

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6428585号
(P6428585)

(45) 発行日 平成30年11月28日(2018.11.28)

(24) 登録日 平成30年11月9日(2018.11.9)

| | | |
|-------------------------|------------|------|
| (51) Int.Cl. | F I | |
| FO2D 45/00 (2006.01) | FO2D 45/00 | 364C |
| FO2D 15/04 (2006.01) | FO2D 45/00 | 301Z |
| | FO2D 45/00 | 301C |
| | FO2D 45/00 | 314H |
| | FO2D 45/00 | 310H |
| 請求項の数 1 (全 12 頁) 最終頁に続く | | |

| | | | |
|-----------|-------------------------------|-----------|---------------|
| (21) 出願番号 | 特願2015-235681 (P2015-235681) | (73) 特許権者 | 000003207 |
| (22) 出願日 | 平成27年12月2日(2015.12.2) | | トヨタ自動車株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2017-101604 (P2017-101604A) | | 愛知県豊田市トヨタ町1番地 |
| (43) 公開日 | 平成29年6月8日(2017.6.8) | (74) 代理人 | 100099759 |
| 審査請求日 | 平成29年12月21日(2017.12.21) | | 弁理士 青木 篤 |
| | | (74) 代理人 | 100092624 |
| | | | 弁理士 鶴田 準一 |
| | | (74) 代理人 | 100102819 |
| | | | 弁理士 島田 哲郎 |
| | | (74) 代理人 | 100123582 |
| | | | 弁理士 三橋 真二 |
| | | (74) 代理人 | 100153729 |
| | | | 弁理士 森本 有一 |
| | | (74) 代理人 | 100147555 |
| | | | 弁理士 伊藤 公一 |
| 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】

複数の気筒と、制御軸により機械圧縮比を変更可能な可変圧縮比機構と、を備え、前記複数の気筒は機関長さ方向軸線にほぼ沿って配置されており、前記制御軸は前記機関長さ方向軸線にほぼ沿って延びている、内燃機関の制御装置であって、

燃焼圧による燃焼室容積の増大に起因するトルク低下量を気筒毎に算出する算出手段と、

前記複数の気筒のトルク低下量が互いにほぼ等しくなるように、前記トルク低下量に基づいて前記複数の気筒の発生トルクをそれぞれ調整する調整手段と、

を備えた内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は内燃機関の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

複数の気筒と、制御軸により機械圧縮比を同時に変更可能な可変圧縮比機構と、を備え、前記複数の気筒は機関長さ方向軸線にほぼ沿って配置されており、前記制御軸は前記機関長さ方向軸線にほぼ沿って延びている、内燃機関の制御装置が公知である(例えば特許文献1参照)。特許文献1の可変圧縮比機構では、制御軸がその長さ方向軸線回りに回転

されることにより、クランクケースとシリンダブロックとのシリンダ軸線方向の相対位置が変化され、それにより機械圧縮比が変更される。具体的には、シリンダブロックがクランクケースから遠ざけられると各気筒の燃焼室容積が増大され、したがって機械圧縮比が低下される。一方、シリンダブロックがクランクケースに近づけられると各気筒の燃焼室容積が減少され、したがって機械圧縮比が上昇される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2012-145045号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、各気筒で燃焼が行われると、燃焼圧によりシリンダブロックがクランクケースから遠ざかる方向に付勢される。この場合、シリンダブロックがクランクケースに対し相対移動すると、燃焼室内容積が増大され、機械圧縮比が正規の値に対し低下され、したがって図示トルク又は発生トルクが低下される。

【0005】

燃焼圧によりシリンダブロックが相対移動するのは、例えば、燃焼圧により、可変圧縮比機構の制御軸が弾性変形し、又は、制御軸とシリンダブロック及びクランクケースとの間に設けられるわずかな隙間内を制御軸が移動するからであると考えられる。このため、機関長さ方向外側に位置する気筒ではシリンダブロックの相対移動量が比較的大きくなり、機関長さ方向内側に位置する気筒ではシリンダブロックの相対移動量が比較的小さくなる。その結果、機関長さ方向外側に位置する気筒ではトルク低下量が比較的大きくなり、機関長さ方向内側に位置する気筒ではトルク低下量が比較的小さくなる。すなわち、機械圧縮比の低下によるトルク低下量が気筒間でバラつくおそれがある。したがって、発生トルクが気筒間でバラつくおそれがある。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明によれば、複数の気筒と、制御軸により機械圧縮比を変更可能な可変圧縮比機構と、を備え、前記複数の気筒は機関長さ方向軸線にほぼ沿って配置されており、前記制御軸は前記機関長さ方向軸線にほぼ沿って延びている、内燃機関の制御装置であって、燃焼圧による燃焼室容積の増大に起因するトルク低下量を気筒毎に算出する算出手段と、前記複数の気筒のトルク低下量が互いにほぼ等しくなるように、前記トルク低下量に基いて前記複数の気筒の発生トルクをそれぞれ調整する調整手段と、を備えた内燃機関の制御装置が提供される。

30

【発明の効果】

【0007】

発生トルクの気筒間のバラ付きを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

40

【図1】火花点火式内燃機関の全体図である。

【図2】可変圧縮比機構の分解斜視図である。

【図3】図解的に表した内燃機関の側面断面図である。

【図4】 j 番気筒の図示トルク $TQ_i(j)$ を説明するための模式図である。

【図5】 j 番気筒のトルク低下量 $TQ_d(j)$ を説明するための模式図である。

【図6】 j 番気筒のトルク調整量 $TQ_a(j)$ を説明するための模式図である。

【図7】基本点火時期 SA_b を示す図である。

【図8】点火時期補正值 $SA(j)$ を示す図である。

【図9】トルク低下量 $TQ_d(j)$ を示す図である。

【図10】ピッチ方向、ロール方向、及びヨー方向を説明するための模式図である。

50

【図 1 1】 燃焼室容積増大分 V_p , V_r , V_y を示す図である。

【図 1 2】 基本筒内圧ピーク値 P_{pb} を示す図である。

【図 1 3】 第 1 の補正係数 k_{Pp1} を示す図である。

【図 1 4】 第 2 の補正係数 k_{Pp2} を示す図である。

【図 1 5】 j 番気筒の距離 $L(j)$ を説明するための模式図である。

【図 1 6】 j 番気筒のトルク調整量 $TQa(j)$ を算出するためのフローチャートである。

【図 1 7】 点火時期制御を行うためのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

図 1 は内燃機関 EG の全体図を示している。本発明による実施例では、内燃機関 EG は火花点火式内燃機関から構成される。図示しない別の実施例では、内燃機関は圧縮着火式内燃機関から構成される。また、図 1 に示される内燃機関 EG は複数、例えば 4 つの気筒を備えている。

【0010】

図 1 を参照すると、1 はクランクケース、2 はシリンダブロック、3 はシリンダヘッド、4 はピストン、5 は燃焼室、6 は燃焼室 5 の頂面中央部に配置された点火栓、7 は吸気弁、8 は吸気ポート、9 は排気弁、10 は排気ポートをそれぞれ示す。吸気ポート 8 は吸気枝管 11 を介してサージタンク 12 に連結され、各吸気枝管 11 にはそれぞれ対応する吸気ポート 8 内に向けて燃料を噴射するための燃料噴射弁 13 が配置される。図示しない別の実施例では、燃料噴射弁 13 は各燃焼室 5 内に配置される。

【0011】

サージタンク 12 は吸気ダクト 14 を介してエアクリーナ 15 に連結され、吸気ダクト 14 内にはアクチュエータ 16 によって駆動されるスロットル弁 17 と例えば熱線を用いた吸入空気量検出器 18 とが配置される。一方、排気ポート 10 は排気マニホールド 19 を介して例えば三元触媒を内蔵した触媒コンバータ 20 に連結され、排気マニホールド 19 内には空燃比センサ 21 が配置される。

【0012】

一方、本発明による実施例ではクランクケース 1 とシリンダブロック 2 との連結部にクランクケース 1 とシリンダブロック 2 のシリンダ軸線方向の相対位置を変化させることにより内燃機関の機械圧縮比を変更可能な可変圧縮比機構 A が設けられている。なお、ピストンが圧縮上死点に位置するときの燃焼室の容積を燃焼室容積と称すると、機械圧縮比は圧縮行程時のピストンの行程容積と燃焼室容積のみから機械的に定まる値であって、(燃焼室容積 + 行程容積) / 燃焼室容積で表される。

【0013】

電子制御ユニット 30 はデジタルコンピュータからなり、双方向性バス 31 によって互いに接続された ROM (リードオンリメモリ) 32、RAM (ランダムアクセスメモリ) 33、CPU (マイクロプロセッサ) 34、入力ポート 35 及び出力ポート 36 を具備する。吸入空気量検出器 18 の出力信号及び空燃比センサ 21 の出力信号はそれぞれ対応する AD 変換器 37 を介して入力ポート 35 に入力される。アクセルペダル 40 にはアクセルペダル 40 の踏込み量 L に比例した出力電圧を発生する負荷センサ 41 が接続され、負荷センサ 41 の出力電圧は対応する AD 変換器 37 を介して入力ポート 35 に入力される。更に入力ポート 35 にはクランクシャフトが例えば 30° 回転する毎に出力パルスを発生するクランク角センサ 42 が接続される。更にクランクケース 1 に対するシリンダブロック 2 の相対位置を検出する位置センサ 43 が設けられ、位置センサ 43 の出力電圧は対応する AD 変換器 37 を介して入力ポート 35 に入力される。クランクケース 1 に対するシリンダブロック 2 の相対位置は機械圧縮比を表している。一方、出力ポート 36 は対応する駆動回路 38 を介して点火栓 6、燃料噴射弁 13、スロットル弁駆動用アクチュエータ 16、及び可変圧縮比機構 A に接続される。なお、電子制御ユニット 30 は本発明の算出手段及び調整手段を構成する。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 4 】

図 2 は図 1 に示す可変圧縮比機構 A の分解斜視図を示しており、図 3 (A) 及び図 3 (B) は図解的に表した内燃機関の側面断面図を示している。図 2 を参照すると、シリンダブロック 2 の両側壁の下方には互いに間隔を隔てた複数個の突出部 5 0 が形成されており、各突出部 5 0 内にはそれぞれ断面円形のカム挿入孔 5 1 が形成されている。一方、クランクケース 1 の上壁面上には互いに間隔を隔ててそれぞれ対応する突出部 5 0 の間に嵌合せしめられる複数個の突出部 5 2 が形成されており、これらの各突出部 5 2 内にもそれぞれ断面円形のカム挿入孔 5 3 が形成されている。

【 0 0 1 5 】

可変圧縮比機構 A は複数の気筒に共通の制御軸を備える。図 2 に示される例では制御軸は一对のカムシャフト 5 4 , 5 5 を備え、各カムシャフト 5 4 , 5 5 上には一つおきに各カム挿入孔 5 1 内に回転可能に挿入される円形カム 5 6 が固定されている。これらの円形カム 5 6 は各カムシャフト 5 4 , 5 5 の長さ方向軸線又は回転軸線 L A と共軸をなす。一方、各円形カム 5 6 間には図 3 においてハッチングで示すように各カムシャフト 5 4 , 5 5 の回転軸線 L A に対して偏心配置された偏心軸 5 7 が延びており、この偏心軸 5 7 上に別の円形カム 5 8 が偏心して回転可能に取付けられている。図 2 に示されるようにこれら円形カム 5 8 は各円形カム 5 6 間に配置されており、これら円形カム 5 8 は対応する各カム挿入孔 5 3 内に回転可能に挿入されている。

【 0 0 1 6 】

図 3 (A) に示すような状態から各カムシャフト 5 4 , 5 5 上に固定された円形カム 5 6 を図 3 (A) において実線の矢印で示される如く互いに反対方向に回転させると偏心軸 5 7 が下方中央に向けて移動するために円形カム 5 8 がカム挿入孔 5 3 内において図 3 (A) の破線の矢印に示すように円形カム 5 6 とは反対方向に回転し、図 3 (B) に示されるように偏心軸 5 7 が下方中央まで移動すると円形カム 5 8 の中心が偏心軸 5 7 の下方へ移動する。

【 0 0 1 7 】

図 3 (A) と図 3 (B) とを比較するとわかるようにクランクケース 1 とシリンダブロック 2 の相対位置は円形カム 5 6 の中心と円形カム 5 8 の中心との距離によって定まり、円形カム 5 6 の中心と円形カム 5 8 の中心との距離が大きくなるほどシリンダブロック 2 はクランクケース 1 から離れる。シリンダブロック 2 がクランクケース 1 から離れると燃焼室容積は増大し、したがって各カムシャフト 5 4 , 5 5 を回転させることによって燃焼室容積又は機械圧縮比を変更することができる。

【 0 0 1 8 】

図 2 に示されるように各カムシャフト 5 4 , 5 5 を夫々反対方向に回転させるために駆動モータ 5 9 の回転軸には夫々螺旋方向が逆向きの一对のウォーム 6 1 , 6 2 が取付けられており、これらウォーム 6 1 , 6 2 と噛合するウォームホイール 6 3 , 6 4 が夫々各カムシャフト 5 4 , 5 5 の端部に固定されている。この場合、駆動モータ 5 9 を駆動することによってピストン 4 が圧縮上死点に位置するときの燃焼室 5 の容積が変更され、したがって機会圧縮比が変更される。本発明による実施例では、機械圧縮比が機関運転状態、例えば機関負荷率 K L 及び機関回転数 N e に応じて定まる目標機械圧縮比になるように可変圧縮比機構 A が制御される。

【 0 0 1 9 】

なお、図 2 において、L L は機関長さ方向を、L W は機関幅方向を、L H は機関高さ方向を、それぞれ示しており、これら機関長さ方向 L L 、機関幅方向 L W 、及び機関高さ方向 L H は互いに直交する。図 2 に示されるように、内燃機関 E G の気筒は機関長さ方向 L L 軸線にほぼ沿って配置されている。また、可変圧縮比機構 A のカムシャフト 5 4 , 5 5 は機関長さ方向 L L 軸線にほぼ沿って延びている。

【 0 0 2 0 】

なお、可変圧縮比機構 A の別の実施例では、互いに連結されたアッパリンク及びロアリンクを介してピストンピン及びクランクピンが互いに連結され、ロアリンクに連結された

10

20

30

40

50

コントロールリンクの動作が制御軸により変更され、それにより圧縮上始点におけるピストン位置が変更され、したがって機械圧縮比が変更される（複リンク式ピストンストローク機構）。可変圧縮比機構Aの更に別の実施例では、シリンダヘッドがシリンダブロックに対し相対移動可能に設けられ、シリンダブロックに対するシリンダヘッドの相対位置が制御軸により変更されることにより、機械圧縮比が変更される。

【0021】

さて、冒頭で説明したように、各気筒の燃焼圧によりシリンダブロック2がクランクケース1に対し相対移動して各気筒の燃焼室容積が増大し、それにより各気筒の図示トルク又は発生トルクが低下するおそれがある。図4はj番気筒(j=1, 2, 3, 4)の図示トルク $TQ_i(j)$ の低下量 $TQ_d(j)$ (0)を模式的に示している。図4に示される例では、j番気筒の図示トルク $TQ_i(j)$ は、クランクケース1に対するシリンダブロック2の相対移動がないと仮定した場合の各気筒の図示トルク、すなわち基準トルク TQ_iR から、トルク低下量 $TQ_d(j)$ (0)だけそれぞれ低下している。

10

【0022】

図4に示される例では、1番気筒のトルク低下量 $TQ_d(1)$ と4番気筒のトルク低下量 $TQ_d(4)$ とは互いにほぼ等しく、2番気筒のトルク低下量 $TQ_d(2)$ と3番気筒のトルク低下量 $TQ_d(3)$ とは互いにほぼ等しい。また、シリンダブロック2の長さ方向LLの外側に位置する1番気筒のトルク低下量 $TQ_d(1)$ 及び4番気筒のトルク低下量 $TQ_d(4)$ は、シリンダブロック2の長さ方向LLの内側に位置する2番気筒のトルク低下量 $TQ_d(2)$ 及び3番気筒のトルク低下量 $TQ_d(3)$ よりも大きく、j番気筒のトルク低下量 $TQ_d(j)$ のうち最大である。図5はj番気筒のトルク低下量 $TQ_d(j)$ を縦軸にとって図示したものである。

20

【0023】

このようにj番気筒の図示トルク $TQ_i(j)$ 及びトルク低下量 $TQ_d(j)$ にはバラツキがある。このようにトルクが気筒間でバラツくと、機関振動及び騒音が好ましくなく増大するおそれがある。そこで本発明による実施例では、燃焼圧による燃焼室容積の増大に起因するトルク低下量 $TQ_d(j)$ を気筒毎に算出し、複数の気筒のトルク低下量 $TQ_d(j)$ が互いにほぼ等しくなるように、トルク低下量 $TQ_d(j)$ に基いて複数の気筒の発生トルクをそれぞれ調整するようにしている。

【0024】

まず、本発明による実施例における発生トルクの調整方法について説明する。本発明による実施例では目標トルク低下量 $TQ_d t$ が設定され、j番気筒のトルク低下量 $TQ_d(j)$ が目標トルク低下量 $TQ_d t$ になるようにj番気筒の発生トルクが調整される。本発明による実施例では、目標トルク低下量 $TQ_d t$ は、j番気筒のトルク低下量 $TQ_d(j)$ のうち最大のものに設定される。図5に示される例では1番気筒#1のトルク低下量 $TQ_d(1)$ (= $TQ_d(4)$)が最大であるので、目標トルク低下量 $TQ_d t$ は1番気筒#1のトルク低下量 $TQ_d(1)$ に設定される。図6には、図5に示されるトルク低下量 $TQ_d(j)$ と目標トルク低下量 $TQ_d t$ との関係が示される。

30

【0025】

次いで、j番気筒のトルク低下量 $TQ_d(j)$ を目標トルク低下量 $TQ_d t$ にするのに必要なトルク調整量 $TQ_a(j)$ が算出される($TQ_a(j) = TQ_d t - TQ_d(j)$)。j番気筒の発生トルクを低下させるべきときにはj番気筒のトルク調整量 $TQ_a(j)$ は正值となり、j番気筒の発生トルクを増大させるべきときにはj番気筒のトルク調整量 $TQ_a(j)$ は負値となる。図6に示される例では、1番気筒#1のトルク調整量 $TQ_a(1)$ 及び4番気筒#4のトルク調整量 $TQ_a(4)$ はゼロであり、2番気筒#2のトルク調整量 $TQ_a(2)$ 及び3番気筒#3のトルク調整量 $TQ_a(3)$ は「 $TQ_d t - TQ$ 」である。すなわち、1番気筒#1及び4番気筒#4ではトルク低下量 $TQ_d(1)$, $TQ_d(4)$ は変更されない。これに対し、2番気筒#2及び3番気筒#3ではトルク低下量 $TQ_d(2)$, $TQ_d(3)$ はトルク調整量 $TQ_a(2)$, $TQ_a(3)$ だけ増大され、あるいは、発生トルクがトルク調整量

40

50

$TQa(2)$, $TQa(3)$ だけ低下される。

【0026】

発生トルク又はトルク低下量を調整するには種々の方法が知られている。本発明による実施例では、点火時期を調整することにより発生トルク又はトルク低下量が調整される。具体的には、 j 番気筒の点火時期 $SA(j)$ (クランク角) は例えば次式を用いて算出される。

$$SA(j) = SA_b + SA_c(j)$$

ここで、 SA_b は基本点火時期を、 $SA_c(j)$ は j 番気筒の点火時期補正値を、それぞれ示している。

【0027】

基本点火時期 SA_b は機関運転状態、例えば機関負荷率 KL 及び機関回転数 Ne の関数としてあらかじめ求められており、図7に示されるマップの形であらかじめROM32内に記憶されている。なお、機関負荷率 KL (%) は全負荷に対する機関負荷の割合である。

【0028】

点火時期補正値 $SA_c(j)$ は j 番気筒の発生トルクを上述したトルク調整量 $TQa(j)$ だけ調整するためのものである。この点火時期補正値 $SA_c(j)$ は、トルク調整量 $TQa(j)$ がゼロのときにはゼロであり、トルク調整量 $TQa(j)$ が大きくなるにつれて大きくなる。すなわち、トルク調整量 $TQa(j)$ が大きくなるにつれて点火時期 $SA_c(j)$ は遅角される。点火時期補正値 $SA_c(j)$ は図8に示されるマップの形であらかじめROM32内に記憶されている。

【0029】

その結果、各気筒のトルク低下量 $TQd(j)$ が互いにほぼ等しくなる。したがって、各気筒の発生トルク量が互いにほぼ等しくなる。このようにして機関の振動及び騒音が抑制される。

【0030】

次に、本発明による実施例における j 番気筒のトルク低下量 $TQd(j)$ の算出方法を説明する。上述したように、各気筒において燃焼圧により燃焼室容積が増大し、トルクが低下する。この場合、図9に示されるように、 j 番気筒の燃焼圧による燃焼室容積の増大分 $V(j)$ が大きくなるにつれて j 番気筒のトルク低下量 $TQd(j)$ は大きくなる。そこで本発明による実施例では、まず j 番気筒の燃焼室容積増大分 $V(j)$ が算出され、次いで図9のマップを用いて j 番気筒のトルク低下量 $TQd(j)$ が算出される。なお、 j 番気筒のトルク低下量 $TQd(j)$ は図9に示されるマップの形であらかじめROM32内に記憶されている。

【0031】

j 番気筒の燃焼室容積増大分 $V(j)$ は例えば次のようにして算出される。上述したように、 j 番気筒のトルク低下量 $TQd(j)$ にはバラツキがあり、したがって j 番気筒の燃焼圧による燃焼室容積の増大分にもバラツキがある。燃焼圧による燃焼室容積の増大分が最大となる気筒を容積増大最大気筒と称すると、本発明による実施例ではまずこの容積増大最大気筒の燃焼室容積増大分 V_m が算出される。容積増大最大気筒の燃焼室容積増大分 V_m は例えば次式を用いて算出される。

$$V_m = V_p + V_r + V_y$$

ここで、 V_p は容積増大最大気筒におけるピッチ方向の燃焼室容積増大分を、 V_r は容積増大最大気筒におけるロール方向の燃焼室容積増大分を、 V_y は容積増大最大気筒におけるヨー方向の燃焼室容積増大分を、それぞれ表している。なお、ピッチ方向は図10において矢印Pで示されるように幅方向 LW に延びる中心軸線 LWC 回りの方向である。また、ロール方向は図10において矢印Rで示されるように長さ方向 LL に延びる中心軸線 LLC 回りの方向であり、ヨー方向は図10において矢印Yで示されるように高さ方向 LH に延びる中心軸線 LHC 回りの方向である。

【0032】

10

20

30

40

50

上述したように、燃焼圧による燃焼室容積の増大はクランクケース 1 に対するシリンダブロック 2 の相対移動に起因する。このシリンダブロック 2 の相対移動はピッチ方向の相対移動、ロール方向の相対移動、及びヨー方向の相対移動に分けて考えることができ、燃焼室容積増大分もピッチ方向の相対移動に起因する燃焼室容積増大分 V_p 、ロール方向の相対移動に起因する燃焼室容積増大分 V_r 、及びヨー方向の相対移動に起因する燃焼室容積増大分 V_y に分けて考えることができる。

【0033】

燃焼圧によりシリンダブロック 2 がクランクケース 1 に対し相対移動しないと仮定したときの各気筒の筒内圧の極大値を筒内圧ピーク値 P_p と称すると、図 11 に示されるように、ピッチ方向の燃焼室容積増大分 V_p 、ロール方向の燃焼室容積増大分 V_r 、及びヨー方向の燃焼室容積増大分 V_y はそれぞれ筒内圧ピーク値 P_p が高くなるにつれて大きくなる。また、ピッチ方向の燃焼室容積増大分 V_p はロール方向の燃焼室容積増大分 V_r 及びヨー方向の燃焼室容積増大分 V_y よりも大きい。これら燃焼室容積増大分 V_p 、 V_r 、 V_y は筒内圧ピーク値 P_p の関数として図 11 に示されるマップの形であらかじめ ROM 32 内に記憶されている。

10

【0034】

筒内圧ピーク値 P_p は例えば次式を用いて算出される。

$$P_p = P_{pb} \cdot k_{Pp1} \cdot k_{Pp2}$$

ここで、 P_{pb} は基本筒内圧ピーク値を、 k_{Pp1} は第 1 の補正係数 ($0 < k_{Pp1} < 1$) を、 k_{Pp2} は第 2 の補正係数 ($0 < k_{Pp2} < 1$) を、それぞれ表している。

20

【0035】

基本筒内圧ピーク値 P_{pb} は、例えば EGR 率及び当量比 (空燃比) により表される機関運転状態が基本状態にあるときの筒内圧ピーク値であり、図 12 に示されるように機関負荷率 K_L が大きくなるにつれて高くなる。基本筒内圧ピーク値 P_{pb} は機関負荷率 K_L の関数として図 12 に示されるマップの形であらかじめ ROM 32 内に記憶されている。本発明による実施例では、EGR 率 R_{EGR} がゼロでありかつ当量比 λ が 1 (理論空燃比) のときに機関運転状態が基本状態にある。なお、EGR 率 R_{EGR} は筒内ガス量 (空気量 + EGR ガス量) に対する EGR ガス量の比である。

【0036】

第 1 の補正係数 k_{Pp1} は EGR 率 R_{EGR} に基いて基本筒内圧ピーク値 P_{pb} を補正するためのものである。図 13 に示されるように第 1 の補正係数 k_{Pp1} は EGR 率 R_{EGR} がゼロのときに 1 となり、EGR 率 R_{EGR} が大きくなるにつれて小さくなる。第 1 の補正係数 k_{Pp1} は図 13 に示されるマップの形であらかじめ ROM 32 内に記憶されている。

30

【0037】

第 2 の補正係数 k_{Pp2} は当量比 λ に基いて基本筒内圧ピーク値 P_{pb} を補正するためのものである。図 14 に示されるように第 2 の補正係数 k_{Pp2} は当量比 λ が 1 のときに 1 となり、当量比 λ が大きくなるにつれて大きくなる。第 2 の補正係数 k_{Pp2} は図 14 に示されるマップの形であらかじめ ROM 32 内に記憶されている。

【0038】

このように、基本筒内圧ピーク値 P_{pb} 、第 1 の補正係数 k_{Pp1} 、及び第 2 の補正係数 k_{Pp2} から筒内圧ピーク値 P_p が算出され、筒内圧ピーク値 P_p から燃焼室容積増大分 V_p 、 V_r 、 V_y がそれぞれ算出され、燃焼室容積増大分 V_p 、 V_r 、 V_y から容積増大最大気筒の燃焼室容積増大分 V_m が算出される。

40

【0039】

図 15 には、シリンダブロック 2 の長さ方向 L_L の中心 L_{L0} から j 番気筒のシリンダ軸線 $C(j)$ までの距離 $L(j)$ がそれぞれ示されている。図 15 において、 $B(j)$ は j 番気筒のシリンダボアを表しており、 L_{CB} はシリンダブロック 2 の長さ方向 L_L の長さを表している。図 15 に示される例では、1 番気筒 # 1 の距離 $L(1)$ 及び 4 番気筒 # 4 の距離 $L(4)$ が互いにほぼ等しく、2 番気筒 # 2 の距離 $L(2)$ 及び 3 番気筒 # 3 の

50

距離 $L(3)$ が互いにほぼ等しい。また、1番気筒#1の距離 $L(1)$ 及び4番気筒#4の距離 $L(4)$ は j 番気筒の距離 $L(j)$ のうち最も大きい。本発明による実施例では、距離 $L(j)$ が最も大きい気筒が容積増大最大気筒であると仮定しており、したがって1番気筒#1及び4番気筒#4が容積増大最大気筒であると仮定している。このため、上述のようにして算出された燃焼室容積増大分 V_m は1番気筒#1の燃焼室容積増大分 $V(1)$ 及び4番気筒#4の燃焼室容積増大分 $V(4)$ に相当する。

【0040】

一方、残りの気筒、すなわち2番気筒#2の燃焼室容積増大分 $V(2)$ 及び3番気筒#4の燃焼室容積増大分 $V(3)$ は例えば次のようにして算出される。本発明による実施例では、 j 番気筒の燃焼室容積増大分 $V(j)$ は j 番気筒の距離 $L(j)$ が大きくなるにつれて大きくなると仮定している。したがって、2番気筒#2の燃焼室容積増大分 $V(2)$ は1番気筒#1の燃焼室容積増大分 $V(1)$ の $(L(2)/L(1))$ 倍であるということになる ($V(2) = V(1) \cdot (L(2)/L(1))$)。3番気筒#3の燃焼室容積増大分 $V(3)$ は2番気筒#2の燃焼室容積増大分 $V(2)$ に等しい。

10

【0041】

このようにして j 番気筒の燃焼室容積増大分 $V(j)$ が算出されると、上述したように図9のマップを用いて j 番気筒のトルク低下量 $TQ_d(j)$ が算出される。次いで、目標トルク低下量 TQ_d_t が設定され、 j 番気筒のトルク低下量 $TQ_d(j)$ が目標トルク低下量 TQ_d_t になるように j 番気筒の発生トルクが調整される。

20

【0042】

図16は本発明による実施例の j 番気筒のトルク調整量 $TQ_a(j)$ を算出するためのルーチンを示している。このルーチンはあらかじめ定められた設定時間ごとの割り込みによって実行される。

【0043】

図16を参照すると、ステップ100では基本筒内圧ピーク値 P_{pb} が図12のマップを用いて算出される。続くステップ101では第1の補正係数 k_{Pp1} が図13のマップを用いて算出される。続くステップ102では第2の補正係数 k_{Pp2} が図14のマップを用いて算出される。続くステップ103では筒内圧ピーク値 P_p が算出される ($P_p = P_{pb} \cdot k_{Pp1} \cdot k_{Pp2}$)。続くステップ104では燃焼室容積増大分 V_p , V_r , V_y が図11のマップをそれぞれ算出される。続くステップ105では容積増大最大気筒の燃焼室容積増大分 V_m が算出される ($V_m = V_p + V_r + V_y$)。続くステップ106では j 番気筒の燃焼室容積増大分 $V(j)$ が算出される。続くステップ107では j 番気筒のトルク低下量 $TQ_d(j)$ が図9のマップを用いて算出される。続くステップ108では j 番気筒のトルク調整量 $TQ_a(j)$ が算出される。

30

【0044】

図17は本発明による実施例の点火制御を実行するためのルーチンを示している。このルーチンはあらかじめ定められた設定時間ごとの割り込みによって実行される。

【0045】

図17を参照すると、ステップ200では基本点火時期 SA_b が図7のマップを用いて算出される。続くステップ201では j 番気筒の点火時期補正值 $SA(j)$ が図8のマップを用いて算出される。続くステップ202では j 番気筒の点火時期 $SA(j)$ が算出される ($SA(j) = SA_b + SA(j)$)。続くステップ203では点火栓6において点火作用が実行される。

40

【0046】

なお、本発明による別の実施例では、燃料噴射量又は当量比を調整することにより発生トルク又はトルク低下量 $TQ_d(j)$ が調整される。この場合、 j 番気筒のトルク低下量 $TQ_d(j)$ のうち最大のものと最小のものとの間に目標トルク低下量 TQ_d_t が設定されるのが好ましい。このようにすると、一部の気筒においてトルク低下量 $TQ_d(j)$ を増大するために燃料噴射量が減少され、又は空燃比がリーン側に移行される。一

50

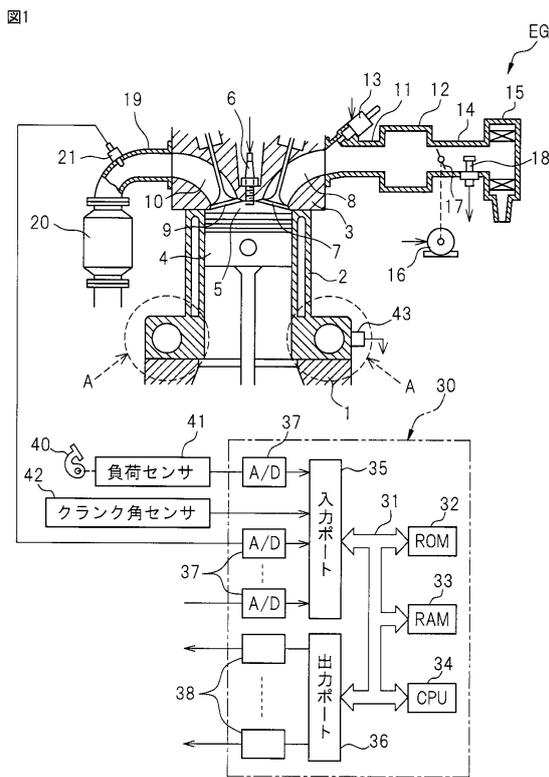
方、残りの気筒においてトルク低下量 $TQ_d(j)$ を減少するために燃料噴射量が増大され、又は空燃比がリッチ側に移行される。その結果、トルク低下量 $TQ_d(j)$ の気筒間バラツキを抑制しながら、排気ガスの空燃比を維持することが可能となる。なお、排気ガスの空燃比は排気通路のある位置よりも上流の排気通路、燃焼室及び吸気通路に供給された空気及び燃料の比である。

【符号の説明】

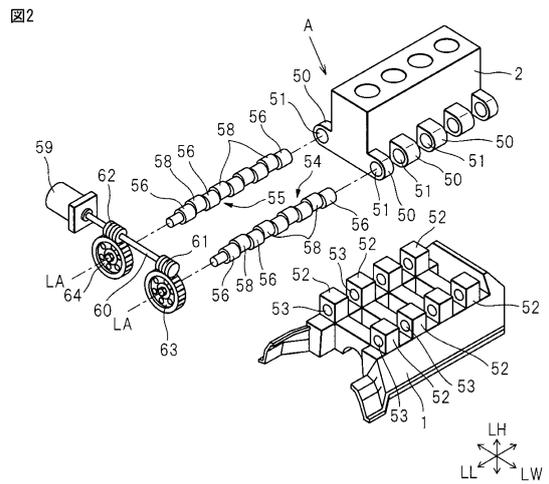
【 0 0 4 7 】

- 1 クランクケース
- 2 シリンダブロック
- A 可変圧縮比機構
- 5 4 , 5 5 カムシャフト

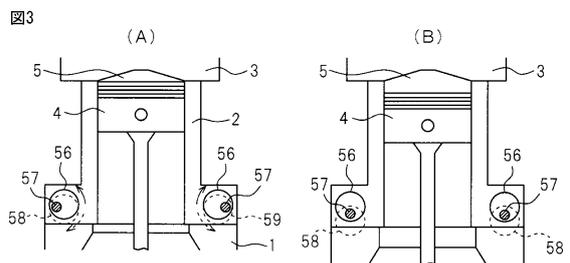
【 図 1 】



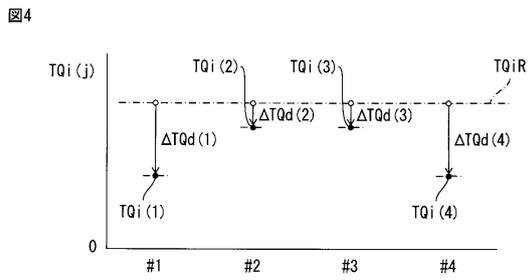
【 図 2 】



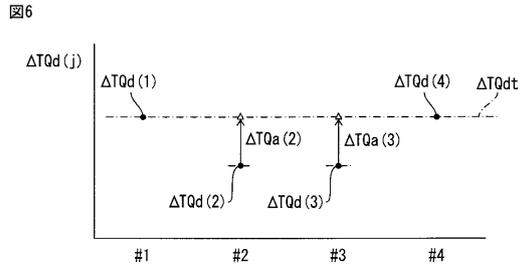
【 図 3 】



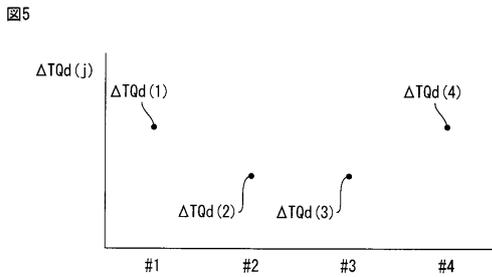
【 図 4 】



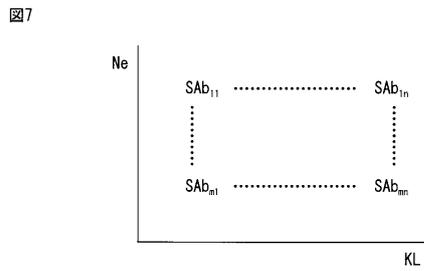
【 図 6 】



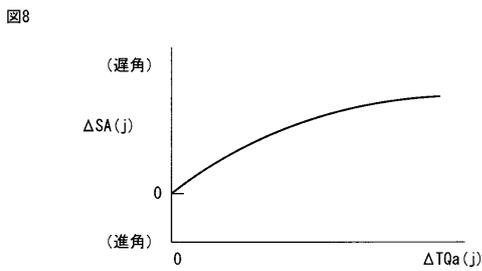
【 図 5 】



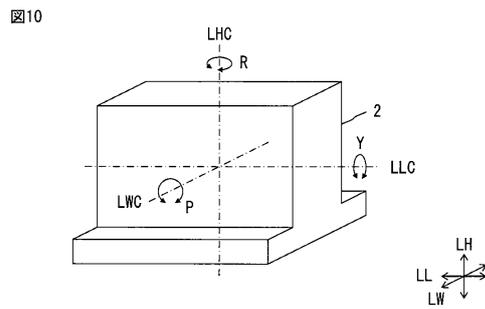
【 図 7 】



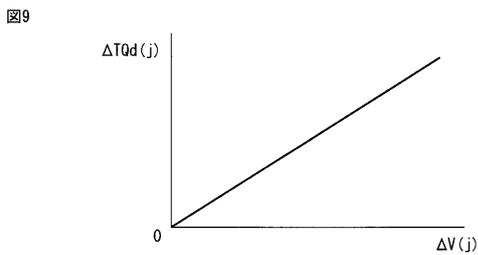
【 図 8 】



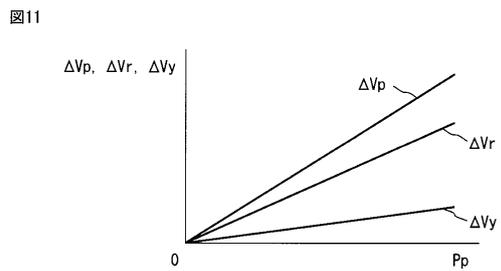
【 図 10 】



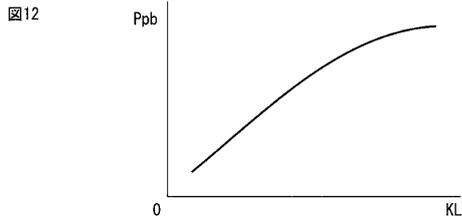
【 図 9 】



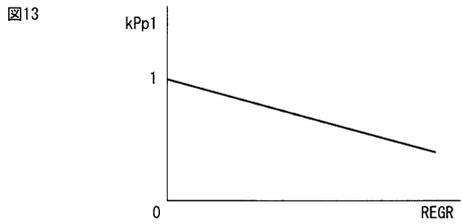
【 図 11 】



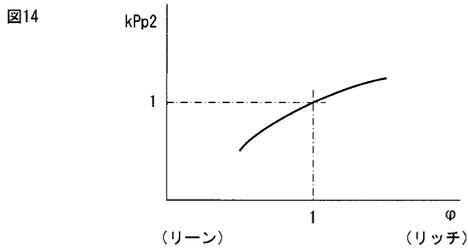
【図12】



【図13】

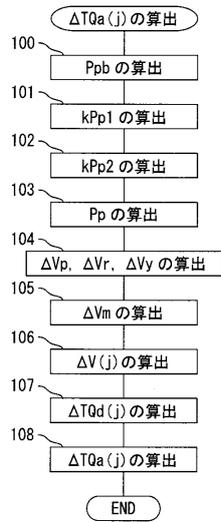


【図14】



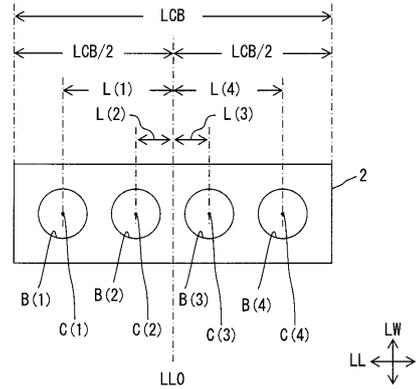
【図16】

図16



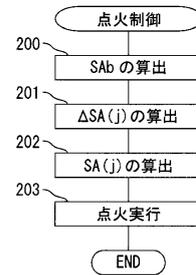
【図15】

図15



【図17】

図17



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 D 15/04 A
F 0 2 D 45/00 3 7 0 B

(72)発明者 西田 秀之
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 比嘉 貴大

(56)参考文献 特開2004-324464(JP,A)
特開平1-106958(JP,A)
特開2011-157903(JP,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 D 1 5 / 0 4