

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4981942号  
(P4981942)

(45) 発行日 平成24年7月25日(2012.7.25)

(24) 登録日 平成24年4月27日(2012.4.27)

(51) Int. Cl.	F I	
<b>FO2D 45/00 (2006.01)</b>	FO2D 45/00	3 1 4 Z
<b>FO2P 5/15 (2006.01)</b>	FO2P 5/15	B
<b>FO2D 41/04 (2006.01)</b>	FO2D 41/04	3 3 0 Z
<b>FO2D 41/34 (2006.01)</b>	FO2D 41/04	3 3 5 Z
<b>FO2D 41/32 (2006.01)</b>	FO2D 41/34	H
請求項の数 6 (全 31 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2010-62282 (P2010-62282)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成22年3月18日 (2010.3.18)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2011-196208 (P2011-196208A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成23年10月6日 (2011.10.6)	(74) 代理人	100073759
審査請求日	平成22年3月18日 (2010.3.18)		弁理士 大岩 増雄
		(74) 代理人	100093562
			弁理士 児玉 俊英
		(74) 代理人	100088199
			弁理士 竹中 考生
		(74) 代理人	100094916
			弁理士 村上 啓吾
		(72) 発明者	前田 修
			東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
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】

内燃機関の筒内に直接噴射される燃料を点火プラグの近傍に案内するキャビティを頂面に備えたピストンと、

前記筒に設けられ、前記筒内への空気の吸入を制御する吸気バルブと、

前記吸気バルブが設けられた位置に対して前記筒の半径方向の異なる位置で前記筒に設けられ、前記筒内からの排気ガスの排出を制御する排気バルブと、

前記筒内に直接燃料を噴射する燃料噴射弁と、

前記吸気バルブと前記排気バルブとの間で前記筒に設けられ、筒内に於ける前記空気と前記燃料との混合気に点火し、前記混合気を燃焼させる点火プラグと、

前記混合気を前記点火プラグの近傍に案内するキャビティを頂面に備えたピストンと、

前記筒内に形成されるタンブル流動を制御するタンブル流動制御手段と、

前記吸気バルブを通過する前記空気の流速を演算する吸気流速演算手段と、

前記演算された流速に基づいて、前記筒の半径方向に於ける前記タンブル流動の中心位置を推定するタンブル流動中心位置推定手段と、

前記推定された前記タンブル流動の中心位置に基づいて、前記内燃機関の点火時期、燃料噴射時期、燃料噴射量、燃料噴射回数、燃圧、及び燃料噴射方向のうち少なくとも1つを補正する筒内流動変化補正手段と、

を備えたことを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項2】

前記推定したタンブル流動の中心位置が前記キャビティの中心位置から所定値以上ずれていた場合に、前記タンブル流動の主流が前記キャビティに沿わないと判定する筒内流動判定手段を備え、

前記筒内流動判定手段によりキャビティに沿わないタンブル流動であると判定された場合にのみ、前記筒内流動変化補正手段による前記補正を実行することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 3】

前記タンブル流動中心位置推定手段は、前記内燃機関の吸気バルブが開弁している間の予め設定された所定のタイミングに於いて前記タンブル流動の中心位置を推定することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関の制御装置。

10

【請求項 4】

前記タンブル流動中心位置推定手段は、前記吸気バルブが開弁している間、前記タンブル流動の中心位置を逐次推定することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 5】

前記筒内流動変化補正手段は、前記吸気バルブが開弁している間に前記燃料噴射弁による燃料噴射が実行される場合に、前記内燃機関の燃料噴射時期、燃料噴射量、燃料噴射回数、燃圧、及び燃料噴射方向のうち少なくとも何れか 1 つを、前記逐次推定しているタンブル流動中心位置推定値に基づいて補正することを特徴とする請求項 4 に記載の内燃機関の制御装置。

20

【請求項 6】

前記推定したタンブル流動の中心位置を補正する中心位置補正手段を備え、前記中心位置補正手段は、前記内燃機関の点火時期と燃料噴射時期とのうちの少なくとも一方に基づいて、前記タンブル流動中心位置推定手段により推定したタンブル流動の中心位置を補正することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうちの何れか一項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】

この発明は、車両等に搭載される内燃機関の制御装置、特に筒内噴射式内燃機関の制御装置に関するものである。

30

【背景技術】

【0002】

近年に於いて、大気汚染や石油事情の変動等に伴い、内燃機関（以下、エンジンと称する）の排気ガス、及び燃費の向上が強く要求されている。エンジンの排気ガス、及び燃費を向上させる方法として、エンジンに於ける混合気の燃焼状態を向上させることが注目されている。

【0003】

筒内噴射式エンジンに於ける混合気の燃焼状態を向上させるためには、点火時の混合気の形成状態が重要となることが知られている。更に、噴射された燃料を筒内の空気流動によって拡散させて混合気を形成するエアガイド式の燃料噴射手法や、筒内の上部に設けられた点火プラグ近傍に層状の混合気（以下、成層混合気と称する）を形成させて燃焼を行わせる成層燃焼モードの運転状態では、筒内の空気流動が混合気の形成や混合気の点火を実行するタイミングに強く影響を与えることが知られている。

40

【0004】

周知のように、筒内の縦渦、即ち、筒（シリンダ）の軸線方向に下降、上昇する空気流動（以下、タンブル流動と称する）を形成させる方法として、吸気マニホールド内に設置されて吸気マニホールドの一部の領域を閉塞する制御バルブによって吸気バルブを通過する空気の流速を増加させる方法や、ピストンの頂面（冠面ともいうが、以下の説明では、頂面と称する）に皿状に窪んだキャビティを設ける方法等がある。

50

## 【 0 0 0 5 】

しかし、吸気マニホールドの一部の領域を閉塞する制御バルブの開度や、その他のエンジンの運転状態によって吸気バルブを通過する空気の流速が変化することで、筒内のタンブル流動の形成状態は変化する。従って、混合気の燃焼状態を向上するためには、筒内空気流動の状態を精度良く検出、又は推定することと、筒内空気流動に対応した燃料制御及び点火制御を行うことが非常に重要となってくる。

## 【 0 0 0 6 】

従来、混合気の燃焼状態を向上するために、吸気マニホールドの一部の領域を閉塞する制御バルブの開度に応じて筒内のタンブル流動の中心位置を推定し、推定された中心位置に応じて点火プラグ近傍の流速を推定し、その流速に応じて前述の制御バルブを制御することにより、タンブル流動の中心位置と筒内に設置された点火プラグの位置との間の距離を所望の距離に制御して、高い点火エネルギーを必要とせずに混合気を燃焼させて、混合気の燃焼状態を向上させるようにした内燃機関の制御装置が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 7 】

【 特許文献 1 】 特開平 2 0 0 8 - 3 0 3 7 9 8 号公報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 8 】

ここで、この発明の発明者等の研究の結果によると、タンブル流動を強くするために吸気バルブを通過する空気の流速を高めると、吸気バルブを通過した空気は筒内排気側の壁面に沿って流れ、その後、ピストン頂面の傾斜に沿って流れるものの、ピストンの頂面に皿状に窪んだキャビティに沿わずに筒内上部へと導かれるようになるため、タンブル流動が変形し、タンブル流動の中心位置が排気側へと移動することとなることが判明した。更に、吸気バルブを通過する空気が高流速である場合には、空気は勢い良く筒内排気側の壁面、及びピストン頂面の傾斜に沿って流れるため、より吸気側の筒内上部へと導かれることとなり、タンブル流動の中心位置はキャビティ中心位置よりも排気側に位置するものの、よりキャビティ中心位置に近づくこととなることが判明した。

## 【 0 0 0 9 】

しかし、特許文献1に示された従来の装置では、吸気バルブを通過する流速と相関関係があると知られている吸気マニホールドの一部の領域を閉塞する制御バルブの開度に応じて筒内のタンブル流動の中心位置を推定しているが、キャビティに沿わないタンブル流動を形成することや、タンブル流動が排気側に移動することは示唆していない。即ち、特許文献1に示された従来の装置では、タンブル流動はピストンのキャビティに沿って形成されていることを前提としており、筒内上部に設けられた点火プラグとピストン（キャビティ）との間に於ける筒内の縦方向に変化するタンブル流動の中心位置を推定しているため、タンブル流動がキャビティに沿わず、タンブル流動の中心位置が排気側へ移動したときのタンブル流動の中心位置を精度良く検出できず、混合気の燃焼状態が悪化してしまう可能性がある。

## 【 0 0 1 0 】

又、タンブル流動が排気側に移動したときに於いては、吸気バルブを通過する空気の流速を高めてタンブル流動が強化されているため、排気側に位置し且つ強化されたタンブル流動により筒内上部に設置された点火プラグへの燃料噴霧及び混合気の撒き上りが増加し、ピストンへの燃料付着が抑制されて、点火プラグ近傍への混合気形成を向上できる。そのため、混合気の燃焼状態を向上させてエンジンの排気ガス、燃費、ドライバビリティを向上させるためには、タンブル流動を弱めてタンブル流動の位置を元に戻すよう制御するよりも、タンブル流動の中心位置に応じた燃料制御及び点火制御が有効である。よって、タンブル流動の中心位置に応じて、燃料制御及び点火制御に対する補正を施すことが必要

10

20

30

40

50

となる。

【0011】

この発明は、前述の従来装置に於ける課題に鑑みてなされたものであり、タンブル流動の中心位置を精度よく推定し、その推定したタンブル流動の中心位置に応じて内燃機関を制御できる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】

【0012】

この発明に係る内燃機関の制御装置は、  
内燃機関の筒内に直接噴射される燃料を点火プラグの近傍に案内するキャピティを頂面に備えたピストンと、

前記筒に設けられ、前記筒内への空気の吸入を制御する吸気バルブと、  
前記吸気バルブが設けられた位置に対して前記筒の半径方向の異なる位置で前記筒に設けられ、前記筒内からの排気ガスの排出を制御する排気バルブと、

前記筒内に直接燃料を噴射する燃料噴射弁と、  
前記吸気バルブと前記排気バルブとの間で前記筒に設けられ、筒内に於ける前記空気と前記燃料との混合気に点火し、前記混合気を燃焼させる点火プラグと、

前記混合気を前記点火プラグの近傍に案内するキャピティを頂面に備えたピストンと、  
前記筒内に形成されるタンブル流動を制御するタンブル流動制御手段と、  
前記吸気バルブを通過する前記空気の流速を演算する吸気流速演算手段と、

前記演算された流速に基づいて、前記筒の半径方向に於ける前記タンブル流動の中心位置を推定するタンブル流動中心位置推定手段と、

前記推定された前記タンブル流動の中心位置に基づいて、前記内燃機関の点火時期、燃料噴射時期、燃料噴射量、燃料噴射回数、燃圧、及び燃料噴射方向のうち少なくとも1つを補正する筒内流動変化補正手段と、

を備えるようにしたものである。

【0013】

この発明に係る内燃機関の制御装置は、望ましくは、前記タンブル流動中心位置推定手段により推定したタンブル流動の中心位置に応じて、前記内燃機関の点火時期、燃料噴射時期、燃料噴射量、燃料噴射回数、燃圧、及び燃料噴射方向のうち少なくとも何れか1つを補正する筒内流動変化補正手段と、前記点火時期と前記燃料噴射時期のうち少なくとも一方に応じて前記タンブル流動の中心位置の推定値を補正する中心位置補正手段と、前記タンブル流動の中心位置が前記キャピティの中心位置から所定値以上ずれている場合に、前記タンブル流動の主流がキャピティに沿わないと判定する筒内流動判定手段とを備えるものである。

【発明の効果】

【0014】

この発明に係る内燃機関の制御装置は、内燃機関の筒内に直接噴射される燃料を点火プラグの近傍に案内するキャピティを頂面に備えたピストンと、前記内燃機関の筒内に直接燃料を噴射する燃料噴射弁と、前記内燃機関の筒内にタンブル流動を形成させるタンブル流動制御手段と、前記内燃機関の吸気バルブを通過する吸気の流速を演算する吸気流速演算手段と、前記演算された吸気の流速に応じて前記筒内のタンブル流動の中心位置を推定するタンブル流動中心位置推定手段とを備えているので、筒内のタンブル流動制御時の吸気バルブを通過する流速に応じて横方向即ち内燃機関の筒の半径方向に移動するタンブル流動の中心位置を精度良く検出することができ、タンブル流動形成状態の検出精度を向上することができる。又、そのタンブル流動の中心位置に応じて点火時期、燃料噴射時期、燃料噴射量、燃料噴射回数、燃圧、及び燃料噴射方向のうち少なくとも何れか1つを補正することで混合気の燃焼状態を向上させ、エンジンの排気ガス、燃費、ドラビリを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

10

20

30

40

50

【図 1】この発明の実施の形態 1 に係る内燃機関の制御装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】この発明の実施の形態 1 及び実施の形態 2 に係る内燃機関の制御装置を含むシステム全体を示す構成図である。

【図 3】吸気流速が変化した時のタンブル流動形成の変化を示す説明図である。

【図 4】この発明の実施の形態 1 及び実施の形態 2 に係る内燃機関の制御装置に於ける ECU のタンブル流動制御手段、及び吸気流速演算手段の動作を示すフローチャートである。

【図 5】この発明の実施の形態 1 に係る内燃機関の制御装置の ECU のタンブル流動中心位置推定手段、中心位置補正手段、筒内流動判定手段、筒内流動変化補正手段の動作を示すフローチャートである。

10

【図 6】この発明の実施の形態 1 及び実施の形態 2 に係る内燃機関の制御装置に於ける吸気流速とタンブル流動推定中心位置の特性を示すマップである。

【0016】

【図 7】この発明の実施の形態 1 及び実施の形態 2 に係る内燃機関の制御装置に於けるタンブル流動推定中心位置、キャビティ中心位置、及びタンブル流動中心ずれの関係をj示す説明図である。

【図 8】この発明の実施の形態 1 及び実施の形態 2 に係る内燃機関の制御装置に於けるクランク角と中心位置補正量の特性を示すマップである。

【図 9】この発明の実施の形態 1 に係る内燃機関の制御装置に於けるタンブル流動が制御されたときのタンブル流動推定中心位置及び推定中心位置に応じた点火時期補正の挙動を示すタイミングチャート図である。

20

【図 10】この発明の実施の形態 2 に係る内燃機関の制御装置を示すブロック図である。

【図 11】この発明の実施の形態 2 に係る内燃機関の制御装置に於ける ECU のタンブル流動中心位置推定手段、中心位置補正手段、筒内流動判定手段、筒内流動変化補正手段の動作を示すフローチャートである。

【図 12】この発明の実施の形態 2 に係る内燃機関の制御装置に於ける均質燃焼モード時にタンブル流動が制御されたときのタンブル流動推定中心位置及び推定中心位置に応じた燃料噴射時期補正及び点火時期補正の挙動を示すタイミングチャート図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0017】

実施の形態 1 .

以下、この発明の実施の形態 1 に係る内燃機関の制御装置について図面を参照して説明する。この発明の実施の形態 1 に係る内燃機関の制御装置に於いては、エンジンが成層混合気による燃焼モード（以下、成層燃焼モードと称する）で運転されており、燃料は圧縮行程で筒内に直接噴射され、成層燃焼モード運転時に於いて、吸気バルブが開弁している間にタンブル流動の中心位置を推定し、この推定したタンブル流動の中心位置（以下、タンブル流動推定中心位置と称する）に応じて、吸気バルブが閉弁している間に実行される燃料制御及び点火制御に関するパラメータの一つである点火時期を補正する実施例について説明する。

40

【0018】

図 1 は、この発明の実施の形態 1 に係る内燃機関の制御装置の構成を示すブロック図である。図 1 に示す制御装置を構成するタンブル流動制御手段 25、吸気流速演算手段 26、タンブル流動中心位置推定手段 27、中心位置補正手段 28、筒内流動判定手段 29、及び筒内流動変化補正手段 30 は、後述するエンジン制御用電子コントロールユニット（以下、ECU と称する）のメモリに記憶されたソフトウェアにより構成されている。図 1 に示す夫々の手段の動作等の詳細については後述する。

【0019】

図 2 は、この発明の実施の形態 1、及び後述する実施の形態 2 に係る内燃機関の制御装置を含むシステム全体を示す構成図である。尚、一般的にエンジンには、複数のシリンダ

50

が設けられているが、図2では、便宜上、そのうちの1つのシリンダについてのみ図示している。

【0020】

図2に於いて、エンジン1には、筒状のシリンダ2が設けられている。シリンダ2内にはその軸線方向に自在に往復運動するピストン3が設けられており、ピストン3の頂面にはタンブル流動の案内やシリンダ2の上部への成層混合気を形成するために皿状に窪んだキャビティ4が形成されている。ここで、キャビティ4を形成すると後述する燃焼室5内の容積が増加して圧縮比が低下してしまうため、圧縮比を低下させること無くピストン3にキャビティ4を形成するために、ピストン3の頂面は山状に傾斜が形成されて盛り上がった形状に形成され、その山状に形成された頂部にキャビティ4が形成されている。

10

【0021】

シリンダ2とピストン3によって、燃料と空気との混合気が燃焼する燃焼室5が形成される。又、ピストン3の往復運動を回転運動に変換するクランク軸6が設けられており、クランク軸6の回転角度(クランク角)を検出するクランク角センサ7が設けられている。更に、シリンダ2には、エンジン1を冷却するための冷却水(図示せず)の温度に応じた電圧を出力する水温センサ8が設けられている。

【0022】

シリンダ2内に空気を吸入する吸気マニホールド9と、燃焼室5内で混合気が燃焼して生成された排気ガスを排出する排気マニホールド10とがシリンダ2に接続されている。又、シリンダ2には、燃焼室5と吸気マニホールド9との間を開閉する吸気バルブ11と、燃焼室5と排気マニホールド10との間を開閉する排気バルブ12とが取り付けられている。適切な開弁タイミング及び適切なリフト量で吸気バルブ11及び排気バルブ12を制御するために、吸気カム13及び排気カム14が設けられている。

20

【0023】

シリンダ2内の吸気バルブ11の近傍には、適切なタイミングでシリンダ2内に直接燃料を噴射する燃料噴射弁15が取り付けられている。更に、シリンダ2の頂部には、燃焼室5に形成された混合気に火花点火する点火プラグ16と、この点火プラグ16に高電圧エネルギーを供給する点火コイル17が取り付けられている。

【0024】

吸気マニホールド9には、吸気マニホールド9の下部を閉塞するタンブル流動制御バルブ18が取り付けられている。ここで、タンブル流動制御バルブ18は、バルブの開度が小さくなれば、吸気マニホールド9の閉塞領域が拡大するように取り付けられている。タンブル流動制御バルブ18の開度を小さくし、吸気マニホールド9に於ける閉塞領域が拡大した場合、吸気マニホールド9の図に於ける上部の偏流が増加することに伴い吸気バルブ11の上方、即ちシリンダ2の中心方向から通過する吸気量が増加することで、シリンダ2内に形成されるタンブル流動が強化される。又、吸気バルブ11の上方から通過する吸気量が増加したときに於いては、吸気バルブ11を通過する全方向の平均的な流速、特に吸気バルブ11の上方の流速、は増加する。

30

【0025】

吸気マニホールド9の上流側には、燃焼室5に吸入される空気を一時的に溜めるサージタンク19が接続されており、サージタンク19の上流側には、スロットルバルブ20が設けられている。又、スロットルバルブ20の下流側には、ブースト圧に応じた電圧を出力するブースト圧センサ21が設けられている。

40

【0026】

排気マニホールド10の下流側には、排気ガス中の有害物質を取り除く触媒装置22が接続されており、触媒装置22の下流側には、排気ガスを外部に排気するテールパイプ23が接続されている。又、排気マニホールド10には、排気ガスの空燃比を検出する空燃比センサ(図示せず)が設けられている。

【0027】

ECU24は、演算処理をするCPU、プログラムデータや固定値データを記憶するR

50

OM、格納されているデータを更新して順次書き換えられるRAM、及びECU24の電源が切られても格納されているデータを保持するバックアップRAMを有するマイクロコンピュータ（図示せず）と、燃料噴射用駆動装置のアクチュエータ（図示せず）を駆動するため駆動回路（図示せず）と、各種信号の入出力を行うI/Oインターフェース（図示せず）とで構成されている。

【0028】

ECU24のメモリには、図1に示すタンブル流動制御手段25、吸気流速演算手段26、筒内流動判定手段29、タンブル流動中心位置推定手段27、中心位置補正手段28、筒内流動変化補正手段30、がソフトウェアとして記憶されている。又、ECU24には、水温センサ8、及びブースト圧センサ21からの電圧出力値もA/D変換されて入力され、これらA/D変換された各出力値は、夫々冷却水温TW、及びブースト圧Pbとして前述のソフトウェアとして記憶されている夫々の手段での演算に用いられる。又、ECU24にはクランク角センサ7の信号が割り込み入力されて、ECU24に内蔵されたタイマーとクランク角センサ7の信号とからエンジン回転数NEが演算される。

【0029】

次に、図1に示すこの発明の実施の形態1に係る内燃機関の制御装置の構成について説明する。図1に於いて、タンブル流動制御手段25は、入力されたクランク角センサ7の出力に基づく前述のエンジン回転数NEとブースト圧センサ21からのブースト圧Pbとに基づいて、エンジン1の運転状態に応じたタンブル流動制御バルブ開度TCVを演算し、この演算したタンブル流動制御バルブ開度TCVに応じてタンブル流動制御バルブ18を開閉してシリンダ2内のタンブル流動の強さを制御する。より具体的には、後述するように、エンジン回転数NEとブースト圧Pbの値により予め設定されたマップを参照して更新されるタンブル流動制御バルブ開度TCVに応じて、タンブル流動制御バルブ18を開閉制御する。タンブル流動制御手段25に於ける処理の詳細については後述する。

【0030】

吸気流速演算手段26は、吸気バルブ11が開弁している間、タンブル流動制御手段25により演算されたタンブル流動制御バルブ開度TCVと、吸入空気量Qaと、吸気バルブリフト量INT<sub>L</sub>と、吸気バルブ開弁タイミングINT<sub>T</sub>とに基づいて、吸気マニホールド9から吸気バルブ11を通過してシリンダ2内に吸入される空気の流速（バルブ通過流速）を表す吸気流速V<sub>v</sub>を演算する。より具体的には、後述するように、タンブル流動制御バルブ開度TCV、吸入空気量Qa、吸気バルブリフト量INT<sub>L</sub>、及び吸気バルブ開弁タイミングINT<sub>T</sub>から予め設定されたマップを参照した値、及び予め設定してある重み付け係数K<sub>v</sub>を乗算して演算される。吸気流速演算手段26に於ける処理の詳細については後述する。

【0031】

タンブル流動中心位置推定手段27は、吸気バルブ11が開弁している間の所定のタイミングで、吸気流速演算手段26により演算された吸気バルブ11を通過する吸気流速V<sub>v</sub>に応じて予め設定されて一意に決定するタンブル流動推定中心位置C<sub>T</sub>の特性を用いてタンブル流動推定中心位置C<sub>T</sub>を演算する。タンブル流動中心位置推定手段27に於ける処理の詳細については後述する。

【0032】

ここで、吸気バルブ11を通過する吸気流速V<sub>v</sub>と燃焼室5内のタンブル流動形成位置の関係を、図を用いて説明する。図3は、吸気流速が変化した時のタンブル流動形成の変化を示す説明図で、(a)はタンブル流動制御バルブ開度が大きく、吸気バルブ11を通過する吸気流速が低いとき、(c)はタンブル流動制御バルブ開度が小さく、吸気流速が高いとき、(b)はタンブル流動制御バルブ開度が(a)と(c)の開度の間であり、吸気流速が(a)と(c)の間となるとき、のシリンダ2内のタンブル流動の主流を夫々図示している。

【0033】

図3の(a)に於いて、吸気流速V<sub>v</sub>が小さいときには、ピストン3頂面近傍のタンブ

10

20

30

40

50

ル流動の主流 A は、シリンダ 2 の上部へ向かうようにキャビティ 4 によって流動が案内されている。従って、形成されるタンブル流動の中心位置  $C_T$  は、キャビティ 4 の中心位置とほぼ同じ位置となる。

【0034】

図 3 の ( b ) では、( a ) よりも吸気流速  $V_V$  が高くなっているため、吸気バルブ 1 1 を通過した後、タンブル流動の主流 A は、排気バルブ 1 2 の近傍、シリンダ 2 の排気側壁面、ピストン 3 頂面の傾斜を通過し、キャビティ 4 に沿うことなくシリンダ 2 の上部へ向かう流動を形成する。そのため、形成されるタンブル流動の中心位置  $C_T$  は、キャビティ 4 の中心位置  $C_C$  から図の右横方向、即ち排気側方向にずれる。

【0035】

又、図 3 の ( c ) では、( b ) よりもさらに吸気流速  $V_V$  が高くなっていることから、タンブル流動の主流 A は、( b ) と同様にキャビティ 4 に沿わず、( b ) よりもさらに吸気側のシリンダ 2 の上部へと向かう流動を形成する。そのため、形成されるタンブル流動 C の中心位置  $C_T$  は、キャビティ 4 の中心位置  $C_C$  から排気側へずれるが、( b ) に於けるタンブル流動 A の中心位置  $C_T$  よりもキャビティ 4 の中心側に近づく。図 3 の ( a )、( b ) に於ける  $C_d$  は、キャビティ 4 の中心位置  $C_C$  からのタンブル流動 C の中心位置  $C_T$  のずれ (以下、タンブル流動中心ずれと称する) を示す。

【0036】

図 1 に示すタンブル流動中心位置推定手段 2 7 には、図 3 に示す現象に基づいて、吸気流速  $V_V$  に応じたタンブル流動推定中心位置  $C_T$  の特性が予め記憶されている。そして、

入力される吸気流速  $V_V$  に対応するタンブル流動推定中心位置  $C_T$  を読み出して出力する。

【0037】

次に、中心位置補正手段 2 8 は、後述する筒内流動変化補正手段 3 0 に於いて補正を行う基本点火時期  $S A_b$  から、予め設定されたクランク角に応じて一意に決定する中心位置補正量  $C_H$  の特性を用いて演算される中心位置補正量  $C_H$  をタンブル流動中心位置推定手段 2 7 から出力されたタンブル流動中心位置  $C_T$  に乗算することにより補正してタンブル流動中心位置  $C_T$  を更新する。中心位置補正手段 2 8 に於ける処理の詳細については後述する。

【0038】

筒内流動判定手段 2 9 は、タンブル流動中心位置推定手段 2 7 から出力されたタンブル流動推定中心位置  $C_T$  と予め設定してあるキャビティ中心位置  $C_C$  との差に基づいて演算し、その差が予め設定してある判定値  $C_d$  よりも大きい場合には、キャビティ 4 に沿わないタンブル流動を形成すると判定されて、後述する筒内流動変化補正手段 3 0 による制御を実行する。筒内流動判定手段 2 9 に於ける処理の詳細については後述する。

【0039】

筒内流動変化補正手段 3 0 は、タンブル流動推定中心位置  $C_T$  に応じた値をエンジン回転数  $N E$  とブースト圧  $P b$  とに基づいて演算される基本点火時期  $S A_b$  から減算して補正を施す。筒内流動変化補正手段 3 0 に於ける処理の詳細については後述する。

【0040】

次に、前述のように構成されたこの発明の実施の形態 1 に係る内燃機関の制御装置に於いて、タンブル流動が制御され、吸気流速を演算し、タンブル流動中心位置を推定し、タンブル流動推定中心位置を補正し、点火時期を補正する一連の動作について説明する。

【0041】

まず、タンブル流動が制御され、吸気流速を演算する動作について説明する。図 4 は、この発明の実施の形態 1 に係る内燃機関の制御装置に於ける ECU のタンブル流動制御手段、及び吸気流速演算手段の動作を示すフローチャートである。尚、このフローチャートによる動作は、ECU 2 4 に於いてメインルーチンが所定時間周期で実行される中でサブルーチンとして実行される。又、この実施の形態 1 に於いては、所定時間周期のメインルーチン内のサブルーチンとして実行されるが、所定クランク角度毎に割り込んで実行され

10

20

30

40

50

る割り込みルーチン内のサブルーチンとして実行されても良い。

【 0 0 4 2 】

図 4 に於いて、先ず、ステップ S 1 0 1 に於いて、タンブル流動制御条件が成立しているか否かを判定する。タンブル流動制御条件は、例えばエンジン回転数 N E が予め設定された所定値以下であり、スロットル開度が予め設定された所定値以下であり、且つ水温 T W が予め設定された所定値以下である場合に条件が成立するものである。

【 0 0 4 3 】

ステップ S 1 0 1 に於いてタンブル流動制御条件が成立していないと判定された場合 ( N )、ステップ S 1 0 2 に進んで初期化処理が実行される。ステップ S 1 0 2 での初期化処理は、吸気流速  $V_v$ 、タンブル流動推定中心位置  $C_T$ 、中心位置補正量  $C_H$ 、キャピティ 4 の中心位置  $C_C$  からのタンブル流動の中心位置  $C_T$  のずれであるタンブル流動中心ずれ  $C_d$  に、夫々「 0 」を入力することによる行われる。ステップ S 1 0 2 の初期化処理が終了すると、そのまま何もせずに戻りメインルーチンに戻る。

10

【 0 0 4 4 】

次に、ステップ S 1 0 1 に於いて、タンブル流動制御条件が成立していると判定された場合 ( Y )、ステップ S 1 0 3 に進んでタンブル流動制御が実行される。ステップ S 1 0 3 によるタンブル流動制御は、タンブル流動を形成しタンブル流動の強さを制御するものであり、例えば次に示す式 ( 1 ) により、エンジン回転数 N E とブースト圧 P b の値により予め設定されたマップを参照して更新されるタンブル流動制御バルブ開度 T C V に応じて、タンブル流動制御バルブ 1 8 を開閉制御することにより行なわれる。

20

$$T C V = m a p ( N E , P b ) \dots \dots \dots \text{式 ( 1 )}$$

このステップ S 1 0 3 が、タンブル流動制御手段 2 5 に相当する。

【 0 0 4 5 】

ここで、この実施の形態 1 に於いては、エンジン運転状態に応じてタンブル流動制御バルブ開度 T C V を変化させることのみでタンブル流動の強さを制御しているが、これに限ったものではない。即ち、タンブル流動制御バルブ 1 8 が開弁している間、例えばエンジン回転数、吸気バルブ 1 1 の位相 ( 開弁タイミング )、及び吸気バルブ 1 1 の最大リフト量の変化によってもタンブル流動の強さが変化することから、タンブル流動の制御は、エンジン回転数 N E、後述する吸気バルブ開弁タイミング I N T\_T、及び後述する吸気バルブリフト量 I N T\_L のうちの少なくとも何れか一つと、タンブル流動制御バルブ開度 T C V とを組み合わせて、タンブル流動を制御するようにしても良い。

30

【 0 0 4 6 】

次に、ステップ S 1 0 4 に於いて、吸気バルブ 1 1 が開弁中であるか閉弁中であるかを判定する。例えば、後述する吸気バルブ開弁タイミング I N T\_T、及び後述する吸気バルブリフト量のプロフィールより、吸気バルブ 1 1 が開弁するクランク角及び閉弁するクランク角を演算し、現在のクランク角が、吸気バルブ 1 1 が開弁するクランク角以降であり且つ閉弁するクランク角よりも前であれば吸気バルブが開弁中であると判定する。

40

【 0 0 4 7 】

ステップ S 1 0 4 に於ける判定の結果、吸気バルブ 1 1 が閉弁中であれば ( N )、そのまま何もせずに戻りメインルーチンに戻る。ステップ S 1 0 4 に於いて、吸気バルブ 1 1 が開弁中であると判定すれば ( Y )、吸気バルブ 1 1 に於いて空気が通過しているため、ステップ S 1 0 5 に於いて吸気バルブ 1 1 を通過する流速を表す吸気流速  $V_v$  を演算する。

【 0 0 4 8 】

吸気流速  $V_v$  は、次に示す式 ( 2 ) により、タンブル流動制御バルブ開度 T C V、吸入空気量 Q a、吸気バルブリフト量 I N T\_L、及び吸気バルブ開弁タイミング I N T\_T より予め設定されたマップを参照した値、及び予め設定してある重み付け係数  $K_v$  を乗算して演算される。

50

$$V_v = T C V \times Q a \times m a p ( I N T_L , I N T_T ) \times K_v \dots \dots \dots \text{式 ( 2 )}$$

このステップS 1 0 5 が、吸気流速演算手段 2 6 に相当する。

【 0 0 4 9 】

ここで、吸気バルブ開弁タイミング  $I N T_T$  は、吸気バルブ 1 1 の開弁動作の位相を制御するパラメータであり、例えばエンジン回転数  $N E$  とブースト圧  $P b$  からマップを参照して更新され、吸気バルブ開弁タイミング  $I N T_T$  に応じて吸気カム 1 3 の位相を変化させて制御される。又、吸気バルブリフト量  $I N T_L$  は、例えば予め記憶している吸気バルブリフト量のプロフィール（マップ）に対して吸気バルブ開弁タイミング  $I N T_T$  を与え、現在のクランク角に於ける吸気バルブリフト量を参照するようにして演算される。但し、吸気バルブリフト量  $I N T_L$  の演算方法はこれに限ったものではなく、吸気バルブ 1 1 の開口面積を演算して吸気バルブリフト量を演算することや、吸気バルブ 1 1 に取り付け吸気バルブ 1 1 のリフト量を検出するセンサの出力値により演算すること等でも求めることができる。

10

【 0 0 5 0 】

又、吸入空気量  $Q a$  は、次に示す式 ( 3 ) により、エンジン回転数  $N E$  とブースト圧  $P b$  を乗算することによって演算される。

$$Q a = N E \times P b \dots \dots \dots \text{式 ( 3 )}$$

20

このステップS 1 0 5 が、吸気流速演算手段 2 6 に相当する。

【 0 0 5 1 】

尚、吸入空気量  $Q a$  は式 ( 3 ) のように演算されるものに限らず、例えば吸気マニホールド 9 を通過する空気量を検出するセンサの出力値を用いて演算しても良い。

【 0 0 5 2 】

又、この実施の形態 1 に於いては、タンブル流動制御バルブ開度  $T C V$ 、吸気バルブリフト量  $I N T_L$ 、吸気バルブ開弁タイミング  $I N T_T$ 、及びエンジン回転数  $N E$  に基づいて吸気流速  $V_v$  を演算しているが、これに限ったものではない。即ち、吸気バルブ 1 1 の近傍に設置してその領域を通過する流速を検出するセンサの出力値や、吸気バルブ 1 1 を通過する前後の圧力差等によって、吸気流速  $V_v$  が得られるようにしても良い。

30

【 0 0 5 3 】

次にステップS 1 0 6 に於いて、タンブル流動中心位置推定ルーチンを実行する。図 5 は、この発明の実施の形態 1 に係る内燃機関の制御装置の E C U のタンブル流動中心位置推定手段、中心位置補正手段、筒内流動判定手段、筒内流動変化補正手段の動作を示すフローチャートであって、図 4 に於けるステップS 1 0 6 の処理内容の詳細である。次に、図 5 に示すフローチャートを参照しながら、タンブル流動中心位置を推定し、タンブル流動推定中心位置を補正し、点火時期を補正する動作について説明する。

【 0 0 5 4 】

図 5 に於いて、まず、ステップS 2 0 1 に於いて、現在のクランク角が、後述するタンブル流動推定中心位置  $C_T$  を演算するための予め設定された所定のタイミングとなるクランク角であるかどうかを判定する。この実施の形態 1 に於いては、予め設定された所定のタイミングは、吸気バルブ 1 1 のリフト量が最大（ピーク）となるタイミング（バルブ開口面積が最大となるタイミング）としており、予め設定された所定のタイミングとなるクランク角は、予め記憶している吸気バルブリフト量のプロフィール（マップ）に対して吸気バルブ開弁タイミング  $I N T_T$  を与えることで、吸気バルブリフト量が最大値となるクランク角として求められる。

40

【 0 0 5 5 】

ここで、この実施の形態 1 に於いては、予め設定された所定のタイミングを吸気バルブ 1 1 のリフト量が最大となるタイミングとしているが、これに限ったものではなく、例え

50

ば吸気バルブ 1 1 の開弁途中における吸気流速が最大となる近傍のタイミングとしても良い。吸気流速が最大となる吸気バルブのリフト量を予め記憶しておくことで、吸気流速が最大となる吸気バルブのリフト量、予め記憶している吸気バルブリフト量のプロフィール（マップ）、及び吸気バルブ開弁タイミング  $INT_T$  から、予め設定された所定のタイミングとなるクランク角を検出できる。但し、吸気バルブ 1 1 が早開けや遅閉じなどに制御されている場合に発生するシリンダ 2 から吸気マニホールド 9 へ空気が戻る吹き戻し（吸気流速  $V_V$  が負の値）の期間や、吸気流速  $V_V$  が急速に増減しているタイミング等は予め設定される所定のタイミングとしない。

【 0 0 5 6 】

ステップ S 2 0 1 に於ける判定の結果、吸気バルブ 1 1 のリフト量が最大となるタイミングでない場合（N）には、そのまま何もせずリターンしてメインルーチンとしての図 4 に示すタンブル流動制御ルーチンに戻る。一方、ステップ S 2 0 1 に於ける判定の結果、吸気バルブ 1 1 のリフト量が最大となるタイミングである場合（Y）には、ステップ S 2 0 2 に進み、タンブル流動推定中心位置  $C_T$  を演算する。

10

【 0 0 5 7 】

図 6 は、この発明の実施の形態 1 及び後述する実施の形態 2 に係る内燃機関の制御装置に於ける吸気流速とタンブル流動推定中心位置の特性を示すマップである。ステップ S 2 0 2 にて演算するタンブル流動推定中心位置  $C_T$  は、前述の図 3 に示した現象に基づいて予め設定された図 6 に示すような吸気流速  $V_V$  に応じたタンブル流動推定中心位置特性マップを参照して、次に示す式（4）により演算される。

20

$$C_T = \text{map}(V_V) \cdot \dots \cdot \text{式}(4)$$

このステップ S 2 0 2 が、タンブル流動中心位置推定手段 2 7 に相当する。

【 0 0 5 8 】

図 6 に示すマップは、吸気流速  $V_V$  が低い場合にはタンブル流動の中心位置  $C_T$  はキャピティ中心位置  $C_C$  と同じ値となるが、吸気流速  $V_V$  が高くなるとタンブル流動の中心位置  $C_T$  は排気側に移動し、更に吸気流速  $V_V$  が高くなるとタンブル流動の中心位置  $C_T$  は徐々にキャピティ中心位置  $C_C$  の方向に移動する特性となっている。図 7 は、この発明の実施の形態 1 に係る内燃機関の制御装置に於けるタンブル流動推定中心位置、キャピティ中心位置、及びタンブル流動中心ずれの関係を示す説明図である。図 7 に示すように、タンブル流動推定中心位置  $C_T$  及びキャピティ中心位置  $C_C$  は、シリンダ 2 に対する横方向の位置を表している。尚、キャピティ中心位置  $C_C$  は、同一キャピティ形状である限り固定の値である。

30

【 0 0 5 9 】

次に、図 5 のステップ S 2 0 3 に於いて、中心位置補正量  $C_H$  を演算する。中心位置補正量  $C_H$  は、ステップ S 2 0 2 で演算されたタンブル流動推定中心位置  $C_T$  を補正して更新するものである。即ち、後述する筒内流動変化補正手段 3 0 に於いてタンブル流動推定中心位置  $C_T$  に応じて補正する点火時期は、吸気バルブが閉弁している間に実行される点火制御のパラメータであることから、吸気バルブ 1 1 が開弁している間にタンブル流動中心位置が若干移動することを鑑みて、タンブル流動推定中心位置  $C_T$  を補正して更新する。

40

【 0 0 6 0 】

ここで、吸気バルブ 1 1 が閉弁している間のタンブル流動の中心位置について説明する。吸気行程の終了時（吸気バルブ 1 1 が閉弁される近傍のタイミング）にはピストン 3 は下死点 BDC（Bottom Dead Center）となっており、次の圧縮行程に於いてピストン 3 は上死点 TDC（Top Dead Center）へと移動する。その間、燃焼室 5 の容積は減少し、吸気バルブ 1 1 の開弁時に形成されたタンブル流動はピストン 3 に押し潰される。ここで、排気側に位置してキャピティ 4 に沿わないタンブル流動が押し潰されると、タンブル流動の中心位置はより排気側へ移動する傾向がある。又、圧縮行程が終了し、燃焼行程でピス

50

トン3がTDCからBDCへ移動する間、燃焼室5の容積は増加し、排気側に位置してキャピティ4に沿わないタンブル流動はピストン3による押し潰しから開放されて、タンブル流動の中心位置はキャピティ4の中心位置へ向けて移動する傾向がある。

【0061】

このことを鑑みて、タンブル流動推定中心位置 $C_T$ を補正して更新する。即ち、次に示す式(5)のように基本点火時期 $S A_b$ から予め設定された特性マップを用いて中心位置補正量 $C_H$ を演算し、中心位置補正量 $C_H$ を補正前のタンブル流動推定中心位置 $C_T$ に乗算してタンブル流動推定中心位置 $C_T$ を更新する。図8は、この発明の実施の形態1に係る内燃機関の制御装置に於けるクランク角と中心位置補正量 $C_H$ の特性を示すマップである。

$$C_H = \text{map}(S A_b) \dots \dots \dots \text{式}(5)$$

$$C_T = C_T \times C_H$$

このステップS203が中心位置補正手段28に相当する。

【0062】

尚、この実施の形態1では、中心位置補正量 $C_H$ をタンブル流動中心位置 $C_T$ に乗算して補正しているが、これに限ったものではなく、中心位置補正量 $C_H$ をタンブル流動中心位置 $C_T$ に加算して補正するようにしても良い。

【0063】

次に、ステップS204に於いて、次に示す式(6)により、ステップS203により補正されて更新されたタンブル流動中心位置 $C_T$ からキャピティ中心位置 $C_c$ を減算してタンブル流動中心ずれ $C_d$ を演算する。

$$C_d = C_T - C_c \dots \dots \dots \text{式}(6)$$

ここで、タンブル流動中心ずれ $C_d$ は、図7に示すように、タンブル流動中心位置 $C_T$ がキャピティ中心位置 $C_c$ に対してどれだけシリンダ2の横方向へ移動しているかを表している。タンブル流動中心ずれ $C_d$ が正の値であれば、キャピティ中心位置 $C_c$ よりも排気側へタンブル流動の中心位置が移動していることを示し、負の値であればキャピティ中心位置 $C_c$ よりも吸気側へタンブル流動の中心位置が移動していることを示す。

【0064】

更に、図5のステップS205に於いて、タンブル流動中心ずれ $C_d$ が予め設定された判定値 $C_{dT}$ 以上であるか否かを判定する。判定値 $C_{dT}$ は、キャピティ4に沿わないタンブル流動となるときのタンブル流動中心位置として予め設定されている。

【0065】

ステップS205に於いて、タンブル流動中心ずれ $C_d$ が判定値 $C_{dT}$ 以上でないと判定された場合(N)には、そのまま何もせずに図4に示すタンブル流動制御ルーチンであるメインルーチンに戻る。ステップS205に於いて、タンブル流動中心ずれ $C_d$ が判定値 $C_{dT}$ 以上であると判定された場合(Y)には、ステップS206に進み、点火時期の補正を行う。

これらステップS204及びステップS205が、筒内流動判定手段29に相当する。

【0066】

ステップS206に於いて、タンブル流動中心位置 $C_T$ に応じて基本点火時期 $S A_b$ を補正して点火時期 $S A$ を演算する。点火時期 $S A$ は、次に示す式(7)により、タンブル流動中心位置 $C_T$ が大きい程(排気側に位置している程)進角するように補正される。

$$S A = S A_b - C_T \times K_{IGN} \dots \dots \dots \text{式}(7)$$

尚、 $K_{IGN}$ は、点火時期補正用重み付け係数であり、タンブル流動中心位置 $C_T$ の変

10

20

30

40

50

化量に対する点火時期変化量として「0」よりも大きい値が予め設定されている。

このステップS 2 0 6 が筒内流動変化補正手段3 0 に相当する。

【0 0 6 7】

ここで、タンブル流動中心位置が移動した際の点火時期の補正方向について説明する。一般にエアガイド式の燃料噴射手法で、且つ成層燃焼モードでは、圧縮行程で噴射される燃料を点火プラグ1 6 の近傍にのみ拡散させて成層混合気を形成し、成層混合気が点火プラグ1 6 の近傍に位置したときに点火を行うよう、燃料制御及び点火制御を行う必要がある。

【0 0 6 8】

タンブル流動の中心位置がキャピティ4 の中心位置に一致する場合、圧縮行程で噴射される燃料噴霧は、タンブル流動のキャピティ4 からシリンダ2 上部への流動と正面衝突することで流動の勢いが低下し、除々に点火プラグ1 6 の近傍に拡散して成層混合気が形成される。

10

【0 0 6 9】

一方、タンブル流動の中心位置がキャピティ4 の中心位置よりも排気側にずれている場合、圧縮行程で噴射される燃料噴霧は、排気側に位置したタンブル流動のピストン3 の傾斜からシリンダ2 上部へ流れる流動と正面衝突せず、流動によって噴霧がシリンダ2 上部へと撒きあがるため、点火プラグ1 6 の近傍に拡散して成層混合気が形成されるタイミングが早まる。従って、タンブル流動中心位置が排気側に位置する程、点火時期を進角方向に補正をする必要がある。

20

【0 0 7 0】

図5 に於けるステップS 2 0 6 が終了すれば、図4 に示すタンブル流動制御ルーチンであるメインルーチンに戻る。

【0 0 7 1】

尚、この実施の形態1 では、タンブル流動推定中心位置C<sub>T</sub> に応じた値を基本点火時期S A<sub>b</sub> に減算して補正を施しているが、これに限ったものではなく、タンブル流動推定中心位置C<sub>T</sub> に応じた値を基本点火時期S A<sub>b</sub> に乗算して補正を施すようにしても良い。

【0 0 7 2】

又、この実施の形態1 では、タンブル流動推定中心位置C<sub>T</sub> に応じて点火時期を補正したが、これに限らず、燃料制御及び点火制御に関するパラメータである点火時期、燃料噴射時期、燃料噴射量、燃料噴射回数、燃圧（噴霧ペネトレーション）、及び燃料噴射方向のうちの少なくとも何れか一つを補正するようにしても良い。

30

【0 0 7 3】

ここで、圧縮行程で噴射されている燃料制御に関する燃料噴射時期、燃料噴射量、燃料噴射回数、燃圧、及び燃料噴射方向のうちの少なくとも何れか一つを補正する場合、タンブル流動中心位置推定手段2 7、中心位置補正手段2 8、筒内流動判定手段2 9 に於けるタンブル流動推定中心位置（燃料用）C<sub>T F</sub>、中心位置補正量C<sub>H F</sub>、補正後のタンブル流動推定中心位置（燃料用）C<sub>T F</sub>、タンブル流動中心ずれC<sub>d F</sub>は、夫々次に示す式（8）から式（11）により演算され、点火時期を補正する場合のパラメータとは別に記憶する。これは、燃料が噴射されるタイミングに於けるタンブル流動中心位置と点火が実行されるタイミングに於けるタンブル流動中心位置が異なることから、点火時期とは異なったタンブル流動推定中心位置によって燃料制御を補正する必要があるからである。

40

C<sub>T F</sub> = m a p ( V<sub>v</sub> ) . . . . . 式 ( 8 )

C<sub>H F</sub> = m a p ( T I N J<sub>b</sub> ) . . . . . 式 ( 9 )

C<sub>T F</sub> = C<sub>T F</sub> × C<sub>H F</sub> . . . . . 式 ( 1 0 )

C<sub>d F</sub> = C<sub>T F</sub> - C<sub>C</sub> . . . . . 式 ( 1 1 )

50

## 【 0 0 7 4 】

更に、燃料噴射時期、燃料噴射量、燃料噴射回数、燃圧、及び燃料噴射方向のうち少なくとも何れか一つを補正する場合に於いて、燃料噴射時期  $T_{INJ}$ 、燃料噴射量  $M_{INJ}$ 、燃料噴射回数  $N_{INJ}$ 、燃圧  $P_{INJ}$ 、及び燃料噴射方向  $D_{INJ}$  は、筒内流動変化補正手段 30 に於いて、夫々次に示す式 ( 1 2 ) から式 ( 1 6 ) により演算される。

$$T_{INJ} = T_{INJ_b} + C_{TF} \times K_{INJ} \quad \dots \dots \dots \text{式 ( 1 2 )}$$

$$M_{INJ} = M_{INJ_b} - C_{TF} \times K_{INJ_M} \quad \dots \dots \dots \text{式 ( 1 3 )}$$

$$N_{INJ} = N_{INJ_b} - C_{TF} \times K_{INJ_N} \quad \dots \dots \dots \text{式 ( 1 4 )}$$

$$P_{INJ} = P_{INJ_b} - C_{TF} \times K_{INJ_P} \quad \dots \dots \dots \text{式 ( 1 5 )}$$

$$D_{INJ} = D_{INJ_b} - C_{TF} \times K_{INJ_D} \quad \dots \dots \dots \text{式 ( 1 6 )}$$

ここで、 $T_{INJ_b}$ 、 $M_{INJ_b}$ 、 $N_{INJ_b}$ 、 $P_{INJ_b}$ 、 $D_{INJ_b}$  は、夫々、エンジン回転数やブースト圧等のエンジン運転状態から得られる基本値であり、 $K_{INJ}$ 、 $K_{INJ_M}$ 、 $K_{INJ_N}$ 、 $K_{INJ_P}$ 、 $K_{INJ_D}$  は、夫々のパラメータに対する重み付け係数である。

## 【 0 0 7 5 】

式 ( 1 2 ) から式 ( 1 6 ) に於いて、タンブル流動推定中心位置 ( 燃料用 )  $C_{TF}$  が大きくなる ( 排気側に位置している ) 程、燃料噴射時期は遅角側に、燃料噴射量は減少側に、燃料噴射回数は減少側に、燃圧は減少側に、燃料噴射方向は下方向に、夫々補正されることとなる。

## 【 0 0 7 6 】

以上説明したこの発明の実施の形態 1 に係る内燃機関の制御装置に於いて、タンブル流動制御時に吸気流速を演算し、吸気流速に応じたタンブル流動中心位置を推定し、タンブル流動推定中心位置に基づいて点火時期を補正するように実行した実施例を図 9 のタイミングチャートを用いて説明する。図 9 は、この発明の実施の形態 1 に係る内燃機関の制御装置に於けるタンブル流動が制御されたときのタンブル流動推定中心位置及び推定中心位置に応じた点火時期補正の挙動を示すタイミングチャート図であり、( a ) は吸気バルブリフト量、( b ) はタンブル流動制御バルブ開度  $TCV$ 、( c ) は吸気流速  $V_v$ 、( d ) はタンブル流動推定中心位置  $C_T$ 、( e ) はタンブル流動中心ずれ、( f ) は点火時期  $SA$ 、を夫々示している。尚、図 9 は、その説明を簡略化するために、一つのシリンダ 2、即ち単気筒で動作している場合を示している。

## 【 0 0 7 7 】

図 9 に於いて、先ず、最初の時点に於いてはタンブル流動制御が成立していなく、( b ) のタンブル流動制御バルブ開度  $TCV$  が最大値となっており、( c ) の吸気流速  $V_v$ 、( d ) のタンブル流動推定中心位置  $C_T$ 、( e ) のタンブル流動中心ずれ  $C_d$  は、夫々初期値の「 0 」となっている。

## 【 0 0 7 8 】

次に、あるタイミングでタンブル流動制御が成立し、( b ) のタンブル流動制御バルブ開度  $TCV$  が最大値から開度 ( 1 ) に小さくなると、( c ) の吸気流速  $V_v$  が吸気バルブ 11 の開弁中、即ち現在のクランク角が、吸気バルブ開弁タイミング  $INT_T$  及び吸気バルブリフト量のプロフィールより得られる、吸気バルブ 11 が開弁するクランク角から開弁するクランク角の間にある間、に演算される。

## 【 0 0 7 9 】

次に、( a ) の吸気バルブ 11 のリフト量が最大となるタイミング  $t_1$  に於いて、( c ) の吸気流速  $V_v$  に応じて ( d ) のタンブル流動推定中心位置  $C_T$  が演算される。同時に

、最終的に補正される点火時期は吸気バルブが閉弁している間に行われることから、(d)のタンブル流動推定中心位置 $C_T$ を基本点火時期 $SA_b$ に応じた値で補正して、補正後のタンブル流動推定中心位置 $C_T$ が演算される。補正後のタンブル流動推定中心位置 $C_T$ とキャピティ中心位置 $C_c$ との差である(e)のタンブル流動中心ずれ $C_d$ は、(e)に破線で示す予め設定された判定値 $C_{dT}$ よりも小さいため、基本点火時期 $SA_b$ は補正されずにそのまま(f)の点火時期 $SA$ となる。この点火時期 $SA$ に基づいて点火が実行される。

【0080】

次に、別のあるタイミングで(b)のタンブル流動制御バルブ開度 $TCV$ が更に減少して開度(2)となった場合、吸気バルブ11の開弁中に演算される吸気流速 $V_v$ が開度(1)のときよりも(c)に示すように増加し、タンブル流動が強まったことが表される。吸気バルブ11のリフト量が最大となるタイミング $t_2$ に於いて、吸気流速 $V_v$ に応じてタンブル流動推定中心位置 $C_T$ が演算され、タンブル流動推定中心位置 $C_T$ を基本点火時期 $SA_b$ に応じた値で補正して、(d)に示す補正後のタンブル流動推定中心位置 $C_T$ が演算される。

10

【0081】

補正後のタンブル流動推定中心位置 $C_T$ から演算されるタンブル流動中心ずれ $C_d$ は、(e)に示すように予め設定された判定値 $C_{dT}$ よりも大きいため、補正後のタンブル流動推定中心位置 $C_T$ に応じて基本点火時期 $SA_b$ を補正して点火時期 $SA$ が(f)に示すように進角され、点火時期 $SA$ に基づいて点火が実行される。

20

【0082】

更に、タンブル流動制御バルブ開度 $TCV$ が開度(3)に減少された場合、(c)の吸気流速 $V_v$ が更に増加する。しかし、開度(3)に於いては吸気流速 $V_v$ が非常に高いため、(a)の吸気バルブリフト量が最大となるタイミング $t_3$ で演算されるタンブル流動推定中心位置 $C_T$ は、前回のタイミング $t_2$ 以降 $t_3$ までのタンブル流動制御バルブ開度 $TCV$ に於けるタンブル流動推定中心位置 $C_T$ よりも若干小さい値となり、タンブル流動の中心位置は排気側からキャピティ4へ近づく。しかし、補正後のタンブル流動推定中心位置 $C_T$ から演算されるタンブル流動中心ずれ $C_d$ は、(e)に示すようにまだ判定値 $C_{dT}$ よりも大きいため、補正後のタンブル流動推定中心位置 $C_T$ に応じて基本点火時期 $SA_b$ を補正して点火時期 $SA$ が進角されて点火が実行される。

30

【0083】

以上述べたように、この発明の実施の形態1に係る内燃機関の制御装置によれば、タンブル流動が制御されている場合に、吸気バルブを通過する吸気流速に基づいて横方向に移動するタンブル流動の中心位置を推定することで、タンブル流動形成状態を検出することができる。加えて、吸気バルブが開弁している所定のタイミングでタンブル流動の中心位置を推定することで、演算処理の負荷を軽減できる。

【0084】

又、タンブル流動中心位置を推定することで、タンブル流動中心位置に応じて燃料制御及び点火制御に関するパラメータを補正することが可能となり、タンブル流動形成状態が変化してタンブル流動中心位置が変化してもエンジンの燃焼状態を悪化させず、排ガス、燃費、およびドラビリを向上することができる。

40

【0085】

又、吸気バルブ閉弁中のピストン移動によるタンブル流動の押し潰しによって、タンブル流動の中心位置が移動するため、点火時期又は燃料噴射時期に応じてタンブル流動中心位置を補正することで、吸気バルブが閉弁しているときのタンブル流動中心位置の推定精度を向上することができる。更に、精度が向上したタンブル流動中心位置に応じて燃料制御及び点火制御に関するパラメータを補正することが可能となり、吸気バルブが閉弁しているときに実行される燃料制御および点火制御に対する補正の精度を向上することができる。

【0086】

50

更に、タンブル流動推定中心位置が所定量ずれており、タンブル流動がキャビティに沿わない流動となる時のみに燃料制御及び点火制御に関するパラメータの補正を行うことで、燃料制御および点火制御に対する補正の精度を向上することができる。

【 0 0 8 7 】

実施の形態 2 .

前述の実施の形態 1 による内何機関の制御装置に於いては、エンジンが成層燃焼モードで運転されていたが、この発明の実施の形態 2 による内燃機関の制御装置では、エンジンが燃焼室 5 内全体に均質な混合気を形成して点火を行うモードである均質燃焼モードで運転されている。

【 0 0 8 8 】

以下、この発明の実施の形態 2 に係る内燃機関の制御装置について、燃料は吸気行程で噴射されている運転状態にあり、均質燃焼モード運転時に於いて、吸気バルブ 1 1 が開弁している間にタンブル流動中心位置を推定し、吸気バルブ 1 1 が開弁している間に実行される燃料制御に関するパラメータの一つである燃料噴射時期と、吸気バルブ 1 1 が閉弁している間に実行される点火制御に関するパラメータの一つである点火時期とを組み合わせ、タンブル流動推定中心位置に応じて夫々補正する場合について説明する。

【 0 0 8 9 】

図 1 0 は、この発明の実施の形態 2 に係る内燃機関の制御装置を示すブロック図である。図 1 0 に示す制御装置を構成するタンブル流動制御手段 2 5、吸気流速演算手段 2 6、タンブル流動中心位置推定手段 2 7、中心位置補正手段 2 8、筒内流動判定手段 2 9、及び筒内流動変化補正手段 3 0 は、エンジン制御用電子コントロールユニット ( E C U ) のメモリに記憶されたソフトウェアにより構成されている。尚、内燃機関の制御装置を含むシステム全体を示す構成図は、前述の実施の形態 1 に於ける図 2 と同様である。又、図 1 0 に示すタンブル流動制御手段 2 5、吸気流速演算手段 2 6、中心位置補正手段 2 8、筒内流動判定手段 2 9 は、夫々、実施の形態 1 に於ける図 1 に示すタンブル流動制御手段 2 5、吸気流速演算手段 2 6、中心位置補正手段 2 8、筒内流動判定手段 2 9 と同様である。

【 0 0 9 0 】

図 1 0 に於いて、タンブル流動中心位置推定手段 2 7 は、吸気バルブ 1 1 が開弁している間、吸気流速  $V_v$  に応じて予め設定されて一意に決定するタンブル流動推定中心位置  $C_T$  の特性を用いてタンブル流動推定中心位置  $C_T$  を逐次演算する。

【 0 0 9 1 】

筒内流動変化補正手段 3 0 は、タンブル流動推定中心位置  $C_T$  に応じた値をエンジン回転数  $N_E$  とブースト圧  $P_b$  とに基づいて演算される基本点火時期  $S_{A_b}$  に加算して補正を施す。更に、タンブル流動推定中心位置  $C_T$  に応じた値をエンジン回転数  $N_E$  とブースト圧  $P_b$  とに基づいて演算される基本燃料噴射時期  $T_{I N J_b}$  から減算して補正を施す。尚、図 1 0 に示す構成の動作の詳細については後述する。

【 0 0 9 2 】

以下、この発明の実施の形態 2 に係る内燃機関の制御装置の動作について詳細に説明する。図 1 1 は、この発明の実施の形態 2 に係る内燃機関の制御装置に於ける E C U のタンブル流動中心位置推定手段、中心位置補正手段、筒内流動判定手段、筒内流動変化補正手段の動作を示すフローチャートである。図 1 1 に示すフローチャートは、実施の形態 1 に於ける図 5 のフローチャートに替わるものである。尚、実施の形態 1 に於ける動作と同様の動作については、説明を省略する。

【 0 0 9 3 】

前述の図 4 のステップ S 1 0 1 での判定の結果、タンブル流動制御条件中であり ( Y )、且つステップ S 1 0 4 に於いて吸気バルブ 1 1 が開弁中であると判定されて ( Y )、ステップ S 1 0 5 にて吸気流速  $V_v$  が演算されると、図 1 1 のタンブル流動中心位置推定ルーチンが開始される。

【 0 0 9 4 】

10

20

30

40

50

図 1 1 に於いて、先ず、ステップ S 3 0 1 に於いて、吸気バルブ 1 1 が開弁中である間に逐次、前述の図 6 の特性マップを用いてタンブル流動推定中心位置  $C_T$  を、次に示す式 ( 1 7 ) により演算する。

$$C_T = \text{map}(\max(V_V, 0)) \dots \dots \dots \text{式}(17)$$

ここで、吸気バルブ 1 1 が早開けや遅閉じなどに制御されている場合に発生するシリンダ 2 から吸気マニホールド 9 へ空気が戻る吹き戻し ( 吸気流速  $V_V$  が負の値 ) の期間は、吸気流速  $V_V$  が「 0 」のときのタンブル流動推定中心位置  $C_T$  とするよう、吸気流速  $V_V$  と「 0 」との最大値を取ってタンブル流動推定中心位置  $C_T$  を演算している。

10

このステップ S 3 0 1 がタンブル流動中心位置推定手段 2 7 に相当する。

【 0 0 9 5 】

尚、実施の形態 1 の場合、点火時期と燃料噴射時期等、点火制御と燃料制御を組み合わせる場合に於いては、点火制御用のタンブル流動推定中心位置と、燃料制御用のタンブル流動推定中心位置とを夫々個別に推定しなければならなかったが、この実施の形態 2 に於いては、逐次タンブル流動中心位置を推定しており、吸気バルブが開弁している間に実行される燃料噴射に関するパラメータに対してのタンブル流動推定中心位置の補正が必要ないことから、点火制御用及び燃料制御用のタンブル流動推定中心位置を夫々個別に推定にする必要はない。

【 0 0 9 6 】

20

筒内流動変化補正手段 3 0 に於いて、吸気弁 1 1 が開弁している間に燃料噴射が実行されるときの燃料噴射時期を補正することから、中心位置補正手段 2 8 によるタンブル流動中心位置  $C_T$  に対する補正は必要なく、そのままのタンブル流動推定中心位置  $C_T$  を用いて、ステップ S 3 0 2 により前述の式 ( 6 ) によりタンブル流動中心位置  $C_T$  にキャピティ中心位置  $C_C$  を減算してタンブル流動中心ずれ  $C_d$  を演算する。

【 0 0 9 7 】

次に、ステップ S 3 0 3 に於いて、タンブル流動中心ずれ  $C_d$  が予め設定された判定値  $C_{dT}$  以上であるか否かを判定し、判定値  $C_{dT}$  以上でないと判定された場合 ( N ) には、そのまま何もせずに、ステップ S 3 0 6 へ進む。ステップ S 3 0 3 に於いて判定値  $C_{dT}$  以上であると判定された場合 ( Y ) には、更にステップ S 3 0 4 に於いて吸気バルブ 1 1 が開弁してから燃料噴射が未実行か実行後かを判定し、燃料噴射が実行後であると判定された場合 ( N ) 、次の吸気バルブ 1 1 の開弁時まで燃料噴射時期を補正して更新する必要のないため、そのまま何もせずにステップ S 3 0 6 へ進む。

30

【 0 0 9 8 】

ステップ S 3 0 4 に於いて、燃料噴射が未実行であると判定された場合 ( Y ) は、ステップ S 3 0 5 に進んで燃料噴射時期の補正を行う。即ち、ステップ S 3 0 5 に於いて、タンブル流動中心位置  $C_T$  に応じて基本燃料噴射時期  $T_{INJ_b}$  を補正して燃料噴射時期  $T_{INJ}$  を演算する。燃料噴射時期  $T_{INJ}$  は、次に示す式 ( 1 8 ) によりタンブル流動中心位置  $C_T$  が大きい程 ( 排気側に位置している程 ) 進角するように補正される。

40

$$T_{INJ} = T_{INJ_b} - C_T \times K_{INJ} \dots \dots \dots \text{式}(18)$$

尚、 $K_{INJ}$  は燃料噴射時期補正用重み付け係数であり、タンブル流動中心位置  $C_T$  の変化量に対する燃料噴射時期変化量として 0 よりも大きい値が予め設定されている。

【 0 0 9 9 】

又、この実施の形態 2 のように燃料噴射時期と点火時期等、複数の燃料制御及び点火制御に関するパラメータに対してタンブル流動中心位置  $C_T$  に基づいて補正するときには、点火時期補正用重み付け係数  $K_{IGN}$  及び燃料噴射時期補正用重み付け係数  $K_{INJ}$  を夫々小さな値に設定している。燃料制御及び点火制御は相互の制御状態に影響して混合気の燃焼状態が変化することから、仮に燃料噴射時期のみを補正するときには設定される大きな

50

値の燃料噴射時期補正用重み付け係数  $K_{IGN}$  を用いると、燃料噴射時期は大きな値で補正されて混合気の燃焼状態を向上させるが、点火時期の補正は過剰な補正を施すこととなり、逆に混合気の燃焼状態を悪化させてしまう可能性がある。従って、燃料噴射時期と点火時期等、複数のパラメータを補正する場合には、夫々の重み付け係数を小さく設定し、夫々に対し小さな補正量を施すことで混合気の燃焼状態を向上することができる。

【0100】

ここで、この実施の形態2に於ける燃料噴射時期の補正方向について説明する。この実施の形態2の均質燃焼モード実行時に於いては、吸気行程中に燃料を噴射して、燃焼室5内全体に均質な混合気を形成して、点火プラグ16で点火を行うよう、燃料制御及び点火制御を行う必要がある。

10

【0101】

タンブル流動の中心位置がキャビティ4の中心位置と同じである場合、吸気行程で噴射される燃料噴霧は、タンブル流動によってキャビティ4の中心近傍から吸気側及び排気側にある程度バランスよく拡散して均質混合気が形成される。

【0102】

一方、タンブル流動の中心位置がキャビティ4の中心位置よりも排気側にある場合、吸気行程で噴射される燃料噴霧は、タンブル流動によって排気側への拡散は早いものの、吸気側への拡散が遅くなってしまい、燃焼室5に均質な混合気が形成されるまでの期間が長くなる。従って、タンブル流動中心位置が排気側に位置する程、燃料噴射時期を進角方向に補正を行い、早いタイミングで燃料噴射を実行する必要がある。

20

【0103】

ステップS306以降は、吸気バルブ11が閉弁している間に実行される制御パラメータの点火時期をタンブル流動推定中心位置  $C_T$  に応じて補正する動作である。ここで、図11のステップS306、ステップS307からステップS309は、図5のステップS201、ステップS203からステップS205と同様の動作である。

【0104】

次に、ステップS310に於いて、吸気バルブ開弁時の所定のタイミングであるバルブリフト量最大タイミングでのタンブル流動中心位置  $C_T$  に対し中心位置補正量  $C_H$  で更新したタンブル流動中心位置  $C_T$  を用いて点火時期を補正する。ここで、この実施の形態2に於ける点火時期の補正方向は、前述の均質燃焼モードの燃料噴射時期補正方向の説明で述べた通り、タンブル流動の中心位置がキャビティ4の中心位置よりも排気側にある場合、燃焼室5に均質な混合気が形成されるまでの期間が長くなるため、点火時期を遅角方向に補正をする必要がある。

30

【0105】

従って、ステップS310に於いて、次に示す式(19)により基本点火時期  $SA_b$  を補正して点火時期  $SA$  を演算する。

$$SA = SA_b + C_T \times K_{IGN} \dots \dots \dots \text{式(19)}$$

前述のように、燃料噴射時期と点火時期との複数の燃料制御及び点火制御に関するパラメータに対してタンブル流動中心位置  $C_T$  に応じて補正する時等は、点火時期のみを補正する場合の点火時期補正用重み付け係数  $K_{IGN}$  よりも小さな値としている。

40

尚、ステップS305及びステップS310が筒内流動変化補正手段30に相当する。

【0106】

ステップS310が終了すれば、図4のタンブル流動制御ルーチンであるメインルーチンに戻る。

【0107】

尚、この実施の形態2では、タンブル流動推定中心位置  $C_T$  に基づいて燃料噴射時期と点火時期を組み合わせる補正したが、これに限らず、燃料制御及び点火制御に関するパラメータである点火時期、燃料噴射時期、燃料噴射量、燃料噴射回数、燃圧(噴霧ペネトレ

50

ーション)、及び燃料噴射方向のうちの少なくとも何れか一つを補正するようにしても良い。

【0108】

ここで、吸気行程で噴射されているときの燃料噴射量、燃料噴射回数、燃圧、及び燃料噴射方向のうちの少なくとも何れか一つを補正する場合において、燃料噴射量MINJ、燃料噴射回数NINJ、燃圧PINJ、及び燃料噴射方向DINJは、筒内流動変化補正手段30に於いて夫々次に示す式(20)乃至式(23)により演算される。

MINJ = MINJ<sub>b</sub> + C<sub>T</sub> × K<sub>INJM</sub> . . . . . 式(20)

10

NINJ = NINJ<sub>b</sub> + C<sub>T</sub> × K<sub>INJN</sub> . . . . . 式(21)

PINJ = PINJ<sub>b</sub> + C<sub>T</sub> × K<sub>INJP</sub> . . . . . 式(22)

DINJ = DINJ<sub>b</sub> + C<sub>T</sub> × K<sub>INJD</sub> . . . . . 式(23)

【0109】

ここで、MINJ<sub>b</sub>、NINJ<sub>b</sub>、PINJ<sub>b</sub>、DINJ<sub>b</sub>は、夫々エンジン回転数やブースト圧等のエンジン運転状態から得られる燃料噴射量、燃料噴射回数、燃圧、及び燃料噴射方向の基本値であり、K<sub>INJM</sub>、K<sub>INJN</sub>、K<sub>INJP</sub>、K<sub>INJD</sub>は、夫々のパラメータに対する重み付け係数である。式(20)乃至式(23)に於いて、タンブル流動推定中心位置C<sub>T</sub>が大きくなる程、つまり排気側に位置している程、燃料噴射量MINJは増加、燃料噴射回数NINJは増加、燃圧PINJは増加、燃料噴射方向DINJは上方向に補正されることとなる。

20

【0110】

次に、以上説明したこの発明の実施の形態2による内燃機関の制御装置の均質燃焼モードに於いて、タンブル流動制御時に吸気流速を演算し、吸気流速に基づいてタンブル流動中心位置を推定し、タンブル流動推定中心位置に基づいて燃料噴射時期及び点火時期を補正する実施例を、タイミングチャートを用いて説明する。

【0111】

図12は、この発明の実施の形態2に係る内燃機関の制御装置に於ける均質燃焼モード時にタンブル流動が制御されたときのタンブル流動推定中心位置及び推定中心位置に応じた燃料噴射時期補正及び点火時期補正の挙動を示すタイミングチャート図であり、(a)は吸気バルブリフト量、(b)はタンブル流動制御バルブ開度TCV、(c)は吸気流速V<sub>v</sub>、(d)はタンブル流動推定中心位置C<sub>T</sub>、(e)はタンブル流動中心ずれC<sub>d</sub>、(f)は噴射時期TINJ、(g)は点火時期SA、を夫々示している。尚、図12は、その説明を簡略化するために、一つのシリンダ2、即ち単気筒で動作している場合を示している。

30

【0112】

又、図12は、タンブル流動推定中心位置C<sub>T</sub>補正後の値は、吸気バルブリフト量が最大となるタイミングでしか演算及び記憶されないが、図12に於いてはその値を確認し易いよう、補正後の値が吸気バルブリフト量最大タイミング以外に於いてもその値を保持すると仮定して、タンブル流動推定中心位置C<sub>T</sub>補正後の値及びタンブル流動推定中心位置C<sub>T</sub>補正後の値によるタンブル流動中心ずれC<sub>d</sub>を図示している。

40

【0113】

先ず、燃料噴射時期の補正に関して説明する。図12に於いて、あるタイミングでタンブル流動制御が成立し、(a)のタンブル流動制御バルブ開度TCVが最大値よりも小さい開度(1)になると、(c)の吸気流速V<sub>v</sub>が演算され、同時に吸気流速V<sub>v</sub>に応じたタンブル流動推定中心位置C<sub>T</sub>が吸気バルブ11の開弁中、逐次演算される。しかし、開度(1)に於けるタンブル流動制御バルブ開度TCVでは、(e)のタンブル流動中心ずれC<sub>d</sub>が予め設定された判定値C<sub>dT</sub>を越えることがないため、タンブル流動推定中心位

50

置  $C_T$  で燃料噴射時期  $T_{INJ_b}$  を補正することはなく、燃料噴射時期  $T_{INJ}$  は変化しない。

【0114】

次に、(b) に示すタンブル流動制御バルブ開度  $TCV$  がさらに減少して開度(2) になった場合、逐次演算される補正前のタンブル流動推定中心位置  $C_T$  は、(d) に示すように大きな値となるため、(e) のタンブル流動中心ずれ  $C_d$  は判定値  $C_{dT}$  を越え、補正前のタンブル流動推定中心位置  $C_T$  に応じた値で燃料噴射時期  $T_{INJ_b}$  を補正して燃料噴射時期  $T_{INJ}$  が(f) に示すように進角される。ここで、燃料噴射が実行された後は、次の吸気バルブ開弁時(次の吸気行程となる)まで燃料噴射は実行されなく、燃料噴射時期  $T_{INJ}$  の更新が必要ないため、燃料噴射実行時の燃料噴射時期  $T_{INJ}$  が保持される。

10

【0115】

更にタンブル流動制御バルブ開度  $TCV$  が減少して開度(3) になると、逐次演算される補正前のタンブル流動推定中心位置  $C_T$  は、ある吸気流速  $V_v$  に達すると減少し始めるが、タンブル流動中心ずれ  $C_d$  は判定値  $C_{dT}$  を越えているため、補正前のタンブル流動推定中心位置  $C_T$  に応じた値で燃料噴射時期  $T_{INJ_b}$  を補正して燃料噴射時期  $T_{INJ}$  が進角される。但し、開度(2) に於ける燃料噴射時期  $T_{INJ}$  よりも進角されない。燃料噴射実行後、燃料噴射時期  $T_{INJ}$  が保持される。

【0116】

次に、点火時期の補正に関して説明する。開度(1) ~ (3) に於ける(d) に示すタンブル流動推定中心位置  $C_T$  及び(e) に示すタンブル流動中心ずれ  $C_d$  の挙動は、実施の形態1と同様であるため省略する。

20

【0117】

開度(2) 及び(3) に於いて、タンブル流動中心ずれ  $C_d$  が判定値  $C_{dT}$  を越えると、補正後のタンブル流動推定中心位置  $C_T$  に応じて(g) に示すように基本点火時期  $S_{Ab}$  を補正して点火時期  $S_A$  が遅角されて点火が実行される。

【0118】

以上述べたこの発明の実施の形態2に係る内燃機関の制御装置によれば、タンブル流動が制御されている場合に、吸気バルブを通過する吸気流速に応じてタンブル流動の中心位置を、吸気バルブが開弁している間逐次推定することで、均質燃焼モード時など吸気バルブが開弁している間に実行される燃料制御に関するパラメータに於いても、タンブル流動中心位置に応じて補正することが可能となり、タンブル流動中心位置が変化してもエンジンの燃焼状態を悪化させず、排ガス、燃費、及びドラビリを向上することができる。

30

【符号の説明】

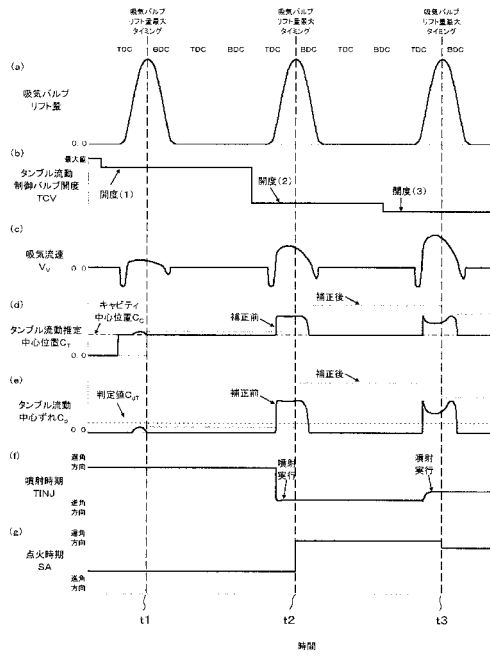
【0119】

- |    |                |    |             |
|----|----------------|----|-------------|
| 1  | エンジン           | 2  | シリンダ        |
| 3  | ピストン           | 4  | キャピティ       |
| 5  | 燃焼室            | 6  | クランク軸       |
| 7  | クランク角センサ       | 8  | 水温センサ       |
| 9  | 吸気マニホールド       | 10 | 排気マニホールド    |
| 11 | 吸気バルブ          | 12 | 排気バルブ       |
| 13 | 吸気カム           | 14 | 排気カム        |
| 15 | 燃料噴射弁          | 16 | 点火プラグ       |
| 17 | 点火コイル          | 18 | タンブル流動制御バルブ |
| 19 | サージタンク         | 20 | スロットルバルブ    |
| 21 | ブースト圧センサ       | 22 | 触媒装置        |
| 23 | テールパイプ         | 24 | ECU         |
| 25 | タンブル流動制御手段     | 26 | 吸気流速演算手段    |
| 27 | タンブル流動中心位置推定手段 | 28 | 中心位置補正手段    |
| 29 | 筒内流動判定手段       | 30 | 筒内流動変化補正手段  |

40

50

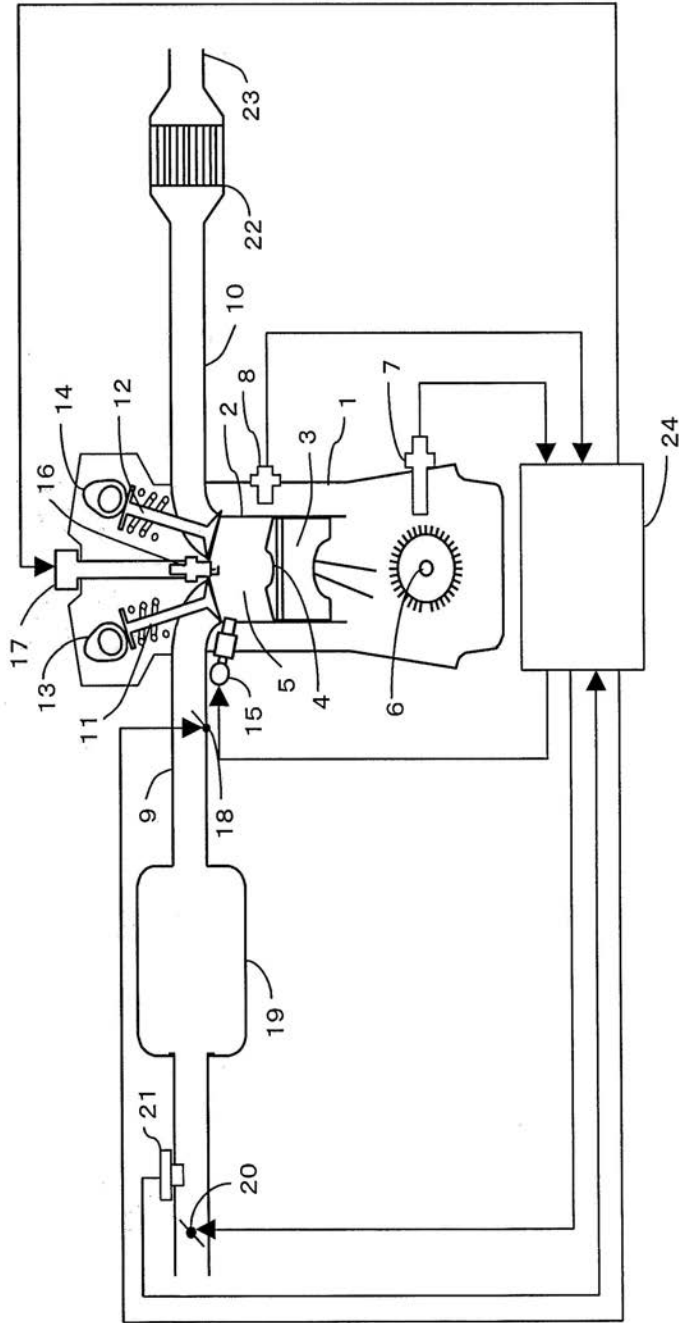
【図12】



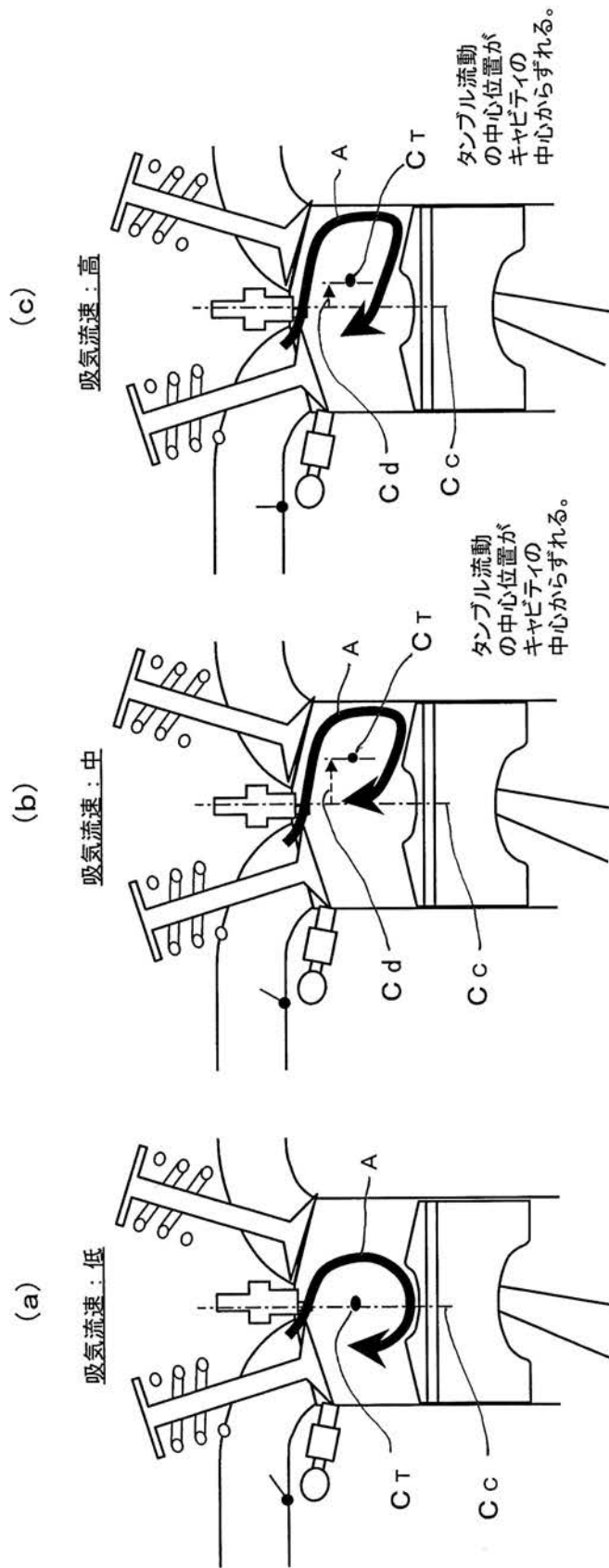
【 図 1 】



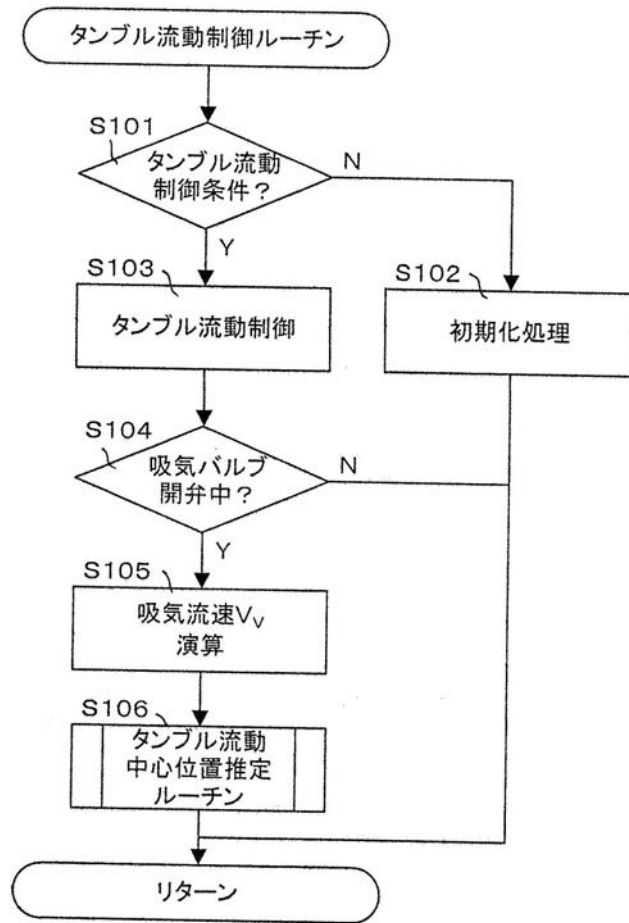
【 図 2 】



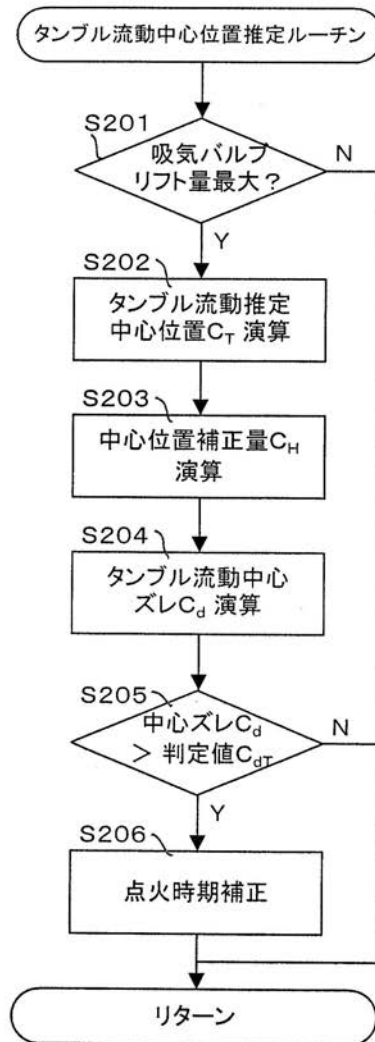
【 図 3 】



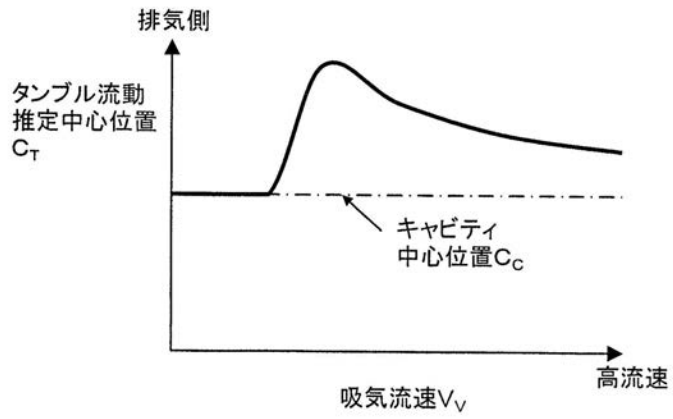
【図4】



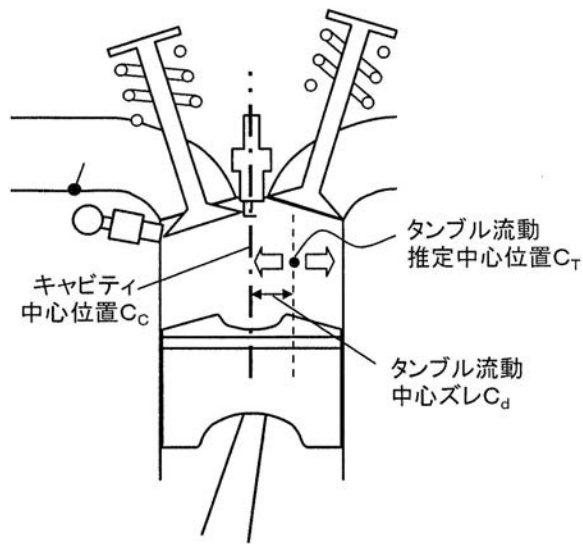
【図5】



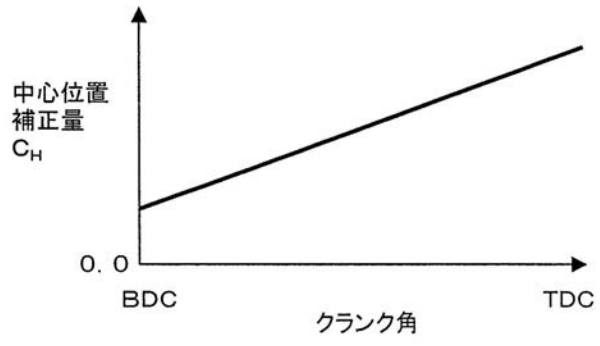
【 図 6 】



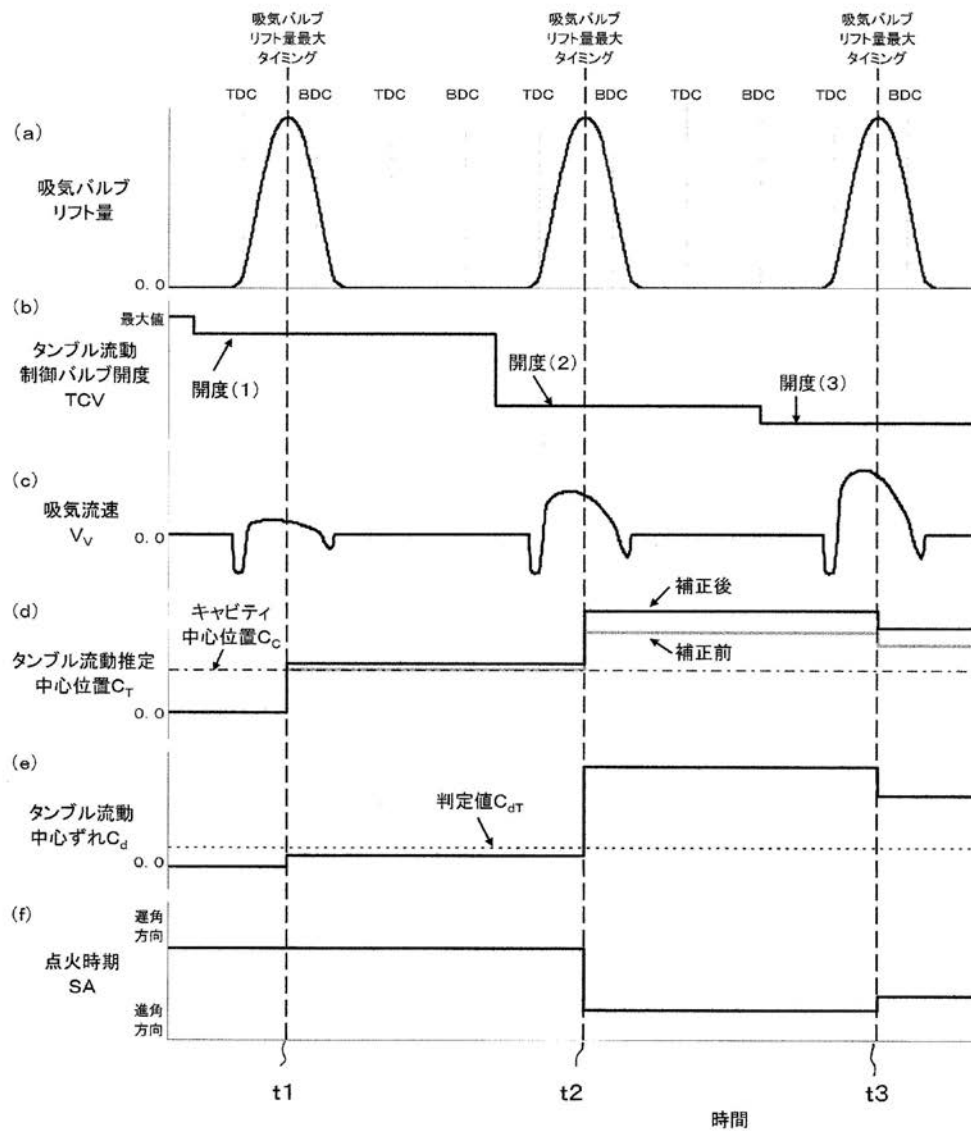
【 図 7 】



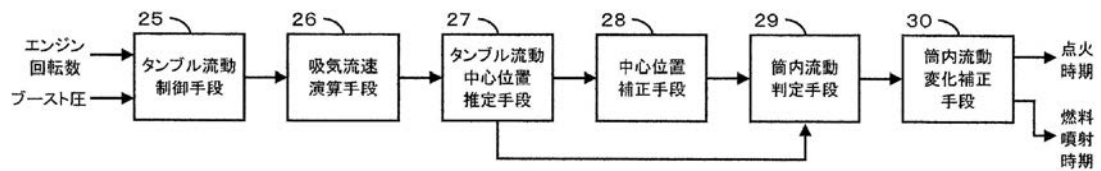
【図8】



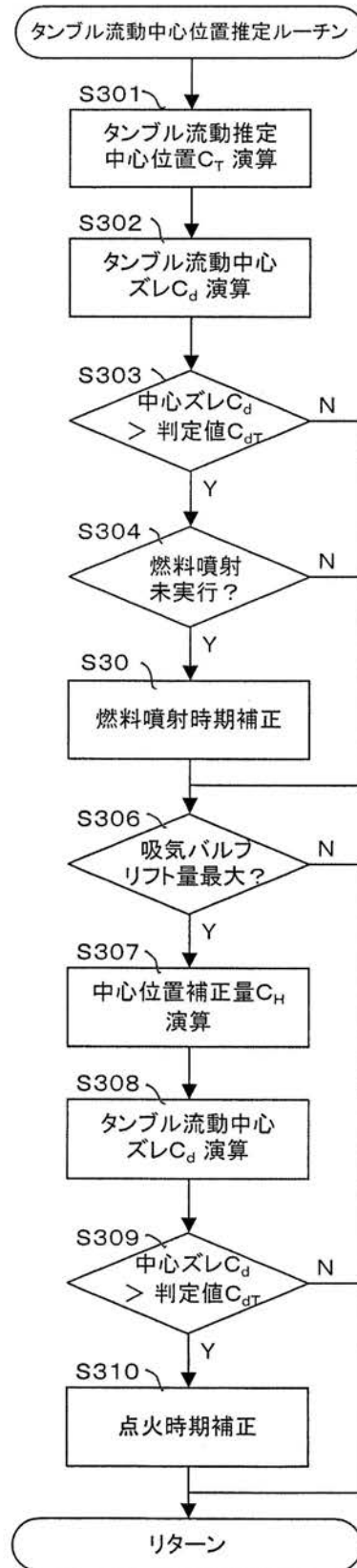
【図9】



【図10】



【図11】



---

フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I  
**F 0 2 B 31/00 (2006.01)** F 0 2 D 41/32 A  
F 0 2 B 31/00 3 0 1 C  
F 0 2 B 31/00 3 0 1 F  
F 0 2 B 31/00 3 0 1 Z

審査官 小川 恭司

(56) 参考文献 特開 2 0 0 8 - 3 0 3 7 9 8 ( J P , A )  
特開 2 0 0 2 - 3 4 9 3 3 5 ( J P , A )

(58) 調査した分野(Int.Cl. , DB名)  
F 0 2 D 4 1 / 0 0 - 4 5 / 0 0  
F 0 2 B 3 1 / 0 0  
F 0 2 P 5 / 1 5