

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-21440

(P2012-21440A)

(43) 公開日 平成24年2月2日(2012.2.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2M 25/07 (2006.01)	FO2M 25/07 510B	3G016
FO1L 1/08 (2006.01)	FO1L 1/08 A	3G062
FO2D 13/02 (2006.01)	FO2D 13/02 K	3G092

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2010-159054 (P2010-159054)
 (22) 出願日 平成22年7月13日 (2010.7.13)

(71) 出願人 000003218
 株式会社豊田自動織機
 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
 (74) 代理人 100068755
 弁理士 恩田 博宣
 (74) 代理人 100105957
 弁理士 恩田 誠
 (72) 発明者 谷 俊宏
 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会
 社豊田自動織機内
 (72) 発明者 藤田 賢二
 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会
 社豊田自動織機内
 Fターム(参考) 3G016 AA02 AA06 AA12 AA19 BA39
 BA43 BA44 CA13 GA00
 最終頁に続く

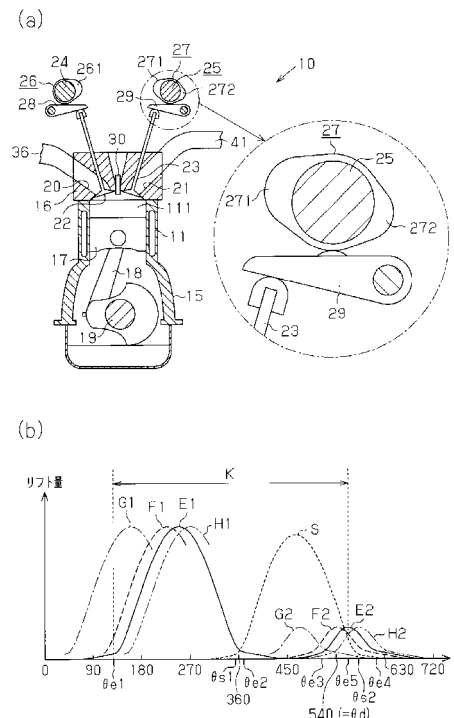
(54) 【発明の名称】 内燃機関の排気装置

(57) 【要約】

【課題】 排気用カム山と排気還元用カム山とを備えている排気カムを用いた排気装置において高い排気ガス還元率を確保でき、又、吸気開閉タイミングとの関係に基づいて吸気の体積効率を適正に維持できるようにする。

【解決手段】 曲線E1は、排気カム27の排気用カム山271による排気弁23のリフト量を示し、曲線E2は、排気カム27の排気還元用カム山272による排気弁23のリフト量を示す。曲線Sは、吸気カム26の吸気用カム山261による吸気弁22のリフト量を示す。クランク角度位置 e1は、排気用カム山271による排気ポート21の開弁開始タイミングを表し、クランク角度位置 e5は、排気還元用カム山272による排気弁23のリフトが最大となるタイミングを表す。クランク角度位置 e1とクランク角度位置 e5との区間Kの長さは、クランク角度幅(415° ± 15°)の範囲にあるように設定されている。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ピストンを収容する複数の気筒を備え、前記気筒に空気を供給するための吸気ポートを開閉する吸気弁が吸気カム回転によって動かされ、前記気筒から排気ガスを排出するための排気ポートを開閉する排気弁が排気カム回転によって動かされ、前記排気カムが排気用カム山と排気還元用カム山とを備えている内燃機関の排気装置において、

前記排気用カム山による前記排気弁の開弁開始タイミングと、前記排気還元用カム山による前記排気弁のリフト量最大タイミングとの区間は、クランク角度幅 ($415^\circ \pm 15^\circ$) の範囲にあるように設定されている内燃機関の排気装置。

【請求項 2】

前記排気還元用カム山による前記排気弁の開弁開始タイミングは、前記吸気弁の閉弁完了タイミングより前である請求項 1 に記載の内燃機関の排気装置。

【請求項 3】

前記排気還元用カム山による前記排気弁の閉弁完了タイミングは、前記吸気弁の閉弁完了タイミングより後である請求項 2 に記載の内燃機関の排気装置。

【請求項 4】

前記吸気弁の開弁開始タイミングと前記排気還元用カム山による前記排気弁の開弁開始タイミングとの間隔は、少なくともクランク角度幅 155° である請求項 2 及び請求項 3 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の排気装置。

【請求項 5】

前記排気還元用カム山による前記排気弁の開弁開始タイミングは、吸気をもたらず前記ピストンの上動の吸気下死点タイミングより前である請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の排気装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ピストンを収容する気筒から排気ガスを排出するための排気ポートを開閉する排気弁が排気カム回転によって動かされ、前記排気カムが排気用カム山と排気還元用カム山とを備えている内燃機関の排気装置に関する。

【背景技術】

【0002】

気筒から排出された排気ガスの一部を気筒へ還元して排気ガスの浄化（窒素酸化物 NO_x の低減）を行なう技術は良く知られている。排気ガスの一部を気筒へ還元する方式の一つとして、例えば特許文献 1, 2 に開示のように、気筒から排出された排気ガスの一部を、排気通路より気筒へ逆流させて還元する方式（いわゆる内部 EGR）がある。

【0003】

特許文献 1, 2 では、排気ガスの一部を気筒へ逆流させて還元するために、排気用カム山と排気還元用カム山とを備えた排気カムが用いられる。排気用カム山は、気筒から燃焼ガス（以下においては排気ガスと言う）を排出するために排気弁をリフトして排気ポートを開くためのものであり、排気還元用カム山は、気筒から排出された排気ガスの一部を気筒へ逆流させるために、排気行程後に、排気弁をリフトして排気ポートを開くためのものである。排気弁は、排気用カム山によって排気ポートを開閉した後に、排気還元用カム山によって排気ポートを再び開閉する。排気用カム山による排気ポートの開は、気筒内の排気ガスを排出し、排気還元用カム山による排気ポートの再開は、気筒から排出された排気ガスの一部を排気通路より気筒内へ還元する。

【0004】

特許文献 1, 2 では、排気還元用カム山による排気ポートの開閉タイミングは、吸気弁が吸気ポートを閉じる前に設定されている。

特許文献 2 では、排気用カム山による排気ポートの開タイミングを吸気下死点前 90° よりも後のクランク角度位置とし、排気用カム山による排気ポートの閉タイミングを吸気

10

20

30

40

50

下死点後 120° よりも前のクランク角度位置としている。このようなタイミング設定によれば、適正な排気還元量が確保される上に、吸気の体積効率が大きく低下することもない旨が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平3-124951号公報

【特許文献2】特開2001-159374号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0006】

しかし、特許文献2において設定された前記タイミングの範囲は広く、この広い範囲全てにおいて適正な排気還元量を確保でき、しかも吸気の体積効率も大きく低下しないとは言えない。

【0007】

例えば、特許文献2の図1に図示の例では、排気用カム山による排気ポートの開タイミングと、排気還元用カム山による排気弁のリフト量最大タイミングとの間隔がクランク角度幅450°程度である。又、図示の例では、吸気開始タイミングと排気用カム山による排気ポートの開タイミングとの間隔は、クランク角度幅130°程度である。本願発明者は、このようなタイミング(= 450°及び = 130°)に近いタイミング(= 450°及び = 135°)での排気ガス還元率をシミュレーション計算している。このシミュレーション計算は、特許文献2の第1実施形態と同じ4気筒4サイクルのディーゼルエンジンで行なわれており、 = 135°という条件の下に の値を種々変更した複数のシミュレーション計算が行なわれている。このシミュレーション計算によれば、 = 135°という条件の下では排気ガス還元率が高いとは言えず、又、 = 135°という条件の下では吸気の体積効率がかなり低いという結果が得られている。

20

【0008】

本発明の第1の目的は、排気用カム山と排気還元用カム山とを備えている排気カムを用いた排気装置において高い排気ガス還元率を確保できるように排気用カム山と排気還元用カム山との位相関係を特定することである。本発明の第2の目的は、前記の位相関係の特定の下に、吸気開閉タイミングとの関係に基づいて吸気の体積効率を適正に維持できるようにすることである。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、複数の気筒を備え、前記気筒に空気を供給するための吸気ポートを開閉する吸気弁が吸気カムの回転によって動かされ、前記気筒から排気ガスを排出するための排気ポートを開閉する排気弁が排気カムの回転によって動かされ、前記排気カムが排気用カム山と排気還元用カム山とを備えている内燃機関の排気装置を対象とし、請求項1の発明では、前記排気用カム山による前記排気弁の開弁開始タイミングと、前記排気還元用カム山による前記排気弁のリフト量最大タイミングとの区間は、クランク角度幅(415° ± 15°)の範囲にあるように設定されている。

40

【0010】

このような区間の設定は、高い排気ガス還元率の確保を可能にする。

好適な例では、前記排気還元用カム山による前記排気弁の開弁開始タイミングは、前記吸気弁の閉弁完了タイミングより前である。

【0011】

排気還元用カム山による排気弁の開弁開始タイミングが遅くなるほど、排気ガス還元率が低下する。排気還元用カム山による排気弁の開弁開始タイミングを吸気弁の閉弁完了タイミングより前とするタイミングは、高い排気ガス還元率をもたらす。

【0012】

50

好適な例では、前記排気還元用カム山による前記排気弁の開弁完了タイミングは、前記吸気弁の開弁完了タイミングより後である。

好適な例では、前記吸気ポートの開弁開始タイミングと前記排気還元用カム山による前記排気弁の開弁開始タイミングとの間隔は、少なくともクランク角度幅 155° である。

【0013】

このようなタイミング設定は、吸気の体積効率を適正に維持する上で好ましい。

好適な例では、前記排気還元用カム山による前記排気弁の開弁開始タイミングは、吸気をもたらす前記ピストンの下動の吸気下死点タイミングより前である。

【0014】

ディーゼルエンジンでは、失火や燃焼不安定を回避するためにアイドル時における気筒内の圧縮圧力を所望の圧力以上にする必要がある。排気還元用カム山による排気弁の開弁開始タイミングを吸気下死点タイミングより前とするタイミング設定は、気筒内の圧縮圧力を少なくとも前記の所望の圧力にする。

10

【発明の効果】

【0015】

本発明は、排気用カム山と排気還元用カム山とを備えている排気カムを用いた排気装置において高い排気ガス還元率を確保でき、又、前記の位相関係の特定の下に、吸気開閉タイミングとの関係に基づいて吸気の体積効率を適正に維持できるという優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

20

【0016】

【図1】第1の実施形態を示す内燃機関の模式図。

【図2】(a)は、部分拡大図を組み込んだ内燃機関の断面図。(b)は、排気弁のリフト量の変化を示すグラフ。

【図3】排気脈動及び吸気脈動の変化を示すグラフ。

【図4】排気ガス及び吸気の流量変化を示すグラフ。

【図5】間隔Rと筒内の最大圧力との関係を示すグラフ。

【図6】排気ガス及び吸気の流量変化を示すグラフ。

【図7】区間Kと排気ガス還元率との関係を示すグラフ。

【図8】区間Kと吸気体積効率との関係を示すグラフ。

30

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明を具体化した一実施形態を図1～図8に基づいて説明する。

図1に示すディーゼルエンジン10(内燃機関)は、4つの気筒11, 12, 13, 14を備えた4気筒4サイクルの内燃機関である。

【0018】

図2(a)は、気筒11～14〔図2(a)では気筒11のみ図示〕を形成されたシリンダブロック15、及びシリンダブロック15に連結されたシリンダヘッド16を示す。気筒11にはピストン17が往復動可能に収容されている。気筒11内に燃焼室111を区画するピストン17は、コネクティングロッド18を介してクランク軸19に連結されている。ピストン17の往復運動は、コネクティングロッド18を介してクランク軸19の回転運動に変換される。

40

【0019】

シリンダヘッド16には吸気ポート20及び排気ポート21が気筒11の燃焼室111に連なるように形成されている。吸気ポート20は、シリンダヘッド16に装着された吸気弁22によって開閉され、排気ポート21は、シリンダヘッド16に装着された排気弁23によって開閉される。

【0020】

シリンダヘッド16の上方には吸気カム軸24及び排気カム軸25が配設されている。吸気カム軸24及び排気カム軸25は、クランク軸19から回転力を得ており、クランク

50

軸 19 が 1 回転 (360°) すると、吸気カム軸 24 及び排気カム軸 25 は、1 / 2 回転する。

【 0021 】

吸気カム軸 24 には吸気カム 26 が設けられており、吸気カム 26 には吸気用カム山 261 が形成されている。吸気カム 26 は、吸気カム軸 24 と一体的に回転し、吸気カム 26 の回転に伴って吸気用カム山 261 が吸気カムレバー 28 を駆動する。吸気カム 26 の回転は、吸気カムレバー 28 を介して吸気弁 22 の往復運動に変換される。吸気弁 22 の往復動により吸気ポート 20 が開閉される。

【 0022 】

排気カム軸 25 には排気カム 27 が設けられており、排気カム 27 には排気用カム山 271 及び排気還元用カム山 272 が形成されている。排気カム 27 は、排気カム軸 25 と一体的に回転し、排気カム 27 の回転に伴って排気用カム山 271 が排気カムレバー 29 を駆動する。又、排気カム 27 の回転に伴って排気還元用カム山 272 が排気カムレバー 29 を駆動する。排気カム 27 の回転は、排気カムレバー 29 を介して排気弁 23 の往復運動に変換される。排気弁 23 の往復動により排気ポート 21 が開閉される。

10

【 0023 】

他の気筒 12, 13, 14 においても、吸気ポート 20 及び排気ポート 21、吸気弁 22 及び排気弁 23、吸気カムレバー 28 及び排気カムレバー 29、吸気カム 26 及び排気カム 27 と同様の機構が設けられている。

【 0024 】

図 1 に示すように、シリンダヘッド 16 には燃料噴射ノズル 30, 31, 32, 33 が気筒 11, 12, 13, 14 毎に取り付けられている。燃料は、燃料ポンプ 34 及びコモンレール 35 を経由して燃料噴射ノズル 30, 31, 32, 33 へ供給され、燃料噴射ノズル 30, 31, 32, 33 は、各気筒 11, 12, 13, 14 内の燃焼室に燃料を噴射する。

20

【 0025 】

シリンダヘッド 16 にはインテークマニホールド 36 が接続されている。インテークマニホールド 36 には吸気管 37 が接続されており、吸気管 37 にはエアクリーナ 39 が接続されている。吸気管 37 の途中には過給機 38 のコンプレッサ部 381 が設けられている。過給機 38 は、排気ガス流によって作動される公知の可変ノズル式ターボチャージャーである。

30

【 0026 】

吸気管 37 の途中にはスロットル弁 40 が設けられている。スロットル弁 40 は、エアクリーナ 39 を経由して吸気管 37 に吸入される空気流量を調整するためのものである。吸気管 37 内の空気は、インテークマニホールド 36 及び吸気ポート 20 を介して燃焼室へ導入される。燃料噴射ノズル 30, 31, 32, 33 から気筒 11, 12, 13, 14 の燃焼室へ噴射された燃料は、ピストンの上動に伴う燃焼室内の空気の圧縮によって着火燃焼する。

【 0027 】

シリンダヘッド 16 にはエキゾーストマニホールド 41 が接続されている。エキゾーストマニホールド 41 には排気管 42 が接続されている。排気管 42 上には後処理装置 43 が設けられている。後処理装置 43 としては、吸蔵還元型 NOx 触媒又は選択還元型 NOx 触媒が用いられている。気筒 11, 12, 13, 14 内の燃焼ガス (以下においては排気ガスと言う) は、排気ポート 21、エキゾーストマニホールド 41、過給機 38 のタービン部 382、排気管 42 及び後処理装置 43 を経由して大気に放出される。

40

【 0028 】

図 2 (b) のグラフにおける曲線 E1 は、排気カム 27 の排気用カム山 271 による排気弁 23 のリフト量 (排気ポート 21 を閉じる位置からの離間量) を示し、曲線 E2 は、排気カム 27 の排気還元用カム山 272 による排気弁 23 のリフト量を示す。曲線 S は、吸気カム 26 の吸気用カム山 261 による吸気弁 22 のリフト量 (吸気ポート 20 を閉じ

50

る位置からの離間量)を示す。横軸は、クランク軸19の回転角度(クランク角度位置)を表し、縦軸は、リフト量を表す。

【0029】

クランク角度位置 0° 、 360° 、 720° は、ピストン17が上死点にあるときのタイミングであり、クランク軸 180° 、 540° は、ピストン17が下死点にあるときのタイミングである。

【0030】

クランク角度位置 e1は、排気用カム山271による排気弁23の開弁開始タイミング(排気ポート21を開き開始するタイミング)を表す。クランク角度位置 e2は、排気用カム山271による排気弁23の閉弁完了タイミング(排気ポート21を閉じ完了するタイミング)を表す。クランク角度位置 e3は、排気還元用カム山272による排気弁23の開弁開始タイミングを表し、クランク角度位置 e4は、排気還元用カム山272による排気ポート21の閉弁完了タイミングを表す。クランク角度位置 e5は、排気還元用カム山272による排気弁23のリフトが最大となるタイミングを表す。

10

【0031】

クランク角度位置 s1は、吸気用カム山261による吸気弁22の開弁開始タイミング(吸気ポート20を開き開始するタイミング)を表す。クランク角度位置 s2は、吸気用カム山261による吸気弁22の閉弁完了タイミング(吸気ポート20を閉じ完了するタイミング)を表す。

【0032】

本実施形態では、クランク角度位置 e1とクランク角度位置 e5との区間Kの長さは、クランク角度幅 415° に設定されている。つまり、排気カム27のカムプロフィールは、排気用カム山271による排気弁23の開弁開始タイミング e1と、排気還元用カム山272による排気弁23のリフト量最大タイミング e5との区間Kがクランク角度幅 415° となるように、設定されている。つまり、排気用カム山271と排気還元用カム山272との位相関係は、開弁開始タイミング e1とリフト量最大タイミング e5との区間Kをクランク角度幅 415° とする位相関係に設定されている。又、クランク角度位置度 360° とクランク角度位置 e3との間隔Rは、クランク角度幅 155° に設定されている。

20

【0033】

さらに、クランク角度位置 e3及びクランク角度位置 e5は、クランク角度位置 s2よりも前に設定されており、クランク角度位置 e4は、クランク角度位置 s2よりも後に設定されている。

30

【0034】

図3のグラフにおける波形Peは、間隔Rがクランク角度幅 155° のときの4つの気筒11、12、13、14から排出される排気ガスの脈動(排気脈動)の変化を表す。波形Psは、間隔Rがクランク角度幅 155° のときの4つの気筒11、12、13、14に吸入される吸気の脈動(吸気脈動)の変化を表す。横軸は、クランク角度位置を表し、縦軸は、圧力を表す。

【0035】

図4のグラフにおける波形Q1eは、間隔Rがクランク角度幅 155° のときの気筒11における排気流量の変化を表し、波形Q1sは、間隔Rがクランク角度幅 155° のときの気筒11における吸気流量の変化を表す。横軸は、クランク角度を表し、縦軸は、ガス流量を表す。縦軸におけるWより上側の波形Q1eの部位は、排気ガスが気筒11からエキゾーストマニホールド41側へ流れる状態を示し、Wより下側の波形Q1eの部位は、排気ガスがエキゾーストマニホールド41側から気筒11へ流れる状態を示す。

40

【0036】

Wより上側の波形Q1sの部位は、吸気がインテークマニホールド36側から気筒11へ流れる状態を示し、Wより下側の波形Q1sの部位は、吸気が気筒11からインテークマニホールド36側へ流れる状態を示す。

50

【 0 0 3 7 】

波形 Q 1 e における部位 Q 1 e 1 は、気筒 1 1 から排出された排気ガスの一部が気筒 1 1 へ逆流（還元）する状態を示す。部位 Q 1 e 1 付近における気筒 1 1 内の圧力は、図 3 の波形 P e の部位 P e 1 で示す排気脈動の高圧よりも低い。部位 Q 1 e 1 のクランク角度付近では排気還元用カム山 2 7 2 によって排気ポート 2 1 が開かれ、図 3 の波形 P e の部位 P e 1 で示す排気脈動の高圧によって排気ガスが気筒 1 1 へ逆流する。

【 0 0 3 8 】

図 2 (b) に示す曲線 F 1 , F 2 は、排気カム 2 7 を曲線 E 1 , E 2 をもたらず位置からクランク角度幅 2 0 ° だけ進角させた場合の排気弁 2 3 のリフト量の変化を示す。曲線 F 1 は、排気用カム山 2 7 1 によるリフト量の変化を示し、曲線 F 2 は、排気還元用カム山 2 7 2 によるリフト量の変化を示す。

10

【 0 0 3 9 】

曲線 G 1 , G 2 は、排気カム 2 7 を曲線 E 1 , E 2 をもたらず位置からクランク角度幅 9 0 ° だけ進角させた場合の排気弁 2 3 のリフト量の変化を示す。曲線 G 1 は、排気用カム山 2 7 1 によるリフト量の変化を示し、曲線 G 2 は、排気還元用カム山 2 7 2 によるリフト量の変化を示す。

【 0 0 4 0 】

曲線 H 1 , H 2 は、排気カム 2 7 を曲線 E 1 , E 2 をもたらず位置からクランク角度幅 2 0 ° だけ遅角させた場合の排気弁 2 3 のリフト量の変化を示す。曲線 H 1 は、排気用カム山 2 7 1 によるリフト量の変化を示し、曲線 H 2 は、排気還元用カム山 2 7 2 によるリフト量の変化を示す。

20

【 0 0 4 1 】

図 7 のグラフにおける曲線 E 3 上の三角形記号 () e 3 は、図 2 (b) に示す曲線 E 1 , E 2 に関する区間 K の長さ（クランク角度幅）がクランク角度幅 4 1 5 ° の場合における排気ガス還元率を表す。横軸は、区間 K の長さを表し、縦軸は、排気ガス還元率を表す。曲線 E 3 上の他の三角形記号は、区間 K の長さを変更した場合の排気ガス還元率を表す。区間 K の長さがクランク角度幅 4 1 5 ° の場合における排気ガス還元率は、曲線 E 3 に関してはかなり高い還元率である。

【 0 0 4 2 】

図 8 のグラフにおける曲線 E 4 上の三角形記号 () e 4 は、図 2 (b) に示す曲線 E 1 , E 2 に関する区間 K の長さがクランク角度幅 4 1 5 ° の場合における吸気の体積効率を表す。横軸は、区間 K の長さを表し、縦軸は、吸気体積効率を表す。曲線 E 4 上の他の三角形記号は、区間 K の長さを変更した場合の吸気体積効率を表す。

30

【 0 0 4 3 】

図 7 のグラフにおける曲線 F 3 上の四角形記号 () f 3 は、図 2 (b) に示す曲線 F 1 , F 2 に関する区間 K の長さがクランク角度幅 4 1 5 ° の場合における排気ガス還元率を表す。曲線 F 3 上の他の四角形記号は、区間 K の長さを変更した場合の排気ガス還元率を表す。区間 K の長さがクランク角度幅 4 1 5 ° の場合における排気ガス還元率は、曲線 F 3 に関してはかなり高い還元率である。

【 0 0 4 4 】

図 8 のグラフにおける曲線 F 4 上の四角形記号 () f 4 は、図 2 (b) に示す曲線 F 1 , F 2 に関する区間 K の長さがクランク角度幅 4 1 5 ° の場合における吸気の体積効率を表す。曲線 F 4 上の他の三角形記号は、区間 K の長さを変更した場合の吸気体積効率を表す。

40

【 0 0 4 5 】

図 7 のグラフにおける曲線 G 3 上の菱形記号 () g 3 は、図 2 (b) に示す曲線 G 1 , G 2 に関する区間 K の長さがクランク角度幅 4 1 5 ° の場合における排気ガス還元率を表す。曲線 G 3 上の他の菱形記号は、区間 K の長さを変更した場合の排気ガス還元率を表す。区間 K の長さがクランク角度幅 4 1 5 ° の場合における排気ガス還元率は、曲線 G 3 に関してはかなり高い還元率である。

50

【 0 0 4 6 】

図 8 のグラフにおける曲線 G 4 上の菱形記号 () は、区間 K の長さを変更した場合の吸気体積効率を表す。

図 7 のグラフにおける曲線 H 3 上の丸記号 () h 3 は、図 2 (b) に示す曲線 H 1 , H 2 に関する区間 K の長さがクランク角度幅 415° の場合における排気ガス還元率を表す。曲線 H 3 上の他の丸記号は、区間 K の長さを変更した場合の排気ガス還元率を表す。区間 K の長さがクランク角度幅 415° の場合における排気ガス還元率は、曲線 H 3 に関してはかなり高い還元率である。

【 0 0 4 7 】

図 8 のグラフにおける曲線 H 4 上の丸記号 () h 4 は、図 2 (b) に示す曲線 H 1 , H 2 に関する区間 K の長さがクランク角度幅 415° の場合における吸気の体積効率を表す。曲線 H 4 上の他の丸記号は、区間 K の長さを変更した場合の吸気体積効率を表す。

10

【 0 0 4 8 】

図 7 における記号 , , , で示す排気ガス還元率、及び図 8 における記号 , , , で示す吸気体積効率は、計算して得られたものである。

図 7 のグラフによれば、区間 K の長さがクランク角度幅 ($415^\circ \pm 15^\circ$) の範囲にあれば、各曲線 E 3 , F 3 , G 3 , H 3 上での排気ガス還元率が最大値又は最大値に近くなる。従って、区間 K をクランク角度幅 ($415^\circ \pm 15^\circ$) の範囲にあるように設定すれば、高い排気ガス還元率を確保することができる。

【 0 0 4 9 】

図 8 のグラフによれば、区間 K の長さがクランク角度幅 ($415^\circ \pm 15^\circ$) の範囲にある場合、クランク角度位置 360° とクランク角度位置 e_3 との間隔 R が大きくなるほど、曲線 E 4 , F 4 , G 4 , H 4 上での吸気体積効率が高くなってゆく。

20

【 0 0 5 0 】

図 5 のグラフにおける曲線 M 上の菱形記号 () m 1 は、クランク角度位置 360° とクランク角度位置 e_3 との間隔 R をクランク角度幅 155° に設定した状態でのアイドルリング時における気筒 1 1 内の最大圧力を表す。本実施形態では、アイドルリング回転数は、 800 rpm である。横軸は、間隔 R を表し、縦軸は、気筒 1 1 内の最大圧力を表す。

【 0 0 5 1 】

曲線 M 上の菱形記号 () m 2 は、間隔 R をクランク角度幅 165° に設定した状態でのアイドルリング時における気筒 1 1 内の最大圧力を表す。曲線 M 上の菱形記号 () m 3 は、間隔 R をクランク角度幅 175° に設定した状態でのアイドルリング時における気筒 1 1 内の最大圧力を表す。曲線 M 上の菱形記号 () m 4 は、間隔 R をクランク角度幅 185° に設定した状態でのアイドルリング時における気筒 1 1 内の最大圧力を表す。曲線 M 上の菱形記号 () m 5 は、間隔 R をクランク角度幅 195° に設定した状態でのアイドルリング時における気筒 1 1 内の最大圧力を表す。

30

【 0 0 5 2 】

縦軸上の最大圧力 P_m は、失火あるいは燃焼不安定を回避する上で必要な最大圧力 (例えば 3 MPa) である。

図 2 (b) に示すように、排気還元用カム山 2 7 2 による排気弁 2 3 の開弁開始タイミング e_3 は、吸気をもたらすピストン 1 7 の下動の吸気下死点タイミング d (本実施形態ではクランク角度位置 540°) より前に設定されている。間隔 R は、クランク角度幅 155° であり、図 5 の菱形記号 () m 1 は、 $R = 155^\circ$ の場合である。

40

【 0 0 5 3 】

図 5 のグラフから分かるように、排気還元用カム山 2 7 2 による排気弁 2 3 の開弁開始タイミング e_3 を吸気をもたらすピストン 1 7 の下動の吸気下死点タイミング d (=クランク角度位置 540°) より前とすれば、アイドルリング時における気筒 1 1 内の最大圧力は、最大圧力 P_m 以上となる。つまり、開弁開始タイミング e_3 を吸気下死点タイミング d (=クランク角度位置 540°) より前とすれば、アイドルリング時における失火や燃焼不安定を回避することができる。

50

【 0 0 5 4 】

図 6 のグラフにおける波形 Q 2 e は、間隔 R がクランク角度幅 1 9 5 ° のときの気筒 1 1 における排気流量の変化を表し、波形 Q 2 s は、間隔 R がクランク角度幅 1 9 5 ° のときの気筒 1 1 における吸気流量の変化を表す。横軸 は、クランク角度位置を表し、縦軸 は、ガス流量を表す。

【 0 0 5 5 】

波形 Q 2 e における部位 Q 2 e 1 は、ピストン 1 7 の上動によって気筒 1 1 から排気ガスがエキゾーストマニホールド 4 1 側へ吹き抜ける状態を示す。図 6 のグラフによれば、間隔 R がクランク角度幅 1 9 5 ° のときには、排気ガス還元が殆どないことがわかる。

【 0 0 5 6 】

図 5 及び図 6 のグラフによれば、間隔 R としては、クランク角度幅 (5 4 0 ° - 3 6 0 °) = 1 8 0 ° 未満であることが望ましいことがわかる。

第 1 の実施形態では以下の効果が得られる。

【 0 0 5 7 】

(1) 排気用カム山 2 7 1 による排気弁 2 3 の開弁開始タイミング e 1 と、排気還元用カム山 2 7 2 による排気弁 2 3 のリフト量最大タイミング e 5 との区間 K をクランク角度幅 (4 1 5 ° ± 1 5 °) の範囲とした区間設定は、高い排気ガス還元率の確保を可能にする。

【 0 0 5 8 】

(2) 排気還元用カム山 2 7 2 による排気弁 2 3 の開弁開始タイミング e 3 が遅くなるほど、排気ガス還元率が低下する。排気還元用カム山 2 7 2 による排気弁 2 3 の開弁開始タイミング e 3 を吸気弁 2 2 の閉弁完了タイミング s 2 より前とするタイミング設定は、高い排気ガス還元率をもたらす。

【 0 0 5 9 】

(3) 排気還元用カム山 2 7 2 による排気弁 2 3 の閉弁完了タイミング e 4 を吸気弁 2 2 の閉弁完了タイミング s 2 より後とするタイミング設定は、吸気体積効率を最小値よりも大きくする上で好ましい。

【 0 0 6 0 】

(4) 吸気弁 2 2 の開弁開始タイミング s 1 と排気還元用カム山 2 7 2 による排気弁 2 3 の開弁開始タイミング e 3 との間隔 R を少なくともクランク角度幅 1 5 5 ° とするタイミング設定は、吸気体積効率を最大値に近づけるように適正に維持する上で好ましい。

【 0 0 6 1 】

(5) 排気還元用カム山 2 7 2 による排気弁 2 3 のリフト量最大タイミング e 5 を吸気弁 2 2 の閉弁完了タイミング s 2 より前とするタイミング設定は、高い排気ガス還元率をもたらす上で特に好ましい。

【 0 0 6 2 】

(6) 吸気弁 2 2 の開弁開始タイミング s 1 と排気還元用カム山 2 7 2 による排気弁 2 3 の開弁開始タイミング e 3 との間隔 R をクランク角度幅 1 7 5 ° とした場合には、排気還元用カム山 2 7 2 による排気弁 2 3 のリフト量最大タイミング e 5 が吸気弁 2 2 の閉弁完了タイミング s 2 より後となる。この場合には、吸気体積効率が最大値に近い。

【 0 0 6 3 】

排気還元用カム山 2 7 2 による排気弁 2 3 のリフト量最大タイミング e 5 を吸気弁 2 2 の閉弁完了タイミング s 2 より以後とするタイミング設定は、吸気体積効率を最大値に近づけるように適正に維持する上で好ましい。

【 0 0 6 4 】

(7) 排気還元用カム山 2 7 2 による排気弁 2 3 の開弁開始タイミング e 3 を吸気をもたらずピストン 1 7 の下動の吸気下死点タイミング d (= クランク角度位置 5 4 0 °) より前とするタイミング設定は、アイドル時における失火や燃焼不安定の回避に寄

10

20

30

40

50

与する。

【0065】

本発明では以下のような実施形態も可能である。

6気筒のディーゼルエンジンに本発明を適用してもよい。

ガソリンエンジンに本発明を適用してもよい。

【0066】

前記した実施形態から把握できる技術思想について以下に記載する。

(イ)前記排気還元用カム山による前記排気弁のリフト量最大タイミングは、前記吸気弁の閉弁完了タイミングより前である請求項2及び請求項3のいずれか1項に記載の内燃機関の排気装置。

10

【0067】

(ロ)前記排気還元用カム山による前記排気弁のリフト量最大タイミングは、前記吸気弁の閉弁完了タイミングより以後である請求項2及び請求項3のいずれか1項に記載の内燃機関の排気装置。

【0068】

(ハ)前記内燃機関は、4気筒4サイクルエンジンである請求項1乃至請求項5、前記(イ)、(ロ)項のいずれか1項内燃機関の排気装置。

(ニ)前記内燃機関は、ディーゼルエンジンである請求項1乃至請求項5、前記(イ)、(ロ)、(ハ)項のいずれか1項内燃機関の排気装置。

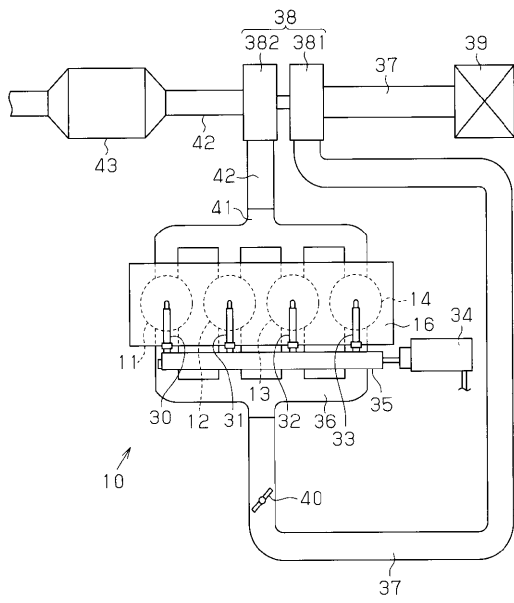
20

【符号の説明】

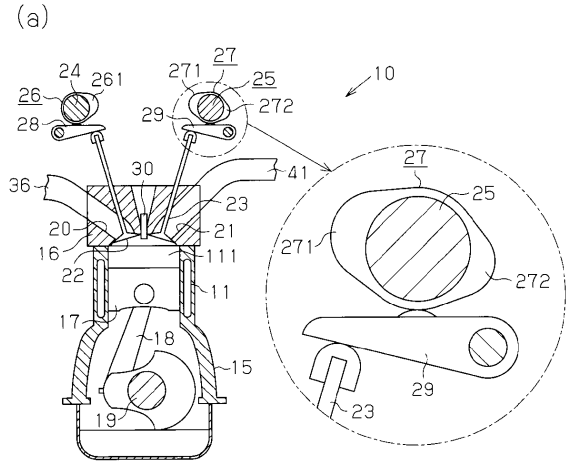
【0069】

11, 12, 13, 14 ... 気筒。 17 ... ピストン。 20 ... 吸気ポート。 21 ... 排気ポート。 22 ... 吸気弁。 23 ... 排気弁。 26 ... 吸気カム。 27 ... 排気カム。 271 ... 排気用カム山。 272 ... 排気還元用カム山。 K ... 区間。 R ... 間隔。 e1 ... 排気用カム山による開弁開始タイミング。 e2 ... 排気用カム山による閉弁完了タイミング。 e3 ... 排気還元用カム山による開弁開始タイミング。 e5 ... リフト量最大タイミング。 s1 ... 吸気用カム山による開弁開始タイミング。 s2 ... 吸気用カム山による閉弁完了タイミング。 d ... 吸気下死点タイミング。

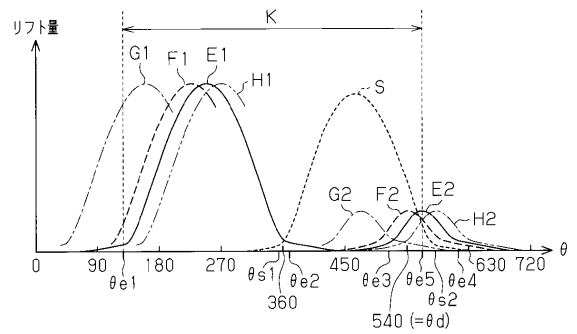
【 図 1 】



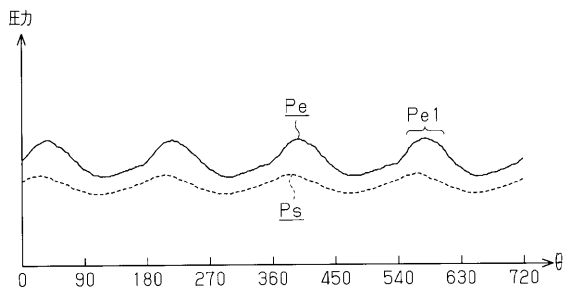
【 図 2 】



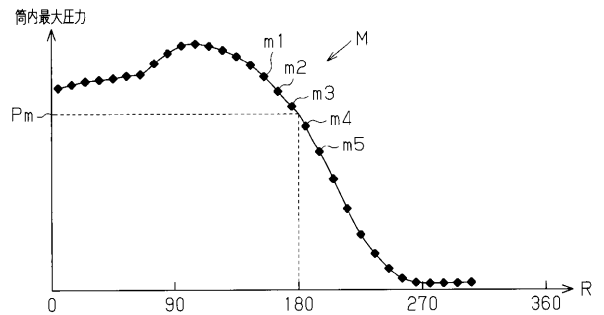
(b)



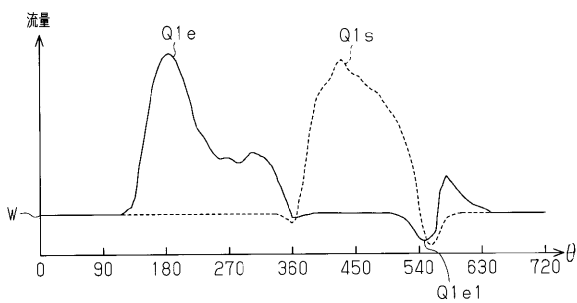
【 図 3 】



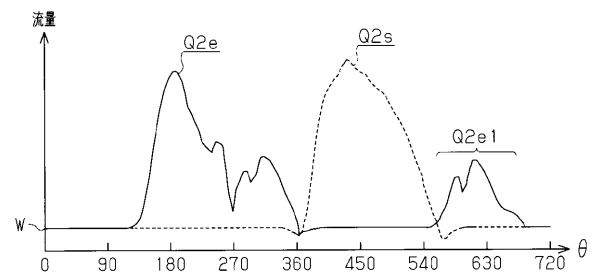
【 図 5 】



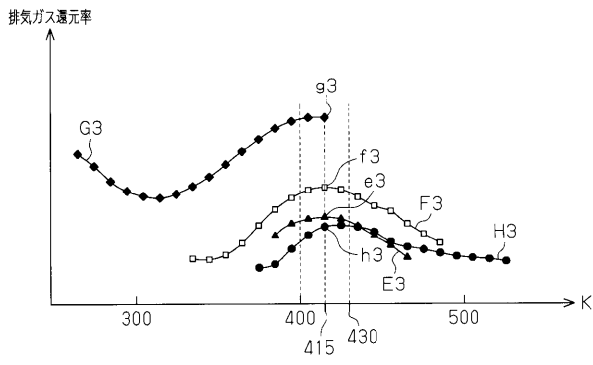
【 図 4 】



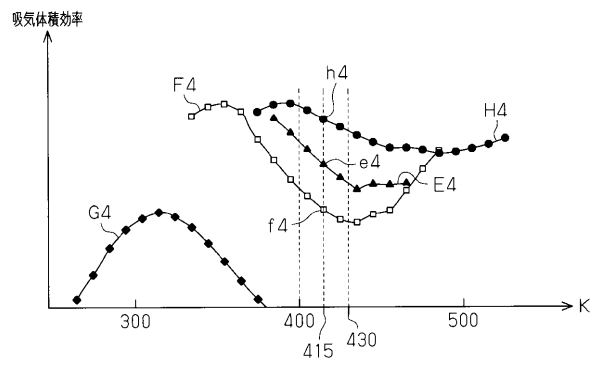
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3G062 AA10

3G092 AA02 DA12