

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4016568号
(P4016568)

(45) 発行日 平成19年12月5日(2007.12.5)

(24) 登録日 平成19年9月28日(2007.9.28)

(51) Int. Cl.	F I		
FO2D 13/02 (2006.01)	FO2D 13/02		H
FO1L 1/34 (2006.01)	FO1L 1/34		C
FO1L 13/00 (2006.01)	FO1L 13/00	3O1Y	
FO2D 41/02 (2006.01)	FO2D 13/02		J
	FO2D 41/02	351	

請求項の数 8 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2000-95500 (P2000-95500)	(73) 特許権者	000003997
(22) 出願日	平成12年3月30日(2000.3.30)		日産自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2001-280165 (P2001-280165A)		神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
(43) 公開日	平成13年10月10日(2001.10.10)	(74) 代理人	100083806
審査請求日	平成15年1月30日(2003.1.30)		弁理士 三好 秀和
		(74) 代理人	100100712
			弁理士 岩▲崎▼ 幸邦
		(74) 代理人	100100929
			弁理士 川又 澄雄
		(74) 代理人	100095500
			弁理士 伊藤 正和
		(74) 代理人	100101247
			弁理士 高橋 俊一
		(74) 代理人	100098327
			弁理士 高松 俊雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガソリン自己着火式内燃機関

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも一部の運転領域で混合気を圧縮自己着火燃焼させるガソリン自己着火式内燃機関において、

排気行程から吸気行程にかけて排気弁及び吸気弁が共に閉じたマイナスオーバーラップ期間の長さを可変とする可変バルブタイミング機構と、

前記マイナスオーバーラップ期間中に筒内に直接ガソリンを噴射することができる燃料噴射弁と、

前記マイナスオーバーラップ期間中の筒内温度を予測する温度予測手段と、

前記マイナスオーバーラップ期間中の筒内圧力を予測する圧力予測手段と、

前記温度予測手段による予測温度および前記圧力予測手段による予測圧力に基づいて、前記予測温度及び前記予測圧力の組み合わせが予め設定した適当範囲から、温度の過剰の方へかつ圧力の過剰の方へ逸脱している場合には、前記マイナスオーバーラップ期間を短縮させるように、また、前記予測温度及び前記予測圧力の組み合わせが前記適当範囲から、温度の不足の方へまたは圧力の不足の方向へ逸脱している場合には、前記マイナスオーバーラップ期間を延長させるように、前記可変バルブタイミング機構によるマイナスオーバーラップ期間の長さを制御する制御手段と、

を備えたことを特徴とするガソリン自己着火式内燃機関。

【請求項2】

前記マイナスオーバーラップ期間中の当量比を予測する当量比予測手段を更に備え、

10

20

前記制御手段は、前記当量比予測手段による予測当量比に基づいてマイナスオーバーラップ期間の長さを制御することを特徴とする請求項1記載のガソリン自己着火式内燃機関

【請求項3】

少なくとも一部の運転領域で混合気を圧縮自己着火燃焼させるガソリン自己着火式内燃機関において、

排気行程から吸気行程にかけて排気弁及び吸気弁が共に閉じたマイナスオーバーラップ期間の長さを可変とする可変バルブタイミング機構と、

前記マイナスオーバーラップ期間中に筒内に直接ガソリンを噴射することができる燃料噴射弁と、

前記マイナスオーバーラップ期間中の温度・圧力および当量比によりマイナスオーバーラップ期間中に生成されるアルデヒドの濃度または量を予測するアルデヒド予測手段と、

前記アルデヒド予測手段による予測アルデヒド濃度または予測アルデヒド量に基づいて前記マイナスオーバーラップ期間が最小限になるように前記可変バルブタイミング機構を制御する制御手段と、

を備えたことを特徴とするガソリン自己着火式内燃機関。

【請求項4】

前記制御手段が、前記アルデヒド予測手段の予測アルデヒド濃度または予測アルデヒド量が不足・適当・過剰であるかを判定し、不足の場合はマイナスオーバーラップ期間を不足アルデヒド量に比例して延長させるように、また、過剰の場合はマイナスオーバーラップ期間を過剰アルデヒド量に比例して短縮させるように前記可変バルブタイミング機構を制御することを特徴とする請求項3記載のガソリン自己着火式内燃機関。

【請求項5】

排気温度を検出する排気温度検出手段と、

吸入空気量を検出する吸入空気量検出手段と、

吸入空気温度を検出する吸入空気温度検出手段と、

必要負荷に基づいて燃料噴射量を決定する噴射量決定手段と、を更に備え、

前記当量比予測手段は、前記吸入空気量と前記燃料噴射量より燃焼期間中の当量比を計算し、燃焼期間中の当量比・吸入空気温度・排気温度・排気弁閉時期より前記マイナスオーバーラップ期間中の当量比を予測することを特徴とする請求項2記載のガソリン自己着火式内燃機関。

【請求項6】

マイナスオーバーラップ期間中の温度または圧力は、排気弁閉時期の筒内容積と排気上死点での筒内容積をもとに予測されることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のガソリン自己着火式内燃機関。

【請求項7】

マイナスオーバーラップ期間中の温度または圧力は、排気温度およびマイナスオーバーラップ期間中の当量比より決められるポリトロープ指数より、ポリトロープ変化として予測されることを特徴とする請求項1または請求項2に記載のガソリン自己着火式内燃機関。

【請求項8】

マイナスオーバーラップ期間を延長する場合が、マイナスオーバーラップ期間を短縮する場合に比較して、その変化量が大きくすることを特徴とする請求項1ないし請求項7のいずれか1項記載のガソリン自己着火式内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ガソリンを燃料として少なくとも一部の運転領域で圧縮自己着火燃焼を行うガソリン自己着火式内燃機関に関する。

【0002】

10

20

30

40

50

【従来の技術】

従来の自己着火式内燃機関において、吸排気弁のバルブタイミングを可変とした特開平10-266878号公報記載の技術がある。

【0003】

この従来技術によれば、クランク軸からタイミングベルトやタイミングチェーンで駆動されるカムギアとカムシャフトとの間にヘリカルスプライン機構を設け、クランク軸に対するカムシャフトの位相を可変とすることにより吸排気弁の開閉タイミングを可変としている。

【0004】

これにより機関低負荷から中負荷域に設定される自己着火運転領域において、排気弁の閉弁時期と吸気弁の開弁時期との間に燃焼室が密室となる所謂マイナスオーバーラップ期間（または密閉期間）を設け、高温排気ガスの一部を燃焼室へ閉じ込め、次の燃焼サイクルへ循環させる内部EGRを行っている。

【0005】

そして、負荷の上昇とともに排気弁の閉弁時期を遅角させ、かつ吸気弁の開弁時期を進角させ、マイナスオーバーラップ期間を徐々に減少させて内部EGR量を減少するように設定している。また、低負荷および高負荷領域においては吸気弁の閉弁時期を早め、中負荷領域においては閉弁時期を遅らせる。これにより低負荷から中、高負荷領域まで安定した自己着火運転を実現しようとするものである。

【0006】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら上記従来の技術においては、暖機時や加速時など、内燃機関が過渡状態にある場合の筒内壁温の変化や、定常状態での、吸気温度の変化や吸入空気量のサイクルばらつき、燃料噴射量のサイクルばらつきなどに起因するサイクルごとの筒内壁温の変化など、筒内の温度条件の変化に対応できず、連続して安定した自己着火燃焼を行えないという問題点があった。

【0007】

また、連続して安定した自己着火燃焼を行うために、必要以上のマイナスオーバーラップ期間を設定すると、サイクル中の筒内の温度が常に高くなるので、冷却損失が増大し燃費が悪化するという問題点があった。

【0008】

すなわち上記マイナスオーバーラップ期間は、安定した着火を継続させ、かつ冷却損失を最小にする最適値があり、上記マイナスオーバーラップ期間を最適値（必要最小量）に設定するための制御が必要となる。

【0009】

以上の問題点に鑑み本発明の目的は、連続して安定した自己着火燃焼を起こさせると共に、冷却損失を最小化し燃費を向上させたガソリン自己着火式内燃機関を提供することである。

【0010】**【課題を解決するための手段】**

上記目的を達成するため請求項1記載の発明は、少なくとも一部の運転領域で混合気を圧縮自己着火燃焼させるガソリン自己着火式内燃機関において、排気行程から吸気行程にかけて排気弁及び吸気弁が共に閉じたマイナスオーバーラップ期間の長さを可変とする可変バルブタイミング機構と、前記マイナスオーバーラップ期間中に筒内に直接ガソリンを噴射することができる燃料噴射弁と、前記マイナスオーバーラップ期間中の筒内温度を予測する温度予測手段と、前記マイナスオーバーラップ期間中の筒内圧力を予測する圧力予測手段と、前記温度予測手段による予測温度および前記圧力予測手段による予測圧力に基づいて、前記予測温度及び前記予測圧力の組み合わせが予め設定した適当範囲から、温度の過剰の方へかつ圧力の過剰の方へ逸脱している場合には、前記マイナスオーバーラップ期間を短縮させるように、また、前記予測温度及び前記予測圧力の組み合わせが前記適

10

20

30

40

50

範囲から、温度の不足の方へまたは圧力の不足の方向へ逸脱している場合には、前記マイナスオーバーラップ期間を延長させるように、前記可変バルブタイミング機構によるマイナスオーバーラップ期間の長さを制御する制御手段と、を備えたことを要旨とする。

【0011】

上記目的を達成するため請求項2記載の発明は、請求項1記載のガソリン自己着火式内燃機関において、前記マイナスオーバーラップ期間中の当量比を予測する当量比予測手段を更に備え、前記制御手段は、前記当量比予測手段による予測当量比に基づいてマイナスオーバーラップ期間の長さを制御することを要旨とする。

【0012】

上記目的を達成するため請求項3記載の発明は、少なくとも一部の運転領域で混合気を圧縮自己着火燃焼させるガソリン自己着火式内燃機関において、排気行程から吸気行程にかけて排気弁及び吸気弁が共に閉じたマイナスオーバーラップ期間の長さを可変とする可変バルブタイミング機構と、前記マイナスオーバーラップ期間中に筒内に直接ガソリンを噴射することができる燃料噴射弁と、前記マイナスオーバーラップ期間中の温度・圧力および当量比によりマイナスオーバーラップ期間中に生成されるアルデヒドの濃度または量を予測するアルデヒド予測手段と、前記アルデヒド予測手段による予測アルデヒド濃度または予測アルデヒド量に基づいて前記マイナスオーバーラップ期間が最小限になるように前記可変バルブタイミング機構を制御する制御手段と、を備えたことを要旨とする。

10

上記目的を達成するため請求項4記載の発明は、請求項3記載のガソリン自己着火式内燃機関において、前記制御手段が、前記アルデヒド予測手段の予測アルデヒド濃度または予測アルデヒド量が不足・適当・過剰であるかを判定し、不足の場合はマイナスオーバーラップ期間を不足アルデヒド量に比例して延長させるように、また、過剰の場合はマイナスオーバーラップ期間を過剰アルデヒド量に比例して短縮させるように前記可変バルブタイミング機構を制御することを要旨とする。

20

【0013】

上記目的を達成するため請求項5記載の発明は、請求項2に記載のガソリン自己着火式内燃機関において、排気温度を検出する排気温度検出手段と、吸入空気量を検出する吸入空気量検出手段と、吸入空気温度を検出する吸入空気温度検出手段と、必要負荷に基づいて燃料噴射量を決定する噴射量決定手段と、を更に備え、前記当量比予測手段は、前記吸入空気量と前記燃料噴射量より燃焼期間中の当量比を計算し、燃焼期間中の当量比・吸入空気温度・排気温度・排気弁閉時期より前記マイナスオーバーラップ期間中の当量比を予測することを要旨とする。

30

【0014】

上記目的を達成するため請求項6記載の発明は、請求項1または請求項2に記載のガソリン自己着火式内燃機関において、マイナスオーバーラップ期間中の温度または圧力は、排気弁閉時期の筒内容積と排気上死点での筒内容積をもとに予測されることを要旨とする。

【0015】

上記目的を達成するため請求項7記載の発明は、請求項2または請求項3記載のガソリン自己着火式内燃機関において、マイナスオーバーラップ期間中の温度または圧力は、排気温度およびマイナスオーバーラップ期間中の当量比より決められるポリトロープ指数より、ポリトロープ変化として予測されることを要旨とする。

40

【0021】

上記目的を達成するため請求項8記載の発明は、請求項1ないし請求項7のいずれか1項記載のガソリン自己着火式内燃機関において、マイナスオーバーラップ期間を延長する場合は、マイナスオーバーラップ期間を短縮する場合に比較して、その変化量が大きくしたことを要旨とする。

【0022】

【発明の効果】

請求項1の発明によれば、少なくとも一部の運転領域で混合気を圧縮自己着火燃焼させ

50

るガソリン自己着火式内燃機関において、排気行程から吸気行程にかけて排気弁及び吸気弁が共に閉じたマイナスオーバーラップ期間の長さを可変とする可変バルブタイミング機構と、前記マイナスオーバーラップ期間中に筒内に直接ガソリンを噴射することができる燃料噴射弁と、前記マイナスオーバーラップ期間中の筒内温度を予測する温度予測手段と、前記マイナスオーバーラップ期間中の筒内圧力を予測する圧力予測手段と、前記温度予測手段による予測温度および前記圧力予測手段による予測圧力に基づいて、前記予測温度及び前記予測圧力の組み合わせが予め設定した適当範囲から、温度の過剰の方へかつ圧力の過剰の方へ逸脱している場合には、前記マイナスオーバーラップ期間を短縮させるように、また、前記予測温度及び前記予測圧力の組み合わせが前記適当範囲から、温度の不足の方へまたは圧力の不足の方向へ逸脱している場合には、前記マイナスオーバーラップ期間を延長させるように、前記可変バルブタイミング機構によるマイナスオーバーラップ期間の長さを制御する制御手段と、を備えたことにより、マイナスオーバーラップ期間中に燃料噴射を行い、このマイナスオーバーラップ期間中の予測温度及び予測圧力の組み合わせが適当範囲に入るように、マイナスオーバーラップ期間を制御することができ、機関回転速度や負荷、機関の運転状態（暖機・過渡・定常など）によらず安定した自己着火を継続させることができるとともに、冷却損失を最小にして燃費を向上させることができるという効果がある。

10

【0023】

請求項2の発明によれば、請求項1の発明の効果に加えて、前記マイナスオーバーラップ期間中の当量比を予測する当量比予測手段を更に備え、前記制御手段は、前記当量比予測手段による予測当量比に基づいてマイナスオーバーラップ期間の長さを制御するようにしたので、低負荷から高負荷までのマイナスオーバーラップ期間を適当範囲に制御することができるという効果がある。

20

【0024】

請求項3の発明によれば、少なくとも一部の運転領域で混合気を圧縮自己着火燃焼させるガソリン自己着火式内燃機関において、排気行程から吸気行程にかけて排気弁及び吸気弁が共に閉じたマイナスオーバーラップ期間の長さを可変とする可変バルブタイミング機構と、前記マイナスオーバーラップ期間中に筒内に直接ガソリンを噴射することができる燃料噴射弁と、前記マイナスオーバーラップ期間中の温度・圧力および当量比によりマイナスオーバーラップ期間中に生成されるアルデヒドの濃度または量を予測するアルデヒド予測手段と、前記アルデヒド予測手段による予測アルデヒド濃度または予測アルデヒド量に基づいて前記マイナスオーバーラップ期間が最小限になるように前記可変バルブタイミング機構を制御する制御手段と、を備えたことにより、燃料の改質度合いを示すアルデヒド量をコストの上昇なくほぼ正確に把握でき、回転数や負荷や運転状態（暖機・過渡・定常など）によらず安定した燃焼を実現できるという効果がある。

30

請求項4の発明によれば、請求項3の発明の効果に加えて、前記制御手段が、前記アルデヒド予測手段の予測アルデヒド濃度または予測アルデヒド量が不足・適当・過剰であるかを判定し、不足の場合はマイナスオーバーラップ期間を不足アルデヒド量に比例して延長させるように、また、過剰の場合はマイナスオーバーラップ期間を過剰アルデヒド量に比例して短縮させるように前記可変バルブタイミング機構を制御するようにしたので、より正確にマイナスオーバーラップ期間の長さを制御することができるという効果がある。

40

【0025】

請求項5の発明によれば、請求項2の発明の効果に加えて、排気温度を検出する排気温度検出手段と、吸入空気量を検出する吸入空気量検出手段と、吸入空気温度を検出する吸入空気温度検出手段と、必要負荷に基づいて燃料噴射量を決定する噴射量決定手段と、を更に備え、前記当量比予測手段は、前記吸入空気量と前記燃料噴射量より燃焼期間中の当量比を計算し、燃焼期間中の当量比・吸入空気温度・排気温度・排気弁閉時期より前記マイナスオーバーラップ期間中の当量比を予測するようにしたので、吸入空気量・吸入空気温度・排気温度・排気弁閉時期・燃焼期間中の当量比を用いることにより、コストの上昇なく正確にマイナスオーバーラップ期間中の当量比を予測することができるという効果が

50

ある。

【0026】

請求項6の発明によれば、請求項1または請求項2の発明の効果に加えて、マイナスオーバーラップ期間中の温度または圧力は、排気弁閉時期の筒内容積と排気上死点での筒内容積をもとに予測するようにしたので、コストの上昇なく正確にマイナスオーバーラップ期間中の温度および圧力を予測することができる。

【0027】

請求項7の発明によれば、請求項1または請求項2の発明の効果に加えて、マイナスオーバーラップ期間中の温度または圧力は、排気温度およびマイナスオーバーラップ期間中の当量比より決められるポリトロブ指数より、ポリトロブ変化として予測されるようにしたので、負荷にかかわらず正確にマイナスオーバーラップ期間中の温度および圧力が予測することが可能となる。

【0033】

請求項8の発明によれば、請求項1ないし請求項7の発明の効果に加えて、マイナスオーバーラップ期間を延長する場合は、マイナスオーバーラップ期間を短縮する場合と比較して、マイナスオーバーラップ期間の変化量が大きいように設定することにより、マイナスオーバーラップ期間が不足している場合の不安定燃焼を素早く防止し、反対にマイナスオーバーラップ期間が過剰である場合から急激に不足して失火することがないように設定される。

【0034】

【発明の実施の形態】

次に図面を参照して、本発明の実施の形態を詳細に説明する。

図1は、本発明に係るガソリン自己着火式内燃機関の構成を示すシステム構成図である。

【0035】

図1において実施形態の内燃機関は、燃焼室1と、シリンダヘッド2と、シリンダブロック3と、吸気ポート4と、吸気弁5と、ピストン6と、燃焼室1内に直接燃料を噴射する燃料噴射弁7と、排気ポート8と、排気弁9と、火花点火燃焼時に放電する点火プラグ10と、吸気弁5を駆動する吸気カム11と、排気弁9を駆動する排気カム12と、吸気カム11及び排気カム12のカム位相等を変えることにより開閉時期を可変とする開閉時期可変手段13と、エンジン全体を制御すると共に以下に説明する本発明の主要な制御を行うエンジンコントロールユニット14と、吸気ポート4の上流に配設された吸気量センサ15及び吸気温度センサ16と、排気ポート下流に配設された排気温度センサ17と、筒内燃焼圧力を測定する燃焼圧力センサ18とを備えている。

【0036】

開閉時期可変手段13は、エンジンコントロールユニットの指令により、吸排気弁の開閉時期を可変とする可変バルブタイミング機構であり、通常の火花点火燃焼用のバルブタイミングから、排気弁の閉時期を早めるとともに吸気弁の開時期を遅らせて、排気上死点付近に吸排気弁が共に閉じたマイナスオーバーラップ期間（密閉期間）を形成し、且つその長さを可変とすることができるようになっている。

【0037】

エンジンコントロールユニット14は、前記マイナスオーバーラップ期間中に混合気の着火性を判断する着火性判断手段、及びこの判断結果に基づいて開閉時期可変手段13を制御してマイナスオーバーラップ期間の長さを制御する制御手段としても機能し、好ましくは、マイクロコンピュータ等のプログラム制御により実現される。

【0038】

図2は、本実施形態における（a）火花点火燃焼時及び（b）圧縮自己着火燃焼時の吸排気弁の開閉時期を示す。

火花点火燃焼時には、図2（a）に示すような通常のオーバーラップバルブタイミングに設定され、内燃機関の出力性能を達成する。

【0039】

圧縮自己着火燃焼時には、図2(b)に示すように、排気弁9は排気上死点よりも早い時期に閉じるように設定され、吸気弁5は排気上死点よりも遅い時期に開くよう設定される。これにより、排気上死点の前後に吸気弁5および排気弁9が共に閉じているマイナスオーバーラップ期間(密閉期間)が存在する。この時、排気弁9が上死点より早い時期に閉じるため、筒内に排気されなかった燃焼後のガスが密閉され、圧縮される。もともと高温であった燃焼後のガスは、この圧縮によりさらに高温になる。

【0040】

このような雰囲気筒内に、燃料噴射弁7より燃料を噴射すると、筒内の燃焼後のガスと一緒に高温にさらされ、燃料の改質が進む。この時燃料は、分子の鎖が切れラジカル(活性種)を形成したり、燃焼後のガスに残っているわずかな酸素と結合しアルデヒド程度まで反応が進む。このような燃料の改質により、着火性の悪いガソリン燃料において着火性を向上させ、安定した圧縮自己着火運転を実現させられる。

10

【0041】

本実施形態において、前記マイナスオーバーラップ期間は、コントロールユニット14からの命令により、連続的に可変となる。吸気及び排気バルブに対応する開閉時期可変手段13の具体例としては、特開2000-73797号公報に記載されるクランク軸からタイミングベルトやタイミングチェーンで駆動されるカムギアとカムシャフトとの間にヘリカルスプラインを設け、クランク軸に対するカムシャフトの位相を可変とすることによりバルブ作動角の遅進角を行う機構、あるいは、特開平11-294125号公報に記載されるリンク機構によるバルブ作動角の延長・短縮を行う機構、またはこれら技術の組み合わせにより実現する。

20

【0042】

図3は、着火性判断手段のうち、マイナスオーバーラップ期間中の当量比を予測する当量比予測手段としてのエンジンコントロールユニット14の当量比(OL)計算ルーチンのフローチャートである。

【0043】

まず、吸気量センサ15及び吸気温度センサ16からエンジンコントロールユニット14へ信号を読み込み、吸入空気量 Q_{in} および吸入空気温度 T_{in} を検出する(ステップ10、以下ステップをSと略す)。次いで図示しないアクセル開度センサにより要求負荷をエンジンコントロールユニット14へ読み込み、負荷により燃料噴射量 F_{inj} を決定する(S12)。

30

【0044】

次いで、吸入空気量 Q_{in} と燃料噴射量 F_{inj} より燃焼期間中の当量比 b を式(1)により計算する(S14)。

【0045】

【数1】

$$b = \text{理論混合比} / (Q_{in} / F_{inj}) \quad \dots (1)$$

また、クランク角度の関数として与えられる燃焼室容積を参照して、排気弁閉時期EVCにおける筒内容積 V_{EVC} = マイナスオーバーラップ期間中に残された燃焼ガス容積 V_{OL} として計算し(S16)、排気温度センサ17から排気温度 T_{exh} を検出してエンジンコントロールユニット14へ読み込み(S18)、 V_{EVC} 、 T_{in} 、 T_{exh} 、よりマイナスオーバーラップ期間中に残された燃焼ガス量 Q_{OL} を式(2)に基づいて計算する。

40

【0046】

【数2】

$$Q_{OL} = (\text{充填効率100\%時の空気重量}) \times V_{OL} / V_{BDC} (\text{下死点容積}) \times T_{in} / T_{exh} \quad \dots (2)$$

そして、燃焼期間中の当量比 b 、吸入空気 Q_{in} 、およびマイナスオーバーラップ期間中に閉じ込められた燃焼ガス量 Q_{OL} より、マイナスオーバーラップ期間中の当量比 OL が式(3)により計算される。

【0047】

50

【数3】

$$OL = Q_{in} / Q_{OL} \times b / (1 - b) \dots (3)$$

図4は、エンジンコントロールユニット14におけるマイナスオーバーラップ期間中の温度 T および圧力 P を予測する手段としての温度及び圧力計算ルーチンのフローチャートである。ここでは、排気弁閉時期 EVC を基準として各クランク角度における筒内容積 V を計算し容積比 を計算する。マイナスオーバーラップ期間中の圧縮についてはポリトロープ変化を仮定して、温度 T および圧力 P を計算する。

【0048】

まず、排気弁閉時期 EVC における筒内容積 $V_{EVC} = V(EVC)$ を計算し(S30)、各クランク角度での筒内容積 $V = V(\quad)$ を計算する(S32)。S30及びS32では、燃焼室容積 $V(\quad)$ は、クランク角度 の関数で与えられる。次いで、排気弁閉時期 EVC を基準とした各クランク角度 での容積比 $= V_{EVC} / V$ を計算する(S34)。

10

【0049】

次いで、排気温度センサ17により排気温度 T_{exh} を検出し(S36)、ポリトロープ指数を求める。ポリトロープ指数は、固定値 n (通常1.3程度)としてもある程度正確に予測可能である(S38)。

【0050】

また、排気温度 T_{exh} とマイナスオーバーラップ期間中の当量比 OL から求めた値 $n(T_{exh}, OL)$ を使用するとより正確に予測可能である(S40)。 $n(T_{exh}, OL)$ は事前に計算され、コントロールユニット14内にマップとして持つ。

20

【0051】

これらのポリトロープ指数を求めるステップS38、S40は、コントロールユニットの処理速度により使い分けることが可能である。

【0052】

そして、次に示す式(4)、(5)によりポリトロープ変化としてマイナスオーバーラップ期間中の圧力 P 及び温度 T を計算する(S42)。

【0053】

【数4】

$$P = (1 / \quad) ^ n \times P_{EVC} \text{ (大気圧で代用)} \dots (4)$$

30

$$T = (\quad) ^ (n - 1) \times T_{EVC} \text{ (} T_{exh} \text{で代用)} \dots (5)$$

ここで、 P_{EVC} は排気弁閉時期の筒内圧力、 T_{EVC} は排気弁閉時期の筒内温度であり、それぞれ、大気圧、 T_{exh} で代用可能である。

【0054】

図3、図4を参照して説明したように、マイナスオーバーラップ期間中の当量比 OL および温度 T ・圧力 P が予測されると、現在設定中のマイナスオーバーラップ期間が自己着火燃焼に対して適当であるのか、不足しているのか、過剰であるのかが判断可能となる。

【0055】

すなわち、マイナスオーバーラップ期間が不足・適当・過剰であるかの判断を行うための温度・圧力・当量比の三軸のマップをエンジンコントロールユニット14の内部に持ち、マイナスオーバーラップ期間中の上死点の温度・圧力・当量比を代表値とし、マップと比較することによりマイナスオーバーラップ期間が不足・適当・過剰であるかの判断を行う。

40

【0056】

図5に、前記3軸マップからある当量比における温度・圧力二軸マップを示す。マイナスオーバーラップ期間中の当量比において、予測された上死点での温度・圧力をマップと照らし合わせ、マイナスオーバーラップ期間が不足しているのか、適当であるのか、過剰であるかが判断される。不足と判断された場合、マイナスオーバーラップ期間が延長され、過剰と判断された場合、マイナスオーバーラップ期間が短縮される。

50

【 0 0 5 7 】

この場合、延長する場合の変化量が短縮する場合の変化量よりも長く設定される。すなわち、マイナスオーバーラップ期間が不足している場合、不安定燃焼を素早く防止する為に、その変化量を大きくして制御する。反対に、マイナスオーバーラップ期間が過剰である場合に大きく期間を短縮すると、失火を招くので、その変化量を小さくして制御する。

【 0 0 5 8 】

よって、不足したマイナスオーバーラップ期間を延長する場合は大きく、過剰であるマイナスオーバーラップを短縮する場合は小さく制御される。また、排気弁閉時期と吸気弁閉時期は、排気上死点を中心にほぼ対称に設定され、オーバーラップ期間を延長または短縮される場合においても、対称性を維持したまま制御される。

10

【 0 0 5 9 】

次に、本発明の第 2 の実施形態を説明する。

第 2 の実施形態は、マイナスオーバーラップ期間中の当量比・温度・圧力から燃料改質により生成されるホルムアルデヒド濃度を予測し、マイナスオーバーラップ期間が不足・適当・過剰であるかを判断する点に特徴がある。

【 0 0 6 0 】

第 2 の実施形態の構成は、第 1 の実施形態の構成と同様である。また、マイナスオーバーラップ中の当量比、温度、圧力を計算する過程も同様である。

【 0 0 6 1 】

図 6 に、ある当量比における、温度・圧力と生成されるアルデヒドの濃度の関係を示す。これは、化学反応シミュレーションプログラムなどを用い事前に計算され、コントロールユニット 1 4 内にマップとして持つ。クランク角度ごとに予測されたマイナスオーバーラップ期間中の温度・圧力をもとに、筒内のアルデヒド濃度が計算される。上死点を経て吸気弁が開時期をむかえるまで、各クランク角度におけるアルデヒド濃度が計算され、積算することによりマイナスオーバーラップ期間に生成されたアルデヒド濃度が計算される。

20

【 0 0 6 2 】

また、同じマップを用いて、アルデヒド量が不足・適当・過剰であるかの判断を行う。このマップは事前に実験によりマッチングされる。計算されたアルデヒド濃度が不足・適当・過剰かを判断することにより、マイナスオーバーラップ期間が不足・適当・過剰かを判断する。また、不足または過剰なアルデヒド濃度の割合を計算し、適当なアルデヒド濃度になるようマイナスオーバーラップ期間を比例的に制御する。これにより、制御量を最適値に制御することが可能となり、素早く安定して燃費の良い自己着火燃焼へと制御可能となる。

30

【 0 0 6 3 】

図 7 に、マイナスオーバーラップ中の当量比、温度、圧力を求めた後の第 2 実施形態のフローチャートを示す。

まず、マイナスオーバーラップ中の当量比、温度、圧力に基づいてマイナスオーバーラップ期間中のアルデヒド濃度をマップを参照して求める (S 5 0)。次いで、アルデヒド濃度が適当か否かを判断し (S 5 2)、適当であれば、何もせずにリターンする。

【 0 0 6 4 】

アルデヒド濃度が適当でなければ、誤差濃度割合を次の式 (6) により計算する (S 5 4)。

40

【 0 0 6 5 】

【 数 5 】

誤差濃度割合 = ((最適濃度) - (現在の濃度)) / (最適な濃度) ... (6)

【 0 0 6 6 】

次いで、誤差濃度割合に比例した新たなマイナスオーバーラップ期間の長さを式 (7) により計算し (S 5 6)、この計算値となるよう開閉時期可変手段 1 3 を制御する。

【 0 0 6 7 】

【 数 6 】

50

新マイナスオーバーラップ期間

= 旧マイナスオーバーラップ期間 × (1 + 誤差濃度割合) ... (7)

【 0 0 6 8 】

第3の実施形態として、燃焼の安定度を検出することにより、マイナスオーバーラップ期間が不足・適当・過剰であるかを判断する方法がある。図1に、本発明の構成図を示す。本実施形態は、第1の実施形態に対して、安定度検出手段として、燃焼室1に臨む燃焼圧力センサ18をシリンダヘッド2に設けた構成となる。

【 0 0 6 9 】

本実施形態では、燃焼圧力センサ18が検出する筒内圧力波形に基づいて、燃焼安定度を検出するものとする。

10

【 0 0 7 0 】

その他の安定度検出手段としては、クランク角度検出装置より回転変動を計算するものや、特開平5-87036号公報記載の点火プラグ10の電極間に流れるイオン電流を検出して安定度を判定するものや、加速度センサーにより機関の振動を検出するものなどがある。あらかじめ決められた安定度の基準に対し、検出された安定度が十分な場合にはマイナスオーバーラップ期間を短縮し、安定度が不十分な場合にはマイナスオーバーラップ期間を延長させる。

【 0 0 7 1 】

図8に、第3実施形態のフローチャートを示す。

まず、燃焼圧力センサ18により筒内圧力を検出し、安定度を算出する(S60)。次いで、安定度が十分か否かを判定し(S62)、十分でなければマイナスオーバーラップ期間の長さを延長し(S64)、十分であればマイナスオーバーラップ期間の長さを短縮して(S66)、リターンする。

20

【 0 0 7 2 】

こうして、本実施形態においては、燃焼安定度が適当な状態にマイナスオーバーラップ期間の長さが制御される。

【 図面の簡単な説明 】

【 図1 】 本発明に係るガソリン自己着火式内燃機関の第1実施形態の構成を示すシステム構成図である。

【 図2 】 実施形態における吸排気弁の開閉時期を示すバルブタイミング線図であり、(a) 火花点火燃焼時の開閉時期、(b) 圧縮自己着火燃焼時の開閉時期をそれぞれ示す。

30

【 図3 】 マイナスオーバーラップ期間中の当量比を計算するフローチャートである。

【 図4 】 マイナスオーバーラップ期間中の温度および圧力を予測するフローチャートである。

【 図5 】 ある当量比における温度・圧力二軸マップのグラフである。

【 図6 】 ある当量比における温度・圧力と生成させるアルデヒドの濃度の関係を示すグラフである。

【 図7 】 第2実施形態の動作を説明するフローチャートである。

【 図8 】 第3実施形態の動作を説明するフローチャートである。

【 符号の説明 】

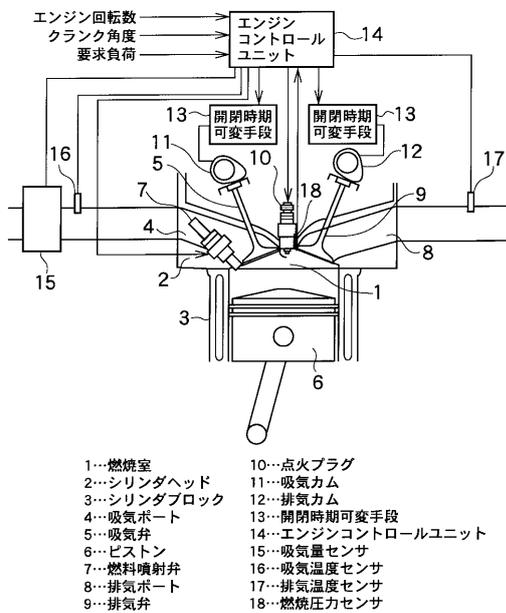
40

- 1 燃焼室
- 2 シリンダヘッド
- 3 シリンダブロック
- 4 吸気ポート
- 5 吸気弁
- 6 ピストン
- 7 燃料噴射弁
- 8 排気ポート
- 9 排気弁
- 11 吸気カム

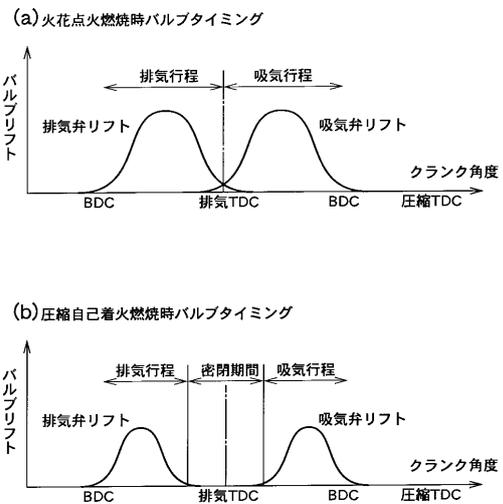
50

- 1 2 排気カム
- 1 3 開閉時期可変手段
- 1 4 エンジンコントロールユニット
- 1 5 吸気量センサ
- 1 6 吸気温度センサ
- 1 7 排気温度センサ
- 1 8 燃焼圧力センサ

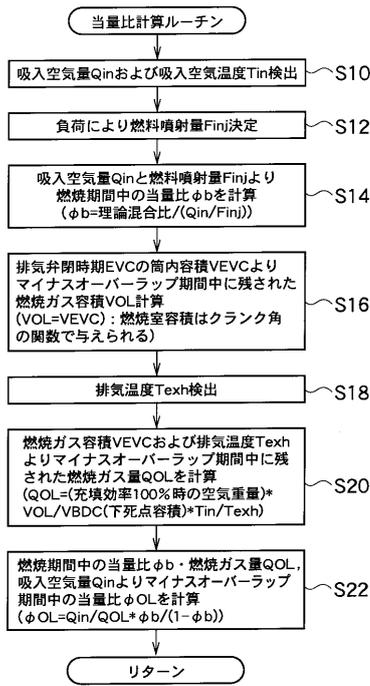
【 図 1 】



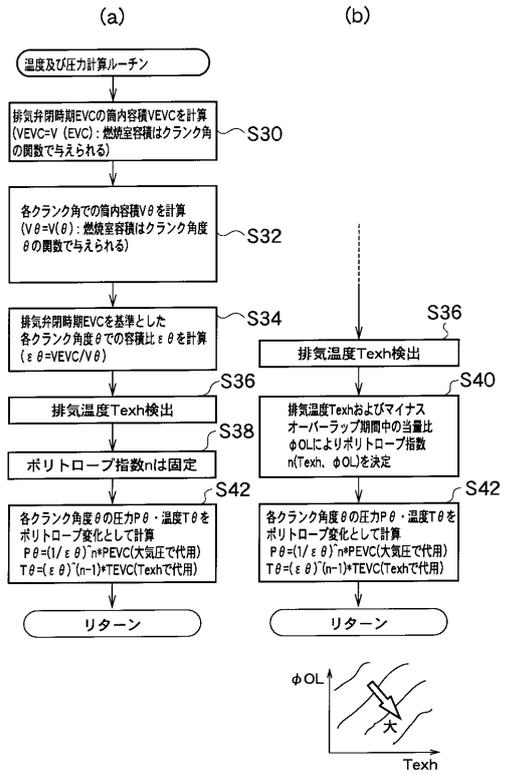
【 図 2 】



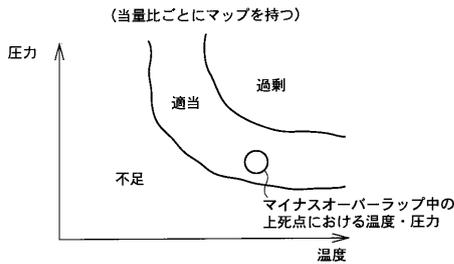
【 図 3 】



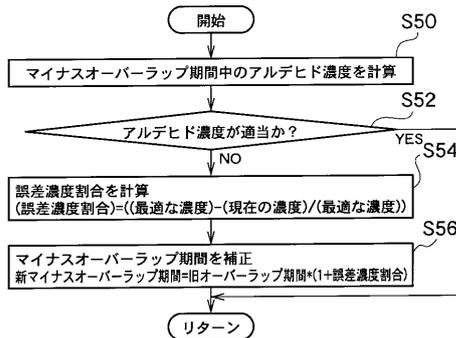
【 図 4 】



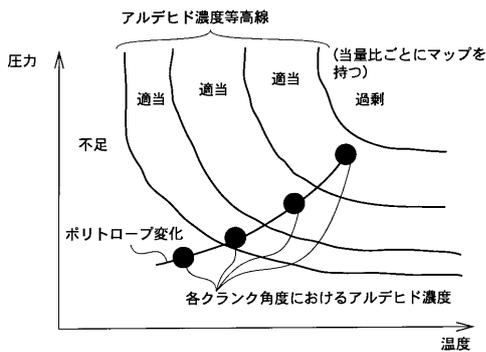
【 図 5 】



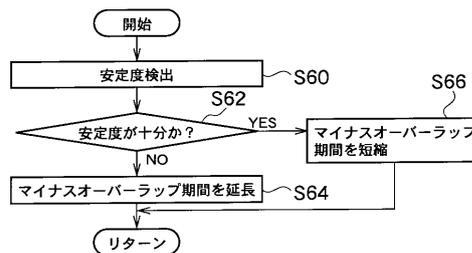
【 図 7 】



【 図 6 】



【 図 8 】



フロントページの続き

- (72)発明者 平谷 康治
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
- (72)発明者 宮窪 博史
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内
- (72)発明者 寺地 淳
神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

審査官 後藤 信朗

- (56)参考文献 特開平10-266878(JP,A)
特開平11-257108(JP,A)
特開平11-062614(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D 13/02
F01L 1/34
F01L 13/00
F02D 41/02
F02D 43/00-45/00