

(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2007-270803  
(P2007-270803A)

(43) 公開日 平成19年10月18日(2007.10.18)

(51) Int. Cl.	F I	テマコード (参考)
FO2D 43/00 (2006.01)	FO2D 43/00 3O1Z	3G092
FO2D 13/02 (2006.01)	FO2D 43/00 3O1G	3G301
FO2D 41/06 (2006.01)	FO2D 13/02 H	3G384
FO2N 9/02 (2006.01)	FO2D 13/02 J	
FO2N 11/08 (2006.01)	FO2D 41/06 330J	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2006-101024 (P2006-101024)  
(22) 出願日 平成18年3月31日 (2006.3.31)

(71) 出願人 000003137  
マツダ株式会社  
広島県安芸郡府中町新地3番1号  
(74) 代理人 100067828  
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

最終頁に続く

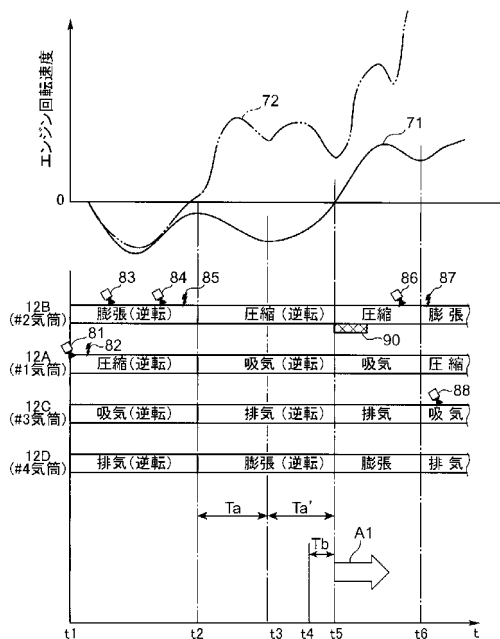
(54) 【発明の名称】 エンジンの始動装置

(57) 【要約】

【課題】 逆転始動方式において、行程を超えて逆転し過ぎた場合の始動性を確保することができるエンジンの始動装置を提供する。

【解決手段】 停止状態にあるエンジンに逆転始動方式の自動再始動制御を行う再始動制御手段を備えたエンジンの始動装置であって、スタータモータを備え、再始動制御手段は、自動再始動制御において、所定期間  $t_4$  にスタータモータを駆動させるバックアップ始動制御を必要に応じて行うように構成され、バックアップ始動制御は、エンジン逆転のための燃焼後、その逆転状態のまま何れかの気筒が上死点を通過したときに必要と判定され、上記バックアップ始動制御において、上記スタータモータからの駆動力付与が、エンジンが逆転から正転に転じる付近のタイミング  $t_5$  でなされるとともに、停止時膨張行程気筒 12B に対し、逆転中の圧縮行程中に追加燃料 86 を供給する。

【選択図】 図4



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

一時的に停止状態にあるエンジンに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気筒で燃焼を行わせて一旦エンジンを逆転させた後、エンジン停止時に膨張行程にある気筒で燃焼を行わせて上記エンジンに正転方向のトルクを発生させて自動的に再始動させる自動再始動制御を行う再始動制御手段を備えたエンジンの始動装置であって、

エンジンに正転方向の駆動力を付与するスタータモータを備え、

上記再始動制御手段は、上記自動再始動制御において、所定期間に上記スタータモータを駆動させるバックアップ始動制御を必要に応じて行うように構成され、

上記バックアップ始動制御は、上記エンジン逆転のための燃焼後、その逆転状態のまま何れかの気筒が上死点を通過したときに必要と判定され、

上記バックアップ始動制御において、上記スタータモータからの駆動力付与が、エンジンが逆転から正転に転じる付近のタイミングでなされるとともに、上記エンジン停止時に膨張行程にある気筒に対し、逆転によって当該気筒に生じた圧縮行程中に追加燃料が供給されることを特徴とするエンジンの始動装置。

10

## 【請求項 2】

少なくとも吸気弁を電磁力で開閉駆動する電磁式動弁機構を備え、

上記電磁式動弁機構は、上記エンジン停止時に膨張行程にある気筒の、上記追加燃料が供給される圧縮行程中かつエンジン正転中に、当該気筒の吸気バルブを所定期間開弁す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。

20

## 【請求項 3】

エンジンの温度状態を検出するエンジン温度検出手段を備え、

エンジン温度が所定値以下のときは、上記吸気バルブの所定期間の開弁を禁止することを特徴とする請求項 2 記載のエンジンの始動装置。

## 【請求項 4】

上記再始動制御手段は、上記スタータモータの駆動開始時期を、エンジン逆転中の行程の略中間点を起算点として算出することを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載のエンジンの始動装置。

## 【発明の詳細な説明】

30

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、一時的に停止状態にあるエンジンを、その後自動的に始動させるエンジンの始動装置に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、燃費低減およびCO<sub>2</sub>排出量の抑制等を図るため、アイドル時にエンジンを自動的にいったん停止させるとともに、その後発進操作等の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ようにしたエンジンの始動装置が開発されてきている。

## 【0003】

40

このエンジンの再始動は、再始動条件成立に応じて即座に始動させることが要求されるため、スタータ（始動用のモータ）によりエンジン出力軸を駆動するクランキングを経てエンジンを始動させるような、始動完了までにかかなりの時間を要する従来の一般的な始動方法は好ましくない。

## 【0004】

そこで、停止状態のエンジンの膨張行程にある気筒（以下、エンジン停止時に膨張行程にある気筒を便宜上停止時膨張行程気筒と称する。他の行程にある気筒も同様である）に燃料を供給して燃焼を行わせ、そのエネルギーでエンジンが即時的に始動されるようにする始動方法が開発されつつある。

## 【0005】

50

例えば特許文献 1 には、まず停止時圧縮行程気筒で燃焼を行わせて一旦エンジンを逆転させた後、停止時膨張行程気筒で燃焼を行わせてエンジンに正転方向のトルクを発生させて自動的に再始動させるものが開示されている（いわゆる逆転始動方式）。

【0006】

しかしこの逆転始動方式は、燃焼のみによる始動方法としては始動性の高いものではあるが、スタータを用いた始動方法ほど確実ではないのが実情である。そこで、燃焼のみによる始動が不調に終わったとき、または不調に終わると予測される状態となったとき、スタータの補助を受けて始動するものが考えられている（いわゆるバックアップ始動）。

【0007】

例えば特許文献 2 には、燃焼のみによる始動を行った後の所定の検査タイミングでバックアップ始動制御の要否を判定し、必要に応じてこれを行うものが開示されている。このバックアップ始動制御は、停止時膨張行程気筒での最初の燃焼によってある程度の正転方向のトルクが得られ、一旦は正転に転じたものの、結局はそのトルクが不足していた場合を想定した制御である。

10

【特許文献 1】特開 2005 - 180207 号公報

【特許文献 2】特開 2005 - 315197 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、逆転始動方式の不調形態は、特許文献 2 で想定されているものばかりとは限らない。例えば失火等の原因で、停止時膨張行程気筒による最初の燃焼によって殆ど正転方向のトルクが得られず、逆転状態のまま更に前の行程に逆行してしまうという形態もあり得る。当明細書では、この不調形態を過逆転と称する。特許文献 2 に示される制御では、このような過逆転に対処することは困難である。

20

【0009】

過逆転は、頻度としては少ないと考えられるが、確実な再始動性を確保するためには、このような事態にも対処することができるバックアップ始動制御が望まれる。

【0010】

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、逆転始動方式において、行程を超えて逆転し過ぎた場合の始動性を確保することができるエンジンの始動装置を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記課題を解決するための請求項 1 に係る発明は、一時的に停止状態にあるエンジンに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気筒で燃焼を行わせて一旦エンジンを逆転させた後、エンジン停止時に膨張行程にある気筒で燃焼を行わせて上記エンジンに正転方向のトルクを発生させて自動的に再始動させる自動再始動制御を行う再始動制御手段を備えたエンジンの始動装置であって、エンジンに正転方向の駆動力を付与するスタータモータを備え、上記再始動制御手段は、上記自動再始動制御において、所定期間に上記スタータモータを駆動させるバックアップ始動制御を必要に応じて行うように構成され、上記バックアップ始動制御は、上記エンジン逆転のための燃焼後、その逆転状態のまま何れかの気筒が上死点を通過したときに必要と判定され、上記バックアップ始動制御において、上記スタータモータからの駆動力付与が、エンジンが逆転から正転に転じる付近のタイミングでなされるとともに、上記エンジン停止時に膨張行程にある気筒に対し、逆転によって当該気筒に生じた圧縮行程中に追加燃料が供給されることを特徴とする。

40

【0012】

請求項 2 に係る発明は、請求項 1 記載のエンジンの始動装置において、少なくとも吸気弁を電磁力で開閉駆動する電磁式動弁機構を備え、上記電磁式動弁機構は、上記エンジン停止時に膨張行程にある気筒の、上記追加燃料が供給される圧縮行程中かつエンジン正転

50

中に、当該気筒の吸気バルブを所定期間開弁することを特徴とする。

【0013】

請求項3に係る発明は、請求項2記載のエンジンの始動装置において、エンジンの温度状態を検出するエンジン温度検出手段を備え、エンジン温度が所定値以下のときは、上記吸気バルブの所定期間の開弁を禁止することを特徴とする。

【0014】

請求項4に係る発明は、請求項1乃至3の何れか1項に記載のエンジンの始動装置において、上記再始動制御手段は、上記スタータモータの駆動開始時期を、エンジン逆転中の行程の略中間点を起算点として算出することを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

請求項1の発明によると、以下説明するように、逆転始動方式において、過逆転が生じた場合の始動性を高めることができる。

【0016】

過逆転が生じた場合、エンジン停止時より前の行程（例えば停止時膨張行程気筒であれば圧縮行程）でピストンが減衰振動し、停止に向かう。従って、そのピストン反転ポイントとして逆転から正転に転じるタイミングがある。本発明では、そのタイミングを捉えてスタータによる駆動力付与を行わせるのである。こうすることにより、例えば完全停止を待ってからスタータで始動させる場合などよりも迅速な始動を行わせることができる。

【0017】

また、逆転から正転に転じるポイントでは回転速度が略0付近となるので、スタータにかかる負担が少なく、その耐久性低下を抑制することができる。

【0018】

そして、停止時膨張行程気筒の、逆転によって生じた圧縮行程中に追加燃料が供給されるので、当該気筒での温間ロックが抑制される。温間ロックとは、気筒内が高温、高圧となることにより、圧縮行程で自着火が起きる現象である。温間ロックが起こると逆向きのトルクが発生するので、始動性に悪影響を及ぼす。

【0019】

過逆転が起こるということは、停止時膨張行程気筒での最初の燃焼に、失火或いは燃焼不良等が発生したものと考えられる。逆に言えば、不十分ではあるものの燃焼が行われた可能性がある。従って停止時膨張行程気筒では、その既燃ガスが排出されることなく過逆転中の圧縮行程で（正転に転じた後に）圧縮される。このため温間ロックの起き易い状態となっている可能性が高いのである。

【0020】

そこで本発明では、その停止時膨張行程気筒に圧縮行程で燃料を供給することにより、その気化潜熱によって筒内の温度や圧力を低減させ、効果的に温間ロックを抑制しているのである。

【0021】

なお、この追加燃料は、次の膨張行程で燃焼させ、正転方向のトルクを発生させることができる。停止時膨張行程気筒での最初の燃焼が不十分であったため、追加燃料を燃焼させるための空気（酸素）が気筒内に残存しているからである。

【0022】

請求項2の発明によると、停止時膨張行程気筒における、過逆転による圧縮行程で吸気バルブを開弁することにより、筒内圧力を低減することができるので、一層効果的に温間ロックを抑制することができる。しかも、追加燃料のみによって筒内圧力を低減させる場合よりも相対的に燃料追加量を低減させることができる。また、吸気弁の開弁による新気の導入も期待できることも相俟って、その燃焼によって生じるスモーク（黒煙）を低減することができる。

【0023】

請求項3の発明によると、エンジン温度が比較的低く、温間ロックの懸念が比較的小さ

10

20

30

40

50

い場合に、上記吸気弁の開弁を禁止することによって、高い筒内圧を維持した状態で、追加燃料による高い燃焼エネルギーを得ることができる。

【0024】

請求項4の発明によると、以下に説明するように、スタータの駆動を開始すべきタイミングを容易かつ精度良く算出することができる。

【0025】

逆転中のピストンの動きは減衰振動となるが、この減衰振動には、振幅が変化しても周期の変化が小さいという性質がある。つまり、ピストンの反転タイミングの時間的中心点は、減衰振動の中心、つまり行程中間点なのである（1行程180°CAであれば、90°CAのポイント）。

10

【0026】

換言すれば、過逆転を開始してから行程中間点（起算点）に至った時間と、起算点からエンジンが正転に転ずるまでの時間が略等しい。この関係を利用して、過逆転を開始してから起算点に至った時間からスタータの遅れ時間を差し引くことにより、起算点からスタータの駆動を開始すべきタイミングまでの時間を精度良く算出することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態を説明する。

【0028】

図1および図2は本発明の一実施形態による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10およびシリンダブロック11を有するエンジン本体1と、エンジン制御用のECU2とを備える。エンジン本体1には複数の気筒（当実施形態では4つの気筒）12A~12Dが設けられている。各気筒12A~12Dにはコンロッドを介してクランクシャフト3に連結されたピストン13が嵌挿され、ピストン13の上方に燃焼室14が形成されている。

20

【0029】

各気筒12A~12Dの燃焼室14の頂部には点火装置27に接続された点火プラグ15が装備され、そのプラグ先端が燃焼室14内に臨んでいる。さらに、燃焼室14の側方部には、燃焼室14内に燃料を直接噴射する燃料噴射弁16（燃料供給手段）が設けられている。この燃料噴射弁16は、図略のニードル弁及びソレノイドを内蔵し、パルス信号が入力されることにより、そのパルス入力時期に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噴射するように構成されている。そして、点火プラグ15付近に向けて燃料を噴射するように燃料噴射弁16の噴射方向が設定されている。

30

【0030】

また、各気筒12A~12Dの燃焼室14に対して吸気ポート17及び排気ポート18が開口し、これらのポート17,18に吸気弁19及び排気弁20が装備されている。これら吸気弁19及び排気弁20は、電磁VVT50（電磁式動弁機構）によって駆動される。

【0031】

電磁VVT50は、電磁力で吸排気弁19,20を開閉駆動する電磁式動弁機構である。電磁VVT50は周知の構造なので簡潔に記すが、電磁石のオン・オフによって直接吸排気弁19,20を開閉させるものであって、一種のVVT（Variable Valve Timing）である。但し従来のカム位相をずらすようなVVTよりも格段に制御自由度が高く、任意のクランク角で吸排気弁19,20を開閉することができる。吸気弁19には吸気側VVT51が、排気弁20には排気側VVT52がそれぞれ設けられている。

40

【0032】

上記吸気ポート17および排気ポート18には、吸気通路21および排気通路22が接続されている。上記吸気ポート17に近い吸気通路21の下流側は、図2に示すように、各気筒12A~12Dに対応して独立した分岐吸気通路21aとされ、この各分岐吸気通

50

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 からなる吸気流量調節手段が配設されている。スロットル弁 2 3 に、アイドル運転時の回転速度を調節する図略の I S C (Idle Speed Control) ユニットを併設しても良い。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 と吸気温度を検出する吸気温センサ 2 9 とが配設されている。またスロットル弁 2 3 の下流側には吸気圧力 (ブースト圧) を検出する吸気圧センサ 2 6 が配設されている。また排気通路 2 2 には、排気を浄化する排気浄化装置 3 7 が設けられている。

【 0 0 3 3 】

また、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シャフト 3 に連結されたオルタネータ (発電機) 2 8 が付設されている。このオルタネータ 2 8 は、図略のフィールドコイルの電流をレギュレータ回路 2 8 a で制御して出力電圧を調節できるように構成され、E C U 2 からの制御信号に基づき、通常時に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目標発電電流の制御が実行されるように構成されている。

【 0 0 3 4 】

また、エンジン本体 1 には、クランクシャフト 3 に直結されたリングギヤ 3 6 b を駆動するスタータモータ (以下スタータ 3 6 と称す) が設けられている。スタータ 3 6 は、必要に応じてピニオンギヤ 3 6 a をリングギヤ 3 6 b に噛み合わせ、そのピニオンギヤ 3 6 a を駆動することにより、エンジンを正転方向に駆動する。スタータ 3 6 として、オルタネータを統合したモータ (I S G : Integrated Starter Generator) を用いても良い。スタータ 3 6 は、通常のエンジン始動時に用いられる他、当実施形態の自動再始動制御において、必要に応じてなされるバックアップ始動制御を行うときにも用いられる。

【 0 0 3 5 】

さらに、上記エンジンには、クランクシャフト 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、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シャフト 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 6 】

また、上記エンジンでは、カムシャフトの特定回転位置を検出して気筒識別信号として出力するカム角センサ 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、さらに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 と、運転者がブレーキ操作を行ったことを検出するブレーキセンサ 3 5 と、車速を検出する車速センサ 3 8 とが設けられている。

【 0 0 3 7 】

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、一時的に停止状態にあって、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自動再始動制御を行うように構成されている。つまり E C U 2 は再始動制御手段として機能する。

【 0 0 3 8 】

以下 E C U 2 の説明にあたり、上記自動再始動制御およびバックアップ始動制御に関する部分を中心に説明する。

【 0 0 3 9 】

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 、アクセル開度センサ 3 4 、ブレーキセンサ 3 5 および車速センサ 3 8 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 、点火プラグ 1 5 の点火装置 2 7 、オルタネータ 2 8 のレギュレータ回路 2 8 a およびスタータ 3 6 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 、

10

20

30

40

50

発電量制御部 4 4、ピストン位置検出部 4 5、スタータ制御部 4 6 および電磁 V V T 制御部 4 8 を機能的に含んでいる。

【 0 0 4 0 】

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。

【 0 0 4 1 】

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 4 2 】

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。スロットル弁 2 3 に I S C ユニットが併設されている場合は、その制御 ( I S C 制御 ) も行う。

10

【 0 0 4 3 】

発電量制御部 4 4 は、オルタネータ 2 8 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 2 8 a に出力する。特に当実施形態では、エンジン自動停止制御においてオルタネータ 2 8 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 1 3 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 4 4 は、その際のオルタネータ 2 8 の発電量の調節も行う。

【 0 0 4 4 】

ピストン位置検出部 4 5 は、クランク角センサ 3 0 , 3 1 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 ( ° C A ) 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、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。

20

【 0 0 4 5 】

スタータ制御部 4 6 は、スタータ 3 6 の駆動制御を行う。通常は、運転者のエンジン始動操作に応じてスタータ 3 6 に駆動信号を送る。また自動再始動制御において、必要に応じてエンジン始動を補助するバックアップ始動制御を行う際にもスタータ 3 6 に駆動信号を送る。

【 0 0 4 6 】

電磁 V V T 制御部 4 8 は、電磁 V V T 5 0 による吸気弁 1 9 および排気弁 2 0 の開閉時期を設定するパルプタイミング制御手段である。

30

【 0 0 4 7 】

以上のような構成の E C U 2 によって自動再始動制御を行うにあたり、当実施形態で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 1 3 を押し下げてクランクシャフト 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 1 3 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、クランクシャフト 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。

【 0 0 4 8 】

上記のように原則としてスタータ 3 6 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越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。

40

【 0 0 4 9 】

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 1 8 0 ° C A だけずれているため、各ピストン 1 3 が互いに逆方向に作動する。膨張行程気筒のピストン 1 3 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

50

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 1 3 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シャフト 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。

#### 【 0 0 5 0 】

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  $100^{\circ} \sim 120^{\circ}$  CA となる範囲 R 内にピストン 1 3 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シャフト 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、クランクシャフト 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 R とする）。そこで、ピストン 1 3 を適正停止範囲 R 内に停止させるよう、ECU 2 によってスロットル弁 2 3 の開度を調節する等のエンジン自動停止制御が行われる。

10

#### 【 0 0 5 1 】

このエンジン自動停止制御については種々提案されており、特許文献 1 や特許文献 2 にも詳述されているので、ここでは簡潔に記す。所定の自動停止条件が成立すると、エンジンへの燃料供給が停止される。するとエンジン回転速度が次第に低下して行き、まもなく完全に停止する。エンジンへの燃料供給を停止する前後のタイミングから完全に停止するまで、スロットル弁 2 3 の開度やオルタネータ 2 8 の発電量等を制御することにより、最終的にピストン 1 3 が上記適正停止範囲 R に停止するように調整される。ここでは、ピストン 1 3 を適正停止範囲 R に停止させることに成功したことを前提に以下説明を続ける。

20

#### 【 0 0 5 2 】

図 4 は、エンジン自動再始動制御、およびバックアップ始動制御を含むタイムチャートであり、上段にはエンジン回転速度、中段には各気筒の行程推移チャート、下段にはバックアップ始動制御におけるスタータ 3 6 の駆動制御に関するチャートをそれぞれ示す。

#### 【 0 0 5 3 】

なお、以下説明を簡潔にするため、エンジンが完全に停止している時点  $t_1$  において、# 1 気筒 1 2 A が圧縮行程、# 2 気筒 1 2 B が膨張行程、# 3 気筒 1 2 C が吸気行程、# 4 気筒 1 2 D が排気行程にあるものとする。そして便宜上、# 1 気筒 1 2 A を停止時圧縮行程気筒 1 2 A、# 2 気筒 1 2 B を停止時膨張行程気筒 1 2 B、# 3 気筒 1 2 C を停止時吸気行程気筒 1 2 C、# 4 気筒 1 2 D を停止時排気行程気筒 1 2 D と称する。

30

#### 【 0 0 5 4 】

エンジン回転速度の特性は、二点鎖線で示す特性 7 2 が、通常の自動再始動制御の場合、つまり逆転始動方式による始動が成功した場合の特性である。また実線で示す特性 7 1 が、逆転始動方式による始動を試みたものの、過逆転を起こしてしまい、バックアップ始動制御によって始動を行った場合の特性である。中段および下段の各チャートは、特性 7 1 の場合のものである。

#### 【 0 0 5 5 】

まず、通常の自動再始動制御の場合について説明する。時点  $t_1$  で所定のエンジン再始動条件（アクセルオン、ブレーキオフ、エアコンオン、バッテリー電圧が低下などのうち、少なくとも 1 つが YES のときに成立）が成立すると、ECU 2 は、まずピストン 1 3 の停止位置に基づいて停止時圧縮行程気筒 1 2 A および停止時膨張行程気筒 1 2 B 内の空気量を求め、さらにその空気量に応じて適宜空燃比となるように各気筒への燃料噴射量を設定する。

40

#### 【 0 0 5 6 】

そして、まず停止時圧縮行程気筒 1 2 A に対して 1 回目の燃料噴射 8 1 が行われる。この燃料噴射 8 1 は、理論空燃比ないしはそれよりリッチ空燃比となるようにすることが望ましい。そうすることにより、停止時圧縮行程気筒 1 2 A 内の空気量が少ないときであっ

50



ても、逆転のための燃焼エネルギーを充分得ることができる。

【0057】

そして燃料噴射81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82が行われる。この燃焼によって、エンジン(クランクシャフト3)は逆回転する。すなわちエンジン回転速度が負の値となる。

【0058】

点火82から一定時間内にクランク角センサ30, 31からの信号により、ピストン13が動いた(逆転を始めた)ことを確認後、停止時膨張行程気筒12Bに燃料噴射を行う。当実施形態では、停止時膨張行程気筒12Bへの燃料噴射を83と84とに分割して行う。前段噴射83によって気化が促進される。また後段噴射84によって、ピストン13が上死点に接近したときの筒内圧が低減され、ピストン13をより上死点近くにまで上昇させることができる。なお、前段噴射83は、もっと早期、例えば燃料噴射81と略同時期、あるいはそれよりも早い時期(再始動条件成立以前)に行っても良い。

10

【0059】

その後、所定のディレー時間経過後に点火され(85)、燃焼が行われる。この点火85による停止時膨張行程気筒12Bでの燃焼により、エンジンは逆転から正転に転じる(時点t2付近)。以降、通常燃焼へと移行して行く。

【0060】

次に、過逆転を起こした場合(エンジン回転速度の特性71)について説明する。この場合、点火85を行うまでは上記の場合と同様である。しかし、失火、燃焼不良その他何らかの原因で停止時膨張行程気筒12Bにおいて大きな燃焼エネルギーを得ることができず、停止時膨張行程気筒12Bに関して言えば、逆回転したまま圧縮上死点を越えてしまい(時点t2)、1行程前の圧縮行程まで逆転してしまっている。

20

【0061】

こうなるとECU2はバックアップ始動制御を開始する。バックアップ始動制御では、まずピストン13が正転に転じるまで待機する。図の例では、停止時排気行程気筒12Dが逆転の膨張行程になっている。つまり停止時排気行程気筒12Dでは過逆転中はピストン13が下死点側から上死点側に上昇中であり、その圧縮反力の増大により、やがて正転に転じるのである(時点t5)。

【0062】

このタイミングを捉え、望ましくはエンジン回転速度が、正転側で0~60rpm程度の範囲で、スタータ36からリングギヤ36bを介してクランクシャフト3に正転方向の駆動力が付与される(A1)。その強い駆動力によって、エンジンが正転方向に始動する。

30

【0063】

ところで、スタータ36は、スタータ制御部46が駆動開始信号を出してから、実際にクランクシャフト3に駆動力を付与するまでに、時間遅れTbを要する。従って、図4の時点t5でクランクシャフト3がスタータ36から駆動力を受けるためには、スタータ制御部46は、それよりも遅れ時間Tbだけ早いタイミング、すなわち時点t4でスタータ36の駆動を開始する必要がある。

40

【0064】

以下、駆動開始時点t4の算出方法について説明する。

【0065】

駆動開始時点t4は、スタータ制御部46によって、次の式(1)で求められる。

【0066】

$$(t4) = (t3) + (Ta) - (Tb) \quad \dots (式1)$$

(式1)において、t3は、駆動開始時点t4を求めるための起算点であって、ピストンが行程の中間点(90°CA)を通過した時点である。ここで、時点t2, t5と起算点t3との関係について説明する。時点t2は、行程の境界であり、ピストン13の反転ポイントである。また時点t5は、ピストン13が逆転から正転に転じる時点であり、や

50

はりピストンの反転ポイントである。つまり時点  $t_2$  ~ 時点  $t_5$  は、ピストン 13 の減衰振動における  $1/2$  周期となっている。減衰振動には、振幅が変化しても周期の変化が小さいという性質がある。つまり、時点  $t_2$  と時点  $t_5$  との時間的中心点は、減衰振動の中心、つまり行程中間点である起算点  $t_3$  となるのである。

【0067】

従って次の(式2)が成り立つ。また図4から明らかに(式3)が成り立つ。

【0068】

$(T_a) = (T_a') = (\text{減衰振動の} 1/4 \text{ 周期}) \quad \dots (式2)$

$(t_4) = (t_3) + (T_a') - (T_b) \quad \dots (式3)$

(式2)と(式3)から、(式1)が導き出せる。

10

【0069】

時間  $T_a$  は、時点  $t_2$  から時点  $t_3$  までの経過時間であるから、スタータ制御部 46 は、時点  $t_3$  以降は時間  $T_a$  を既知の値とすることができる。また遅れ時間  $T_b$  は、予め実験等によって求められている値に、バッテリー電圧等の補正要素を考慮することにより、やはり既知の値とすることができる。こうして、起算点  $t_3$  を経過したところで、(式1)によって駆動開始時点  $t_4$  が求められるのである。

【0070】

こうして、時点  $t_3$  を起算点とすることにより、駆動開始時点  $t_4$  を容易且つ精度良く求めることができる。またそうすることにより、スタータにかかる負担を軽減し、その耐久性低下を抑制することができる。

20

【0071】

時点  $t_5$  以降、エンジンは正転に転じる。ここで、点火 85 による燃焼(不完全ではあるが)によって、停止時膨張行程気筒 12B の気筒内が比較的高温、高圧になっている場合がある。そこで当実施形態では、この停止時膨張行程気筒 12B の圧縮行程で追加燃料噴射 86 を行う。この気化潜熱によって筒内の温度や圧力が低減するので、停止時膨張行程気筒 12B での温間ロックが効果的に抑制される。

【0072】

なお、この追加燃料は、次の膨張行程の、点火 87 によって燃焼する。これによって正転方向のトルクを発生させ、始動性を向上させることができる。

【0073】

また、エンジンが高温状態にあって、温間ロックが起こり易い状態のときは、さらに時点  $t_5$  以降の所定期間、電磁 VVT 50 によって停止時膨張行程気筒 12B の吸気弁 19 を開弁する(開弁期間 90)。こうすることにより、さらに筒内圧力を低減することができるので、一層効果的に温間ロックを抑制することができる。しかも、追加燃料のみによって筒内圧力を低減させる場合よりも相対的に追加燃料噴射 86 の噴射量を低減させることができ、吸気弁 19 の開弁による新気の導入も期待できることも相俟って、その燃焼によって生じるスモーク(黒煙)を低減することができる。

30

【0074】

時点  $t_6$  以降は、順次通常の燃焼を行い、円滑な再始動が完了する。

【0075】

図5~6は、バックアップ始動制御を含む自動再始動制御の制御フローチャートである。このフローチャートがスタートし、エンジンが完全停止した後(ステップ S1 で YES)、エンジンの再始動要求があったら(ステップ S3 で YES)、まず停止時圧縮行程気筒 12A での燃焼制御を行ってエンジンを一旦逆転させる(ステップ S5)。その後停止時膨張行程気筒 12B での燃焼制御を行う(ステップ S6)。

40

【0076】

次にエンジンが逆回転しつつ、上死点を越えたか否かが判定される(ステップ S7)。ここで YES の場合、過逆転を起こしていると判定され、バックアップ始動制御を開始する。次に、エンジンが逆回転しつつ、所定のクランク位置(上死点と下死点の中間位置)となったか否かが判定される(ステップ S9)。ステップ S9 で YES となった時点が、

50

図 4 の起算点  $t_3$  である。ここでスタータ 36 の駆動開始時点  $t_4$  の算出が可能になるので、その駆動制御を開始する（ステップ S 11）。

【0077】

そしてエンジンが逆転から正転に転じたら（ステップ S 13 で YES）、エンジン温度が所定値より高い高温状態であるか否かが判定される（ステップ S 14）。なお、エンジン温度は、水温センサ 33 によって検知される水温が代用特性として用いられる。ステップ S 14 で YES のとき、電磁 VVT 50 で停止時膨張行程気筒 12B の吸気弁 19 が所定期間開弁される（ステップ S 15 ~ 19）。これによって温間ロックが効果的に抑制される。またステップ S 14 で NO の場合、ステップ S 15 ~ 19 がスキップされて、停止時膨張行程気筒 12B 内の筒内圧力、筒内温度の低下が抑制される。

10

【0078】

いずれの場合も次に停止時膨張行程気筒 12B の圧縮行程で追加燃料の噴射が行われ（ステップ S 21）、温間ロックが抑制される。そして上死点 TDC を通過後（ステップ S 23 で YES）、追加燃料への点火が行われる（ステップ S 25）。そして通常燃焼に移行する。

【0079】

一方、ステップ S 7 で NO の場合は、バックアップ始動制御に移行せず、通常の逆転始動方式での始動（燃焼始動）を継続（ステップ S 29）した後、通常制御に移行する（ステップ S 27）。

【0080】

以上、本発明の実施形態について説明したが、この実施形態は、本発明の要旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。その変形例を以下に説明する。

20

【0081】

(1) 上記実施形態では、燃料噴射弁 16 について筒内噴射型のものを採用しているが、ポート噴射型の燃料噴射弁を採用する場合にも適用することができる。しかし筒内直噴型であるほうが、追加燃料噴射 86 の効果を顕著に享受することができる。

【0082】

(2) 上記実施形態では、説明の都合上、#1 気筒 12A を停止時圧縮行程気筒、#2 気筒 12B を停止時膨張行程気筒、#3 気筒 12C を停止時吸気行程気筒、#4 気筒 12D を停止時排気行程気筒であるとしたが、必ずしもそのようにする必要はなく、また自動停止する度に変動しても良い。但し着火順序は変動しないので、どの気筒が停止時膨張行程気筒であるかが決定すれば、他の気筒は一義的に決定する。

30

【0083】

(3) 上記実施形態の、自動再始動制御の開始時点である、エンジン完全停止に至る過程、或いは制御は、いかなるものであっても良い。また、ピストン 13 の停止位置が適正停止範囲 R にないものに本発明を適用しても良い。

【図面の簡単な説明】

【0084】

【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。

40

【図 3】エンジンの圧縮行程気筒と膨張行程気筒との関係を示す図である。(a) は圧縮行程気筒および膨張行程気筒のピストンの位置関係を示す図であり、(b) はピストンの停止位置と各気筒内の空気量との関係を示す図である。

【図 4】バックアップ始動制御を含むエンジン自動再始動制御のタイムチャートである。

【図 5】バックアップ始動制御を含むエンジン自動再始動制御のフローチャートの前半である。

【図 6】図 5 のフローチャートの後半である。

【符号の説明】

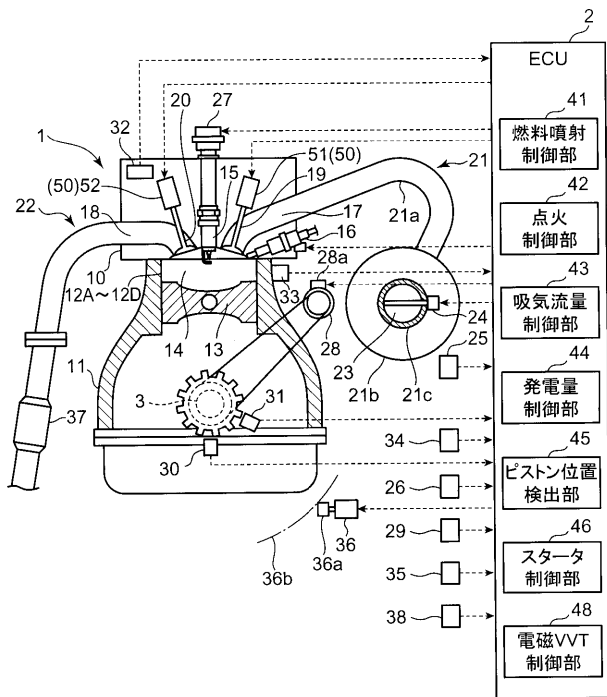
【0085】

1 エンジン本体

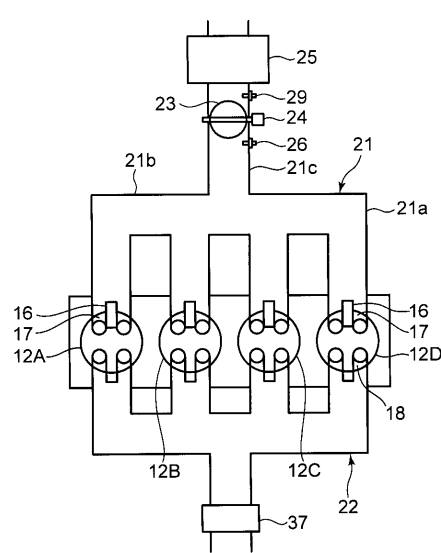
50

- 2 ECU (再始動制御手段)
- 1 2 A # 1 気筒 (停止時圧縮行程気筒)
- 1 2 B # 2 気筒 (停止時膨張行程気筒)
- 1 2 C # 3 気筒 (停止時吸気行程気筒)
- 1 2 D # 4 気筒 (停止時排気行程気筒)
- 1 6 燃料噴射弁 (燃料供給手段)
- 1 9 吸気弁
- 3 3 水温センサ (温度検出手段)
- 3 6 スタータ (スタータモータ)
- 5 0 電磁VVT (電磁式動弁機構)

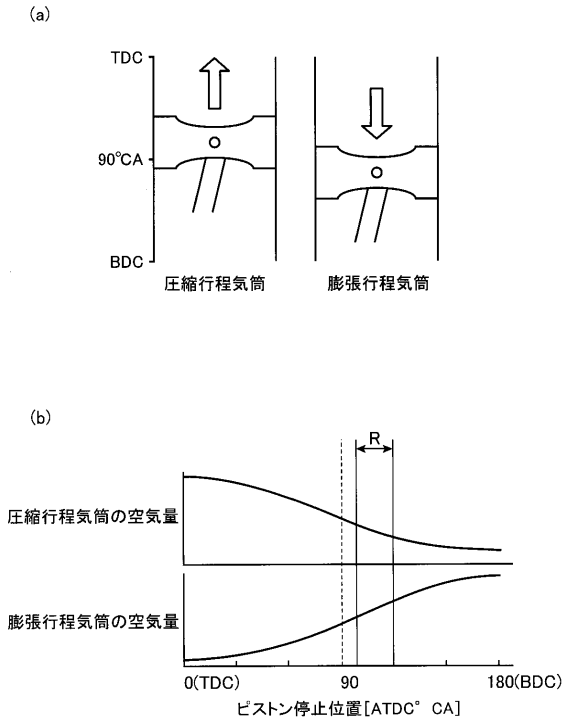
【図1】



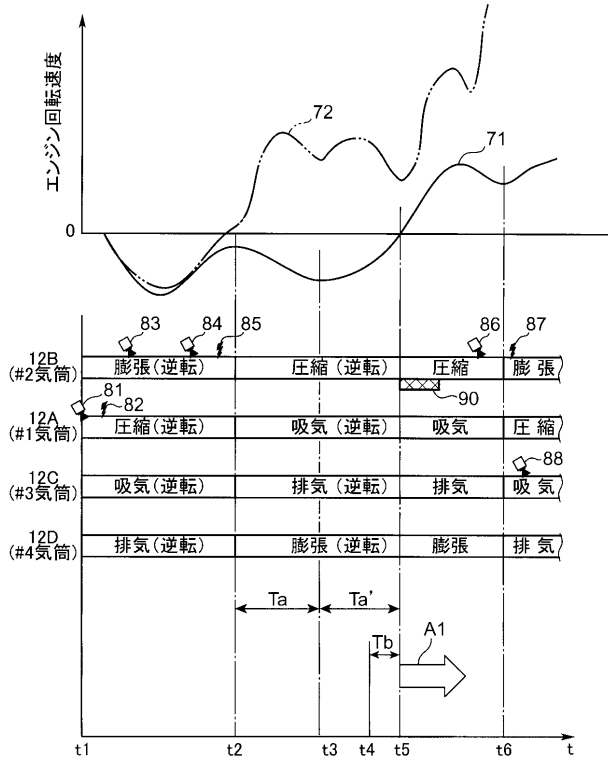
【図2】



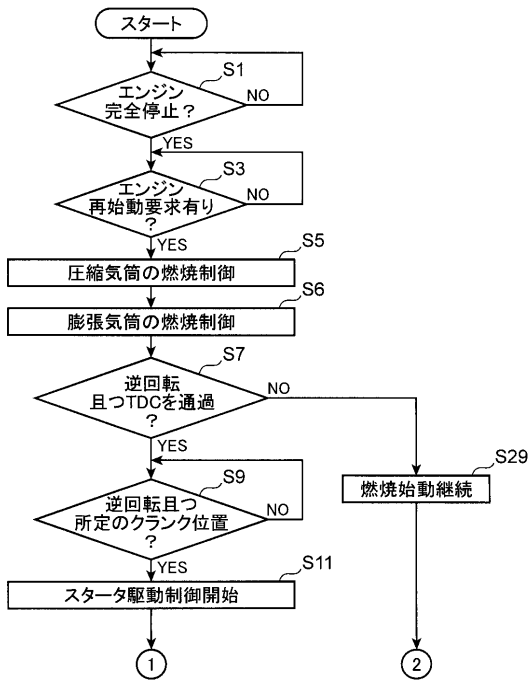
【 図 3 】



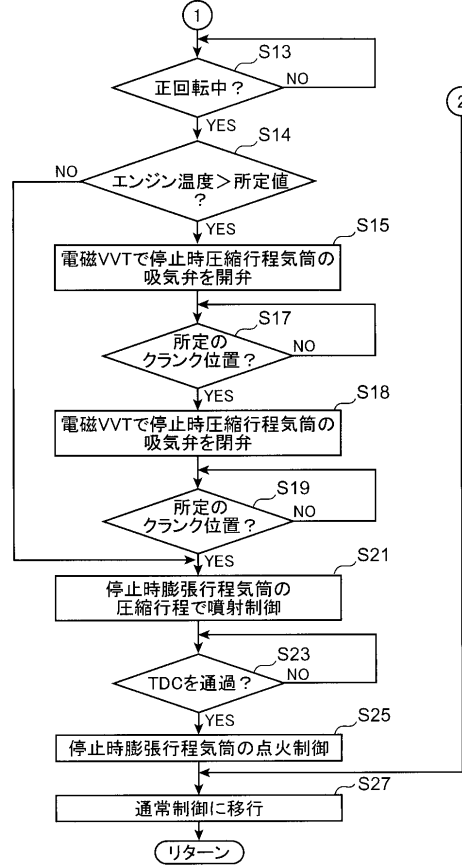
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
<b>F 0 2 N 15/00</b>	<b>(2006.01)</b>	F 0 2 N	9/02	
<b>F 0 2 N 17/00</b>	<b>(2006.01)</b>	F 0 2 N	11/08	F
		F 0 2 N	11/08	Y
		F 0 2 N	15/00	E
		F 0 2 N	17/00	Z

F ターム(参考) 3G092 AA01 AA06 AA11 AA13 AC03 BB01 BB06 DA01 DA07 DA12  
DC03 EA05 EA14 EA17 FA32 GA01 HA01Z HA04Z HA05Z HA06X  
HA13X HB01X HB02X HE01Z HE03Z HE08Z HF01X HF08Z HF21Z HF26Z  
3G301 HA01 HA04 HA19 JA03 KA04 KA27 KA28 LA03 LA07 LB04  
LC01 MA19 MA22 NE23 PA01Z PA07Z PA10Z PA11Z PE01Z PE03Z  
PE08Z PE10Z PF01Z PF03Z PF05Z  
3G384 AA01 AA06 AA07 AA29 BA13 BA18 BA26 BA39 BA52 CA02  
CA20 CA23 DA13 DA41 EB05 EB08 EB10 ED11 EG01 FA01Z  
FA04Z FA06Z FA08Z FA28Z FA56Z FA58Z FA71Z FA79Z FA86Z