

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年6月22日(22.06.2017)



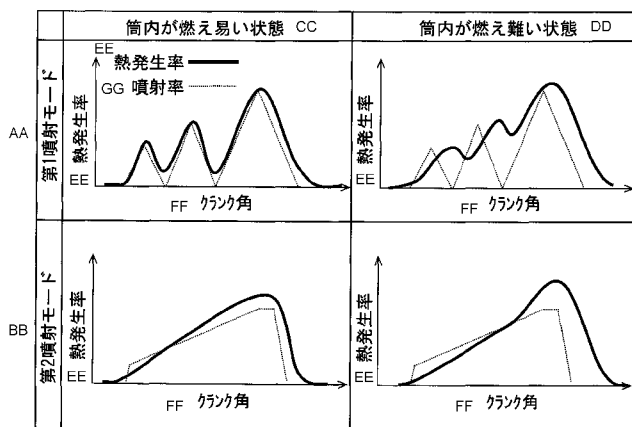
(10) 国際公開番号
WO 2017/104559 A1

- (51) 国際特許分類:
F02D 41/38 (2006.01) F02D 45/00 (2006.01)
F02D 41/04 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/086689
 - (22) 国際出願日: 2016年12月9日(09.12.2016)
 - (25) 国際出願の言語: 日本語
 - (26) 国際公開の言語: 日本語
 - (30) 優先権データ:
特願 2015-243349 2015年12月14日(14.12.2015) JP
 - (71) 出願人: 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).
 - (72) 発明者: 南條 弘行(NANJO Hiroyuki); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).
 - (74) 代理人: 金 順姫(JIN Shunji); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦2丁目13番19号 瀧定ビル6階 Aichi (JP).
 - (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
 - (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: FUEL INJECTION CONTROL DEVICE

(54) 発明の名称: 燃料噴射制御装置

[図3]



- AA First injection mode
- BB Second injection mode
- CC Cylinder combustion easy
- DD Cylinder combustion difficult
- EE Heat generation rate
- FF Crank angle
- GG Injection rate

(57) 要約:

(57) **Abstract:** A fuel injection control device that controls the injection of fuel into a combustion chamber (10a) of an internal combustion engine (10) from a fuel injection valve (18) configured such that the waveform of the injection rate can be changed. This fuel injection control device is equipped with an indicator acquisition unit (30) that acquires an indicator related to the ease of combustion in the cylinders, and a control unit (30) that controls the fuel injection by using multiple injection rate waveforms. When the result of a comparison of the indicator acquired by the indicator acquisition unit and a prescribed threshold value is a determination that combustion is easy, the control unit performs control so as to inject fuel with a rising injection rate waveform among the multiple injection rate waveforms, wherein the injection is not intermittent, and the injection rate rises gradually over time. When the result of a comparison of the indicator acquired by the indicator acquisition unit and the prescribed threshold value is a determination that combustion is difficult, the control unit performs control so as to inject fuel with a multi-stage injection rate waveform among the multiple injection rate waveforms, wherein the injection is in multiples stages, and the peak of the injection rate in each stage gradually rises over time.

[続葉有]

WO 2017/104559 A1



燃料噴射制御装置は、噴射率波形が可変に構成される燃料噴射弁（１８）から、内燃機関（１０）の燃焼室（１０ a）内への燃料の噴射を制御する。燃料噴射制御装置は、気筒内の燃え易さに関する指標を取得する指標取得部（３０）と、複数の噴射率波形を用いて燃料噴射を制御する制御部（３０）と、を備える。制御部は、指標取得部によって取得された指標と所定の閾値とを比較した結果、燃え易いと判断される場合には、複数の噴射率波形のうち、噴射を間欠することなく、経過時間に対して徐々に噴射率が上昇する上昇噴射率波形で噴射するように制御する。また制御部は、指標取得部によって取得された指標と所定の閾値とを比較した結果、燃え難いと判断される場合には、複数の噴射率波形のうち、噴射を多段化し、経過時間に対して各段の噴射率のピークが徐々に上昇する多段噴射率波形で噴射するように制御する。

明 細 書

発明の名称：燃料噴射制御装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2015年12月14日に出願された日本特許出願番号2015-243349号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、噴射率波形が可変の燃料噴射弁による内燃機関の燃焼室内への燃料噴射を制御する燃料噴射制御装置に関する。

背景技術

[0003] ディーゼルエンジンの燃料噴射装置として、蓄圧器に蓄圧した高圧燃料をエンジンの各気筒に安定に供給してエンジン性能を向上するコモンレールシステムがある。このような燃料噴射装置を用いた場合でも、燃料噴射開始直後における燃料噴射率が過大であると、燃焼の初期に急激な爆発燃焼が行われ、エンジン騒音が増大するばかりでなく排ガス中のNO_xと呼ばれる窒素酸化物が増大する。したがってエンジン騒音が増加すると、NO_xも増加する傾向にあり、騒音とNO_xとは相関関係がある。

[0004] このような騒音が問題となる運転状態において、低騒音に維持するためパイロット噴射の段数を基準より多くすることが考えられる。しかしパイロット噴射の段数を増やすと、シート絞りが発生する回数が増え、噴孔における圧力が下がるので、噴霧化しにくくなり、スモークが発生しやすくなる。

[0005] また特許文献1には、蓄圧装置を2個備え、騒音を抑制するため噴射率を段階的に上昇させるブーツ型噴射が可能な内燃機関が開示されている。そして、暖機不十分で燃え難い状態においてスモークを低減するため、ブーツ部の噴射圧を高くして燃焼を促進する制御が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2000-234551号公報

[0007] 前述の特許文献1に記載の制御では、暖機不十分で気筒内が燃え難き状態においては、ブーツ部の噴射圧を高くしているため、騒音が悪化することになる。したがってブーツ型の噴射では、暖機中であるか否かの両方にわたって、騒音と排ガス改善との両立はできないという問題がある。また気筒内が燃え易い状態においては、前述のように燃料噴射率が過大であると、エンジン騒音が増大するという問題がある。したがって噴射モードが単一であると、気筒内の燃え易さに起因して、騒音と排ガス改善との両立ができないという問題がある。

発明の概要

[0008] 本開示は前述の問題点を鑑みてなされたものであり、気筒内の燃料の燃え易さにかかわらず、排ガスを改善しつつ、燃焼騒音も小さく維持できる燃料噴射制御装置を提供することを目的とする。

[0009] 前述の目的を達成するために、本開示の第1の態様は、気筒内の燃え易さに関する指標を取得する指標取得部と、複数の噴射率波形を用いて燃料噴射を制御する制御部と、を備え、制御部は、指標取得部によって取得された指標と所定の閾値とを比較した結果、燃え易いと判断される場合には、複数の噴射率波形のうち、噴射を間欠することなく、経過時間に対して徐々に噴射率が上昇する上昇噴射率波形で噴射するように制御する燃料噴射制御装置である。

[0010] このような本態様に従えば、筒内が燃えやすい状態で噴射率の変化率を大きくすると、騒音が大きくなる。そこで本態様では、筒内が燃えやすい状態の場合は、噴射を間欠することなく、経過時間に対して徐々に噴射率が上昇する上昇噴射率波形で噴射するように制御される。これによって燃え易い状態でも、熱発生率が徐々に上昇するので、NO_xを抑制しつつ、燃焼騒音を小さくすることができる。

[0011] 前述の目的を達成するために、本開示の第2の態様は、気筒内の燃え易さに関する指標を取得する指標取得部と、複数の噴射率波形を用いて燃料噴射を制御する制御部と、を備え、制御部は、指標取得部によって取得された指

標と所定の閾値とを比較した結果、燃え難いと判断される場合には、複数の噴射率波形のうち、噴射を多段化し、経過時間に対して各段の噴射率のピークが徐々に上昇する多段噴射率波形で噴射するように制御する燃料噴射制御装置である。

[0012] このような本態様に従えば、筒内が燃え難い状態にある場合、噴射を多段化し、経過時間に対して各段の噴射率のピークが徐々に上昇する多段噴射率波形で噴射するように制御される。燃え難い場合には、噴射を多段化しても、熱発生率の上昇がゆるやかなので、NO_xを抑制しつつ、燃焼騒音を小さくすることができる。さらに多段化によって噴射率の変化率が大きくなるので、シート絞りが発生する時間が短くなり、スモークの発生を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0013] 本開示についての上記目的およびその他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照しながら下記の詳細な記述により、より明確になる。その図面は、

- [図1]第1実施形態のエンジンの概要を示す図である。
- [図2]第1実施形態の噴射モードを示すグラフである。
- [図3]第1実施形態の熱発生率を示すグラフである。
- [図4]第1実施形態のEGR率と性能との関係を示すグラフである。
- [図5]第1実施形態の切替制御を示すフローチャートである。
- [図6]第1実施形態の水温閾値を示すマップである。
- [図7]第1実施形態の吸気酸素濃度閾値を示すマップである。
- [図8]第2実施形態の切替制御を示すフローチャートである。
- [図9]第2実施形態のインマニ圧閾値を示すマップである。
- [図10]第2実施形態の吸気酸素濃度閾値を示すマップである。
- [図11]第3実施形態の切替制御を示すフローチャートである。
- [図12]第4実施形態の切替制御を示すフローチャートである。
- [図13]第5実施形態の切替制御を示すフローチャートである。
- [図14]第5実施形態の燃え易さ判定水温閾値を示すマップである。

[図15]第6実施形態の切替制御を示すフローチャートである。

[図16]第7実施形態の切替制御を示すフローチャートである。

[図17]第7実施形態の燃え易さを示すマップである。

[図18]第8実施形態の切替制御を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、図面を参照しながら複数の実施形態を説明する。各実施形態で先行する実施形態で説明している事項に対応している部分には同一の参照符を付すか、または先行の参照符号に一文字追加し、重複する説明を略する場合がある。また各実施形態にて構成の一部を説明している場合、構成の他の部分は、先行して説明している実施形態と同様とする。各実施形態で具体的に説明している部分の組合せばかりではなく、特に組合せに支障が生じなければ、実施形態同士を部分的に組合せることも可能である。

[0015] (第1実施形態)

第1実施形態に関して、図1～図7を用いて説明する。本実施形態では、燃料噴射制御装置をコモンレール式燃料噴射装置が備えられる多気筒ディーゼルエンジンに適用している。

[0016] 本実施形態において、図1に示すエンジン10は、車載主機として車両に搭載されており、吸気、圧縮、膨張及び排気行程からなる4サイクルエンジンである。内燃機関であるエンジン10の吸気通路11には、上流側から順に、吸入される空気量を検出するエアフローメータ12、ターボチャージャ16によって過給された吸気を冷却するインタークーラ13、およびスロットルバルブ装置14が設けられている。スロットルバルブ装置14は、DCモータ等のアクチュエータにより、スロットルバルブ14aの開度を調節する。

[0017] 吸気通路11においてスロットルバルブ装置14の下流側には、サージタンク15を介してエンジン10の各気筒の燃焼室10aが接続されている。燃焼室10aは、エンジン10のシリンダ10bおよびピストン17にて区画されている。エンジン10には、燃焼室10a内に先端部が突出した燃料

噴射弁 18 が設けられている。燃料噴射弁 18 には、蓄圧容器としての共通レール 19 から高圧の燃料、具体的には軽油が供給される。共通レール 19 には、燃料ポンプ 20 から燃料が圧送される。なお、図 1 では、1つの気筒のみを示している。

[0018] 燃料噴射弁 18 は、ニードルと、燃料を噴射する円形の噴孔が先端部に複数形成され、内部にニードルが収容されるボディとを備えている。ボディの内面とニードルの外面との間には、ボディの軸方向に延びてかつ共通レール 19 から供給された燃料が通過する環状の燃料通路が形成されている。ボディ先端部の内面には、ニードルの先端部が着座する着座面が形成されている。この構成において、ニードルを着座面に着座させることにより、燃料通路と噴孔との間が遮断され、燃料噴射が停止される。一方、通電操作によってニードルを着座面から離座させることにより、燃料通路と噴孔との間が連通される。その結果、燃料通路の燃料は、噴孔から燃焼室 10 a へと直接噴射供給される。

[0019] 燃料噴射弁 18 は、噴射率波形を可変に制御できる構成とされている。噴射率波形とは、噴射率の時間経過における変化を示した波形である。本実施形態において、燃料噴射弁 18 は、噴射率波形を可変に制御すべく、ニードルのリフト量を自在に制御できる構成とされている。たとえば燃料噴射弁 18 は、ピエゾ素子を有するアクチュエータにより、燃料流路の面積を調節して燃料の噴射を行う。これによって燃料噴射弁は、燃料の噴射率波形を変更可能であり、例えばメイン噴射における噴射率を時間経過につれて異ならせることができる。

[0020] 燃料噴射弁 18 のアクチュエータは、たとえばピエゾスタックを含んで構成される。ピエゾスタックは、たとえば PZT (PbZrTiO₃) と呼ばれる層と薄い電極層が交互に積まれた積層体で、ピエゾ素子の特性である逆圧電効果により電圧を印加することで伸び縮みする。アクチュエータは、ピエゾスタックの変位を用いて、ニードルの位置を制御する。

[0021] たとえばピエゾスタックに電圧が印加されていない状態では、ニードルは

閉じた状態であり、燃料噴射は行われぬ。そしてピエゾスタックに電圧を印加すると、ピエゾスタックは膨張して、膨張を動力として、ニードルが押し上げられ燃料噴射が開始される。ピエゾスタックに印加されている電圧をオフにすると、放電して、ピエゾスタックは収縮する。これによってニードルが押し下げられ燃料噴射が停止する。アクチュエータに供給する電圧を制御することによって、ピエゾスタックの膨張量を制御することができる。したがって電圧を制御することによって、ニードルの開弁速度を複数の段階にわたって調整することができるので、噴射シーラを自在に制御できる。

[0022] エンジン 10 の各気筒の吸気ポートおよび排気ポートのそれぞれは、吸気バルブ 21 および排気バルブ 22 のそれぞれにより開閉される。ここでは、吸気バルブ 21 の開弁によってインタークーラ 13 で冷却された吸気、および外部 EGR ガスが燃焼室 10a に導入される。吸気等が導入された状態で燃料噴射弁 18 から燃焼室 10a に燃料が噴射されると、燃焼室 10a の圧縮によって燃料が自己着火し、燃焼によってエネルギーが発生する。このエネルギーは、ピストン 17 を介して、エンジン 10 のクランク軸 23 の回転エネルギーとして取り出される。燃焼に供されたガスは、排気バルブ 22 の開弁によって、排気通路 24 に排気として排出される。なお、クランク軸 23 付近には、クランク軸 23 の回転角度を検出するクランク角度センサ 25 が設けられている。

[0023] 車両には、ターボチャージャ 16 が設けられている。ターボチャージャ 16 は、吸気通路 11 に設けられた吸気コンプレッサ 16a と、排気通路 24 に設けられた排気タービン 16b と、これらを連結する回転軸 16c とを備えている。詳しくは、排気通路 24 を流れる排気のエネルギーによって排気タービン 16b が回転し、その回転エネルギーが回転軸 16c を介して吸気コンプレッサ 16a に伝達され、吸気コンプレッサ 16a によって吸気が圧縮される。すなわち、ターボチャージャ 16 によって吸気が過給される。なお本実施形態では、ターボチャージャ 16 として、通電操作によって吸気の過給圧を調節可能なものを想定している。

- [0024] 排気通路24のうちターボチャージャ16の下流側には、排気を浄化する浄化装置26が設けられている。また排気通路24に排出された排気の一部は、EGR通路27を介して吸気通路11に還流される。詳しくは、排気通路24のうち排気タービン16bの上流側は、EGR通路27を介してサージタンク15に接続されている。EGR通路27には、EGRバルブ装置28が設けられている。EGRバルブ装置28は、DCモータ等のアクチュエータにより、EGRバルブ28aの開度を調節する。EGRバルブ28aの開度に応じて、排気通路24に排出された排気の一部が、EGRクーラ29によって冷却された後に外部EGRガスとしてサージタンク15に供給される。
- [0025] エンジンシステムを制御対象とする電子制御装置であるECU30は、記憶媒体に記憶されているプログラムを実行し、各部を制御する。ECUは、少なくともひとつの演算処理装置(CPU)と、プログラムとデータとを記憶する記憶媒体とを有する。ECUは、たとえばコンピュータによって読み取り可能な記憶媒体を備えるマイクロコンピュータ(以下、「マイコン」ということがある)によって実現される。記憶媒体は、コンピュータによって読み取り可能なプログラムおよびデータを非一時的に格納する非遷移的実体的記憶媒体である。メモリは、半導体メモリまたは磁気ディスクなどによって実現される。
- [0026] ECU30には、吸気圧センサ31、吸気温センサ32、排気温センサ33、筒内圧センサ34、酸素濃度センサ38、燃圧センサ35、水温センサ36、アクセルセンサ37、エアフローメータ12、およびクランク角度センサ25の検出値が入力される。吸気圧センサ31は、サージタンク15内のガス圧力を検出する。吸気温センサ32は、サージタンク15内のガス温度を検出する。排気温センサ33は、燃焼室10aから排出された排気の温度を検出する。筒内圧センサ34は、燃焼室10a内の圧力である筒内圧を検出する。酸素濃度センサ38は、吸気通路11に取り付けられ、吸気中の酸素濃度を検出する。検出対象となる吸気は、新気とEGRガスが混合した

ものである。燃圧センサ35は、コモンレール19内の燃料圧力を検出する。水温センサ36は、エンジン10の冷却水温を検出する。クランク角度センサ25は、ピストン17により回転駆動するクランク軸23の回転速度であって、単位時間あたりのクランク軸23の回転数であるエンジン回転数を検出する。アクセルセンサ37は、ドライバのアクセル操作部材のアクセル操作量を検出し、具体的にはアクセルペダルの踏み込み量を検出する。

[0027] ECU30は、各種センサの検出値に基づいて、燃料噴射弁18の燃料噴射制御、燃料ポンプ20の駆動制御、EGRバルブ装置28の駆動制御、およびターボチャージャ16による過給圧制御を含むエンジン10の燃焼制御を行う。これらの制御により、燃焼システムが備えるエンジン10での燃焼状態は、所望の状態に制御される。したがってECU30は、噴射率を制御する制御部として機能する。

[0028] 次に、噴射モードに関して説明する。本実施形態では、2つの噴射モードである第1噴射モードと、第2噴射モードとを有し、所定のタイミングで切替制御を行っている。図2では、第1噴射モードを実線で示し、第2噴射モードを破線で示す。

[0029] 第1噴射モードは、噴射を多段化し、経過時間に対して各段の噴射率のピークが徐々に上昇する多段噴射率波形を有する。換言すると、第1噴射モードは、噴射を多段化し、各段の噴射を予め決めた量、および時期にて噴射する噴射率波形を有する。図2に示す第1噴射モードは、噴射を3段化し、最初の2段は三角形状であり、最終段は台形状である。各段のピークは、初段が最も小さく、徐々に大きくなっている。

[0030] 第2噴射モードは、噴射を間欠することなく、経過時間に対して徐々に噴射率が上昇する上昇噴射率波形を有する。第2噴射モードは、いわゆるブーツ型といわれる形状であり、最初の噴射率の傾きが大きい状態から、傾きが小さい状態となり、最大噴射率に達するまで噴射率が小さくなることのない波形である。

[0031] 次に、筒内の燃え易さの違いと、噴射率および熱発生率との関係について

、図3を用いて説明する。図3に示すように、燃え難い筒内においては、噴射率モードによらず、緩やかに上昇する波形となる。一方、燃え易い筒内においては、着火しやすいので着火遅れが短く、熱発生率は噴射率形状と似た波形になる。具体的には、燃え易い状態では、第1噴射モードでは、熱発生率は、噴射率波形に似たうねりを持つ波形となる。

[0032] 次に、燃え易さの違いと、スモーク、騒音およびNO_xとの関係について、図4を用いて説明する。グラフの右側の燃え難い状態では、第1噴射モードでも、熱発生率を緩やかに上昇させることができるので、燃焼騒音およびNO_xを抑制可能である。また燃え難い状態では、第1噴射モードは、第2噴射モードに比べ、開弁速度が速いので、強制的なシートチョークが少ない噴射が可能であるので、空気と混合しやすい噴霧を形成できる。これによって第1噴射モードは、スモークも抑制可能である。換言すると、開弁速度が速い第1噴射モードでは、シートチョークが発生する時間が第2噴射モードよりも短いので、スモークを抑制できる。シートチョークは、シート絞りとも呼ばれ、ニードルが弁座から離座するときに形成されるニードルと弁座との隙間のことである。

[0033] これに対して、燃え易い状態では、第2噴射モードで噴射することによって、熱発生率を緩やかに上昇させ、燃焼騒音およびNO_xを抑制できることがわかる。また、本制御を暖機中等や高負荷での低EGR時において適用するので、スモークは少ない。

[0034] したがってEGR率が低い場合には、第2噴射モードで噴射し、EGR率が高い場合には、第1噴射モードで噴射することが好ましい。換言すると、暖機中のEGR、高負荷のEGR、および過給圧を指標に、噴射モードを切替え、運転状態に応じた低騒音および低エミッションが可能となる。

[0035] 次に、噴射モードと切替制御に関して、図5～図7を用いて説明する。図5に示す切替制御は、第1噴射モードで噴射を制御しているときに、繰り返し実施される制御である。ステップS11では、アクセル開度 θ_{ac} を検出し、ステップS12に移る。ECU30は、アクセルセンサ37からアクセ

ル開度 θ_{ac} を取得する。

- [0036] ステップS12では、エンジン回転数 N_e を検出し、ステップS13に移る。ECU30は、クランク角度センサ25からエンジン回転数 N_e を取得する。ステップS13では、水温 T_w を検出し、ステップS14に移る。ECU30は、水温センサ36から水温 T_w を取得する。
- [0037] ステップS14では、暖機判定水温閾値 T_{th} を読み込み、ステップS15に移る。暖機判定水温閾値 T_{th} は、記憶媒体に予め記憶されている値である。暖機判定水温閾値 T_{th} は予め決めた一定値、または検出したアクセル開度 θ_{ac} およびエンジン回転数 N_e に基づく数値である。後者の場合は、たとえば図6のマップを用いて暖機判定水温閾値 T_{th} が決定される。
- [0038] ステップS15では、暖機中であるか否かを判定し、暖機中の場合は、ステップS16に移り、暖機中でない場合には、本フローが終了する。暖機中である否かは、暖機判定水温閾値 T_{th} と水温 T_w とを比較し、水温 T_w が暖機判定水温閾値 T_{th} よりも小さい場合に暖機中であると判断される。換言すると、水温 T_w が所定の暖機判定水温閾値 T_{th} よりも小さい場合は、まだ水温が低いので暖機中である。
- [0039] ステップS16では、水温 T_w に基づき、EGR量の調整し、ステップS17に移る。具体的に、水温 T_w が冷たいほど、筒内は冷めやすく、燃え難い状況にあるので、EGR量を減らすべく、EGRバルブ開度 θ_{EGR} を調整する。
- [0040] ステップS17では、吸気酸素濃度 r_{O_2} を検出し、ステップS18に移る。ECU30は、酸素濃度センサ38から吸気酸素濃度 r_{O_2} を取得する。したがってECU30は、吸気の酸素濃度を取得する酸素濃度取得部として機能する。
- [0041] ステップS18では、吸気酸素濃度閾値 r_{th} を読み込み、ステップS19に移る。吸気酸素濃度閾値 r_{th} は、記憶媒体に予め記憶されている値である。吸気酸素濃度閾値 r_{th} は予め決めた一定値、または検出したアクセル開度 θ_{ac} およびエンジン回転数 N_e に基づく数値である。後者の場合は、

たとえば図7のマップを用いて吸気酸素濃度閾値 r_{th} が決定される。

[0042] ステップS19では、燃え易いか否かを判定し、燃え易い場合は、ステップS110に移り、燃え難い場合には、本フローが終了する。燃え易いか否かは、吸気酸素濃度 r_{O_2} と吸気酸素濃度閾値 r_{th} とを比較し、吸気酸素濃度 r_{O_2} が吸気酸素濃度閾値 r_{th} 以上である場合に、酸素が多くあるので燃え易いと判断される。ステップS110では、噴射モードを第2噴射モードに切替え、本フローを終了する。

[0043] このように暖機中であり、燃え易い場合には、噴射モードが第1噴射モードから第2噴射モードへと切替えられる。前述のように第2噴射モードは、燃え易い場合に、 NO_x の発生を抑制でき、騒音を抑制することができる。

[0044] 以上説明したように本実施形態では、酸素濃度が所定の酸素濃度以上である場合には、筒内が燃えやすい状態にあるので、噴射率の変化率を大きくすると、騒音が大きくなる。そこで本実施形態は、燃えやすい状態の場合は、噴射を間欠することなく、経過時間に対して徐々に噴射率が上昇する上昇噴射率波形である第2噴射モードで噴射するように制御される。これによって燃え易い状態でも熱発生率が徐々に上昇するので、 NO_x を抑制しつつ、燃焼騒音を小さくすることができる。また酸素濃度が所定の酸素濃度よりも小さい場合は、他の噴射モードである第1噴射モードに制御することによって、酸素濃度が低く燃えがたい場合も、前述のように NO_x 、騒音およびスモークを抑制することができる。

[0045] また本実施形態では、暖機中の場合に気筒内の燃え易さを判定し、暖機中でありかつ燃え易い場合には第2噴射モードに切り替えている。暖機中であれば、通常、暖機を完了するために第1噴射モードの実施を優先するが、燃え易い場合には第1噴射モードによる燃焼騒音が大きくなるデメリットを補うために第2噴射モードを実施する。これによって暖機中の燃え易い場合に、燃焼騒音を抑制することができる。

[0046] さらに本実施形態では、燃え易さの指標として酸素濃度を用いており、指標取得部によって取得された指標と所定の閾値とを比較した結果、燃え易い

と判断される場合には第2噴射モードに切り替えている。燃え易さの指標として酸素濃度を用いることによって、燃え易さを精度よく判断して、第2噴射モードに切り替えることができる。

[0047] (第2実施形態)

次に、第2実施形態に関して、図8～図10を用いて説明する。本実施形態では、酸素濃度だけでなく、過給量も考慮して噴射モードを切り替える点に特徴を有する。図8に示す切替制御は、第1噴射モードで噴射を制御しているときに、繰り返し実施される制御である。ステップS21では、ステップS11と同様に、アクセル開度 θ_{ac} を検出し、ステップS22に移る。

[0048] ステップS22では、ステップS12と同様に、エンジン回転数 N_e を検出し、ステップS23に移る。ステップS23では、インマニ圧 P_{im} を検出し、ステップS24に移る。ECU30は、筒内圧センサ34から筒内圧であるインマニ圧 P_{im} を取得する。インマニ圧 P_{im} は、過給量と相関関係にある。本制御では、過給量に換えてインマニ圧 P_{im} を用いる。したがってECU30は、過給量を取得する過給量取得部として機能する。

[0049] ステップS24では、ステップS16と同様に、吸気酸素濃度 r_{o_2} を検出し、ステップS25に移る。ステップS25では、インマニ圧閾値 P_{th} を読み込み、ステップS26に移る。インマニ圧閾値 P_{th} は、予め決めた一定値、または検出したアクセル開度 θ_{ac} 、エンジン回転数 N_e およびインマニ圧閾値 P_{th} に基づく数値である。後者の場合は、たとえば図9の吸気酸素毎のマップ、すなわち三次元マップを用いてインマニ圧閾値 P_{th} が決定される。図9では、2つの吸気濃度について一例として示しているが、記憶媒体には複数の吸気濃度についてインマニ圧閾値 P_{th} とアクセル開度 θ_{ac} の関係が記憶されている。

[0050] ステップS26では、吸気酸素濃度閾値 r_{th} を読み込み、ステップS27に移る。吸気酸素濃度閾値 r_{th} は、予め決めた一定値、または検出したアクセル開度 θ_{ac} 、エンジン回転数 N_e およびインマニ圧閾値 P_{th} に基づく数値である。後者の場合は、たとえば図10のインマニ圧毎のマップ、す

なわち三次元マップを用いて吸気酸素濃度閾値 r_{th} が決定される。図10では、2つのインマニ圧について一例として示しているが、記憶媒体には複数のインマニ圧について吸気酸素濃度閾値 r_{th} とアクセル開度 θ_{ac} の関係が記憶されている。

[0051] ステップS27では、燃え易いか否かを判定し、燃え易い場合は、ステップS28に移り、燃え難い場合には、本フローが終了する。燃え易いか否かは、吸気酸素濃度 r_{o_2} と吸気酸素濃度閾値 r_{th} とを比較し、吸気酸素濃度 r_{o_2} が吸気酸素濃度閾値 r_{th} 以上であり、かつインマニ圧 P_{im} とインマニ圧閾値 P_{th} とを比較し、インマニ圧 P_{im} がインマニ圧閾値 P_{th} 以上である場合に、燃え易いと判断される。ステップS29では、噴射モードを第2噴射モードに切替え、本フローを終了する。

[0052] このように吸気酸素濃度 r_{o_2} およびインマニ圧 P_{im} から燃え易いと判断された場合には、噴射モードが第1噴射モードから第2噴射モードへと切替へられる。またインマニ圧 P_{im} である過給圧が高い場合は、高負荷の場合であり、このような燃え易く高負荷の場合に第2噴射モードに切替られる。図10に示すように、インマニ圧 P_{im} と吸気酸素濃度閾値 r_{th} とに相関関係があり、インマニ圧 P_{im} が高くなると吸気酸素濃度閾値 r_{th} が小さくなる。このように吸気酸素濃度 r_{o_2} およびインマニ圧 P_{im} から燃え易いか否かを判断するので、燃え易いか否かの判断精度を向上することができる。

[0053] したがって前述のように第2噴射モードは、燃え易い場合に、 NO_x の発生を抑制でき、騒音を抑制することができる。したがって前述の第1実施形態と同様に、適切なタイミングで第2噴射モードに切り替えることによって、排ガスを改善しつつ、燃焼騒音を小さくすることができる。

[0054] (第3実施形態)

次に、第3実施形態に関して、図11を用いて説明する。本実施形態では、第2噴射モードから第1噴射モードに切替える点に特徴を有する。換言すると、本実施形態では、通常は第2噴射モードが実施され、図11に示す切

替制御によって第2噴射モードから第1噴射モードへ切り替える。

- [0055] 図11に示す切替制御は、第2噴射モードで噴射を制御しているときに、繰り返し実施される制御である。本実施形態の切替制御は、前述の第1実施形態の図5の切替制御と類似しており、ステップS35、ステップS38およびステップS39が異なり、他のステップS31～ステップS34、ステップS36、ステップS37は同じ処理である。
- [0056] ステップS31では、アクセル開度 θ_{ac} を検出し、ステップS32に移る。ステップS32では、エンジン回転数 N_e を検出し、ステップS33に移る。ステップS33では、水温 T_w を検出し、ステップS34に移る。ステップS34では、暖機判定水温閾値 T_{th} を読み込み、ステップS35に移る。ステップS35では、暖機中であるか否かを判定し、暖機中でない場合は、ステップS36に移り、暖機中の場合には、本フローが終了する。
- [0057] ステップS36では、水温 T_w に基づき、EGR量を調整し、ステップS37に移る。具体的に、水温 T_w が冷たいほど、筒内は冷めやすく、燃え難い状況にあるので、EGR量を減らすべく、EGRバルブ開度 θ_{EGR} を調整する。
- [0058] ステップS37では、吸気酸素濃度 r_{O_2} を検出し、ステップS38に移る。ステップS38では、吸気酸素濃度閾値 r_{th} を読み込み、ステップS39に移る。ステップS39では、燃え易いか否かを判定し、燃え難い場合は、ステップS310に移り、燃え易い場合には、本フローが終了する。燃え易いか否かは、吸気酸素濃度 r_{O_2} と吸気酸素濃度閾値 r_{th} とを比較し、吸気酸素濃度 r_{O_2} が吸気酸素濃度閾値 r_{th} 以下である場合に、酸素が少ないので燃え難いと判断される。ステップS310では、噴射モードを第1噴射モードに切替え、本フローを終了する。
- [0059] したがって本実施形態では、酸素濃度が所定の酸素濃度以下である場合には、噴射を多段化し、経過時間に対して各段の噴射率のピークが徐々に上昇する噴射率波形である第1噴射モードで噴射するように制御する。具体的には、暖機中でなく、燃え難い場合には、噴射モードが第2噴射モードから第

1 噴射モードへと切替へられる。前述のように第1 噴射モードは、燃え難い場合に、スモークの発生を抑制でき、さらにNOxの発生および騒音も抑制することができる。したがって第2 噴射モードを継続した場合のデメリットを第1 噴射モードに切り替えることによって補うことができる。

[0060] (第4 実施形態)

次に、第4 実施形態に関して、図12を用いて説明する。本実施形態では、第3 実施形態と同様に、第2 噴射モードから第1 噴射モードに切替える点に特徴を有する。換言すると、本実施形態では、通常は第2 噴射モードが実施され、図12に示す切替制御によって第2 噴射モードから第1 噴射モードへ切り替える。

[0061] 図12に示す切替制御は、第2 噴射モードで噴射を制御しているときに、繰り返し実施される制御である。本実施形態の切替制御は、前述の第2 実施形態の図8の切替制御と類似しており、ステップS47およびステップS48が異なり、他のステップS41～ステップS46は同じ処理である。

[0062] ステップS41では、アクセル開度 θ_{ac} を検出し、ステップS42に移る。ステップS42では、エンジン回転数 N_e を検出し、ステップS43に移る。ステップS43では、インマニ圧 P_{im} を検出し、ステップS44に移る。

[0063] ステップS44では、吸気酸素濃度 r_{o_2} を検出し、ステップS45に移る。ステップS45では、インマニ圧閾値 P_{th} を読み込み、ステップS46に移る。ステップS46では、吸気酸素濃度閾値 r_{th} を読み込み、ステップS47に移る。

[0064] ステップS47では、燃え難いか否かを判定し、燃え難い場合は、ステップS48に移り、燃え易い場合には、本フローが終了する。燃え難いか否かは、吸気酸素濃度 r_{o_2} と吸気酸素濃度閾値 r_{th} とを比較し、吸気酸素濃度 r_{o_2} が吸気酸素濃度閾値 r_{th} 以下であり、かつインマニ圧 P_{im} とインマニ圧閾値 P_{th} とを比較し、インマニ圧 P_{im} がインマニ圧閾値 P_{th} 以下である場合に、燃え難いと判断される。ステップS49では、噴射モードを

第1噴射モードに切替え、本フローを終了する。

[0065] したがって本実施形態では、酸素濃度が所定の酸素濃度以下であり、かつ過給量が所定の過給量以下である場合には、第1噴射モードで噴射するように制御する。吸気酸素濃度 r_{O_2} およびインマニ圧 P_{im} から燃え難いと判断された場合には、噴射モードが第2噴射モードから第1噴射モードへと切替へられる。前述のように第1噴射モードは、燃え難い場合に、スモークの発生を抑制でき、さらに NO_x の発生および騒音も抑制することができる。したがって第2噴射モードを継続した場合のデメリットを第1噴射モードに切り替えることによって補うことができる。

[0066] (第5実施形態)

次に、第5実施形態に関して、図13および図14を用いて説明する。本実施形態では、第1噴射モードから第2噴射モードに切替える点に特徴を有する。換言すると、本実施形態では、通常は第1噴射モードが実施され、図13に示す切替制御によって第1噴射モードから第2噴射モードへ切り替える。

[0067] 図13に示す切替制御は、第1噴射モードで噴射を制御しているときに、繰り返し実施される制御である。本実施形態の切替制御は、前述の第1実施形態の図5の切替制御と類似しており、ステップS54、ステップS55が異なり、他のステップS51～ステップS53、ステップS56は同じ処理である。

[0068] ステップS51では、アクセル開度 θ_{ac} を検出し、ステップS52に移る。ステップS52では、エンジン回転数 N_e を検出し、ステップS53に移る。ステップS53では、水温 T_w を検出し、ステップS54に移る。したがってECU30は、エンジンの冷却水温を取得する水温取得部として機能する。

[0069] ステップS54では、燃え易さ判定水温閾値 T_{th0} を読み込み、ステップS55に移る。燃え易さ判定水温閾値 T_{th0} は、記憶媒体に予め記憶されている値である。燃え易さ判定水温閾値 T_{th0} は予め決めた一定値、また

は検出したアクセル開度 θ_{ac} およびエンジン回転数 N_e に基づく数値である。後者の場合は、たとえば図14のマップを用いて燃え易さ判定水温閾値 T_{th0} が決定される。

[0070] ステップS55では、燃え易いか否かを判定し、燃え易い場合は、ステップS56に移り、燃え難い場合は、本フローを終了する。燃え易いか否かは、水温 T_w と燃え易さ判定水温閾値 T_{th0} とを比較し、水温 T_w が燃え易さ判定水温閾値 T_{th0} よりも大きい場合に、燃え易いと判断される。ステップS56では、噴射モードを第2噴射モードに切替え、本フローを終了する。

[0071] このように本実施形態では、筒内の燃え易さを判定する指標として、酸素濃度ではなく、エンジン水温を指標としている。エンジン水温が所定の水温以上の場合には、筒内は暖かく、燃え易い状態となる。したがって前述の第1実施形態と同様に、適切なタイミングで第2噴射モードに切り替えることによって、排ガスを改善しつつ、燃焼騒音を小さくすることができる。

[0072] (第6実施形態)

次に、第6実施形態に関して、図15を用いて説明する。本実施形態では、第2噴射モードから第1噴射モードに切替える点に特徴を有する。換言すると、本実施形態では、通常は第2噴射モードが実施され、図15に示す切替制御によって第2噴射モードから第1噴射モードへ切り替える。

[0073] 図15に示す切替制御は、第2噴射モードで噴射を制御しているときに、繰り返し実施される制御である。本実施形態の切替制御は、前述の第5実施形態の図13の切替制御と類似しており、ステップS65およびステップS66が異なり、他のステップS61～ステップS64は同じ処理である。

[0074] ステップS61では、アクセル開度 θ_{ac} を検出し、ステップS62に移る。ステップS62では、エンジン回転数 N_e を検出し、ステップS63に移る。ステップS63では、水温 T_w を検出し、ステップS64に移る。ステップS64では、燃え易さ判定水温閾値 T_{th0} を読み込み、ステップS65に移る。

[0075] ステップS65では、燃え易いか否かを判定し、燃え難い場合は、ステップS66に移り、燃え易い場合は、本フローを終了する。燃え易いか否かは、水温 T_w と燃え易さ判定水温閾値 T_{th0} とを比較し、水温 T_w が燃え易さ判定水温閾値 T_{th0} よりも大きい場合に、燃え難いと判断される。ステップS66では、噴射モードを第1噴射モードに切替え、本フローを終了する。

[0076] このように本実施形態では、筒内の燃え易さを判定する指標として、酸素濃度ではなく、エンジン水温を指標としてる。エンジン水温が所定の水温以下の場合には、筒内は冷めやすく、燃え難い状態となる。この場合には噴射を多段化するので、熱発生率の上昇がゆるやかなので、 NO_x を抑制しつつ、燃焼騒音を小さくすることができる。さらに多段化によって噴射率の変化率が大きくなるので、シート絞りが発生する時間が短くなり、スモークの発生を抑制することができる。

[0077] このように本実施形態でも、前述の第5実施形態と同様に、筒内の燃え易さを判定する指標として、酸素濃度ではなく、エンジン水温を指標としている。エンジン水温が所定の水温以下の場合には、筒内は冷えており、燃え難い状態となる。この場合には噴射を多段化しても熱発生率の上昇がゆるやかなので、 NO_x を抑制しつつ、燃焼騒音を小さくすることができる。さらに多段化によって噴射率の変化率が大きくなるので、シート絞りが発生する時間が短くなり、スモークの発生を抑制することができる。したがって前述の第3実施形態と同様に、第2噴射モードを継続した場合のデメリットを第1噴射モードに切り替えることによって補うことができる。

[0078] (第7実施形態)

次に、第7実施形態に関して、図16および図17を用いて説明する。本実施形態では、第1噴射モードから第2噴射モードに切替える点に特徴を有する。換言すると、本実施形態では、通常は第1噴射モードが実施され、図16に示す切替制御によって第1噴射モードから第2噴射モードへ切り替える。

[0079] 図16に示す切替制御は、第1噴射モードで噴射を制御しているときに、繰り返し実施される制御である。本実施形態の切替制御は、前述の第5実施形態の図13の切替制御と類似しており、ステップS73が異なり、他のステップS71、ステップS72およびステップS74は同じ処理である。

[0080] ステップS71では、アクセル開度 θ_{ac} を検出し、ステップS72に移る。したがってECU30は、アクセル開度 θ_{ac} を取得するアクセル開度取得部として機能する。ステップS72では、エンジン回転数 N_e を検出し、ステップS73に移る。したがってECU30は、エンジン回転数 N_e を取得する回転数取得部として機能する。

[0081] ステップS73では、燃え易いか否かを判定し、燃え易い場合は、ステップS74に移り、燃え難い場合は、本フローを終了する。燃え易いか否かは、図17に示す制御マップを用いて、アクセル開度 θ_{ac} およびエンジン回転数 N_e から判断する。具体的には、アクセル開度 θ_{ac} が所定以上で、エンジン回転数が所定以上である場合には、EGRを使わない運転状態となるので、筒内は燃え易い状態となり、図17では「1」が読み出される。図17で読み出される「1」は、燃え易い状態を示し、「0」は燃え難い状態を示す。ステップS74では、噴射モードを第2噴射モードに切替え、本フローを終了する。

[0082] このように本実施形態では、筒内の燃え易さを判定する指標として、酸素濃度ではなく、エンジン回転数 N_e とアクセル開度 θ_{ac} を指標としている。具体的には、エンジン回転数 N_e が所定の回転数以上であり、かつアクセル開度 θ_{ac} が所定のアクセル開度以上の場合には、第2噴射モードで噴射するように制御されている。エンジン回転数 N_e が所定の回転数以上であり、かつアクセル開度 θ_{ac} が所定のアクセル開度以上の場合には、燃え易い状態であるので、第2噴射モードに切り替えることによって、排ガスを改善しつつ、燃焼騒音を小さくすることができる。

[0083] (第8実施形態)

次に、第8実施形態に関して、図18を用いて説明する。本実施形態では

、第2噴射モードから第1噴射モードに切替える点に特徴を有する。換言すると、本実施形態では、通常は第2噴射モードが実施され、図18に示す切替制御によって第2噴射モードから第1噴射モードへ切り替える。

[0084] 図18に示す切替制御は、第2噴射モードで噴射を制御しているときに、繰り返し実施される制御である。本実施形態の切替制御は、前述の第6実施形態の図15の切替制御と類似しており、ステップS83が異なり、他のステップS81、ステップS82およびステップS84は同じ処理である。

[0085] ステップS81では、アクセル開度 θ_{ac} を検出し、ステップS82に移る。ステップS82では、エンジン回転数 N_e を検出し、ステップS83に移る。

[0086] ステップS83では、燃え難いか否かを判定し、燃え難い場合は、ステップS84に移り、燃え易い場合は、本フローを終了する。燃え難いか否かは、図17に示す制御マップを用いて、アクセル開度 θ_{ac} およびエンジン回転数 N_e から判断する。ステップS84では、噴射モードを第1噴射モードに切替え、本フローを終了する。

[0087] このように本実施形態では、前述の第7実施形態と同様に、筒内の燃え易さを判定する指標として、酸素濃度ではなく、エンジン回転数 N_e とアクセル開度 θ_{ac} を指標としている。具体的には、エンジン回転数 N_e が所定の回転数以下であり、かつアクセル開度 θ_{ac} が所定のアクセル開度以下の場合には、第1噴射モードで噴射するように制御されている。エンジン回転数 N_e が所定の回転数以下であり、かつアクセル開度 θ_{ac} が所定のアクセル開度以下の場合には、燃え難い状態である。したがって第1噴射モードに切り替えることによって、第2噴射モードを継続した場合のデメリットを第1噴射モードに切り替えることによって補うことができる。

[0088] 以上、実施形態について説明したが、本開示は前述した実施形態に何ら制限されることなく、本開示の主旨を逸脱しない範囲において種々変形して実施することが可能である。

[0089] 前述の実施形態の構造は、あくまで例示であって、本開示の範囲はこれら

の記載の範囲に限定されるものではない。本開示の範囲は、特許請求の範囲の記載によって示され、さらに特許請求の範囲の記載と均等の意味及び範囲内での全ての変更を含むものである。前述の実施形態の変形例について述べる。

[0090] 前述の第1実施形態では、2つの噴射率波形を切り替えているが、2つの噴射率波形に限るものではなく、3つ以上の噴射率波形を切り替えてもよい。また第1モードと第2モードとを切り替える制御に限るものではなく、第1モードと他の噴射モードとを切り替える制御でもよく、第2モードと他の噴射モードとを切り替える制御でもよい。他の噴射モードは、たとえば噴射率波形が台形状および階段状などがある。

[0091] 前述の第1実施形態では、第2噴射モードは、ブーツ型の波形であるが、ブーツ型に限るものではなく、徐々に噴射率が上昇する波形であれば、デルタ型であってもよい。

[0092] 前述の第1実施形態では、吸気の酸素濃度は、酸素濃度センサ38によって取得しているが、酸素濃度センサ38に限るものではなく、酸素濃度を相関のある数値、たとえばEGR率から酸素濃度を推定してもよい。また酸素濃度を推定せず、EGR率を燃え易さの指標としてもよい。したがって、たとえば筒内の燃え易さに関する指標として、EGRバルブ28aの開度、吸入空気量および吸気圧の少なくともいずれか1つを用いてもよい。このような場合には、ECU30は、気筒内の燃え易さの指標を取得する指標取得部として機能し、さらにEGR率を取得するEGR率取得部としても機能する。

[0093] 前述の第1実施形態では、過給量と相関関係のあるインマニ圧 P_{im} を用いているが、インマニ圧 P_{im} から過給量を推定して、過給量で高負荷か否かを判断してもよい。

[0094] 前述の第1実施形態では、燃料噴射弁18のアクチュエータは、ピエゾ素子が用いられているが、このような構成に限るものではない。開弁速度を調整可能な構成であればよい。たとえば複数の圧力が異なる圧力室を備え、こ

れらを切り替えて開弁速度を調整する構成であってもよい。

[0095] 前述の第1実施形態において、ECU30によって実現されていた機能は、前述のものとは異なるハードウェアおよびソフトウェア、またはこれらの組み合わせによって実現してもよい。ECU30は、たとえば噴射制御する制御部など各機能ブロックをそれぞれ1つのプロセッサによって実現してもよい。ECU30は、たとえば他の制御装置と通信し、他の制御装置が処理の一部または全部を実行してもよい。ECU30が電子回路によって実現される場合、それは多数の論理回路を含むデジタル回路、またはアナログ回路によって実現することができる。

[0096] 本開示は、実施例に準拠して記述されたが、本開示は当該実施例や構造に限定されるものではないと理解される。本開示は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素のみ、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本開示の範疇や思想範囲に入るものである。

請求の範囲

[請求項1] 噴射率波形が可変に構成される燃料噴射弁（18）から、内燃機関（10）の燃焼室（10a）内への燃料の噴射を制御する燃料噴射制御装置であって、

気筒内の燃え易さに関する指標を取得する指標取得部（30）と、複数の前記噴射率波形を用いて燃料噴射を制御する制御部（30）と、を備え、

前記制御部は、前記指標取得部によって取得された指標と所定の閾値とを比較した結果、燃え易いと判断される場合には、複数の前記噴射率波形のうち、噴射を間欠することなく、経過時間に対して徐々に噴射率が上昇する上昇噴射率波形で噴射するように制御する燃料噴射制御装置。

[請求項2] 前記指標取得部は、吸気の酸素濃度を取得する酸素濃度取得部（30）であり、

前記制御部は、前記酸素濃度取得部によって取得された酸素濃度が所定の酸素濃度以上である場合には、複数の前記噴射率波形のうち上昇噴射率波形で噴射するように制御する請求項1に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項3] 過給量を取得する過給量取得部（30）をさらに備え、

前記制御部は、前記酸素濃度取得部によって取得された酸素濃度が所定の酸素濃度以上であり、かつ前記過給量取得部によって取得された過給量が所定の過給量以上である場合には、前記上昇噴射率波形で噴射するように制御する請求項2に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項4] 噴射率波形が可変に構成される燃料噴射弁（18）から、内燃機関（10）の燃焼室（10a）内への燃料の噴射を制御する燃料噴射制御装置であって、

気筒内の燃え易さに関する指標を取得する指標取得部（30）と、複数の前記噴射率波形を用いて燃料噴射を制御する制御部（30）

と、を備え、

前記制御部は、前記指標取得部によって取得された指標と所定の閾値と比較した結果、燃え難いと判断される場合には、複数の前記噴射率波形のうち、噴射を多段化し、経過時間に対して各段の噴射率のピークが徐々に上昇する多段噴射率波形で噴射するように制御する燃料噴射制御装置。

[請求項5] 前記指標取得部は、吸気の酸素濃度を取得する酸素濃度取得部（30）であり、

前記制御部は、前記酸素濃度取得部によって取得された酸素濃度が所定の酸素濃度以下である場合には、複数の前記噴射率波形のうち前記多段噴射率波形で噴射するように制御する請求項4に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項6] 過給量を取得する過給量取得部（30）をさらに備え、

前記制御部は、前記酸素濃度取得部によって取得された酸素濃度が所定の酸素濃度以下であり、かつ前記過給量取得部によって取得された過給量が所定の過給量以下である場合には、前記多段噴射率波形で噴射するように制御する請求項5に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項7] 前記制御部は、前記酸素濃度取得部によって取得された酸素濃度が所定の酸素濃度より大きい場合には、噴射を間欠することなく、経過時間に対して徐々に噴射率が上昇する上昇噴射率波形で噴射するように制御する請求項5に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項8] 前記制御部は、前記酸素濃度取得部によって取得された酸素濃度が所定の酸素濃度より大きく、かつ前記過給量取得部によって取得された過給量が所定の過給量より大きい場合には、噴射を間欠することなく、経過時間に対して徐々に噴射率が上昇する上昇噴射率波形で噴射するように制御する請求項6に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項9] 前記指標取得部は、気筒内の燃え易さに関する指標として、EGRバルブ（28a）の開度、吸入空気量および吸気圧の少なくともいず

れか1つを用いる請求項1または4に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項10] 前記指標取得部は、EGR率を取得するEGR率取得部(30)であり、

前記制御部は、前記EGR率取得部によって取得されたEGR率が所定のEGR率以下である場合には、複数の前記噴射率波形のうち前記上昇噴射率波形で噴射するように制御する請求項1に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項11] 前記指標取得部は、EGR率を取得するEGR率取得部(30)であり、

前記制御部は、前記EGR率取得部によって取得されたEGR率が所定のEGR率以上である場合には、複数の前記噴射率波形のうち前記多段噴射率波形で噴射するように制御する請求項4に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項12] 前記指標取得部は、前記内燃機関を冷却する冷却水温を取得する水温取得部(30)であり、

前記制御部は、前記水温取得部によって取得された水温が所定の水温以上である場合には、複数の前記噴射率波形のうち前記上昇噴射率波形で噴射するように制御する請求項1に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項13] 前記指標取得部は、前記内燃機関を冷却する冷却水温を取得する水温取得部(30)であり、

前記制御部は、前記水温取得部によって取得された水温が所定の水温以下である場合には、複数の前記噴射率波形のうち前記多段噴射率波形で噴射するように制御する請求項4に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項14] 前記指標取得部は、前記内燃機関の回転数を取得する回転数取得部(30)、およびアクセル開度を取得するアクセル開度取得部(30)であり、

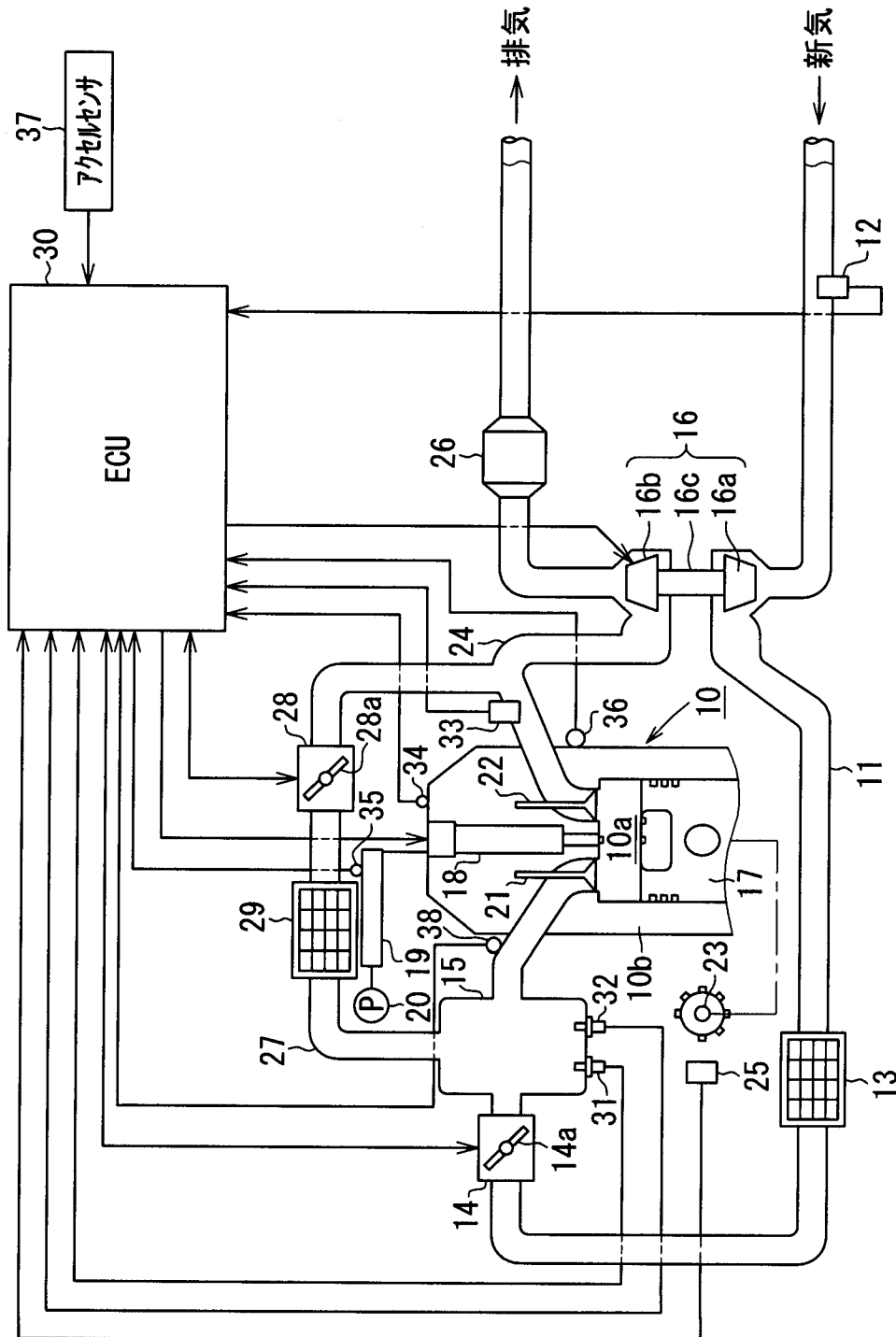
前記制御部は、前記回転数取得部によって取得された回転数が所定の回転数以上であり、かつ前記アクセル開度取得部によって取得され

たアクセル開度が所定のアクセル開度以上の場合には、複数の前記噴射率波形のうち前記上昇噴射率波形で噴射するように制御する請求項 1 に記載の燃料噴射制御装置。

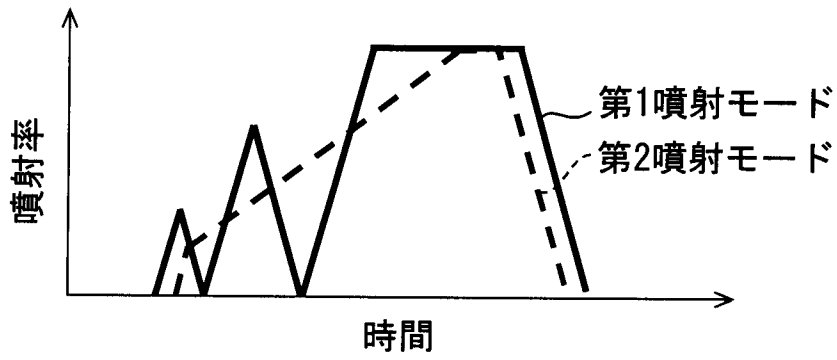
[請求項15] 前記指標取得部は、前記内燃機関の回転数を取得する回転数取得部（30）、およびアクセル開度を取得するアクセル開度取得部（30）であり、

前記制御部は、前記回転数取得部によって取得された回転数が所定の回転数以下であり、かつ前記アクセル開度取得部によって取得されたアクセル開度が所定のアクセル開度以下である場合には、複数の前記噴射率波形のうち前記多段噴射率波形で噴射するように制御する請求項 4 に記載の燃料噴射制御装置。

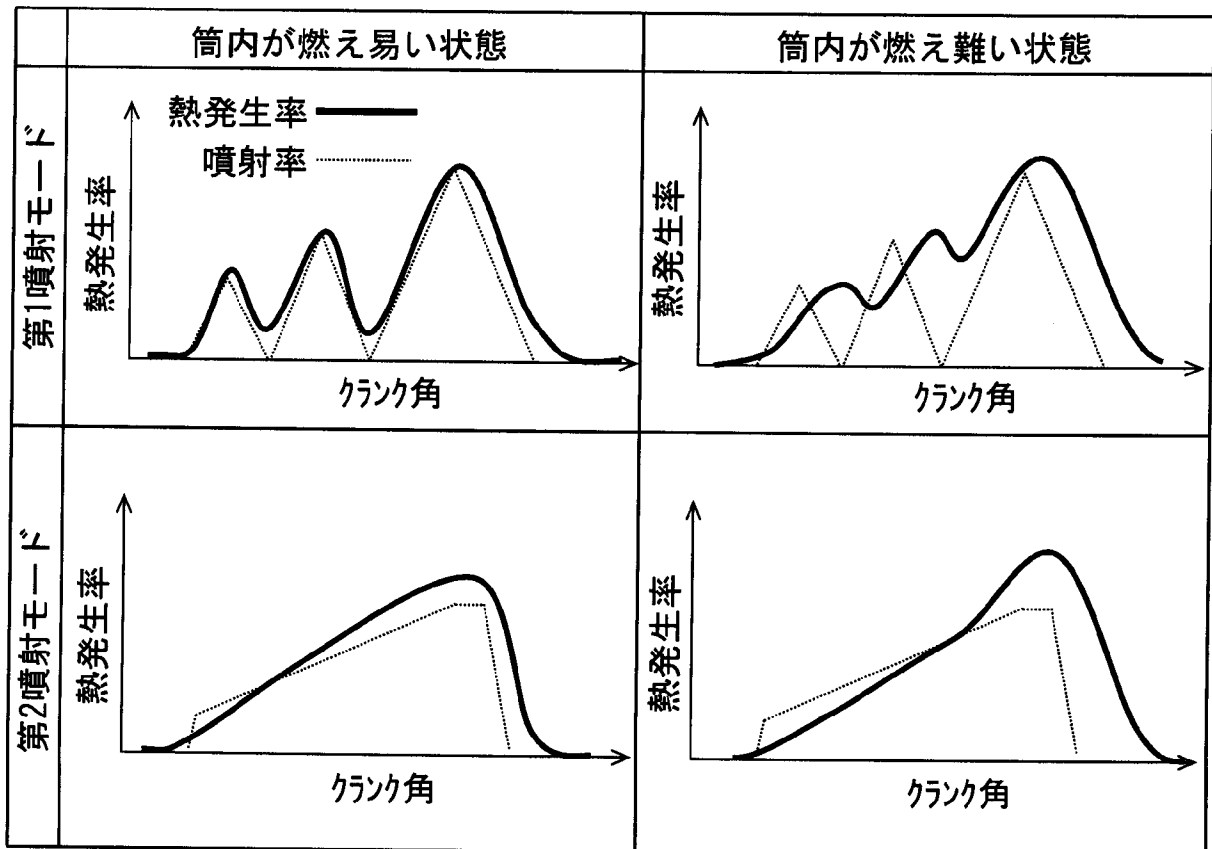
[図1]



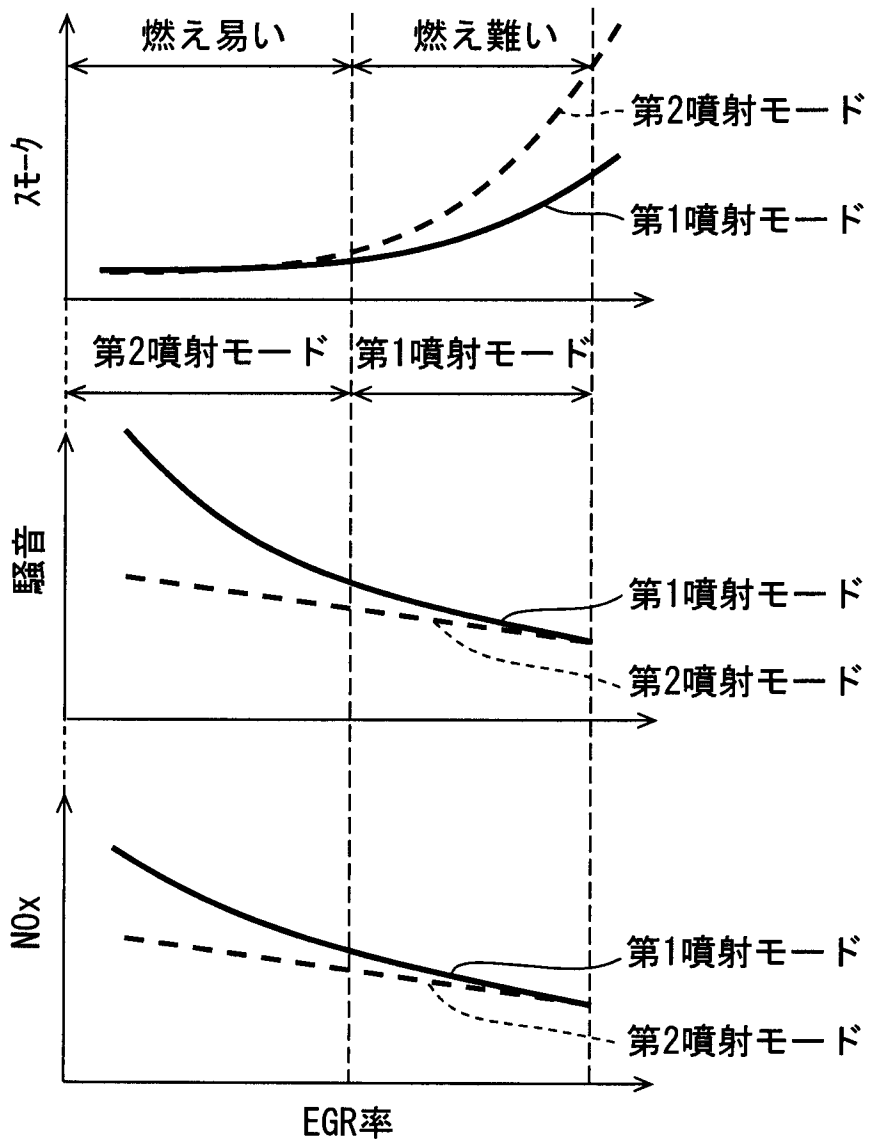
[図2]



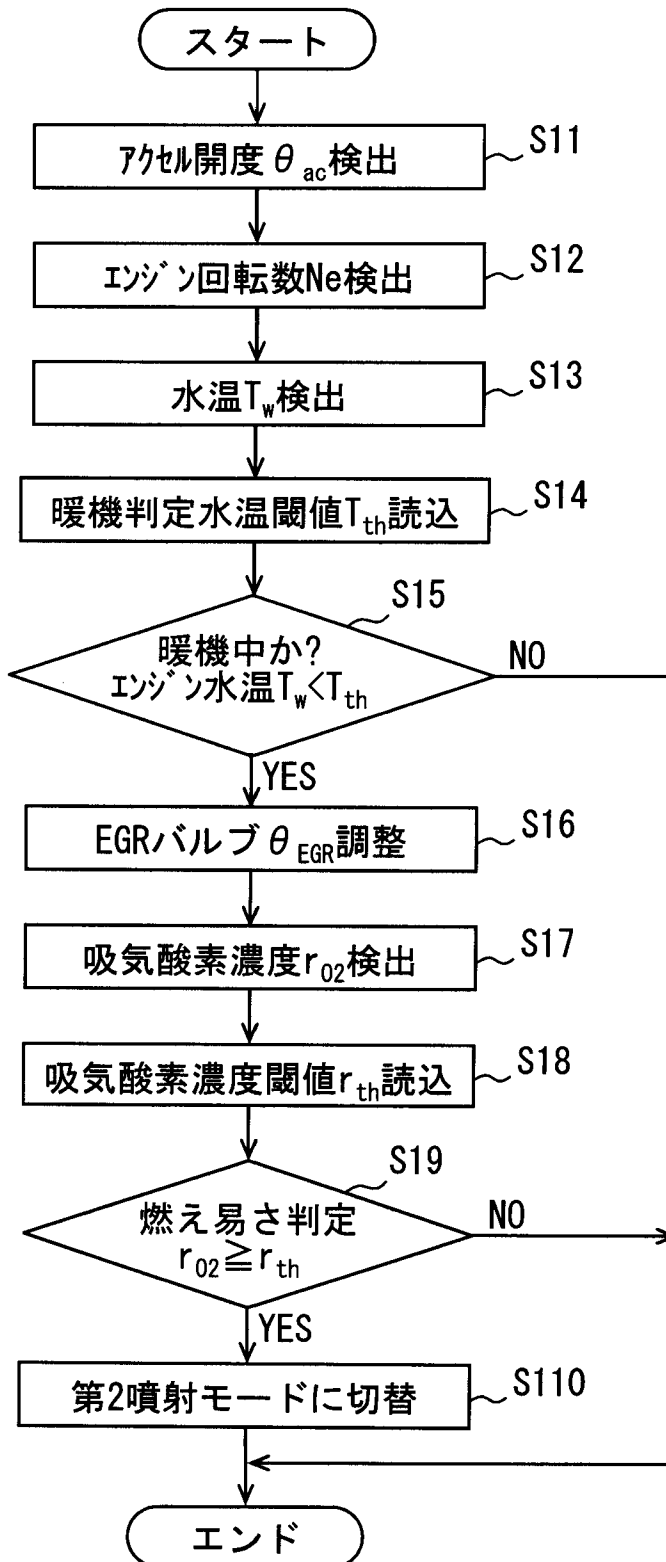
[図3]



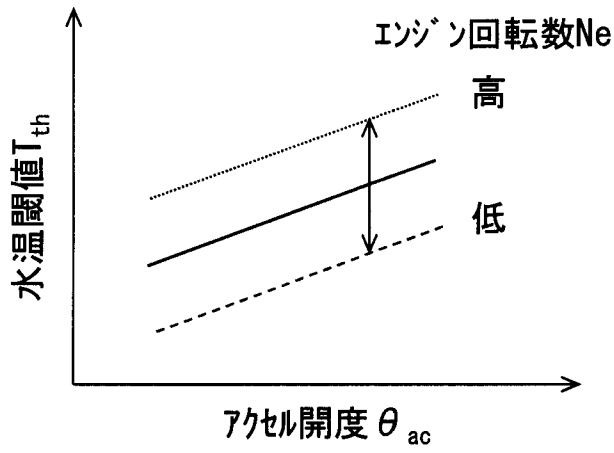
[図4]



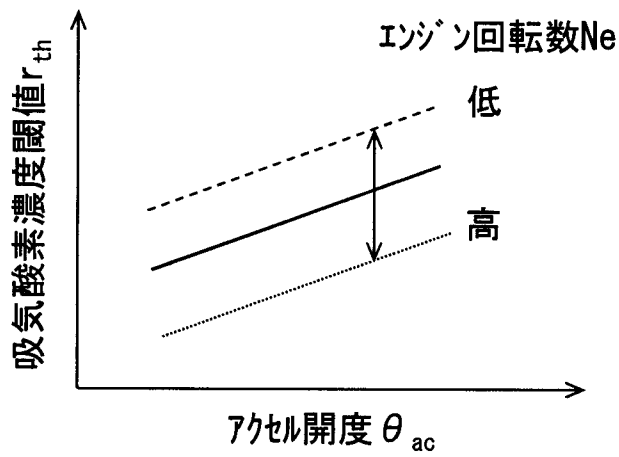
[図5]



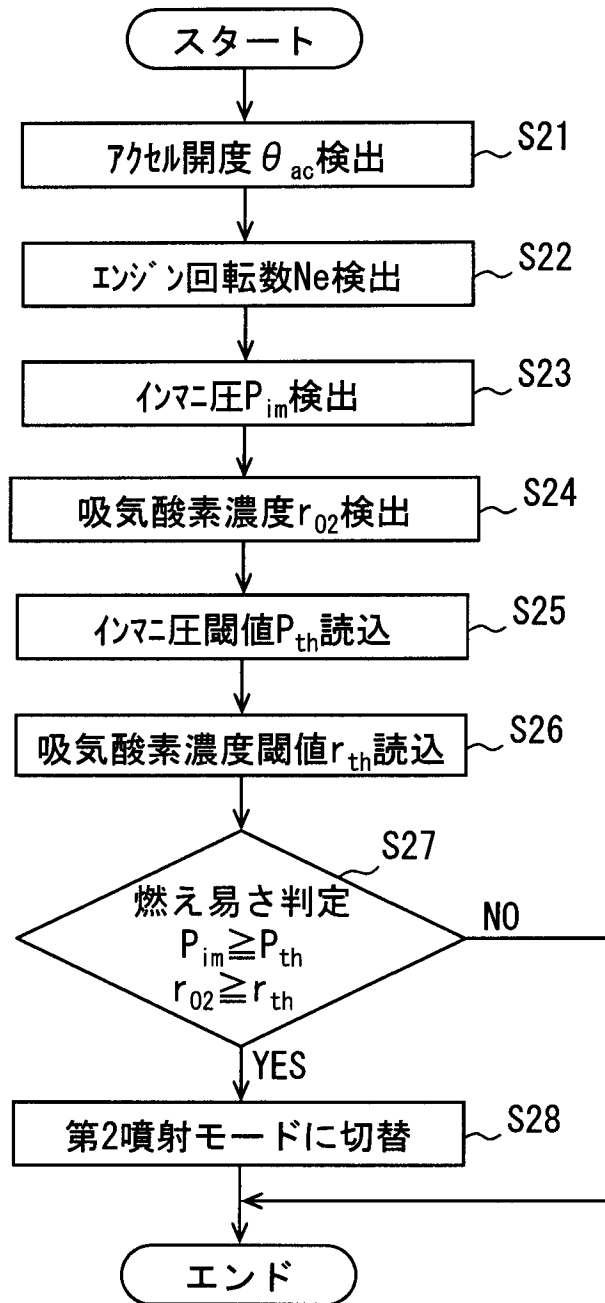
[図6]



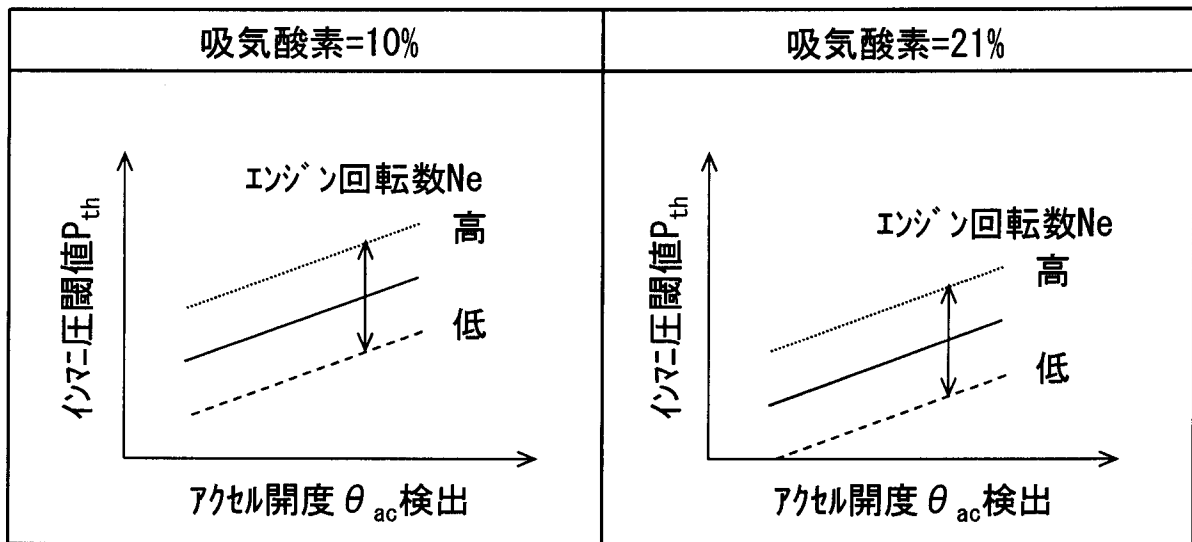
[図7]



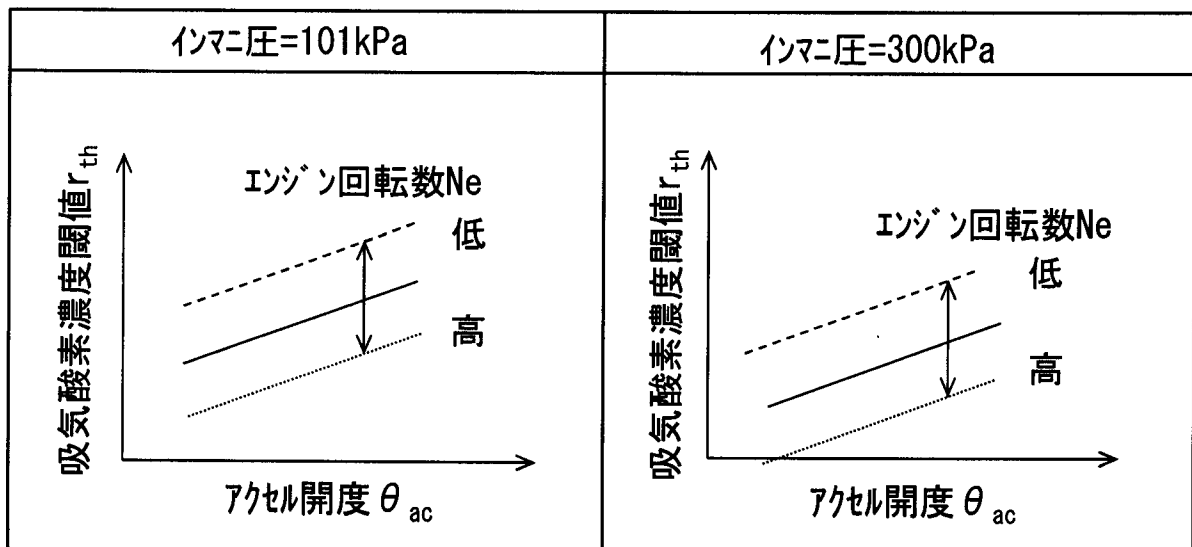
[図8]



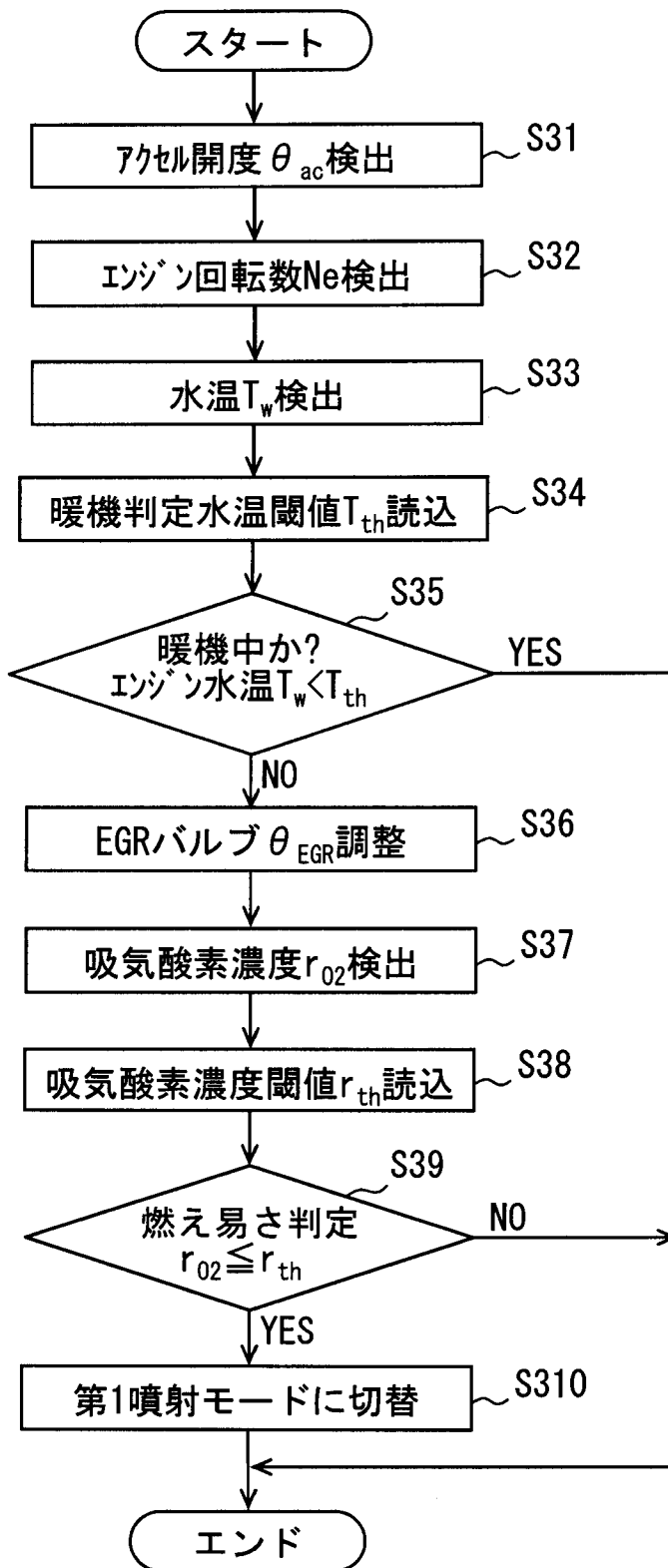
[図9]



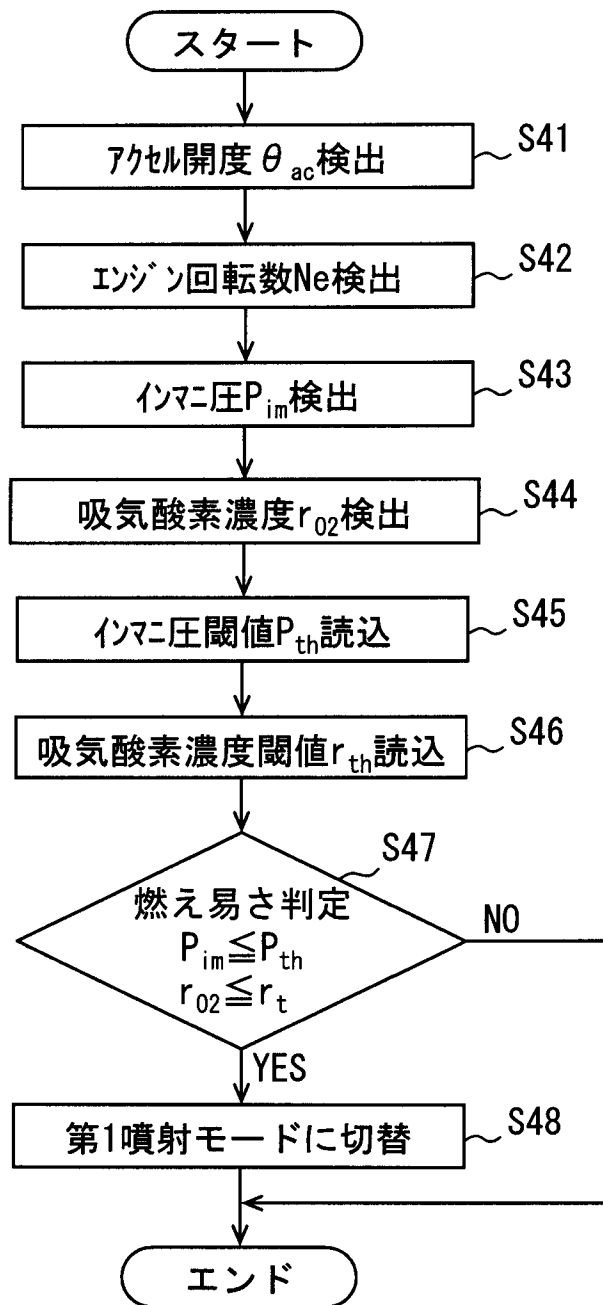
[図10]



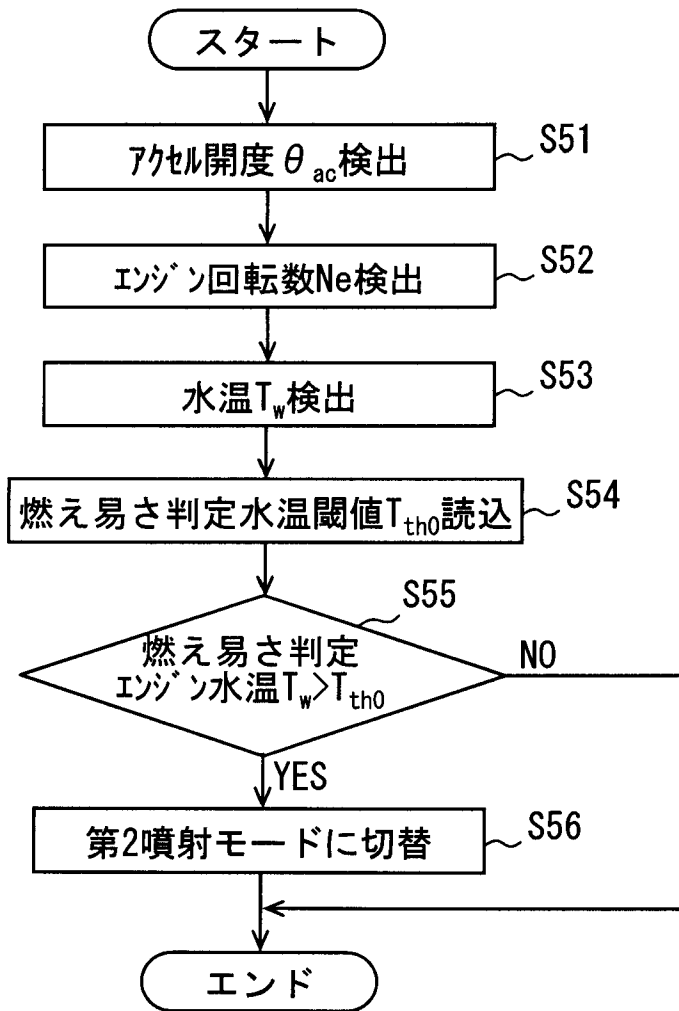
[図11]



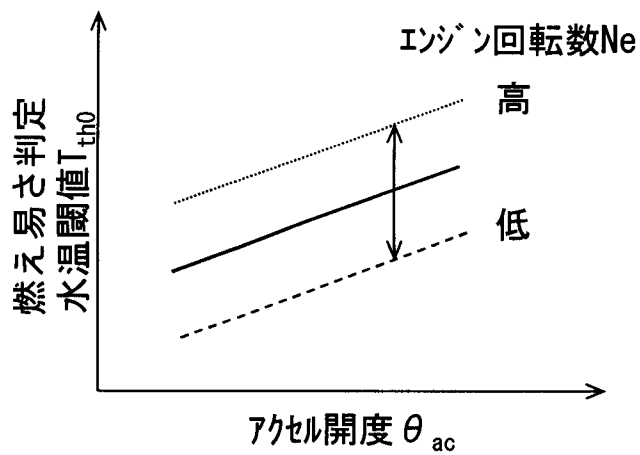
[図12]



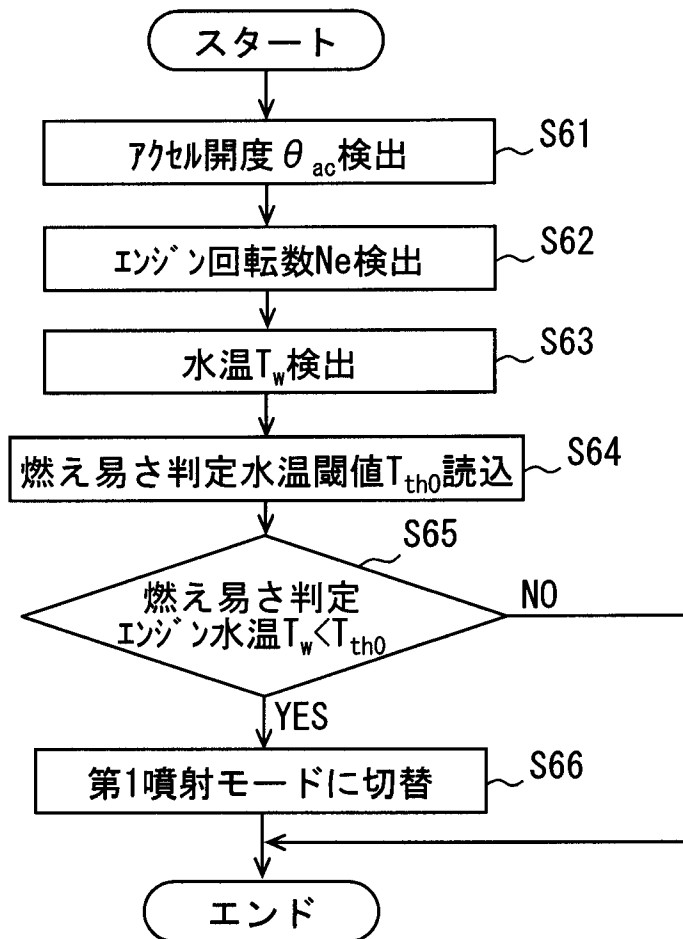
[図13]



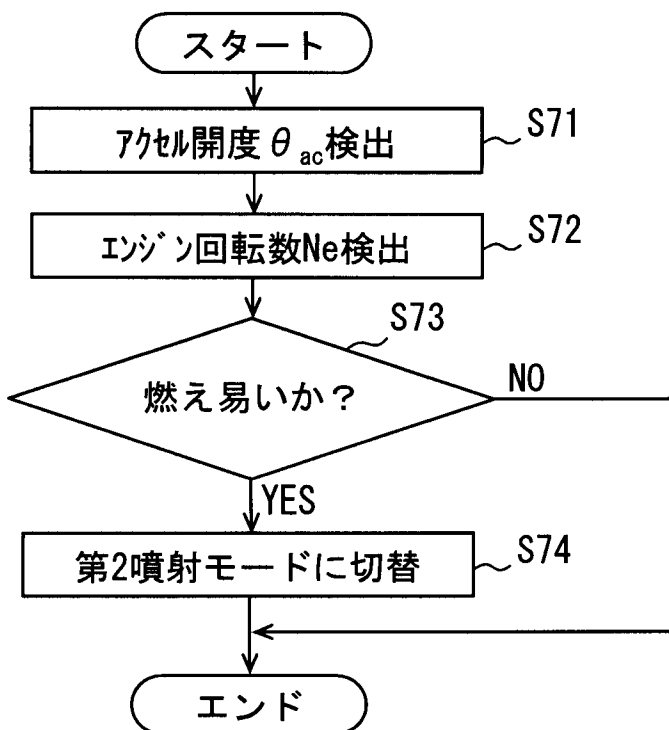
[図14]



[図15]



[図16]

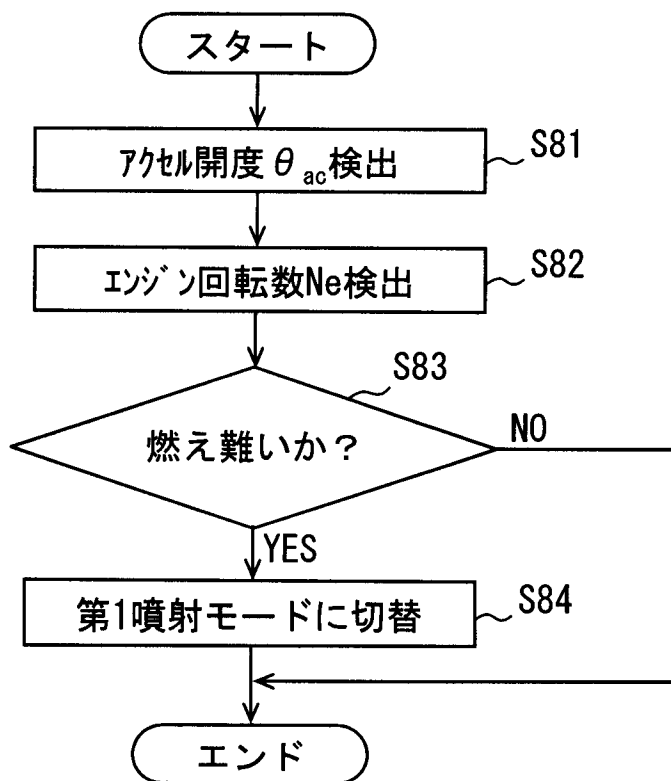


[図17]

θ_{ac} \ Ne	0	2	...	50	...
700	0				
...					
2000					1
...					
...					

※ 0は燃え難く、
1は燃え易い

[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/086689

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F02D41/38(2006.01)i, F02D41/04(2006.01)i, F02D45/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F02D41/38, F02D41/04, F02D45/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2000-234551 A (Mitsubishi Motors Corp.), 29 August 2000 (29.08.2000), paragraphs [0013], [0019], [0027] to [0028], [0030], [0033]; fig. 6 to 7 (Family: none)	1, 12 2-3, 5-8, 10
X Y	JP 11-93735 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 06 April 1999 (06.04.1999), paragraphs [0052] to [0058]; fig. 9 to 10 (Family: none)	1, 4, 12-13 4, 9, 11

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 13 February 2017 (13.02.17)	Date of mailing of the international search report 21 February 2017 (21.02.17)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/086689

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2001-159379 A (Mitsubishi Motors Corp.), 12 June 2001 (12.06.2001), paragraphs [0010], [0032] to [0033], [0048]; fig. 3 to 4 & US 6363914 B1 specification, page 3, lines 51 to 67; page 7, line 54 to page 8, line 67; fig. 3 & EP 1087130 A2 & DE 60000255 T2	1, 14
X	JP 2004-108320 A (Isuzu Motors Ltd.), 08 April 2004 (08.04.2004), paragraphs [0044] to [0045]; fig. 5 & US 2004/0105801 A1 paragraphs [0054] to [0055]; fig. 5 & EP 1400664 A1 & DE 60300845 T2	4, 15
Y	JP 2010-25072 A (Denso Corp.), 04 February 2010 (04.02.2010), paragraph [0019]; fig. 3 & DE 102009027973 A1	4, 9, 11
E, X	JP 2016-130496 A (Toyota Motor Corp.), 21 July 2016 (21.07.2016), paragraph [0024]; fig. 2 to 3 & US 2016/0201594 A1 paragraph [0043]; fig. 2 to 3 & DE 102016100511 A1	1, 14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. F02D41/38(2006.01)i, F02D41/04(2006.01)i, F02D45/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. F02D41/38, F02D41/04, F02D45/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2000-234551 A（三菱自動車工業株式会社）2000.08.29, 段落 [0013]、[0019]、[0027] - [0028]、 [0030]、[0033]、[図6] - [図7] （ファミリーなし）	1, 12 2-3, 5-8, 10
X Y	JP 11-93735 A（日産自動車株式会社）1999.04.06, 段落 [0052] - [0058]、[図9] - [図10] （ファミリーなし）	1, 4, 12-13 4, 9, 11

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日
 13.02.2017

国際調査報告の発送日
 21.02.2017

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁（ISA/J P）
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員） 藤村 泰智	3Z	5562
電話番号 03-3581-1101 内線 3395		

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2001-159379 A (三菱自動車工業株式会社) 2001.06.12, 段落 [0010]、[0032] - [0033]、[0048]、 [図3] - [図4] & US 6363914 B1, 明細書第3頁第51行-第67行、第7頁第54 行-第8頁第67行、[図3] & EP 1087130 A2 & DE 60000255 T2	1, 14
X	JP 2004-108320 A (いすゞ自動車株式会社) 2004.04.08, 段落 [0044] - [0045]、[図5] & US 2004/0105801 A1, 段落 [0054] - [0055]、[図5] & EP 1400664 A1 & DE 60300845 T2	4, 15
Y	JP 2010-25072 A (株式会社デンソー) 2010.02.04, 段落 [0019]、[図3] & DE 102009027973 A1	4, 9, 11
EX	JP 2016-130496 A (トヨタ自動車株式会社) 2016.07.21, 段落 [0024]、[図2] - [図3] & US 2016/0201594 A1, 段落 [0043]、[図2] - [図3] & DE 102016100511 A1	1, 14