

(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2005-291002

(P2005-291002A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
FO2D 21/08	FO2D 21/08 3O1D	3G062
FO2D 13/02	FO2D 13/02 K	3G092
FO2D 41/02	FO2D 41/02 38OE	3G301
FO2D 43/00	FO2D 43/00 3O1J	3G384
FO2D 45/00	FO2D 43/00 3O1N	
審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 11 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2004-103050 (P2004-103050)
 (22) 出願日 平成16年3月31日 (2004.3.31)

(71) 出願人 000000170
 いすゞ自動車株式会社
 東京都品川区南大井6丁目26番1号
 (74) 代理人 100068021
 弁理士 絹谷 信雄
 (72) 発明者 島▲崎▼ 直基
 神奈川県藤沢市土棚8番地 株式会社いすゞ中央研究所内
 (72) 発明者 西村 輝一
 神奈川県藤沢市土棚8番地 株式会社いすゞ中央研究所内

最終頁に続く

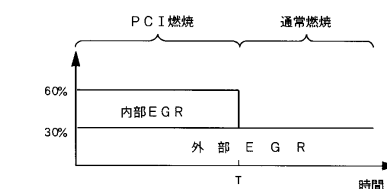
(54) 【発明の名称】 ディーゼルエンジン

(57) 【要約】

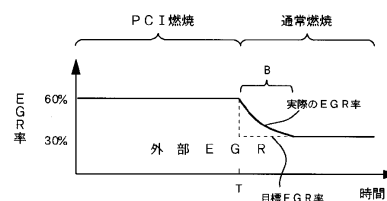
【課題】 予混合燃焼と通常燃焼との切り換えに際して EGR 率を迅速に制御できるディーゼルエンジンを提供する。

【解決手段】 燃料噴射装置 9 と、外部 EGR 装置 19 と、内部 EGR 装置 29 と、燃料噴射装置 9、外部 EGR 装置 19 及び内部 EGR 装置 29 を制御する制御装置 26 とを備え、制御装置 26 は、所定の運転領域では、燃料を上死点近傍よりも早期に噴射すると共に比較的多量の EGR を実行して予混合燃焼を実行させ、所定の運転領域外では、燃料を上死点近傍で噴射すると共に少量の EGR を実行して通常燃焼を実行させるものであり、制御装置 26 は、予混合燃焼を実行させるときは、外部 EGR 装置 19 及び内部 EGR 装置 29 の両方を用いて EGR 率を制御し、通常燃焼を実行するときには外部 EGR 装置 19 のみを用いて EGR 率を制御するものである。

【選択図】 図 4



(a)



(b)

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃焼室内に燃料を噴射する燃料噴射装置と、
排気通路内の排気ガスの一部を E G R 通路を介して吸気通路に還流する外部 E G R 装置と、

吸気弁又は排気弁の開閉時期を制御して排気ガスの一部を燃焼室に戻す又は残留させる内部 E G R 装置と、

上記燃料噴射装置、外部 E G R 装置及び内部 E G R 装置を制御する制御装置とを備え、
上記制御装置は、所定の運転領域では、燃料を上死点近傍よりも早期に噴射すると共に比較的多量の E G R を実行して燃料の噴射終了後に予混合気が着火する予混合燃焼を実行させ、上記所定の運転領域外では、燃料を上死点近傍で噴射すると共に上記予混合燃焼を実行するときよりも少量の E G R を実行して燃料がその噴射中に着火する通常燃焼を実行させるものであり、

10

上記制御装置は、上記予混合燃焼を実行させるときは、上記外部 E G R 装置及び内部 E G R 装置の両方を用いて E G R 率を制御し、上記通常燃焼を実行させるときは、上記内部 E G R 装置による E G R は実行せずに上記外部 E G R 装置のみを用いて E G R 率を制御する、

ことを特徴とするディーゼルエンジン。

【請求項 2】

上記予混合燃焼は、比較的低負荷である運転領域で実行される請求項 1 記載のディーゼルエンジン。

20

【請求項 3】

上記制御装置は、上記予混合燃焼を実行させるときは、上記外部 E G R 装置による E G R 率が、上記通常燃焼を実行するときの最大 E G R 率とほぼ等しくなるように上記外部 E G R 装置を制御し、かつ上記外部 E G R 装置による E G R では不足する分を補うように上記内部 E G R 装置を制御する請求項 1 又は 2 記載のディーゼルエンジン。

【請求項 4】

上記内部 E G R 装置は、吸気行程中に排気弁を開放するものである請求項 1 ~ 3 いずれかに記載のディーゼルエンジン。

【請求項 5】

上記内部 E G R 装置は、排気行程における排気弁の開放期間を通常時よりも短くするものである請求項 1 ~ 3 いずれかに記載のディーゼルエンジン。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エンジンの運転状態に基づいて予混合燃焼と通常燃焼とを切り換えるディーゼルエンジンに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、ディーゼルエンジンでは、筒内が高温・高圧となるピストンの圧縮上死点近傍で燃料を噴射するのが一般的であった。この場合、燃料の噴射中に燃料が着火して火炎が形成され、その火炎に後続の燃料が供給されることで燃焼が継続される。このような従来の燃焼形態では、初期に噴射した燃料が着火遅れ期間の後一気に燃焼する部分と、空気が不足する燃焼ガス中での燃焼部分が存在し、NO_xやスモーク等が発生するという問題が指摘されていた。このように、燃料がその噴射中に着火する燃焼形態を本明細書では通常燃焼と称する。

40

【0003】

これに対して本出願人は、燃料の噴射時期を圧縮上死点近傍よりも早期にすることで、燃料の噴射終了後に予混合気が着火するようにしたディーゼルエンジンを先に提案した(特許文献 1 参照)。

50

【0004】

このディーゼルエンジンでは、燃料の噴射終了後、ある程度の期間を経て予混合気が着火するため、着火までに予混合気が十分に希薄・均一化される。従って、局所的な燃焼温度が下がりNOx排出量が低減する。また、局所的に空気不足状態での燃焼も回避されるのでスモークの発生も抑制される。このように燃料の噴射終了後に予混合気が着火する燃焼形態を本明細書では予混合燃焼と称し、燃料の噴射が終了してから予混合気が着火するまでの期間を予混合期間と称する。

【0005】

【特許文献1】特開2003-83119号公報

【発明の開示】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

このように排気ガスの改善に有効な予混合燃焼であるが、予混合期間が充分でないと、排気ガスの改善効果を得られなかったり、燃費が悪化してしまう場合がある。例えば、予混合期間が短すぎると、予混合気の希薄・均一化が不十分となり排気ガスの改善効果が低下する。また、予混合期間が短すぎて予混合気の着火時期が上死点よりも前となると、着火後にピストンによる圧縮を受けるため、燃費が悪化する。

【0007】

本出願人は、この問題を解決するために様々な試行錯誤を行った結果、燃料の早期噴射と合わせて、比較的少量のEGRを実行する(予混合気のEGR率を高くする)ことで予混合期間を充分に確保できることを見いだした。つまり、EGR率を高くすれば、予混合気の酸素濃度が低くなるため、予混合期間を長くすることができるのである。なお、この技術は、本願の出願時において未公開のものであり、従来技術を構成するものではない。このように、比較的少量のEGRを伴う予混合燃焼を、本明細書ではPCI(Premixed Compression Ignition)燃焼とも称する。

20

【0008】

ところで、PCI燃焼はエンジンの高負荷領域では実現が困難であった。その理由を以下説明する。

【0009】

1)エンジンの高負荷領域では燃料噴射量が多くなるため、適切な空燃比を確保するためには多量の酸素(空気)が必要となる。このように、燃料及び酸素が多量となる状態で予混合期間を充分に確保するためには、更に多量のEGRを行う必要がある。つまり、多量の空気(新気)と多量のEGRガスを燃焼室に導入することが必要となるが、現時点ではこれを達成するような吸気システム(過給システム)が確立されていない。

30

【0010】

2)通常燃焼では噴射される燃料が少しずつ(一部ずつ)燃焼していくのに対して、PCI燃焼では、噴射された全ての燃料が混合された後燃焼するため、筒内最高圧力が通常燃焼よりも高くなる。燃料噴射量が多くなる高負荷領域では筒内最高圧力がより高くなるため、エンジンが強度的に持たない可能性がある。

【0011】

そこで本出願人は、エンジン運転状態(特にエンジン負荷)に応じてPCI燃焼と通常燃焼とを切り換えることを考案した。つまり、エンジン負荷が比較的低い領域ではPCI燃焼を実行し、エンジン負荷が高い領域では通常燃焼を実行するのである。

40

【0012】

ここで、PCI燃焼と通常燃焼とでは、必要とされる(適切な)EGR率に比較的大きな隔りがある。なぜなら、上述したようにPCI燃焼では多量のEGRを実行することで予混合期間を長期化でき、排気ガスを改善できるのであるが、通常燃焼では多量のEGRを実行すると局所的な酸素不足が生じスモークが発生するため、EGR率をある程度低く抑える必要があるからである。

【0013】

50

従って、エンジンの運転状態が P C I 燃焼の実行領域から通常燃焼の実行領域に移行したとき、あるいはその逆のときに、E G R 率を比較的大きく変化させる必要が生じる。

【0014】

ところが、E G R ガス及び吸入空気は圧縮性を有するため、予混合気の E G R 率を迅速に変化させることは困難である。特に、排気通路内の排気ガスの一部を吸気通路に還流する外部 E G R 装置では、E G R 弁から燃焼室までの距離（吸気経路）に伴う容積部分が存在することや、E G R 弁の応答遅れがあることから、E G R 率変化の時間遅れがより顕著となる。

【0015】

これに対して、燃料の噴射時期はインジェクタに対する通電時期を制御することで比較的高精度で制御できるため、P C I 燃焼と通常燃焼との切り換えに迅速に対応できる。この結果、P C I 燃焼と通常燃焼との切り換え直後に、燃料噴射時期と E G R 率とのミスマッチが生じ、排気ガスや燃費の悪化を招いてしまう可能性があった。

【0016】

そこで、本発明の目的は、予混合燃焼と通常燃焼との切り換えに際して E G R 率を迅速に制御できるようにすることにある。

【課題を解決するための手段】

【0017】

上記目的を達成するために本発明は、燃焼室内に燃料を噴射する燃料噴射装置と、排気通路内の排気ガスの一部を E G R 通路を介して吸気通路に還流する外部 E G R 装置と、吸気弁又は排気弁の開閉時期を制御して排気ガスの一部を燃焼室に戻す又は残留させる内部 E G R 装置と、上記燃料噴射装置、外部 E G R 装置及び内部 E G R 装置を制御する制御装置とを備え、上記制御装置は、所定の運転領域では、燃料を上死点近傍よりも早期に噴射すると共に比較的多量の E G R を実行して燃料の噴射終了後に予混合気が着火する予混合燃焼を実行させ、上記所定の運転領域外では、燃料を上死点近傍で噴射すると共に上記予混合燃焼を実行するときよりも少量の E G R を実行して燃料がその噴射中に着火する通常燃焼を実行させるものであり、上記制御装置は、上記予混合燃焼を実行させるときは、上記外部 E G R 装置及び内部 E G R 装置の両方を用いて E G R 率を制御し、上記通常燃焼を実行させるときは、上記内部 E G R 装置による E G R は実行せずに上記外部 E G R 装置のみを用いて E G R 率を制御するものである。

【0018】

ここで、上記予混合燃焼が比較的低負荷である運転領域で実行されるようにしても良い。

【0019】

また、上記制御装置は、上記予混合燃焼を実行させるときは、上記外部 E G R 装置による E G R 率が、上記通常燃焼を実行するときの最大 E G R 率とほぼ等しくなるように上記外部 E G R 装置を制御し、かつ上記外部 E G R 装置による E G R では不足する分を補うように上記内部 E G R 装置を制御するようにしても良い。

【0020】

また、上記内部 E G R 装置は、吸気行程中に排気弁を開放するものであっても良い。

【0021】

また、上記内部 E G R 装置は、排気行程における排気弁の開放期間を通常時よりも短くするものであっても良い。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、予混合燃焼と通常燃焼との切り換えに際して E G R 率を迅速に制御できるという優れた効果を発揮するものである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、本発明の好適な一実施形態を添付図面に基づいて詳述する。

10

20

30

40

50

【0024】

図1は本実施形態のディーゼルエンジン（以下、単にエンジンという）の概略図である。なお、図1では一気筒のみ示されているが、当然多気筒であっても良い。

【0025】

図中1がエンジン本体であり、これはシリンダ2、シリンダヘッド3、ピストン4、吸気ポート5、排気ポート6、吸気弁7、排気弁8、インジェクタ9等から構成される。シリンダ2とシリンダヘッド3との空間に燃焼室10が形成され、燃焼室10内にインジェクタ9から燃料が直接噴射される。ピストン4の頂部にキャピティ11が形成され、キャピティ11は燃焼室10の一部をなす。キャピティ11は底部中央が隆起したトロイダル型燃焼室の形態をなす。なお、本発明は燃焼室10の形状に制約はなく、リエントラント型燃焼室等であっても良い。

10

【0026】

インジェクタ9はシリンダ2と略同軸に配置され、複数の噴孔（ホール）から同時に放射状に燃料を噴射する。インジェクタ9はコモンレール24に接続され、そのコモンレール24に貯留された高圧燃料がインジェクタ9に常時供給される。コモンレール24への燃料圧送は高圧サプライポンプ25により行われる。なお、本願の「特許請求の範囲」における「燃料噴射装置」とは、インジェクタ9、コモンレール24、高圧サプライポンプ25等、燃料の噴射に必要な要素を包括的に称したものである。

【0027】

吸気ポート5は吸気管12に、排気ポート6は排気管13にそれぞれ接続される。

20

【0028】

本実施形態のエンジンは更に、排気管13（排気通路）内の排気ガスの一部を吸気管12（吸気通路）に還流する外部EGR装置19と、排気弁8の開閉時期を制御して排気ガスの一部を燃焼室10内に戻す内部EGR装置29とを備えている。

【0029】

外部EGR装置19は、吸気管12と排気管13とを結ぶEGR管20（EGR通路）と、EGR管20の管路面積を変えてEGR率を調節するためのEGR弁21と、EGR弁21の上流側にてEGRガスを冷却するEGRクーラ22とを備える。EGR弁21の弁開度を大きくすることで、予混合気のEGR率を高めることができ、逆にEGR弁21の弁開度を小さくすることで、予混合気のEGR率を低めることができる。なお、吸気管12には、EGR管20との接続部の上流側で吸入空気を適宜絞るための吸気絞り弁23が設けられる。

30

【0030】

内部EGR装置29は、排気弁8を駆動（開閉）するための電磁ソレノイドを備えた可変バルブ機構28を備える。可変バルブ機構28は、EGRを実行する際には、エンジンの吸気行程において排気弁8を一時的に開放する。これにより、排気ポート6及び排気管13内の排気ガスの一部が燃焼室10へと戻される。吸気行程における排気弁8の開放期間を長くすることで、予混合気のEGR率を高めることができ、逆に短くすることでEGR率を低めることができる。

【0031】

このエンジンを電子制御するためのECU（制御装置）26が設けられる。ECU26は各種センサ類からエンジンの運転状態を読み取り、そのエンジン運転状態に基づいてインジェクタ9、EGR弁21、可変バルブ機構28、吸気絞り弁23等を制御する。前記センサ類としては、アクセル開度（エンジン負荷）を検出するアクセル開度センサ14、エンジンの回転速度を検出するエンジン回転センサ15、エンジンのクランク軸（図示せず）の角度を検出するクランク角度センサ16、コモンレール24内の燃料圧力を検出するコモンレール圧センサ17等が含まれ、それら各センサの検出値がECU26に入力される。

40

【0032】

さて、本実施形態のECU26は、エンジンの運転状態に基づいてPCI燃焼と通常燃

50

焼とを切り換えるものである。

【0033】

即ち、エンジン負荷が比較的低い領域では、燃料の噴射時期を圧縮上死点近傍よりも早期（例えば40°～20°BTD程度）にすると共に比較的多量のEGRを実行して、燃料の噴射終了後に予混合気が着火するPCI燃焼（予混合燃焼）を実行させ、エンジン負荷が比較的高い領域（PCI燃焼を実行する領域外）では、圧縮上死点よりも早期に行う比較的少量のパイロット噴射と、圧縮上死点近傍で行う比較的多量のメイン噴射とを実行すると共に、上記PCI燃焼を実行するときよりも少量のEGRを実行して、燃料がその噴射中に着火する通常燃焼を実行させる。

【0034】

ECU26には、エンジンの運転状態毎に燃料噴射量、燃料噴射時期、EGR率（あるいは、外部EGR装置19及び内部EGR装置29に対する制御量）等の目標値（最適値）を定めたマップが予め入力される。ECU26は、アクセル開度センサ14やエンジン回転センサ15等の検出値に基づいてマップから燃料噴射量、燃料噴射時期及びEGR率等の目標値を決定し、それらに従ってインジェクタ9、外部EGR装置19及び内部EGR装置29を制御する。PCI燃焼を実行する運転領域では、目標燃料噴射時期が上死点近傍よりも早期、目標EGR率が比較的高く設定され、通常燃焼を実行する運転領域では、パイロット噴射の目標燃料噴射時期が上死点よりも早期、メイン噴射の目標燃料噴射時期が上死点近傍、目標EGR率が比較的低く設定される。つまり、マップに従ってインジェクタ9、外部EGR装置19及び内部EGR装置29を制御することで、PCI燃焼と通常燃焼とをエンジンの運転状態に応じて自動的に切り換えられるようになっている。

10

20

【0035】

「発明が解決しようとする課題」の欄で説明したように、PCI燃焼と通常燃焼とでは、目標EGR率（最適なEGR率）に比較的大きな隔たりがある。これを図2を用いて説明する。

【0036】

図2は、エンジンの運転状態毎に目標EGR率を定めたマップであり、図のラインAがPCI燃焼と通常燃焼との切換ラインである。即ち、エンジンの運転状態がラインAよりも下側の領域（エンジン負荷が低い領域）ではPCI燃焼を実行し、ラインAから上側の領域では通常燃焼を実行する。

30

【0037】

図から分かるように、PCI燃焼を実行する領域では、目標EGR率が比較的高く（図例では50～60%）設定される。これは、多量のEGRを実行することで予混合期間を十分に確保し、良好な排気ガス及び燃費を得るためである。PCI燃焼を実行する領域では、エンジン負荷が大きくなる程、目標EGR率が高く設定される。従って、通常燃焼との切換ラインA近傍で目標EGR率は最大（ここでは60%）となる。

【0038】

一方、通常燃焼を実行する領域では、目標EGR率はPCI燃焼を実行する領域と比較して低く（図例では5～30%）設定される。これは、酸素不足によるスモークの発生を回避するためである。通常燃焼を実行する領域では、エンジン負荷が低くなる程、目標EGR率が高く設定される。従って、PCI燃焼との切換ラインA近傍で目標EGR率は最大（ここでは30%）となる。本実施形態では、通常燃焼における最大目標EGR率（ここでは30%）は、PCI燃焼における最低目標EGR率（50%）よりも低く設定される。

40

【0039】

このように、PCI燃焼の実行領域と通常燃焼の実行領域とで目標EGR率に比較的大きな隔たりがあるため、切換ラインAの両側で目標EGR率が比較的大きく異なることになる。図2に示した例では、切換ラインAの両側で目標EGR率が30%異なっている。従って、エンジンの運転状態がラインAを横切るように変化してPCI燃焼と通常燃焼とを切り換える場合、予混合気のEGR率を短時間で30%も低減又は増加させる必要があ

50

る。

【0040】

本実施形態のディーゼルエンジンは、P C I 燃焼と通常燃焼との切り換え時に、E G R 率を迅速に変化させるべく工夫がなされている。

【0041】

具体的に説明すると、E C U 2 6 は、P C I 燃焼を実行させる運転領域では、上述した外部 E G R 装置 1 9 及び内部 E G R 装置 2 9 の両方を作動して予混合気の E G R 率を目標 E G R 率に制御する。一方、通常燃焼を実行させる運転領域では、内部 E G R 装置 2 9 による E G R は実行せずに外部 E G R 装置 2 9 のみを作動して予混合気の E G R 率を目標 E G R 率に制御する（図 4（a）参照）。即ち、P C I 燃焼と通常燃焼とを切り換える際に、内部 E G R 装置 2 9 の作動・非作動を切り換えることで、E G R 率を大きくかつ迅速に変化させることを可能にしている。

10

【0042】

外部 E G R 装置 1 9 及び内部 E G R 装置 2 9 各々の目標 E G R 率を定めたマップを図 3 に示す。図 3（a）は外部 E G R 装置 1 9 の目標 E G R 率を定めたマップであり、図 3（b）が内部 E G R 装置 2 9 の目標 E G R 率を定めたマップである。これら両マップに定められた目標 E G R 率を合計すると、図 2 のマップに示された目標 E G R 率と等しくなる。

【0043】

図から分かるように、通常燃焼を実行させる領域では、外部 E G R 装置 1 9 の目標 E G R 率は図 2 に示した目標 E G R 率と等しく設定され、内部 E G R 装置 2 9 の目標 E G R 率は 0 % とされる。通常燃焼を実行する領域では外部 E G R 装置 1 9 のみを用いて E G R 率を制御するからである。

20

【0044】

一方、P C I 燃焼を実行させる領域では、外部 E G R 装置 1 9 の目標 E G R 率はエンジンの運転状態にかかわらず一定とされる。この目標 E G R 率は、通常燃焼を実行する領域における最大目標 E G R 率（切換ライン A 近傍の目標 E G R 率であり、ここでは 3 0 %）とほぼ等しく設定される。そして、内部 E G R 装置 2 9 の目標 E G R 率は、P C I 燃焼で必要とされる E G R 率（図 2 に示す目標 E G R 率）と、外部 E G R 装置 1 9 の目標 E G R 率との差、つまり、外部 E G R 装置 1 9 による E G R では不足する分の E G R 率（ここでは 2 0 ~ 3 0 %）に設定される。

30

【0045】

図 4（a）を用いて、本実施形態のエンジンにおいて P C I 燃焼から通常燃焼に切り換わったときの、燃焼室内の予混合気の実際の E G R 率変化を説明する。なお、図 4（b）は予混合気の E G R 率制御に外部 E G R 装置 1 9 のみを用いるエンジンの E G R 率変化を比較のために示したものである。

【0046】

図中横軸が時間であり、時刻 T においてエンジンの運転状態が P C I 燃焼実行領域から通常燃焼実行領域に切り換わったとする。

【0047】

時刻 T よりも前、即ち、P C I 燃焼を実行しているときは、予混合気の E G R 率が比較的高く（図では 6 0 %）制御される。

40

【0048】

このとき、図 4（a）から分かるように、本実施形態のエンジンでは、通常燃焼における最大 E G R 率分（3 0 %）は外部 E G R 装置 1 9 により達成され、残りの分（3 0 %）が内部 E G R 装置 2 9 により達成される。これに対して、図 4（b）のエンジンでは全ての E G R 率（6 0 %）が外部 E G R 装置 1 9 により達成される。

【0049】

時刻 T に達して P C I 燃焼から通常燃焼に切り換わると、目標 E G R 率が大きく低下する（ここでは 6 0 % → 3 0 %）。

【0050】

50

このとき、本実施形態のエンジンでは、図4(a)に示すように、内部EGR装置29によるEGRを全て停止する(30%→0%)。これは、吸気行程における排気弁8の開放期間を実質的にゼロとすることで達成されるため、1サイクルで対応することが可能である。即ち、吸気行程で排気弁を開放しなければ排気ガスが燃焼室10内に戻ることはないので、時間遅れが生じることなく確実に0%となる。一方、外部EGR装置19によるEGR率は通常燃焼に切り換わった直後の目標EGR率(通常燃焼における最大目標EGR率)と等しいので、外部EGR装置19に対する制御量はそのまま維持する。以上の制御により、予混合気の実際のEGR率は時刻Tにて急激に低下し、目標EGR率(30%)と一致する。

【0051】

これに対して、図4(b)に示したエンジンでは、時刻TにおいてPCI燃焼から通常燃焼に切り換わったときに、外部EGR装置19に対する制御量(EGR弁21の弁開度)を調節してEGR率を低下させる。この場合、EGR弁21から燃焼室10までに吸気経路が存在すること、EGR弁の応答遅れがあること等から、EGR率は図に示すように緩やかに変化していく。この結果、図の領域Bにおいて、目標EGR率と実際のEGR率とに差が生じるため、燃料噴射時期とEGR率とにミスマッチが生じ、排気ガスや燃費が悪化する可能性がある。

【0052】

本実施形態のエンジンでは、PCI燃焼から通常燃焼に切り換わったときに、EGR率を迅速に変化させることが可能であるため、燃焼噴射時期とEGR率とのミスマッチが生じることなく、排気ガスや燃費が悪化することはない。

【0053】

なお、図4に示した例とは逆に、通常燃焼からPCI燃焼に切り換わる際には、外部EGR装置19単独によるEGR率制御から、外部EGR装置19と内部EGR装置29双方によるEGR率制御に切り換えることになる。この場合も、内部EGR装置29によるEGR率の上昇(0→30%)が1サイクルで達成されるため、EGR率を迅速に変化させることができる。

【0054】

ところで、PCI燃焼、通常燃焼に関わらず、常に内部EGR装置29のみを用いて予混合気のEGR率を制御すれば、EGR率をある程度迅速に変化させることができると考えられる。しかしながら、内部EGRは、クーラを通過しない高温の排気ガスを燃焼室10内に戻すものであるため、予混合気の温度が上昇して排気ガスの悪化等を招くおそれがあるというデメリットがある。このため、内部EGR装置29のみを用いてEGR率を制御することは好ましくない。

【0055】

本実施形態のエンジンは、外部EGR装置19と内部EGR装置29双方を用いることで、内部EGRのデメリットを最小限に抑えつつ、EGR率の迅速な変化を可能にしたものである。

【0056】

本発明は以上説明した実施形態に限定はされない。

【0057】

例えば、図2及び図3にはEGR率の目標値を定めたマップを示したが、本発明はこの点において限定されず、目標EGR率に対応するEGR装置の制御量(外部EGR装置19のEGR弁21の弁開度、内部EGR装置29の可変バルブ機構28による排気弁8の開放期間等)を定めたマップを作成し、ECU26がそのマップに従って、外部EGR装置19及び内部EGR装置29を制御するようにしても良い。

【0058】

また、可変バルブ機構28は、排気弁8の開閉時期を調節する電磁ソレノイドを備えたものに限定されず、排気弁2を開閉するためのカムを複数備え、使用するカムをそれらの中から選択するタイプでも良い。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 9 】

また、内部 E G R 装置 2 9 は、吸気行程で排気弁 8 を開放するタイプに限定されず、排気行程における排気弁 8 の開放期間を通常時（内部 E G R を実行しないとき）よりも短くして排気ガスの一部を燃焼室 1 0 内に残留させるものや、排気行程で吸気弁 7 を一時的に開放し、排気ガスの一部を吸気ポート 5 及び吸気管 1 2 内に留めておき、吸気行程にてその排気ガスを吸気と共に燃焼室 1 0 内に戻すものなど、あらゆるタイプの内部 E G R 装置が適用可能である。

【 0 0 6 0 】

更に、上記実施形態では通常燃焼を実行するときには、パイロット噴射とメイン噴射とを行うとして説明したが、本発明はこの点において限定されない。例えば、メイン噴射のみを行うようにしても良いし、メイン噴射の後に、未燃燃料を燃焼させるためのアフター噴射を実行するようにしても良い。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 1 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態に係るディーゼルエンジンの概略図である。

【 図 2 】 エンジンの運転状態毎に目標 E G R 率を定めたマップである。

【 図 3 】 (a) は外部 E G R 装置の目標 E G R 率を定めたマップであり、(b) は内部 E G R 装置の目標 E G R 率を定めたマップである。

【 図 4 】 (a) は本発明の一実施形態に係るディーゼルエンジンにおいて P C I 燃焼から通常燃焼に切り換わったときの E G R 率変化を示す図であり、(b) は外部 E G R 装置のみを用いて E G R 率を制御するエンジンにおいて P C I 燃焼から通常燃焼に切り換わったときの E G R 率変化を示す図である。

20

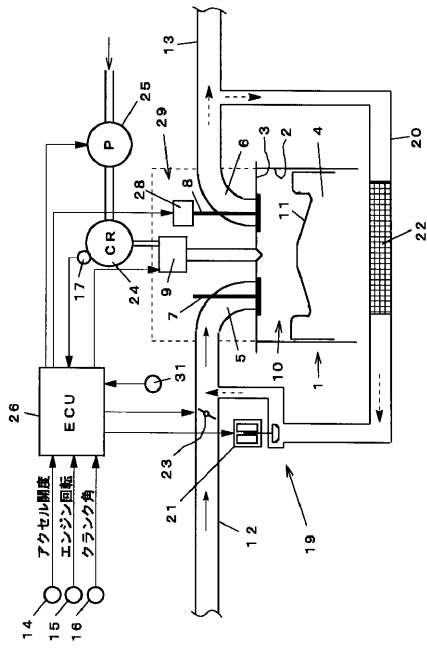
【 符号の説明 】

【 0 0 6 2 】

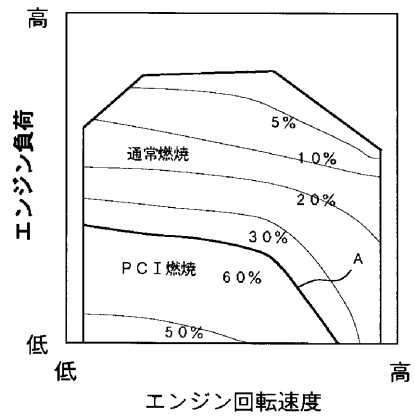
- 1 エンジン本体
- 8 可変バルブ機構
- 9 インジェクタ
- 1 9 外部 E G R 装置
- 2 1 E G R 弁
- 2 6 E C U (制御装置)
- 2 9 内部 E G R 装置

30

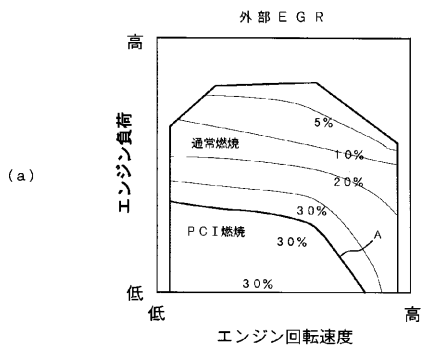
【 図 1 】



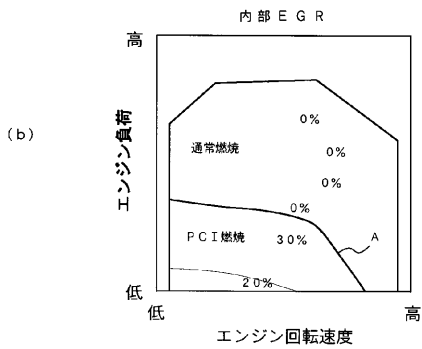
【 図 2 】



【 図 3 】

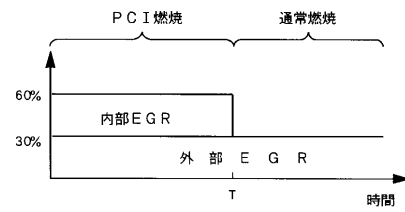


(a)

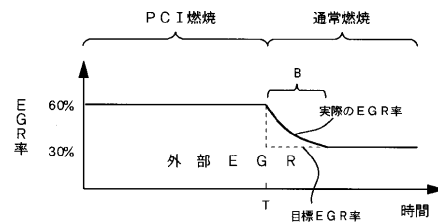


(b)

【 図 4 】



(a)



(b)

