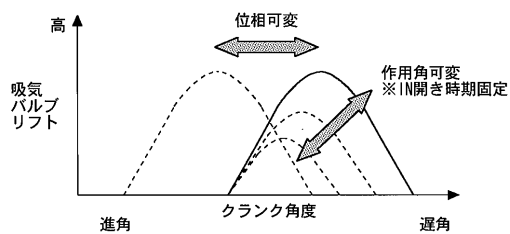
【図1】



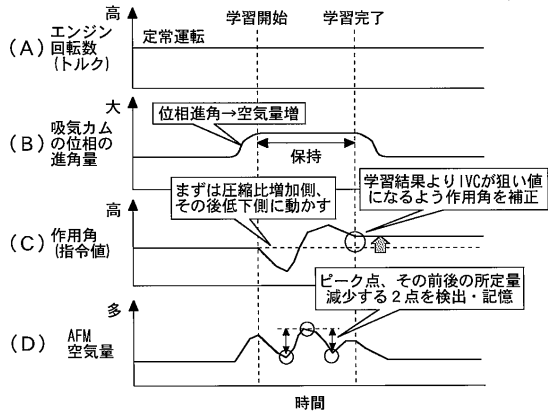
【図3】



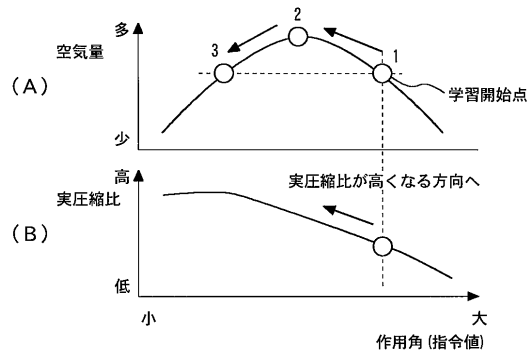
【図2】



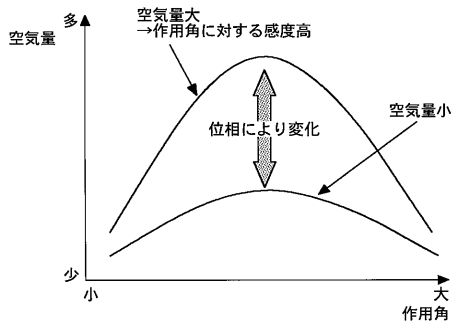
【図4】



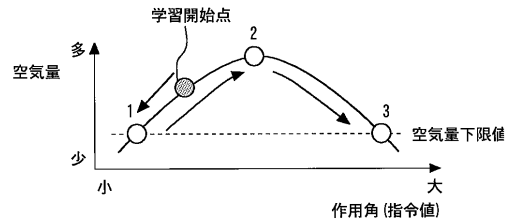
【図6】



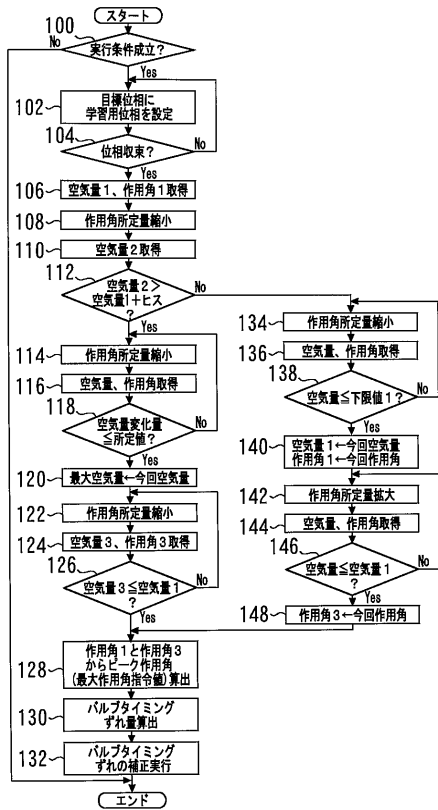
【図5】



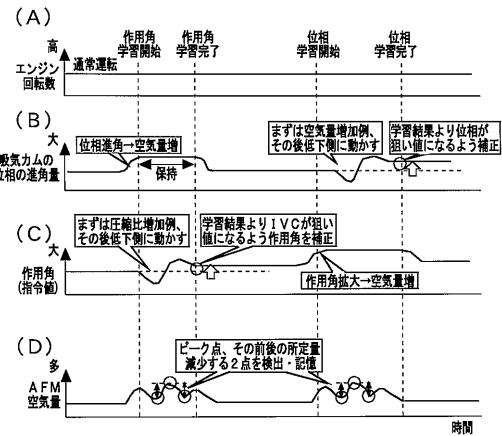
【図7】



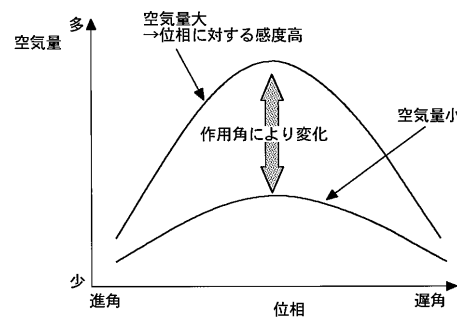
【図8】



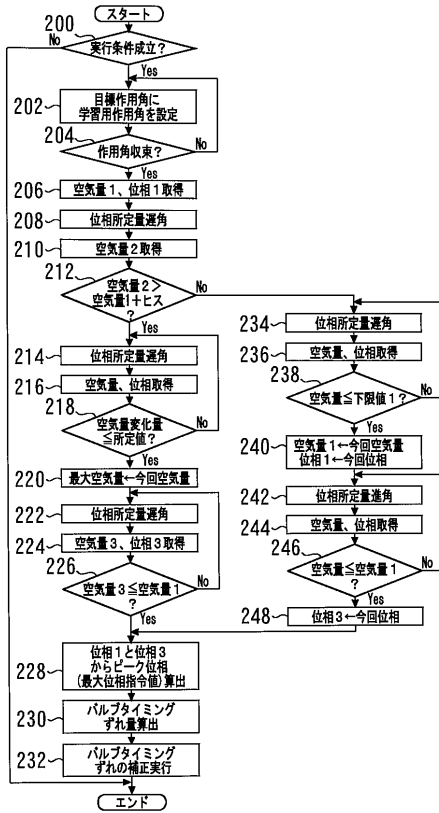
【図9】



【図10】



【図 11】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2007-231799(JP,A)
特開2004-076694(JP,A)
特開2008-157068(JP,A)
特開2006-057573(JP,A)
特開平08-284737(JP,A)
特開2009-203955(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D 13/02