

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4254607号
(P4254607)

(45) 発行日 平成21年4月15日(2009.4.15)

(24) 登録日 平成21年2月6日(2009.2.6)

(51) Int. Cl.	F 1
FO2D 41/06 (2006.01)	FO2D 41/06 335Z
FO2D 29/02 (2006.01)	FO2D 41/06 325
FO2D 41/04 (2006.01)	FO2D 29/02 321A
FO2D 41/34 (2006.01)	FO2D 41/04 330H
FO2D 43/00 (2006.01)	FO2D 41/04 335H

請求項の数 5 (全 23 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2004-136559 (P2004-136559)	(73) 特許権者	000003137
(22) 出願日	平成16年4月30日(2004.4.30)		マツダ株式会社
(65) 公開番号	特開2005-315231 (P2005-315231A)		広島県安芸郡府中町新地3番1号
(43) 公開日	平成17年11月10日(2005.11.10)	(74) 代理人	100067828
審査請求日	平成18年11月24日(2006.11.24)		弁理士 小谷 悦司
		(74) 代理人	100096150
			弁理士 伊藤 孝夫
		(74) 代理人	100099955
			弁理士 樋口 次郎
		(72) 発明者	鐵野 雅之
			広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内
		(72) 発明者	田賀 淳一
			広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンジンの始動装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定のエンジン自動停止条件が成立したときに燃料供給を停止させてエンジンを停止させ、そのエンジン停止後において所定の再始動条件が成立したときに、エンジン停止時に圧縮行程にある圧縮行程気筒に燃料を供給して点火し、燃焼を行わせることによりエンジンを一旦逆転方向に所定量作動させて、エンジン停止時に膨脹行程にある膨脹行程気筒のピストン上昇によって圧縮圧力を高めてから、この膨脹行程気筒で燃焼を行わせることによりエンジンを正転方向に作動させて始動させるエンジンの始動装置において、

少なくとも上記膨脹行程気筒のピストン位置を検出するピストン位置検出手段と、

少なくとも上記膨脹行程気筒におけるエンジン再始動時の最初の燃焼のための燃料噴射時期を設定する燃料噴射制御手段とを備え、

上記燃料噴射制御手段は、上記膨脹行程気筒におけるエンジン停止中のピストン位置が行程中央よりも下死点寄りであるとき、その膨脹行程気筒における最初の燃焼のための燃料噴射時期が、上記エンジンの逆転動作中且つ上記膨脹行程気筒のピストンが行程中央よりも上死点寄りに移動した後となる所定燃料噴射時期であるように設定することを特徴とするエンジンの始動装置。

【請求項2】

少なくとも上記膨脹行程気筒の筒内空気温度を推定する筒内温度推定手段を備え、

上記燃料噴射制御手段は、上記膨脹行程気筒の筒内空気温度の推定値が高いときは低いときに比べて上記所定燃料噴射時期を遅らせることを特徴とする請求項1記載のエンジン

の始動装置。

【請求項 3】

所定のエンジン自動停止条件が成立したときに燃料供給を停止させてエンジンを停止させ、そのエンジン停止後において所定の再始動条件が成立したときに、エンジン停止時に圧縮行程にある圧縮行程気筒に燃料を供給して点火し、燃焼を行わせることによりエンジンを一旦逆転方向に所定量作動させて、エンジン停止時に膨脹行程にある膨脹行程気筒のピストン上昇によって圧縮圧力を高めてから、この膨脹行程気筒で燃焼を行わせることによりエンジンを正転方向に作動させて始動させるエンジンの始動装置において、

少なくとも上記膨脹行程気筒におけるエンジン再始動時の最初の燃焼のための燃料噴射時期および燃料噴射量を設定する燃料噴射制御手段を備え、

10

上記燃料噴射制御手段は、上記膨脹行程気筒における最初の燃焼のための燃料を分割噴射によって供給するとともに、少なくともその分割噴射の最後になされる燃料噴射の時期が、上記エンジンの逆転動作開始後の逆転動作中であるように設定することを特徴とするエンジンの始動装置。

【請求項 4】

少なくとも上記膨脹行程気筒のピストン位置を検出するピストン位置検出手段を備え、

上記燃料噴射制御手段は、上記膨脹行程気筒におけるエンジン停止中のピストン位置が再始動に適した所定の適正停止範囲のうちの比較的下死点寄りにあるとき、比較的上死点寄りにあるときに比べて上記分割噴射における後段の噴射量割合を増大させることを特徴とする請求項 3 記載のエンジンの始動装置。

20

【請求項 5】

少なくとも上記膨脹行程気筒の筒内空気温度を推定する筒内温度推定手段を備え、

上記燃料噴射制御手段は、上記膨脹行程気筒の筒内空気温度の推定値が高いときは低いときに比べて上記分割噴射の後段の燃料噴射時期を遅らせることを特徴とする請求項 3 または 4 記載のエンジンの始動装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エンジンの始動装置に関し、特にエンジンのアイドル運転状態等において所定の自動停止条件が成立したときにエンジンを自動停止させ、その後、所定の再始動条件が成立したときに再始動させるように構成されたエンジンの始動装置に関するものである。

30

【背景技術】

【0002】

近年、燃費低減およびCO₂排出量の抑制等を図るため、アイドル運転時等にエンジンを自動的に一旦停止させ、その後に運転者により車両の発進操作が行われる等の再始動条件が成立した時点で、エンジンを自動的に再始動させるようにしたエンジンの自動停止制御（いわゆるアイドルストップ制御）の技術が開発されている。このアイドルストップ制御時における再始動は、車両の発進操作等に応じてエンジンを即座に始動させる迅速性が要求されるが、従来から一般的に行われているように、スタータモータによりエンジンの出力軸を駆動するクランキングを経てエンジンを再始動させる方法によると、始動が完了するまでかなりの時間を要するという問題がある。

40

【0003】

そこで、膨脹行程で停止状態にある膨脹行程気筒内に燃料を噴射して点火、燃焼させることにより、その燃焼エネルギーでエンジンを即時的に始動させることが望ましい。しかし、エンジンを停止させると筒内圧力は短時間で略大気圧となるため、その略大気圧となっている気筒内に燃料を供給して燃焼させても再始動のための出力が充分得られない虞がある。

【0004】

その対策として、例えば特許文献 1 や特許文献 2 のようなエンジンの始動装置が知られ

50

ている。特許文献1のエンジンの始動装置は、エンジンの始動に際し、まず圧縮行程で停止状態にある圧縮行程気筒内に燃料を噴射させて燃焼を行わせ、エンジンを一旦逆回転させる。その後、上記膨張行程気筒で燃焼を行わせてエンジンの回転方向を正転に転じさせて始動させる。特許文献2のエンジンの始動装置も同様に、エンジンの始動に際し、まず圧縮行程で停止状態にある圧縮行程気筒内に燃料を噴射させて燃焼を行わせ、エンジンを一旦逆回転させる。そしてその圧縮行程気筒のピストンを下死点前で停止させ、その後膨張行程気筒で燃焼を行わせてエンジンの回転方向を正転に転じさせて始動させる。

【0005】

これらのエンジンの始動装置は、何れもエンジンを一旦逆回転させることによって膨張行程気筒のピストンを上昇させ、その圧縮圧力を増大させた後に当該気筒での燃焼を行わせるので、エンジンを正転方向に転じさせるとともにその後の継続的な運転を行わせるための充分高い出力を得ることができる。

【特許文献1】WO 01/38726 A1

【特許文献2】WO 01/81759 A1

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記特許文献1および特許文献2に開示されたエンジンの始動装置によると、始動時における膨張行程気筒の最初の燃焼で得られる出力が高められる。この出力は、その後の作動を継続的に、円滑に行わせるためには高いほうが望ましい。そして、膨張行程気筒の最初の燃焼で得られる出力を高めるためには、より多くの筒内空気を、エンジンの逆転によってより強く圧縮すれば良い。しかし次のような理由で従来はそのようにすることに限界があり、始動性の向上に課題を残すものであった。

【0007】

第1の理由は、膨張行程気筒の筒内空気量を増やし過ぎると、その筒内空気を充分圧縮することができなくなる点である。膨張行程気筒と圧縮行程気筒とのピストン作動方向が逆方向なので、膨張行程気筒の筒内空気量を増大させる（停止時のピストン位置を下死点に近づける）ことは、圧縮行程気筒の筒内空気量を減少させる（停止時のピストン位置を上死点に近づける）ことに他ならない。つまり膨張行程気筒の筒内空気量を増やし過ぎると、圧縮行程気筒の筒内空気量が減少し、燃焼による逆転のエネルギーが低下するので、膨張行程気筒の筒内空気を充分圧縮することができなくなるのである。

【0008】

第2の理由は、膨張行程気筒の筒内空気を強く圧縮するために、圧縮行程気筒での逆転のための燃焼エネルギーを増大させ過ぎると、エンジン（クランクシャフト）が逆回転し過ぎる虞がある点である。エンジンの逆回転は、圧縮行程気筒のピストンが下死点を越えない（膨張行程気筒のピストンが上死点を越えない）範囲にとどめなければならない。これを超えると、圧縮行程気筒が吸気行程まで戻ってしまい（膨張行程気筒が圧縮行程まで戻ってしまい）、もはや円滑な再始動が不可能となるからである。従って、圧縮行程気筒での逆転のための燃焼エネルギーが増大し過ぎないようにする必要があり、そのために膨張行程気筒の筒内空気の圧縮圧力が制限されるのである。

【0009】

本発明は上記の事情に鑑み、膨張行程気筒の筒内空気量やエンジンの逆転エネルギーを過大に増やすことなく、再始動時における膨張行程気筒の最初の燃焼のエネルギーを増大させ、もってエンジンの始動性を向上させることができるエンジンの始動装置を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

請求項1に係る本発明は、所定のエンジン自動停止条件が成立したときに燃料供給を停止させてエンジンを停止させ、そのエンジン停止後において所定の再始動条件が成立したときに、エンジン停止時に圧縮行程にある圧縮行程気筒に燃料を供給して点火し、燃焼を

10

20

30

40

50

行わせることによりエンジンを一旦逆転方向に所定量作動させて、エンジン停止時に膨脹行程にある膨脹行程気筒のピストン上昇によって圧縮圧力を高めてから、この膨脹行程気筒で燃焼を行わせることによりエンジンを正転方向に作動させて始動させるエンジンの始動装置において、少なくとも上記膨脹行程気筒のピストン位置を検出するピストン位置検出手段と、少なくとも上記膨脹行程気筒におけるエンジン再始動時の最初の燃焼のための燃料噴射時期を設定する燃料噴射制御手段とを備え、上記燃料噴射制御手段は、上記膨脹行程気筒におけるエンジン停止中のピストン位置が行程中央よりも下死点寄りであるとき、その膨脹行程気筒における最初の燃焼のための燃料噴射時期が、上記エンジンの逆転動作中且つ上記膨脹行程気筒のピストンが行程中央よりも上死点寄りに移動した後となる所定燃料噴射時期であるように設定することを特徴とする。

10

【 0 0 1 1 】

なお、当明細書において、エンジンの自動停止中に圧縮行程にある気筒を圧縮行程気筒、膨脹行程にある気筒を膨脹行程気筒と称する（同様に吸気行程にある気筒を吸気行程気筒、排気行程にある気筒を排気行程気筒と称する）が、これらはそれぞれ特定の気筒を指すわけではなく、エンジンの自動停止に際し、例えばある気筒が圧縮行程にあるときにエンジンが完全に停止したとき、便宜上その気筒を圧縮行程気筒と称するものである（膨脹行程気筒等も同様）。

【 0 0 1 2 】

請求項 2 に係る本発明は、請求項 1 記載のエンジンの始動装置において、少なくとも上記膨脹行程気筒の筒内空気温度を推定する筒内温度推定手段を備え、上記燃料噴射制御手段は、上記膨脹行程気筒の筒内空気温度の推定値が高いときは低いときに比べて上記所定燃料噴射時期を遅らせることを特徴とする。

20

【 0 0 1 3 】

請求項 3 に係る本発明は、所定のエンジン自動停止条件が成立したときに燃料供給を停止させてエンジンを停止させ、そのエンジン停止後において所定の再始動条件が成立したときに、エンジン停止時に圧縮行程にある圧縮行程気筒に燃料を供給して点火し、燃焼を行わせることによりエンジンを一旦逆転方向に所定量作動させて、エンジン停止時に膨脹行程にある膨脹行程気筒のピストン上昇によって圧縮圧力を高めてから、この膨脹行程気筒で燃焼を行わせることによりエンジンを正転方向に作動させて始動させるエンジンの始動装置において、少なくとも上記膨脹行程気筒におけるエンジン再始動時の最初の燃焼のための燃料噴射時期および燃料噴射量を設定する燃料噴射制御手段を備え、上記燃料噴射制御手段は、上記膨脹行程気筒における最初の燃焼のための燃料を分割噴射によって供給するとともに、少なくともその分割噴射の最後になされる燃料噴射の時期が、上記エンジンの逆転動作開始後の逆転動作中であるように設定することを特徴とする。

30

【 0 0 1 4 】

ここで、分割噴射とは 1 回の燃焼（この場合膨脹行程気筒における最初の燃焼）のために供給される燃料を、所定の時間差をもって 2 回以上に分割して噴射することをいう。そして分割噴射の最後になされる燃料噴射とは、例えば 2 分割噴射の場合はその 2 回目の噴射、3 分割噴射の場合はその 3 回目の噴射をいう。

【 0 0 1 5 】

請求項 4 に係る本発明は、請求項 3 記載のエンジンの始動装置において、少なくとも上記膨脹行程気筒のピストン位置を検出するピストン位置検出手段を備え、上記燃料噴射制御手段は、上記膨脹行程気筒におけるエンジン停止中のピストン位置が再始動に適した所定の適正停止範囲のうちの比較的下死点寄りにあるとき、比較的上死点寄りにあるときに比べて上記分割噴射における後段の噴射量割合を、前段の噴射量割合に対して相対的に増大させることを特徴とする。

40

【 0 0 1 6 】

請求項 5 に係る本発明は、請求項 3 または 4 記載のエンジンの始動装置において、少なくとも上記膨脹行程気筒の筒内空気温度を推定する筒内温度推定手段を備え、上記燃料噴射制御手段は、上記膨脹行程気筒の筒内空気温度の推定値が高いときは低いときに比べて

50

上記分割噴射の後段の燃料噴射時期を遅らせることを特徴とする。

【0017】

請求項4および5でいう燃料噴射の後段の燃料噴射とは、2分割噴射の場合は2回目の燃料噴射を、3分割以上の噴射の場合は、全ての燃料噴射を早期側の前段と遅期側の後段とに分類し、その後段の噴射をいう。後段の噴射は1回(すなわち上記分割噴射の最後になされる燃料噴射)としても良く、最後を含む2回以上の噴射としても良い。後段の燃料噴射を複数とした場合、その燃料噴射量や燃料噴射時期は、該当する複数の噴射量や噴射時期を平均(重みをつけて平均しても良い)する等の合理的な方法で定義すれば良い。

【発明の効果】

【0018】

請求項1に係る発明によれば、エンジンの自動停止後の再始動時に、エンジンを一旦逆回転させることによって膨張行程気筒のピストンを上昇させ、その圧縮圧力を増大させた後に当該気筒での燃焼を行わせるので、エンジンを正転方向に転じさせるとともにその後の継続的な運転を行わせるための高い出力を得ることができる。

【0019】

しかも、膨張行程気筒におけるエンジン停止中のピストン位置が行程中央よりも下死点寄りであるとき、その膨張行程気筒における最初の燃焼のための燃料噴射時期が、上記所定燃料噴射時期となる。膨張行程気筒のピストン停止位置が行程中央よりも下死点寄りであるときは、比較的筒内空気量が多く、大きな燃焼のエネルギーを得られる状態となっている。しかし一方、エンジン逆転時にこの筒内空気を圧縮するにあたっては、圧縮反力が大きくなるため、限られた逆転のエネルギーでは十分に圧縮できない状態となっている。

【0020】

そこで燃料噴射時期を本発明のように設定し、エンジンの逆転動作中且つ上記膨張行程気筒のピストンが行程中央よりも上死点寄りに移動した後に燃料を噴射するようにすれば、ある程度筒内空気が圧縮された状態の気筒内に燃料を噴射することになるので、その気化潜熱によって圧縮圧力が減少する。従ってピストンがより上死点近くまで移動することができ(ピストンストローク増大)、圧縮空気の密度をより高めることができる。その効果は、燃料噴射時期を例えばエンジンの逆転動作開始と同時にしはその直後とした場合と比べて格段に大きく、結果としてより大きな燃焼エネルギーが得られ、始動性を向上させることができる。

【0021】

上記のように、燃料噴射時期を遅らせると気筒内の圧縮空気の密度を高めることができるが、あまり遅らせ過ぎると、燃料噴射から点火までの時間が短くなり、燃料の気化時間が十分に確保できなくなる虞がある。そこで請求項2の発明によると、そのバランスを適切にとりつつ、可及的に大きな燃焼エネルギーを得るようにすることができる。すなわち、筒内空気温度が高く、燃料の気化性能が比較的高いときには燃料噴射時期を遅らせることによって気筒内の圧縮空気の密度を高め、より大きな燃焼エネルギーを得ることができる。一方、筒内空気温度が低く、燃料の気化性能が比較的低いときには筒内空気温度が高いときよりも燃料噴射時期を早めることによって燃料の気化時間を確保することができる。

【0022】

請求項3の発明によると、燃料を分割噴射することにより、燃料の気化時間の確保と気筒内の圧縮空気の密度増大とを容易かつより高度に両立させることができる。すなわち前段の噴射によって燃料の気化時間が確保され、後段の噴射(最後の噴射を含む)の気化潜熱によって気筒内の圧縮空気の密度を増大させることができる。

【0023】

請求項4の発明によると、膨張行程気筒のピストン停止位置が再始動に適した所定の適正停止範囲のうちの比較的下死点寄りにあるとき(比較的筒内空気量が多い)は、比較的上死点寄りにあるとき(比較的筒内空気量が少ない)に比べて分割噴射の後段の燃料噴射量を増大させる。すなわち、比較的筒内空気量が多いときは、その圧縮反力も大きくなるので、後段の燃料噴射量をより多くすることによって効果的に圧縮圧力を低減することが

10

20

30

40

50

でき、圧縮空気の密度を増大させることによって始動性をより高めることができる。

【 0 0 2 4 】

請求項 5 の発明によると、請求項 2 の発明と同様に、燃料の気化時間の確保と気筒内の圧縮空気の密度増大とのバランスを適切にとりつつ、可及的に大きな燃焼エネルギーを得るようにすることができる。しかも、後段の燃料噴射時期を遅らせても、前段の燃料噴射時期を気化時間が充分確保できる時期に設定しておくことにより、全体の気化性能の悪化を効果的に防止することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 5 】

図 1 および図 2 は本発明に係るエンジンの始動装置を有する 4 サイクル火花点火式エンジンの概略構成を示している。このエンジンには、シリンダヘッド 1 0 およびシリンダブロック 1 1 を有するエンジン本体 1 と、エンジン制御用の E C U 2 とを備えている。上記エンジン本体 1 には、四つの気筒（# 1 気筒 1 2 A、# 2 気筒 1 2 B、# 3 気筒 1 2 C 及び # 4 気筒 1 2 D）が設けられるとともに、各気筒 1 2 A ~ 1 2 D の内部には、クランク軸 3 に連結されたピストン 1 3 が嵌挿されることにより、その上方に燃焼室 1 4 が形成されている。

10

【 0 0 2 6 】

上記各気筒 1 2 A ~ 1 2 D の燃焼室 1 4 の頂部には、プラグ先端が燃焼室 1 4 内に臨むように点火プラグ 1 5 が設置されている。点火プラグ 1 5 には、これに電気火花を発生させるための点火装置 2 7 が付設されている。また、上記燃焼室 1 4 の側方には、燃焼室 1 4 内に燃料を直接噴射する燃料噴射弁 1 6 が設けられている。この燃料噴射弁 1 6 は、図外のニードル弁およびソレノイドを内蔵し、上記 E C U 2 の燃料噴射制御部 4 1 から入力されたパルス信号のパルス幅に対応する時間だけ駆動されて開弁し、その開弁時間に応じた量の燃料を上記点火プラグ 1 5 の電極付近に向けて噴射するように構成されている。

20

【 0 0 2 7 】

また、上記各気筒 1 2 A ~ 1 2 D の燃焼室 1 4 の上部には、燃焼室 1 4 に向かって開口する吸気ポート 1 7 および排気ポート 1 8 が設けられるとともに、これらのポート 1 7、1 8 に、吸気弁 1 9 および排気弁 2 0 がそれぞれ装備されている。上記吸気弁 1 9 および排気弁 2 0 は、図示を省略したカムシャフト等を有する動弁機構によって駆動されることにより、各気筒 1 2 A ~ 1 2 D が所定の位相差をもって燃焼サイクルを行うように各気筒 1 2 A ~ 1 2 D の吸・排気弁 1 9、2 0 の開閉タイミングが設定されている。

30

【 0 0 2 8 】

上記吸気ポート 1 7 および排気ポート 1 8 には、吸気通路 2 1 および排気通路 2 2 が接続されている。上記吸気ポート 1 7 に近い吸気通路 2 1 の下流側は、図 2 に示すように、各気筒 1 2 A ~ 1 2 D に対応して独立した分岐吸気通路 2 1 a とされ、この各分岐吸気通路 2 1 a の上流端がそれぞれサージタンク 2 1 b に連通している。このサージタンク 2 1 b よりも上流側には共通吸気通路 2 1 c が設けられるとともに、この共通吸気通路 2 1 c には、アクチュエータ 2 4 により駆動されるスロットル弁 2 3 が配設されている。このスロットル弁 2 3 の上流側には、吸気流量を検出するエアフローセンサ 2 5 及び吸気の温度を検出する吸気温センサ 2 9 が設けられ、スロットル弁 2 3 の下流側には吸気圧力（負圧）を検出する吸気圧センサ 2 6 が設けられている。

40

【 0 0 2 9 】

一方、各気筒 1 2 A ~ 1 2 D からの排気が集合する排気通路 2 2 の集合部下流には、排気を浄化するための触媒 3 7 が配設されている。この触媒 3 7 は、例えば、排気の空燃比状態が理論空燃比近傍にあるときに H C、C O および N O x の浄化率が極めて高い、いわゆる三元触媒であり、これは排気中の酸素濃度が比較的高い酸素過剰雰囲気これを吸蔵する酸素吸蔵能を有し、酸素濃度の比較的低いときには吸蔵している酸素を放出して、H C、C O 等と反応させるものである。なお、触媒 3 7 は、三元触媒に限らず、上記のような酸素吸蔵能を有するものであれば良く、例えば酸素過剰雰囲気でも N O x を浄化可能な、いわゆるリーン N O x 触媒であっても良い。

50

【 0 0 3 0 】

また、上記エンジン本体 1 には、タイミングベルト等によりクランク軸 3 に連結されたオルタネータ 2 8 が付設されている。このオルタネータ 2 8 は、図示を省略したフィールドコイルの電流を制御して出力電圧を調節することにより発電量を調整するレギュレータ回路 2 8 a を内蔵し、このレギュレータ回路 2 8 a に入力される上記 E C U 2 からの制御信号に基づき、車両の電気負荷および車載バッテリーの電圧等に対応した発電量の制御が実行されるように構成されている。

【 0 0 3 1 】

さらに、上記エンジンには、クランク軸 3 の回転角を検出する 2 つのクランク角センサ 3 0 , 3 1 が設けられ、一方のクランク角センサ 3 0 から出力される検出信号に基づいてエンジンの回転速度が検出されるとともに、後述するように上記両クランク角センサ 3 0 , 3 1 から出力される位相のずれた検出信号に基づいてクランク軸 3 の回転方向および回転角度が検出されるようになっている。

【 0 0 3 2 】

更にエンジン本体 1 には、カムシャフトに設けられた気筒識別用の特定回転位置を検出するカム角センサ 3 2 と、エンジンの冷却水温度を検出する水温センサ 3 3 とが設けられ、また車体側には運転者のアクセル操作量に対応したアクセル開度を検出するアクセル開度センサ 3 4 が設けられている。

【 0 0 3 3 】

E C U 2 は、エンジンの運転を統括的に制御するコントロールユニットである。当実施形態のエンジンは、予め設定されたエンジンの自動停止条件が成立したときに各気筒 1 2 A ~ 1 2 D への燃料噴射を所定のタイミングで停止（燃料カット）して自動的にエンジンを停止させるとともに、その後運転者によるアクセル操作が行われる等により再始動条件が成立したときにエンジンを自動的に再始動させる制御（アイドルストップ制御）を行うように構成されている。以下 E C U 2 の説明にあたり、このアイドルストップ制御に関する部分を中心に説明する。

【 0 0 3 4 】

E C U 2 には、エアフローセンサ 2 5、吸気圧センサ 2 6、吸気温センサ 2 9、クランク角センサ 3 0 , 3 1、カム角センサ 3 2、水温センサ 3 3 及びアクセル開度センサ 3 4 からの各検知信号が入力されるとともに、燃料噴射弁 1 6、スロットル弁 2 3 のアクチュエータ 2 4、点火装置 2 7 及びオルタネータ 2 8 のレギュレータ回路 2 8 a のそれぞれに各駆動信号を出力する。E C U 2 は、燃料噴射制御部 4 1、点火制御部 4 2、吸気流量制御部 4 3、発電量制御部 4 4、ピストン位置検出部 4 5 および筒内温度推定部 4 6 を機能的に含んでいる。

【 0 0 3 5 】

燃料噴射制御部 4 1 は、燃料噴射時期と、各噴射における燃料噴射量とを設定して、その信号を燃料噴射弁 1 6 に出力する燃料噴射制御手段である。特に当実施形態では、後述するように再始動時における膨張行程気筒での最初の燃焼のための燃料を分割噴射によって供給している。燃料噴射制御部 4 1 は、その分割噴射時期の設定や、燃料配分の設定も行う。

【 0 0 3 6 】

点火制御部 4 2 は、各気筒 1 2 A ~ 1 2 D に対して適切な点火時期を設定し、各点火装置 2 7 に点火信号を出力する。

【 0 0 3 7 】

吸気流量制御部 4 3 は、各気筒 1 2 A ~ 1 2 D に対して適切な吸気流量を設定し、その吸気流量に応じたスロットル弁 2 3 の開度信号をアクチュエータ 2 4 に出力する。特に当実施形態では、後述するようにエンジンの自動停止時にスロットル弁 2 3 の開度を調節して、ピストン 1 3 が再始動に適した適正停止範囲に停止するような制御を行っている。吸気流量制御部 4 3 は、その際のスロットル弁 2 3 の開度調節も行う。

【 0 0 3 8 】

発電量制御部 44 は、オルタネータ 28 の適切な発電量を設定し、その駆動信号をレギュレータ回路 28a に出力する。特に当実施形態では、後述するようにエンジンの自動停止時にオルタネータ 28 の発電量を調節することによってクランクシャフト 3 の負荷を変化させ、ピストン 13 が再始動に適した適正範囲に停止するような制御を行っている。発電量制御部 44 は、その際のオルタネータ 28 の発電量の調節も行う。また再始動時には、通常よりも多めの発電を行うことによってエンジンの負荷を増大させ、吹上がり（必要以上に急速なエンジン回転速度の上昇）を防止する制御を行っている。

【0039】

ピストン位置検出部 45 は、クランク角センサ 30, 31 の各検出信号に基づき、ピストン位置を検出する。ピストン位置とクランク角 ($^{\circ}CA$) とは 1 対 1 に対応するので、一般的になされているように当明細書においてもピストン位置をクランク角で表す。当実施形態では、後述するように膨張行程気筒および圧縮行程気筒の自動停止中のピストン位置に基いて各筒内空気量を算出し、それに応じて再始動時における各気筒の燃焼制御を行っている。

10

【0040】

筒内温度推定部 46 は、水温センサ 33 によって検知されるエンジン水温や、吸気温度センサ 29 によって検知される吸気温度等に基づいて、予め実験等によって求められたマップを用いる等して各気筒 12A ~ 12D の気筒内の空気温度を推定する筒内温度推定手段である。特に当実施形態では、後述するように、エンジンの再始動に際してエンジンの停止時間を考慮した筒内温度推定を行い、その推定値に基づいた燃焼制御を行っている。

20

【0041】

以上のような構成の ECU 2 によってアイドルストップ制御を行うにあたり、エンジンの再始動時には、最初に圧縮行程気筒で燃焼を行わせることにより、そのピストン 13 を押し下げてクランク軸 3 を少しだけ逆転させる。これによって膨張行程気筒のピストン 13 を一旦上昇（上死点に近づく）させ、その気筒内の空気（燃料噴射後は混合気となる）を圧縮した状態で、この混合気に点火して燃焼させることにより、クランク軸 3 に正転方向の駆動トルクを与えてエンジンを再始動させるように構成されている。

【0042】

上記のようにして再始動モータ等を使用することなく、特定の気筒に噴射された燃料に点火するだけでエンジンを適正に再始動させるためには、上記膨張行程気筒の混合気を燃焼させることにより得られる燃焼エネルギーを十分に確保することにより、これに続いて圧縮上死点を迎える気筒（当実施形態では圧縮行程気筒および吸気行程気筒）がその圧縮反力に打ち勝って圧縮上死点を超えるようにしなければならない。したがって、膨張行程気筒内に十分な空気量を確保しておく必要がある。

30

【0043】

図 3 (a), (b) に示すように、圧縮行程気筒と膨張行程気筒とでは、それぞれ位相が $180^{\circ}CA$ だけずれているため、各ピストン 13 が互いに逆方向に作動する。膨張行程気筒のピストン 13 が行程中央よりも下死点側に位置していれば、その気筒の空気量が多くなって十分な燃焼エネルギーが得られる。しかし、上記膨張行程気筒のピストン 13 が極端に下死点側に位置した状態となると、圧縮行程気筒内の空気量が少なくなり過ぎて、再始動時の初回燃焼でクランク軸 3 を逆転させるための燃焼エネルギーが十分に得られなくなる。

40

【0044】

これに対して上記膨張行程気筒の行程中央、つまり圧縮上死点後のクランク角が $90^{\circ}CA$ となる位置よりもやや下死点側の所定範囲 R、例えば圧縮上死点後のクランク角が $100^{\circ}CA$ ~ $120^{\circ}CA$ となる範囲 R 内にピストン 13 を停止させることができれば、圧縮行程気筒内に所定量の空気が確保されて上記初回の燃焼によりクランク軸 3 を少しだけ逆転させ得る程度の燃焼エネルギーが得られることになる。しかも、膨張行程気筒内に多くの空気量を確保することにより、クランク軸 3 を正転させるための燃焼エネルギーを十分に発生させてエンジンを確実に再始動させることが可能となる（以下この範囲 R を適正停止範囲

50

Rとする)。

【0045】

そこで、ピストン13を適正停止範囲R内に停止させるよう、ECU2によって次のような制御がなされる。図4は、この制御によるエンジン自動停止時のタイムチャートであり、エンジンの回転速度 N_e 、ブースト圧 B_t (吸気圧力)およびスロットル弁23の開度 K を示す。また図5は、図4の時点 t_1 付近以降の拡大図であり、図4に加えてクランク角 CA および各気筒の行程推移チャートを示す。なお、以下説明を簡潔にするため、#1気筒12Aが膨張行程気筒、#2気筒12Bが排気行程気筒、#3気筒12Cが圧縮行程気筒、#4気筒12Dが吸気行程気筒であるものとする。

【0046】

ECU2は、エンジンの自動停止条件が成立した時点 t_0 で、エンジンの目標速度を、エンジンを自動停止させない時の通常のアイドル回転速度(以下、通常のアイドル回転速度という)よりも高い値、例えば通常のアイドル回転速度が650rpm(自動変速機はドライブ(D)レンジ)に設定されたエンジンでは上記目標速度(自動停止条件成立時のアイドル回転速度)を850rpm程度(自動変速機はニュートラル(N)レンジ)に設定することにより、エンジンの回転速度 N_e を通常のアイドル回転速度よりも少し高い回転速度で安定させる制御を実行する。またブースト圧 B_t が比較的高い所定の値(約-400mmHg)で安定するようにスロットル弁23の開度 K を調節する。

【0047】

そしてエンジンの回転速度 N_e が目標速度に安定した時点 t_1 で燃料噴射を停止させてエンジンの回転速度 N_e を低下させる。また、エンジンを自動停止させる制御動作の初期段階である上記燃料噴射の停止時点 t_1 で、スロットル弁23の開度 K を、気筒内空燃比を空気過剰率 $=1$ にしたときのアイドル時の吸気流量(エンジン運転を継続させるために必要な最小限の吸気流量)よりも多い吸気流量となるように設定する。すなわち、上記時点 t_1 直前の燃焼状態が、気筒内空燃比を空気過剰率 $=1$ ないし $=1$ 付近に設定されて均質燃焼されている場合はスロットル弁23の開度 K を増大させ(例えば開度 $K=30\%$ 程度)、気筒内空燃比がリーンに設定されて成層燃焼されている場合はスロットル弁23の開度 K をそのまま(成層燃焼時の比較的大きな開度のまま)維持する。図4及び図5は前者の場合を示している。

【0048】

この制御によって時点 t_1 からやや遅れてブースト圧 B_t が増大し始める(時点 t_1 直前が均質燃焼の場合)か、または比較的高いブースト圧 B_t を維持する(時点 t_1 直前が成層燃焼の場合)ので、排気ガスの掃気が促進される。

【0049】

またECU2は、時点 t_1 でオルタネータ28の発電を一旦停止させる。これによってクランク軸3の回転抵抗を低減し、エンジンの回転速度 N_e の速度が早く低下し過ぎないようにしている。

【0050】

こうして時点 t_1 で燃焼噴射を停止するとエンジンの回転速度 N_e が低下し始め、予め設定された基準速度、例えば760rpm以下になったことが確認された時点 t_2 でスロットル弁23を閉止する。すると時点 t_2 からやや遅れてブースト圧 B_t が減少し始め、エンジンの各気筒に吸入される吸気流量が減少する。スロットル弁23を開放している時点 t_1 から時点 t_2 までの間に吸入された空気は、共通吸気通路21c及びサージタンク21bを経由して各気筒の分岐吸気通路21aに導かれる。そして吸気行程を迎えた気筒から順にその空気を吸入することになる。図5に示す場合では#4気筒12D、#2気筒12B、#1気筒12A、#3気筒12Cの順となる。ここで、時点 t_1 及び時点 t_2 の設定を上記のようにすることによって、#3気筒12C(圧縮行程気筒)よりも#1気筒12A(膨張行程気筒)の方がより多くの空気を吸入することになる。

【0051】

時点 t_1 以降はエンジンが惰性で回転するため、エンジンの回転速度 N_e が次第に低下

10

20

30

40

50

し、やがて時点 t_5 で停止するが、このエンジンの回転速度 N_e の低下は、図 4 および図 5 に示すように、小刻みなアップダウン（4 気筒 4 サイクルエンジンでは 10 回前後）を繰り返しながら低下して行く。

【 0 0 5 2 】

図 5 に示すクランク角 CA のタイムチャートは、実線が # 1 気筒 1 2 A および # 3 気筒 1 2 C の上死点（TDC）を $0^\circ CA$ とした場合のクランク角を示し、一点鎖線が # 2 気筒 1 2 B および # 4 気筒 1 2 D の上死点を $0^\circ CA$ とした場合のクランク角を示している。実線と一点鎖線とは $90^\circ CA$ を境に互いに逆位相となっている。4 気筒 4 サイクルエンジンでは、 $180^\circ CA$ ごとに何れかの気筒が順次圧縮上死点を迎えるので、このタイムチャートは、実線または一点鎖線で示す波形の頂点（クランク角 = $0^\circ CA$ ）において何れかの気筒が圧縮上死点を通過していることを示している。

10

【 0 0 5 3 】

この何れかの気筒が圧縮上死点となるタイミングは、上記エンジンの回転速度 N_e のアップダウンの谷のタイミングと一致している。つまり、エンジンの回転速度 N_e は、各気筒が順次圧縮上死点を迎える度に一時的に落ち込んだ後、その圧縮上死点を越えた時点で再び上昇するという小刻みなアップダウンを繰り返しながら次第に低下するのである。

【 0 0 5 4 】

そして最後の圧縮上死点を通過した時点 t_4 の後に圧縮上死点を迎える圧縮行程気筒 1 2 C では、慣性力によるピストン 1 3 の上昇に伴って空気圧が高まり、その圧縮反力によりピストン 1 3 が上死点を越えることなく押し返されてクランク軸 3 が逆転する。このクランク軸 3 の逆転によって膨張行程気筒 1 2 A の空気圧が上昇するため、その圧縮反力に応じて膨張行程気筒 1 2 A のピストン 1 3 が下死点側に押し返されてクランク軸 3 が再び正転し始め、このクランク軸 3 の逆転と正転とが数回繰り返されてピストン 1 3 が往復作動した後に停止することになる。このピストン 1 3 の停止位置は、圧縮行程気筒 1 2 C および膨張行程気筒 1 2 A における圧縮反力のバランスにより略決定されるとともに、吸気行程気筒 1 2 D の吸気抵抗やエンジンの摩擦等の影響を受け、上記最後の圧縮上死点を越えた時点 t_4 のエンジンの回転慣性、つまりエンジン回転速度 N_e の高低によっても変化することになる。

20

【 0 0 5 5 】

したがって、膨張行程気筒 1 2 A のピストン 1 3 を適正停止範囲 R 内に停止させるためには、まず膨張行程気筒 1 2 A および圧縮行程気筒 1 2 C の圧縮反力がそれぞれ十分に大きくなり、かつ膨張行程気筒 1 2 A の圧縮反力が圧縮行程気筒 1 2 C の圧縮反力よりも所定値以上大きくなるように、両気筒に対する吸気流量を調節する必要がある。このために、燃料噴射の停止時点 t_1 でスロットル弁 2 3 を開放してその開度 K を増大させることにより膨張行程気筒 1 2 A および圧縮行程気筒 1 2 C の両方に所定量の空気を吸入させた後、所定時間が経過した時点 t_2 で上記スロットル弁 2 3 を閉止してその開度 K を低減することにより上記吸入空気量を調節するようにしている。

30

【 0 0 5 6 】

ところで、このようにしてエンジンを自動停止させ、エンジン回転速度が低下する過程において、各気筒 1 2 A ~ 1 2 D が圧縮上死点を通過する際のエンジン回転速度（上死点回転速度） n_e と、膨張行程気筒 1 2 A のピストン停止位置との間に明確な相関関係がある。すなわち、各段階（停止前から 2 番目、3 番目、4 番目・・・）の上死点回転速度 n_e がそれぞれ一定の速度範囲内にあるときに膨張行程気筒 1 2 A のピストン停止位置が適正停止範囲 R 内となる確率が高くなるのである。

40

【 0 0 5 7 】

この特性を利用し、当実施形態ではエンジン回転速度 N_e の低下過程における所定の段階（特に重要なのは停止前から 2 番目（時点 t_3 ））の上死点回転速度 n_e が一定の速度範囲内となるような制御を行って、膨張行程気筒 1 2 A のピストン 1 3 がより確実に適正停止範囲 R 内で停止するような制御を行っている。具体的には、オルタネータ 2 8 の発電量を増減させることによってクランクシャフト 3 の負荷（エンジン負荷）を調節し、停止

50

前から2番目の上死点回転速度 n_e (時点 t_3)が、 $350 \pm 50 \text{ rpm}$ の範囲内となるようにしている。

【0058】

エンジン回転速度 N_e が更に低下し、最後の圧縮上死点通過時期(図5に示す時点 t_4)を過ぎると、何れの気筒も上死点を通過することがなく、行程の推移はなされなくなる。ピストン13は、その行程内で減衰振動(逆向きに動くときはクランク軸3が逆転し、エンジンの回転速度 N_e が負になる)しつつ狙いの適正停止範囲Rに停止しようとする。しかし、このとき吸気行程気筒12Dは吸気動作を行っており、その吸気抵抗が大きいとピストン13の停止位置がばらつき易くなる。特に、吸気抵抗はピストン13が下死点側に動くときに大きくなるように作用するので、ピストン13が狙いよりも上死点寄りに停止し易くなる。吸気行程気筒12Dのピストン13と膨張行程気筒12Aのピストン13とは同位相で動くので、結局膨張行程気筒12Aのピストン13が狙いよりも上死点寄りに停止し易くなってしまふ。

10

【0059】

そこで当実施形態では、時点 t_4 と略同時(やや遅らせても良い)にスロットル弁23の開度Kを図5に示す開度 K_1 (例えば $K_1 = 40\%$ 程度)まで増大させ、吸気行程気筒12Dの吸気抵抗を低減している。これによって膨張行程気筒12Aおよび圧縮行程気筒12Cにおける吸気流量バランスに影響を及ぼすことなく、そのバランスに応じた狙いの位置にピストン13がより停止し易くなっている。

【0060】

20

なお、このような制御を行うためには、時点 t_4 が最後の圧縮上死点通過時期であることを即時に判別する必要があり、次の(圧縮行程気筒12Cでの)圧縮上死点は通過しないことを時点 t_4 において予測しなければならない。そのため当実施形態では、ECU2が最後の上死点通過時期を判別するようにしている。ECU2は、各上死点通過時のエンジン回転速度と、予め実験等で求められた所定の回転速度(例えば 260 rpm)とを比較し、前者が後者以下となった時点で、それが最後の圧縮上死点通過時期であると判別する。なお、最後の圧縮上死点通過時期における上死点回転速度 n_e は、高いほど行程後期寄り(膨張行程気筒12Aのピストン停止位置が下死点寄り、圧縮行程気筒12Cでは上死点寄り)で停止し易くなる。

【0061】

30

ところで、エンジン停止直前の膨張行程気筒12Aおよび圧縮行程気筒12Cの最終吸気行程における吸気流量バランスは、ブースト圧 B_t によっても影響を受ける。特に、停止前から2番目の圧縮上死点通過時期(図5の時点 t_3)は、圧縮行程気筒12Cにおいて最終吸気行程の始点となっており、この時点のブースト圧 B_t の影響が大きい。すなわち、このブースト圧 B_t が低い(真空側)と、圧縮行程気筒12Cへの吸気流量が少なくなり、結果的に圧縮行程気筒12Cのピストン13の停止位置が上死点寄り(膨張行程気筒12Aでは下死点寄り)となり易い。ブースト圧 B_t が高い(大気圧側)と、その逆となる。

【0062】

40

従って、最後の上死点通過時期における上死点回転速度 n_e が高く、また停止前から2番目の圧縮上死点通過時期のブースト圧 B_t が低いときは、膨張行程気筒12Aのピストン13が行程後期寄りで停止し易い条件が重なっており、狙いの停止位置(上死点後 $100 \sim 120^\circ \text{ CA}$)で停止する可能性が高い。このような条件のときに、時点 t_3 でスロットル弁23の開度を K_1 まで増大させる制御を行うと、ピストン停止位置がより行程後期寄りとなって、かえって狙いの停止位置から外れてしまう虞がある。そこで当実施形態では、そのような場合には、時点 t_3 におけるスロットル弁23の開度を K_1 より低开度(または閉止)とされる開度 K_2 (図5参照)に設定し、吸気流量の増大を抑制することにより、膨張行程気筒12Aのピストン停止位置が下死点寄りになり過ぎないようにしている。

【0063】

50

こうして時点 t_5 においてピストン 13 が完全に停止するが、その停止直前から停止までのピストン 13 の動作をクランク角センサ 30, 31 で検出することにより、ECU 2 のピストン位置検出部 45 がピストン 13 の停止位置を検出する。図 6 は、そのピストン停止位置の検出制御動作を示すフローチャートである。この検出制御がスタートすると、第 1 クランク角信号 CA1 (クランク角センサ 30 からの信号) および第 2 クランク角信号 CA2 (クランク角センサ 31 からの信号) に基づき、第 1 クランク角信号 CA1 の立ち上がり時に第 2 クランク角信号 CA2 が Low であるか否か、または第 1 クランク角信号 CA1 の立ち下がり時に第 2 クランク角信号 CA2 が High であるか否かを判定する (ステップ S41)。これにより、エンジンの停止動作時における上記信号 CA1, CA2 の位相の関係が、図 7 (a) のようになるか、それとも図 7 (b) のようになるかを判定してエンジンが正転状態にあるか逆転状態にあるかを判別する。

10

【0064】

すなわち、エンジンの正転時には、図 7 (a) のように、第 1 クランク角信号 CA1 に対して第 2 クランク角信号 CA2 が半パルス幅程度の位相遅れをもって生じることにより、第 1 クランク角信号 CA1 の立ち上がり時に第 2 クランク角信号 CA2 が Low、第 1 クランク角信号 CA1 の立ち下がり時に第 2 クランク角信号 CA2 が High となる。一方、エンジンの逆転時には、図 7 (b) のように、第 1 クランク角信号 CA1 に対して第 2 クランク角信号 CA2 が半パルス幅程度の位相の進みをもって生じることにより、エンジンの正転時とは逆に第 1 クランク角信号 CA1 の立ち上がり時に第 2 クランク角信号 CA2 が High、第 1 クランク角信号 CA1 の立ち下がり時に第 2 クランク角信号 CA2 が Low となる。

20

【0065】

そこで、ステップ S41 の判定が YES であれば、エンジンの正転方向のクランク角変化を計測するための CA カウンタをアップし (ステップ S42)、ステップ S41 の判定が NO の場合は、上記 CA カウンタをダウンする (ステップ S43)。そして、エンジン停止後に上記 CA カウンタの計測値を調べることでピストン停止位置を求める (ステップ S44)。

【0066】

エンジンが完全に停止すると、各気筒 12A ~ 12D の筒内温度は図 8 の温度特性に示すような変化をする。図 8 は、エンジン停止からの経過時間と筒内温度との関係を示すグラフであり、エンジン停止時 (時点 t_5) の筒内温度が 80 であった場合の筒内温度変化の推定値である。

30

【0067】

この特性に示すように、エンジンが完全に停止すると冷却水の流れが停止するので、停止直後に筒内温度が急速に上昇する。そしてエンジン停止後約 10 秒でピークとなり、以後は徐々に低下して行く。この特性は冷却水の温度 (エンジン水温) や外気温 (吸気温度) 等によって異なり、ECU 2 の筒内温度推定部 46 はその特性をマップ化したデータを記憶している。

【0068】

なお、エンジン停止動作期間中にスロットル弁 23 の開度 K を増大させることにより掃気が促進されるので、触媒 37 に十分な量の新気が供給される。従ってエンジン停止中は触媒 37 の酸素吸蔵量が十分に多い状態となっている。

40

【0069】

次に、エンジンの再始動時の制御について説明する。再始動の際は、上述のようにまず圧縮行程気筒 12C での燃焼を行わせてエンジンを一旦逆回転させてから膨張行程気筒 12A での燃焼を行わせ、正転方向に転じさせる。つまりエンジンを一旦逆回転させることにより膨張行程気筒 12A のピストン 13 を上昇させ、その圧縮圧力を増大させた後に当該気筒での燃焼を行わせる。膨張行程気筒 12A のピストン停止位置が適正停止範囲 R にあって燃焼のための十分な空気量が確保されていることと、その空気がエンジンの逆転によって圧縮されることにより大きな燃焼エネルギーが得られる。つまりエンジンを確実に

50

正転方向に転じさせるとともにその後の継続的な運転に円滑に移行させることができる。

【 0 0 7 0 】

しかし、膨張行程気筒 1 2 A 内に十分な空気が存在していることが、その空気を強く圧縮することの妨げとなっている。それは、圧縮された空気の圧縮反力が膨張行程気筒 1 2 A のピストン 1 3 を押し戻す方向に作用するからである。

【 0 0 7 1 】

そこで当実施形態では、膨張行程気筒 1 2 A への燃料噴射時期を遅らせることにより、膨張行程気筒 1 2 A 内の空気の圧縮量を増大（密度を増大）させる制御を行っている。燃料噴射時期を遅らせると、ある程度筒内空気が圧縮された状態の気筒内に燃料を噴射することになり、その気化潜熱によって圧縮圧力が減少する。従って同じエンジン逆転のエネルギーであればピストン 1 3 がより上死点近くまで移動することができ（ピストンストローク増大）、圧縮空気の密度をより高めることができる。

【 0 0 7 2 】

図 9 は、膨張行程気筒 1 2 A への燃料噴射時期と、それに応じたピストン到達点（点火をしないときに最も上死点に近づく位置）との関係を示すグラフであり、燃料噴射を遅らせることによる効果を表している。図 9 の横軸は膨張行程気筒 1 2 A の最初の燃焼のための燃料噴射時期をクランク角（上死点後 A T D C）で表したもので、縦軸はそれに応じた膨張行程気筒 1 2 A のピストン到達点をクランク角（上死点後 A T D C）で表したものである。ピストン到達点のクランク角が小さい（上死点 T D C に近い）ほど最大圧縮時の筒内容積が小さく（空気密度が大きく）、燃焼時により大きなエネルギーを得ることができる。図 9 の特性は、膨張行程気筒 1 2 A のピストン停止位置が 110° C A（A T D C）のときのものである。この特性に示すように、逆転動作の最初（クランク角 = 110° C A（A T D C））に噴射したときのピストン到達点が約 36.5° C A（A T D C）であるのに対し、逆転が開始し、ピストン 1 3 が 70° C A（A T D C）まで上死点側に移動したときに噴射した場合、そのピストン到達点が約 33.5° C A（A T D C）となり、約 3° C A 分の圧縮空気密度の増大を図ることができる。

【 0 0 7 3 】

ただし燃料噴射時期を遅らせすぎると、気化が遅れ、気化潜熱によって圧縮圧力が充分低下する前にピストン 1 3 が到達点に達してしまう。つまりピストン到達点が低下に転じる（図 9 の例では 70° C A（A T D C）以降）。結局、最大の空気密度増大効果を得るためには、燃料噴射時期を、膨張行程気筒 1 2 A の圧縮行程中期から後期の前半までに行うのが好ましい。

【 0 0 7 4 】

一方、燃料噴射時期を遅らせるということは燃料噴射から点火までの時間が短くなることでもあり、点火時の気化が不十分となる虞がある。点火時点までに気化を充分促進させるためには、早期（例えば逆転動作の初期）に燃料噴射を行うことが望ましい。つまり上記空気密度の増大と点火時点の気化促進とは燃料噴射時期に関して相反する要求を有するものである。

【 0 0 7 5 】

そこで当実施形態では、燃料を分割噴射（2 分割）し、前段の燃料噴射を逆転動作の初期に行い、後段の燃料噴射を逆転動作中（望ましくは行程中央の 90° C A（A T D C）よりも上死点寄り。図 9 の噴射時期 70° C A（A T D C）に相当する時期）に行うようにしている。すなわち、比較的点火時期までの時間が長い前段の燃料噴射で気化を促進し、後段の燃料噴射によって圧縮空気密度の増大を図っている。

【 0 0 7 6 】

なお、E C U 2 の燃料噴射制御部 4 1 は、前段と後段との噴射燃料の比率（分割比）や後段の燃料噴射時期を、膨張行程気筒 1 2 A のピストン停止位置や逆転開始時の筒内空気温度（推定値）によって補正し、気化性能を確保しつつ燃焼エネルギーを可及的に増大させることができるようにしている。すなわち膨張行程気筒 1 2 A のピストン停止位置が適正停止範囲 R のうちの比較的下死点寄りにあるとき（比較的筒内空気量が多い）は、比較的

10

20

30

40

50

上死点寄りにあるとき（比較的筒内空気量が少ない）に比べて後段の燃料噴射量比率を増大させている。これは、比較的筒内空気量が多いときは、その圧縮反力も大きくなるので、後段の燃料噴射量をより多くすることによって効果的に圧縮圧力を低減させ、圧縮空気の密度を増大させるためである。また、筒内空気温度が比較的高いときにも後段の燃料噴射量比率を増大させている。これは、筒内空気温度が高いときは燃料の気化性能が高くなっているため、気化性能を確保するための前段の燃料噴射をあまり必要としなくなるからである。

【0077】

後段の燃料噴射時期に関しては、筒内空気温度が比較的高いときに後段の燃料噴射時期を遅らせている（但し図9の噴射時期70°C Aに相当する時期を上限とする）。つまり、筒内空気温度が高いときは燃料の気化性能が高くなっているため、後段の燃料噴射時期を遅らせても点火までの間に気化し易くなっており、その分燃料噴射時期を遅らせることで圧縮空気密度の更なる増大を図っている。

10

【0078】

上記のような制御を含むエンジン再始動時の制御動作を図10～図12に示すフローチャートに基づいて説明する。まず、所定のエンジン再始動条件（停車状態から発進のためのアクセル操作等が行われた場合、バッテリー電圧が低下した場合、あるいはエアコンが作動した場合等）が成立したか否かを判定し（ステップS101）、NOと判定されてエンジンの再始動条件が成立していないことが確認された場合には、そのままの状態を待機する。ステップS101でYESと判定されてエンジンの再始動条件が成立したことが確認された場合には、筒内温度推定部46が、エンジン水温、停止時間（自動停止からの経過時間）、吸気温度などから筒内温度を推定する（ステップS102）。そして、ピストン位置検出部45によって検出されたピストン13の停止位置に基づいて圧縮行程気筒12Cおよび膨張行程気筒12A内の空気量を算出する（ステップS103）。つまり、上記ピストン13の停止位置から圧縮行程気筒12Cおよび膨張行程気筒12Aの燃焼室容積が求められ、また、エンジン停止の際には燃料噴射の停止後にエンジンが数回転してから停止するので膨張行程気筒12Aも新気で満たされた状態にあり、かつ、エンジン停止中に圧縮行程気筒12Cおよび膨張行程気筒12Aの内部は略大気圧となっているので、上記燃焼室容積から新気量が求められることとなる。

20

【0079】

次に、ピストン停止位置が、圧縮行程気筒12Cにおける適正停止範囲R（上死点前BTC60～80°C A）のうち、比較的下死点BDC側であるか否かの判定が行われる（ステップS104）。

30

【0080】

ステップS104でYESと判定され、比較的空気量が多いときは、ステップS105に移行して、上記ステップS103で算出された圧縮行程気筒12Cの空気量に対して（空気過剰率）>1なる空燃比（たとえば空燃比=20程度）となるように燃料を噴射させる（1回目の燃料噴射）。この空燃比はピストンの停止位置に応じて予め設定された圧縮行程気筒1回目用空燃比マップM1から求められる。>1というリーン空燃比とすることにより、比較的圧縮行程気筒12C内の空気量が多いときであっても、逆転のための燃焼エネルギーが過多となることなく、逆転し過ぎる（圧縮行程気筒12Cにおいて、下死点側に動いたピストン13が下死点を通過して、吸気行程まで逆転してしまう）ことを防止している。

40

【0081】

一方ステップS104でNOと判定され、比較的空気量が少ないときは、ステップS106に移行して、上記ステップS103で算出された圧縮行程気筒12Cの空気量に対して1なる空燃比となるように燃料を噴射させる（1回目の燃料噴射）。この空燃比はピストンの停止位置に応じて予め設定された圧縮行程気筒1回目用空燃比マップM2から求められる。1という理論空燃比ないしはそれよりリッチ空燃比とすることにより、比較的圧縮行程気筒12C内の空気量が少ないときであっても、逆転のための燃焼エネルギー

50

ギを充分得ることができる。

【0082】

次にステップS107に移行し、圧縮行程気筒12Cへの1回目燃料噴射から気化時間を考慮して設定した時間の経過後に、当該気筒に対して点火を行う。そして、点火してから一定時間内にクランク角センサ30, 31のエッジ(クランク角信号の立ち上がり又は立ち下がり)が検出されたか否かにより、ピストン13が動いたか否かを判定し(ステップS108)、NOと判定されて失火によりピストン13が動かなかったことが確認された場合には、圧縮行程気筒12Cに対して再点火を繰り返し行う(ステップS109)。

【0083】

クランク角センサ30, 31のエッジが検出され、ピストン13が動いたと判定されると(ステップS108でYES)、ピストン停止位置および上記ステップS102で推定した筒内温度に基づいて、膨張行程気筒12Aに対する分割燃料噴射の分割比(前段噴射(1回目)と後段噴射(2回目)との比率)を算出する(ステップS121)。膨張行程気筒12Aにおけるピストン停止位置が下死点寄りであるほど、また筒内温度が高いほど、後段の噴射比率を大きくする。

【0084】

次に上記ステップS103で算出した膨張行程気筒12Aの空気量に対して所定の空燃比(1)となるように燃料噴射量を算出する(ステップS122)。この際の空燃比はピストンの停止位置に応じて予め設定された膨張行程気筒用空燃比マップM3から求められる。

【0085】

次に、ステップS122で算出された膨張行程気筒12Aへの燃料噴射量とステップS121で算出された分割比とによって、膨張行程気筒12Aに対する前段(1回目)の燃料噴射量を算出し、噴射する(ステップS123)。

【0086】

次に、上記ステップS102で推定された筒内温度に基づき、膨張行程気筒12Aに対する後段(2回目)の燃料噴射時期を算出する(ステップS124)。この2回目の噴射時期は、ピストン13が上死点側への移動(エンジンの逆転)を開始した後の、筒内空気が圧縮されている時期であるとともに、噴射燃料の気化潜熱が圧縮圧力を効果的に減少させる(ピストン13を可及的に上死点へ近づける)ように、かつこの2回目の噴射燃料が点火時期までに気化する時間が可及的に長くなるように設定される。

【0087】

次に、ステップS122で算出された膨張行程気筒12Aへの燃料噴射量とステップS121で算出された分割比とによって、膨張行程気筒12Aに対する後段(2回目)の燃料噴射量を算出し(ステップS125)、上記ステップS124で算出された2回目の噴射時期に噴射する(ステップS126)。

【0088】

膨張行程気筒12Aへの2回目の燃料噴射後、所定のディレー時間経過後に点火する(ステップS127)。所定のディレー時間はピストンの停止位置に応じて予め設定された膨張行程気筒点火ディレーマップM4から求められる。この点火による膨張行程気筒12Aでの初回燃焼により、エンジンは逆転から正転に転ずる。従って圧縮行程気筒12Cのピストン13は上死点側に移動し、内部のガス(上記ステップS107の点火によって燃焼した既燃ガス)を圧縮し始める。

【0089】

次に、燃料気化時間を考慮に入れ、圧縮行程気筒12Cに2回目の燃料を噴射する(ステップS128)。この際の燃料噴射量は、1回目の噴射量とを合計した噴射量に基づく全体の空燃比が可燃空燃比(下限は7~8)よりも更にリッチ(例えば6程度)になるように、ピストンの停止位置に応じて予め設定された圧縮行程気筒2回目用空燃比マップM5から求められる。この圧縮行程気筒12Cの2回目の噴射燃料の気化潜熱によって、圧縮行程気筒12Cの圧縮上死点付近の圧縮圧力が低減するので、当該圧縮上死点を容易に

10

20

30

40

50

越えることができる。

【 0 0 9 0 】

なお、この圧縮行程気筒 1 2 C への 2 回目の燃料噴射は、専ら筒内の圧縮圧力を低減させるためになされるものであって、これに対する点火、燃焼は行われぬ(可燃空燃比よりもリッチなので自着火も起こらない)。この不燃燃料は、その後、排気通路 2 2 の触媒 3 7 において吸蔵されている酸素と反応し、無害化される。

【 0 0 9 1 】

上記のように圧縮行程気筒 1 2 C での 2 回目の噴射燃料は燃焼しないので、膨張行程気筒 1 2 A での最初の燃焼に続く次の燃焼は、吸気行程気筒 1 2 D (停止時に吸気行程にあった # 4 気筒。図 1 4 参照。)での最初の燃焼である。吸気行程気筒 1 2 D のピストン 1 3 が圧縮上死点を越えるためのエネルギーとして、膨張行程気筒 1 2 A における初回燃焼のエネルギーの一部が充てられる。つまり膨張行程気筒 1 2 A における初回燃焼のエネルギーは、圧縮行程気筒 1 2 C が圧縮上死点を乗り越えるためと吸気行程気筒 1 2 D が圧縮上死点を越えるためとの両方に供される。

【 0 0 9 2 】

従って、円滑な始動のためには吸気行程気筒 1 2 D が圧縮上死点を越えるためのエネルギーが小さいことが望ましい。以下のステップ S 1 4 0 ~ S 1 4 4 は、次の吸気行程気筒 1 2 D での燃焼を行うにあたり、圧縮上死点を越えるためのエネルギーを可及的に小さくするための制御である。

【 0 0 9 3 】

まずステップ S 1 4 0 で、筒内空気密度を推定し、その推定値から吸気行程気筒 1 2 D の空気量を算出する。次に、ステップ S 1 0 2 で推定した筒内温度に基いて、自着火防止のための空燃比補正值を算出する(ステップ S 1 4 1)。すなわち自着火が起これば、その燃焼によって圧縮上死点に至る前にピストン 1 3 を下死点側に押し戻す力(逆トルク)が発生する。これはその分圧縮上死点を越えるためのエネルギーを多く消費するので望ましくない。そこでこの逆トルクを抑制するために空燃比をリーン側に補正し、自着火が起こらないようにするのである。

【 0 0 9 4 】

次に、上記ステップ S 1 4 0 で算出した吸気行程気筒 1 2 D の空気量と、上記ステップ S 1 4 1 で算出した空燃比補正值を考慮した空燃比とから、吸気行程気筒 1 2 D への燃料噴射量を算出する(ステップ S 1 4 2)。

【 0 0 9 5 】

そして吸気行程気筒 1 2 D に対する燃料噴射を行うが、この燃料噴射は、その気化潜熱によって圧縮圧力が低減するように(つまり圧縮上死点を越えるための必要エネルギーを低減するように)、圧縮行程の後期まで遅延してなされる(ステップ S 1 4 3)。その遅延量は、エンジンの自動停止期間、吸気温度、エンジン水温等に基いて算出される。

【 0 0 9 6 】

次に、上記逆トルクの発生を抑制するため、点火時期を上死点以降に遅延して点火する(ステップ S 1 4 4)。以上の制御によって、吸気行程気筒 1 2 D において、圧縮上死点まではその圧縮圧力を小さくして上死点を越え易くし、上死点を過ぎた時点で燃焼エネルギーによる正転方向のトルクが発生するようになる。

【 0 0 9 7 】

ステップ S 1 4 4 の後、通常の制御に移行しても良いが、当実施形態では更に吹上がり抑制制御を行っている。ここで言う吹上がりとは、吸気行程気筒 1 2 D での初回燃焼以降、エンジン回転速度が必要以上に急上昇することをいい、加速ショックが発生したり運転者に違和感を与えたりする虞があって望ましくない。吹上がりは、自動停止期間中の吸気圧力(スロットル弁 2 3 より下流の圧力)が略大気圧となっているために、始動直後(吸気行程気筒 1 2 D での初回燃焼以降)の各気筒での燃焼エネルギーが通常のアイドル運転時の燃焼エネルギーに比べて一時的に大きくなることによって起こる。そこで以降のステップ S 1 4 5 ~ S 1 5 8 で、この吹上がりを抑制する制御を行っている。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 8 】

まずオルタネータ 2 8 の発電を開始する（ステップ S 1 4 5）。その目標電流値は E C U 2 の発電量制御部 4 4 によって通常より高めに設定される。オルタネータ 2 8 の発電によってクランクシャフト 3 の負荷（エンジン負荷）が増大するので、吹上がり抑制される。

【 0 0 9 9 】

次に吸気圧センサ 2 6 によって検知される吸気圧が、アイドルストップを行わない場合の通常のアイドル時における吸気圧力より高いか否かが判定される（ステップ S 1 5 0）。ここで Y E S と判定されると、吹上がり起こり易い状態となっているので、スロットル弁 2 3 の開度を通常のアイドル運転時におけるスロットル開度よりも更に小さくし（ステップ S 1 5 1）、燃烧エネルギーの発生量を抑制する。

10

【 0 1 0 0 】

次に排気通路 2 2 に設けられた触媒 3 7 の温度が活性温度以下であるか否かが判定され（ステップ S 1 5 2）、Y E S と判定されれば目標空燃比を 1 なるリッチ空燃比に設定するとともに（ステップ S 1 5 3）、点火時期を上死点以降に遅延させる（ステップ S 1 5 4）。こうすることにより、触媒 3 7 の温度上昇が促進されるとともに、点火時期の遅延によって燃烧エネルギーの発生量が抑制される。

【 0 1 0 1 】

遡って、ステップ S 1 5 2 で N O と判定されたときは、目標空燃比を > 1 なるリーン空燃比に設定して（ステップ S 1 5 8）燃烧させる。このリーン燃烧によって燃料の消費を抑制しつつ燃烧エネルギーの発生量を抑制することができる。

20

【 0 1 0 2 】

ステップ S 1 5 4 またはステップ S 1 5 8 の後はステップ S 1 5 0 に戻り、N O と判定されるまで上記制御を繰り返す。ステップ S 1 5 0 で N O と判定されると、もはや吹上りの虞がないので、オルタネータ 2 8 の発電量も含めて通常制御に移行する（ステップ S 1 6 0）。

【 0 1 0 3 】

上記の再始動制御が実行されることにより、図 1 3 および図 1 4 に示すように、先ず圧縮行程気筒 1 2 C（# 3 気筒）において 1 回目の燃料噴射 J 3 が行われ、点火によって燃烧（図 1 3 中の（1））が行われる。この燃烧（1）による燃烧圧（図 1 4 中の a 部分）で、圧縮行程気筒 1 2 C のピストン 1 3 が下死点側に押し下げられてエンジンが逆転方向に駆動される。ここで、圧縮行程気筒 1 2 C の 1 回目の燃料噴射 J 3 が、比較的空気量の多いときにはリーン空燃比（ > 1 ）、少ないときには理論空燃比ないしはそれよりリッチ空燃比（1）となるように噴射されるので、エンジン逆転のための適度な燃烧エネルギー、すなわち膨張行程気筒 1 2 A 内の空気を充分圧縮しつつも、その圧縮上死点を越えて逆転し過ぎることのない程度の燃烧エネルギーを得ることができる。

30

【 0 1 0 4 】

エンジンの逆回転開始に伴って膨張行程気筒 1 2 A（# 1 気筒）のピストン 1 3 が上死点方向に動き始める。またその直後に膨張行程気筒 1 2 A での 1 回目（前段）の燃料噴射 J 1 が行われ、気化し始める。

40

【 0 1 0 5 】

そして、膨張行程気筒 1 2 A のピストン 1 3 が上死点側（望ましくは行程中央より上死点寄り）に移動し、筒内の空気が圧縮された時点で 2 回目（後段）の燃料噴射 J 2 が行われる。この噴射燃料の気化潜熱によって圧縮圧力が低減し、ピストン 1 3 がより上死点に近づくので圧縮空気（混合気）の密度が増大する（図 1 4 中の b 部分）。

【 0 1 0 6 】

そして膨張行程気筒 1 2 A のピストン 1 3 が上死点に十分に近づいた時点で当該気筒に対する点火が行われて、気化が促進された 1 回目の噴射燃料（J 1）と 2 回目の噴射燃料（J 2）とが燃烧し（図 1 3 中の（2））、その燃烧圧（図 1 4 中の c 部分）でエンジンが正転方向に駆動される。

50

【0107】

さらに、圧縮行程気筒12Cに対して適当なタイミングで可燃空燃比よりもリッチな燃料が噴射（J4）されることにより（図13中の（3））、この圧縮行程気筒12Cでは燃焼させないものの、燃料噴射による気化潜熱によって該圧縮行程気筒12Cの圧縮圧力を低減させる（図14中のd部分）。これにより、当該圧縮上死点（始動開始から最初の圧縮上死点）を超えるために消費される膨張行程気筒12Aの最初の燃焼エネルギーを低減することができる。

【0108】

さらに、次の燃焼気筒である吸気行程気筒12Dにおける燃料噴射（J5）の時期を、燃料の気化潜熱によって気筒内の温度、および圧縮圧力を低下させる適正なタイミング（例えば圧縮行程の中期以降）に設定している（図13中の（4））ため、該吸気行程気筒12Dの圧縮行程での（圧縮上死点前での）自着火が防止される。また、該吸気行程気筒12Dの点火時期が圧縮上死点以降に設定されていることも相俟って、圧縮上死点前での燃焼が防止される（図14中のe部分）。つまり燃料噴射（J5）による圧縮圧力の低減と圧縮上死点前の燃焼を行わないことにより、当該圧縮上死点（始動開始から2番目の圧縮上死点）を超えるために消費される膨張行程気筒12Aにおける初回燃焼のエネルギーを低減することができる。

【0109】

こうして膨張行程気筒12Aにおける初回燃焼（図13中の（2））のエネルギーによって、再始動開始後の最初の圧縮上死点（図13中の（3））と2番目の圧縮上死点（図13中の（4））とを超えることができ、円滑で確実な始動性を確保することができる。

【0110】

それ以降（図13中の（5）、（6）・・・）は、触媒37の温度に応じて空燃比をリーン（ >1 ）にしたり点火時期を遅延させたりして吹上がり防止しつつ通常運転に移行する。

【0111】

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した発明の範囲内で種々の変形が可能である。たとえば、上記実施形態では再始動時の膨張行程気筒12Aにおける初回燃焼のための燃料噴射を分割噴射（J1+J2）としたが、これを、気化潜熱による圧縮圧力の低減と気化性能の確保とが可及的に両立できるタイミング（所定燃料噴射時期）を実験等によって策定し、この所定燃料噴射時期における1回の燃料噴射としても良い。

【0112】

また、再始動時における膨張行程気筒12Aの最初の燃焼のために行う分割燃料噴射は、必要に応じて3分割以上としても良い。

【0113】

また、上記実施形態では省略しているが、エンジン再始動時において、所定の条件成立時（たとえばピストン停止位置が適正停止範囲R内でない場合や、始動後の所定期間までにエンジン回転速度が所定値に達しないなど）、スタータモータによるアシストを伴う制御を行っても良い。

【0114】

エンジンを自動停止させる制御は上記実施形態に限るものではなく、適宜設定して良い。但し再始動性を高めるためには、膨張行程気筒12Aにおけるピストン13の停止位置が行程中央よりやや下死点寄り（圧縮行程気筒12Cにおいては行程中央よりやや上死点寄り）となるような制御であることが望ましい。

【図面の簡単な説明】

【0115】

【図1】本発明に係る始動装置を備えたエンジンの概略断面図である。

【図2】エンジンの吸気系および排気系の構成を示す説明図である。

【図3】エンジンの停止時に膨張行程および圧縮行程になる気筒のピストン停止位置と空

10

20

30

40

50

気量との関係を示す説明図である。

【図4】エンジン停止時におけるエンジン回転速度の変化状態等を示すタイムチャートである。

【図5】図4の部分拡大図であり、さらにクランク角および各気筒の行程推移を示すタイムチャートである。

【図6】ピストン停止位置の検出制御動作を示すフローチャートである。

【図7】クランク角信号の出力信号を示す説明図である。

【図8】エンジン停止からの経過時間と筒内温度推定値との関係を示すグラフである。

【図9】再始動時における膨張行程気筒の最初の燃焼のための燃料噴射時のクランク角と、その際のピストン到達点のクランク角との関係を示すグラフである。

10

【図10】エンジン再始動時の制御動作を示すフローチャート(1/3)である。

【図11】エンジン再始動時の制御動作を示すフローチャート(2/3)である。

【図12】エンジン再始動時の制御動作を示すフローチャート(3/3)である。

【図13】エンジンの再始動時における燃焼動作等を示すタイムチャートである。

【図14】エンジンの再始動時におけるエンジン回転速度の変化状態等を示すタイムチャートである。

【符号の説明】

【0116】

12A #1気筒(膨張行程気筒)

12B #2気筒(排気行程気筒)

20

12C #3気筒(圧縮行程気筒)

12D #4気筒(吸気行程気筒)

13 ピストン

16 燃料噴射弁

41 燃料噴射制御部(燃料噴射制御手段)

45 ピストン位置検出部(ピストン位置検出手段)

46 筒内温度推定部(筒内温度推定手段)

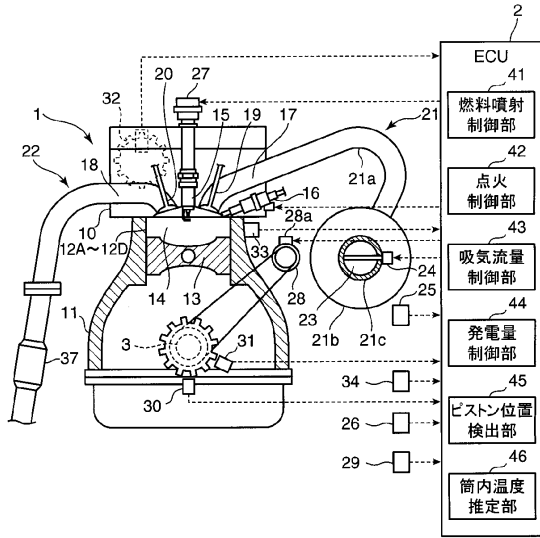
J1 膨張行程気筒における分割燃料噴射の前段

J2 膨張行程気筒における分割燃料噴射の後段

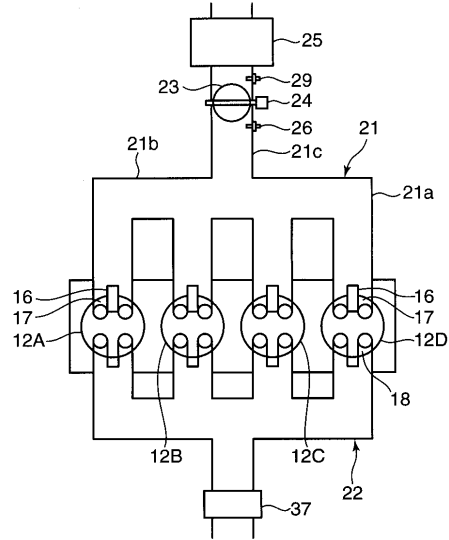
R ピストンの適正停止範囲

30

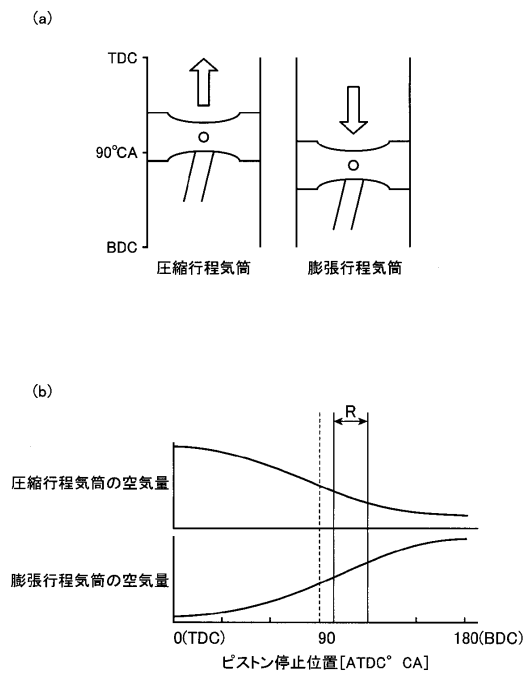
【図1】



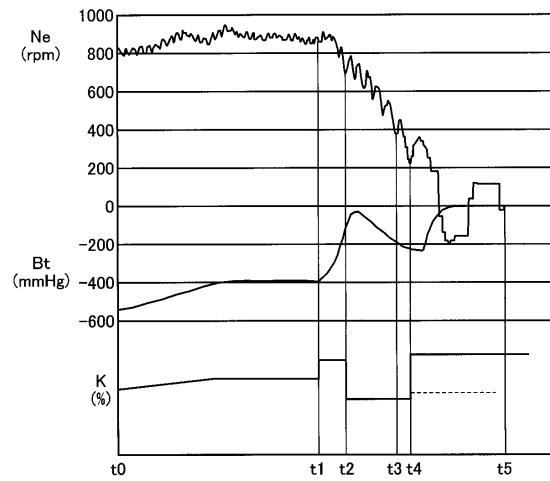
【図2】



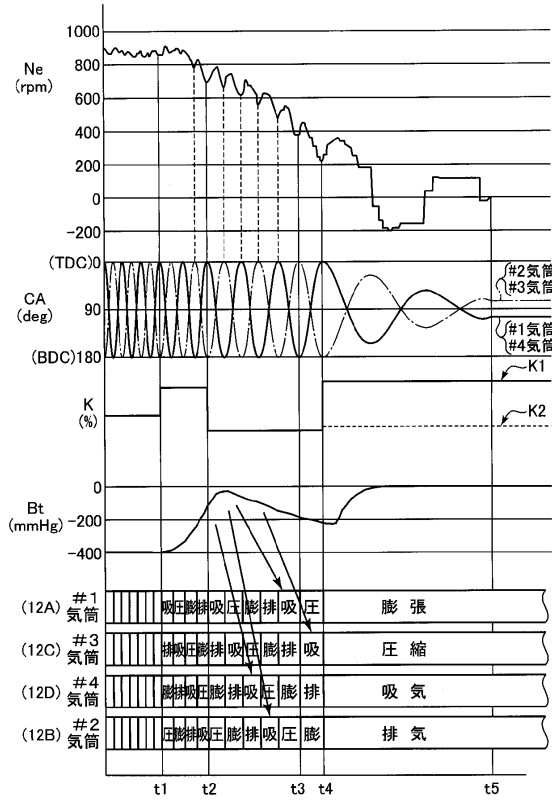
【図3】



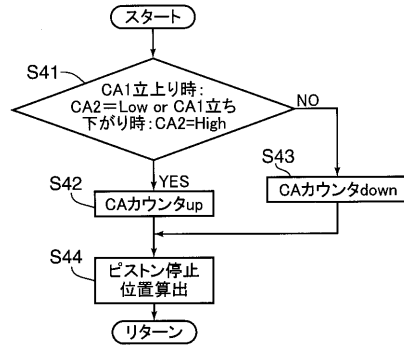
【図4】



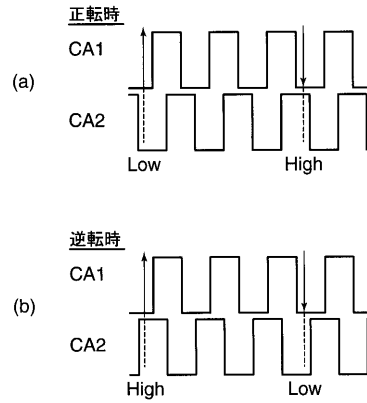
【図5】



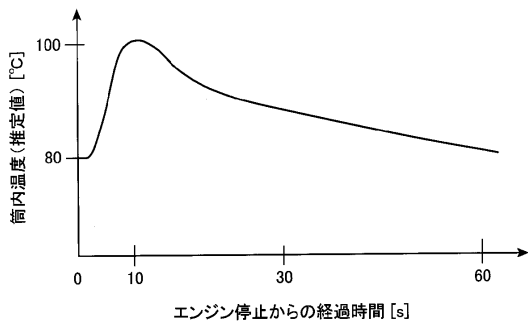
【図6】



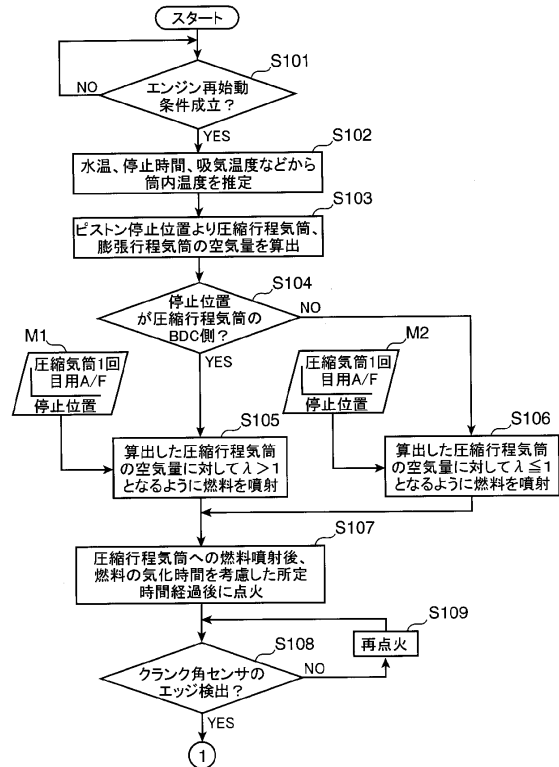
【図7】



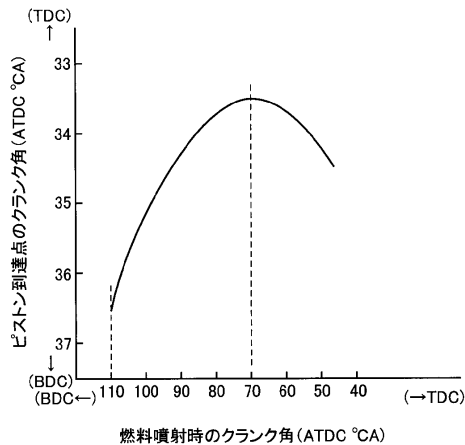
【図8】



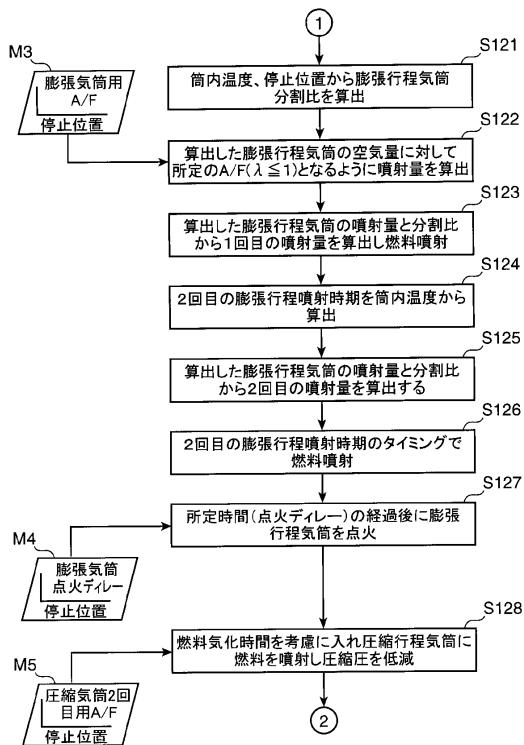
【図10】



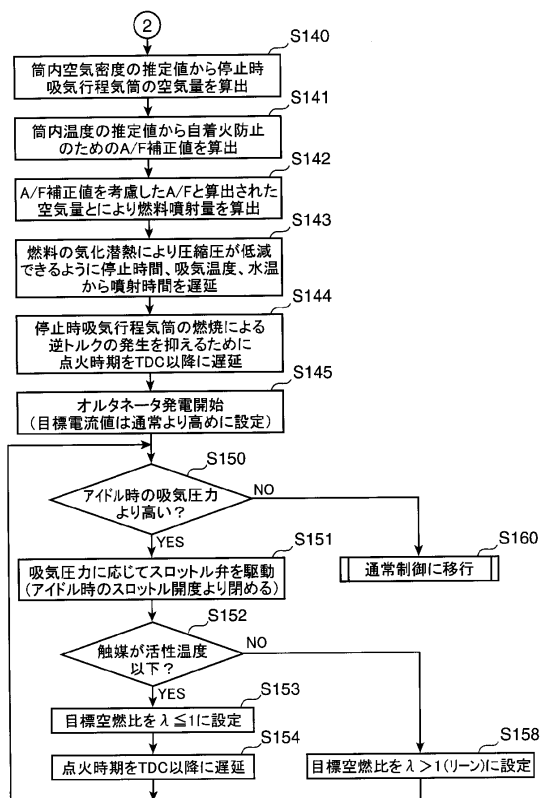
【図9】



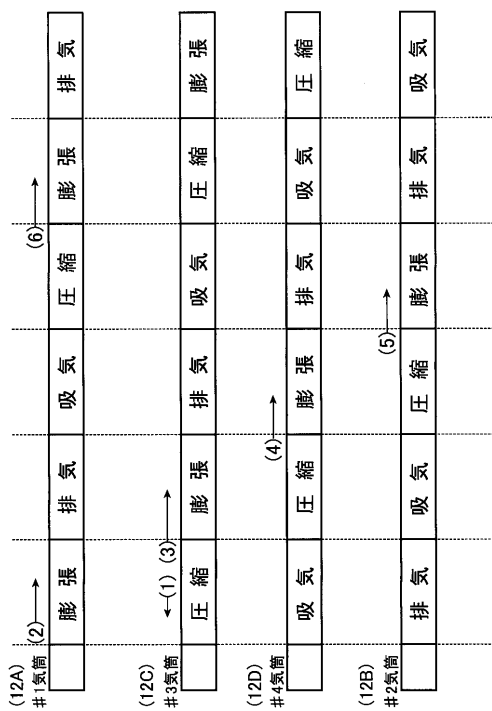
【図11】



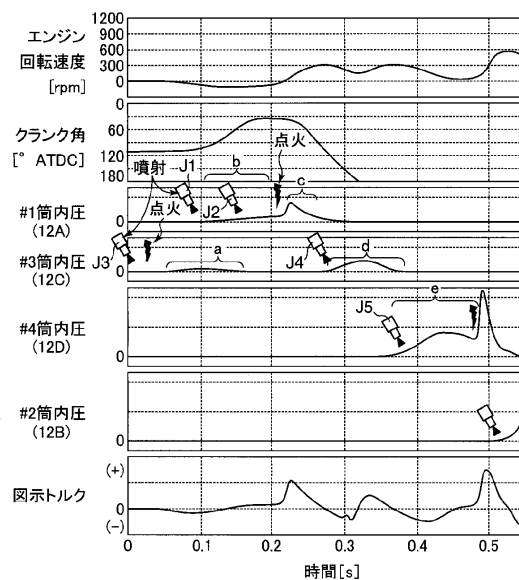
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		
<i>F 0 2 D 45/00</i>	<i>(2006.01)</i>	F 0 2 D	41/34	H
<i>F 0 2 N 9/02</i>	<i>(2006.01)</i>	F 0 2 D	43/00	3 0 1 B
<i>F 0 2 N 15/00</i>	<i>(2006.01)</i>	F 0 2 D	43/00	3 0 1 G
		F 0 2 D	43/00	3 0 1 J
		F 0 2 D	45/00	3 1 0 B
		F 0 2 D	45/00	3 1 0 G
		F 0 2 D	45/00	3 1 2 Q
		F 0 2 D	45/00	3 6 2 S
		F 0 2 N	9/02	
		F 0 2 N	15/00	E

(72)発明者 中山 佳映
 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72)発明者 山本 博之
 広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

審査官 松下 聡

(56)参考文献 特開2004-124753(JP,A)
 特開平11-280522(JP,A)
 特開2004-28046(JP,A)
 特開2004-100616(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
 F 0 2 D 4 1 / 0 6
 F 0 2 D 4 5 / 0 0
 F 0 2 N 9 / 0 2
 F 0 2 N 1 5 / 0 0