

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3549779号
(P3549779)

(45) 発行日 平成16年8月4日(2004.8.4)

(24) 登録日 平成16年4月30日(2004.4.30)

(51) Int. Cl.⁷

F I

FO2D 43/00
FO1N 3/02
FO2D 41/04
FO2M 25/07

FO2D 43/00 3O1J
FO2D 43/00 3O1N
FO2D 43/00 3O1Z
FO1N 3/02 3O1K
FO2D 41/04 385C

請求項の数 7 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-263317
(22) 出願日 平成11年9月17日(1999.9.17)
(65) 公開番号 特開2001-82233(P2001-82233A)
(43) 公開日 平成13年3月27日(2001.3.27)
審査請求日 平成13年2月27日(2001.2.27)

(73) 特許権者 000005463
日野自動車株式会社
東京都日野市日野台3丁目1番地1
(74) 代理人 100062236
弁理士 山田 恒光
(74) 代理人 100083057
弁理士 大塚 誠一
(72) 発明者 下田 正敏
東京都日野市日野台3丁目1番地1 日野
自動車工業株式会社内
(72) 発明者 掛川 俊明
東京都日野市日野台3丁目1番地1 日野
自動車工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

機関負荷が軽負荷から中負荷までは、燃焼温度を低減させる手段及び着火遅れを増大させる手段により、機関内の燃料の燃焼を、NOxが生成されるよりも低い温度でしかも煤が生成されるよりも低い当量比で行わせるよう構成し、機関負荷が中負荷から高負荷までは、燃焼温度を低減させる手段により、機関内の燃料の燃焼を、煤が生成されるよりも低い温度で行わせるよう構成したことを特徴とする内燃機関。

【請求項2】

ターボチャージャのタービン下流側とコンプレッサ上流側を接続して排ガス再循環通路を形成すると共に、タービン下流側の排ガス通路における排ガス再循環通路接続部よりも上流側にパーティキュレートを除去する手段を備えた請求項1記載の内燃機関。

【請求項3】

着火遅れを増大させる手段を、燃料の噴射時期を制御して燃料の噴射時期を早めることのできる制御手段により構成した請求項1記載の内燃機関。

【請求項4】

燃焼温度を低減させる手段を、排ガス再循環通路を経て機関へ排ガス循環させる排ガス再循環手段により構成した請求項2記載の内燃機関。

【請求項5】

排ガス再循環通路を経て機関へ循環される排ガスの循環率を機関負荷が軽負荷から中負荷までは約40%以上とし、機関負荷が中負荷から高負荷までは、約50%以上とし、機関

10

20

負荷が高負荷の場合は約50%以下とするよう構成した請求項2記載の内燃機関。

【請求項6】

排ガス再循環通路に排ガスを冷却する手段を設けた請求項2記載の内燃機関。

【請求項7】

機関負荷の増加と共に機関へ吸気を行う吸気弁の閉止時期を、該閉止時期を調整することのできる制御手段により遅延させるよう構成した請求項1記載の内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は内燃機関に関するものである。

10

【0002】

【従来の技術】

近年、環境浄化の要求に伴い、自動車の排ガス規制は強化される傾向にあり、特に、ディーゼルエンジン車においては、排ガス中のNO_x（窒素酸化物）及び煤（パーティキュレート）の規制が強化されている。

【0003】

排ガス中のNO_x及び煤を低減するための従来の方法としては、燃料の噴射時期を早めて着火遅れを長くするようにした希薄予混合圧縮着火方法がある。この方法によれば、噴射終了後の燃料は希薄な混合気を形成するため、燃料の燃焼は低温で行なわれる。従って希薄予混合圧縮着火方法では、排ガス中のNO_xや煤を殆ど零近くまで低減させることができる。

20

【0004】

又排ガス中のNO_xを低減するための従来の方法としては、エンジン排ガス（EGRガス）の一部を吸入空気と共にエンジンへ再循環させるようにしたEGRガス再循環方法がある。この方法によれば、EGRガスは比較的比熱が高く、多量の熱を吸収することができるので、EGRガス量が増大するほど、すなわちEGR率（EGRガス量 / （EGRガス量 + 吸入空気量））が増大するほど燃焼室内における燃焼温度が低下してNO_xの発生量が低減する。従って、EGR率を増大すればするほど、NO_xの発生量を低減させることができる。

【0005】

30

更に、排ガス中のNO_xを抑制するための従来の方法としては、NO_x触媒を使用する方法がある。この方法によれば、NO_xは触媒により分解を促進され、無害のガスになる。

【0006】

パーティキュレートを低減するための従来の方法としては、ディーゼルパーティキュレートフィルタ内蔵のパーティキュレート除去装置（DPF）やNO₂再生型のパーティキュレート除去装置（触媒DPF）等を使用する方法がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

従来各方法のうち、希薄予混合圧縮着火方法にあつては、ディーゼルエンジンが軽負荷～中負荷の場合には、NO_xや煤を殆どなくすることができるが、早期の燃料噴射によりHCが増加し、しかも着火が早いため燃費も悪化する。又、高負荷ではノッキング等の異常燃焼により安定した運転は困難である。

40

【0008】

EGRガス再循環方法の場合には、EGR率を上げて行くとそれに従いNO_xも低減するが、EGR率がある限度を越えると、煤が急に増加し始める。

【0009】

NO_x触媒を使用する方法では、NO_x触媒が十分にその機能を発揮することができず、実用に供するには不十分である。

【0010】

50

D P F や触媒 D P F を使用する方法の場合には、パティキュレートの除去は行うことができても N O x を低減することはできない。

【 0 0 1 1 】

本発明は、斯かる実情に鑑み、軽負荷から高負荷の全負荷域に亘りディーゼルエンジンの如き内燃機関から排出される排ガス中の N O x 及びパティキュレートを確実に低減し得るようにすると共に、燃費をも削減し得るようにした内燃機関を提供することを目的としてなしたものである。

【 0 0 1 2 】

【課題を解決するための手段】

本発明の請求項 1 の内燃機関は、機関負荷が軽負荷から中負荷までは、燃焼温度を低減させる手段及び着火遅れを増大させる手段により、機関内の燃料の燃焼を、N O x が生成されるよりも低い温度でしかも煤が生成されるよりも低い当量比で行わせるよう構成し、機関負荷が中負荷から高負荷までは、燃焼温度を低減させる手段により、機関内の燃料の燃焼を、煤が生成されるよりも低い温度で行わせるよう構成したものである。

10

【 0 0 1 3 】

請求項 2 の内燃機関は、ターボチャージャのタービン下流側とコンプレッサ上流側を接続して排ガス再循環通路を形成すると共に、タービン下流側の排ガス通路における排ガス再循環通路接続部よりも上流側にパティキュレートを除去する手段を備えたものである。

【 0 0 1 4 】

請求項 3 の内燃機関は、着火遅れを増大させる手段を、燃料の噴射時期を制御して燃料の噴射時期を早めることのできる制御手段により構成したものである。

20

【 0 0 1 5 】

請求項 4 の内燃機関は、燃焼温度を低減させる手段を、排ガス再循環通路を経て機関へ排ガス循環させる排ガス再循環手段により構成したものである。

【 0 0 1 6 】

請求項 5 の内燃機関は、排ガス再循環通路を経て機関へ循環される排ガスの循環率を機関負荷が軽負荷から中負荷までは約 4 0 % 以上とし、機関負荷が中負荷から高負荷までは、約 5 0 % 以上とし、機関負荷が高負荷の場合は約 5 0 % 以下とするよう構成したものである。

【 0 0 1 7 】

請求項 6 の内燃機関は、排ガス再循環通路に排ガスを冷却する手段を設けたものである。

30

【 0 0 1 8 】

請求項 7 の内燃機関は、機関負荷の増加と共に機関へ吸気を行う吸気弁の閉止時期を、該閉止時期を調整することのできる制御手段により遅延させるよう構成したものである。

【 0 0 1 9 】

本発明においては、機関負荷が軽負荷から高負荷の全負荷域に亘って、負荷に対応した燃焼を行わせることにより、エンジンから排出される N O x や煤を低減させることができると共に、燃費をも削減することができる。

【 0 0 2 0 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図示例と共に説明する。

40

【 0 0 2 1 】

図 1 ~ 図 2 2 は本発明を実施する形態の一例である。

【 0 0 2 2 】

図 1 に示すようにエンジン本体 1 の一側面には、吸気を各気筒へ供給するためのインタークマニホールド 2 が接続され、他側面にはエンジン本体 1 の各気筒から排気された排ガスを取り込むエキゾーストマニホールド 3 が接続されている。

【 0 0 2 3 】

インタークマニホールド 2 には、中途部にインタクーラ 4 が設けられた吸気管 5 の一端が接続され、吸気管 5 の他端には、ターボチャージャのコンプレッサ 6 が接続されている。

50

又、エキゾーストマニホールド3の排ガス流れ方向下流側には、ターボチャージャのタービン7が接続されている。

【0024】

コンプレッサ6の入り口側には、絞り弁8が内蔵された吸気管9が接続され、タービン7の出口側には、中途部にDPFや触媒DPF等のパティキュレート除去装置10を備えた排ガス管11が接続されている。

【0025】

排ガス管11のパティキュレート除去装置10接続部よりも排ガス流れ方向下流側と吸気管9の絞り弁8よりも吸気流れ方向下流側とは、中途部にEGRクーラ12を備えたEGR管13が接続されており、EGR管13のEGRクーラ12接続部よりも排ガス(EGRガス)流れ方向下流側には、EGRガス流れ方向上流側から下流側へ向けて、順次絞り弁14及び制御弁15が接続されている。制御弁15はEGR率の制御を行わない場合にEGR管13にEGRガスが流れないようにEGR管13を完全に遮断するためのものである。

10

【0026】

EGR管13を排ガス管11及び吸気管9に接続するのは、ロープレッシャループのEGRシステムを用いて大量のEGRガスをEGR管13へ導入し得るようにするためである。すなわち、EGR管13の排ガス管11接続側の圧力(正圧)は、EGR管13の吸気管9接続側の圧力(負圧)よりも高いため、排ガスは容易にEGR管13内を流れるようにすることができる。

20

【0027】

なお、ハイプレッシャループのEGRシステムの場合には、EGR管をエキゾーストマニホールド3とインテークマニホールド2とに接続し、排ガスをエキゾーストマニホールド3からインテークマニホールド2側へ流通させるようにするが、エキゾーストマニホールド3側の圧力はインテークマニホールド2側の圧力より必ずしも高くないため、排ガスはエキゾーストマニホールド3からインテークマニホールド2側へ大量に流れ難く、従って、低圧側から高圧側へ排ガスの一部を流すため、プロワ等を設ける必要がある。

【0028】

排ガス管11のEGR管13接続部よりタービン7側にパティキュレート除去装置10を設けるのは、コンプレッサ6やインタクーラ4がパティキュレート(煤)により汚染されないようにするためである。

30

【0029】

各気筒の燃焼室へ燃料を噴射するための噴射ノズル16には、燃料供給管17の一端が接続され、燃料供給管17の他端には、フィードポンプ18から加圧ポンプ19を介して送給された燃料を蓄圧するためのコモンレール20が接続されている。而して、フィードポンプ18及び加圧ポンプ19はエンジン出力の一部によって駆動されるようになっている。

【0030】

吸気管9のEGR管13接続部よりもコンプレッサ6側には酸素濃度センサ21が、又、排ガス管11のEGR管13接続部よりも排ガス流れ方向下流側には、空気過剰率センサ22が、更には、EGR管13のEGRクーラ12接続部よりもEGRガス流れ方向下流側にはEGRガス温度センサ23が、夫々接続されており、酸素濃度センサ21で検出した吸気管9内の吸気の酸素濃度 O_2 及び空気過剰率センサ22で検出した排ガス管11内の排ガスの空気過剰率並びにEGRガス温度センサ23で検出したEGR管13内のEGRガスの温度Tは、夫々電気信号として電子制御装置24へ入力し得るようになっている。

40

【0031】

又、エンジン本体1にはエンジン回転数センサ25及びクランク軸角度センサ26が備えられており、エンジン回転数センサ25で検出したエンジン回転数 N_e 及びクランク軸角度センサ26で検出したクランク軸角度は、電子制御装置24へ入力し得るようになっ

50

ている。

【0032】

更に、エンジン負荷を検出するために、アクセル開度センサ27が設けられており、アクセル開度センサ27で検出したアクセル開度Accは電子制御装置24へ入力し得るようになっている。

【0033】

更に又、コモンレール20には圧力検出器28が取り付けられており、圧力検出器28で検出したコモンレール20内の燃料の圧力Pは電子制御装置24へ入力し得るようになっている。

【0034】

電子制御装置24では、入力された各信号が処理されて絞り弁8の駆動装置29に絞り角度指令V1を、又絞り弁14の駆動装置30に絞り角度指令V2を、夫々与え得るようになっていると共に、制御弁15及びEGRクーラ12へ冷却水を送給する冷水管31に設けた制御弁32へ弁開度指令V3, V4を与え得るようになっている。

【0035】

又、電子制御装置24からは、噴射ノズル16の弁開閉用のソレノイドコイルへオン指令V5を与え得るようになっていると共に加圧ポンプ19の圧力制御弁33におけるソレノイドコイルに弁開度指令V6を与え得るようになっており、ターボチャージャにおけるタービン7の羽根を開閉する駆動装置34へ羽根開度指令V7を与え得るようになっている。

【0036】

電子制御装置24には、検出されたエンジン回転数Ne及びアクセル開度Accに基づき、装備されている各機器を制御するための各種のマップがインプットされており、その例は図2～図7に示されている。

【0037】

而して、図2は噴射ノズル16から噴射する燃料噴射量を決定するためのマップで、各線Q1, Q2・・・Qnは、アクセル開度Accやエンジン回転数Neが異なる場合でも燃料噴射量が同一の線図を表わしており、Q1, Q2・・・からQnに向かうに従い燃料噴射量は多くなる。

【0038】

図3は噴射ノズル16から燃料を噴射する時期を決定するためのマップで、各線ti1, ti2,・・・tinは、アクセル開度Accやエンジン回転数Neが異なる場合でも噴射時期が同一の線図を表わしており、ti1, ti2・・・からtinに向かうに従い噴射時期は速くなる。

【0039】

図4は絞り弁8の開度を決定するためのマップで、各線1, 2・・・nは、アクセル開度Accやエンジン回転数Neが異なる場合でも空気過剰率が同一の線図を表わしており、1, 2・・・からnに向かうに従い空気過剰率は小さくなり、絞り弁8の開度は小さくなる。

【0040】

図5は絞り弁14の開度を決定するためのマップで、各線EGR1, EGR2・・・EGRnは、アクセル開度Accやエンジン回転数Neが異なる場合でもEGR率が同一の線図を表わしており、EGR1, EGR2・・・からEGRnに向かうに従いEGR率は小さくなり、絞り弁14の開度は小さくなる。

【0041】

図6はエンジンの各気筒へ吸気を行うための吸気弁を開く時期を決定するマップで、各線ts1, ts2・・・tsnは、アクセル開度Accやエンジン回転数Neが異なる場合でも吸気弁開時期が同一の線図を表わしており、ts1, ts2・・・からtsnに向かうに従い吸気弁開時期は早くなる。

【0042】

10

20

30

40

50

図7は吸気弁を閉じる時期を決定するマップで、各線 $t e 1$, $t e 2$. . . $t e 3$ は、アクセル開度 $A c c$ やエンジン回転数 $N e$ が異なる場合でも吸気弁閉止時期が同一の線図を表わしており、 $t e 1$, $t e 2$. . . から $t e n$ に向かうに従い吸気弁閉止時期は早くなる。

【0043】

各機器を制御するために電子制御装置24に設定されるマップとしては、上述の例の他に、ターボチャージャのタービン7の羽根の開度(VGT開度)、コモンレール20の圧力等種々のものがある。

【0044】

次に、上記図示例の作動を説明する。

10

【0045】

上述のエンジンにおいては、吸気管9に吸引された新気は、EGR管13からのEGRガスと混合した吸気としてターボチャージャのコンプレッサ6に吸引され、コンプレッサ6より圧縮されて吸気管5へ導入され、インタクーラ4で冷却されたうえインタークマニホールド2からエンジン本体1の各気筒へ導入される。

【0046】

又、コモンレール20からの燃料は噴射ノズル16から各気筒の燃焼室へ噴射され吸気と混合して急激に燃焼し、このときに生じる力によりエンジンの駆動が行われる。

【0047】

各気筒から排出された排ガスは、エキゾーストマニホールド3からターボチャージャのタービン7に導入され、タービン7を介してコンプレッサ6を駆動し、タービン7から排ガス管11を介してパティキュレート除去装置10へ供給される。

20

【0048】

而して、パティキュレート除去装置10へ導入された排ガス中のパティキュレートはパティキュレート除去装置10で除去され、パティキュレートの除去された排ガスは排ガス管11を通過して後工程へ送られる。この際、排ガスの一部は、EGR管13へ導入され、EGRガスとしてEGRクーラ12で所定の温度に冷却され、EGR管13から吸気管9へ導入されて排ガス再循環(EGR制御)が行なわれる。

【0049】

従って、上述の運転を行うことにより、NOx及び煤の低減を図ることができる。

30

【0050】

次に、EGR制御を行う場合のエンジン運転の全体的な概要を図8をも参照しつつ説明する。

【0051】

エンジンの運転時には、アクセル開度センサ27で検出されたアクセル開度 $A c c$ 、エンジン回転数センサ25で検出されたエンジン回転数 $N e$ 、クランク軸角度センサ26で検出されたクランク軸角度、酸素濃度センサ21で検出した酸素濃度 O_2 、空気過剰率センサ22で検出された空気過剰率、EGRガス温度センサ23で検出されたEGRガスの温度 T 等のデータが電気信号として電子制御装置24へ入力され、電子制御装置24では、予め入力されている各種のマップを基としてデータの処理が行われ、各指令 $V 1 \sim V 7$ 等が出力される。

40

【0052】

すなわち、電子制御装置24では、入力されたエンジン回転数 $N e$ 及びアクセル開度 $A c c$ を基として、予め設定された各マップから、噴射ノズル16の噴射量、噴射時期、コモンレール20内の燃料の圧力、各気筒へ導入される吸気の空気過剰率、EGRクーラ12出口のEGRガスの温度の各目標値が読み込まれ、これらの目標値を基として噴射ノズル16における弁を開閉するためのソレノイドコイルへオン指令 $V 5$ が与えられて噴射ノズル16の噴射量、噴射時期が目標値になるよう制御されると共に、加圧ポンプ19の圧力制御弁33に弁開度指令 $V 6$ が与えられてコモンレール20内に蓄圧される燃料の圧力が目標値になるよう制御される。

50

【0053】

又、続いて電子制御装置24では、所定のマップからターボチャージャにおけるタービン7のVGT開度、EGRクーラ12の制御弁32の開度、EGR管13の制御弁15の開度（全開又は全閉）、EGR管13の絞り弁14の絞り角度、吸気管9の絞り弁8の絞り角度等の各目標値が読み込まれ、これらの目標値を基として、駆動装置34には羽根開度指令V7が与えられてタービン7のVGT開度が目標値となるよう制御が行われると共に、EGRクーラ12の制御弁32へは弁開度指令V4が与えられて制御弁32の開度が目標値となるよう制御が行われ、制御弁15には弁開度指令V3が与えられて制御弁15の開度（全開又は全閉）が目標値となるよう制御が行なわれ、駆動装置30には絞り角度指令V2が与えられて絞り弁14の絞り角度が目標値となるよう制御が行なわれ、駆動装置29には絞り角度指令V1が与えられて絞り弁8の絞り角度が目標値となるよう制御が行われる。

10

【0054】

更に、空気過剰率センサ22で検出した空気過剰率の実測値が目標値と一致するか否か、空気過剰率センサ22で検出した空気過剰率及び酸素濃度センサ21で検出した酸素濃度 O_2 を基として求めた実測のEGR率が目標値と一致するか否か、EGRガス温度センサ23で検出したEGRガスの温度Tが目標値と一致するか否かが判断され、実測値と目標値が一致する場合には、エンジン回転数Ne及びアクセル開度Accを基とした各種のマップの読み込みに戻る。

【0055】

しかし、実測値と目標値が一致しない場合には、タービン7のVGT開度、EGRクーラ12の制御弁32の開度、EGR管13の制御弁15の開度、EGR管13の絞り弁14の絞り角度、吸気管9の絞り弁8の絞り角度の各目標値が修正され、VGT開度、制御弁32の開度、制御弁15の開度、絞り弁14、8の絞り角度が目標値になるよう制御が行われる。

20

【0056】

続いて、エンジンの軽負荷から高負荷に亘る全負荷域において、ディーゼルエンジンから排出される排ガス中の NO_x 及び煤を確実に低減させると共に燃費をも低減させる場合の制御の仕方について、図9～図22をも参照して具体的に説明する。

【0057】

I) 軽負荷から中負荷までの場合

この場合には、噴射ノズル16から燃料の噴射を開始する時期を図9の位置Xに示す如く10～30BTDC (Before Top Dead Center) とし、空気過剰率を1.2～2と大きくし、EGR率を40～60%と低くするよう制御を行う。このため、図10に示す如く着火遅れDが増大し、燃料の噴射は着火遅れDの間に完了させる。このようにすると、噴射終了後の燃料は希薄な混合気を形成して低温で燃焼（希薄予混合圧縮着火）するため、 NO_x 及び煤が排出されることはない。筒内圧は図11に示す如くなる。

30

【0058】

II) 中負荷から高負荷までの場合

この場合には、噴射ノズル16から燃料の噴射を開始する時期を図12に示す如く0～10BTDCとし、空気過剰率を1.0～1.2と低くし、EGR率を50～70%と高くするよう制御を行う。このため、図13に示す如く膨張工程で低温の燃焼が行なわれ、 NO_x 及び煤が排出されることはない。筒内圧は図14に示す如くなる。

40

【0059】

燃料噴射時期と燃費及び発生する煤との関係を表わすグラフは図18に示され、このグラフから、燃費を低減させるように燃料噴射時期を選定すると、パティキュレートが発生することが分かる。しかし、パティキュレートはパティキュレート除去装置10により捕集されるため、パティキュレートが大気中に排出されることはない。

【0060】

50

III) 高負荷の場合

この場合には、噴射ノズル16から燃料の噴射を開始する時期を図15に示す如く0~20BTDCとし、空気過剰率を1.5~2と大きくし、EGR率を0~50%と低くするような通常のディーゼル燃焼を行うよう制御を行う。この場合の燃焼状態は図16に示す如くになり、筒内圧は図17に示す如くなる。又、この条件では発生するNOxやパティキュレートの量は零にはできないが、パティキュレートはパティキュレート除去装置10により捕集される。

【0061】

上述のI)、II)、III)のように燃焼制御した場合の各負荷における当量比(空気過剰率の逆数)と絶対温度との関係は図19のグラフに示されており、イは軽負荷から中負荷までの燃焼の領域、ロは中負荷から高負荷までの燃焼の領域、ハは高負荷の燃焼領域を示す。而して、図19のグラフから軽負荷、中負荷においては、NOx及び煤の発生を殆ど零にすることができるが、高負荷においては、条件によっては若干NOx及び煤が発生することが分かる。

10

【0062】

上述の燃焼制御を行う際の各気筒における排気弁リフト及び吸気弁リフトを制御する場合の状態は、図20~図22に実線で示されている。而して、図20は低速軽負荷の場合の排気弁リフト及び吸気弁リフトの状態を示し、図21は低速中~高負荷の場合の排気弁リフト及び吸気弁リフトの状態を示し、図22は高速高負荷の場合の排気弁リフト及び吸気弁リフトの状態を示している。

20

【0063】

而して、図21の低速高負荷の場合には、吸気弁が閉止するタイミングは、低速軽負荷の場合に比べてt1秒だけ早くし、又、図22の高速高負荷の場合には、吸気弁が開くタイミングはt2秒だけ早く、閉止するタイミングはt3秒だけ早くする。これらのタイミングは図1に示す電子制御装置24からの指令により行う。

【0064】

尚、本発明の内燃機関は、上述の図示例にのみ限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。例えば、着火遅れを増大するための手段としては、ピストンの圧縮比を変更しても、或いは燃焼室や噴射ノズルの形状、構造を適宜変更するようにしても可能である。又、大量のEGRガスを再循環させるための手段としては、EGRポンプを使用するようにしても良い。更に、熱発生がTDC近傍になるよう制御を行うためには、噴射ノズルを多段としたり、噴射時期のタイミングを制御したり、EGR率を制御するようにしても良い。

30

【0065】

【発明の効果】

以上、説明したように本発明の請求項1~7記載の内燃機関によれば、軽負荷から高負荷の全負荷域において、エンジンから排出されるNOx及び煤を低減させることができると共に、燃費を削減させることができるという優れた効果を奏し得る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の内燃機関の実施の形態の一例を示す制御システムブロック図である。

40

【図2】図1の電子制御装置に入力する噴射ノズルの噴射量マップの一例を示すグラフである。

【図3】図1の電子制御装置に入力する噴射ノズルの噴射時期マップの一例を示すグラフである。

【図4】図1の電子制御装置に入力する空気過剰率マップの一例を示すグラフである。

【図5】図1の電子制御装置に入力するEGR率マップの一例を示すグラフである。

【図6】図1の電子制御装置に入力する吸気弁開時期マップの一例を示すグラフである。

【図7】図1の電子制御装置に入力する吸気弁閉止時期マップの一例を示すグラフである。

【図8】図1に示す制御システムブロック図により各機器の制御を行う場合の手順を示すフロ

50

一図である。

【図 9】エンジン負荷が軽負荷の場合の燃料噴射時期を示すグラフである。

【図 10】エンジン負荷が軽負荷の場合の熱発生率を示すグラフである。

【図 11】エンジン負荷が軽負荷の場合の筒内圧を示すグラフである。

【図 12】エンジン負荷が中負荷の場合の燃料噴射時期を示すグラフである。

【図 13】エンジン負荷が中負荷の場合の熱発生率を示すグラフである。

【図 14】エンジン負荷が中負荷の場合の筒内圧を示すグラフである。

【図 15】エンジン負荷が高負荷の場合の燃料噴射時期を示すグラフである。

【図 16】エンジン負荷が高負荷の場合の熱発生率を示すグラフである。

【図 17】エンジン負荷が高負荷の場合の筒内圧を示すグラフである。

10

【図 18】燃料噴射時期と燃費及び煤の量との関係を示すグラフである。

【図 19】本発明の内燃機関において燃焼制御を行った場合の燃焼室内における絶対温度と吸気の当量比を示すグラフである。

【図 20】本発明の内燃機関において、低速軽負荷時に排気弁と吸気弁が開閉する状態を示すグラフである。

【図 21】本発明の内燃機関において、低速高負荷時に排気弁と吸気弁が開閉する状態を示すグラフである。

【図 22】本発明の内燃機関において、高速高負荷時に排気弁と吸気弁が開閉する状態を示すグラフである。

【符号の説明】

20

6 コンプレッサ

7 タービン

10 パティキュレート除去装置（パティキュレートを除去する手段）

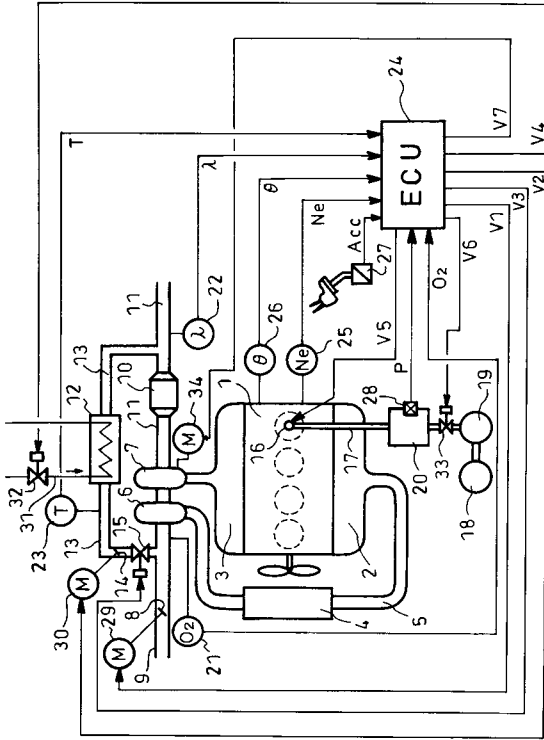
11 排ガス管（排ガス通路）

12 EGRクーラ（冷却する手段）

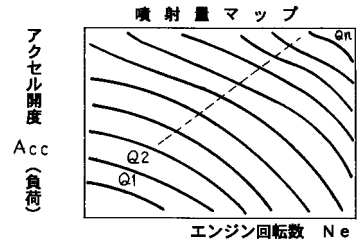
13 EGR管（排ガス再循環通路）

24 電子制御装置（制御手段）

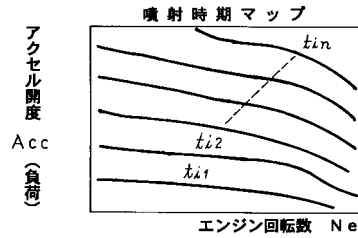
【図1】



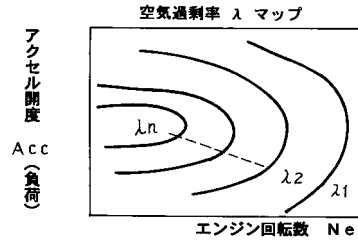
【図2】



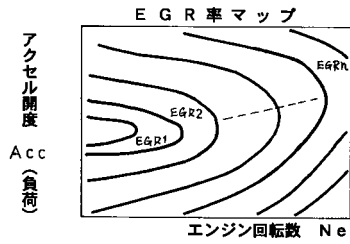
【図3】



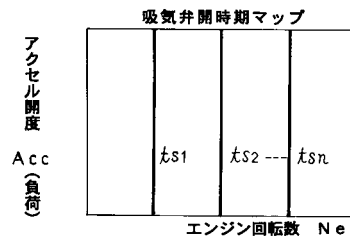
【図4】



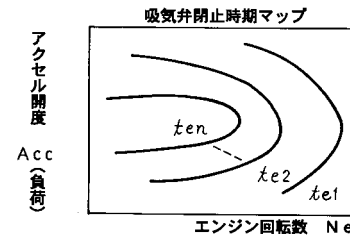
【図5】



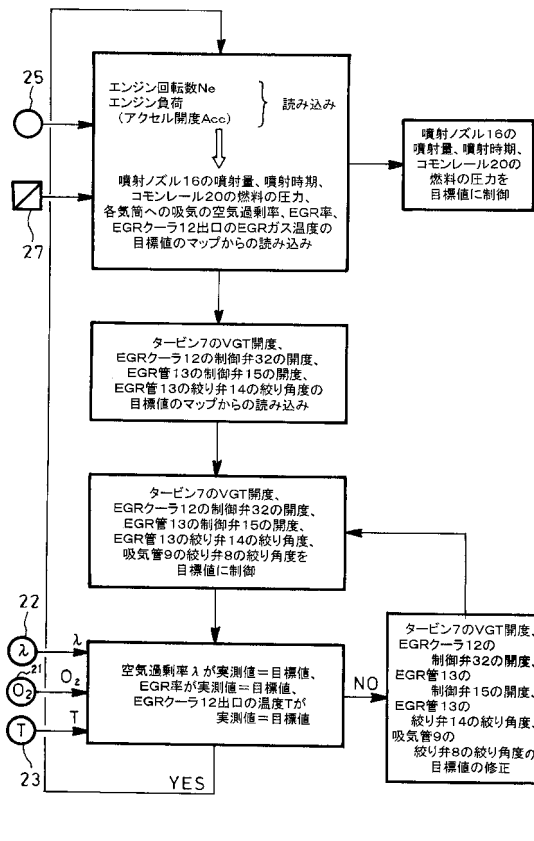
【図6】



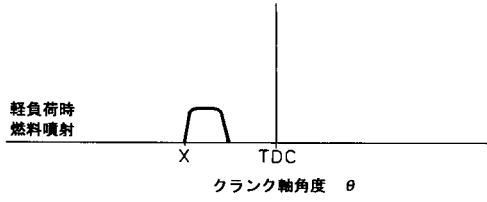
【図7】



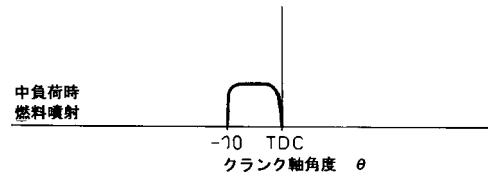
【図8】



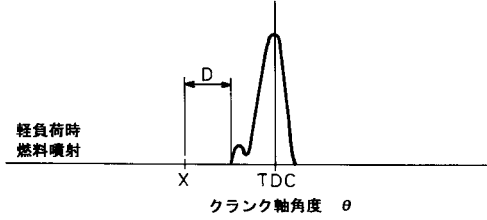
【図 9】



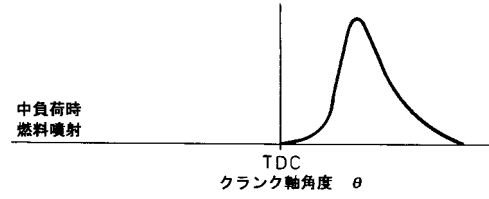
【図 12】



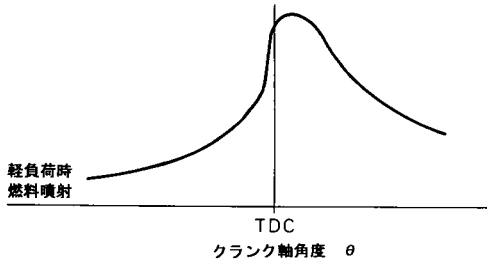
【図 10】



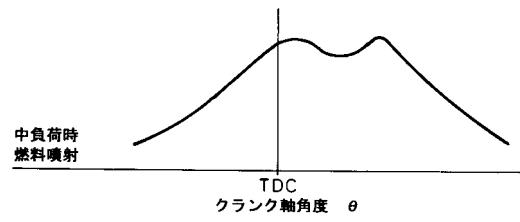
【図 13】



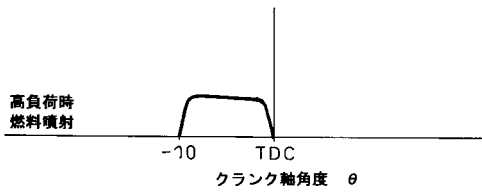
【図 11】



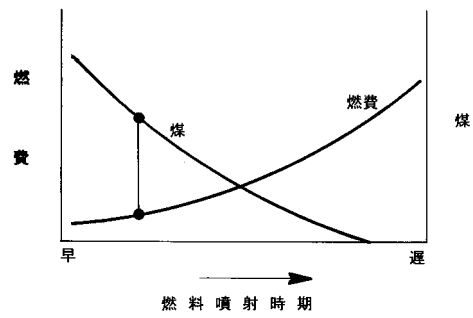
【図 14】



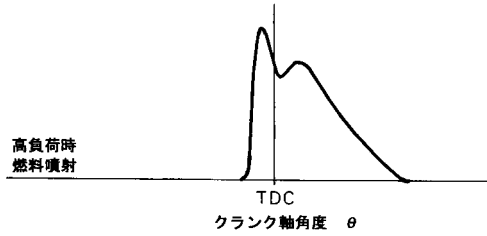
【図 15】



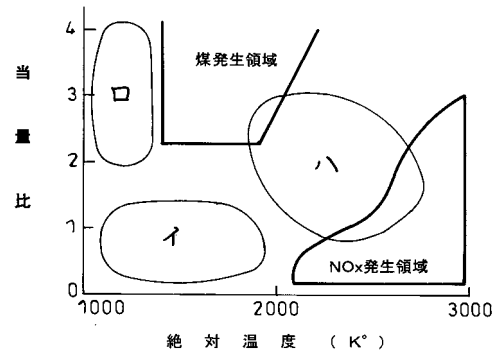
【図 18】



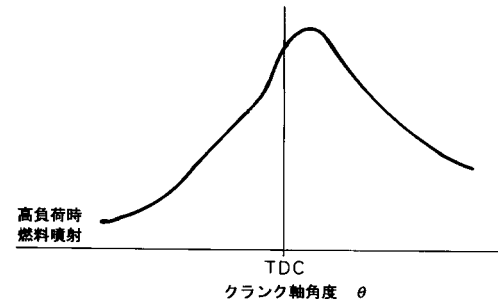
【図 16】



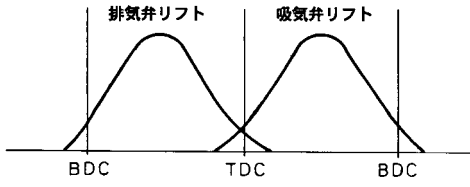
【図 19】



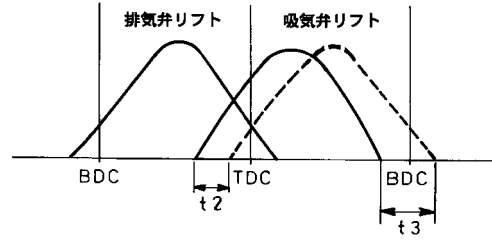
【図 17】



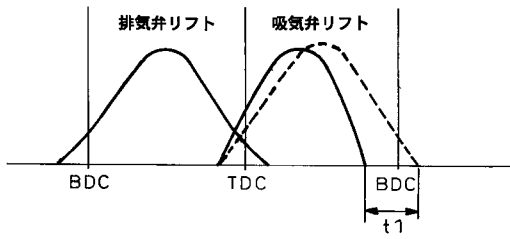
【図 2 0】



【図 2 2】



【図 2 1】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

F I

F 0 2 M 25/07 5 7 0 D

F 0 2 M 25/07 5 7 0 J

(72)発明者 横田 治之

東京都日野市日野台3丁目1番地1 日野自動車工業株式会社内

審査官 稲葉 大紀

(56)参考文献 特開2000-291462(JP,A)

特開2000-045820(JP,A)

特開平11-236833(JP,A)

特開平11-107821(JP,A)

特開平11-107820(JP,A)

特開平11-036923(JP,A)

特開平11-036923(JP,A)

特開平09-088569(JP,A)

特開平08-086251(JP,A)

特開平07-004287(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

F02D13/00-43/00

F02M25/07