

(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2006-183548

(P2006-183548A)

(43) 公開日 平成18年7月13日(2006.7.13)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
F02D 41/22 (2006.01)	F02D 41/22 335B	3G019
F02D 41/02 (2006.01)	F02D 41/22 330B	3G022
F02D 41/04 (2006.01)	F02D 41/02 330F	3G301
F02D 41/34 (2006.01)	F02D 41/04 330Z	3G384
F02D 43/00 (2006.01)	F02D 41/04 335Z	
審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 17 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2004-377397 (P2004-377397)

(22) 出願日 平成16年12月27日 (2004.12.27)

(71) 出願人 000004695

株式会社日本自動車部品総合研究所
愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社
愛知県豊田市トヨタ町1番地

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎

(74) 代理人 100085132

弁理士 森田 俊雄

(74) 代理人 100112715

弁理士 松山 隆夫

(74) 代理人 100112852

弁理士 武藤 正

最終頁に続く

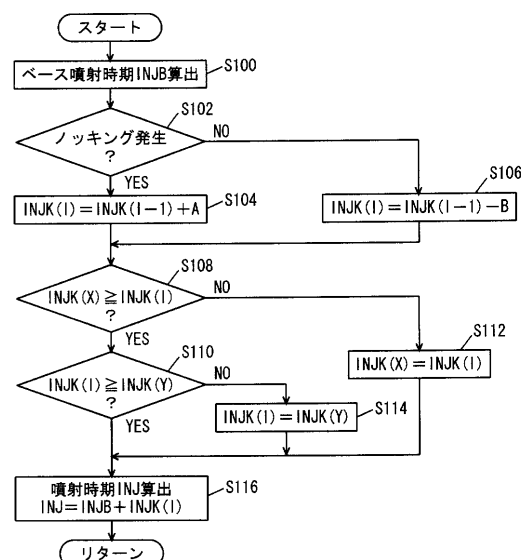
(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置

(57) 【要約】

【課題】 シリンダ内における火炎の伝播時期を適切にして、ノッキングを抑制する。

【解決手段】 ECUは、ベース噴射時期INJBを算出するステップ(S100)と、ノッキングが発生したか否かを判別するステップ(S102)と、ノッキングが発生した場合(S102にてYES)、噴射時期の補正值INJK(I)を増大するステップ(S104)と、ベース噴射時期INJBに補正值INJK(I)を加算して、噴射時期INJを算出するステップ(S116)を含む、プログラムを実行する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

筒内に燃料を直接噴射する噴射手段を含む内燃機関の制御装置であって、
ノッキングの発生を検出するための検出手段と、
ノッキングの発生が検出された場合、前記筒内における吸気側への火炎の伝播時期が早くなるように、前記噴射手段を制御するための制御手段とを含む、内燃機関の制御装置。

【請求項 2】

筒内に燃料を直接噴射する噴射手段を含む内燃機関の制御装置であって、
前記筒内における火炎の伝播時期を検出するための検出手段と、
前記筒内における吸気側への火炎の伝播時期が、排気側への火炎の伝播時期よりも遅い 10
場合、前記筒内における吸気側への火炎の伝播時期が早くなるように、前記噴射手段を制御するための制御手段とを含む、内燃機関の制御装置。

【請求項 3】

前記検出手段は、前記筒内に複数設けられる、請求項 2 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 4】

前記検出手段は、前記筒内の吸気側および排気側の 2 箇所に設けられる、請求項 3 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 5】

前記検出手段は、イオン電流検出装置である、請求項 2 ～ 4 のいずれかに記載の内燃機関の制御装置。 20

【請求項 6】

前記制御手段は、前記筒内における吸気側の空燃比を高くして、前記筒内における吸気側への火炎の伝播時期が早くなるように、前記噴射手段を制御するための手段を含む、請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 7】

前記制御手段は、吸気行程における燃料の噴射時期を進角するための手段を含む、請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 8】

前記筒内には、吸気行程および圧縮行程の 2 回に分割して燃料が噴射され、
前記制御手段は、圧縮行程における燃料の噴射時期を遅角するための手段を含む、請求 30
項 1 ～ 6 のいずれかに記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 9】

前記制御手段は、圧縮行程における燃料の噴射時期を遅角するための手段に加え、圧縮行程における燃料の噴射量を増量するための手段を含む、請求項 8 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 10】

前記制御装置は、燃料の噴射時期が予め定められた第 1 の噴射時期以降であり、かつ予め定められた第 2 の噴射時期以前となるように、噴射時期を制限するための手段をさらに含む、請求項 7 ～ 9 のいずれかに記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 11】

前記制御装置は、ノッキングの発生が検出された場合において、燃料の噴射時期が前記第 1 の時期および前記第 2 の時期のいずれか一方である場合、点火時期を遅角するための手段をさらに含む、請求項 10 に記載の内燃機関の制御装置。 40

【請求項 12】

前記制御装置は、燃料の噴射量が予め定められた第 1 の噴射量以上であり、かつ予め定められた第 2 の噴射量以下となるように、噴射量を制限するための手段をさらに含む、請求項 9 に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 13】

前記制御装置は、ノッキングの発生が検出された場合において、燃料の噴射量が前記第 1 の噴射量および前記第 2 の噴射量のいずれか一方である場合、点火時期を遅角するため 50

の手段をさらに含む、請求項 1 2 に記載の内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の制御装置に関し、特に、筒内に直接燃料が噴射される内燃機関の制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、筒内に燃料を直接噴射する直噴エンジンが市販されている。直噴エンジンには、吸気行程において燃料を噴射し、燃料と空気とが均質に混合された混合気を燃焼させる均質燃焼や、圧縮行程において燃料を噴射し、点火プラグの周りの空燃比が高くされた混合気を燃焼させる成層燃焼が行なわれるものがある。また、吸気行程および圧縮行程の 2 回に分割して燃料を噴射するものもある。このような直噴エンジンにおいても、ノッキングが発生する場合がある。そのため、ノッキングの発生を抑制する必要がある。

【0003】

特開 2004 - 3429 号公報（特許文献 1）は、成層燃焼モード運転中に発生するノッキングを失火や排気エミッションの悪化を招くことなく抑制できるノッキング抑制制御装置を開示する。特許文献 1 に記載のノッキング抑制制御装置は、成層燃焼モード運転中にノッキング検出部でノッキングを検出したときに、成層燃焼モード用ノッキング抑制制御部により点火時期を遅角補正すると共に燃料噴射時期を遅角補正したり、成層燃焼モードから均質燃焼モードに切り換えたりする。ノッキング抑制制御による点火時期と燃料噴射時期のうちの少なくとも一方の補正量又は補正結果が所定の判定値を越えたときに、成層燃焼モードから成層 2 回噴射燃焼モードに切り換えられる。成層 2 回噴射燃焼モード運転中にノッキングを検出したときには、成層 2 回噴射燃焼モード用ノッキング抑制制御部により吸気行程で噴射する燃料と圧縮行程で噴射する燃料の分配率、吸気行程の燃料噴射時期、点火時期のうちの少なくとも 1 つが補正される。ただし、圧縮行程の燃料噴射時期は補正されない。さらに、成層 2 回噴射燃焼モード運転中にノッキング抑制制御による燃料分配率、吸気行程の燃料噴射時期、点火時期のうちの少なくとも 1 つの補正量又は補正結果が所定の判定値を越えたときに、成層 2 回噴射燃焼モードから均質燃焼モードに切り換えられる。

【0004】

この公報に記載のノッキング抑制制御装置によると、成層燃焼モード運転中に、ノッキングを抑制するために点火時期の遅角補正しながら、その点火時期の遅角補正量に応じて燃料噴射時期を遅角補正することで、成層燃焼モード運転中の燃料噴射時期と点火時期との関係を、噴射燃料が点火プラグの近傍を流動するタイミングに合わせて点火できるように補正することができる。そのため、成層燃焼モード運転中に、点火時期の遅角補正によりノッキングを抑制しながら、失火や排気エミッションの悪化を燃料噴射時期の遅角補正により未然に防止することができる。

【0005】

また、一般に、成層 2 回噴射燃焼モードでは、成層燃焼モードよりも点火時期や燃料噴射時期の補正可能範囲が広がるため、成層燃焼モードよりもノッキングを抑制しやすくなる。そのため、成層燃焼モード運転中にノッキングを抑制するための補正量又は補正結果が所定の判定値を越えたとき（例えば、補正ガード値で制限されたとき）には、成層燃焼モードのままではノッキングを抑制しきれないと判断して、成層 2 回噴射燃焼モードに切り換える。これにより、成層燃焼モードでは抑制しきれないノッキングも抑制することができる。

【0006】

さらに、成層 2 回噴射燃焼モードでは、点火時期以外に、燃料分配率（吸気行程の燃料噴射量）や吸気行程の燃料噴射時期を補正することによってノッキングを抑制することができる。尚、燃料分配率（吸気行程の燃料噴射量）を補正する場合は、吸気行程の燃料噴

射量を自己着火しないレベルまで減量することでノッキングを抑制したり、或は、その反対に、吸気行程の燃料噴射量を増量して吸気行程の噴射燃料の気化熱によって筒内ガス温度を下げることでノッキングを抑制することができる。

【 0 0 0 7 】

さらに、均質燃焼モードは、成層燃焼モードや成層 2 回噴射燃焼モードよりも点火時期や燃料噴射時期の補正可能範囲が更に広くなるため、成層燃焼モードや成層 2 回噴射燃焼モードよりも更にノッキングを抑制しやすい。そのため、成層燃焼モード運転中にノッキングを検出したときや、成層 2 回噴射燃焼モード運転中にノッキング抑制制御による燃料分配率、吸気行程の燃料噴射時期、点火時期のうちの少なくとも 1 つの補正量又は補正結果が所定の判定値を越えたときに、均質燃焼モードに切り換えられる。これにより、成層 2 回噴射燃焼モード（又は成層燃焼モード）では抑制しきれないノッキングも抑制することができる。

10

【特許文献 1】特開 2 0 0 4 - 3 4 2 9 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 8 】

特開 2 0 0 4 - 3 4 2 9 号公報に記載のノッキング抑制制御装置においては、ノッキング抑制制御により燃料噴射時期が補正される。ところが、筒内の混合気の分布（濃度の分布）は燃料噴射時期に応じて変化し得る。混合気の分布が変化すると、筒内における火炎の伝播時期（速度）が変化する。筒内における火炎の伝播時期が部位により異なることが、ノッキング発生の要因となり得るが、特開 2 0 0 4 - 3 4 2 9 号公報に記載のノッキング抑制制御装置においては、このような問題に関する開示も示唆もない。そのため、筒内における火炎の伝播時期を適切にすることができないという問題点があった。

20

【 0 0 0 9 】

本発明は、上述の問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、筒内における火炎の伝播時期を適切にしてノッキングを抑制することができる、内燃機関の制御装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

第 1 の発明に係る内燃機関の制御装置は、筒内に燃料を直接噴射する噴射手段を含む内燃機関を制御する。この制御装置は、ノッキングの発生を検出するための検出手段と、ノッキングの発生が検出された場合、筒内における吸気側への火炎の伝播時期が早くなるように、噴射手段を制御するための制御手段とを含む。

30

【 0 0 1 1 】

第 1 の発明によると、気筒の吸気側から燃料が噴射される直噴エンジンにおいては、吸気側への火炎の伝播時期が遅くなることにより、吸気側の混合気が断熱圧縮されてノッキングが発生し易い。吸気側でのノッキングの発生を抑制するため、ノッキングの発生が検出された場合、筒内における吸気側への火炎の伝播時期が制御手段により早くなるように制御される。これにより、筒内における火炎の伝播時期を適切にすることができる。そのため、吸気側において混合気が断熱圧縮されて、ノッキングが発生することを抑制することができる。その結果、筒内における火炎の伝播時期を適切にしてノッキングを抑制することができる、内燃機関の制御装置を提供することができる。

40

【 0 0 1 2 】

第 2 の発明に係る内燃機関の制御装置は、筒内に燃料を直接噴射する噴射手段を含む内燃機関を制御する。この制御装置は、筒内における火炎の伝播時期を検出するための検出手段と、筒内における吸気側への火炎の伝播時期が、排気側への火炎の伝播時期よりも遅い場合、筒内における吸気側への火炎の伝播が早くなるように、噴射手段を制御するための制御手段とを含む。

【 0 0 1 3 】

第 2 の発明によると、筒内の吸気側から燃料が噴射される直噴エンジンにおいては、吸

50

気側への火炎の伝播時期が遅くなり易い。吸気側への火炎の伝播時期が排気側に比べて遅いと、吸気側の混合気が断熱圧縮されてノッキングが発生し得る。このノッキングの発生を抑制するため、筒内における吸気側への火炎の伝播時期が、排気側への火炎の伝播時期よりも遅い場合、筒内における吸気側への火炎の伝播時期が制御手段により早くなるように制御される。これにより、筒内における火炎の伝播時期を適切にすることができる。そのため、吸気側において混合気が断熱圧縮されて、ノッキングが発生することを抑制することができる。その結果、筒内における火炎の伝播時期を適切にしてノッキングを抑制することができる、内燃機関の制御装置を提供することができる。

【0014】

第3の発明に係る内燃機関の制御装置においては、第2の発明の構成に加え、検出手段は、筒内に複数設けられる。 10

【0015】

第3の発明によると、筒内の複数箇所における火炎の伝播時期を精度よく検出することができる。

【0016】

第4の発明に係る内燃機関の制御装置においては、第3の発明の構成に加え、検出手段は、筒内の吸気側および排気側の2箇所に設けられる。

【0017】

第4の発明によると、吸気側への火炎の伝播時期と排気側への火炎の伝播時期とを検出することができる。 20

【0018】

第5の発明に係る内燃機関の制御装置においては、第2～4のいずれかの発明の構成に加え、検出手段は、イオン電流検出装置である。

【0019】

第5の発明によると、火炎の内部では、混合気分子がイオン化して電離状態となっている。そのため、火炎には導電性がある。よって、イオン電流検出装置により電流が流れるか否かを検出することで、火炎の伝播時期を検出することができる。

【0020】

第6の発明に係る内燃機関の制御装置においては、制御手段は、筒内における吸気側の空燃比を高くして、筒内における吸気側への火炎の伝播時期が早くなるように、噴射手段を制御するための手段を含む。 30

【0021】

第6の発明によると、ノッキングが問題となる全負荷条件、空燃比が理論空燃比よりリッチ側に制御される条件では、空燃比が筒内全体の空燃比よりリッチの（低い）場合は火炎の伝播時期が遅くなり易い。そのため、吸気側の空燃比をリーンに（高く）する、つまり、理論空燃比側に制御することにより、吸気側への火炎の伝播時期を早くすることができる。

【0022】

第7の発明に係る内燃機関の制御装置においては、第1～6のいずれかの発明の構成に加え、制御手段は、吸気行程における燃料の噴射時期を進角するための手段を含む。 40

【0023】

第7の発明によると、吸気行程における燃料の噴射時期が進角されると、筒内のピストンの頭頂部に燃料が衝突することで、燃料の多くが筒内の排気側に運ばれる。これにより、吸気側の空燃比をリーンに、つまり、理論空燃比側に制御することができる。

【0024】

第8の発明に係る内燃機関の制御装置においては、第1～6のいずれかの発明の構成に加え、筒内には、吸気行程および圧縮行程の2回に分割して燃料が噴射される。制御手段は、圧縮行程における燃料の噴射時期を遅角するための手段を含む。

【0025】

第8の発明によると、圧縮行程における燃料の噴射時期が遅角されると、筒内のピスト 50

ンの頭頂部に燃料が衝突することで、燃料の多くが筒内の排気側に運ばれる。これにより、吸気側の空燃比をリーンに、つまり、理論空燃比側に制御することができる。

【 0 0 2 6 】

第 9 の発明に係る内燃機関の制御装置においては、第 8 の発明の構成に加え、制御手段は、圧縮行程における燃料の噴射時期を遅角するための手段に加え、圧縮行程における燃料の噴射量を増量するための手段を含む。

【 0 0 2 7 】

第 9 の発明によると、圧縮行程における燃料の噴射量が増量されると、筒内のピストンの頭頂部に燃料が衝突することで、筒内の排気側に運ばれる燃料の量が多くなる。これにより、吸気側の空燃比をリーンに、つまり、理論空燃比側に制御することができる。

10

【 0 0 2 8 】

第 10 の発明に係る内燃機関の制御装置は、第 7 ～ 9 のいずれかの発明の構成に加え、燃料の噴射時期が予め定められた第 1 の噴射時期以降であり、かつ予め定められた第 2 の噴射時期以前となるように、噴射時期を制限するための手段をさらに含む。

【 0 0 2 9 】

第 10 の発明によると、燃料の噴射時期が必要以上に進角されたり遅角されたりすることを抑制することができる。そのため、ピストンの頭頂部に付着する燃料が必要以上に多くなることによるスモークの発生、燃料の気化不足、燃料と空気との混合不足を抑制することができる。

【 0 0 3 0 】

20

第 11 の発明に係る内燃機関の制御装置は、第 10 の発明の構成に加え、ノッキングの発生が検出された場合において、燃料の噴射時期が第 1 の時期および第 2 の時期のいずれか一方である場合、点火時期を遅角するための手段をさらに含む。

【 0 0 3 1 】

第 11 の発明によると、噴射時期を制御してノッキングを抑制できない場合は、点火時期が遅角される。これにより、ノッキングをさらに抑制することができる。

【 0 0 3 2 】

第 12 の発明に係る内燃機関の制御装置は、第 9 の発明の構成に加え、燃料の噴射量が予め定められた第 1 の噴射量以上であり、かつ予め定められた第 2 の噴射量以下となるように、噴射量を制限するための手段をさらに含む。

30

【 0 0 3 3 】

第 12 の発明によると、燃料の噴射量が必要以上に多くなったり、少なくなったりすることを抑制することができる。これにより、適切な空燃比を得ることができる。

【 0 0 3 4 】

第 13 の発明に係る内燃機関の制御装置は、第 12 の発明の構成に加え、ノッキングの発生が検出された場合において、燃料の噴射量が第 1 の噴射量および第 2 の噴射量のいずれか一方である場合、点火時期を遅角するための手段をさらに含む。

【 0 0 3 5 】

第 13 の発明によると、噴射量を制御してノッキングを抑制できない場合は、点火時期が遅角される。これにより、ノッキングをさらに抑制することができる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 3 6 】

以下、図面を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明する。以下の説明では、同一の部品には同一の符号を付してある。それらの名称および機能も同一である。したがって、それらについての詳細な説明は繰返さない。

【 0 0 3 7 】

< 第 1 の実施の形態 >

図 1 を参照して、本発明の第 1 の実施の形態に係る制御装置を搭載した車両のエンジンについて説明する。本実施の形態に係る制御装置は、たとえば図 1 に示す ECU (Electronic Control Unit) 200 が実行するプログラムにより実現される。

50

【 0 0 3 8 】

エンジン 1 0 0 には、エアクリーナ 1 0 2 から空気が吸入される。吸入空気量は、スロットルバルブ 1 0 4 により調整される。スロットルバルブ 1 0 4 はモータにより駆動される電機制御式スロットルバルブである。

【 0 0 3 9 】

空気は、シリンダ 1 0 6 (燃 焼 室) において燃料と混合される。シリンダ 1 0 6 には、インジェクタ 1 0 8 から燃料が直接噴射される。すなわち、インジェクタ 1 0 8 の噴射孔はシリンダ 1 0 6 内に設けられている。燃料は、シリンダ 1 0 6 の吸気側 (空気が導入される側) から噴射される。

【 0 0 4 0 】

燃料は吸気行程において噴射される。なお、燃料が噴射される時期は、吸気行程に限らない。また、本実施の形態においては、インジェクタ 1 0 8 の噴射孔がシリンダ 1 0 6 内に設けられた直噴エンジンとしてエンジン 1 0 0 を説明するが、直噴用のインジェクタ 1 0 8 に加えて、ポート噴射用のインジェクタを設けてもよい。

【 0 0 4 1 】

シリンダ 1 0 6 内の混合気は、点火プラグ 1 1 0 により着火され、燃焼する。燃焼後の混合気、すなわち排気ガスは、三元触媒 1 1 2 により浄化された後、車外に排出される。混合気の燃焼によりピストン 1 1 4 が押し下げられ、クランクシャフト 1 1 6 が回転する。

【 0 0 4 2 】

シリンダ 1 0 6 の頭頂部には、吸気バルブ 1 1 8 および排気バルブ 1 2 0 が設けられる。シリンダ 1 0 6 に導入される空気の量および時期は吸気バルブ 1 1 8 により制御され、シリンダ 1 0 6 から排出される排気ガスの量および時期は排気バルブ 1 2 0 により制御される。吸気バルブ 1 1 8 はカム 1 2 2 により駆動され、排気バルブ 1 2 0 はカム 1 2 4 により駆動される。

【 0 0 4 3 】

E C U 2 0 0 は、エンジン 1 0 0 が所望の運転状態になるように、スロットル開度、点火時期、燃料噴射時期、燃料噴射量、吸排気バルブの開閉タイミングなどを制御する。E C U 2 0 0 は、カム角センサ 3 0 0 からカムの位置を表す信号が、クランク角センサ 3 0 2 からクランクシャフト 1 1 6 の回転数 (エンジン回転数) およびクランクシャフト 1 1 6 の回転角度を表す信号が、ノックセンサ 3 0 4 からエンジン 1 0 0 の振動の強度を表す信号が入力される。

【 0 0 4 4 】

E C U 2 0 0 は、これらのセンサから入力された信号、メモリ (図示せず) に記憶されたマップおよびプログラムに基づいて、エンジン 1 0 0 を制御する。本実施の形態において、E C U 2 0 0 はノックセンサ 3 0 4 から送信された信号に基づいてノッキングの発生を検出し、ノッキングの発生が検出された場合は、燃料の噴射時期を補正する。

【 0 0 4 5 】

図 2 を参照して、本実施の形態に係る制御装置である E C U 2 0 0 が実行するプログラムの制御構造について説明する。

【 0 0 4 6 】

ステップ (以下、ステップを S と略す) 1 0 0 にて、E C U 2 0 0 は、燃料のベース噴射時期 I N J B を算出する。ベース噴射時期 I N J B は、エンジン回転数、エンジン負荷 (トルク) などをパラメータとするマップに基づいて算出される。ベース噴射時期 I N J B は、燃料の噴射時期が吸気行程 (たとえば B T D C (Before Top Dead Center) 9 0 ° ~ 1 8 0 °) になるように算出される。また、ベース噴射時期 I N J B は、噴射時期が早いほど、大きくなるように算出される。なお、ベース噴射時期 I N J B の算出方法については、公知の一般的な技術を利用すればよいので、ここではさらなる詳細な説明は繰返さない。

【 0 0 4 7 】

10

20

30

40

50

S 1 0 2 にて、E C U 2 0 0 は、ノックセンサ 3 0 4 から送信された信号に基づいて、ノッキングが発生したか否かを判別する。ノッキングが発生したか否かを判別する方法については、公知の一般的な技術を利用すればよいため、ここではさらなる詳細な説明は繰返さない。ノッキングが発生した場合 (S 1 0 2 にて Y E S)、処理は S 1 0 4 に移される。そうでない場合 (S 1 0 2 にて N O)、処理は S 1 0 6 に移される。

【 0 0 4 8 】

S 1 0 4 にて、E C U 2 0 0 は、噴射時期の補正值 $INJK(I)$ を、 $INJK(I) = INJK(I - 1) + A$ として算出する。ここで、 $INJK(I - 1)$ は、前回算出された補正值を示す。「A」は正の定数を示す。すなわち、S 1 0 4 において、補正值 $INJK(I)$ が増加され、噴射時期が進角される。

10

【 0 0 4 9 】

S 1 0 6 にて、E C U 2 0 0 は、噴射時期の補正值 $INJK(I)$ を、 $INJK(I) = INJK(I - 1) - B$ として算出する。ここで、「B」は正の定数を示す。すなわち、S 1 0 4 において、補正值 $INJK(I)$ が減少され、噴射時期が遅角される。その後、処理は S 1 0 8 に移される。

【 0 0 5 0 】

S 1 0 8 にて、E C U 2 0 0 は、噴射時期の補正值 $INJK(I)$ が、予め定められた上限値 $INJK(X)$ 以下であるか否かが判別される。ここで、上限値 $INJK(X)$ は、ピストン 1 1 4 の頭頂部に付着する燃料により発生するスモークの量が許容範囲内になるような値に設定される。噴射時期の補正值 $INJK(I)$ が上限値 $INJK(X)$ 以下である場合 (S 1 0 8 にて Y E S)、処理は S 1 1 0 に移される。そうでない場合 (S 1 0 8 にて N O)、処理は S 1 1 2 に移される。

20

【 0 0 5 1 】

S 1 1 0 にて、E C U 2 0 0 は、噴射時期の補正值 $INJK(I)$ が、予め定められた下限値 $INJK(Y)$ 以上であるか否かが判別される。下限値 $INJK(Y)$ は、燃料の気化および燃料と空気との混合が適切になされるような値に設定される。噴射時期の補正值 $INJK(I)$ が下限値 $INJK(Y)$ 以下である場合 (S 1 1 0 にて Y E S)、処理は S 1 1 6 に移される。そうでない場合 (S 1 1 0 にて N O)、処理は S 1 1 4 に移される。

【 0 0 5 2 】

S 1 1 2 にて、E C U 2 0 0 は、上限値 $INJK(X)$ を噴射時期の補正值 $INJK(I)$ に設定する。その後、処理は S 1 1 6 に移される。S 1 1 4 にて、E C U 2 0 0 は、下限値 $INJK(Y)$ を噴射時期の補正值 $INJK(I)$ に設定する。その後、処理は S 1 1 6 に移される。

30

【 0 0 5 3 】

S 1 1 6 にて、E C U 2 0 0 は、ベース噴射時期 $INJB$ に補正值 $INJK(I)$ を加算することで、噴射時期 INJ を算出する。この噴射時期 INJ において、インジェクタ 1 0 8 から燃料が噴射される。

【 0 0 5 4 】

以上のような構造およびフローチャートに基づく、本実施の形態に係る制御装置である E C U 2 0 0 の動作について説明する。

40

【 0 0 5 5 】

エンジン 1 0 0 の運転中、ベース噴射時期 $INJB$ が算出され (S 1 0 0 にて Y E S)、ノックセンサ 3 0 4 から送信された信号に基づいて、ノッキングが発生したか否かが判別される (S 1 0 2)。

【 0 0 5 6 】

図 3 に示すように、噴射時期が遅角側 (下死点側) に設定されている場合においては、燃料は噴霧の貫徹力によりシリンダ 1 0 6 の下方に進行する。この場合、図 3 において時計方向の気流 (タンブル) による押し付けが作用し、点火時には、図 4 に示すように、シリンダ 1 0 6 内において吸気側の空燃比が相対的にリッチになり、排気側の空燃比が相対

50

的にリーンになる。

【 0 0 5 7 】

点火後の火炎の伝播時期は、空燃比（混合気の濃度）やシリンダ 1 0 6 の壁温の影響を強く受ける。一般的に、火炎の伝播時期は、理論空燃比において最も早くなる。したがって、空燃比が理論空燃比よりリッチまたはリーンになるほど火炎の伝播時期が遅くなる。また、壁温が低いほど火炎の伝播時期が遅くなる傾向にある。そのため、空燃比が理論空燃比よりリッチであり、壁温が低い吸気側への火炎の伝播時期が遅くなる傾向がある。この場合、吸気側の混合気が断熱圧縮されることにより、吸気側においてノッキングが発生し易い。

【 0 0 5 8 】

ノッキングが発生した場合（S 1 0 2 にて Y E S）、噴射時期の補正值 $INJK(I)$ が、 $INJK(I) = INJK(I - 1) + A$ として算出され、補正量が増大される（S 1 0 4）。算出された補正值 $INJK(I)$ が、上限値 $INJK(X)$ 以下であり（S 1 0 8 にて Y E S）、かつ下限値 $INJK(Y)$ 以上である場合（S 1 1 0 にて Y E S）、ベース噴射時期 $INJB$ に算出された補正值 $INJK(I)$ が加算されて、噴射時期 INJ が算出される（S 1 1 6）。これにより、噴射時期 INJ が進角される。

【 0 0 5 9 】

噴射時期 INJ が進角され、噴射時期が早められると、図 5 に示すように、インジェクタ 1 0 8 から噴射された燃料は、ピストン 1 1 4 の頭頂部に衝突する。これにより、噴射された燃料の多くが排気側に運ばれる。そのため、図 6 に示すように、点火時には排気側の空燃比が相対的にリッチになり、吸気側の空燃比が相対的にリーンになる。すなわち、吸気側の空燃比が理論空燃比に近づくように相対的にリーンになる。その結果、吸気側への火炎の伝播時期を早め、吸気側におけるノッキングの発生を抑制することができる。

【 0 0 6 0 】

このとき、噴射時期が必要以上に進角されると、ピストン 1 1 4 の頭頂部に付着する燃料により発生するスモークの量が増大するおそれがある。そのため、噴射時期の補正值 $INJK(I)$ には上限が設けられている。

【 0 0 6 1 】

すなわち、算出された補正值 $INJK(I)$ が、上限値 $INJK(X)$ 以上である場合（S 1 0 8 にて N O）、上限値 $INJK(X)$ が噴射時期の補正值 $INJK(I)$ に設定される。すなわち、最終的に算出される補正值 $INJK(I)$ が上限値 $INJK(X)$ より大きくならないように制限される。これにより、許容範囲を超えるスモークが発生することを抑制することができる。

【 0 0 6 2 】

一方、ノッキングが発生していない場合（S 1 0 2 にて N O）は、噴射時期を遅角するため、補正值 $INJK(I)$ が、 $INJK(I) = INJK(I - 1) - B$ として算出され、補正值 $INJK(I)$ が減少される（S 1 0 6）。

【 0 0 6 3 】

算出された補正值 $INJK(I)$ が、上限値 $INJK(X)$ 以下であり（S 1 0 8 にて Y E S）、かつ下限値 $INJK(Y)$ 以上である場合（S 1 1 0 にて Y E S）、ベース噴射時期 $INJB$ に補正值 $INJK(I)$ が加算されて、噴射時期 INJ が算出される（S 1 1 6）。これにより、噴射時期 INJ が遅角される。

【 0 0 6 4 】

ここで、噴射時期が必要以上に遅角されると、燃料の気化不足や燃料と空気との混合不足を招くおそれがある。そのため、噴射時期の補正值 $INJK(I)$ には下限が設けられている。

【 0 0 6 5 】

すなわち、算出された補正值 $INJK(I)$ が、下限値 $INJK(Y)$ 以下である場合（S 1 1 0 にて N O）、下限値 $INJK(Y)$ が噴射時期の補正值 $INJK(I)$ に設定される。すなわち、最終的に算出される補正值 $INJK(I)$ が下限値 $INJK(Y)$ よ

10

20

30

40

50

り小さくならないように制限される。燃料の気化不足や燃料と空気との混合不足を抑制することができる。

【 0 0 6 6 】

以上のように、本実施の形態に係る制御装置である ECU は、ノッキングの発生が検出された場合、吸気行程における燃料の噴射時期を進角し、噴射時期を早くする（上死点側にする）。これにより、シリンダ内における吸気側の空燃比が理論空燃比に近づくように相対的にリーンになり、吸気側への火炎の伝播時期が早くされる。そのため、吸気側の混合気が断熱圧縮されることを抑制することができる。その結果、ノッキングの発生を抑制することができる。

【 0 0 6 7 】

10

< 第 2 の実施の形態 >

図 7 および図 8 を参照して、本発明の第 2 の実施の形態について説明する。前述の第 1 の実施の形態においては、ノッキングの発生が検出された場合に、吸気行程における燃料の噴射時期を進角することによりノッキングを抑制していた。本実施の形態においては、ノッキングの発生が検出された場合において、シリンダ内における吸気側への火炎の伝播時期が、排気側への火炎の伝播時期よりも遅い場合、吸気行程における燃料の噴射時期を進角する。

【 0 0 6 8 】

シリンダ内における火炎の伝播時期は、シリンダに設けられたイオン電流検出装置により検出される。その他の構造については、前述の第 1 の実施の形態と同じである。それら 20 についての機能も同じである。したがって、それらについての詳細な説明はここでは繰返さない。

【 0 0 6 9 】

図 7 を参照して、本発明の実施の形態に係る制御装置が搭載された車両のエンジンについて説明する。図 7 に示すように、シリンダ 106 の吸気側および排気側の壁面の 2 箇所に、イオン電流検出装置 306, 308 が設けられる。なお、イオン電流検出装置 306, 308 が設けられる箇所は 2 箇所に限らない。

【 0 0 7 0 】

火炎の内部では、混合気の分子がイオン化して電離状態となっている。そのため、火炎には導電性がある。したがって、混合気の中に挿入されたイオン電流検出装置 306, 308 の電極に電圧を印加すると、電流が流れる。 30

【 0 0 7 1 】

本実施の形態においては、イオン電流検出装置 306, 308 が電極に流れる電流を検出し、検出結果を表す信号が ECU 200 に入力される。ECU 200 は、電流が流れた時期を火炎の伝播時期として検出する。

【 0 0 7 2 】

図 8 を参照して、本実施の形態に係る制御装置である ECU 200 が実行するプログラムの制御構造について説明する。なお、前述の第 1 の実施形態におけるプログラムと同じ処理については、同じステップ番号を付してある。それらの処理の内容は同じである。したがって、それらについての詳細な説明は、ここでは繰返さない。 40

【 0 0 7 3 】

S200 にて、ECU 200 は、イオン電流検出装置 306, 308 から送信された信号に基づいて、シリンダ 106 内における吸気側への火炎伝播時期 TIN および排気側への火炎伝播時期 TEX を検出する。

【 0 0 7 4 】

S202 にて、ECU 200 は、ノックセンサ 304 から送信された信号に基づいて、ノッキングが発生したか否かを判別する。ノッキングが発生した場合（S202 にて YES）、処理は S204 に移される。そうでない場合（S202 にて NO）、処理は S116 に移される。

【 0 0 7 5 】

50

S 2 0 4 にて、E C U 2 0 0 は、吸気側への火炎伝播時期 T I N が排気側への火炎伝播時期 T E X よりも遅いか否かを判別する。吸気側への火炎伝播時期 T I N が排気側への火炎伝播時期 T E X よりも遅い場合 (S 2 0 4 にて Y E S)、処理は S 1 0 4 に移される。そうでない場合 (S 2 0 4 にて N O)、処理は S 1 0 6 に移される。

【 0 0 7 6 】

以上のような構造およびフローチャートに基づく、本実施の形態に係る制御装置である E C U 2 0 0 の動作について説明する。

【 0 0 7 7 】

エンジン 1 0 0 の運転中、ベース噴射時期 I N J B が算出され (S 1 0 0 にて Y E S)、イオン電流検出装置 3 0 6、3 0 8 から送信された信号に基づいて、シリンダ 1 0 6 内における吸気側への火炎伝播時期 T I N および排気側への火炎伝播時期 T E X が検出される (S 2 0 0)。また、ノックセンサ 3 0 4 から送信された信号に基づいて、ノッキングが発生したか否かが判別される (S 2 0 2)。

【 0 0 7 8 】

ノッキングが発生した場合 (S 2 0 2 にて Y E S) において、吸気側への火炎伝播時期 T I N が排気側への火炎伝播時期 T E X よりも遅い場合 (S 2 0 4 にて Y E S)、火炎の伝播時期が異なるためにノッキングが発生したと考えられる。

【 0 0 7 9 】

そのため、噴射時期の補正值 I N J K (I) が、 $I N J K (I) = I N J K (I - 1) + A$ として算出され、補正量が増大され (S 1 0 4)、最終的には噴射時期 I N J が進角される。これにより、吸気側への火炎の伝播時期を早め、吸気側におけるノッキングの発生を抑制することができる。

【 0 0 8 0 】

ノッキングが発生した場合 (S 2 0 2 にて Y E S) において、吸気側への火炎伝播時期 T I N が排気側への火炎伝播時期 T E X よりも早い場合 (S 2 0 4 にて N O)、火炎の伝播時期とは異なる要因によりノッキングが発生したと考えられる。

【 0 0 8 1 】

この場合、補正值 I N J K (I) が、 $I N J K (I) = I N J K (I - 1) - B$ として算出され、補正值 I N J K (I) が減少され (S 1 0 6)、最終的には噴射時期 I N J が遅角される。

【 0 0 8 2 】

以上のように、本実施の形態に係る制御装置である E C U は、ノッキングが発生した場合において、吸気側への火炎伝播時期 T I N が排気側への火炎伝播時期 T E X よりも遅い場合、噴射時期を進角し、噴射時期を早くする (上死点側にする)。このようにしても、前述の第 1 の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【 0 0 8 3 】

< 第 3 の実施の形態 >

図 9 を参照して、本発明の第 3 の実施の形態について説明する。

前述の第 1 の実施の形態および第 2 の実施の形態においては、吸気行程における燃料の噴射時期を補正することによりノッキングを抑制していたが、本実施の形態においては、噴射時期に加えて点火時期を補正する。その他の構造については、前述の第 1 の実施の形態または第 2 の実施の形態と同じである。それらについての機能も同じである。したがって、それらについての詳細な説明はここでは繰返さない。

【 0 0 8 4 】

図 9 を参照して、本実施の形態に係る制御装置である E C U 2 0 0 が実行するプログラムの制御構造について説明する。E C U は、前述の第 1 の実施の形態または第 2 の実施の形態におけるプログラムに加えて、以下に説明するプログラムを実行する。

【 0 0 8 5 】

S 3 0 0 にて、E C U 2 0 0 は、ベース点火時期 S A B を算出する。ベース点火時期 S A B は、エンジン回転数、エンジン負荷 (トルク) などをパラメータとするマップに基づ

いて算出される。なお、ベース点火時期 SAB の算出方法については、公知の一般的な技術を利用すればよいとため、ここではさらなる詳細な説明は繰返さない。

【0086】

$S302$ にて、 $ECU200$ は、ノックセンサ 304 から送信された信号に基づいて、ノッキングが発生したか否かを判別する。ノッキングが発生したか否かを判別する方法については、公知の一般的な技術を利用すればよいとため、ここではさらなる詳細な説明は繰返さない。ノッキングが発生した場合 ($S302$ にて YES)、処理は $S304$ に移される。そうでない場合 ($S302$ にて NO)、この処理は終了する。

【0087】

$S304$ にて、 $ECU200$ は、噴射時期の補正值 $INJK(I)$ が上限値 $INJK(X)$ と等しいか否かを判別する。補正值 $INJK(I)$ が上限値 $INJK(X)$ と等しい場合 ($S304$ にて YES)、処理は $S306$ に移される。そうでない場合 ($S304$ にて NO)、処理は $S308$ に移される。

【0088】

$S306$ にて、 $ECU200$ は、点火時期の補正值 $SAK(I)$ を、 $SAK(I) = SAK(I - 1) - C$ として算出する。ここで、 $SAK(I - 1)$ は、前回算出された補正值を示す。「 C 」は正の定数を示す。すなわち、 $S306$ において、補正值 $SAK(I)$ が減少され、点火時期が遅角される。

【0089】

$S308$ にて、 $ECU200$ は、点火時期の補正值 $SAK(I)$ を、 $SAK(I) = SAK(I - 1) + D$ として算出する。ここで、「 D 」は正の定数を示す。すなわち、 $S308$ において、補正值 $SAK(I)$ が増加され、点火時期が進角される。

【0090】

$S310$ にて、 $ECU200$ は、点火時期の補正值 $SAK(I)$ が、予め定められた上限値 $SAK(X)$ 以下であるか否かが判別される。ここで、上限値 $SAK(X)$ は、エンジン 100 の出力 (トルク) が許容範囲内になるような値に設定される。点火時期の補正值 $SAK(I)$ が上限値 $SAK(X)$ 以下である場合 ($S310$ にて YES)、処理は $S314$ に移される。そうでない場合 ($S310$ にて NO)、処理は $S312$ に移される。

【0091】

$S312$ にて、 $ECU200$ は、上限値 $SAK(X)$ を点火時期の補正值 $SAK(I)$ に設定する。その後、処理は $S314$ に移される。 $S314$ にて、 $ECU200$ は、ベース点火時期 SAB に補正值 $SAK(I)$ を加算することで、点火時期 SA を算出する。この点火時期 SA においてシリンダ 106 内の混合気が点火される。

【0092】

以上のような構造およびフローチャートに基づく、本実施の形態に係る制御装置である $ECU200$ の動作について説明する。

【0093】

エンジン 100 の運転中、ベース点火時期 SAB が算出され ($S300$)、ノックセンサ 304 から送信された信号に基づいて、ノッキングが発生したか否かが判別される ($S302$)。

【0094】

ノッキングが発生した場合 ($S302$ にて YES)、噴射時期の補正值 $INJK(I)$ が上限値 $INJK(X)$ と等しいか否かが判別される ($S304$)。補正值 $INJK(I)$ が上限値 $INJK(X)$ と等しい場合 ($S304$ にて YES)、これ以上噴射時期 INJ を進角してノッキングを抑制することができない状態であるといえる。

【0095】

そのため、点火時期の補正值 $SAK(I)$ が、 $SAK(I) = SAK(I - 1) - C$ として算出され、補正值 $SAK(I)$ が減少される ($S306$)。この場合、補正值 $SAK(I)$ は、必ず上限値 $SAK(X)$ 以下になる ($S310$ にて YES)。したがって、ベース点火時期 SAB に算出された補正值 $SAK(I)$ が加算され ($S314$)、点火時期

10

20

30

40

50

S A が遅角される。

【0096】

一方、補正值 $INJK(I)$ が上限値 $INJK(X)$ と異なる場合 (S304 にて YES)、すなわち、補正值 $INJK(I)$ が上限値 $INJK(X)$ よりも小さい場合、噴射時期 INJ を進角してノッキングを抑制することができる状態であるといえる。

【0097】

この場合、点火時期を進角するため、点火時期の補正值 $SAK(I)$ が、 $SAK(I) = SAK(I-1) + D$ として算出され、補正值 $SAK(I)$ が増加される (S308)。算出された補正值 $SAK(I)$ が上限値 $SAK(X)$ よりも以下である場合 (S310 にて YES) は、ベース点火時期 SAB に算出された補正值 $SAK(I)$ が加算されて、点火時期 SA が算出される (S314)。この場合、点火時期が進角される。そのため、点火時期の遅角によるエンジン 100 の出力 (トルク) 低下が抑制される。 10

【0098】

ところで、点火時期 SA を必要以上に進角すると、逆に混合気の燃焼状態が悪化し、エンジン 100 の出力 (トルク) が低下するおそれがある。必要以上に進角されることを抑制するため、点火時期の補正值 $SAK(I)$ が上限値 $SAK(X)$ より大きい場合 (S310 にて NO)、上限値 $SAK(X)$ が補正值 $SAK(I)$ に設定され (S312)、補正值 $SAK(I)$ が制限される。これにより、必要以上に点火時期が進角されて、エンジン 100 の出力 (トルク) が低下することを抑制できる。なお、点火時期の補正值 $SAK(I)$ を上限値 $SAK(X)$ 以下に制限することに加えて、点火時期の補正值 $SAK(I)$ を下限値 $SAK(Y)$ 以上に制限してもよい。 20

【0099】

以上のように、本実施の形態に係る制御装置である ECU 200 は、ノッキングが発生した場合において、噴射時期の補正值 $INJK(I)$ が上限値 $INJK(X)$ と等しい場合、点火時期を遅角する。これにより、噴射時期によるノッキングの抑制ができない場合において、さらにノッキングを抑制することができる。

【0100】

< その他の実施の形態 >

前述の第 1 の実施の形態および第 2 の実施の形態においては、吸気行程における燃料の噴射時期を進角していたが、燃料噴射を吸気行程と圧縮行程の 2 回に分割し、ノッキングが発生した場合は圧縮行程における燃料噴射時期を遅角し、ノッキングが発生していない場合は圧縮行程における燃料噴射時期を進角してもよい。このようにしても、前述の第 1 の実施の形態と同様の効果を得ることができる。 30

【0101】

また、圧縮行程における燃料噴射時期を遅角するようにした場合において、噴射時期の上限 (進角側の限度) および下限 (遅角側の限度) を設けてもよい。このようにしても、前述の第 1 の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0102】

さらに、圧縮行程における噴射時期の上限および下限を設けた場合において、ノッキングの発生時に噴射時期が下限値となっていた場合は、点火時期を遅角することによりノッキングを抑制してもよい。このようにしても、前述の第 3 の実施の形態と同様の効果を得ることができる。 40

【0103】

さらに、ノッキングが発生した場合は、圧縮工程における燃料噴射時期を遅角することに加えて、圧縮行程における燃料噴射量を増量 (圧縮行程における燃料噴射量の比率を増加) し、ノッキングが発生していない場合は圧縮行程における燃料噴射量を減量 (圧縮行程における燃料噴射量の比率を減少) してもよい。このようにしても、前述の第 1 の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0104】

また、圧縮行程における燃料噴射量を増量するようにした場合において、噴射量の上限 50

および下限を設けてもよい。このようにしても、前述の第 1 の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【 0 1 0 5 】

さらに、圧縮行程における燃料噴射量の上限および下限を設けた場合において、ノッキングが発生時に噴射時期が上限値となっていた場合は、点火時期を遅角することによりノッキングを抑制してもよい。このようにしても、前述の第 3 の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【 0 1 0 6 】

今回開示された実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 0 7 】

【 図 1 】本発明の第 1 の実施の形態に係る制御装置を搭載した車両のエンジンを示す概略構成図である。

【 図 2 】本発明の第 1 の実施の形態に係る制御装置である ECU が実行するプログラムの制御構造を示すフローチャートである。

【 図 3 】吸気行程において燃料を噴射した場合を示す図（その 1 ）である。

【 図 4 】点火時における混合気の状態を示す図（その 1 ）である。

【 図 5 】吸気行程において燃料を噴射した場合を示す図（その 2 ）である。

【 図 6 】点火時における混合気の状態を示す図（その 2 ）である。

【 図 7 】本発明の第 2 の実施の形態に係る制御装置を搭載した車両のエンジンを示す概略構成図である。

【 図 8 】本発明の第 2 の実施の形態に係る制御装置である ECU が実行するプログラムの制御構造を示すフローチャートである。

【 図 9 】本発明の第 3 の実施の形態に係る制御装置である ECU が実行するプログラムの制御構造を示すフローチャートである。

【 符号の説明 】

【 0 1 0 8 】

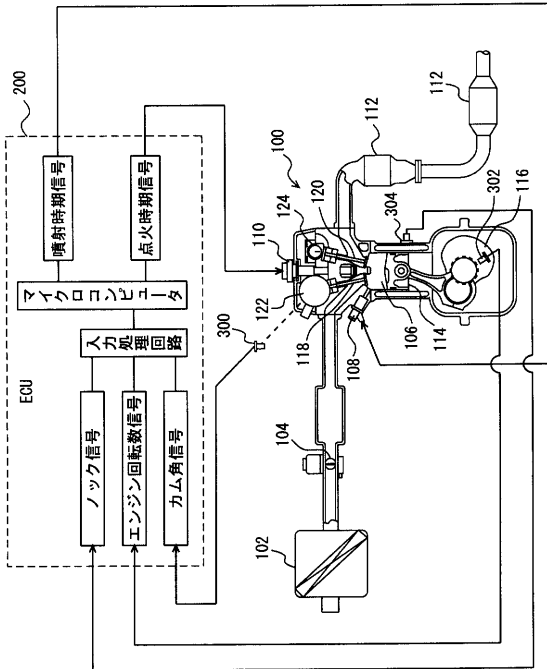
1 0 0 エンジン、1 0 2 エアクリーナ、1 0 4 スロットルバルブ、1 0 6 シリンドラ、1 0 8 インジェクタ、1 1 0 点火プラグ、1 1 2 三元触媒、1 1 4 ピストン、1 1 6 クランクシャフト、1 1 8 吸気バルブ、1 2 0 排気バルブ、1 2 2 , 1 2 4 カム、3 0 0 カム角センサ、3 0 2 クランク角センサ、3 0 4 ノックセンサ、3 0 6 , 3 0 8 イオン電流検出装置。

10

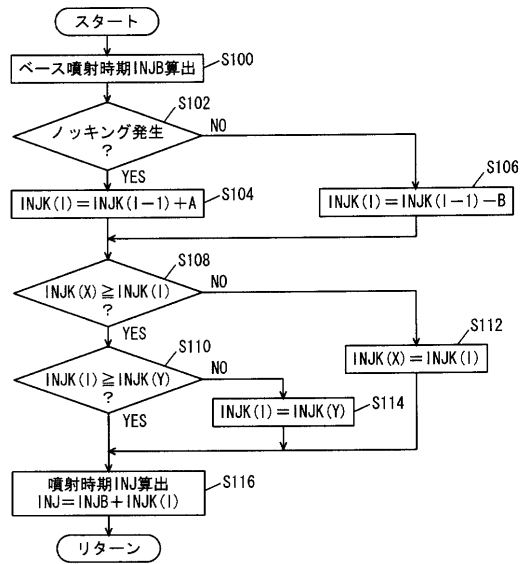
20

30

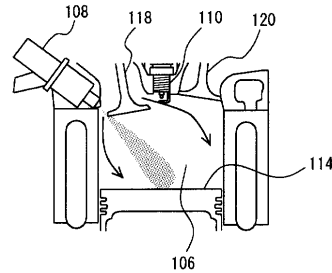
【図 1】



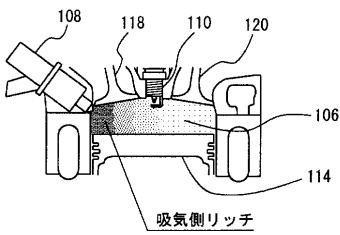
【図 2】



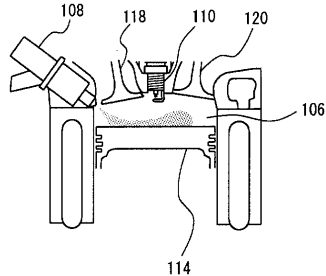
【図 3】



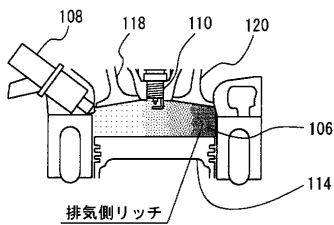
【図 4】



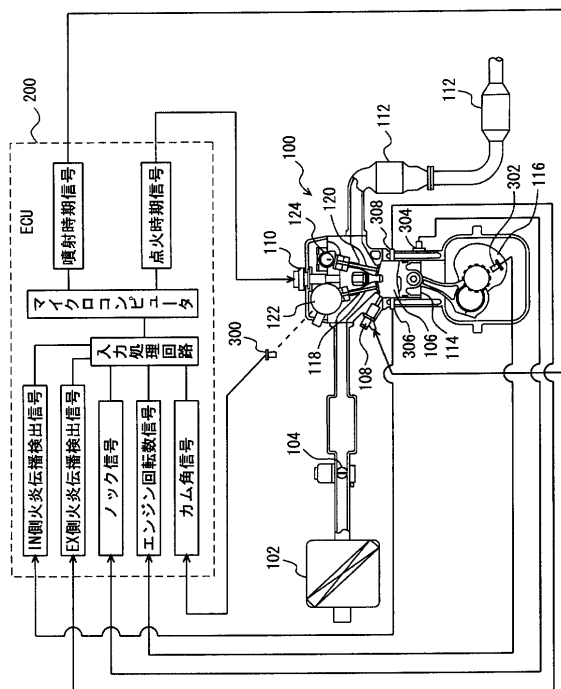
【図 5】



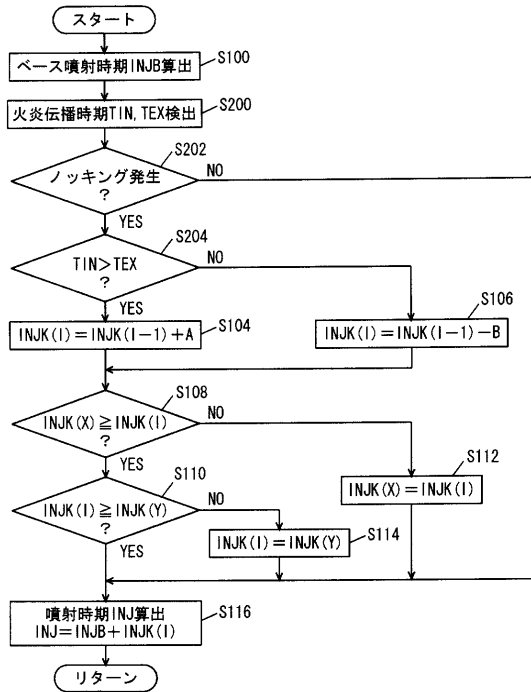
【図 6】



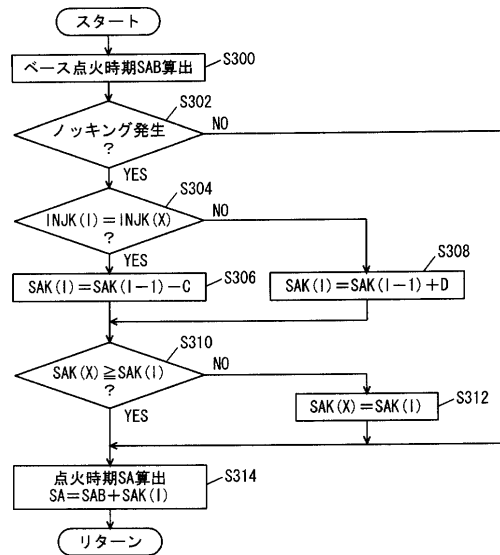
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
F 0 2 D 45/00 (2006.01)	F 0 2 D 41/34 F	
F 0 2 P 5/152 (2006.01)	F 0 2 D 43/00 3 0 1 B	
F 0 2 P 5/153 (2006.01)	F 0 2 D 43/00 3 0 1 J	
F 0 2 P 17/12 (2006.01)	F 0 2 D 45/00 3 0 1 H	
	F 0 2 D 45/00 3 4 5 B	
	F 0 2 D 45/00 3 6 8 A	
	F 0 2 P 5/15 D	
	F 0 2 P 17/00 R	

(72)発明者 中島 樹志

愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内

(72)発明者 大谷 元希

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

F ターム(参考) 3G019 AA09 AB01 AB02 AB03 CD06 DA10 DC06 GA01 GA14
 3G022 AA07 DA02 EA02 FA03 FA04 FA06 GA01 GA06 GA13
 3G301 HA01 HA04 JA22 LA03 LB04 LC03 MA11 MA19 MA27 NA06
 NA08 NE01 NE06 NE11 NE12 NE17 NE19 PC08A PE03Z PE04Z
 PE05Z
 3G384 AA01 AA06 BA05 BA13 BA18 BA24 DA55 EB01 EB02 EB03
 EB04 EB08 EB17 EB18 EE07 EE31 FA33Z FA36Z FA58Z FA61Z