

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6238807号
(P6238807)

(45) 発行日 平成29年11月29日(2017.11.29)

(24) 登録日 平成29年11月10日(2017.11.10)

(51) Int.Cl.

F 1

F O 2 D 41/02 (2006.01)

F O 2 D 41/02 3 2 5 E

F O 2 D 41/34 (2006.01)

F O 2 D 41/02 3 3 5

F O 2 D 41/32 (2006.01)

F O 2 D 41/34 H

F O 2 D 43/00 (2006.01)

F O 2 D 41/34 F

F O 2 D 21/08 (2006.01)

F O 2 D 41/32 A

請求項の数 8 (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-61014(P2014-61014)
 (22) 出願日 平成26年3月25日(2014.3.25)
 (65) 公開番号 特開2015-183599(P2015-183599A)
 (43) 公開日 平成27年10月22日(2015.10.22)
 審査請求日 平成28年12月26日(2016.12.26)

(73) 特許権者 509186579
 日立オートモティブシステムズ株式会社
 茨城県ひたちなか市高場2520番地
 (74) 代理人 110000350
 ポレール特許業務法人
 (72) 発明者 緒方 健一郎
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
 式会社日立製作所内
 (72) 発明者 岡本 多加志
 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日
 立オートモティブシステムズ株式会社内
 (72) 発明者 有原 儀信
 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日
 立オートモティブシステムズ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンジン制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

筒内へ直接燃料を噴射する噴射装置と、排気ガスを吸気側へ還流する還流装置とを備えるエンジンを制御するエンジン制御装置において、

前記還流装置によって還流される還流排気ガス温度が高い場合は低い場合と比較して、あるいは前記還流装置によって還流される還流排気ガス量が多い場合は少ない場合と比較して、前記噴射装置の燃料噴射時期を進角させると共に、吸気上死点から圧縮上死点までの期間に前記噴射装置が分割多段噴射する回数を減少させることを特徴とするエンジン制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のエンジン制御装置において、

前記燃料噴射時期の進角及び前記分割多段噴射の回数の減少の他に、前記還流装置によって還流される還流排気ガス温度が高い場合は低い場合と比較して、あるいは前記還流装置によって還流される還流排気ガス量が多い場合は少ない場合と比較して、前記噴射装置へ供給する燃料圧力の増加、又は前記分割多段噴射の間隔の減少のうち少なくとも 1 つを実行させることを特徴とするエンジン制御装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のエンジン制御装置において、

前記還流装置は、排気管と吸気管とを連結する排気還流管と、還流排気ガス量を調整する還流ガス量調整装置と、還流排気ガス温度を調整する還流ガス温度調整装置と、を有す

る外部EGR装置であり、

前記還流ガス量調整装置を構成する弁の開度を制御することにより還流排気ガス量を調整し、前記還流ガス温度調整装置を構成する冷却水ポンプあるいは冷却水流路切替弁を制御することによりエンジン温度を調整する冷却水あるいは冷媒の流量を調整して還流排気ガス温度を調整することを特徴とするエンジン制御装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載のエンジン制御装置において、

前記エンジンは、筒内混合気に放電する点火装置と、前記点火装置の充電量あるいは放電回数を調整する点火調整装置とを備えるエンジンであって、前記還流排気ガス温度が高い場合は低い場合と比較して、あるいは前記還流排気ガス量が多い場合は少ない場合と比較して、前記点火装置の点火時期の進角と前記点火調整装置の充電量の増加と前記点火調整装置の放電回数の増加とのうち少なくとも 1 つを実行させることを特徴とするエンジン制御装置。

10

【請求項 5】

請求項 4 に記載のエンジン制御装置において、

前記エンジンは、筒内混合気の流動を調整する流動調整装置と、筒内混合気の圧縮圧力を調整する筒内圧力調整装置とを備えるエンジンであって、前記還流排気ガス温度が高い場合は低い場合と比較して、あるいは前記還流排気ガス量が多い場合は少ない場合と比較して、前記流動調整装置による筒内混合気の流動を強化する制御と、前記筒内圧力調整装置による筒内混合気の圧縮圧力を減少させる制御とのうち少なくとも 1 つを実行させることを特徴とするエンジン制御装置。

20

【請求項 6】

請求項 5 に記載のエンジン制御装置において、

前記流動調整装置は吸気管に備えられたタンブル弁あるいはスワール弁であり、前記筒内圧力調整装置は吸気弁あるいは排気弁を動作させる動弁装置であり、前記タンブル弁あるいはスワール弁を制御することにより筒内混合気の流動を強化する制御を行い、前記動弁装置を制御することにより筒内混合気の圧縮圧力を減少させる制御を行うことを特徴とするエンジン制御装置。

【請求項 7】

請求項 1 に記載のエンジン制御装置において、

前記還流装置によって還流される排気ガス温度が高い場合は低い場合と比較して、あるいは前記還流装置によって還流される排気ガス量が多い場合は少ない場合と比較して、前記噴射装置から噴射される燃料の噴霧到達距離が長くなるように制御することを特徴とするエンジン制御装置。

30

【請求項 8】

請求項 7 に記載のエンジン制御装置において、

少なくとも前記還流装置によって還流される排気ガス温度が高い場合は低い場合と比較して、前記噴射装置から噴射される燃料の噴霧到達距離が長くなるように制御し、

前記噴霧到達距離の目標値である目標到達距離の補正値を演算し、

前記補正値に基づいて前記燃料噴射時期の目標噴射時期と前記分割多段噴射の目標回数とを演算し、

40

前記還流装置によって還流される排気ガス量が 0 の場合に、前記目標到達距離の補正値を 0 とすることを特徴とするエンジン制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は車両等に搭載されるエンジンの制御装置に係り、特に燃焼室内で燃料を燃焼させて動力を取り出す内燃機関の制御に適した制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

50

現在の自動車は、環境保全と資源有効活用の観点から高効率化と排気清浄化とを強く要求されている。高効率化の手段として、筒内直噴燃料供給装置と排気再循環装置とを備えるガソリンエンジンの開発が進められている。筒内直噴燃料供給装置は燃料噴射弁(以下、インジェクタと呼ぶ)を用いて燃焼室内に燃料噴射を直接実施するものであり、燃焼室内を冷却することで異常燃焼の抑制効果が得られる。排気再循環装置はガソリンエンジンから排出される排気を吸気管に還流し再度燃焼室内に流入させ燃焼するものであり、燃焼室内のガス比熱を増加させガス温度を低減することで異常燃焼の抑制が得られる。上記異常燃焼の抑制効果により、ガソリンエンジンの高圧縮比化あるいはダウンサイジングが可能となり高効率化の効果が得られる。筒内直噴燃料供給装置と排気再循環装置とを備えるガソリンエンジンでは、排気再循環装置による排気還流量および排気還流ガス温度の変化によって燃焼室内で実施される燃焼が変動あるいはばらつく等(以下、燃焼変動と呼ぶ)の課題がある。

10

【0003】

そのため、例えば特許2611217号公報(特許文献1)には、内燃機関の運転状態に応じて燃料噴射時期を定め、この燃料噴射時期に基づいて内燃機関の各気筒独立に燃料噴射を行う燃料噴射制御手段を備えると共に、排気系から吸気系へ排気ガスを再循環する排気ガス再循環装置を備えた燃料噴射時期制御装置において、排気ガスの再循環の実行時には上記燃料噴射時期を遅角させ、排気ガスの再循環の停止時には上記燃料噴射時期を進角させる噴射時期変更手段を備えた燃料噴射時期制御装置が開示されている(特許請求の範囲参照)。

20

【0004】

【特許文献1】特許2611217号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1の燃料噴射時期制御装置では、排気再循環時に噴射時期を遅角させるため、点火栓近傍に燃料を噴射することになる。この場合、燃料と空気との混合が低下するという課題が生じる。さらに燃焼室内の圧力は圧縮途上であり、吸気行程に比べ高くなる。したがってインジェクタから噴射される燃料は、空気抵抗と、燃料の圧力(以下、燃圧)と燃焼室内圧力との差圧が小さくなることとにより、噴霧貫徹力が低下し、噴霧の飛距離(以下、ペネトレーションと呼ぶ)が短くなる。その結果、噴射時期を遅角したが故に点火栓近傍に燃料が到達しにくくなる。かつペネトレーションは燃焼室内ガス温度、吸入空気温度、排気還流ガス温度のいずれかが増加しても短くなる。これは燃料がより高温のガス中に噴射されることで微粒化および気化が促進され、噴霧貫徹力が低下するためである。このように噴射時期を遅角させることで、点火栓近傍に燃料が到達しにくくなり、点火が困難になって燃焼変動が悪化する可能性がある。これにより、内燃機関の効率が低下し、また排気が悪化するという課題が生じる。

30

【0006】

本発明は上記課題を鑑みてなされたものであり、排気再循環時に、燃料と空気との混合を促進することができ、その結果ガソリンエンジンの燃焼変動を抑制し、効率と排気清浄化とを両立することができるエンジン制御装置を提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明は、筒内へ直接燃料を噴射する噴射装置と、排気ガスを吸気側へ還流する還流装置とを備えるエンジンを制御するエンジン制御装置において、前記還流装置によって還流される還流排気ガス温度が高い場合は低い場合と比較して、あるいは前記還流装置によって還流される還流排気ガス量が多い場合は少ない場合と比較して、前記噴射装置の燃料噴射時期を進角させると共に、吸気上死点から圧縮上死点までの期間に前記噴射装置が分割多段噴射する回数を減少させる。

【発明の効果】

50

【 0 0 0 8 】

排気循環量の増加、あるいは排気還流ガス温度の増加に応じて、噴射時期を進角する、燃圧を増加する、吸気上死点から圧縮上死点にかけての分割多段噴射の回数を減少する、或いは分割多段噴射の噴射間隔を減少することにより、ペネトレーションを長くすることができる。これにより、燃料を燃焼室内に広く分布させることができ、燃料と空気との混合を促進する。その結果ガソリンエンジンの燃焼変動を抑制し、効率と排気清浄化とを両立して実現することができる。

【 0 0 0 9 】

上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

【図面の簡単な説明】

10

【 0 0 1 0 】

【図 1】本発明の実施形態に係る自動車用エンジンシステムのシステム構成図。

【図 2】本発明の第一の実施形態に係るECU1の構成を示すシステムブロック図。

【図 3 A】本発明の第一の実施形態に係るスロットルの特性図。

【図 3 B】本発明の第一の実施形態に係る可変動弁の特性図。

【図 4 A】本発明の第一の実施形態に係るEGR弁の特性図。

【図 4 B】本発明の第一の実施形態に係る冷却水ポンプおよび冷却水流路切替弁の特性図。

。

【図 5 A】本発明の第一の実施形態に係り、入出力ポート50bから出力されるインジェクタ7の指令信号（噴射指令値）の形態を示す図。

20

【図 5 B】本発明の第一の実施形態によるインジェクタ7の特性図。

【図 6 A】本発明の第一の実施形態に係り、入出力ポート50bから出力される点火コイル19に対する指令信号（点火指令値）の形態を示す図。

【図 6 B】本発明の第一の実施形態に係り、入出力ポート50bから出力されるタンブル弁6への指令信号（タンブル開度指令値）に対する吸気管流路面積の変化の特性を示す図。

【図 7】本発明の第一の実施形態に係り、還流ガス温度TEとEGR流量QEとに対する目標噴霧到達距離PENの特性を示す特性図。

【図 8】本発明の第一の実施形態に係り、EGR流量QEと還流ガス温度TEとに基づく目標噴霧到達距離PENの演算ロジックを示す図。

【図 9 A】本発明の第一の実施形態に係り、冷却水ポンプ駆動電流ACと冷却水流路切替弁電圧VCを変更した際の還流ガス温度TEの変化を示す特性図。

30

【図 9 B】本発明の実施形態に係り、EGR開度電圧VREを変更した際のEGR流量QEの変化を示す特性図。

【図 1 0】本発明の第一の実施形態に係り、EGR流量QEと還流ガス温度TEとに基づく目標噴霧到達距離PENの補正值 PENの演算ロジックの特性図。

【図 1 1】本発明の第一の実施形態に係り、EGR流量QEと還流ガス温度TEとに基づく燃料噴射制御値の演算ロジックを示す図。

【図 1 2】本発明の第一の実施形態に係り、EGR流量QEと還流ガス温度TEとに基づく燃料噴射制御値の演算結果を示す図。

【図 1 3】本発明の第一の実施形態によるECU1における制御内容を示すフローチャート。

40

【図 1 4】本発明の第二の実施形態に係り、吸入空気量QAとエンジン回転数NEとに基づくEGR制御の特性を示す図。

【図 1 5 A】本発明の第二の実施形態に係るEGR弁の特性を示す特性図。

【図 1 5 B】本発明の第二の実施形態に係り、冷却水ポンプおよび冷却水流路切替弁の特性を示す特性図。

【図 1 6 A】本発明の第二の実施形態に係るイオンセンサ20の特性を示す特性図。

【図 1 6 B】本発明の第二の実施形態に係り、イオン積分値IIに対するEGR流量QEおよび窒素酸化物濃度の特性を示す特性図。

【図 1 7 A】本発明の第二の実施形態に係り、EGR流量QEと還流ガス温度TEとに基づく噴射時期の特性を示す特性図。

50

【図 1 7 B】本発明の第二の実施形態に係り、EGR流量QEと還流ガス温度TEとに基づく点火時期の特性を示す特性図。

【図 1 7 C】本発明の第二の実施形態に係り、EGR流量QEと還流ガス温度TEとに基づく充電時間の特性を示す特性図。

【図 1 8 A】本発明の第二の実施形態に係り、EGR流量QEと還流ガス温度TEとに基づく放電回数の特性を示す特性図。

【図 1 8 B】本発明の第二の実施形態に係り、EGR流量QEと還流ガス温度TEとに基づくタンブル弁開度の特性を示す特性図。

【図 1 9】本発明の第二の実施形態に係るECU1における制御内容を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

10

【0011】

以下、本発明に係る実施形態について説明する

【実施例 1】

【0012】

以下、図 1 から図 1 3 を用いて、本実施形態に係るエンジン制御装置の構成および動作について説明する。

【0013】

図 1 から図 1 3 は、本発明の一実施形態に係り、筒内へ直接燃料を噴射する噴射装置と、排気ガスを吸気側へ還流する還流装置とを備えるガソリンエンジンの制御装置において、前記還流装置によって還流される排気ガス温度が高い場合は低い場合と比較して、あるいは前記還流装置によって還流される排気ガス量が多い場合は少ない場合と比較して、前記噴射装置の燃料噴射時期の進角と、前記噴射装置へ供給する燃料圧力の増加と、吸気上死点から圧縮上死点までの期間に前記噴射装置が分割多段噴射する回数の減少と、前記分割多段噴射における各噴射間隔の減少との内、少なくとも1つを実行させるエンジン制御装置を、自動車用ガソリンエンジンに適用したシステムの構成図である。

20

【0014】

図 1 は本実施形態に係る自動車用エンジンシステムのシステム構成図である。エンジン 100 は、火花点火式燃焼を実施する自動車用エンジンである。吸入空気量を計測するエアフロセンサ 3 と、吸気管圧力を調整するスロットル 5 と、吸入空気温度および湿度検出器の一態様であって吸入空気の温度および湿度を計測する吸気温湿度センサ 4 と、吸気管内の面積を可変にするタンブル弁 6 とが、吸気管 11 の各々の適宜位置に備えられている。エアフロセンサ 3 は吸入空気圧力センサとしてもよい。

30

【0015】

またエンジン 100 には燃焼室 16 の中に燃料を噴射する燃料噴射装置（以下、インジェクタと呼ぶ）7 と、点火エネルギーを供給する点火プラグ 18 とが備えられ、燃焼室 11 に流入する吸入空気と排出する排気を調整する可変動弁 12（吸気弁 12 a、排気弁 12 b）とがエンジン 100 の各々の適宜位置に備えられている。インジェクタ 7 と連結することで燃料を供給するコモンレール 9 と、コモンレール 9 に燃料を圧送するための燃料ポンプ 8 と、燃料ポンプ 8 に燃料を供給する燃料配管 10 とが、エンジン 100 の各々の適宜位置に備えられている。

【0016】

40

また燃料圧力検出器の一態様であって燃料の圧力を計測する燃料圧力センサ 30 がコモンレール 9 の適宜位置に備えられている。ここで燃料圧力センサ 30 は燃料温度センサであってもよい。点火プラグ 18 は点火コイル 19 と接続され点火コイル 19 によって点火エネルギーを制御される。

【0017】

さらに排気を浄化する三元触媒 22 と、排気温度検出器の一態様であって三元触媒 22 の上流側にて排気の温度を計測する排気温度センサ 23 と、空燃比検出器の一態様であって三元触媒 22 の上流側にて排気空燃比を検出する空燃比センサ 24 と、吸気管 11 へ連結される排気還流管 27 とが、排気管 21 の各々の適宜位置に備えられている。空燃比センサ 24 は酸素濃度センサとしてもよい。

50

【 0 0 1 8 】

また排気還流量を調整するEGR弁25と、還流ガス温度を検出する還流ガス温度検出器の一態様であって還流ガス温度を調整するEGRクーラ26とが、排気還流管27の適宜位置に備えられている。EGR弁25は、例えばバタフライ形状の弁やニードル弁などで構成することができる。またEGRクーラ26は還流ガス温度の温度調整を実施するための冷却水の出入口を有し、冷却水の流量を制御するための冷却水ポンプ28と冷却水流路切替弁29とがエンジン100の各々の適宜位置に備えられている。EGRクーラ26で用いられる冷却水或いは冷媒としては、エンジンを冷却するための冷却水或いは冷媒が用いられる。

【 0 0 1 9 】

またクランクシャフト14にはクランクシャフト14の角度および回転速度およびピストン13の移動速度を検出するためのクランク角センサ15が備えられている。またエンジン内部のイオン量を検出するイオンセンサ20がエンジン100の適宜位置に備えられている。またイオンセンサ20はエンジン（燃焼室）内部の圧力を検出する圧力センサであってもよい。

【 0 0 2 0 】

またエンジン100内部の冷却水温度を検出する冷却水温センサ17がエンジン100の適宜位置に備えられている。エアフロセンサ3と吸気温湿度センサ4とクランク角センサ15と冷却水温センサ17とイオンセンサ20と排気温センサ23と空燃比センサ24とEGRクーラ26と燃料圧力センサ30とから得られる信号は、エンジンコントロールユニット（以下、ECU1）に送られる。

【 0 0 2 1 】

上記の信号の他、ECU1には、アクセル開度センサ2から得られる信号が送られる。アクセル開度センサ2はアクセルペダルの踏み込み量、すなわちアクセル開度を検出する。ECU1はアクセル開度センサ2の出力信号に基いて要求トルクを演算する。すなわちアクセル開度センサ2はエンジン100への要求トルクを検出する要求トルク検出センサとして用いられる。

【 0 0 2 2 】

ECU1はクランク角センサ15の出力信号に基いてクランクシャフト14の角度および回転速度およびピストン13の移動速度を演算する。ECU1は前記各種センサの出力から得られるエンジン100の運転状態に基いてスロットル5の開度とタンブル弁6の開度とインジェクタ7の噴射信号と燃料ポンプ8の駆動信号と可変動弁12の弁開閉タイミングと点火コイル19の点火信号とEGR弁28の開度と冷却水制御として冷却水ポンプ28及び冷却水切替弁の駆動信号などの、エンジン100の主要な作動量を決める信号（指令）を好適に演算する。

【 0 0 2 3 】

ECU1で演算されたスロットル開度はスロットル駆動信号としてスロットル5へ送られる。ECU1で演算されたタンブル弁開度はタンブル弁駆動信号としてタンブル弁6へ送られる。ECU1で演算された噴射信号はインジェクタ開弁パルス信号に変換されインジェクタ7に送られる。ECU1で演算された燃料ポンプ駆動信号は燃料ポンプ8へ送られる。ECU1で演算された弁開閉タイミングは可変動弁駆動信号として可変動弁12へ送られる。ECU1で演算された点火信号で点火されるように点火信号が点火コイル19に送られる。ECU1で演算されたEGR弁開度はEGR弁駆動信号としてEGR弁25へ送られる。ECU1で演算された冷却水制御信号は冷却水制御駆動信号として冷却水ポンプ28と冷却水流路切替弁29とへ送られる。

【 0 0 2 4 】

吸気管11から可変動弁12の吸気弁12aを経て燃焼室16内に流入した空気と排気管21からEGR弁25とEGRクーラ26を経て再循環する再循環ガスとの混合気に対し、燃料を噴射して可燃混合気を形成する。可燃混合気は所定の点火タイミングで点火コイル19により点火エネルギーを供給された点火プラグ18から発生される火花により爆発し、その燃焼圧によりピストン13を押し下げてエンジン100の駆動力となる。爆発後の排気は排気管21を経て三元触媒22に送られ排気成分は三元触媒22内で浄化された後、排出される。エンジン100は自動車に搭載されており、自動車の走行状態に関する情報はECU1に送られる。

【 0 0 2 5 】

図2は本実施形態に係るECU1の構成を示すシステムブロック図である。アクセル開度センサ2、エアフロセンサ3、吸気温湿度センサ4、クランク角センサ15、冷却水温センサ17、イオンセンサ20、排気温度センサ23、空燃比センサ24、EGRクーラ26に備えられた還流ガス温度検出器26a、及び燃料圧力センサ30の出力信号は、ECU1の入力回路50aに入力される。ただし入力信号はこれらだけに限られない。入力された各センサの入力信号は、入出力ポート50bに送られる。入出力ポート50bに送られた値はRAM50cに保管されCPU50eで演算処理される。演算処理内容を記述した制御プログラムはROM50dに予め書き込まれている。制御プログラムに従って演算された各アクチュエータの作動量を示す値は、RAM50cに保管された後、入出力ポート50bの出力ポートに送られ各駆動回路を経て各アクチュエータに送られる。本実施形態の場合は駆動回路としてスロットル駆動回路50f、タンブル弁駆動回路50g、インジェクタ駆動回路50h、燃料ポンプ駆動回路50i、可変動弁駆動回路50j、点火信号出力回路50k、EGR弁駆動回路50l、及び冷却水制御駆動回路50mがある。各回路はスロットル5、タンブル弁6、インジェクタ7、燃料ポンプ8、可変動弁12、点火コイル19、EGR弁25、及び冷却水ポンプあるいは冷却水流路切替弁29を制御する。本実施形態においてはECU1内に前記駆動回路を備えているがこれに限るものではなく、前記駆動回路のいずれかをECU1内に備え、その他の駆動回路をECU1外に備えるものであってもよい。

【0026】

図3Aは本実施形態に係るスロットルの特性を示す特性図である。図3Bは本実施形態に係る可変動弁の特性を示す特性図である。図3Aの縦軸は吸入空気量QAを示し、横軸はスロットル開度TP0を示しており、スロットル開度TP0に対応する吸入空気量QAの特性を示す。スロットル開度TP0の増加に伴い吸入空気量QAを増加することが可能である。図3Bの縦軸はバルブリフト量VLを示し、横軸は経過時間を示しており、経過時間に対応するエンジン100の行程(膨張、排気、吸気、圧縮)を図3Bの下部に示す。排気弁12bは排気膨張行程から吸気行程に渡って開閉動作が可能であり、吸気弁12aは排気工程から圧縮行程に渡って開閉動作が可能である。

【0027】

排気バルブリフト量VLが増加し始まるタイミングを排気弁開タイミング、その後減少し零となるタイミングを排気弁閉タイミングと定義する。排気弁開タイミングと排気弁閉タイミングとがそれぞれ時間軸で遅くなるよう可変機構を備えており、可変機構による可変量を排気弁遅角度VTCEと定義する。

【0028】

吸気バルブリフト量VLが増加し始まるタイミングを吸気弁開タイミング、その後減少し零となるタイミングを吸気弁閉タイミングと定義する。吸気弁開タイミングと吸気弁閉タイミングとがそれぞれ時間軸で早くなるよう可変機構を備えており、可変機構による可変量を吸気弁進角度VTCIと定義する。すなわち、吸気弁12aと排気弁12bとは、それぞれ弁の開閉タイミングを変えられるように可変機構を備えている。

【0029】

本実施形態においては吸気弁12aおよび排気弁12bにバルブリフト量VLのプロフィールを連続的あるいは段階的に変更する可変機能を備えているが、これに限るものではなく、吸気弁12aのみに有しても良い。さらにバルブリフト量VLを可変とする機構を有しても良い。以上の可変動弁12とスロットル5との制御により、燃焼室16の中の吸入空気量QAの量を調整する。

【0030】

図4Aは本実施形態に係るEGR弁の特性を示す特性図である。図4Bは本実施形態に係る冷却水ポンプ及び冷却水流路切替弁の特性を示す特性図である。図4Aの縦軸はEGR流量QEを示し、横軸はEGR弁開度EP0を示しており、EGR弁開度EP0に対応するEGR流量QEの特性を示す。EGR弁開度EP0の増加に伴いEGR流量QEを増加することが可能である。図4Bの縦軸は還流ガス温度TEを示し、横軸は冷却水ポンプ駆動電流と冷却水流路切替弁開度とを示しており、冷却水ポンプ駆動電流と冷却水流路切替弁開度とに対応する還流ガス温度TEの特性を示す。冷却水ポンプ駆動電流の増加あるいは冷却水流路切替弁開度の増加に伴い

還流ガス温度TEを減少させることが可能である。以上のEGR弁25と冷却水ポンプ28と冷却水流路切替弁29との制御によりEGRクーラ26の中のEGR流量QEと還流ガス温度TEとを調整する。冷却水ポンプ28と冷却水流路切替弁29とは還流排気ガス温度を調整する還流ガス温度調整装置を構成する。この還流ガス温度調整装置で用いられる冷却水或いは冷媒としては、エンジンを冷却するための冷却水或いは冷媒が用いられる。

【0031】

図5Aは本実施形態に係り、入出力ポート50bから出力されるインジェクタ7と指令信号における噴射指令値の形態を示す図である。図5Bは本実施形態に係るインジェクタ7の特性を示す特性図である。図5Aの縦軸は噴射パルスの電圧IPを示し、横軸は経過時間を示している。BDCはピストン13が下死点にあるときを示し、TDCは上死点にあるときを示し、経過時間に対応するエンジン100の行程(排気、吸気、圧縮、膨張)を図の下部に示す。

10

【0032】

本発明に係るエンジンの制御装置は、複数回の噴射を指令することが可能である。図では代表例として吸気行程に3回の噴射パルスを出力する例を示している。ここで吸気行程における上記複数回の噴射パルスの最初の立ち上がりタイミングを噴射開始タイミングIT_SP(n-2)とし、この立ち上がりタイミングから続く立ち下りタイミングまでの期間を初段の噴射パルス期間IP_SP(n-2)とし、この立ち下りタイミングから続く次段の噴射パルスの立ち上がりタイミングまでの期間を初段の噴射パルス休止期間IP_RES(n-2)とする。前記複数回の噴射パルスの最後段の立ち上がりタイミングを噴射開始タイミングIT_SP(n)とし、この立ち上がりタイミングから続く立ち下りタイミングまでの期間を最後段の噴射パルス期間IP_SP(n)とする。ここでnは噴射回数である。また同様に圧縮行程と膨張行程と排気行程とにおいて実施される前記複数回の噴射を指令することが可能であるが、好ましくは吸気行程において複数回の噴射を指令する。図5Bの縦軸は燃料噴射量QFを示しており、横軸は噴射パルス期間IP_SPを示している。噴射パルス期間IP_SPの増加に伴い燃料噴射量QFを増加することが可能である。またコモンレール9の燃料圧力FPに応じてこの特性は図に示す通り変化する。すなわち、燃料圧力FPが高くなるほど、同じ噴射パルス期間IP_SPに対する燃料噴射量QFは増加する。

20

【0033】

図6Aは本実施形態に係り、入出力ポート50bから出力される点火コイル19に対する指令信号における点火指令値の形態を示す図である。図6Bは本実施形態に係り、入出力ポート50bから出力されるタンブル弁6に対する指令信号におけるタンブル開度指令値に対する吸気管流路面積の特性を示す特性図である。図6Aの縦軸は点火パルスの電圧IGPを示し、横軸は経過時間を示している。BDCはピストン13が下死点にあるときを示し、TDCは上死点にあるときを示し、経過時間に対応するエンジン100の行程(吸気、圧縮、膨張、排気)を図の下部に示す。本実施形態のエンジンの制御装置は、複数回の点火を指令することが可能である。図では代表例として2回の点火パルスを示している。ここで上記複数回の点火パルスの圧縮行程における最初の立ち上がりタイミングを点火開始タイミングIGT(m-1)とし、前記複数回の点火パルスの最後段の立ち上がりタイミングを点火開始タイミングIGT(m)とする。ここでmは放電回数である。また同様に吸気行程と膨張行程と排気行程において実施される前記複数回の点火も指令することが可能であるが、好ましくは圧縮行程から膨張行程にかけ複数回の点火を指令する。図6Bの縦軸は吸気管流路面積AINを示しており、横軸はタンブル弁6のタンブル弁開度TUMOを示している。タンブル弁開度TUMOを全開側から閉側に変化させるに従って(タンブル弁開度TUMOを小さくするに従って)、吸気管流路面積AINを減少することが可能である。

30

40

【0034】

図7は本実施形態に係り、還流ガス温度TEとEGR流量QEとに対する目標噴霧到達距離PENの特性を示す特性図である。縦軸はEGR流量QEを示し、横軸は還流ガス温度TEを示している。EGR流量QEの増加と還流ガス温度TEの増加に伴い目標噴霧到達距離PENは増加する特性を有する。すなわち、目標噴霧到達距離PENが長くなる。また好ましくはEGR流量QEが0である時、還流ガス温度TEが増加した場合には目標噴霧到達距離PENを変更させない特性

50

とする。これにより還流ガス温度TEの誤検出時に目標噴霧到達距離PENに対する誤演算を防止する。

【 0 0 3 5 】

図 8 は本実施形態に係り、EGR流量QEと還流ガス温度TEとに基づく目標噴霧到達距離演算ロジックを示すロジック図である。冷却水ポンプ駆動電流AC 801と冷却水流路切替弁電圧VC 802は還流ガス温度演算部803に入力され、図 4 の特性図に基いて還流ガス温度TEを演算する。またEGR弁開度電圧VRE 804はEGR流量QE演算部805に入力され、図 4 の特性図に基いてEGR流量QEを演算する。還流ガス温度TEとEGR流量QEとは目標噴霧到達距離演算部806に入力され、図 7 に基づいて目標噴霧到達距離PENを演算する。さらに目標噴霧到達距離PENから補正值 PENを演算し、演算結果として PEN 807を出力する。

10

【 0 0 3 6 】

図 9 A は本実施形態に係り、冷却水ポンプ駆動電流ACと冷却水流路切替弁電圧VCを変更した際の還流ガス温度TEの変化を示す特性図である。図 9 B は本実施形態に係り、EGR開度電圧VREを変更した際のEGR流量QEの変化を示す特性図である。図 9 A は冷却水ポンプ駆動電流ACと冷却水流路切替弁電圧VCとを各々変更した際の還流ガス温度TEを示す。冷却水ポンプ駆動電流ACの増加に応じて還流ガス温度TEは減少する。冷却水流路切替弁電圧VCが増加し冷却水流路切替弁開度が増加することで還流ガス温度TEは減少する。図 9 B はEGR開度電圧VREを変更した際のEGR流量QEを示す。EGR開度電圧VREの増加に応じてEGR流量QEは増加し、EGR開度電圧VREの減少に応じてEGR流量QEは減少する。またEGR開度電圧VREが0となる、つまりEGR開度が全閉となる場合はEGR流量QEは0となる。

20

【 0 0 3 7 】

図 1 0 は本実施形態によるEGR流量QEと還流ガス温度TEとに基づく目標噴霧到達距離PENの補正值 PENの演算ロジックの特性図である。図 1 0 は還流ガス温度TEとEGR流量QEを各々変更した際の補正值 PENを示す。EGR流量QEが変化しない時還流ガス温度TEが増加すると補正值 PENが増加する。さらに還流ガス温度TEが変化しない時EGR流量QEが増加すると補正值 PENが増加する。さらにEGR流量QEと還流ガス温度TEが増加すると補正值 PENが増加する。また還流ガス温度TEおよびEGR流量QEの減少に伴い補正值 PENは減少する。さらにEGR流量QEが0である時還流ガス温度TEがいずれの値であっても補正值 PENは0となる。図 1 0 は、これによりEGR流量QEが0、つまりEGR弁が全閉状態である際に還流ガス温度TEが誤検出された場合においても誤補正を防止することが可能である。補正值 PENは補正前後における目標噴霧到達距離PENの差分に相当する。

30

【 0 0 3 8 】

図 1 1 は本実施形態に係り、EGR流量QEと還流ガス温度TEとに基づく燃料噴射制御値の演算ロジックを示すロジック図である。前記補正值 PEN 1101は燃料噴射制御値演算部1102に入力され、目標噴射時期IT_SP(n-2) 1103、目標噴射回数n 1104、目標噴射間隔IT_RE(n-2) 1105、及び目標燃圧FP 1106を演算する。ここで各制御演算結果が出力されているが、その限りではなく、これらの演算結果の内一つ以上が演算されてもよい。また燃料噴射制御値演算部1102には前記アクセル開度に基づく要求トルクを発生するための燃料噴射制御値(目標噴射時期IT_SP_N(n-2) 1103、目標噴射回数n_N 1104、目標噴射間隔IT_RE_N(n-2) 1105、及び目標燃圧FP_N 1106)が入力されている。

40

【 0 0 3 9 】

目標噴射時期IT_SP_N(n-2) 1103、目標噴射回数n_N 1104、目標噴射間隔IT_RE_N(n-2) 1105、及び目標燃圧FP_N 1106はROM 50dに記憶されており、各燃料噴射制御値はROM 50dから燃料噴射制御値演算部1102に入力される。燃料噴射制御値である目標噴射時期IT_SP_N(n-2) 1103、目標噴射回数n_N 1104、目標噴射間隔IT_RE_N(n-2) 1105、及び目標燃圧FP_N 1106を、補正值 PEN 1101に基づいて補正演算することにより、燃料噴射制御値結果である目標噴射時期IT_SP(n-2) 1103、目標噴射回数n 1104、目標噴射間隔IT_RE(n-2) 1105、及び目標燃圧FP 1106が得られる。

【 0 0 4 0 】

図 1 2 は本実施形態に係り、EGR流量QEと還流ガス温度TEとに基づく燃料噴射制御値結

50

果の一例である。ここでは補正值 PENに依じて目標噴射時期IT_SP(n-2)、目標噴射回数n、目標噴射間隔IT_RE(n-2)、及び目標燃圧FPが変更される特性を示す。補正值 PENが0である時、目標噴射時期IT_SP(n-2)、目標噴射回数n、目標噴射間隔IT_RE(n-2)、及び目標燃圧FPは前記アクセル開度に基づく要求トルクを発生するための燃料噴射制御値に基づき出力される。ここで補正值 PENが増加した時、目標噴射時期IT_SP(n-2)は進角させ、目標噴射回数nは減少させ、目標噴射間隔IT_RE(n-2)は減少させ、目標燃圧FPは増加する様に補正し出力する。ここで各制御演算結果が同時に補正出力されているが、その限りではなく、これらの演算結果の内一つ以上が演算されてもよい。

【 0 0 4 1 】

また好ましくは第一に目標噴射時期IT_SP(n-2)を進角すること、第二に目標噴射回数nを減少すること、第三に目標噴射間隔IT_RE(n-2)を減少すること、第四に目標燃圧FPを増加することを順に実施していくことが望ましい。これは目標噴霧到達距離を増加するために必要な消費エネルギーが少ない順であり、目標噴射時期IT_SP(n-2)の進角は噴射タイミングの変更のみであるため消費エネルギーが無い。目標分割噴射回数nを減少する場合は回数変更を行う際の噴射制御切替が発生するため数燃焼分の消費エネルギー損失が発生する。目標噴射間隔IT_RE(n-2)の減少は噴射間隔を減少するため各段の噴射の間隔が狭まるため早期にインジェクタを開弁するための電力チャージを要求することで僅かに消費エネルギーが増加する。さらに目標燃圧FPの増加は燃料ポンプ駆動のためのエネルギーが増加するため消費エネルギーが増加する。以上の観点から、好ましくは第一に目標噴射時期IT_SP(n-2)を進角すること、第二に目標噴射回数nを減少すること、第三に目標噴射間隔IT_RE(n-2)を減少すること、第四に目標燃圧FPを増加することを順に実施する。

【 0 0 4 2 】

図 1 3 は本実施形態によるECU1における制御内容を示すフローチャートである。図 1 3 に示された制御内容はECU1によって所定の周期で繰り返し実行される。

【 0 0 4 3 】

ECU1内では、ステップS101において、アクセル開度AP0、エンジン回転数NE、車速VX、ECU1内のROM 50dに書き込まれた値などを読み込む。エンジン100に対する要求トルクはアクセル開度センサ2の出力信号に基いて算出される。

【 0 0 4 4 】

次にステップS102において、ステップS101の結果に基づき適切な吸入空気量QAとEGR流量QEと還流ガス温度TEを実現するようにスロットル5、タンブル弁6、可変動弁12、EGR弁25、冷却水ポンプ28、及び冷却水流路切替弁29を制御し、これに基づきインジェクタ7、燃料ポンプ8、及び点火コイル19を制御する。

【 0 0 4 5 】

次にECU1は、ステップS103において、冷却水ポンプ駆動電流ACと冷却水流路切替弁電圧VCとEGR弁開度電圧VREを読み込む。

【 0 0 4 6 】

次にECU1は、ステップS104において、還流ガス温度TEとEGR流量QEの演算を実施する。

【 0 0 4 7 】

次にECU1は、ステップS105において、EGR流量QEが0であるか否かを判定する。EGR流量QEが0である場合N0へ進み、ステップS103へ進む。YESである場合はステップ106へ進む。

【 0 0 4 8 】

次にステップS106では、目標噴霧到達距離演算を実施する。

【 0 0 4 9 】

次にステップS107では、補正值演算を実施し、目標噴射時期IT_SP(n-2)、目標噴射回数n、目標噴射間隔IT_RE(n-2)、及び目標燃圧FPを出力する。

【 0 0 5 0 】

次にステップS108では、前記目標噴射時期IT_SP(n-2)、目標噴射回数n、目標噴射間隔IT_RE(n-2)、及び目標燃圧FPの出力を読み込む。

【 0 0 5 1 】

10

20

30

40

50

次にステップS109では、前記出力に基づき噴射制御を実施する。

【0052】

以上のフローがECU1によって所定の周期で実施される。

【0053】

本実施例では、EGR流量QE又は還流ガス温度TEの少なくともいずれか一方に基づいて、以下(1)~(4)の少なくともいずれか一つの制御を実施することにより、ペネトレーションを長くして燃料が燃焼室内に広く分布するようにすることができる。すなわち、還流装置によって還流される排気ガス温度が高い場合は低い場合と比較して、或いは還流装置によって還流される排気ガス量が多い場合は少ない場合と比較して、以下(1)~(4)の少なくともいずれか一つの制御を実施する。

(1) 噴射時期IT_SP(n-2)を進角する。

(2) 噴射回数nを減少する。

(3) 噴射間隔IT_RE(n-2)を減少する。

(4) 燃圧FPを増加する。

【実施例2】

【0054】

次に、本発明の第二の実施形態を図14、図15、図16、図17、図18、図19を用いて説明する。本実施例では、自動車用エンジンシステムとして、図1で説明したシステムを使用する。また、ECU1として図2で説明した構成を使用する。

【0055】

図14は本実施形態に係り、吸入空気量QAとエンジン回転数NEに基づくEGR制御の特性図である。縦軸は吸入空気量QAを示しており、横軸はエンジン回転数NEを示している。吸入空気量QAとエンジン回転数NEに応じてEGR制御は内部EGRと外部EGRとEGR無し(without EGR)の領域を判定する。この時、内部EGRは可変吸気排気動弁12によりEGR流量を制御する。外部EGRはEGR弁25によりEGR流量を制御する。

【0056】

図15Aは本実施形態に係るEGR弁の特性を示す特性図である。図15Bは本実施形態に係る冷却水ポンプ及び冷却水流路切替弁の特性を示す特性図である。図15Aの縦軸は目標EGR流量TQEを示し、横軸はEGR弁開度EPOを示しており、目標EGR流量TQEに対応するEGR弁開度EPOの特性を示す。目標EGR流量TQEが増加した時EGR弁開度EPOを増加することで、この目標EGR流量TQEを供給することが可能である。図15Bの縦軸は目標還流ガス温度TTEを示し、横軸は冷却水ポンプ駆動電流と冷却水流路切替弁開度との特性を示す。目標還流ガス温度TTEが低下した時冷却水ポンプ駆動電流の増加あるいは冷却水流路切替弁開度を増加することで、還流ガス温度TTEを低下させることが可能である。

【0057】

図16Aは本実施形態に係るイオンセンサ20の特性を示す特性図である。図16Bは本実施形態に係り、イオン積分値IIに対するEGR流量QEおよび窒素酸化物濃度の特性を示す特性図である。図16Aの縦軸はイオンセンサ電圧VIを示しており、横軸は時間を示している。イオンセンサ電圧VIは圧縮行程から膨張行程にかけ図に示すような振幅信号を出力する。ここで示す出力は一例であり、エンジン100における動作状態に応じて出力は変化する。ここでイオンセンサ電圧VIを圧縮行程から膨張行程にかけて積分した値をイオン積分値IIと定義する。ECU1においてはこのイオン積分値IIを演算する。

【0058】

図16Bの縦軸はEGR流量QEと窒素酸化物濃度を示しており、横軸はイオン積分値IIを示している。イオン積分値IIが増加するにつれて窒素酸化物濃度は増加する。これは燃焼室16内で行われる化学反応により高温化した際に発生する空気中の窒素の熱乖離による窒素酸化物イオンをイオンセンサ20が検出しているためである。この場合、EGR流量QEが減少すると燃焼室16内部の可燃混合気の比熱および熱容量が小さくなることで温度が高温化することで窒素酸化物濃度が増加しイオン積分値IIが増加する。またEGR流量QEが増加すると燃焼室16内部の可燃混合気の比熱および熱容量が大きくなることで温度が低温化する

10

20

30

40

50

ことで窒素酸化物濃度が減少しイオン積分値IIが減少する。すなわちイオン積分値IIの増減に応じてEGR流量QEを検出することが可能である。

【 0 0 5 9 】

図 1 7 A、図 1 7 B 及び図 1 7 C は本実施形態に係り、EGR流量QEと還流ガス温度TEに基づく噴射時期と点火時期と充電時間の特性を示す特性図である。図 1 8 A 及び図 1 8 B は本実施形態に係り、EGR流量QEと還流ガス温度TEに基づく放電回数とタンブル弁開度の特性を示す特性図である。

【 0 0 6 0 】

図 1 7 A に基づいて噴射時期はEGR流量QEと還流ガスTEとの増加に応じて進角する。また噴射時期進角リミットIT_SPLimitを超えて進角要求がある場合は、図 1 7 B に基づいて点火時期はEGR流量QEと還流ガスTEとの増加に応じて進角する。また点火時期進角リミットADVLimitを超えて進角要求がある場合は、図 1 7 C に基づいて充電時間はEGR流量QEと還流ガスTEとの増加に応じて延長する。また充電時間リミットDCLimitを超えて充電時間要求がある場合は、図 1 8 A に基づいて放電回数はEGR流量QEと還流ガスTEとの増加に応じて増加する。また放電回数リミットmLimitを超えて放電回数要求がある場合は、図 1 8 B に基づいてタンブル弁開度はEGR流量QEと還流ガスTEとの増加に応じて閉めていく。またタンブル弁開度リミットTUMOLimitを超えてタンブル弁開度要求がある場合には、EGR制御を禁止する。

【 0 0 6 1 】

図 1 9 は本実施形態に係るECU1における制御内容を示すフローチャートである。図 1 9 に示された制御内容はECU1によって所定の周期で繰り返し実行される。ECU1内ではステップS201においてアクセル開度AP0、エンジン回転数NE、車速VX、イオンセンサ信号、ECU1内のROMに書き込まれた値などを読み込む。エンジン100に対する要求トルクはアクセル開度センサ2の出力信号に基いて算出される。

【 0 0 6 2 】

次にステップS202において、ステップS201の結果に基づいて適切な吸入空気量QAとなるようにスロットル5、タンブル弁6、可変動弁12を制御し、これに基づいてインジェクタ7、燃料ポンプ8、点火コイル 1 9 を制御する。

【 0 0 6 3 】

次にステップS203において、EGR運転領域か否かを判定する。この判定は図 1 4 に基いて判定される。ここでEGR運転領域でない場合はステップS202へ戻り、EGR運転領域である場合はステップS204に進む。

【 0 0 6 4 】

ステップS204では目標EGR流量TQEと目標還流ガス温度TTEとを演算する。

【 0 0 6 5 】

次にステップS205において、前記目標EGR流量TQEと目標還流ガス温度TTEとになるようにEGR弁25と冷却水ポンプ28と冷却水流路切替弁29とを制御する。

【 0 0 6 6 】

次にステップS206において、EGR流量QEを図 1 6 B に示したイオン強度IIとEGR流量QEとの関係に基づいて読み、還流ガス温度TEを還流ガス温度検出器の一態様であって還流ガス温度を調整するEGRクーラ26に備えられた還流ガス温度検出器26aからの信号から読む。

【 0 0 6 7 】

次にステップS207において、前記目標EGR流量TQEとEGR流量QEとが等しいか、また目標還流ガス温度TTEと目標還流ガス温度TEとが等しいかを判定する。等しくない場合はステップS202へ戻る。等しいと判定された場合はステップS208へ進む。

【 0 0 6 8 】

ステップS208では図 1 7 A に基づいて噴射時期を演算する。次にステップS209において、噴射時期IT_SP(n-2)が噴射時期進角リミットIT_SPLimitを超えて進角要求されているかを判定する。噴射時期IT_SP(n-2)が噴射時期進角リミットIT_SPLimitを超えていない場合

はステップS210へ進み、噴射時期進角制御を実施する。噴射時期進角制御は、還流装置によって還流される排気ガス温度が高い場合は低い場合と比較して、或いは還流装置によって還流される排気ガス量が多い場合は少ない場合と比較して、噴射時期が進角するように制御する。噴射時期IT_SP(n-2)が噴射時期進角リミットIT_SPlimitを超える場合はステップS211へ進む。

【0069】

ステップS211では図17Bに基づいて点火時期を演算する。次にステップS212において、点火時期ADVが点火時期進角リミットADVlimitを超えて進角要求されているかを判定する。点火時期ADVが点火時期進角リミットADVlimitを超えていない場合はステップS213へ進み、点火時期進角制御を実施する。点火時期進角制御は、還流装置によって還流される排気ガス温度が高い場合は低い場合と比較して、或いは還流装置によって還流される排気ガス量が多い場合は少ない場合と比較して、点火時期が進角するように制御する。点火時期ADVが点火時期進角リミットADVlimitを超える場合はステップS214へ進む。

10

【0070】

ステップS214では図17Cに基づいて充電時間を演算する。次にステップS215において、充電時間DCが充電時間リミットDClimitを超えて充電要求されているかを判定する。充電時間DCが充電時間リミットDClimitを超えていない場合はステップS216へ進み、充電時間延長制御を実施する。充電時間延長制御は、還流装置によって還流される排気ガス温度が高い場合は低い場合と比較して、或いは還流装置によって還流される排気ガス量が多い場合は少ない場合と比較して、充電時間が延長されるように制御する。充電時間DCが充電時間リミットDClimitを超える場合はステップS217へ進む。

20

【0071】

ステップS217では図18Aに基づいて放電回数を演算する。次にステップS218において、放電回数mが放電回数リミットmlimitを超えて放電要求されているかを判定する。放電回数mが放電回数リミットmlimitを超えていない場合はステップS219へ進み、放電回数増加制御を実施する。放電回数増加制御は、還流装置によって還流される排気ガス温度が高い場合は低い場合と比較して、或いは還流装置によって還流される排気ガス量が多い場合は少ない場合と比較して、放電回数が増加するように制御する。放電回数mが放電回数リミットmlimitを超える場合はステップS220へ進む。

【0072】

30

ステップS220では図18Bに基づいてタンブル弁開度を演算する。次にステップS221において、タンブル弁開度TUMOがタンブル弁開度リミットTUMOlmitを超えて閉弁要求されているかを判定する。タンブル弁開度TUMOに対する閉弁要求がタンブル弁開度リミットTUMOlmitを超えていない場合はステップS222へ進み、タンブル弁開度閉制御を実施する。タンブル弁開度閉制御は、還流装置によって還流される排気ガス温度が高い場合は低い場合と比較して、或いは還流装置によって還流される排気ガス量が多い場合は少ない場合と比較して、タンブル弁開度が小さくなるように制御する。タンブル弁開度を小さくすることにより、筒内混合気の流動が強化される。タンブル弁開度TUMOに対する閉弁要求がタンブル弁開度リミットTUMOlmitを超える場合はステップS223へ進み、EGR運転を禁止する。

【0073】

40

タンブル弁6の代わりに吸気管にスワール弁を設け、スワール弁を筒内混合気の流動を強めるように制御してもよい。タンブル弁6やスワール弁は流動調整装置を構成する。

【0074】

なお、タンブル弁開度閉制御の代わりに、筒内混合気の圧縮圧力を減少させる制御を実行してもよい。或いは、タンブル弁開度閉制御と筒内混合気の圧縮圧力を減少させる制御との両方を実行してもよい。筒内混合気の圧縮圧力を減少させる制御は、筒内圧力調整装置を用いて行うことができる。この筒内圧力調整装置は吸気弁12a或いは排気弁12bを動作させる動弁装置（可変動弁12）により構成される。具体的には、吸気弁12aを閉じるタイミングを下死点に近付ける制御を実施し、これにより筒内混合気の圧縮圧力を減少させる。これは、タンブル弁6の開度を小さく絞る制御と同様に作用する。

50

【 0 0 7 5 】

以上のフローがECU1によって所定の周期で実施される。

【 0 0 7 6 】

上述したステップS210の噴射時期進角制御は燃料噴霧の到達距離（ペネトレーション）を長くするための制御である。ステップS213の点火時期進角制御は点火時期を調整して確実に点火を行うための制御である。ステップS216の充電時間延長制御は点火のためのエネルギーを大きくすることにより着火性を高める制御である。ステップS219の放電回数増加制御は着火の確率を高める制御である。ステップS222のタンブル弁開度閉制御は筒内混合気の流動を強化して点火後の火炎の伝播を良好にする制御である。

【 0 0 7 7 】

ステップS210においては、燃料噴霧の到達距離（ペネトレーション）を長くするための制御として、噴射時期進角制御の代わりに、上述した（ 2 ）噴射回数 n を減少する制御、（ 3 ）噴射間隔 IT_RE を減少する制御、（ 4 ）燃圧 FP を増加する制御を実行してもよい。噴射回数減少制御を実行する場合は、ステップS208において、噴射回数 n の演算を行う。噴射間隔減少制御を実行する場合は、ステップS208において、噴射間隔 $IP_RES(n-2)$ の演算を行う。燃圧増加制御を実行する場合は、ステップS208において、燃圧 FP の演算を行う。

【 0 0 7 8 】

また、図 1 7 A で説明した噴射時期進角リミット $IT_SPlimit$ と同様に、（ 2 ）噴射回数減少制御、（ 3 ）噴射間隔減少制御、（ 4 ）燃圧増加制御の制御毎にリミットが設定される。すなわち、噴射回数減少制御の場合は、図 1 7 A において、噴射時期進角リミット $IT_SPlimit$ に代わって噴射回数減少リミット $nlimit$ となり、「遅角」に代わって「 n 増加」となり、「進角」に代わって「 n 減少」となる。そして、ステップS209では、 $n < nlimit$ の判定を行う。噴射間隔減少制御の場合は、図 1 7 A において、噴射時期進角リミット $IT_SPlimit$ に代わって噴射間隔減少リミット $IP_RESlimit$ となり、「遅角」に代わって「間隔増加」となり、「進角」に代わって「間隔減少」となる。そして、ステップS209では、 $IP_RES(n-2) < IP_RESlimit$ の判定を行う。燃圧増加制御の場合は、図 1 7 A において、噴射時期進角リミット $IT_SPlimit$ に代わって燃圧増加リミット $FPlimit$ となり、「遅角」に代わって「 FP 減少」となり、「進角」に代わって「 FP 増加」となる。そして、ステップS209では、 $FP > FPlimit$ の判定を行う。

【 0 0 7 9 】

ステップS208とステップS209とステップS210の部分では、噴射時期進角制御、噴射回数減少制御、噴射間隔減少制御、又は燃圧増加制御のうち少なくともいずれか 1 つについて実施するようにすればよい。従って、複数或いは全ての制御を実施してもよい。

【 0 0 8 0 】

本実施例では、噴射時期進角制御、噴射回数減少制御、噴射間隔減少制御、又は燃圧増加制御によりペネトレーションを長くして燃料が燃焼室内に広く分布するようにすることができる。また、点火時期、充電時間、又は放電回数を制御して着火を確実に行えるようにし、タンブル弁開度を制御して火炎の伝播を良好にすることができる。

【 0 0 8 1 】

第一実施例及び第二実施例では、ペネトレーションを長くするために種々の制御を実施しているが、還流装置によって還流される排気ガス温度が高い場合と低い場合とで、或いは還流装置によって還流される排気ガス量が多い場合と少ない場合とで、噴射される燃料量は同じ量になるように設定されている。1 燃焼サイクルに燃料噴射を 1 回だけ行う場合は、還流排気ガス温度が高い場合と低い場合とで、或いは還流排気ガス量が多い場合と少ない場合とで、インジェクタを駆動する 1 回の噴射パルス幅が等しく設定される。1 燃焼サイクルに燃料噴射を複数回に分けて行う分割多段噴射の場合は、還流排気ガス温度が高い場合と低い場合とで、或いは還流排気ガス量が多い場合と少ない場合とで、インジェクタを駆動する分割された複数の噴射パルス幅の総和が等しく設定される。また、このために目標燃料噴射量は、還流装置によって還流される排気ガス温度が高い場合と低い場合と

10

20

30

40

50

で、或いは還流装置によって還流される排気ガス量が多い場合と少ない場合とで、同じ目標値に設定される。

【0082】

本発明に係る上記実施例は、以下の構成を備える。すなわち、筒内へ直接燃料を噴射する噴射装置と、排気ガスを吸気側へ還流する還流装置とを備えるガソリンエンジンの制御装置において、前記還流装置によって還流される排気ガス温度が高い場合は低い場合と比較して、あるいは前記還流装置によって還流される排気ガス量が多い場合は少ない場合と比較して、前記噴射装置の燃料噴射時期を進角させること、前記噴射装置へ供給する燃料圧力を増加させること、吸気上死点から圧縮上死点までの期間に前記噴射装置が分割多段噴射する回数を減少させること、或いは前記分割多段噴射間隔を減少させることの内、少なくとも1つを実行する。

10

【0083】

前記還流装置は排気管と吸気管とを連結する排気還流管を有する外部EGR装置であり、前記外部EGR装置は前記還流される排気ガス量を調整する還流ガス量調整装置を備え、前記外部EGR装置は前記還流ガスの温度を調整する還流ガス温度調整装置を備える。

【0084】

前記還流ガス量調整装置は弁あるいはスロットルであり、前期還流ガス温度調整装置は当該ガソリンエンジンの温度を調整する冷却水あるいは冷媒により温度を調整され、該冷却水あるいは冷媒の流量の調整は、当該ガソリンエンジンに備えられた冷却水ポンプあるいは冷却水流路切替弁あるいはコンプレッサを用いて調整される。

20

【0085】

筒内へ直接燃料を噴射する噴射装置と、排気ガスを吸気側へ還流する還流装置とを備えるガソリンエンジンの制御装置において、筒内混合気に放電する点火装置と、該点火装置の充電量あるいは放電回数を調整する点火調整装置とを備え、前記還流装置によって還流される排気ガス温度が高い場合は低い場合と比較して、あるいは前記還流装置によって還流される排気ガス量が多い場合は少ない場合と比較して、前記点火装置の点火時期を進角させりこと、前記点火調整装置の充電量を増加させること、前記点火調整装置の放電回数を増加させることの内、少なくとも1つを実行する。

【0086】

筒内へ直接燃料を噴射する噴射装置と、排気ガスを吸気側へ還流する還流装置とを備えるガソリンエンジンの制御装置において、筒内混合気の流動を調整する流動調整装置と、筒内混合気の圧縮圧力を調整する筒内圧力調整装置とを備え、前記還流装置によって還流される排気ガス温度が高い場合は低い場合と比較して、あるいは前記還流装置によって還流される排気ガス量が多い場合は少ない場合と比較して、前記流動調整装置により筒内混合気の流動を強化する制御と、前記筒内圧力調整装置により前記筒内混合気の圧縮圧力を減少させる制御との内、少なくとも1つを実行する。

30

【0087】

前記流動調整装置は吸気管に備えられたタンブル弁あるいはスワール弁であり、筒内混合気の圧縮圧力を調整する筒内圧力調整装置は吸気弁あるいは排気弁を動作させる動弁装置で構成することができる。

40

【0088】

本発明に係る実施例では、ペネトレーションを長くすることで燃料が燃焼室内に広く分布する様にして、燃料と空気との混合を促進する。その結果、ガソリンエンジンの燃焼変動を抑制し、効率向上と排気清浄化とを両立することができる。

【0089】

なお、本発明は上記した各実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、

50

他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

【符号の説明】

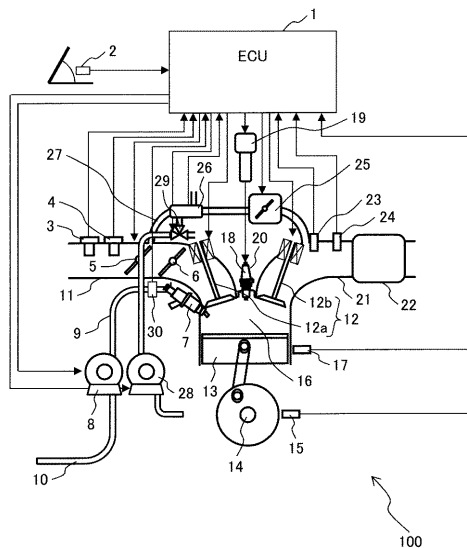
【0090】

1...ECU、2...アクセル開度センサ、3...エアフロセンサ、4...吸気温湿度、5...スロットル、6...タンプル弁、7...インジェクタ、8...燃料ポンプ、9...コモンレール、10...燃料配管、11...吸気管、12...可変吸気排気動弁、13...ピストン、14...クランクシャフト、15...クランク角センサ、16...燃焼室、17...冷却水温センサ、18...点火プラグ、19...点火コイル、20...イオンセンサ(圧力センサ)、21...排気管、22...三元触媒、23...排気温度センサ、24...空燃比センサ、25...EGR弁、26...EGRクーラ、27...排気還流管、28...冷却水ポンプ、29...冷却水流路切替弁、100...エンジン。

10

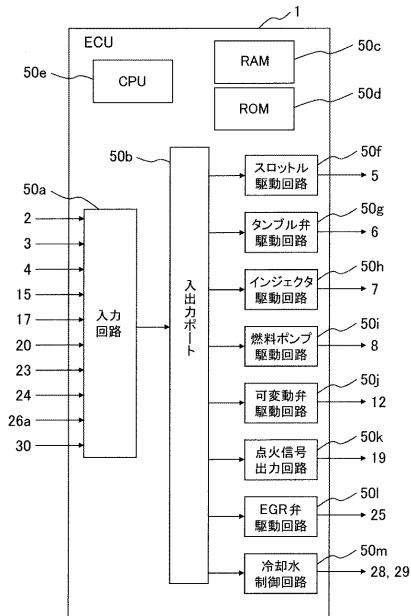
【図1】

図 1



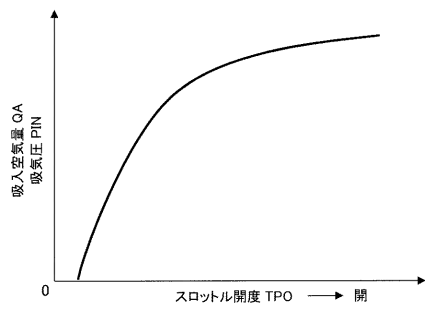
【図2】

図 2



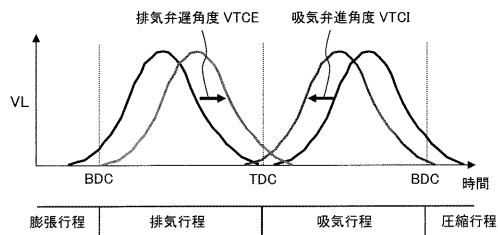
【図 3 A】

図 3A



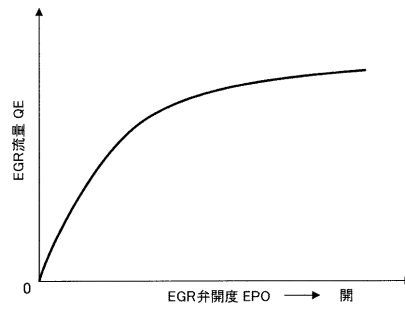
【図 3 B】

図 3B



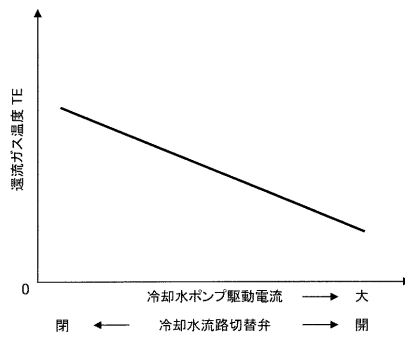
【図 4 A】

図 4A



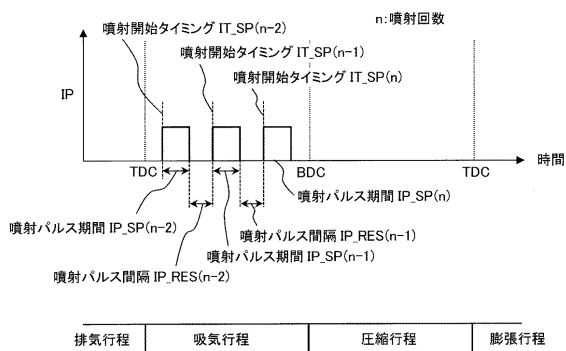
【図 4 B】

図 4B



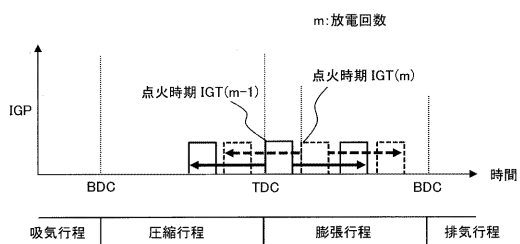
【図 5 A】

図 5A



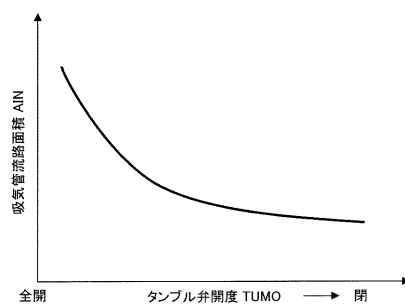
【図 6 A】

図 6A



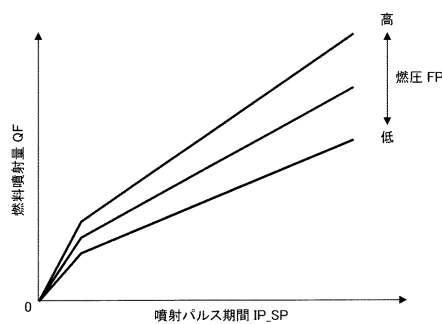
【図 6 B】

図 6B



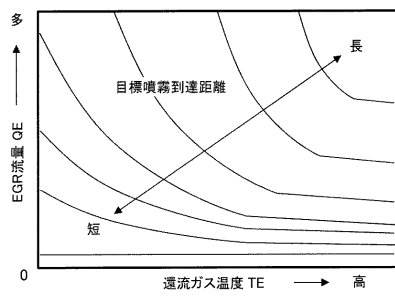
【図 5 B】

図 5B



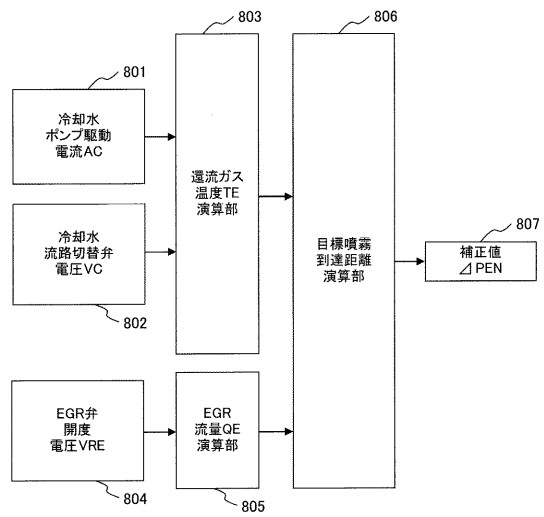
【図 7】

図 7



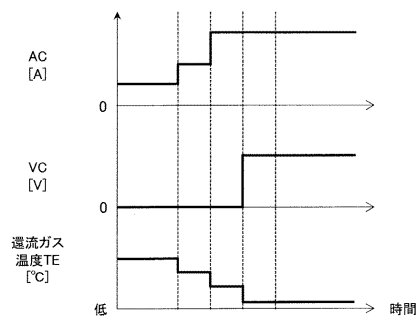
【図 8】

図 8



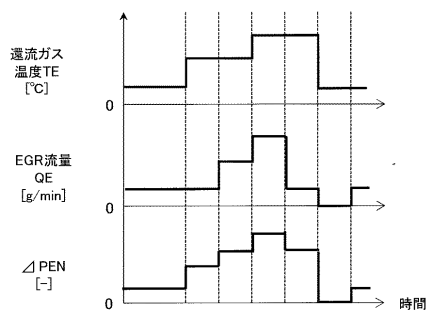
【図 9 A】

図 9A



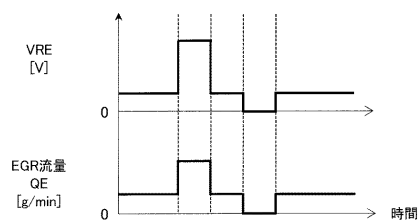
【図 10】

図 10

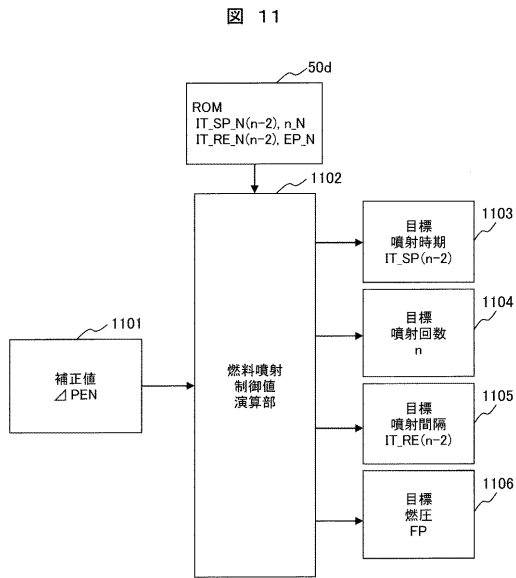


【図 9 B】

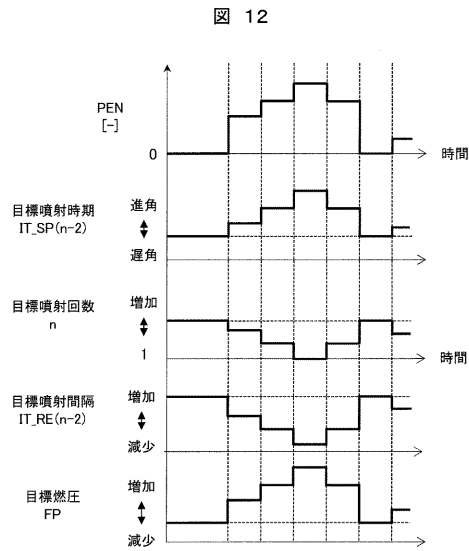
図 9B



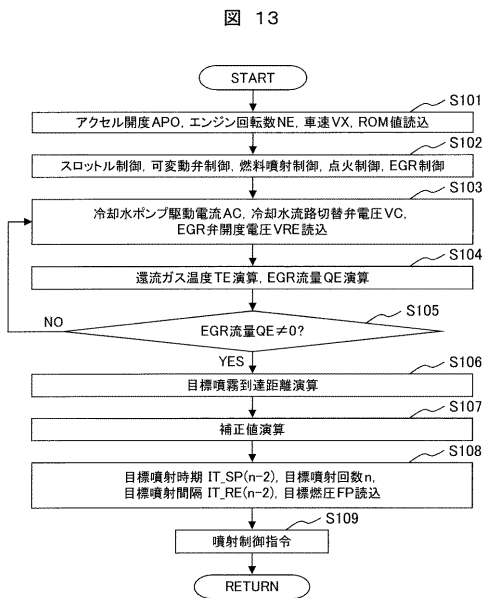
【図 1 1】



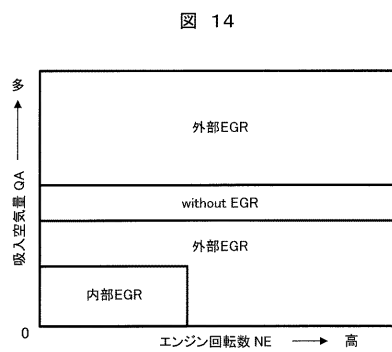
【図 1 2】



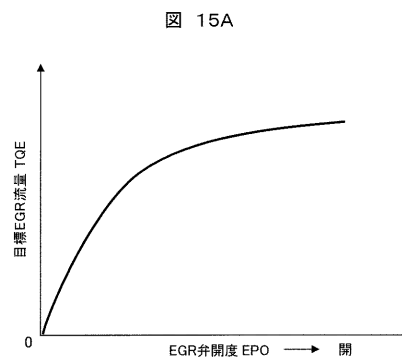
【図 1 3】



【図 1 4】

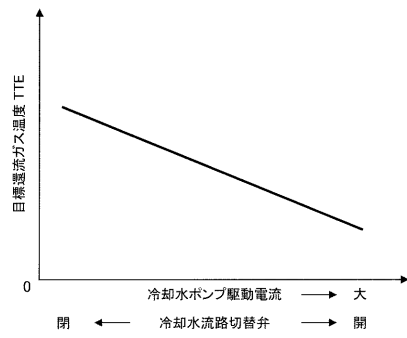


【図 1 5 A】



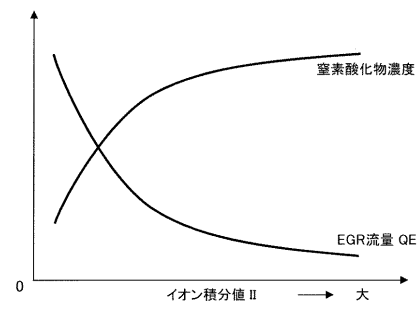
【図 15 B】

図 15B



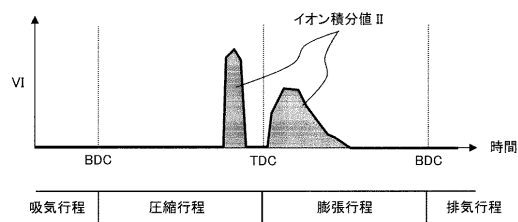
【図 16 B】

図 16B



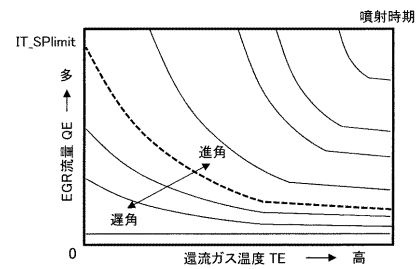
【図 16 A】

図 16A



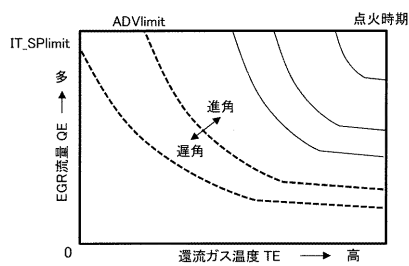
【図 17 A】

図 17A



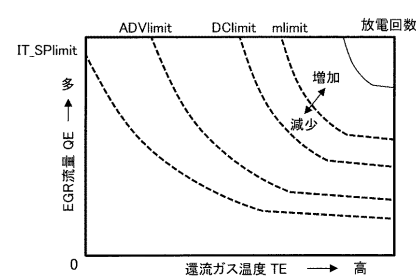
【図 17 B】

図 17B



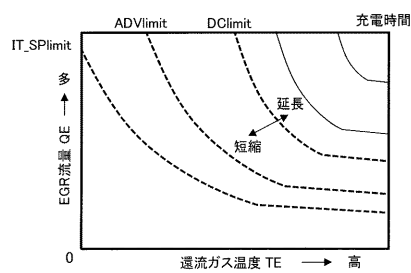
【図 18 A】

図 18A



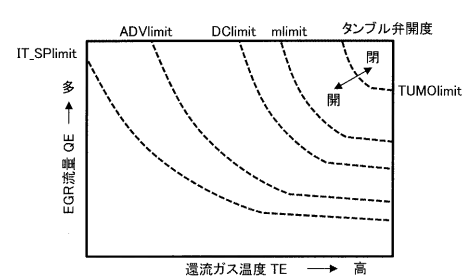
【図 17 C】

図 17C



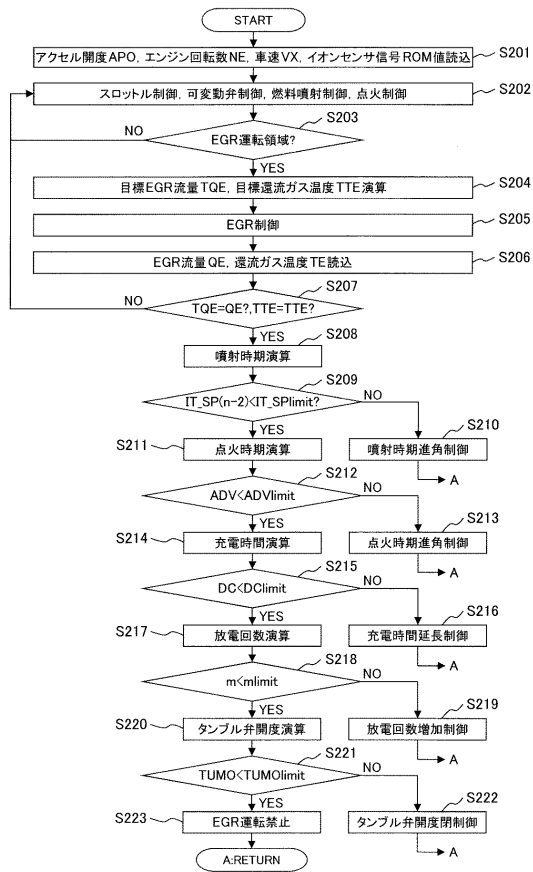
【図 18 B】

図 18B



【図 19】

図 19



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

<i>F 0 1 L</i>	<i>13/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 D</i>	<i>43/00</i>	<i>3 0 1 J</i>
<i>F 0 2 D</i>	<i>13/02</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 D</i>	<i>43/00</i>	<i>3 0 1 G</i>
<i>F 0 2 M</i>	<i>26/00</i>	<i>(2016.01)</i>	<i>F 0 2 D</i>	<i>43/00</i>	<i>3 0 1 N</i>
<i>F 0 2 M</i>	<i>26/22</i>	<i>(2016.01)</i>	<i>F 0 2 D</i>	<i>43/00</i>	<i>3 0 1 B</i>
<i>F 0 2 P</i>	<i>15/10</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 D</i>	<i>43/00</i>	<i>3 0 1 A</i>
<i>F 0 2 P</i>	<i>9/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 D</i>	<i>43/00</i>	<i>3 0 1 U</i>
<i>F 0 2 P</i>	<i>3/045</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 D</i>	<i>43/00</i>	<i>3 0 1 Z</i>
<i>F 0 2 B</i>	<i>31/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 D</i>	<i>21/08</i>	<i>3 0 1 C</i>
<i>F 0 2 B</i>	<i>31/06</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 2 D</i>	<i>21/08</i>	<i>3 0 1 G</i>
			<i>F 0 1 L</i>	<i>13/00</i>	<i>3 0 1 Y</i>
			<i>F 0 2 D</i>	<i>13/02</i>	<i>J</i>
			<i>F 0 2 M</i>	<i>26/00</i>	
			<i>F 0 2 M</i>	<i>26/22</i>	
			<i>F 0 2 P</i>	<i>15/10</i>	<i>3 0 1 A</i>
			<i>F 0 2 P</i>	<i>9/00</i>	<i>3 0 2 A</i>
			<i>F 0 2 P</i>	<i>3/045</i>	<i>3 0 3 A</i>
			<i>F 0 2 B</i>	<i>31/00</i>	<i>5 0 0 A</i>
			<i>F 0 2 B</i>	<i>31/06</i>	<i>5 2 0 C</i>

審査官 山村 秀政

- (56)参考文献 特開2006-316709(JP,A)
 特開2009-144535(JP,A)
 国際公開第2011/117968(WO,A1)
 国際公開第2015/146209(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 2 D *4 1 / 0 2*
F 0 1 L *1 3 / 0 0*
F 0 2 B *3 1 / 0 0*
F 0 2 B *3 1 / 0 6*
F 0 2 D *1 3 / 0 2*
F 0 2 D *2 1 / 0 8*
F 0 2 D *4 1 / 3 2*
F 0 2 D *4 1 / 3 4*
F 0 2 D *4 3 / 0 0*
F 0 2 M *2 6 / 0 0*
F 0 2 M *2 6 / 2 2*
F 0 2 P *3 / 0 4 5*
F 0 2 P *9 / 0 0*
F 0 2 P *1 5 / 1 0*