

(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 3 月 9 日(09.03.2017)



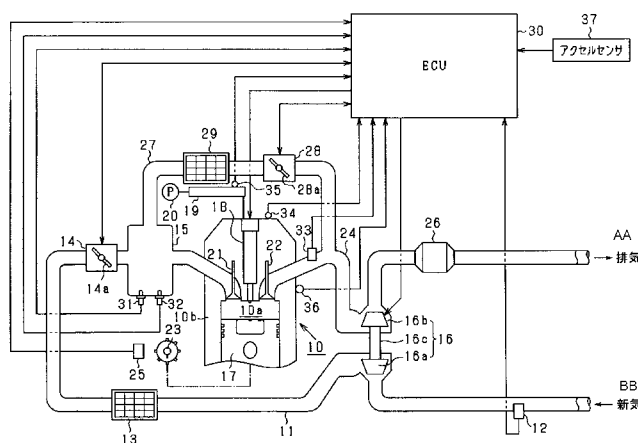
(10) 国際公開番号

WO 2017/038516 A1

- (51) 国際特許分類:
F02D 41/38 (2006.01) F02D 45/00 (2006.01)
F02D 41/02 (2006.01) F02M 51/00 (2006.01)
F02D 41/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/074311
- (22) 国際出願日: 2016 年 8 月 22 日(22.08.2016)
- (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 2015-171804 2015 年 9 月 1 日(01.09.2015) 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(NANJYO 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 1 3 番 1 9 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, 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, KN, KP, KR, 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



37 Accelerator sensor
AA Exhaust
BB New air

(57) Abstract: In the present invention, a parameter correlated to the degree of mixing between fuel spray and intake air at the autoignition start position in a combustion chamber is defined as a spray characteristic value. The spray characteristic value is, for example, the distance between the distal end of the fuel spray and an injection hole of a fuel injection valve at a time when an ignition delay period has elapsed after the start of injection by the fuel injection valve. A control device sets a target value of the spray characteristic value on the basis of the operating condition of the engine. The control device sets a startup injection rate to be used at the start of injection by the fuel injection valve in order for the actual spray characteristic value to reach the target value, and performs injection control whereby the injection rate of the fuel injection valve is gradually increased from the startup injection rate.

(57) 要約: 燃焼室内での自着火開始位置における燃料噴霧及び吸気の混合度合いと相関を有するパラメータを噴霧特性値と定義する。噴霧特性値は、例えば、燃料噴射弁の噴射開始タイミングから着火遅れ時間が経過するタイミングにおける燃料噴霧の先端と燃料噴射弁の噴孔との距離である。制御装置は、エンジンの運転

状態に基づいて、噴霧特性値の目標値を設定する。制御装置は、実際の噴霧特性値を目標値とすべく燃料噴射弁の噴射開始タイミングにおける開始時噴射率を設定し、燃料噴射弁の噴射率を開始時噴射率から徐々に増加させる噴射制御を行う。

WO 2017/038516 A1

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9月1日に提出された日本特許出願番号2015-171804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、ディーゼルエンジンに適用され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は、燃料噴射弁から噴射された燃料を燃焼室の圧縮により自着火させるため、ガソリンエンジンに比べて圧縮比が高く、燃料の燃焼により発生する燃焼室内の筒内圧のピークが高くなる。筒内圧のピークがその許容上限値を超えると、エンジンの信頼性が低下する懸念がある。このため、エンジンの強度を向上させることにより許容上限値を高くすることも考えられる。しかしながら、エンジンの強度を向上させると、エンジンの重量及びコストが増加する懸念がある。

[0004] 特許文献1に開示されるように、燃料噴射弁の燃料噴射開始直後から噴射率を徐々に増加させるように噴射制御を行う燃料噴射装置が知られている。これにより、筒内圧のピークを低下させる。

[0005] しかし、特許文献1に記載された燃料噴射装置においては、燃料噴射弁の噴射初期に噴射された燃料の運動量が低いと、噴射燃料と吸気との混合が不十分となるおそれがある。この場合、燃料の燃焼により発生するスモークが増加するおそれがある。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：日本特許第4188539号公報

発明の概要

[0007] 本開示は、ディーゼルエンジンにおいて発生するスモークを低減できる燃

料噴射制御装置を提供することを目的とする。

[0008] 本開示の一態様によれば、燃料噴射制御装置は、燃焼室内に燃料噴霧を直接噴射する燃料噴射弁を備えるディーゼルエンジンに適用され、前記燃焼室内での自着火開始位置における前記燃料噴霧及び吸気の混合度合いと相関を有するパラメータが噴霧特性値と定義されており、前記エンジンの運転状態に基づいて、前記噴霧特性値の目標値を設定する目標値設定部と、実際の前記噴霧特性値を前記目標値とすべく前記燃料噴射弁の噴射開始タイミングにおける開始時噴射率を設定する噴射率設定部と、前記燃料噴射弁の噴射率を前記開始時噴射率から徐々に増加させる噴射率時系列を含む指令噴射率に実際の噴射率を制御する噴射制御を行う噴射制御部と、を備える。

[0009] 燃料噴射弁から噴射された燃料噴霧と吸気との混合が不十分なまま燃料噴霧が自着火し始めると、燃料の燃焼により発生するスモークが増加する。ここで、燃焼室内での自着火開始位置における燃料噴霧及び吸気の混合度合いと相関を有するパラメータを噴霧特性値と定義する。噴霧特性値を、エンジンの運転状態に応じた適正な値とすることにより、燃料の燃焼により発生するスモークを低減することができる。

[0010] 本開示の一態様では、エンジンの運転状態に基づいて、噴霧特性値の目標値を設定し、実際の噴霧特性値を目標値とすべく燃料噴射弁の噴射開始タイミングにおける開始時噴射率を設定する。これにより、開始時噴射率に従って噴射された燃料噴霧、及び開始時噴射率に続く噴射率に従って噴射された燃料噴霧を吸気と十分に混合させることができ、燃料の燃焼により発生するスモークを低減することができる。

図面の簡単な説明

[0011] 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。

[図1]図1は、第1実施形態に係る車載エンジンシステムの全体構成図。

[図2]図2は、等圧燃焼モードを判定するフローチャート。

[図3]図3は、燃料噴射制御処理のブロック図。

[図4]図4は、噴霧角の定義を示す図。

[図5]図5は、噴霧角の設定手法を示す図。

[図6]図6は、目標移動距離の定義を示す図。

[図7]図7は、目標移動距離の設定手法を示す図。

[図8]図8は、収縮係数の設定手法を示す図。

[図9]図9は、噴射率と熱発生率との関係を示す図。

[図10]図10は、噴射率の設定手法を示す図。

[図11]図11は、第2実施形態に係る燃料噴射制御処理のブロック図。

[図12]図12は、目標当量比の設定手法を示す図。

発明を実施するための形態

[0012] (第1実施形態)

以下、本開示に係る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た第1実施形態について、図面を参照しつつ説明する。

[0013] 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。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、後述するターボチャージャ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、更には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。

[0014] 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及びピストン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、蓄圧容器としてのコモンレール19から高圧の燃料（具体的には軽油）が供給される。コモンレール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。

[0015] 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コモンレール 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、上記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、上記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 10a へと直接噴射供給される。

[0016] 燃料噴射弁 18 は、噴射率を自在に制御できる構成とされている。本実施形態において、燃料噴射弁 18 は、噴射率を自在に制御すべく、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。

[0017] エンジン 10 の各気筒の吸気ポート及び排気ポートのそれぞれは、吸気バルブ 21 及び排気バルブ 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 で冷却された吸気や、後述する外部 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、ディーゼルエンジン 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。

[0018] 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 16 b が回転し、その回転エネルギーが回転軸 16 c を介して吸気コンプレッサ 16 a に伝達され、吸気コンプレッサ 16 a 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。

[0019] なお、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。

[0020] 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 16 b 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 28 a の開度を調節する。EGR バルブ 28 a 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。

[0021] 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 ECU 30 は、周知の CPU、ROM、RAM 等よりなるマイクロコンピュータを主体として構成されている。ECU 30 には、吸気圧センサ 31、吸気温センサ 32、排気温センサ 33、圧力検出部としての筒内圧センサ 34、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、及びクラック角度センサ 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し、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 10 a から排出された排気の温度を検出し、筒内圧センサ 34 は、燃焼室 10 a 内の圧力である筒内圧を検出する。燃圧センサ 35 は、コモンレール 19 内の燃料圧力を検出し、水温センサ 36 は、エンジン 10 の冷却水温を検出する。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。

[0022] ECU30は、上述した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、及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。

[0023] 特にECU30は、エンジン10の高負荷領域において、等圧燃焼を実現するための燃料噴射制御を行う。等圧燃焼は、燃焼開始後における筒内圧のピークを略一定に保つようにしたものである。

[0024] 図2に、本実施形態に係る燃料噴射制御処理の手順を示す。この処理は、ECU30によって例えば所定周期で繰り返し実行される。

[0025] この一連の処理では、まずステップS10において、エンジン10の運転状態を取得する。本実施形態において、運転状態には、エンジン回転速度NE、アクセルセンサ37によって検出されたアクセル操作量Acc、吸気圧センサ31によって検出されたガス圧力Pim、及び吸気温センサ32によって検出されたガス温度Timが含まれる。なお、エンジン回転速度NEは、クランク角度センサ25の検出値に基づいて算出されればよい。

[0026] 続くステップS11では、ステップS10で取得したエンジン10の運転状態に基づいて、等圧燃焼モードで燃料噴射制御を行う状況であるか否かを判定する。具体的には例えば、運転状態から把握されるエンジン10の要求出力が所定出力以上であるか否か、又はエンジン10の要求出力がエンジン回転速度NEから定まる最高出力であるか否かを判定する。

[0027] ステップS11で肯定判定した場合には、ステップS12に進み、等圧燃焼モードで燃料噴射制御を行う。

[0028] 図3に、等圧燃焼モードにおける燃料噴射制御処理のブロック図を示す。図3に示す各部の処理は、ECU30によって実行される。

[0029] 噴射設定部40は、アクセル操作量Acc及びエンジン回転速度NEに基づいて、燃料噴射量Qinj、燃料噴射弁18の噴射開始タイミングtinj、及び燃料噴射弁18の燃料噴射圧Pinjを設定する。ここで、燃料噴

射量 Q_{inj} は、1 燃焼サイクルあたりに要求されるエンジン 10 の出力トルク生成に寄与する燃料噴射量である。

[0030] ガス密度推定部 41 は、ガス圧力 P_{im} 及びガス温度 T_{im} に基づいて、噴射開始タイミング t_{inj} における燃焼室 10a 内のガス密度 ρ_a を算出する。詳しくは、下式 (eq1)、(eq2) に基づいて、ガス密度 ρ_a を算出する。

[0031] [数1]

$$\rho_a = \frac{M_{cyl}}{V(t_{inj})} \cdot 10^6 \quad \dots \quad (eq1)$$

[0032] [数2]

$$M_{cyl} = \frac{P_{im} \cdot V(t_{cls})}{R(T_{im} + 273)} M_{air} \quad \dots \quad (eq2)$$

上式 (eq1) において、 M_{cyl} は燃焼室 10a 内に吸気行程で吸入される総ガス量 [mg] を示し、 $V(t_{inj})$ は噴射開始タイミング t_{inj} [deg] における燃焼室 10a の容積 [L] を示す。また、上式 (eq2) において、 R は気体定数 [J/K/mol] を示し、 M_{air} は空気の分子量 [mg/mol] を示し、 $V(t_{cls})$ は吸気行程終了タイミング [deg]、すなわち吸気バルブ 21 の全閉タイミングにおける燃焼室 10a の容積を示す。容積 $V(t_{cls})$ は、シリンダ 10b の設計値及び吸気バルブ 21 の全閉タイミングに基づいて算出され、容積 $V(t_{inj})$ はシリンダ 10b の設計値及び噴射開始タイミング t_{inj} に基づいて算出される。なお、上式 (eq2) において、 P_{im} の単位は [kPa] を想定しており、 T_{im} の単位は [K] を想定している。

[0033] ちなみに、EGR ガスの再循環を行っている場合等は、空気の分子量に代えてガスの組成を考慮した分子量を用いてもよい。

[0034] 角度算出部 42 は、噴射設定部 40 で設定された噴射圧 P_{inj} と、ガス密度推定部 41 で推定されたガス密度 ρ_a とに基づいて、燃料噴射弁 18 から噴射された燃料噴霧の噴霧角 θ_{sp} を算出する。本実施形態では、図 4 に

示すように、噴霧角 θ_{sp} は、燃料噴射弁18の噴孔18aからの噴射方向「C」に対する燃料噴霧「A」の広がり角として定義される。

[0035] 本実施形態では、図5に示すように、噴射圧 P_{inj} 及びガス密度 ρ_a に基づいて、噴霧角 θ_{sp} を算出する。詳しくは、噴射圧 P_{inj} が高いほど、噴霧角 θ_{sp} を大きく算出する。これは、噴射圧 P_{inj} が高いほど、噴孔18aから噴射される燃料の平均運動量が大きくなり、噴霧角 θ_{sp} が大きくなるためである。また、ガス密度 ρ_a が大きいほど、噴霧角 θ_{sp} を大きく算出する。これは、ガス密度 ρ_a が大きいほど、噴孔18aから噴射された燃料が燃焼室10a内のガスに当たって拡散する度合いが強くなるためである。ちなみに、噴霧角 θ_{sp} は、噴射圧 P_{inj} 及びガス密度 ρ_a と噴霧角 θ_{sp} とが関係付けられたマップ又は実験式に基づいて算出されればよい。

[0036] 遅れ時間設定部43は、着火遅れ時間 t_d を設定する。本実施形態において、着火遅れ時間 t_d は、噴射開始タイミング t_{inj} から、噴射された燃料噴霧が自着火し始めるまでの時間として定義される。なお、着火遅れ時間 t_d は、一定値に設定されてもよいし、エンジン10の運転状態及び着火遅れ時間 t_d が関係付けられたマップ又は実験式に基づいて可変設定されてもよい。

[0037] 目標値設定部44は、噴射設定部40で設定された燃料噴射量 Q_{inj} と、エンジン回転速度 NE とに基づいて、目標移動距離 L_{ig} を設定する。本実施形態において、目標移動距離 L_{ig} は、図6に示すように、噴射開始タイミング t_{inj} から着火遅れ時間 t_d が経過したタイミングにおける燃料噴霧の噴射方向Cの先端と、噴孔18aとの間の距離として定義される。なお図6に、噴孔18aから噴射された燃料噴霧が未だ燃焼していない未燃焼噴霧と、噴射された燃料噴霧の燃焼により生じた火炎とを示す。

[0038] 目標移動距離 L_{ig} は、燃料の燃焼により発生するスモークを低減するために設定される噴霧特性値である。つまり、噴射開始タイミング t_{inj} から着火遅れ時間 t_d が経過するタイミングにおける燃料噴霧の噴孔18aか

らの移動距離が短いと、燃焼室 10a 内における燃料噴霧と吸気との混合が不十分となり得る。この場合、噴射初期の燃料の燃焼により発生するスモークが増加するのみならず、噴射初期以降の燃料の燃焼により発生するスモークも増加する。ここで、噴射開始タイミング t_{inj} から着火遅れ時間 t_d が経過したタイミングにおける燃料噴霧先端の噴孔 18a からの移動距離を、エンジン 10 の運転状態に応じた適正な値とする。これにより、自着火開始位置における燃料噴霧及び吸気の混合度合いを、スモークを低減できる適正な混合度合いとすることができる。上記混合度合いは、上記移動距離と正の相関を有する。

[0039] 本実施形態では、図 7 に示すように、燃料噴射量 Q_{inj} 及びエンジン回転速度 N_E に基づいて、目標移動距離 L_{ig} を設定する。詳しくは、燃料噴射量 Q_{inj} が多かったり、エンジン回転速度 N_E が高かったりするほど、目標移動距離 L_{ig} を大きく設定する。これは、燃料噴射量 Q_{inj} が多かったり、エンジン回転速度 N_E が高かったりするほど、燃料噴霧と吸気との混合を促進させるために必要な噴射方向「C」の空間が大きくなるためである。ちなみに、目標移動距離 L_{ig} は、燃料噴射量 Q_{inj} 及びエンジン回転速度 N_E と目標移動距離 L_{ig} とが関係付けられたマップ又は実験式に基づいて算出されればよい。

[0040] 速度設定部 45 は、ガス密度推定部 41 で推定されたガス密度 ρ_a 、遅れ時間設定部 43 で設定された着火遅れ時間 t_d 、目標値設定部 44 で設定された目標移動距離 L_{ig} 、及び角度算出部 42 で算出された噴霧角 θ_{sp} に基づいて、噴射開始タイミング t_{inj} における噴孔 18a からの燃料噴霧の噴射速度 V_{ini} を設定する。本実施形態では、下式 (eq3) に基づいて噴射速度 V_{ini} を設定する。

[0041] [数3]

$$V_{ini} = \left(\frac{\rho_a}{c \cdot \rho_f} \right)^{0.5} \frac{L_{ig}^2 \tan \theta_{sp}}{t_d \cdot d} \quad \dots \quad (eq3)$$

上式 (eq3) において、「 ρ_f 」は燃料密度を示し、「 d 」は噴孔 18

aの直径を示し、「c」は収縮係数を示す。収縮係数「c」は、噴射圧 P_{inj} を用いて、図8のマップを参照して算出される。図8は、噴射圧 P_{inj} と収縮係数「c」との関係を示すマップであり、実験等に基づいて予め設定されている。図8に示すように、噴射圧 P_{inj} が高いほど、収縮係数「c」が小さくなる。

[0042] ちなみに、上式 (eq 3) は、「ディーゼル機関燃料噴霧の到達距離に関する研究 和栗雄太郎、他3名、日本機械学会論文集、1959年、第25巻、第156号、p. 820-826」の記載事項に基づいて導かれる。詳しくは、燃焼室10a内における噴孔18aと、噴孔18aから目標移動距離 L_{ig} 離れた位置との差圧 ΔP を用いて、噴射速度 V_{ini} を下式 (eq 4) のように表すことができる。

[0043] [数4]

$$V_{ini} = \left(\frac{2\Delta P}{\rho_f} \right)^{0.5} \dots (eq4)$$

また、目標移動距離 L_{ig} を下式 (eq 5) のように表すことができる。

[0044] [数5]

$$L_{ig} = \left(\frac{2c \cdot \Delta P}{\rho_a} \right)^{0.25} \left(\frac{t_d \cdot d}{\tan \theta_{sp}} \right)^{0.5} \dots (eq5)$$

上式 (eq 5) を ΔP について変形すると、下式 (eq 6) が導かれる。

[0045] [数6]

$$\Delta P = L_{ig}^4 \frac{\rho_a}{2c} \left(\frac{\tan \theta_{sp}}{t_d \cdot d} \right)^2 \dots (eq6)$$

上式 (eq 6) を上式 (eq 4) に代入することにより、上式 (eq 3) が導かれる。

[0046] 第1噴射算出部46は、速度設定部45で設定された噴射速度 V_{ini} に基づいて、噴射開始タイミング t_{inj} における噴射率である開始時噴射率 Q_{st} を算出する。本実施形態では、下式 (eq 7) に基づいて、開始時噴

射率 Q_{st} を算出する。

[0047] [数7]

$$Q_{st} = S \cdot V_{mi} \quad \dots \quad (eq7)$$

$$\text{ただし、} S = \left(\frac{d}{2} \right)^2 N_h \cdot \pi$$

上式 (eq7) において、 N_h は燃料噴射弁 18 の噴孔 18a の数を示し、 S は燃料噴射弁 18 の総噴孔面積を示す。開始時噴射率 Q_{st} を大きくすることで、噴射開始タイミングにおける燃料噴射弁 18 の燃料噴射速度が高くなり、ひいては目標移動距離 L_{ig} が大きくなる。本実施形態において、第 1 噴射算出部 46 が噴射率設定部を構成する。

[0048] ちなみに本実施形態では、噴射率を、燃料噴射弁 18 から単位時間あたりに噴射される燃料の体積とした。噴射率を、燃料噴射弁 18 から単位時間あたりに噴射される燃料の質量とする場合、上式 (eq7) の右辺に燃料密度 ρ_f を乗算すればよい。

[0049] 第 1 熱推定部 47 は、第 1 噴射算出部 46 で算出された開始時噴射率 Q_{st} に基づいて、自着火開始タイミング「 $t_{inj} + t_d$ 」における開始時熱発生率 J_{st} を算出する。詳しくは、下式 (eq8) に基づいて、開始時熱発生率 J_{st} を算出する。

[0050] [数8]

$$J_{st} = J_u \cdot Q_{st} \quad \dots \quad (eq8)$$

上式 (eq8) において、 J_u は単位体積あたりの燃料が燃焼した時の発熱量を示す。なお図 9 に、噴射開始タイミング t_{inj} における開始時噴射率 Q_{st} と、開始時噴射率 Q_{st} に基づいて推定された開始時熱発生率 J_{st} とを示す。

[0051] 第 2 熱推定部 48 は、筒内圧をその閾値 P_{max} 以下にすることを条件として、エンジン 10 の図示平均有効圧を最大とする自着火開始タイミング以降における熱発生率の上昇速度 θ_{HRR} を算出する。なお、上記閾値 P_{max} は、例えば、エンジン 10 の信頼性を維持可能な筒内圧の許容上限値以下

の値に設定される。

[0052] 本実施形態において、第2熱推定部48は、上昇速度 θHRR を算出するための処理部として、熱発生率推定部と、筒内圧推定部と、熱勾配算出部とを含む。

[0053] 熱発生率推定部は、開始時熱発生率 J_{st} と、熱発生率の上昇速度の仮設定値 θHm とに基づいて、図9(b)に示すように、自着火開始タイミング「 $t_{inj} + t_d$ 」から、熱発生率が総発生率 J_q に到達するまでの期間における都度の熱発生率を推定する。ここで、総発生率 J_q は、燃料噴射量 Q_{inj} を入力として、下式(eq9)に基づいて算出される。

[0054] [数9]

$$J_q = J_u \cdot Q_{inj} \quad \dots \quad (eq9)$$

筒内圧推定部は、熱発生率推定部により推定された熱発生率に基づいて、規定期間における都度の筒内圧 P_{cyl} を推定する。本実施形態において、規定時間は、自着火開始タイミングから、このタイミングを起点とする熱発生率の積分値が総発生率 J_q に到達するまでの期間である。ここで、あるクランク角度 α_r における筒内圧 $P_{cyl}(\alpha_r)$ は、下式(eq10)に示す関数 f に基づいて算出されればよい。

[0055] [数10]

$$P_{cyl}(\alpha_r) = f(P_{cyl}(\alpha_r - \Delta\alpha), V(\alpha_r), V(\alpha_r - \Delta\alpha), HRR(\alpha_r)) \quad \dots \quad (eq10)$$

上式(eq10)において、 $\Delta\alpha$ は筒内圧を算出するクランク角度の間隔を示し、 $V(\alpha_r)$ はあるクランク角度 α_r における燃焼室10aの容積を示し、 $HRR(\alpha_r)$ はあるクランク角度 α_r における熱発生率を示す。上式(eq10)に示す関数 f は、熱力学方程式及び気体の状態方程式から導かれる下式(eq11)を変形することにより得られる。

[0056] [数11]

$$HRR(\alpha_r) = \frac{C_v}{R} V(\alpha_r) \frac{P_{cyl}(\alpha_r) - P_{cyl}(\alpha_r - \Delta\alpha)}{\Delta\alpha} + \left(\frac{C_v}{R} + 1 \right) P_{cyl}(\alpha_r) \frac{V(\alpha_r) - V(\alpha_r - \Delta\alpha)}{\Delta\alpha} \quad \dots (eq11)$$

上式(eq11)において、 C_v は定積モル比熱[J/mol/K]を示

し、 R は気体定数 $[J/K/mol]$ を示す。ちなみに、筒内圧 P_{cyl} の初期値、すなわち自着火タイミング直前の筒内圧 P_{cyl} は、例えばガス圧力 P_{im} とすればよい。

[0057] 熱勾配算出部は、上昇速度の仮設定値 θ_{Hm} を様々な値に設定した場合において、熱発生率が総発生率 J_q となるタイミングにおける筒内圧 P_{cyl} が閾値 P_{max} 以下となって、かつ、図示平均有効圧が最大となる仮設定値 θ_{Hm} を上昇速度 θ_{HRR} として算出する。

[0058] 第2噴射算出部49は、開始時噴射率 Q_{st} 、開始時熱発生率 J_{st} 、噴射開始タイミング t_{inj} 及び着火遅れ時間 t_d に基づいて、開始時噴射率 Q_{st} 以降における噴射率の上昇速度 θ_{inj} を算出する。本実施形態において、第2熱推定部48及び第2噴射算出部49が上昇設定部を構成する。以下、図10を用いて、上昇速度 θ_{inj} の算出手法について説明する。ここで、図10(a)は筒内圧の推移を示し、図10(b)は熱発生率の推移を示し、図10(c)は噴射率の推移を示す。なお図10(a)では、等圧燃焼が実施される場合の筒内圧波形を実線にて示し、燃焼室10a内で燃料の燃焼が行われない場合の筒内圧波形を破線にて示す。また図10では、便宜上、着火遅れ時間 t_d を0として各波形を記載している。

[0059] 図10に示すように、自着火開始タイミング t_1 よりも後の規定タイミング t_{med} における熱発生率 J_{med} を、開始時熱発生率 J_{st} 及び熱発生率の上昇速度 θ_{HRR} に基づいて算出する。そして、単位体積あたりの燃料が燃焼した時の発熱量 J_u を用いて、算出した熱発生率 J_{med} を噴射率 Q_{med} に換算する。そして、開始時噴射率 Q_{st} 、換算した噴射率 Q_{med} 、噴射開始タイミング t_{inj} 、及び規定タイミング t_{med} に基づいて、噴射率の上昇速度 θ_{inj} を算出する。

[0060] 上述した手法で算出された開始時噴射率 Q_{st} 及び噴射率の上昇速度 θ_{inj} に基づいて、図10(c)に示すような指令噴射率の時系列が設定される。指令噴射率は、開始時噴射率 Q_{st} と、噴射開始タイミング t_{inj} 以降において一定の上昇速度 θ_{inj} で上昇する上昇噴射率とからなる。上昇

噴射率のうち噴射終了タイミングの噴射率は、1 燃焼サイクルにおいて最大の噴射率となる。図 10 (c) では、上昇噴射率が設定される期間が TDC を跨いでいる例を示した。ECU 30 は、燃料噴射弁 18 の噴射率を上記指令噴射率に制御するように燃料噴射弁 18 と通電操作する噴射制御部として機能する。

- [0061] 以上説明した本実施形態によれば、以下の効果を奏することができる。
- [0062] エンジン 10 の運転状態に基づいて、目標移動距離 L_{ig} を設定した。そして、噴射開始タイミング t_{inj} から着火遅れ時間 t_d が経過したタイミングにおける燃料噴霧先端の噴孔 18a からの移動距離を目標移動距離 L_{ig} とするための開始時噴射率 Q_{st} を設定した。これにより、開始時噴射率 Q_{st} に従って噴射された燃料噴霧、及び開始時噴射率 Q_{st} に続く噴射率に従って噴射された燃料噴霧を吸気と十分に混合させることができ、燃料の燃焼により発生するスモークを低減することができる。
- [0063] また、開始時噴射率 Q_{st} に従って噴射された燃料噴霧の燃焼により発生するスモークを低減できるため、開始時噴射率 Q_{st} 以降の噴射率を大きくでき、エンジン 10 の出力トルクを向上できる。
- [0064] 開始時噴射率 Q_{st} の算出に噴射速度 V_{ini} を用いた。これにより、スモークを低減すべく、自着火開始タイミングにおける燃料噴霧の運動量を加味した燃料噴射制御を行うことができる。
- [0065] 筒内圧をその閾値 P_{max} 以下にすることを条件として、エンジン 10 の図示平均有効圧を最大とする開始時噴射率 Q_{st} 以降における噴射率の上昇速度 θ_{inj} を設定した。これにより、エンジンの強度を向上させることなく、エンジン 10 の出力トルクを向上させることができる。
- [0066] (第 2 実施形態)

以下、第 2 実施形態について、上記第 1 実施形態との相違点を中心に図面を参照しつつ説明する。本実施形態では、目標移動距離 L_{ig} に代えて、目標当量比 ϕ_{ig} を用いて噴射率を設定する。目標当量比 ϕ_{ig} は、燃焼室 10a 内において、燃料噴射弁 18 から噴射された燃料噴霧の自着火開始位置

での燃料噴霧及び吸気の当量比の目標値である。

[0067] 図 1 1 に、本実施形態に係る等圧燃焼モードにおける燃料噴射制御処理のブロック図を示す。図 1 1 に示す各部の処理は、E C U 3 0 によって実行される。なお図 1 1 において、先の図 3 に示した処理と同一の処理については、便宜上、同一の符号を付している。

[0068] 本実施形態に係る目標値設定部 5 0 は、燃料噴射量 Q_{inj} と、エンジン回転速度 N_E とに基づいて、目標当量比 ϕ_{ig} を設定する。目標当量比 ϕ_{ig} は、燃料の燃焼により発生するスモークを低減するために設定される噴霧特性値である。噴射開始タイミング t_{inj} から着火遅れ時間 t_d が経過したタイミングにおける自着火開始位置における当量比を、エンジン 1 0 の運転状態に応じた適正な値とすることにより、燃料の燃焼により発生するスモークを低減することができる。自着火開始位置における当量比と、その位置における燃料噴霧及び吸気の混合度合いとは、負の相関を有する。この点に鑑み、目標値設定部 5 0 は、目標当量比 ϕ_{ig} を設定する。

[0069] 本実施形態では、図 1 2 に示すように、燃料噴射量 Q_{inj} 及びエンジン回転速度 N_E に基づいて、目標当量比 ϕ_{ig} を設定する。詳しくは、燃料噴射量 Q_{inj} が多かったり、エンジン回転速度 N_E が低かったりするほど、目標当量比 ϕ_{ig} を大きく設定する。

[0070] 速度設定部 5 1 は、ガス密度 ρ_a 、着火遅れ時間 t_d 、噴霧角 θ_{sp} 、及び目標値設定部 5 0 で設定された目標当量比 ϕ_{ig} に基づいて、噴射開始タイミング t_{inj} における噴孔 1 8 a からの燃料噴霧の噴射速度 V_{ini} を設定する。本実施形態では、下式 (eq 1 2) に基づいて噴射速度 V_{ini} を設定する。

[0071] [数12]

$$V_{mi} = \left(\frac{1}{2\phi_{ig} \cdot \phi_{th}} \right)^2 \left(\frac{d}{t_d \cdot \tan \theta_{sp}} \right) \left(\frac{c \cdot \rho_f}{\rho_a} \right) \quad \dots \quad (eq12)$$

上式 (eq 1 2) において、 ϕ_{th} は理論当量比を示し、酸素過剰率の逆数である。

[0072] ちなみに、上式（eq 12）は、上述した「ディーゼル機関燃料噴霧の到達距離に関する研究」の記載事項に基づいて導かれる。詳しくは、この記載事項に基づいて、下式（eq 13）が導かれる。

[0073] [数13]

$$\Delta P = \left(\frac{1}{2\phi_{ig} \cdot \phi_{th}} \right)^2 \left(\frac{d \cdot \rho_f}{t_d \cdot \tan \theta_{sp}} \right) \left(\frac{c}{2\rho_a} \right)^{0.5} \dots (eq13)$$

上式（eq 13）を上式（eq 4）に代入することにより、上式（eq 12）が導かれる。

[0074] 噴射速度 V_{ini} の算出の後、上記第1実施形態と同様の処理により、指令噴射率が設定される。このように本実施形態では、エンジン10の運転状態に基づいて、目標当量比 ϕ_{ig} を設定した。そして、自着火開始位置における実際の当量比を目標当量比 ϕ_{ig} とするための開始時噴射率 Q_{st} を設定した。これにより、上記第1実施形態と同様の効果を奏することができる。

[0075] （その他の実施形態）

なお、上記各実施形態を、以下のように変更して実施してもよい。

[0076] 上記各実施形態では、開始時噴射率 Q_{st} 以降の噴射率の上昇態様を、一定の上昇速度で上昇する噴射率波形としたがこれに限らない。例えば、開始時噴射率 Q_{st} 以降の噴射率の上昇態様を、段階的に上昇させる波形としたり、円弧状に上昇させる波形としてもよい。この場合であっても、開始時噴射率 Q_{st} がスモークを低減できる適正な値に設定されているため、スモークを低減できる。また、上記各実施形態において、一定の上昇速度で上昇する噴射率波形の後に続けて、噴射率が一定となる噴射率波形を含む指令噴射率を設定してもよい。

[0077] 上記第1実施形態において、目標移動距離 L_{ig} の設定に、燃料噴射量 Q_{inj} 及びエンジン回転速度 NE のうちいずれか一方のみを用いてもよい。また、上記第2実施形態において、目標当量比 ϕ_{ig} の設定に、燃料噴射量 Q_{inj} 及びエンジン回転速度 NE のうちいずれか一方のみを用いてもよい。

。

[0078] 噴射率を自在に設定可能な燃料噴射弁としては、上記第1実施形態で説明したものに限らない。例えば、特開2008-163799号公報に記載されているように、増圧機構付きの燃料噴射弁であってもよい。

[0079] 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] 燃焼室（10a）内に燃料噴霧を直接噴射する燃料噴射弁（18）を備えるディーゼルエンジン（10）に適用され、
前記燃焼室内での自着火開始位置における前記燃料噴霧及び吸気の混合度合いと相関を有するパラメータが噴霧特性値と定義されており、
前記エンジンの運転状態に基づいて、前記噴霧特性値の目標値を設定する目標値設定部（44；50）と、
実際の前記噴霧特性値を前記目標値とすべく前記燃料噴射弁の噴射開始タイミングにおける開始時噴射率を設定する噴射率設定部（46）と、
前記燃料噴射弁の噴射率を前記開始時噴射率から徐々に増加させる噴射率時系列を含む指令噴射率に実際の噴射率を制御する噴射制御を行う噴射制御部（30）と、を備える燃料噴射制御装置。
- [請求項2] 前記燃料噴射弁の噴射開始タイミングから、噴射された燃料噴霧が自着火し始めるまでの時間が着火遅れ時間と定義されており、
前記噴霧特性値は、前記噴射開始タイミングから前記着火遅れ時間が経過するタイミングにおける前記燃料噴霧の先端と前記燃料噴射弁の噴孔（18a）との距離である請求項1に記載の燃料噴射制御装置。
- [請求項3] 前記噴射率設定部は、前記目標値が大きいほど、前記開始時噴射率を大きく設定する請求項2に記載の燃料噴射制御装置。
- [請求項4] 前記噴射率設定部は、前記目標値が大きいほど、前記噴射開始タイミングにおける前記燃料噴射弁の燃料噴射速度を高く設定する速度設定部（45）を含み、前記速度設定部により設定された前記燃料噴射速度が高いほど、前記開始時噴射率を大きく設定する請求項3に記載の燃料噴射制御装置。
- [請求項5] 前記噴霧特性値は、前記燃焼室内での自着火開始位置における前記

燃料噴霧及び吸気の当量比である請求項 1 に記載の燃料噴射制御装置。
。

[請求項6] 前記噴射率設定部は、前記目標値が小さいほど、前記開始時噴射率を大きく設定する請求項 5 に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項7] 前記噴射率設定部は、前記目標値が小さいほど、前記噴射開始タイミングにおける前記燃料噴射弁の燃料噴射速度を高く設定する速度設定部（51）を含み、前記速度設定部により設定された前記燃料噴射速度が高いほど、前記開始時噴射率を大きく設定する請求項 6 に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項8] 前記エンジンの 1 燃焼サイクルあたりに要求される燃料噴射量を設定する噴射量設定部（40）を備え、

前記目標値設定部は、前記噴射量設定部により設定された前記燃料噴射量が多いほど前記目標値を大きく設定する処理、及び前記エンジンの回転速度に基づいて前記目標値を設定する処理のうち少なくとも一方を行う請求項 1～7 のいずれか 1 項に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項9] 前記エンジンの 1 燃焼サイクルあたりに要求される燃料噴射量を設定する噴射量設定部（40）と、

前記燃焼室内の圧力をその閾値以下にすることを条件として、前記エンジンの 1 燃焼サイクルあたりに前記エンジンから出力する仕事を最大化する前記開始時噴射率以降における噴射率の上昇態様を設定する上昇設定部（48, 49）と、を備え、

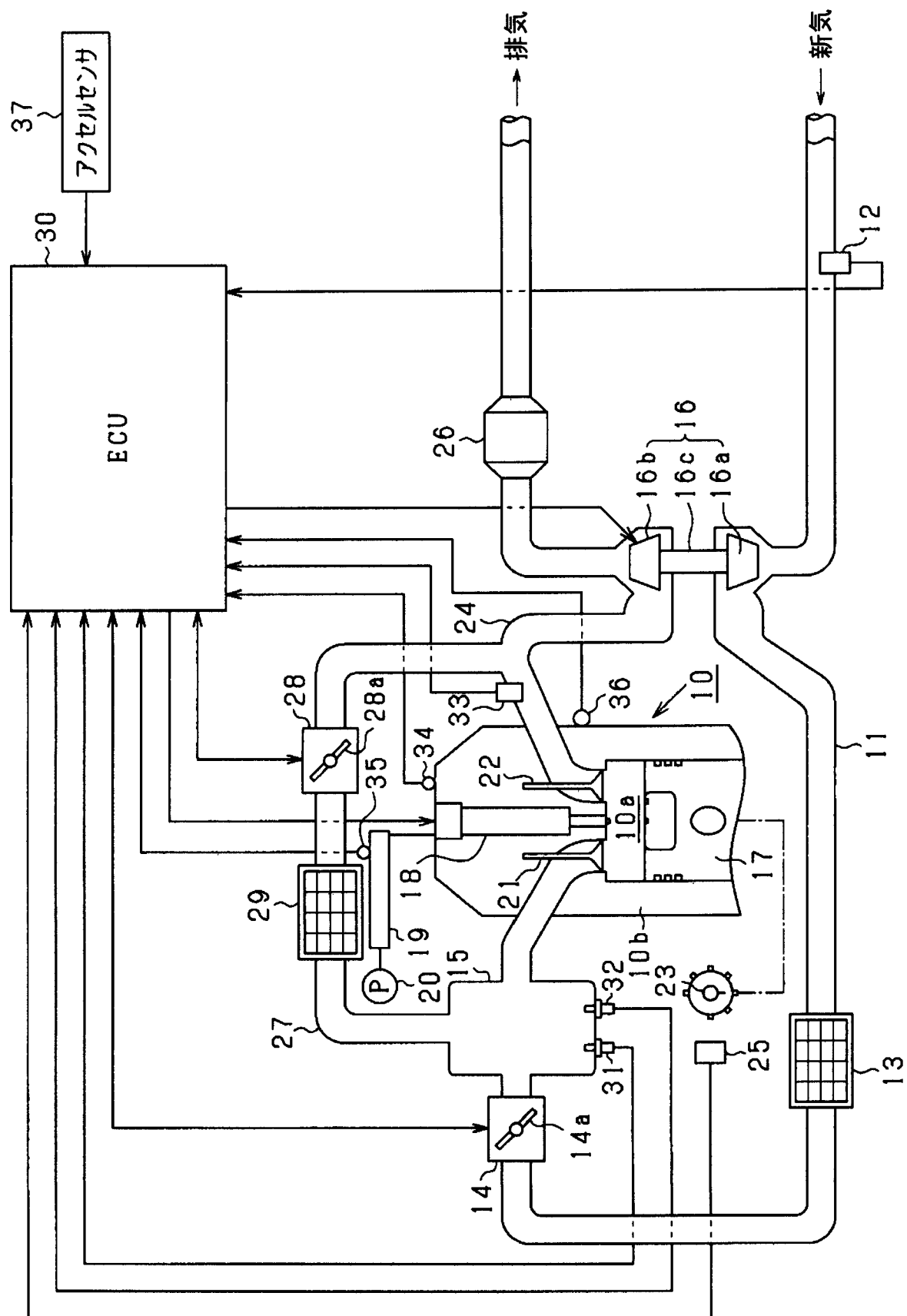
前記噴射制御部は、前記開始時噴射率と、前記上昇設定部により設定された前記上昇態様とに基づいて、前記指令噴射率を設定する請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項10] 前記上昇設定部は、前記燃料噴射弁の噴射率に基づいて、熱発生率を推定する熱発生率推定部と、前記熱発生率推定部により推定された前記開始時噴射率に対応する熱発生率、及び前記燃料噴射量を熱発生率に換算した総発生率に基づいて、前記燃焼室内の圧力を推定する筒

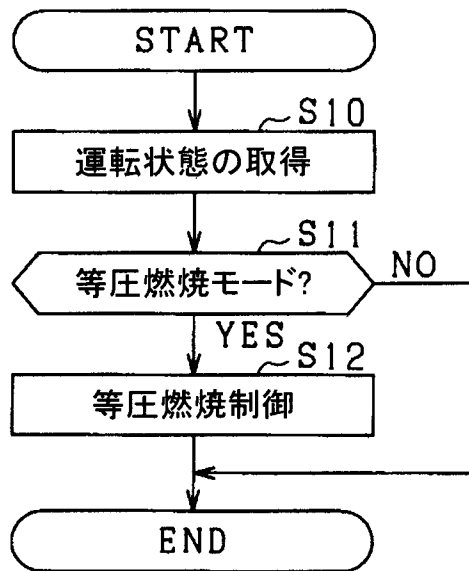
内圧推定部と、を含み、前記筒内圧推定部により推定された圧力を前記閾値以下にすることを条件として、前記開始時噴射率以降における噴射率の上昇速度を設定する請求項 9 に記載の燃料噴射制御装置。

[請求項11] 前記噴射制御部は、前記燃料噴射弁の噴射率を前記開始時噴射率から一定の上昇速度で増加させるとともに、前記エンジンの 1 燃焼サイクルにおいて前記燃料噴射弁の噴射終了タイミングの噴射率が最大となる噴射率時系列を前記指令噴射率に設定する請求項 1 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の燃料噴射制御装置。

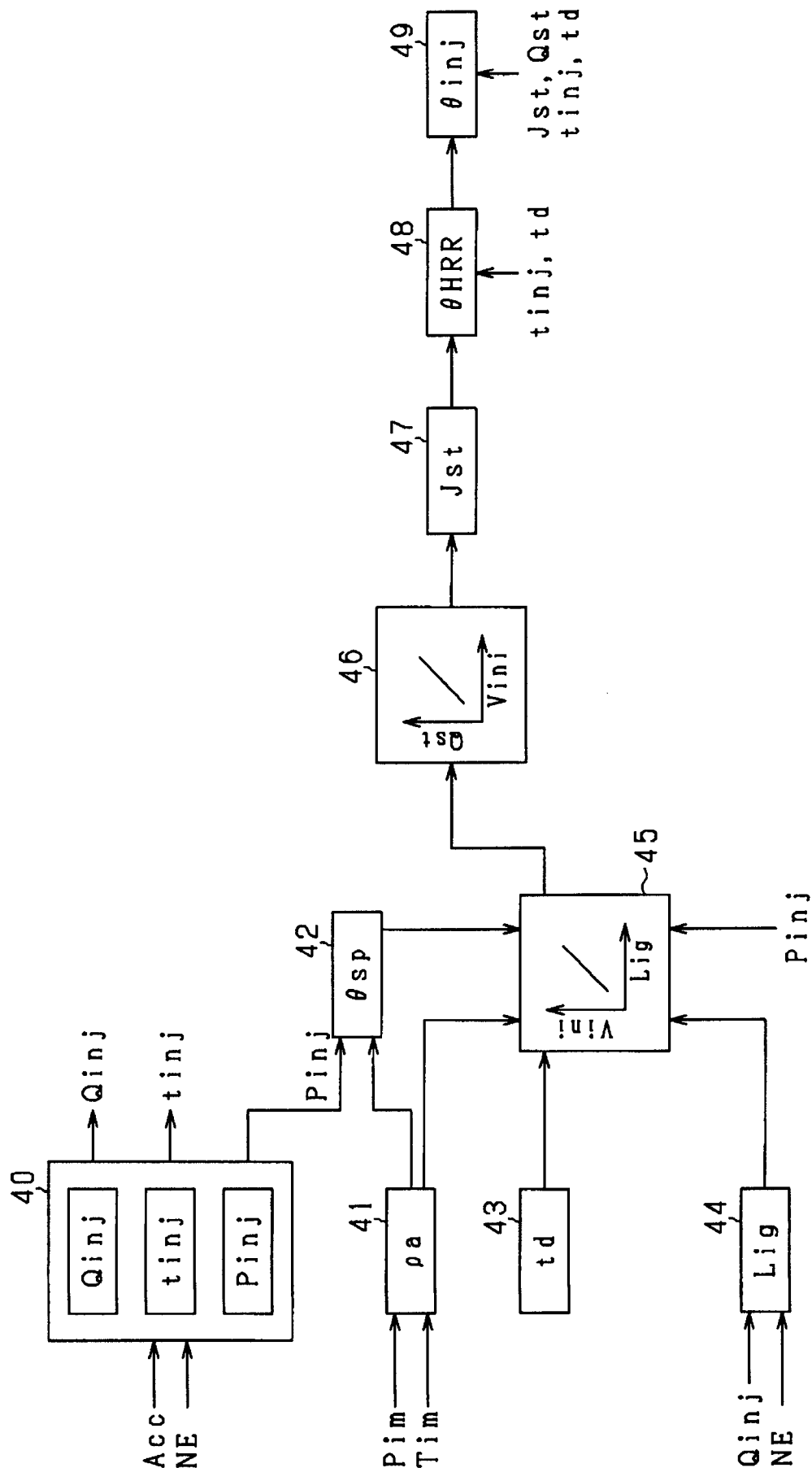
[図1]



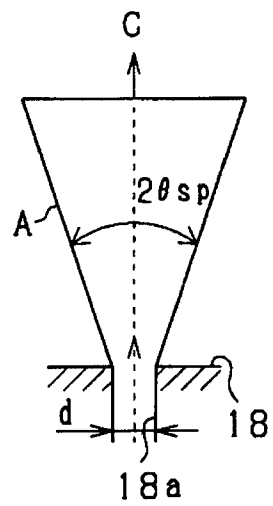
[図2]



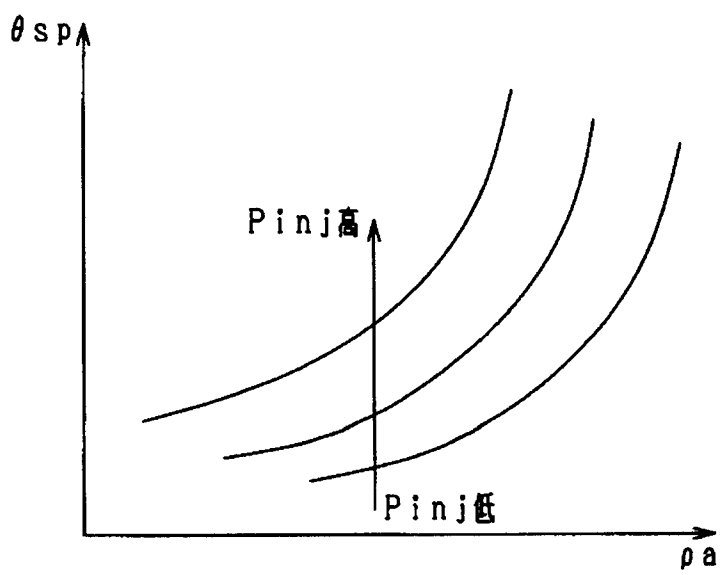
[図3]



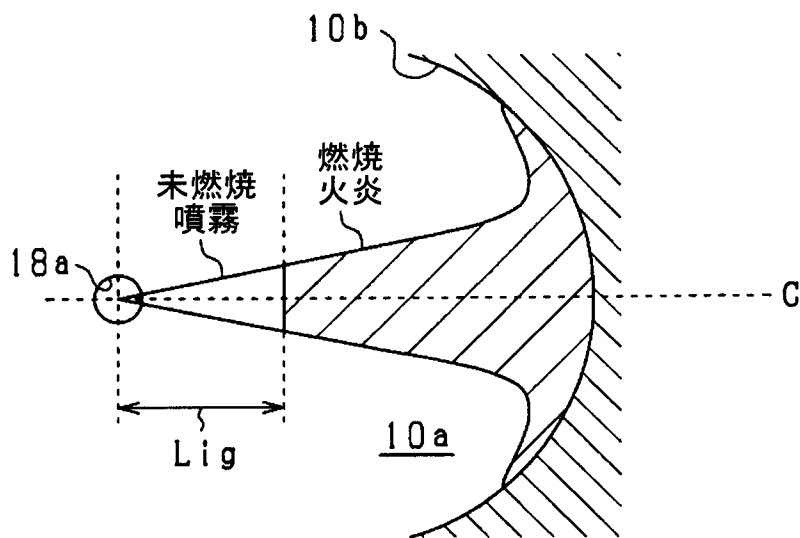
[図4]



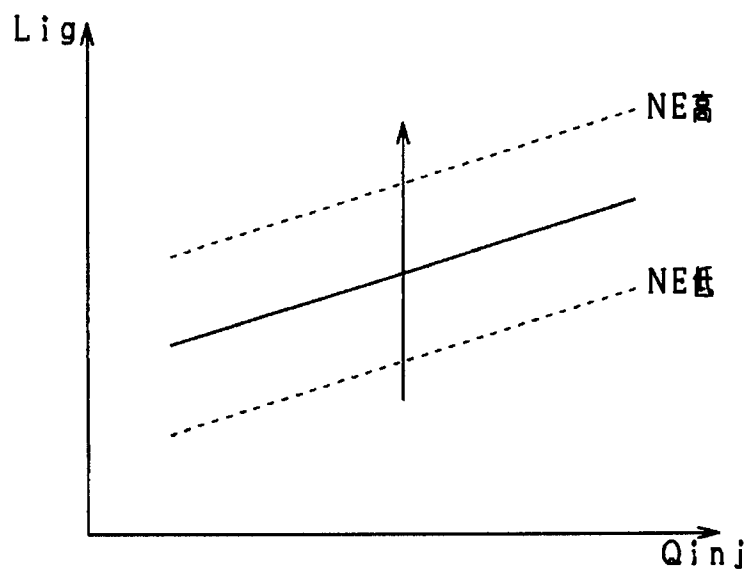
[図5]



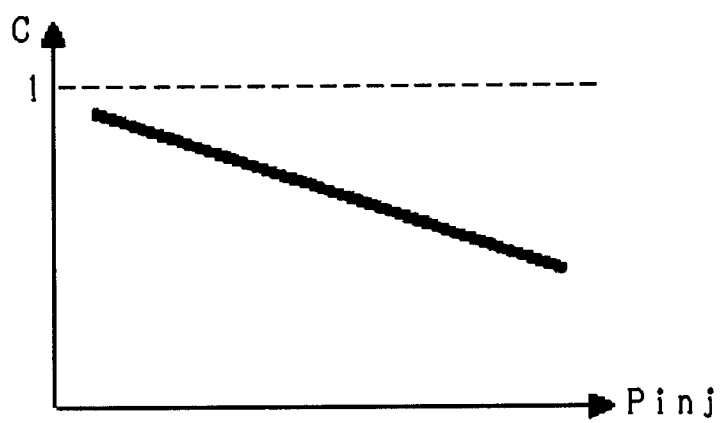
[図6]



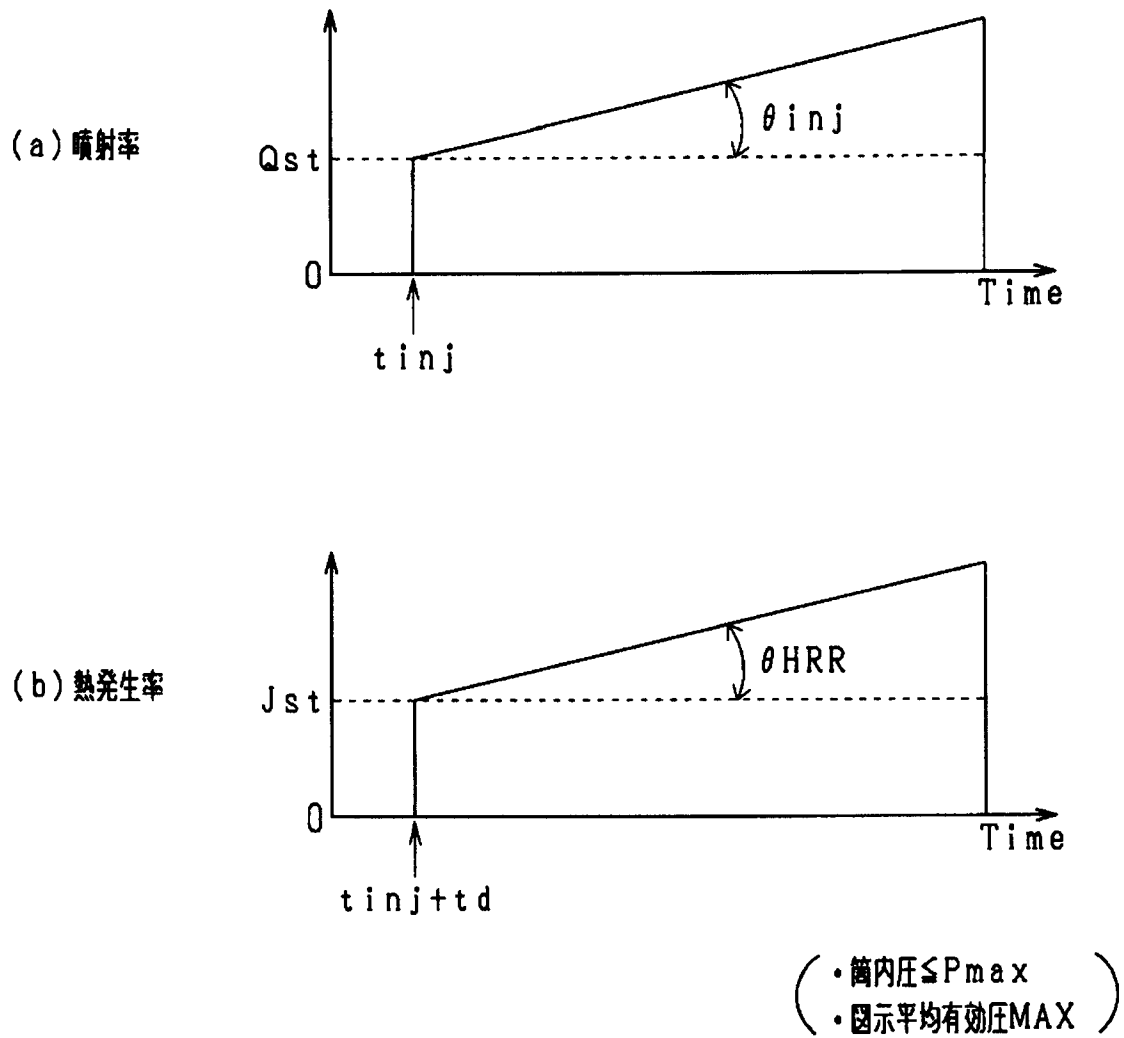
[図7]



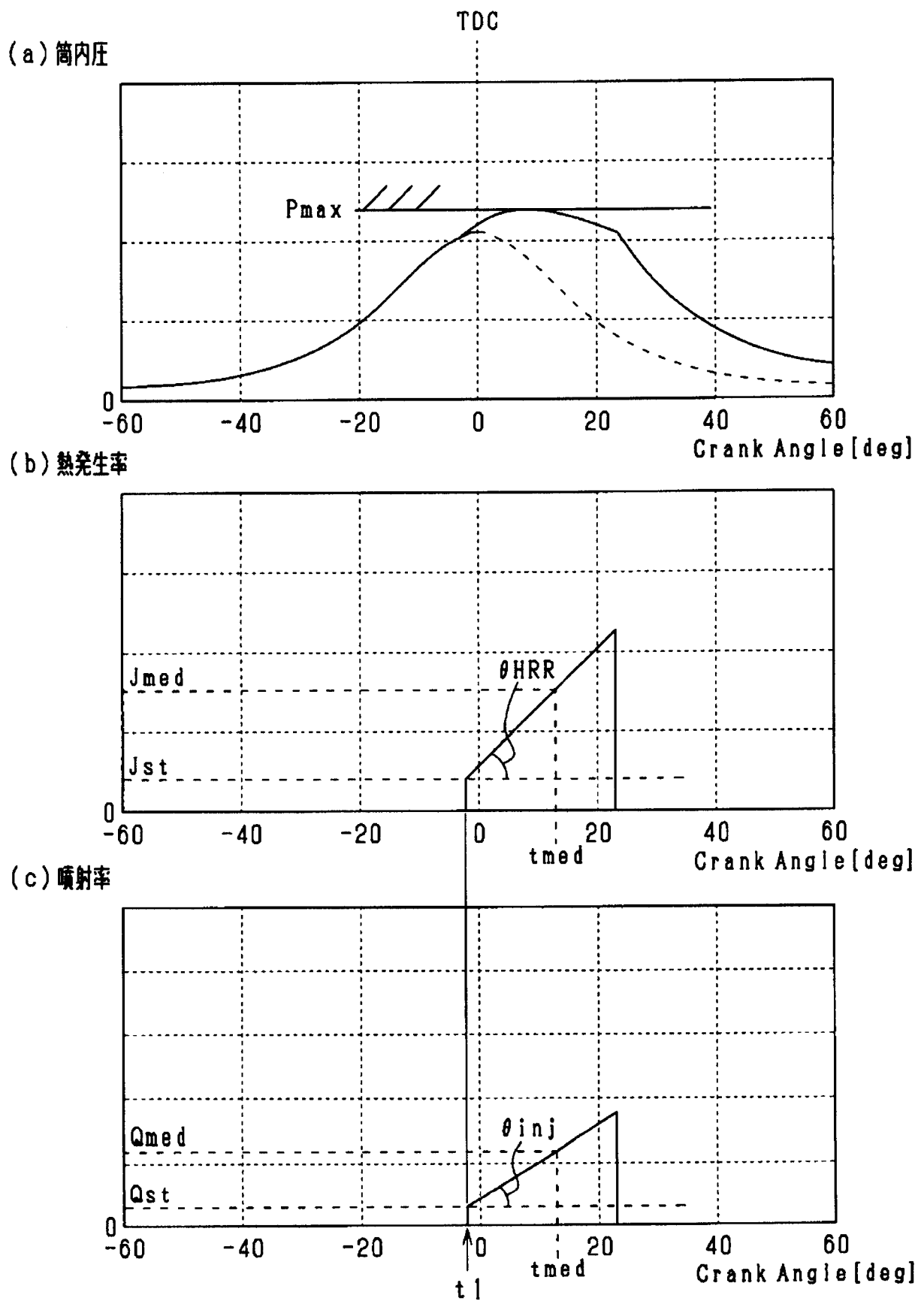
[図8]



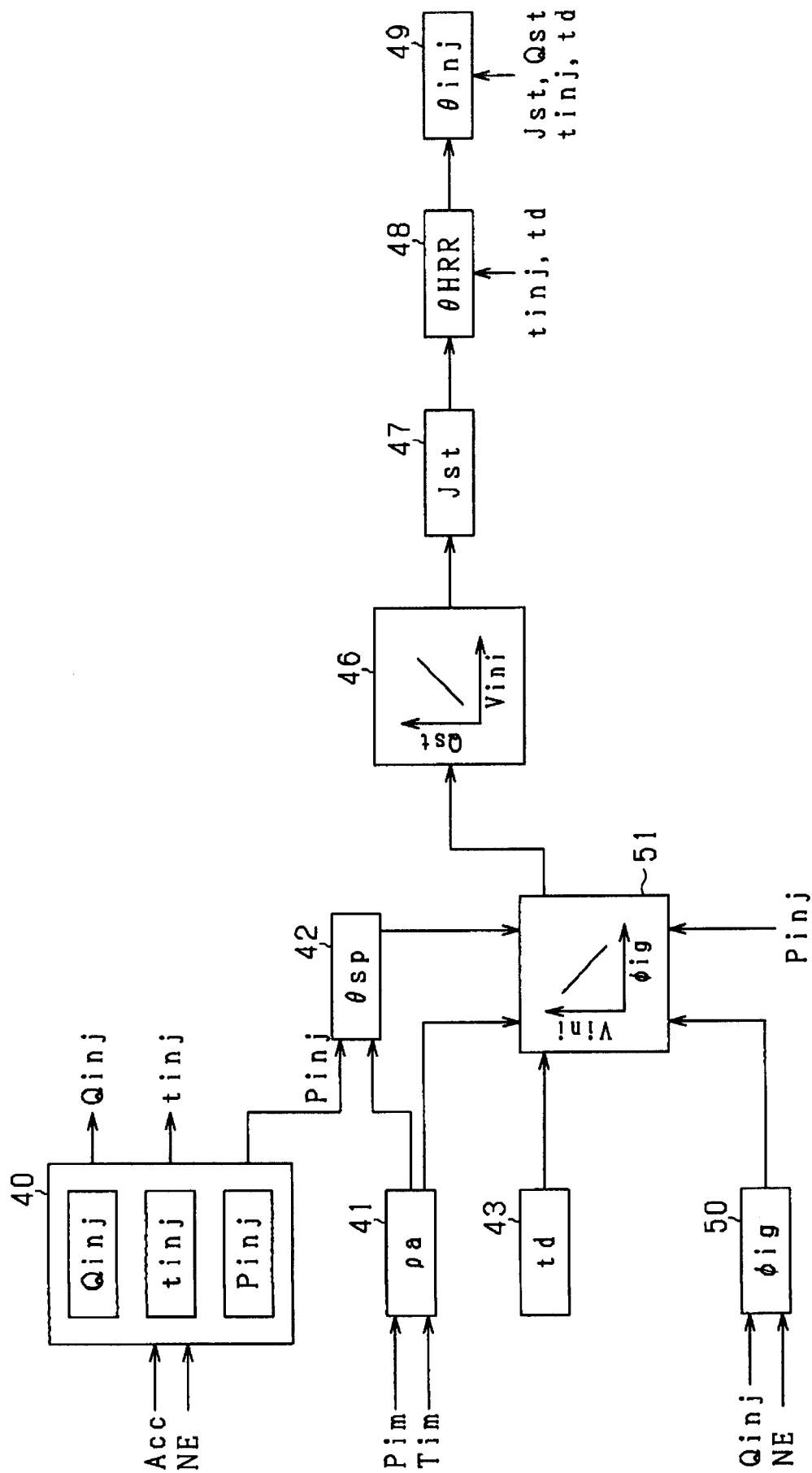
[図9]



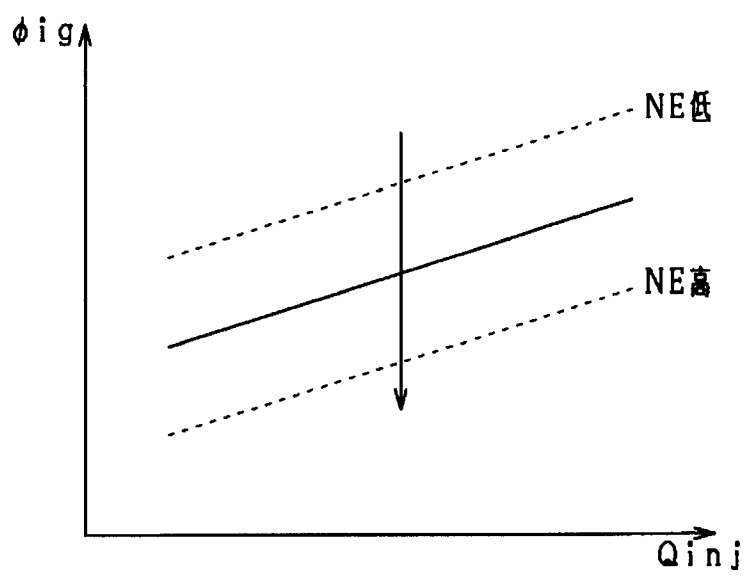
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/074311

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F02D41/38(2006.01)i, F02D41/02(2006.01)i, F02D41/04(2006.01)i, F02D45/00(2006.01)i, F02M51/00(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, F02D41/02, F02D41/04, F02D45/00, F02M51/00

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
Y A	JP 2005-155603 A (Denso Corp.), 16 June 2005 (16.06.2005), paragraphs [0019] to [0020], [0042] to [0049] & US 2005/0092286 A1 paragraphs [0049] to [0050], [0072] to [0080] & DE 102004053123 A1 & FR 2861808 A1 & KR 10-2005-0042728 A & CN 1614211 A	1-7, 9, 11 8, 10
Y	JP 2002-357152 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 13 December 2002 (13.12.2002), paragraph [0033]; fig. 8 (Family: none)	1-7, 9, 11
Y	JP 2015-151950 A (Denso Corp.), 24 August 2015 (24.08.2015), paragraph [0066] & DE 102015102167 A1	1-7, 9, 11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "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)
 "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

"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
 "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
 "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
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 October 2016 (07.10.16)

Date of mailing of the international search report
18 October 2016 (18.10.16)

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/JP2016/074311

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-85117 A (Mazda Motor Corp.), 23 April 2009 (23.04.2009), claims 1 to 2; paragraphs [0056] to [0057]; fig. 4 (Family: none)	1-7, 9, 11
Y	JP 2015-124623 A (Denso Corp.), 06 July 2015 (06.07.2015), paragraphs [0021] to [0045] & DE 102014119546 A1	5-7, 9, 11
Y	JP 2007-247625 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 27 September 2007 (27.09.2007), paragraphs [0006] to [0007] (Family: none)	5-7, 9, 11
A	JP 2012-241640 A (Nippon Soken, Inc., Denso Corp.), 10 December 2012 (10.12.2012), paragraphs [0011] to [0012], [0037] (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. F02D41/38 (2006.01)i, F02D41/02 (2006.01)i, F02D41/04 (2006.01)i, F02D45/00 (2006.01)i, F02M51/00 (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 (I P C))

Int.Cl. F02D41/38, F02D41/02, F02D41/04, F02D45/00, F02M51/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 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
Y A	JP 2005-155603 A (株式会社デンソー) 2005.06.16, 段落[0019]-[0020], [0042]-[0049] & US 2005/0092286 A1, 段落[0049]-[0050], [0072]-[0080] & DE 102004053123 A1 & FR 2861808 A1 & KR 10-2005-0042728 A & CN 1614211 A	1-7, 9, 11 8, 10
Y	JP 2002-357152 A (日産自動車株式会社) 2002.12.13, 段落[0033], 図8 (ファミリーなし)	1-7, 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

0 7 . 1 0 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

1 8 . 1 0 . 2 0 1 6

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

山村 和人

3 Z

3 2 2 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 9 5

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
Y	JP 2015-151950 A (株式会社デンソー) 2015. 08. 24, 段落[0066] & DE 102015102167 A1	1-7, 9, 11
Y	JP 2009-85117 A (マツダ株式会社) 2009. 04. 23, 請求項 1-2, 段落[0056]-[0057], 図 4 (ファミリーなし)	1-7, 9, 11
Y	JP 2015-124623 A (株式会社デンソー) 2015. 07. 06, 段落[0021]-[0045] & DE 102014119546 A1	5-7, 9, 11
Y	JP 2007-247625 A (日産自動車株式会社) 2007. 09. 27, 段落[0006]-[0007] (ファミリーなし)	5-7, 9, 11
A	JP 2012-241640 A (株式会社日本自動車部品総合研究所, 株式会社デ ンソー) 2012. 12. 10, 段落[0011]-[0012][0037] (ファミリーなし)	1-11