

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4737103号
(P4737103)

(45) 発行日 平成23年7月27日 (2011.7.27)

(24) 登録日 平成23年5月13日 (2011.5.13)

(51) Int.Cl.

F 1

F O 2 D 45/00 (2006.01)

F O 2 D 45/00 3 1 2 A

F O 2 D 41/04 (2006.01)

F O 2 D 41/04 3 3 5 A

F O 2 D 41/34 (2006.01)

F O 2 D 41/34 F

F O 2 D 13/02 (2006.01)

F O 2 D 45/00 3 1 2 H

F O 2 D 41/02 (2006.01)

F O 2 D 13/02 K

請求項の数 5 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2007-18981 (P2007-18981)
 (22) 出願日 平成19年1月30日 (2007.1.30)
 (65) 公開番号 特開2008-184968 (P2008-184968A)
 (43) 公開日 平成20年8月14日 (2008.8.14)
 審査請求日 平成21年11月18日 (2009.11.18)

(73) 特許権者 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 100077931
 弁理士 前田 弘
 (74) 代理人 100110939
 弁理士 竹内 宏
 (74) 代理人 100110940
 弁理士 嶋田 高久
 (74) 代理人 100113262
 弁理士 竹内 祐二
 (74) 代理人 100115059
 弁理士 今江 克実
 (74) 代理人 100115691
 弁理士 藤田 篤史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガソリンエンジンの制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

気筒の排気行程ないし吸気行程において吸気弁及び排気弁の双方を閉じる負のオーバーラップ期間を設けて、既燃ガスを残留させ、圧縮行程の終盤以降において空燃比のリーンな予混合気を自己着火させる自己着火モードと、前記気筒内の略理論空燃比の予混合気に点火する火花点火モードと、のいずれかに切換えて、エンジンを運転するようにしたガソリンエンジンの制御装置であって、

エンジンには気筒内に燃料を直接、噴射する燃料噴射弁が設けられ、

前記自己着火モード及び火花点火モードのいずれか一方から他方への切換えに際して、前記負のオーバーラップ期間を設けるとともに、気筒内には略均一な予混合気を形成した後、前記燃料噴射弁により圧縮行程で燃料を噴射させて、点火プラグ周りに偏在する成層化混合気を形成し、この成層化混合気に点火して燃焼させることにより、予混合気の自己着火を誘発する切換え過渡時制御手段を備えることを特徴とするガソリンエンジンの制御装置。

【請求項2】

請求項1の制御装置において、

切換え過渡時制御手段は、モード切換えの際のエンジンの運転状態に応じて、相対的に高負荷側ないし高回転側ほど、切換え過渡時の制御を行う期間を短くするものであることを特徴とするガソリンエンジンの制御装置。

【請求項3】

請求項 1 又は 2 のいずれかの制御装置において、

切換え過渡時制御手段は、エンジンが低負荷低回転領域にあるとき、モード切換えに際して気筒内の残留既燃ガス量が所定以下になる期間は、略均一な予混合気の形成を行わずに燃料噴射弁により圧縮行程で燃料を噴射させ、点火プラグ周りの成層化混合気に点火して燃焼させるものであることを特徴とするガソリンエンジンの制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 つ制御装置において、

切換え過渡時制御手段は、負のオーバーラップ期間において燃料噴射弁により気筒内に燃料を直接、噴射させて、着火性の高い活性化混合気を形成するものであることを特徴とするガソリンエンジンの制御装置。

10

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 つ制御装置において、

吸気通路に燃料を噴射するように別の燃料噴射弁が設けられ、

切換え過渡時制御手段は、前記別の燃料噴射弁により燃料を噴射させて気筒内に略均一な予混合気を形成するものであることを特徴とするガソリンエンジンの制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、気筒内の予混合気を圧縮して自己着火により燃焼させるようにしたガソリンエンジンに関し、特に、自己着火の起き難い低負荷、低回転側の運転領域において、気筒の排気行程ないし吸気行程で吸排気弁の双方を閉じる負のオーバーラップ期間を設けて、気筒内の温度を高めるようにしたものに係る。

20

【背景技術】

【0002】

近年、ガソリンエンジンのさらなる燃費改善や排気清浄化を図るために、気筒内の予混合気を圧縮して自己着火により燃焼させるという新しい燃焼形態が提案されており、一般には、予混合圧縮着火燃焼（以下、HCCI燃焼ともいう）という呼称で知られている。この新しい燃焼形態では、従来一般的な火花点火による燃焼（以下、SI燃焼ともいう）とは異なり、気筒内の多数の箇所です予混合気が一斉に自己着火して燃焼を始めることから、熱効率が極めて高くなる。

30

【0003】

また、従来のSI燃焼を実現できない超希薄な予混合気や多量のEGRによって希釈した予混合気であっても、ピストンにより圧縮された気筒内の温度が所定以上に高くなれば自己着火するようになり、燃焼期間そのものは短いものの激しい燃焼にはならないことから、窒素酸化物の生成も格段に少なくなる。

【0004】

但し、エンジンが相対的に低負荷、低回転側の運転領域にあるときには、圧縮上死点（TDC）近傍においても予混合気の温度が自己着火温度まで上昇しない可能性があり、これに対し特許文献1に記載のガソリンエンジンでは、気筒の排気行程から吸気行程にかけて吸気弁及び排気弁の双方を閉じる負のオーバーラップ期間を設け、多量の既燃ガスを残留させること（以下、内部EGRともいう）で、気筒内の温度を高めるようにしている。

40

【0005】

一方で、所謂高負荷、高回転の運転領域においては予混合気が例えば圧縮行程中期頃の過早なタイミングで自己着火してしまい（所謂ノッキング）、HCCI燃焼は実現できないので、前記従来例のエンジンでは高負荷ないし高回転側の運転領域においてはSI燃焼を行うようにしている。すなわち、気筒内に略理論空燃比の均一な予混合気を形成し、これに点火して火炎面の伝播により燃焼させる。

【0006】

ところで、そうして高負荷ないし高回転側でSI燃焼を行うときには、HCCI燃焼のときのように多量の内部EGRガスが在ってはならないので、HCCI燃焼とSI燃焼と

50

を切換えるときには吸排気弁のオーバーラップ状態を変更して、内部 E G R ガス量を大幅に変更しなくてはならず、その切換えの途中では H C C I 燃焼には内部 E G R ガスが不足する一方、S I 燃焼には内部 E G R ガスが多すぎる状態になってしまう。

【0007】

この点に付き前記従来例（特許文献1）のエンジンでは、H C C I 燃焼と S I 燃焼との切換えに際し過渡的に、気筒の圧縮行程でのみ燃料を噴射させて点火プラグ周りの成層化混合気に点火する、所謂成層燃焼を行うようにしている。こうすれば、内部 E G R ガスの多すぎる状態であっても着火安定性を確保し易く、また、燃料噴射量が相対的に少なくなるため、ノッキングも起き難い。

【特許文献1】特開2001-152919号公報

10

【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、前記従来例のように燃焼の切換えに際し過渡的に成層燃焼を行うようにした場合は、点火プラグ周りのややリッチな混合気が点火されて燃焼するときに窒素酸化物の生成量が一時的に増大することになり、排気エミッションの観点からは改善の余地が残されている。

【0009】

斯かる点に鑑みて本発明の目的は、内部 E G R ガスの多い H C C I 燃焼とそれの少ない S I 燃焼とを切換えるようにしたガソリンエンジンにおいて、切換の過渡時における燃焼の不安定化やノッキングの発生を防止しながら、その際の排気エミッションの悪化も抑制することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0010】

前記の目的を達成するために本発明に係るエンジンの制御装置では、燃焼状態の切換えに際して過渡的に、点火プラグ周りの成層化混合気に点火して燃焼させることで気筒内の予混合気の自己着火を誘発する、自己着火アシストモードを設けたものである。

【0011】

具体的に請求項1の発明では、気筒の排気行程ないし吸気行程において吸気弁及び排気弁の双方を閉じる負のオーバーラップ期間を設けて既燃ガスを残留させ、圧縮行程の終盤以降において空燃比のリーンな予混合気を自己着火させる自己着火モードと、前記気筒内の略理論空燃比の予混合気に点火する火花点火モードと、のいずれかに切換えてエンジンを運転するようにしたガソリンエンジンの制御装置を対象とする。

30

【0012】

そして、エンジンには気筒内に燃料を直接、噴射する燃料噴射弁を設けて、前記自己着火モード及び火花点火モードのいずれか一方から他方へ切換えるときには、前記負のオーバーラップ期間を設けるとともに、気筒内には略均一な予混合気を形成した後に、前記燃料噴射弁により圧縮行程で燃料を噴射させて、点火プラグ周りに偏在する成層化混合気を形成し、この成層化混合気に点火して燃焼させることにより、予混合気の自己着火を誘発するようにした（切換え過渡時制御手段）。

40

【0013】

前記の構成により、まず、自己着火モードでは、気筒の排気行程ないし吸気行程において所定期間（負のオーバーラップ期間）、吸気弁及び排気弁の双方が閉じられて、気筒内に多量の既燃ガス（内部 E G R ガス）が残留するようになり、これにより気筒内の温度が上昇する。そして、圧縮行程におけるピストンの上昇に伴い予混合気が圧縮されると、その温度がさらに上昇して自己着火により燃焼（H C C I 燃焼）するようになる。

【0014】

一方、火花点火モードでは気筒内の略理論空燃比の予混合気に点火して燃焼（S I 燃焼）させることになるが、このときには前記 H C C I 燃焼に比べて内部 E G R ガス量を大幅に減らすことで、吸気の充填効率を高めて高出力を得ることができる。

50

【0015】

そして、前記自己着火モード及び火花点火モードの切換えの際に過渡的に、内部EGRガス量がHCCI燃焼には不足する一方、SI燃焼には多すぎる状態になると、基本的にはHCCI燃焼のときと同様に気筒内に略均一なリーン予混合気が形成されることになるが、これに加えて点火プラグ周りに成層化混合気が形成され、この成層化混合気が点火されて燃焼することにより予混合気の自己着火が誘発される（自己着火アシストモード）。

【0016】

つまり、点火プラグ周りの成層化混合気の燃焼によって予混合気の自己着火をアシストし、燃焼の不安定化等の不具合を防止できるとともに、そうして自己着火燃焼によって必要なエンジン出力が得られることから、成層化混合気を形成するための燃料量は従来例（特許文献1）に比べて格段に少なく済み、その燃焼に伴い生成される窒素酸化物の量も少なくなっており、排気エミッションの悪化が抑制される。

10

【0017】

そのような窒素酸化物の生成を抑えるという観点からは、前記のような切換え過渡時の制御はできるだけ短期間とするのがよいから、例えば、運転モードが切換わる時のエンジンの運転状態に応じて、相対的に高負荷側ないし高回転側ほど、切換え過渡時の制御を行う期間を短くするのが好ましい（請求項2）。

【0018】

すなわち、相対的に負荷や回転速度の高い運転状態であれば、気筒の温度も高いので、予混合気が自己着火し易くなるから、その分、切換え過渡時の制御を行う期間を短くすることによって、過渡時の燃焼による窒素酸化物の生成を極小化できる。尚、過渡時の制御を行う期間は、モード切換えの開始からの時間、或いは燃焼サイクル数によって設定すればよい。

20

【0019】

一方で、相対的に負荷や回転速度の低い運転状態では、その分、気筒の温度も低くなるので、前記のように成層化混合気への点火によってアシストしても、予混合気を安定して自己着火させることができない場合がある。すなわち、例えば自己着火モードから火花点火モードへの切換えの際には気筒内の内部EGRガス量が徐々に減少し、これに伴い徐々に予混合気が自己着火し難くなるから、そうして内部EGRガス量が所定以下になる期間は、従来例（特許文献1）に記載のエンジンと同様に、所謂成層燃焼を行うようにしてもよい。

30

【0020】

つまり、エンジンが低負荷低回転領域にあるときに、モード切換えに際して気筒内の残留既燃ガス量が所定以下になる期間は、略均一な予混合気の形成を行わずに燃料噴射弁により圧縮行程で燃料を噴射させて、点火プラグ周りの成層化混合気に点火して燃焼させることが好ましく（請求項3）、こうすれば、低負荷低回転領域においても切換え時に燃焼の不安定化等の不具合が生じることを防止できる。

【0021】

また、前記のようなエンジン制御装置において好ましいのは、負のオーバーラップ期間において燃料噴射弁により気筒内に燃料を直接、噴射させて、着火性の高い活性化混合気を形成することであり（請求項4）、こうすれば、予混合気中に含まれる活性化混合気によって自己着火を促進することができる。

40

【0022】

また、好ましいのは、気筒内に燃料を直接、噴射する燃料噴射弁とは別に、吸気通路に燃料を噴射するように燃料噴射弁を設け、気筒内に略均一な予混合気を形成するために、その別の燃料噴射弁により燃料を噴射させるようにすることである（請求項5）。

【0023】

そうして吸気通路に燃料を噴射するのであれば、吸気弁が開く前に燃料を噴射することもできるので、気筒内に直接噴射するのに比べて燃焼の気化霧化の時間を確保し易い。また、前記したように成層化混合気を形成するための燃料は少量の方が好ましい一方で、予

50

混合気形成のための燃料噴射量は、エンジンへ要求される出力に対応して多くしなくてはならないから、両者を同じ燃料噴射弁により行おうとすると無理があり、この点からも燃料噴射弁は流量特性の異なるものを複数、設ける方がよいのである。

【発明の効果】

【0024】

以上、説明したように本発明に係るガソリンエンジンの制御装置によると、自己着火モード（HCCI燃焼）と火花点火モード（SI燃焼）との切換えに際し過渡的に、内部EGRガス量がHCCI燃焼には不足する一方、SI燃焼には多すぎる状態になっても、点火プラグ周りの成層化混合気に点火して燃焼させることで、予混合気の自己着火をアシストすることで、燃焼の不安定化等を防止できるとともに、その際の窒素酸化物の生成を抑えて、排気エミッションの悪化を抑制することができる。

10

【0025】

特に、エンジンの運転状態に応じて、切換え過渡時の制御を行う期間を変更するようにすれば、過渡時の燃焼による窒素酸化物の生成を極小化して、排気エミッションの悪化を最小限に抑制できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。尚、以下の好ましい実施形態の説明は、本質的に例示に過ぎず、本発明、その適用物或いはその用途を制限することを意図するものではない。

20

【0027】

（全体構成）

図1は本発明に係るエンジン制御装置Aの全体構成を示し、符号1は、車両に搭載された多気筒ガソリンエンジンである。このエンジン1の本体は、複数の気筒2，2，…（1つのみ図示する）が設けられたシリンダブロック3上にシリンダヘッド4が配置されており、各気筒2内にはピストン5が嵌挿されて、その頂面とシリンダヘッド4の底面との間に燃焼室6が形成されている。ピストン5はコネクティングロッドによってクランク軸7に連結されており、クランク軸7の一端側にはその回転角（クランク角）を検出するためのクランク角センサ8が配設されている。

【0028】

30

前記シリンダヘッド4には、各気筒2毎に燃焼室6の天井部に開口するように吸気ポート9及び排気ポート10が形成されている。吸気ポート9は燃焼室6の天井部から斜め上方に向かって延びて、シリンダヘッド4の一側面に開口しており、排気ポート10は反対側の他側面に開口している。吸気ポート9及び排気ポート10は、それぞれ吸気弁11及び排気弁12によって開閉されるようになっており、これら吸排気弁11，12は、シリンダヘッド4に配設された動弁機構13のカム軸（図示せず）によりクランク軸7の回転に同期して駆動されるようになっている。

【0029】

前記動弁機構13には、吸気側及び排気側にそれぞれ、弁リフト量を連続的に変更可能な公知のリフト可変機構14（以下、VVLと略称する）と、弁リフトのクランク回転に対する位相角を連続的に変更可能な公知の位相可変機構15（以下、VVTと略称する）と、が組み込まれており、それらの作動によって吸排気弁11，12のリフト特性を変更し、気筒2への吸気の充填量や残留既燃ガス（内部EGRガス）の量を調整することができる。尚、VVL14については例えば特開2006-329022号公報、2006-329023号公報等に記載されたものを使用すればよい。

40

【0030】

また、各気筒2の燃焼室6の天井部に電極を臨ませて点火プラグ16が配設され、点火回路17によって所定の点火タイミングにて通電されるようになっている。一方、燃焼室6の吸気側の周縁部に先端を臨ませて気筒2内に燃料直接、噴射する直噴インジェクタ18が配設されている。この直噴インジェクタ18は、比較的少量の燃料を噴射するときに

50

高い精度で流量制御が可能な小容量のものであり、これにより気筒 2 の圧縮行程の中盤以降に少量の燃料を噴射すると、点火プラグ 16 の電極近傍に偏在する混合気塊（成層化混合気）が形成される。

【0031】

また、この実施形態では、吸気ポート 9 に臨んで燃料を噴射するようにポートインジェクタ 19（別の燃料噴射弁）が配設されている。このポートインジェクタ 19 は、エンジン 1 の最大トルクに対応して多量の燃料を噴射可能な大容量のものであり、気筒 2 の圧縮行程から膨張、排気及び吸気行程にかけて燃料を噴射することで、高回転域でも十分な噴射時間を確保することができる。そうして噴射された燃料噴霧は吸気と共に気筒 2 内に流入し、ピストン 5 の下降に伴い容積の拡大する気筒 2 内に広く分散して、概ね均一な予混合気を形成する。

10

【0032】

尚、前記各気筒 2 毎のインジェクタ 18, 19 には、図示しないが、それぞれ高圧及び低圧燃料供給ラインが接続されている。低圧の供給ラインには低圧燃料ポンプにより燃料タンクから吸い上げられた燃料が供給され、この低圧の供給ラインから分岐した高圧の供給ラインには、燃料を昇圧させて送り出す高圧燃料ポンプが介設されている。

【0033】

図においてエンジン 1 の右側に位置するシリンダヘッド 4 の一側には吸気系が配設され、各気筒 2 の吸気ポート 9 には吸気通路 20 が連通している。この吸気通路 20 は、エンジン 1 の各気筒 2 の燃焼室 6 に対して図外のエアクリーナにより濾過した空気を供給するためのものであり、サージタンク 21 の上流の共通通路には電気式スロットル弁 22 とが配設されている。サージタンク 21 の下流で吸気通路 20 は各気筒 2 毎に分岐して、それぞれ吸気ポート 9 に連通している。

20

【0034】

一方、シリンダヘッド 4 の他側には排気系が配設され、各気筒 2 の排気ポート 10 にはそれぞれ、各気筒 2 毎に分岐した排気通路 25（排気マニホールド）が接続されている。この排気マニホールドの集合部には排気中の酸素濃度を検出するセンサ 26 が配設されている。また、排気マニホールドよりも下流側の排気通路 25 には、排気中の有害成分を浄化するための触媒 27 が配設されている。

【0035】

30

上述の如く構成されたエンジン 1 の運転制御を行うために、パワートレインコントロールモジュール 30（以下、PCM という）が設けられている。これは、周知の如く CPU、メモリ、I/O インターフェース回路等を備えており、図 2 にも示すように、クランク角センサ 8、酸素濃度センサ 26 等からの信号を入力するとともに、吸気通路 20 における空気の流量を計測するエアフローセンサ 31 からの信号と、図示しないアクセルペダルの操作量（アクセル開度）を検出するアクセル開度センサ 32 からの信号と、車両の走行速度を検出する車速センサ 33 からの信号と、を少なくとも入力する。

【0036】

そして、PCM 30 は、前記各種センサからの信号等に基づいて、エンジン 1 の運転状態（例えば負荷状態及びエンジン回転速度）を判定し、これに応じて VVL 14、VVT 15、点火回路 17、直噴インジェクタ 18、ポートインジェクタ 19、電気式スロットル弁 22 等を制御する。すなわち、PCM 30 は、主に VVL 14 の作動によって吸排気弁 11, 12 のリフト量を調整し、気筒 2 への吸気（空気）の充填量を制御するとともに、主に VVT 15 の作動によって吸排気弁 11, 12 のオーバーラップ期間を調整し、内部 EGR ガス量を制御する。

40

【0037】

それら VVL 14 及び VVT 15 の制御によって吸排気弁 11, 12 のリフトカーブ L_{in} , L_{ex} は、図 3 に模式的に示すようにそれぞれ最小リフトから最大リフトまでの間で連続的に変化する。吸排気弁 11, 12 のリフト量は、エンジン 1 の負荷（目標トルク）や回転速度が高いほど大きくなり、これに伴いオーバーラップ期間（正のオーバーラップ期

50

間)が生じるようになる。一方、相対的に低負荷、低回転側では吸排気弁11, 12の双方が閉じる負のオーバーラップ期間が生じ、内部EGRガス量がかなり多くなる。

【0038】

そうして主にVVL14の制御によって気筒2への吸気の充填量を広い範囲で変更することができるので、この実施形態のエンジン1ではスロットル弁22の制御によらず出力を制御することができる。よって、吸気通路20に設けられたスロットル弁22は、主にフェールセーフのためのものであり、通常はエンジン1の部分負荷域においても全開とされて、ポンピングロス低減が図られている。

【0039】

また、PCM30は、2つのインジェクタ18, 19のそれぞれを、後述の如き所定のタイミングで作動させることにより、気筒2内の空燃比や混合気の形成状態を切換えるとともに、前記のように主にVVT15の作動によって気筒2内の内部EGRガス量を制御し、さらに点火プラグ16の作動状態を切換えることで、エンジン1の燃焼状態を以下に述べるHCCI燃焼とSI燃焼とに切換えるようになっている。

【0040】

(エンジン制御の概要)

具体的には図4に制御マップの一例を示すように、相対的に低負荷且つ低回転側の運転領域(I)においては、気筒2内に形成した予混合気に直接は点火することなく、これをピストン5の上昇により圧縮して自己着火させる(自己着火モード)。このときには基本的に、気筒2の吸気行程においてポートインジェクタ19により燃料を吸気ポート9内に噴射させ、吸気と混合させながら気筒2内へ供給して概ね均一な予混合気を形成する。この際、燃料噴射量はエアフローセンサ31等の信号により求められる気筒2への吸気充填量に応じて、該気筒内2の空燃比がリーンになるように制御する。

【0041】

また、気筒2の排気行程ないし吸気行程において排気弁11が閉じてから吸気弁12が開くまでの期間(吸排気弁11, 12の双方が閉じる負のオーバーラップ期間)を設け、多量の内部EGRガスによって気筒2内の温度を高めることにより、予混合気の自己着火を促進する。負のオーバーラップ期間が相対的に長くなれば内部EGRガス量も増大し、自己着火のタイミングが進角する。

【0042】

そのような予混合気の圧縮による自己着火については従来よりHCCI(Homogenous Charge Compression Ignition)と呼ばれている。このHCCIによる燃焼は、図5に模式的に示すように、気筒2内の燃焼室6における多数の箇所で予混合気が略一斉に自己着火して燃焼を開始するものと考えられており、従来一般的な火炎伝播による燃焼(Spark Ignition: SI燃焼)に比べて燃焼期間が短くなって、熱効率が高くなる。

【0043】

また、そうして予混合気が自己着火するHCCI燃焼は、SI燃焼の実現が困難な超薄(リーン)な予混合気や多量の内部EGRガスによって希釈した予混合気であっても実現可能であり、前記のように燃焼期間は短くても燃焼温度は低いことから、窒素酸化物の生成は非常に少なくなる。一方で、あまり希薄でない予混合気や希釈度合いの低い予混合気では自己着火のタイミングが早くなり過ぎて、HCCI燃焼を実現できない。

【0044】

つまり、HCCI燃焼はかなりリーンな予混合気か、或いは多量のEGRによって希釈した予混合気において実現されるものであり、本来、あまり高い出力は得られないものなので、この実施形態においても、前記の制御マップ(図4)に示すように相対的に高負荷ないし高回転側の運転領域(II)においては、SI燃焼を行うようにしている。すなわち、ポートインジェクタ19により気筒2の圧縮行程ないし吸気行程で燃料を吸気ポート9に噴射させ、吸気と混合させながら気筒2内へ供給して概ね均一な予混合気を形成する(火花点火モード)。このときには気筒内2の空燃比が略理論空燃比になるように燃料噴射量を制御する。

10

20

30

40

50

【0045】

さらに、前記HCCI領域(I)よりもさらに低負荷、低回転側の運転領域(III)は、エンジン1のアイドルリング及びその近傍の非常に運転頻度の低い領域であるが、ここでは前記のように多量の内部EGRガスによって気筒2内の温度を高めるようにしても、安定した自己着火は難しいので、この運転領域(III)においても前記運転領域(II)と同様に略理論空燃比の予混合気に火花点火して、SI燃焼を行うようにしている(火花点火モード)。以下、前記運転領域(I)をHCCI領域(I)と呼び、運転領域(II)(III)はいずれもSI領域(II)(III)と呼ぶ。

【0046】

尚、前記HCCI領域(I)における相対的に低負荷、低回転側の領域(図4に斜めハッチングを入れて示す領域)においては、吸排気弁11, 12の負のオーバーラップ期間中に直噴インジェクタ18による燃料噴射(第1噴射)を行うようにしている。こうして高温の内部EGRガスに曝された燃料噴霧は直ちに気化するとともに、分子の鎖が切れてラジカルを生成したり、部分酸化反応が進んだりして、自己着火し易い活性化混合気を形成すると考えられている。

【0047】

ところで、前記図4に白抜きの矢印で示すように、エンジン1の運転状態が変化して、HCCI領域(I)とSI領域(II)(III)との間で移行するときには、これに応じてHCCI燃焼(自己着火モード)とSI燃焼(火花点火モード)とに切替えるために、燃料の噴射形態や空燃比、或いは内部EGRガス量を変更しなくてはならないが、特に内部EGRガス量についてはVVL14やVVT15の作動によって徐々に変化するものであり、噴射状態や空燃比のように瞬時に切替えることはできない。

【0048】

そして、安定したHCCI燃焼のためにはEGR率で約60%以上の多量の内部EGRガス量が求められる一方で、均一予混合気のSI燃焼は、EGR率が約30%未満の状態で行われるから、両者の切替えの際にはエンジン1の燃焼サイクルで2~5サイクル程度の期間、過渡的にEGR率が約30~60%の状態、即ち安定したHCCI燃焼が難しく、さりとてSI燃焼とするには内部EGRガス量が多すぎる状態になってしまう。

【0049】

そこで、この実施形態では、前記のような燃焼状態の切替えに際し過渡的に、成層化混合気への点火燃焼によってリーン予混合気の自己着火を誘発するようにしたものである。すなわち、図6に一例を示すように、燃焼切替えの際には吸排気の負のオーバーラップ期間が変化しても、その負のオーバーラップ期間中に直噴インジェクタ18による燃料噴射(第1噴射)を行い、自己着火し易い活性化混合気を形成する。

【0050】

それから吸気行程でポートインジェクタ19により燃料を噴射させて(第2噴射)、気筒2内に略均一な予混合気を形成し、その後、圧縮行程終盤に直噴インジェクタ18により少量の燃料を噴射させて(第3噴射)、点火プラグ16の電極付近に偏在する混合気塊(成層化混合気)を形成し、これに圧縮上死点(TDC)直後の所定タイミングで点火して、燃焼させる。

【0051】

そうして成層化混合気の点火、燃焼により予混合気の自己着火を誘発することによって、切替の過渡時に気筒2内のEGRガス量が不足する状態にあっても、リーン予混合気を安定的に自己着火させることができる。第3噴射の量は、火花点火が可能な成層化混合気を形成するための必要最小量でよく、必要なエンジン出力は主に予混合気の自己着火燃焼によって得られる。以下、そうして予混合気の自己着火を誘発(アシスト)するエンジン運転モードを自己着火アシストモードとも呼び、そのときの燃焼をHCCI燃焼と区別して、SCCI(Stratified Charge Compression Ignition)燃焼と呼ぶ。

【0052】

(具体的な制御手順)

10

20

30

40

50

次に、エンジン制御の具体的な手順を図7～9のフローチャートに基づいて説明すると、まず、図7のフローではHCCI燃焼（自己着火モード）とSI燃焼（火花点火モード）との切換えの判定手順を示し、スタート後のステップSA1では、クランク角センサ8、エアフローセンサ31、アクセル開度センサ32、車速センサ33等からの信号を入力し、ステップSA2ではエンジン1への要求トルク（負荷）とエンジン回転速度とを求める。すなわち、エンジン回転速度はクランク角センサ8からの信号によりダイレクトに演算すればよく、要求トルクは例えば車速及びアクセル開度に基づいて、或いはエアフローセンサ31からの信号とエンジン回転速度とに基づき内部EGR量を加味して、演算すればよい。

【0053】

10

そうして求めた要求トルクとエンジン回転速度とに基づいて、ステップSA3では、図4の制御マップを参照してエンジン1がHCCI領域(I)にあるかどうか判定する。この判定がNOであればSI領域(II)(III)にあるので、後述のステップSA5に進む一方、判定がYESであればステップSA4に進んで、今度はHCCI燃焼中であるかどうか判定する。この判定がNOであればSI燃焼からHCCI燃焼への切換え中であるから、図8のフローに進む一方、判定がYESであればHCCI燃焼のための制御を継続する。

【0054】

すなわち、まず、VVL14及びVVT15の制御によって負のオーバーラップ期間が生じるように吸排気弁11, 12の作動タイミングを制御する。これは例えば、目標トルク及びエンジン回転速度に基づき、予め実験的に設定してあるマップを参照して、所要の内部EGR量となるような吸排気弁11, 12のオーバーラップ量を決定し、そうなるように主にVVT15を制御すればよい。

20

【0055】

尚、VVL14についても目標トルク及びエンジン回転速度に基づき、予め実験的に設定してあるマップを参照して決定したリフト量となるように制御すればよい。このマップにおいて吸排気弁11, 12のリフト量は、気筒2への燃料供給量に対応して適切な空燃比となるように予め実験等により求めて設定されている。

【0056】

そうして吸排気弁11, 12の作動に負のオーバーラップ期間を設け、多量の内部EGRガスによって気筒2内の温度を高めるとともに、吸気行程でポートインジェクタ19により燃料を噴射させて、気筒2内に略均一なリーン予混合気を形成する。そして、圧縮行程の終盤以降に予混合気に点火することなく自己着火させて、燃焼させる。また、相対的に低負荷、低回転側であれば、前記負のオーバーラップ期間中に直噴インジェクタ18により燃料を噴射させて、予混合気の着火性を高めるようにする。

30

【0057】

一方、前記ステップSA3にてNOと判定して進んだステップSA5では、前記ステップSA4と同様にSI燃焼中であるかどうか判定し、この判定がNOでHCCI燃焼からSI燃焼への切換え中であれば、図9のフローに進む一方、判定がYESであれば、SI燃焼中であるから、そのための制御を継続する。すなわち、ポートインジェクタ1により気筒2の圧縮行程から吸気行程にかけて吸気ポート9へ燃料を噴射し、気筒2内に略理論空燃比の均一混合気を形成して、点火プラグ16により点火する。

40

【0058】

－HCCI燃焼への切換え－

次に、SI燃焼からHCCI燃焼への切換えについて説明すると、まず、図8のフローのステップSB1において、HCCI燃焼に適した吸排気弁11, 12の作動タイミングとなるようにVVL14及びVVT15を制御する。すなわち、主にVVT15の作動によって吸気弁11の作動タイミングが遅角する一方、排気弁12の作動タイミングは進角し、徐々に負のオーバーラップ期間が大きくなって、内部EGRガスの量も増大する。

【0059】

続いてステップSB2において、エンジン1の運転状態から成層燃焼を行うかどうか判

50

定する。これは要するに、H C C I 領域(I)に高負荷、高回転側の S I 領域(II)から移行するのか、それとも低負荷、低回転側の S I 領域(III)から移行するのか、を判別するものであり、相対的に高負荷、高回転側の燃焼切換え時であれば、気筒 2 の温度が高く、成層燃焼を行う必要はないので（判定は N O）、後述のステップ S B 7 に進む。

【 0 0 6 0 】

一方、相対的に低負荷、低回転側の燃焼切換え時であれば、気筒 2 の温度も低いので、前記 V V T 1 5 等の作動によって徐々に増大する内部 E G R ガスの量が所定量（E G R 率で例えば 3 5 ～ 4 0 % くらい）以下の期間は、如何にしても予混合気を安定して自己着火させることは難しく、この期間は成層燃焼とすることで燃焼の安定化を図る。即ち、まずステップ S B 3 では気筒 2 の圧縮行程における第 3 の燃料噴射の量及び時期を決定し、その噴射時期になればステップ S B 4 で第 3 噴射を実行する。そして、ステップ S B 5 では点火プラグ 1 6 により成層化混合気に点火して燃焼させる。

10

【 0 0 6 1 】

尚、前記第 3 噴射の量も、例えば目標トルク及びエンジン回転速度に基づき、予め実験的に設定してあるマップを参照して決定すればよい。また、噴射時期は、噴射量及び点火時期等に対応する圧縮行程後期の適切な時期にすればよく、これも目標トルク及びエンジン回転速度に基づき、予め実験的に設定してあるマップを参照して決定するようにすればよい。

【 0 0 6 2 】

そして、ステップ S B 6 において、前記のような成層燃焼から S C C I 燃焼への切換えのタイミングになったかどうか判定し、この判定が N O であれば前記ステップ S B 3 に戻って成層燃焼を継続する。一方、V V T 1 5 等の作動によって内部 E G R ガス量が徐々に増大し、それが前記所定量を越えて、成層化混合気の火花点火により予混合気の自己着火を誘発（アシスト）できるようになれば（判定が Y E S）、ステップ S B 6 に進んで、以下のような自己着火アシストモードに切換える。

20

【 0 0 6 3 】

尚、前記切換えのタイミングになったかどうかの判定は、前記ステップ S B 1 において V V L 1 4 及び V V T 1 5 の制御を開始してからの時間経過に基づいて行うことができ、或いは V V L 1 4 及び V V T 1 5 の制御開始からの燃焼サイクル数をカウントして、判定するようにしてもよい。

30

【 0 0 6 4 】

そうして切換えのタイミングになった（Y E S）と判定して進んだステップ S B 7 では、インジェクタ 1 8、1 9 の各々による都合 3 回のそれぞれの燃料噴射量、即ち活性化混合気を形成するための直噴インジェクタ 1 8 による第 1 噴射量と、予混合気を形成するためのポートインジェクタ 1 9 による第 2 噴射量と、成層化混合気を形成するための直噴インジェクタ 1 8 による第 3 噴射量と、をそれぞれ予め実験的に設定してある噴射量マップから読み込んで、決定する。

【 0 0 6 5 】

この噴射量マップも、エンジン 1 の目標トルク及び回転速度に対応して第 1、第 2 及び第 3 の各噴射量の最適値を予め実験等により設定したものであり、詳しい説明は省略するが、例えば第 1、第 2 噴射量はそれぞれ目標トルクの増大に応じて増量すればよく、一方、第 3 噴射量は、火花点火が可能な成層化混合気を形成するための必要最小量とするのが好ましい。

40

【 0 0 6 6 】

また、ステップ S B 7 では、前記第 1、第 2 及び第 3 の各噴射時期（目標噴射時期）もそれぞれ予め実験的に設定してある噴射時期マップから読み込んで、決定する。例えば第 1 噴射の時期は、直噴インジェクタ 1 8 の開弁期間が吸排気弁 1 1、1 2 の負のオーバーラップ期間内に含まれるようにし、第 2 噴射の時期は吸気行程の中期から吸気弁 1 1 が開かれるまでの間に設定する。また、第 3 噴射の時期は圧縮行程終盤に設定するのがよい。

【 0 0 6 7 】

50

そして、ステップS B 8では、前記ステップS B 7にて決定した第1、第2及び第3噴射の時期において、それぞれ、第1噴射の時期に直噴インジェクタ18を、第2噴射の時期にポートインジェクタ19を、さらに第3噴射の時期に再び直噴インジェクタ18を作動させる。続くステップS B 9ではT D C近傍（T D C直後が望ましい）の所定の点火時期において点火回路17を作動させ、点火プラグ16に通電して、前記第3噴射によって点火プラグ16の近傍に形成された混合気塊（成層化混合気）に点火して燃焼させる。

【0068】

続いてステップS B 10において、前記S C C I燃焼からH C C I燃焼への切換えのタイミングになったかどうか判定し、この判定がN Oであれば前記ステップS B 7に戻って自己着火アシストモードでの運転を継続する一方、内部E G Rガス量が十分に多くなって、アシストなしでも予混合気が安定して自己着火するようになれば（判定がY E S）、ステップS B 11に進んで、前記したH C C I燃焼のための制御を実行し、しかる後にリターンする。

10

【0069】

尚、前記H C C I燃焼への切換えタイミングの判定も、ステップS B 5における判定と同様に、前記ステップS B 1においてV V L 14及びV V T 15の制御を開始してからの時間経過や燃焼サイクル数に基づいて行うことができる。また、その判定基準となる時間経過や燃焼サイクル数については、燃焼の切換え時におけるエンジン1の運転状態に応じて、相対的に高負荷側ないし高回転側ほど短い時間（少ない燃焼サイクル数）に設定するのが好ましい。

20

【0070】

これは、相対的にエンジン1の負荷や回転速度の高い運転状態であれば、気筒2の温度も高いので、予混合気が自己着火し易くなるから、その分は相対的に内部E G Rガス量が少なめな状態でもH C C I燃焼を安定的に実現できるからである。こうすれば、結果として燃焼切換えの過渡的な制御を行う期間を短くすることが可能になって、この過渡時のS C C I燃焼や成層燃焼に伴う窒素酸化物の生成が極小化される。

【0071】

前記のように、S I燃焼からH C C I燃焼への切換えに際し過渡的に、H C C I燃焼には内部E G Rガス量が少なく、予混合気を安定して自己着火させることができない状態になったとき、成層化混合気の火花点火によって自己着火をアシストするようにしている。また、低負荷低回転領域での切換えで前記のようにアシストしても予混合気の自己着火が難しい状況では、一時的に成層燃焼を行うようにしている。

30

【0072】

－ S I燃焼への切換え－

次に、H C C I燃焼からS I燃焼への切換えについて図9のフローに基づき、図10のタイムチャートを参照しながら説明する。この場合の制御の手順は、基本的に前記図8に示すS I燃焼からH C C I燃焼への切換えと逆のものであり、同じ手順についての詳しい説明は省略する。

【0073】

まず、図9のフローのステップS C 1では、前記図8のフローのステップS B 1と同様に主にV V T 15を制御して、S I燃焼に適した内部E G Rガス量となるように吸排気弁11、12の作動タイミングを制御する。これにより、図10(b)に示すように、時刻t0から時刻t2にかけて吸気弁11のリフトカーブL_{in}が進角側へ変位する一方、排気弁12のリフトカーブL_{ex}は遅角側へ変位し、負のオーバーラップ期間が徐々に小さくなって、同図(d)に示すように内部E G Rガス量が徐々に減少するようになる（同図ではE G R率で表している）。

40

【0074】

その内部E G Rガス量の減少に対応して、ステップS C 2～4では、図8のフローのステップS B 7～9と同じ手順でエンジン1を自己着火アシストモードで運転する。これにより図10(a)の如く燃焼状態はS C C I燃焼となる。この際、排気エミッションを考慮

50

して空燃比を瞬時に理論空燃比 ($A/F=14.7$) に切換えるために (同図(e)参照)、燃料噴射量 (主に第2噴射量) を増量するとともに (図(f)参照)、これによるトルクの変動を抑えるために、V V L 1 4 の作動によって吸気弁 1 1 のリフト量を減少させる (図(c)参照)。

【0075】

続いてステップ S C 5 では、図 8 のフローのステップ S B 2 と同様にして、成層燃焼を行うかどうか判定する。そして、高負荷、高回転側の燃焼切換え時であって成層燃焼を行う必要がなければ (判定は N O)、後述のステップ S C 1 2 に進む一方、低負荷、低回転側の燃焼切換え時であって成層燃焼を行う必要があれば (判定は Y E S)、ステップ S C 6 に進む。

10

【0076】

このステップ S C 6 では、図 8 のフローのステップ S B 6 と同様にして、成層燃焼への切換えタイミングになったかどうか判定する。すなわち、図 10 (d) に示すように徐々に減少する内部 E G R ガス量が所定量 (図には星印★で示す) 以上であり、アシストすれば予混合気の安定した自己着火が可能なのは (判定が N O)、前記ステップ S C 2 に戻って S C C I 燃焼を継続する。

【0077】

一方、内部 E G R ガス量がさらに減少して前記所定量未満になれば (図 10 の時刻 t 1 でステップ S C 6 の判定が Y E S)、アシストしても安定した自己着火は望めないので、ステップ S C 7 ~ 9 に進み、図 8 のフローのステップ S B 3 ~ 5 と同様にしてエンジン 1 を成層燃焼状態で運転する。すなわち、気筒 2 の圧縮行程において第 3 の燃料噴射を行い、これに点火して燃焼させる。

20

【0078】

続くステップ S C 1 0 では、図 8 のフローのステップ S B 1 0 と同様にして、S I 燃焼への切換えタイミングになったかどうか判定し、この判定が N O であればステップ S C 7 に戻って成層燃焼を継続する一方、図 10 (d) のように徐々に減少した内部 E G R ガス量が、S I 燃焼に適した状態になれば (時刻 t 2 で判定が Y E S)、ステップ S C 1 1 に進んで前記した S I 燃焼のための制御に切換え、しかる後にリターンする。

【0079】

また、前記ステップ S C 5 にて成層燃焼を行わない (N O) と判定して進んだステップ S C 1 2 では、前記ステップ S C 1 0 と同じく S I 燃焼への切換えタイミングになったかどうか判定し、判定が N O であればステップ S C 2 に戻って S C C I 燃焼を継続する。そして、図 10 には示さないが、内部 E G R ガス量の減少に伴い前記ステップ S C 1 2 にて Y E S と判定されれば、ステップ S C 1 1 に進んで S I 燃焼のための制御に切換え、しかる後にリターンする。

30

【0080】

尚、前記した H C C I 燃焼から S I 燃焼への切換え時においても、S I 燃焼から H C C I 燃焼への切換え時と同じように、切換えの過渡的な制御を行う期間はできるだけ短くするのが好ましい。そのためには、例えば燃焼の切換え時におけるエンジン 1 の運転状態に応じて、相対的に高負荷側ないし高回転側ほど、切換え過渡時の制御を開始する (つまり H C C I 燃焼から S C C I 燃焼に切換える) 内部 E G R ガス量を少なめに設定するとともに、この過渡時の制御を終了する (つまり S I 燃焼に切換える) までの時間経過や燃焼サイクル数を少なめに設定すればよい。

40

【0081】

前記図 8、9 のフロー全体により、自己着火モード及び火花点火モードの切換えに際して、吸排気弁 1 1、1 2 の負のオーバーラップ期間を設けるとともに、ポートインジェクタ 1 9 により吸気行程で燃料を噴射させて、気筒 2 内に略均一なリーン予混合気を形成し、その後、直噴インジェクタ 1 8 により圧縮行程で燃料を噴射させて、点火プラグ 1 6 周りに成層化混合気を形成し、これに点火して燃焼させることにより、予混合気の自己着火を誘発する切換え過渡時制御手段が構成されている。

50

【0082】

この実施形態の切換え過渡時制御手段は、吸排気弁11、12の負のオーバーラップ期間中に直噴インジェクタ18により燃料を噴射（第1噴射）させて、予混合気の着火性を高めるようにしている。

【0083】

また、この実施形態の切換え過渡時制御手段は、エンジン1がHCCI領域(I)と低負荷、低回転側のSI領域(III)との間を移行する際、過渡的に内部EGRガス量が所定量未満になって、アシストしても安定した自己着火が望めない状態では、エンジン1を成層燃焼状態で運転することで、燃焼安定性を確保するようにしている。

【0084】

前記図7～9のフローの制御は、PCM30のメモリに電子的に格納されている制御プログラムの実行によって実現するものであり、その意味ではPCM30自体が、前記切換え過渡時制御手段を構成しているといえる。

【0085】

したがって、この実施形態に係るエンジン制御装置Aによると、エンジン1の運転状態の変化に伴いその運転モードを自己着火モードと火花点火モードとの間で切換える際に、過渡的に気筒2の内部EGRガス量がHCCI燃焼には不足する一方、SI燃焼には多すぎる状態になっても、高温の内部EGRガス中に燃料を噴射して活性化混合気を形成するとともに、点火プラグ16周りに成層化混合気を形成し、これに点火して燃焼させることによって予混合気の自己着火を誘発（アシスト）する自己着火アシストモード（SCCI燃焼）とすることで、燃焼の不安定化等を防止することができる。

【0086】

その自己着火アシストモードでは、エンジン1の運転状態を維持するために必要なトルクが主に予混合気の自己着火燃焼によって得られ、自己着火のアシストのための燃料噴射量は、火花点火が可能な成層化混合気を形成するための必要最小量としているので、この燃料の燃焼に伴い生成される窒素酸化物の量は非常に少なくなり、切換え過渡時の排気エミッションの悪化は十分に抑制できる。

【0087】

しかも、前記のような切換え過渡時の制御を行う期間をエンジン1の運転状態に応じて、相対的に高負荷側ないし高回転側ほど短くすることで、過渡時の燃焼による窒素酸化物の生成を極小化することもできる。

【0088】

一方で、相対的に負荷や回転速度の低い運転状態では、切換えに際し過渡的に自己着火アシストモードでも燃焼安定性を確保できない場合があるが、このときには所謂成層燃焼を行うことで、燃焼安定性を確保することができる。

【0089】

（他の実施形態）

本発明の構成は、前記した実施形態のものに限定されることなく、それ以外の種々の構成を包含する。すなわち、前記の実施形態では、HCCI燃焼とSI燃焼との切換えの際のSCCI燃焼において、直噴インジェクタ18により活性化混合気を形成するための第1噴射を行うようにしているが、燃料性状によっては第1噴射が不要になる場合もある。

【0090】

また、前記の実施形態では、予混合気を形成するための第2噴射を吸気行程で行うようにしているが、これはポートインジェクタ19によるものであるから、排気行程或いはそれ以前の膨張行程や圧縮行程で行うようにしてもよい。

【0091】

或いはエンジン1にポートインジェクタ19を設けずに、直噴インジェクタ18のみにより第1、第2及び第3の噴射を行うようにすることもできる。但し、窒素酸化物の生成を抑制するという観点から第3噴射量は少量の方が好ましい一方で、エンジン1の最高出力を考慮して第2噴射量はかなり多くしなくてはならない場合があるから、両者を単一の

10

20

30

40

50

インジェクタにより行うのは無理があり、前記実施形態のように流量特性の異なる２つのインジェクタ１８，１９を用いる方がよい。

【００９２】

さらに、前記の実施形態では、吸排気弁１１，１２のリフト特性をＶＶＬ１４及びＶＶＴ１５の作動によって連続的に変更するようにしているが、これに限らず、リフト量及び位相角のいずれか一方は段階的に切換わるような構造としてもよい。また、吸排気弁１１，１２を個別に電磁アクチュエータによって開閉するような動弁機構を用いてもよいことは言うまでもない。

【産業上の利用可能性】

【００９３】

以上、説明したように本発明は、ＨＣＣＩ燃焼とＳＩ燃焼とを切換えて行うようにしたガソリンエンジンにおいて、その切換え過渡時の燃焼安定性を確保しながら、その際の排気エミッションの悪化も抑制することができるので、有用である。

【図面の簡単な説明】

【００９４】

【図１】本発明の実施形態に係るエンジン制御装置の全体構成を示す図である。

【図２】制御の概略を示すブロック図である。

【図３】吸排気弁のリフト特性の変化を示す説明図である。

【図４】燃焼状態を切換える制御マップの一例を示す説明図である。

【図５】ＨＣＣＩ燃焼のイメージ図である。

【図６】２つのインジェクタによる燃料噴射の態様を示す説明図である。

【図７】燃焼状態の切換えの判定手順を示すフローチャート図である。

【図８】ＳＩ燃焼からＨＣＣＩ燃焼への切換え過渡時の判定手順を示すフローチャート図である。

【図９】ＨＣＣＩ燃焼からＳＩ燃焼への切換え過渡時についての図８相当図である。

【図１０】ＨＣＣＩ燃焼からＳＩ燃焼への切換え過渡時における吸排気オーバーラップ、吸気弁リフト、ＥＧＲ率、空燃比及び燃料噴射量のそれぞれの変化を示すタイムチャート図である。

【符号の説明】

【００９５】

A	エンジン制御装置
１	ガソリンエンジン
２	気筒
９	吸気ポート
１１	吸気弁
１２	排気弁
１６	点火プラグ
１８	直噴インジェクタ（燃料噴射弁）
１９	ポートインジェクタ（別のインジェクタ）
３０	ＰＣＭ（切換え過渡時制御手段）

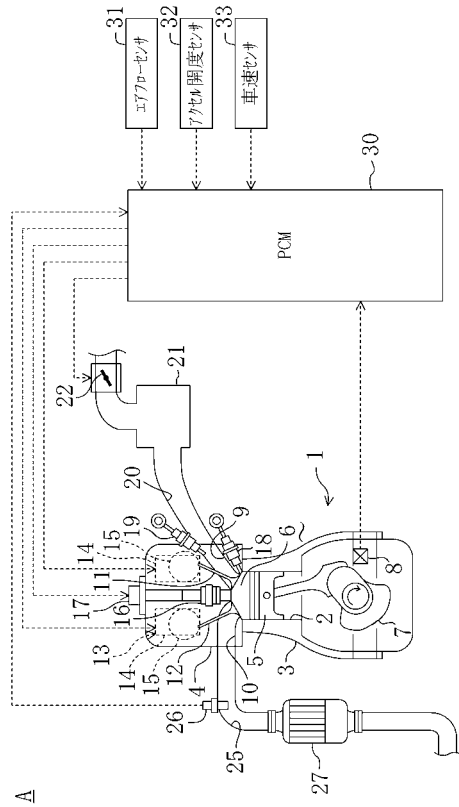
10

20

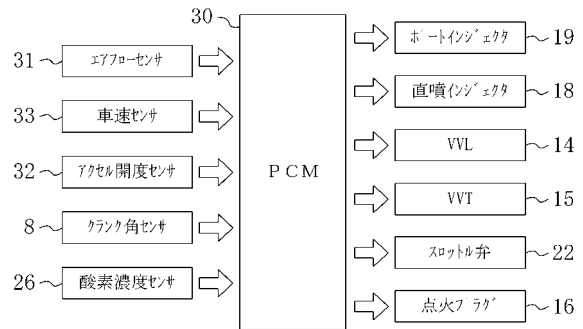
30

40

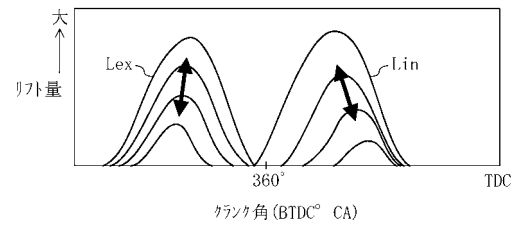
【図 1】



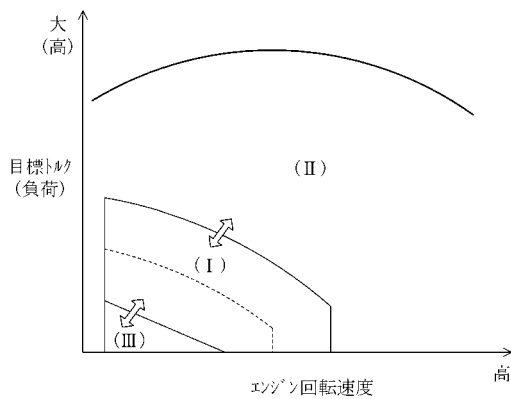
【図 2】



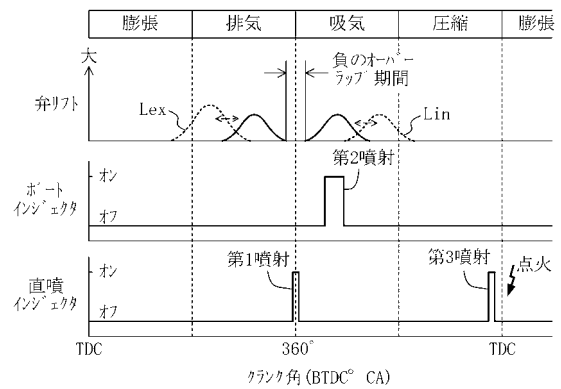
【図 3】



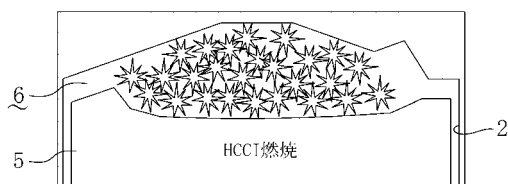
【図 4】



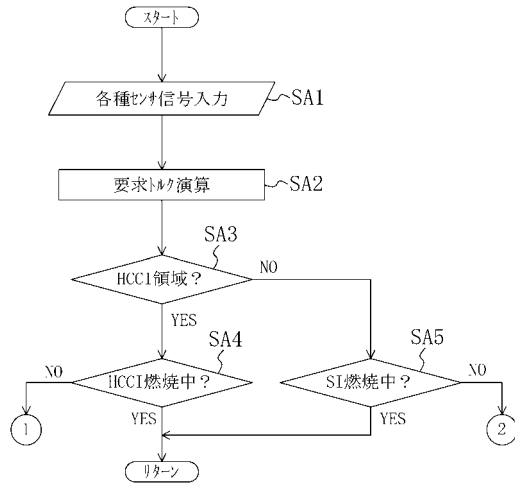
【図 6】



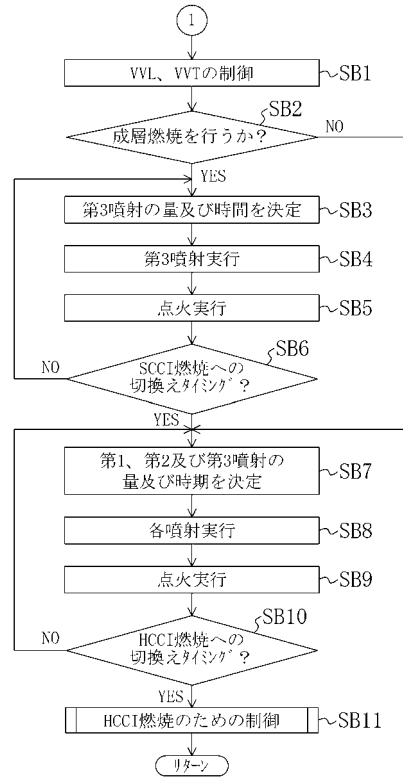
【図 5】



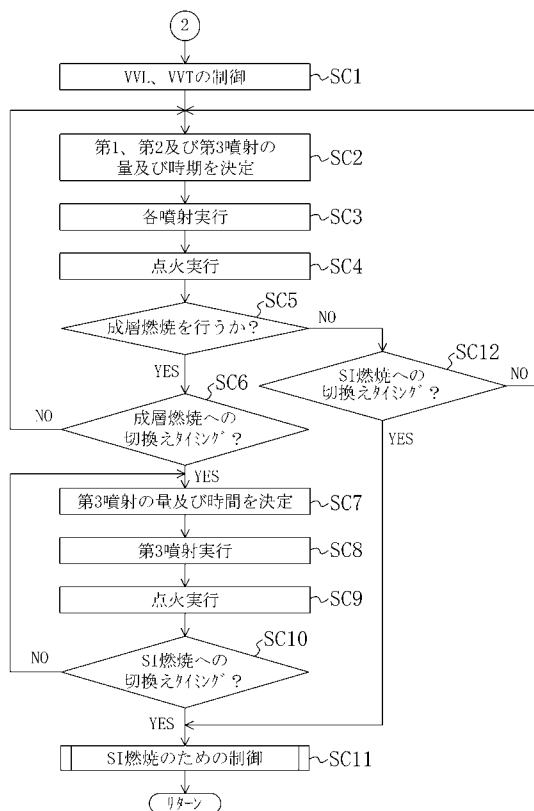
【図 7】



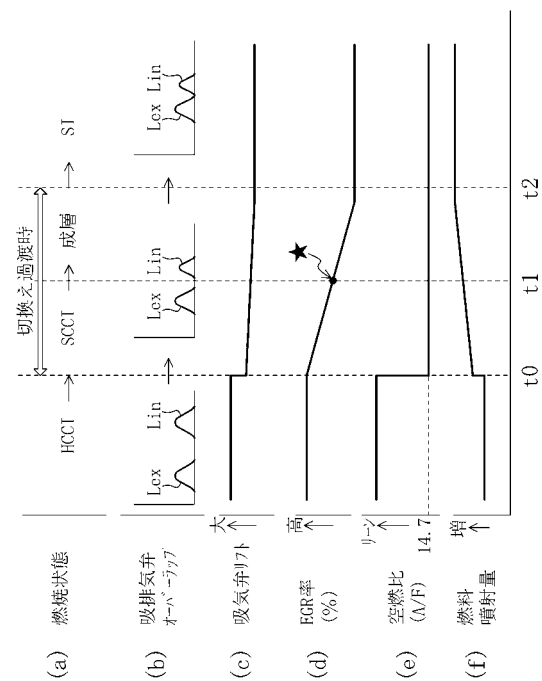
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 0 2 D 41/02 3 0 1 F
F 0 2 D 41/04 3 3 5 C

(74)代理人 100117581
弁理士 二宮 克也

(74)代理人 100117710
弁理士 原田 智雄

(74)代理人 100121728
弁理士 井関 勝守

(74)代理人 100124671
弁理士 関 啓

(74)代理人 100131060
弁理士 杉浦 靖也

(72)発明者 山下 洋幸
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 田中 達也
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 渡辺 友巳
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 小川 恭司

(56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 1 9 3 4 6 4 (J P, A)
特開 2 0 0 7 - 1 6 6 8 5 (J P, A)
特開 2 0 0 1 - 1 5 2 9 1 4 (J P, A)
特開 2 0 0 1 - 1 5 2 9 1 9 (J P, A)
特開 2 0 0 1 - 2 6 3 0 6 7 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., D B 名)
F 0 2 D 4 5 / 0 0
F 0 2 D 1 3 / 0 2
F 0 2 D 4 1 / 0 2
F 0 2 D 4 1 / 0 4
F 0 2 D 4 1 / 3 4