

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4415483号
(P4415483)

(45) 発行日 平成22年2月17日 (2010. 2. 17)

(24) 登録日 平成21年12月4日 (2009. 12. 4)

(51) Int. Cl.	F 1
FO1M 11/10 (2006.01)	FO1M 11/10 B
FO2D 29/02 (2006.01)	FO2D 29/02 L

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2000-339110 (P2000-339110)	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社
(22) 出願日	平成12年11月7日 (2000. 11. 7)		愛知県豊田市トヨタ町1番地
(65) 公開番号	特開2001-200712 (P2001-200712A)	(74) 代理人	100068755 弁理士 恩田 博宣
(43) 公開日	平成13年7月27日 (2001. 7. 27)		
審査請求日	平成19年2月27日 (2007. 2. 27)	(72) 発明者	織田 博美 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社 内
(31) 優先権主張番号	特願平11-320922	(72) 発明者	角 健蔵 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社 内
(32) 優先日	平成11年11月11日 (1999. 11. 11)	(72) 発明者	谷中 貢 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社 内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ディーゼルエンジンのオイル交換時期検知装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ディーゼルエンジンのエンジンオイル中に含まれるスーツ量の算出結果に基づいてそのエンジンオイルの交換時期を検知するディーゼルエンジンのオイル交換時期検知装置において、

ピストン頂面での噴射燃料の飛散によって前記エンジンオイル中に直接的に混入するスーツ量を前記ピストンが所定位置に位置するとき以降に噴射された燃料の量に基づき算出し、同算出されたスーツ量に基づいて前記エンジンオイル中のスーツ量を算出するようにした

ことを特徴とするディーゼルエンジンのオイル交換時期検知装置。

10

【請求項2】

請求項1に記載のディーゼルエンジンのオイル交換時期検知装置において、

前記ピストン頂面での噴射燃料の飛散によって前記エンジンオイル中に直接的に混入するスーツ量を、前記ピストンが前記所定位置に位置するとき以降に噴射された燃料の量に対して、同燃料のスーツ変換率を示す係数である所定の定数を乗算した値から算出するようにした

ことを特徴とするディーゼルエンジンのオイル交換時期検知装置。

【請求項3】

請求項1に記載のディーゼルエンジンのオイル交換時期検知装置において、

前記ピストン頂面での噴射燃料の飛散によって前記エンジンオイル中に直接的に混入す

20

るスーツ量を、前記ピストンが前記所定位置に位置するとき以降に噴射された燃料の量に対して、同燃料のスーツ変換率を示す係数であって前記ディーゼルエンジンの燃料噴射終了時期が遅角側となるほど大きな値が設定される係数を乗算した値から算出するようにした

ことを特徴とするディーゼルエンジンのオイル交換時期検知装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか一項に記載のディーゼルエンジンのオイル交換時期検知装置において、

燃焼ガス中から前記エンジンオイル中に溶け込むスーツ量を燃料噴射量と空燃比とに基づき算出し、同算出されたスーツ量と、前記算出された前記ピストン頂面での噴射燃料の飛散によって前記エンジンオイル中に直接的に混入するスーツ量との両スーツ量から前記エンジンオイル中に含まれるスーツ量を算出するようにした

10

ことを特徴とするディーゼルエンジンのオイル交換時期検知装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、エンジンオイル中のスーツ量の算出結果に基づいてそのエンジンオイルの交換時期を検知するディーゼルエンジンのオイル交換時期検知装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

20

ディーゼルエンジンでは、煤化した未燃燃料（スーツ）がエンジンオイル中に混入し、その潤滑性に悪影響を及ぼす。そのため、エンジンオイル中のスーツ量が所定量を超えた時点で、エンジンオイルを交換する必要がある。

【0003】

従来より、ディーゼルエンジンを備える車両では一般に、その車両の走行距離を指標としてオイル交換時期を決めている。しかしながら、走行距離がエンジンオイル中に混入したスーツ量を厳密に反映しているとは言い難く、不適切なオイル交換を生じさせることがある。

【0004】

そこで、より適切なオイル交換時期を検知する検知装置として、例えば特公昭 58 - 20916 号公報に記載のオイル交換時期検知装置が知られている。このオイル交換時期検知装置では、エンジンの運転状態に基づいて所定算出期間におけるエンジンオイル中へのスーツ混入量を逐次演算し、その演算結果を積算することでエンジンオイル中のスーツの総量を算出するようにしている。そして、その算出されたエンジンオイル中のスーツの総量が所定限界値を超えることで、オイル交換時期を検知するようにしている。

30

【0005】

なお、上記公報に記載の検知装置では、詳しくは、予め実験により求められた次式 (a) に基づいて所定算出期間におけるスーツ混入量 T_{st} を算出するようにしている。

【0006】

$T_{st} = k_1 \cdot F_1\{n, L\} \cdot V \cdot (k_2 \cdot e + k_3) \cdot k_4 \quad \dots (a)$

40

ここで、「 k_1 」～「 k_3 」はエンジン機種等によって決まる所定の定数を、「 k_4 」はスーツ中のカーボン重量比率を、「 n 」はエンジン回転速度を、「 L 」は燃料噴射量（エンジン負荷）を、「 e 」は EGR 率（吸入空気量に占める EGR ガスの割合）を、「 V 」はエンジン回転速度 n の関数として算出される吸入空気量を、それぞれ示している。そして、更に関数 $F_1\{n, L\}$ は、燃焼によるスーツの生成度合いを示す関数である。

【0007】

すなわち、この検知装置では、所定算出期間内のエンジンオイル中へのスーツ混入量を、主にエンジン回転速度 n 及び燃料噴射量 L （EGR ガスを導入するディーゼルエンジンにおいては更に EGR 率 e ）に基づき算出するようにしている。そして、その算出されたスーツ混入量が所定限界値を超えることで、オイル交換時期を検知するようにしている。

50

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

このように上式(a)に従い、エンジン回転速度 n 、燃料噴射量 L 及びEGR率 e に基づき上記スツ混入量を算出すれば、適切なオイル交換時期を検知することは確かにできる。

【0009】

しかしながら、より厳密に云えば、上記スツ混入量には、それらエンジン回転速度 n 、燃料噴射量 L 及びEGR率 e 以外にも、例えば後述する空燃比や燃料噴射時期等の因子も深く拘わっており、それら3つのパラメータだけでは、上記スツ混入量を直接的に求めることはできない。そのため、上式(a)から上記スツ混入量を正確に求めようとするれば、エンジン回転速度 n 及び燃料噴射量 L とスツ混入量との対応関係(関数 $F1\{n, L\}$)を、予めエンジンの全運転領域に亘って細かに把握しておかなければならない。しかも、それらの対応関係はエンジン機種によって異なっているため、適用される機種の各々について実験やシミュレーションなどによって同対応関係を予め確認しておく必要がある。

10

【0010】

特に近年にあつては、ディーゼルエンジンにあつても細密な吸入空気量制御を行うなど、エミッション改善や燃費向上などの要求によってエンジン制御が複雑化しており、それらの対応関係を予め把握しておくことが、益々困難となっている。しかも、こうしたエンジン制御の複雑化に伴い、スツ混入量に影響する因子全てがエンジン回転速度 n 及び燃料噴射量 L から一義的に定められないことも多くなっており、それらエンジン回転速度 n 、燃料噴射量 L 及びEGR率 e のみに基づくだけでは、必ずしも精度良くエンジンオイルの交換時期を求められなくなっている。

20

【0011】

本発明は、こうした実情に鑑みてなされたものであって、その目的は、適正なエンジンオイルの交換時期を比較的容易に検知することのできるディーゼルエンジンのオイル交換時期検知装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

以下、上記目的を達成するための手段及びその作用効果について記載する。

30

(請求項1)

まず請求項1に記載の発明は、ディーゼルエンジンのエンジンオイル中のスツ量の算出結果に基づいてそのエンジンオイルの交換時期を検知するディーゼルエンジンのオイル交換時期検知装置において、ピストン頂面での噴射燃料の飛散によって前記エンジンオイル中に直接的に混入するスツ量を前記ピストンが所定位置に位置するとき以降に噴射された燃料の量に基づき算出し、同算出されたスツ量に基づいてエンジンオイル中のスツ量を算出するようにしたものである。

【0018】

ディーゼルエンジンでは、燃料噴射時期がエンジンオイル中へのスツの混入度合いに影響することがある。特に、シリンダ内に燃料を直接噴射する直接噴射式ディーゼルエンジンにおいては、以下に述べるように、燃料噴射時期がエンジンオイル中へのスツ混入度合いに大きく影響することがある。

40

【0019】

直接噴射式ディーゼルエンジンでは一般に、図1に示すように、シリンダ1の燃焼室6上方に配設されたインジェクタ5から、ピストン2の頂面3に形成された凹状のキャビティ4内に向けて燃料が噴射される。このとき、同図(a)に示すように、ピストン2がシリンダ1の最上部付近(上死点付近)に位置するときに噴射された燃料は、ほとんどがキャビティ4の内部に収まるようになる。

【0020】

ところが、同図(b)に示すように、ピストン2が下方に位置するときに噴射された燃料

50

は、キャビティ 4 の内部に収まりきらず、その一部がピストン 2 の頂面 3 にて飛散し、燃焼しながらシリンダ 1 の周壁に跳ね掛かるようになる。そしてこの結果、燃料の燃焼により生じたスーツがシリンダ 1 周壁のエンジンオイル中に直接混入されるため、エンジンオイル中のスーツ混入量が大幅に増加するようになる。

【 0 0 2 1 】

こうしてキャビティ 4 から溢れ、シリンダ 1 の周壁に跳ね掛かる燃料の量は、燃料噴霧とピストン 2 との相対位置関係によって決まり、それは燃料噴射量（時間）と燃料噴射時期とから求めることができる。したがって、こうしたシリンダ 1 の周壁への燃料の跳ね掛かりによって増加する分のスーツ混入量は、ピストンが所定位置に位置したとき以降に噴射された燃料の量によって求めることができる。

10

【 0 0 2 2 】

そこで、この請求項 1 に記載の構成では、ピストン頂面での噴射燃料の飛散によってエンジンオイル中に直接的に混入するスーツ量をピストンが所定位置に位置するとき以降に噴射された燃料の量に基づき算出し、同算出されたスーツ量に基づいてエンジンオイル中のスーツ量を算出するようにしている。

【 0 0 2 3 】

こうしてピストンが所定位置に位置するとき以降に噴射された燃料の量をも加味してスーツ量を求めることで、上記の如くシリンダ周壁への噴射燃料の跳ね掛かりによって増大する分のスーツ混入量をも正確に演算することができるようになる。したがって、エンジンオイル中のスーツ量をより正確に把握し、ひいては適正なオイル交換時期を精度良く検知することができるようになる。

20

【 0 0 2 4 】

なお、直接噴射方式以外のディーゼルエンジンにおいても、ピストンが所定位置に位置するとき以降に噴射された燃料の量が噴射燃料の燃焼態様などに影響を与え、エンジンオイル中へのスーツの混入度合いに影響することがある。このため、直接噴射方式以外のディーゼルエンジンに対して、エンジン回転速度、燃料噴射量及び燃料噴射時期とに基づいてエンジンオイル中のスーツ量を算出する上記構成のディーゼルエンジンのオイル交換時期検知装置を適用した場合にも、やはりオイル交換時期の検知精度を向上することができるようになる。

【 0 0 2 5 】

また上記構成では、エンジン回転速度及び燃料噴射量等とスーツ混入量との対応関係をエンジンの全運転領域に亘り予め把握しておかなくとも、上記スーツ量を正確に求めることができるため、検知装置の適用も比較的容易である。したがって、この請求項 1 に記載の発明によれば、適正なエンジンオイルの交換時期を比較的容易に検知することができるようになる。

30

【 0 0 2 6 】

なお、導入される EGR ガスの量（EGR 率）などもスーツ混入度合いに影響するため、更にそれらも加味してスーツ量を算出することが好ましい。ただし、それらの影響が十分に小さくて無視し得る範囲にあれば、上記構成のように上記スーツ量の算出にピストンが所定位置に位置するとき以降に噴射された燃料の量のみを用いることで、十分に適正なエンジンオイルの交換時期を容易に検知することができる。

40

【 0 0 2 7 】

（請求項 2）

また、請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載のディーゼルエンジンのオイル交換時期検知装置において、前記ピストン頂面での噴射燃料の飛散によって前記エンジンオイル中に直接的に混入するスーツ量を、前記ピストンが前記所定位置に位置するとき以降に噴射された燃料の量に対して、同燃料のスーツ変換率を示す係数である所定の定数を乗算した値から算出するようにしたものである。

（請求項 3）

また、請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 に記載のディーゼルエンジンのオイル交換時

50

期検知装置において、前記ピストン頂面での噴射燃料の飛散によって前記エンジンオイル中に直接的に混入するスーツ量を、前記ピストンが前記所定位置に位置するとき以降に噴射された燃料の量に対して、同燃料のスーツ変換率を示す係数であって前記ディーゼルエンジンの燃料噴射終了時期が遅角側となるほど大きな値が設定される係数を乗算した値から算出するようにしたものである。

【 0 0 3 0 】

(請求項 4)

また、請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか一項に記載のディーゼルエンジンのオイル交換時期検知装置において、燃焼ガス中から前記エンジンオイル中に溶け込むスーツ量を燃料噴射量と空燃比とに基づき算出し、同算出されたスーツ量と、前記算出された前記ピストン頂面での噴射燃料の飛散によって前記エンジンオイル中に直接的に混入するスーツ量との両スーツ量から前記エンジンオイル中に含まれるスーツ量を算出するようにしたものである。

【 0 0 3 1 】

エンジンオイル中には、大きくは、燃焼ガス中に生成されたスーツの溶け込み、及びピストン頂面での噴射燃料の飛散による直接的な混入との 2 つの態様でスーツが混入する。前者態様で混入するスーツ量は、燃焼ガス中に生成されるスーツ量に依存し、燃料噴射量と空燃比との影響を受ける。また後者態様で混入されるスーツ量は、噴射燃料の飛散の量に依存し、それはピストンが所定位置に位置したとき以降に噴射された燃料の量によって求めることができる。したがって、上記構成では、それら両態様で混入するスーツ量をそれぞれ正確に求められるので、エンジンオイル中のスーツ量を正確に把握し、エンジンオイルの交換時期を精度良く検知することができる。

【 0 0 3 2 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明にかかるディーゼルエンジンのオイル交換時期検知装置を具体化した一実施形態について、図を参照して詳細に説明する。

【 0 0 3 3 】

本実施形態のオイル交換時期検知装置の適用されるディーゼルエンジンは、燃料をシリンダ内に直接噴射する直接噴射式の車載用ディーゼルエンジンであり、その燃料噴射装置としてコモンレール（蓄圧式）システムを採用している。

【 0 0 3 4 】

図 2 は、本実施形態についてそのオイル交換時期検知装置及びその適用対象となるディーゼルエンジンの概略構成と、同エンジンの潤滑系の油圧回路構成等を併せ示している。まず、ディーゼルエンジンの構成について、同図 2 を参照して説明する。

【 0 0 3 5 】

同図 2 に示すように、ディーゼルエンジン 10 は大きくは、吸気通路 11、排気通路 12 及び燃焼室 16 等を備えて構成されている。ディーゼルエンジン 10 の各シリンダ 13 にはピストン 14 が上下動可能に配設されている。そのピストン 14 の頂面 14 a の中央には、燃焼室 16 を構成する「くぼみ」（キャピティ）15 が形成されている。そして、その燃焼室 16 の上方には、燃料を噴射するインジェクタ 17 が設けられている。

【 0 0 3 6 】

上記コモンレールシステムは、このインジェクタ 17 に加え、各シリンダ 13 共通の燃料蓄圧室であるコモンレール 18 等を備えて構成されている。ディーゼルエンジン 10 の運転にあたっては、まず燃料タンク 18 a 内に備蓄された燃料が燃料ポンプ 18 b によって汲み出され、高圧に加圧されてコモンレール 18 に蓄圧される。こうして蓄圧された燃料の圧力は、同コモンレール 18 に連結された各シリンダ 13 のインジェクタ 17 に印加されている。そのインジェクタ 17 の先端部には、その背後圧が所定高圧となることで開弁し、燃料を噴射させるノズル（図示略）が設けられている。そして、そのインジェクタ 17 の内部に設けられた電磁ソレノイド（図示略）によって、上記ノズルの背後圧を制御することで、燃料噴射の開始と終了とを決めるようにしている。したがって、こうしたコモ

10

20

30

40

50

ンレールシステムでは、ディーゼルエンジン 10 の回転速度に依存しない高精度の燃料噴射制御を行うことができる。

【0037】

一方、吸気通路 11 において、その上流には、ステップモータ 23 によって開閉駆動されて、同吸気通路 11 の流路面積を可変とする吸気絞り弁 22 が設けられている。更にその上流には、吸気通路 11 を流過する吸入空気量を検出するためのエアフローメータ 21、及び吸入空気を浄化するエアクリーナ 20 がそれぞれ設けられている。

【0038】

さて、このディーゼルエンジン 10 には、クランクシャフトやカムシャフトなどの軸受け（図示略）や上記シリンダ 13 とピストン 14 との摺接面などの潤滑を必要とする潤滑部 32 が存在する。同図 2 に併せ示すように、それら潤滑部 32 に供給される潤滑用のエンジンオイルは、ディーゼルエンジン 10 にあってそのシリンダ 13 の下方に設けられたオイルパン 30 内に貯留されている。そして、そのオイルパン 30 内のエンジンオイルがオイルポンプ 31 によって汲み出され、各潤滑部 32 へと送り出される。こうして各潤滑部 32 へと送られたエンジンオイルは、再びオイルパン 30 へと還流され、循環される。

【0039】

こうしてディーゼルエンジン 10 内を循環されるエンジンオイルは、循環を重ねる毎に、燃料の燃焼に伴い生成されるスラッジが次第に混入されて劣化し、交換の必要が生じる。そのため、このディーゼルエンジン 10 には、エンジンオイルの劣化度合いを判定し、オイル交換時期を検知するためのオイル交換時期検知装置が採用されている。また、同エンジン 10 が搭載された車両の運転席の計器板（図示略）には、そのオイル交換時期検知装置の検知結果に基づき、オイルの交換時期に至ったことを運転者等に通知するためのオイル交換指示用のインジケータ 27 が設けられている。

【0040】

一方、こうしたディーゼルエンジン 10 及びそのオイル交換時期検知装置において、上記エアフローメータ 21 をはじめとする各種センサの出力は、同エンジン 10 の制御系及びその診断系としての役割を司る電子制御装置（「ECU」）26 に対し入力される。この ECU 26 は、上記吸気絞り弁 22 を開閉駆動するステップモータ 23、及び燃料噴射を行うインジェクタ 17 等を駆動制御するとともに、オイル交換時期の検知にかかる処理を実行し、上記インジケータ 27 を点灯/消灯させる。

【0041】

この ECU 26 には、上記エアフローメータ 21 の他、ディーゼルエンジン 10 の出力軸であるクランクシャフト 24 a の回転位相を、そして更にはその回転速度を検知する NE センサ 24、アクセルペダル 25 a の踏み込み量を検知するアクセルセンサ 25、コモンレール 18 内に蓄圧された燃料の圧力を検知する燃圧センサ 19 等のディーゼルエンジン 10 の運転状態を検知する種々のセンサの出力が入力される。そして ECU 26 は、これらセンサの出力結果に基づきディーゼルエンジン 10 の運転状態を把握し、上記インジェクタ 17 やステップモータ 23 をはじめとする種々のアクチュエータを駆動制御して、同エンジン 10 の各種制御を実行する。

【0042】

こうしたエンジン制御の一環として ECU 26 は、インジェクタ 17 の駆動制御に基づく燃料噴射量及び燃料噴射時期の制御を実行している。次に、こうした燃料噴射量及び燃料噴射時期制御について説明する。

【0043】

まず、ECU 26 は、NE センサ 24 及びアクセルセンサ 25 等の各種センサの出力結果に基づき、ディーゼルエンジン 10 の運転状態に応じた燃料噴射量及び燃料噴射時期（燃料噴射の開始時期）を算出する。また、こうして算出された燃料噴射量に応じた燃料を噴射可能な燃料噴射時間、すなわちインジェクタ 17 の上記ノズルの開弁時間を、上記 NE センサ 24 及び燃圧センサ 19 によって検知されるそのときのエンジン回転速度及びコモンレール 18 内の燃料圧力に基づき算出する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 4 】

そして ECU 26 は、これらの算出結果からインジェクタ 17 からの燃料噴射を開始する時期（上記クランクシャフトの回転位相）と噴射を終了する時期とを算出するとともに、それら時期に応じてインジェクタ 17 を駆動制御する。こうして、ディーゼルエンジン 10 の運転状態に応じて、インジェクタ 17 から適度な量の燃料が適切な時期に噴射されるようになる。

【 0 0 4 5 】

なお、このディーゼルエンジン 10 では、上記コモンレールシステムを採用して細密な燃料噴射制御を行うと共に、吸入空気量制御も併せて行うことで、エミッションの改善や燃費の向上を図るようにしている。そのために、上記の如く吸気通路 11 に細かな開度調整が可能なステップモータ（23）駆動式の吸気絞り弁 22 を設けると共に、エアフローメータ 21 によって吸入空気量を検知するようにしている。そして、ECU 26 は、エンジン運転状態に応じてステップモータ 22 を駆動制御して、細かな吸入空気量制御を行うようにしている。

10

【 0 0 4 6 】

そしてその一方で、ECU 26 は、上記インジェクタ 17 の駆動制御のために算出する燃料噴射量と、エアフローメータ 21 によって検知される吸入空気量とに基づき、燃焼室 16 内での空燃比を算出するようにしている。

【 0 0 4 7 】

また本実施形態では、上述したように ECU 26 はこうした燃料噴射制御などのエンジン制御にかかる処理に加え、エンジンオイルの交換時期の検知にかかる処理を実行している。続いて、こうしたオイル交換時期の検知にかかる処理について、図 3 ~ 図 6 を参照して説明する。

20

【 0 0 4 8 】

このオイル交換時期検知装置では、エンジン回転数、燃料噴射量、空燃比、及び燃料噴射時期などのディーゼルエンジンの運転状態に基づき、所定算出期間（例えば 1 秒）にエンジンオイル中に混入するスーツの量（スーツ混入量）を随時演算し、その演算結果を積算することで、エンジンオイル中のスーツ量を求めている。そして、こうして求められたスーツ量が所定限界値を超えることで、エンジンオイルの交換時期を検知するようにしている。

30

【 0 0 4 9 】

まず以下では、本実施形態での所定算出期間におけるスーツ混入量の算出方法の詳細について説明する。

エンジンオイル中へのスーツの混入態様は、次の 2 つの態様に大別される。1 つは、燃料の燃焼により生成されたスーツの一部がシリンダ 13 周壁などのエンジンオイル中に溶け込む態様での混入であり、もう 1 つは、噴射時にキャビティ 15 内から溢れ、燃焼しながらシリンダ 13 周壁のエンジンオイル中に吹き付けられる態様での混入である。

【 0 0 5 0 】

前者の態様でのスーツ混入量は、燃焼時に生成されるスーツの量に比例する。このスーツ生成量は、燃焼される燃料の量、すなわち燃料噴射量と、燃焼時の燃料のスーツ転換率によって決定される。この場合、噴射された燃料に対して燃焼室 16 内の空気の割合が少ない程、すなわち空燃比がリッチである程、燃料の不完全燃焼が生じてスーツ生成量が増大する。

40

【 0 0 5 1 】

したがって、前者の混入態様でのスーツ混入量は、燃料噴射量及び空燃比に基づき把握することができる。本実施形態では、所定算出期間（1 秒）におけるエンジンオイル中への上記前者の態様でのスーツ混入量 S1 を、次式（b）によって算出している。

【 0 0 5 2 】

$S1 = G_{fin} \cdot f \{ A B Y F \} \cdot N E \cdot C Y / 2 \quad \dots \text{式 (b)}$

ここで、「 G_{fin} 」は燃料噴射量を、「 NE 」はエンジン回転速度 [毎秒] を、「 CY 」

50

はディーゼルエンジン 10 のシリンダ数をそれぞれ示している。また、「 $f\{A B Y F\}$ 」は、空燃比 $A B Y F$ の関数であり、その値は空燃比 $A B Y F$ による燃焼時の燃料のスーツ転換率に比例する。そしてその関数 $f\{A B Y F\}$ 値は、空燃比 $A B Y F$ がリッチな程増大する。

【0053】

図 3 は、こうした混入態様でのスーツ混入量 $S1$ と空燃比 $A B Y F$ との関係を示している。同図 3 に示すように、この混入態様でのスーツ混入量 $S1$ は、空燃比 $A B Y F$ がリッチ（値が小）となる程増大するようになる。ちなみに、こうした態様のみによってスーツが混入されるときには、生成されたスーツの大部分が排気と共に排出されるため、スーツ混入量は比較的少ない。

10

【0054】

一方、後者の態様、すなわちキャピティ 15 からの噴射燃料の溢れによるスーツ混入量は、燃料噴射期間中のピストン 14 の位置に応じて変化する。

例えば、先の図 1 (a) に示すように、ピストン 14 が上方に位置する期間に燃料噴射が行われれば、噴射燃料の大部分がピストン 14 のキャピティ 15 内に留まるため、そうしたシリンダ 13 周壁に直接的に吹き付けられる態様でのスーツ混入はほとんど生じない。

【0055】

ただし、燃料噴射時期（噴射開始時期）の遅角、或いは燃料噴射量（噴射時間）の増大によって、図 1 (b) に示すように、ピストン 14 がある程度下方に移動した後も燃料噴射が行われていれば、噴射された燃料はキャピティ 15 内に収まりきらなくなる。そして、インジェクタ 17 から噴射された燃料の一部は、ピストン 14 の頂面 14 a にて飛散し、或いは直接吹き付けられて、燃焼しながらシリンダ 13 周壁のエンジンオイル中に直接的に混入するようになる。

20

【0056】

こうした態様で混入するスーツの量は、図 1 (b) に示すように、噴射された燃料がキャピティ 15 から溢れるようになってから、噴射終了に至るまでの燃料噴射量によって把握することができる。

【0057】

本実施形態では、所定算出期間（1 秒）におけるエンジンオイル中への上記後者の態様でのスーツ混入量 $S2$ を、次式 (c) によって算出している。

30

$$S2 = \cdot G_{fin} \cdot (T_e - \quad) / (T_e - T_s) \cdot N E \cdot C Y / 2$$

[ただし、 $S2 > 0$]

...式 (c)

ここで、「 T_e 」は噴射終了時期 [°CA] を、「 T_s 」は噴射開始時期 [°CA] をそれぞれ示している。また、「 \quad 」は、インジェクタ 17 から噴射された燃料がキャピティ 15 内から溢れるようになる時期 [°CA] を示している。更に、「 \quad 」は、キャピティ 15 から溢れ出した燃料量に対しての、上記後者の態様にてエンジンオイル中に混入するスーツ量の割合を示す所定の定数である。

【0058】

ちなみに、本実施形態の適用されるディーゼルエンジン 10 では、噴射終了時期 T_e が該当気筒の上死点から「 20°CA 」以降となると、噴射燃料のキャピティ 15 から溢れるようになるため、上記定数「 \quad 」は「 20°CA 」に設定されている。

40

【0059】

図 4 は、こうした混入態様でのスーツ混入量 $S2$ と噴射終了時期 T_e との関係を示している。同図 4 に示すように、この混入態様でのスーツ混入量 $S2$ は、噴射終了時期 T_e が遅角となって、「 $\quad^\circ \text{CA}$ 」以降に噴射される燃料の量が増大する程、増大するようになる。

【0060】

図 5 は、本実施形態において採用する「スーツ量算出ルーチン」を示すフローチャートである。この算出ルーチンは、ECU 26 (図 1) によって所定算出期間（1 秒）毎に周期的に実行される。

50

【 0 0 6 1 】

さて、処理が本ルーチンに移行すると、ECU 26 はまず、ステップ 110 において、上式 (b) に従い、所定算出期間における上記前者の混入態様でのスーツ混入量 $S1$ を、エンジン回転速度 NE 、燃料噴射量 $Gfin$ 、及び空燃比 $ABYF$ に基づき演算する。

【 0 0 6 2 】

また、続くステップ 120 においては、上式 (c) に従い、所定算出期間における上記後者の混入態様でのスーツ混入量 $S2$ を、エンジン回転速度 NE 、燃料噴射量 $Gfin$ 、及び燃料噴射時期 (噴射開始時期 Ts 及び噴射終了時期 Te) に基づき演算する。

【 0 0 6 3 】

そして、続くステップ 130 においては、それら演算されたスーツ混入量 $S1$ 及び $S2$ をスーツ量 ST に加算する。こうして本ルーチンでは、所定算出期間毎に上記各混入態様でのスーツ混入量 $S1$ 、 $S2$ を随時演算すると共に、それらの演算結果を積算することで、エンジンオイル中のスーツ量 ST を算出するようにしている。なお、このスーツ量 ST は、エンジンオイルを交換した際にリセット用スイッチを操作することで、その値が「0」にクリアされる。

10

【 0 0 6 4 】

更に本実施形態では、こうして算出されたスーツ量に基づいてエンジンオイルの劣化度合いを判定し、オイル交換時期を検知するようにしている。

図 6 は、本実施形態において採用する「オイル交換時期検知ルーチン」を示すフローチャートである。なお、この検知ルーチンは、上記の「スーツ量算出ルーチン」の処理に引き続き、ECU 26 (図 1) によって所定時間 (1 秒) 毎に周期的に実行される。

20

【 0 0 6 5 】

さて、処理が本ルーチンに移行すると、ECU 26 はまずステップ 200 において、上記「スーツ量算出ルーチン」にかかる処理によって算出されたエンジンオイル中のスーツ量 ST が、オイル交換を要する所定限界値 2 よりも少し小さな所定値 1 未満であるか否かを判断する。そして、スーツ量 ST がこの所定値 1 未満であれば (ステップ 200 : YES)、一旦本ルーチンを抜ける。一方、エンジンオイル中のスーツ量 ST がこの所定値 1 以上であれば (ステップ 200 : NO)、処理をステップ 210 に移行し、エンジンオイル中のスーツ量 ST が上記所定限界値 2 未満であるか否かを判断する。

【 0 0 6 6 】

ここでスーツ量が所定限界値 2 を超えていれば (ステップ 210 : YES)、ステップ 220 において上記インジケータ 27 を点灯させ、オイル交換時期に達していることを運転者等に通知する。一方、スーツ量 ST が所定限界値 2 未満 ($1 < ST < 2$) であれば (ステップ 210 : YES)、ステップ 230 においてインジケータ 27 を点滅させて、オイル交換時期が迫っていることを通知する。

30

【 0 0 6 7 】

以上のように、本実施形態では、エンジンオイル中に含まれるスーツ量 ST の算出結果に基づきエンジンオイルの交換時期を検知し、インジケータ 27 の点灯或いは点滅によって、その旨を運転者等に通知するようにしている。

【 0 0 6 8 】

以上説明した本実施の形態のディーゼルエンジンのオイル交換時期検知装置によれば、以下に記載する効果を得ることができる。

40

(1) 上記実施形態では、エンジン回転速度と燃料噴射量と空燃比とに基づいてエンジンオイル中のスーツ量を算出すると共に、その算出結果に基づきエンジンオイルの交換時期を検知するようにしている。そのため、空燃比が噴射燃料の燃焼態様に及ぼす影響を加味して、エンジンオイル中のスーツ量を求めることができ、ひいては同オイルの交換時期をより適切に検知することができるようになる。

【 0 0 6 9 】

(2) 上記実施形態では、エンジン回転数と燃料噴射量と燃料噴射時期とに基づいてエンジンオイル中のスーツ量を算出すると共に、その算出結果に基づいてエンジンオイルの交

50

換時期を検知するようにしている。そのため、燃料噴射時期が与える影響も加味してエンジンオイル中のスーツ量を求めることができ、ひいてはオイル交換時期を精度良く検知することができるようになる。

【 0 0 7 0 】

(3) 上記実施形態では、燃料噴射期間中のピストンの位置によってエンジンオイル中へのスーツの混入度合いが大きく変化する直接噴射方式のディーゼルエンジンにおいて、エンジン回転数と燃料噴射量と燃料噴射時期とに基づいてエンジンオイル中のスーツ量を算出するようにしている。したがって、こうした直接噴射方式のディーゼルエンジンにあっても、上記のようなスーツ混入度合いに変化を加味した適切なオイル交換時期の検知を行うことができるようになる。

10

【 0 0 7 1 】

(4) 上記実施形態では、ディーゼルエンジン 1 0 の全運転領域でのエンジン運転状態とスーツの混入度合いとの対応関係を予め求めておかなくても、エンジンオイル中のスーツ量を正確に求めることができる。したがって、適正なエンジンオイルの交換時期を比較的容易に検知することができるようになる。

【 0 0 7 2 】

(その他の実施形態)

なお、上記実施形態では、上記式 (b) 及び式 (c) を用いて所定算出期間におけるエンジンオイル中へのスーツ混入量を演算すると共に、その演算結果を積算してスーツ量を求めるようにしていたが、スーツ量の算出態様は任意であり、要は空燃比及び燃料噴射時期のいずれか一方或いは両方と、エンジン回転数と燃料噴射量とに基づいて算出するにすれば、空燃比や燃料噴射時期がスーツの混入度合いに与える影響を加味した適正なオイル交換時期を検知することができる。

20

【 0 0 7 3 】

更に、例えば E G R 率など、上記エンジン回転速度、燃料噴射量、空燃比、燃料噴射時期以外のパラメータが上記スーツの混入度合いに無視し得ない影響を与える場合には、更にそのパラメータを加味して上記スーツ量を算出することで、より正確なオイル中のスーツ量を予測することができる。

【 0 0 7 4 】

続いて、そうしたスーツ量の算出態様の変形例を説明する。

30

上記実施形態では、燃焼により生成されたスーツの一部がシリンダ 1 3 周壁などのエンジンオイル中に溶け込む態様で混入するスーツ量 S_1 を、上式 (b) に基づいて算出している。この式 (b) では、所定時間当たりの燃料噴射の総量に対して、空燃比に応じて算出された燃料のスーツ転換率を乗算することで、スーツ量 S_1 が算出されている。また、所定時間当たりの燃料噴射の総量をエンジン回転速度、燃料噴射量から求めている。

【 0 0 7 5 】

上述したように、上記混入態様でのスーツ量 S_1 を決定する要素は、基本的には空燃比の影響が支配的であるが、場合によっては他の因子の影響も無視し得ないことがある。

【 0 0 7 6 】

例えば、燃料の噴射終了時期は、上記スーツ転換率に少なからず影響することが、発明者らによって確かめられている。そこでここでは、上式 (b) における $f \{ A B Y F \}$ を、空燃比に加えて噴射終了時期を含む関数とすることで、そうした噴射終了時期の影響についても併せ反映するようにしている。すなわちここでは、図 7 に例示する空燃比と噴射終了時期との算出マップを用いて上式 (b) の $f \{ A B Y F \}$ の値を求めている。同図に示すように、 $f \{ A B Y F \}$ には、噴射終了時期が遅角側となる程、或いは空燃比がリッチとなる程、大きな値が設定される。これら空燃比、噴射終了時期、 $f \{ A B Y F \}$ の相関関係は、実験や物理モデルを用いたシミュレーション等によって求めることができる。

40

【 0 0 7 7 】

また更に、E G R 率等のその他の因子が無視し得ない影響を燃料のスーツ転換率に及ぼす場合には、上記 $f \{ A B Y F \}$ をそれら因子を含む関数とすることで、そうした因子の影

50

響をスーツ量 S_1 に反映することができる。

【0078】

一方、上記実施形態では、噴射時にキャビティ 15 内から溢れ、燃焼しながらシリンダ 13 周壁のエンジンオイル中に吹き付けられる態様での混入するスーツ量 S_2 を、上式 (c) に基づいて算出している。ここでは、上記キャビティ内からの溢れが生じる時期以降に噴射された燃料の量に対して、そうした燃料のスーツ変換率を示す所定の定数を乗算した値からスーツ量 S_2 を求めている。すなわち、上記実施形態では、上記時期以降に噴射された燃料の量に比例すること前提として、そうした混入態様でのスーツ量 S_2 を求めている。

【0079】

これにより、ある程度は正確にスーツ量 S_2 を予測することはできるものの、厳密には種々の因子がスーツ量 S_2 についても複雑な影響を及ぼし、上記のような単純な比例関係に基づくだけでは予測精度の向上に限界がある。

【0080】

例えば、上記所定期間以降においても、噴射時点のピストン 14 の位置に応じてピストン頂面 14a にて反射されシリンダ 13 の周壁に付着する燃料の割合が変化する。また噴射時点の燃焼室 16 内の燃焼状態によって、シリンダ 13 の周壁に付着した燃料のスーツ変換率も変化する事となる。

【0081】

そこで、ここでは、上式 (c) における係数を定数とせず、噴射終了時期の関数として係数を求めることで、そうした影響をスーツ量 S_2 に反映するようにしている。すなわちここでは、図 8 に例示するような噴射終了時期の算出マップを用いて係数を求めている。ここでの噴射終了時期と係数の相関関係についても、実験や物理モデルを用いたシミュレーション等によって求めることができる。そしてこれにより、スーツ量 S_2 をより正確に求められるようになる。

【0082】

なお、更にその他の因子が無視し得ない影響を及ぼす場合には、係数をそれら因子を含む関数とすることで、そうした因子の影響をスーツ量 S_2 に反映することができる。

【0083】

以上説明した本発明は、更に以下のように変更して実施することもできる。

・上記実施形態では、エンジン回転速度、燃料噴射量に加え、空燃比及び燃料噴射時期に基づきエンジンオイル中のスーツ量を算出するようにしているが、燃料噴射時期がスーツの混入度合いに与える影響が十分に小さく、無視し得る範囲にあれば、エンジン回転数、燃料噴射量及び空燃比のみに基づいて上記スーツ量を算出するようにしても、エンジンオイルの交換時期を適切に検知することができる。

【0084】

・また、空燃比がエンジンオイル中のスーツ量に与える影響が十分に小さく、無視し得る範囲にあれば、エンジン回転数、燃料噴射量及び燃料噴射時期のみに基づき上記スーツ量を算出するようにしても、エンジンオイルの交換時期を適切に検知することができる。

【0085】

・上記実施形態では、燃料噴射装置としてコモンレールシステムを備えるディーゼルエンジン 10 に本発明にかかるオイル交換時期検知装置を適用した場合について説明したが、コモンレールシステム以外の燃料噴射装置を備えるディーゼルエンジンにおいても、上記実施形態と同様の検知装置を適用することができる。そしてその場合にも、上記実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0086】

・上記実施形態では、直接噴射方式のディーゼルエンジンに対して本発明にかかるオイル交換時期検知装置を適用した場合について説明したが、それ以外のディーゼルエンジンに対しても、上記実施形態に準じた検知装置を適用することで、上記実施形態と同様或いはそれに準じた効果を得ることはできる。

10

20

30

40

50

【0087】

続いて、上記実施形態から把握することのできる請求項の記載以外の技術的思想について、以下に列記する。

(イ) 請求項1に記載のディーゼルエンジンのオイル交換時期検知装置において、前記エンジンオイル中のスラッジ量の算出に際して、前記エンジン回転速度と燃料噴射量と空燃比とに基づいて所定算出期間におけるエンジンオイル中のスラッジ混入量を逐次演算すると共に、その演算結果を積算することで該エンジンオイル中のスラッジ量を算出するようにしたことを特徴とするディーゼルエンジンのオイル交換時期検知装置。

【0088】

上記構成では、所定算出期間毎にエンジン回転速度と燃料噴射量と空燃比とに基づきスラッジ混入量を逐次演算し、その演算結果を積算してエンジンオイル中のスラッジ量を算出するようにしている。そのため、エンジン運転状態に応じたスラッジの混入度合いの変化をよりの確に反映することができるようになる。

10

【0089】

(ロ) 請求項2に記載のディーゼルエンジンのオイル交換時期検知装置において、前記エンジンオイル中のスラッジ量の算出に際して、前記エンジン回転速度と燃料噴射量と燃料噴射時期とに基づいて所定算出期間におけるエンジンオイル中のスラッジ混入量を逐次演算すると共に、その演算結果を積算することで該エンジンオイル中のスラッジ量を算出するようにしたことを特徴とするディーゼルエンジンのオイル交換時期検知装置。

【0090】

上記構成では、所定算出期間毎にエンジン回転速度と燃料噴射量と燃料噴射時期とに基づきスラッジ混入量を逐次演算し、その演算結果を積算してエンジンオイル中のスラッジ量を算出するようにしている。そのため、エンジン運転状態に応じたスラッジの混入度合いの変化をよりの確に反映することができるようになる。

20

【0091】

(ハ) 請求項3に記載のディーゼルエンジンのオイル交換時期検知装置において、前記エンジンオイル中のスラッジ量の算出に際して、前記エンジン回転数と燃料噴射量と燃料噴射時期と空燃比とに基づいて所定算出期間におけるエンジンオイル中へのスラッジ混入量を逐次演算すると共に、その演算結果を積算することで該エンジンオイル中のスラッジ量を算出するようにしたことを特徴とするディーゼルエンジンのオイル交換時期検知装置。

30

【0092】

上記構成では、所定算出期間毎にエンジン回転速度と燃料噴射量と空燃比と燃料噴射時期とに基づきスラッジ混入量を逐次演算し、その演算結果を積算してエンジンオイル中のスラッジ量を算出するようにしている。そのため、エンジン運転状態に応じたスラッジの混入度合いの変化をよりの確に反映することができるようになる。

【0093】

(ニ) 請求項2または3、或いは上記(ロ)または(ハ)に記載のディーゼルエンジンのオイル交換時期検知装置において、前記ディーゼルエンジンはシリンダ内に燃料を直接噴射する直接噴射方式のディーゼルエンジンであることを特徴とするディーゼルエンジンのオイル交換時期検知装置。

40

【0094】

上述したように、直接噴射方式のディーゼルエンジンでは、燃料噴射期間におけるピストンの位置が、エンジンオイル中へのスラッジの混入度合いに多大な影響を与えることがある。こうした直接噴射方式のディーゼルエンジンにおいて、エンジンオイル中のスラッジ量の算出にあたり、燃料噴射量及び燃料噴射時期を用いることで、上記影響を加味した適正なオイル交換時期の検知を行うことができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】直接噴射方式のディーゼルエンジンにおける燃料の噴射態様を示す断面図。

【図2】本発明にかかるディーゼルエンジンのオイル交換時期検知装置を具体化した一実施形態についてその全体構造を模式的に示す略図。

50

【図3】同実施形態における空燃比とスラツ混入量との関係を示す略図。

【図4】同実施形態における噴射終了時期とスラツ混入量との関係を示す略図。

【図5】同実施形態によるエンジンオイル中のスラツ量の算出手順を示すフローチャート

【図6】同実施形態によるオイル交換時期の検知にかかる処理手順を示すフローチャート

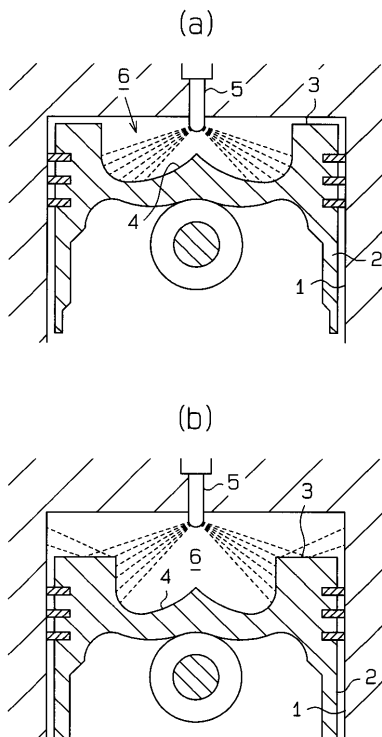
【図7】その他の実施形態の算出マップの例を示す略図。

【図8】その他の実施形態の算出マップの例を示す略図。

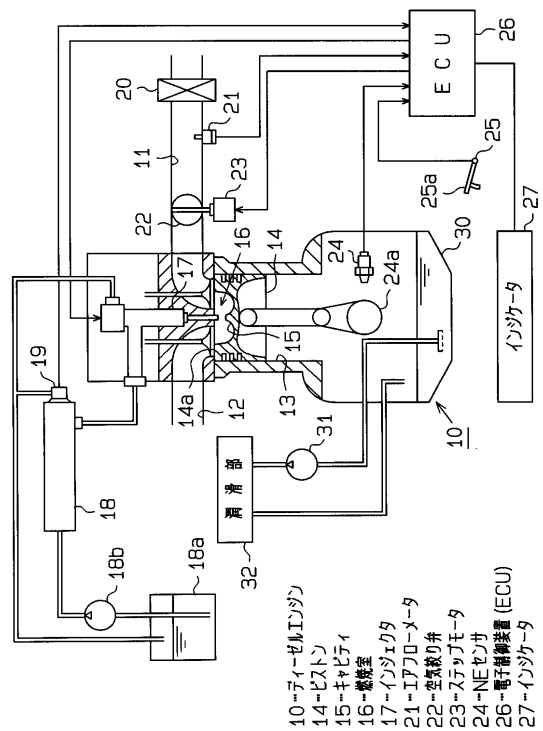
【符号の説明】

10...ディーゼルエンジン、14...ピストン、15...キャビティ、16...燃焼室、17...インジェクタ、21...エアフローメータ、22...吸気絞り弁、23...ステップモータ、24...NEセンサ、26...電子制御装置(ECU)、27...インジケータ。

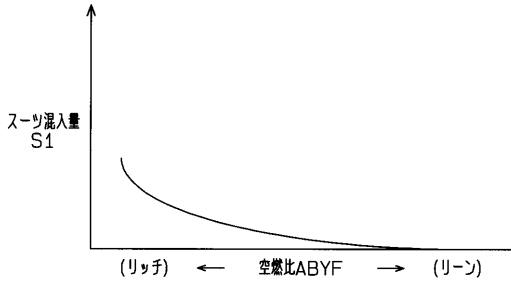
【図1】



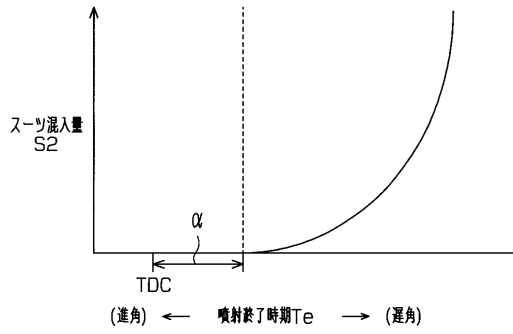
【図2】



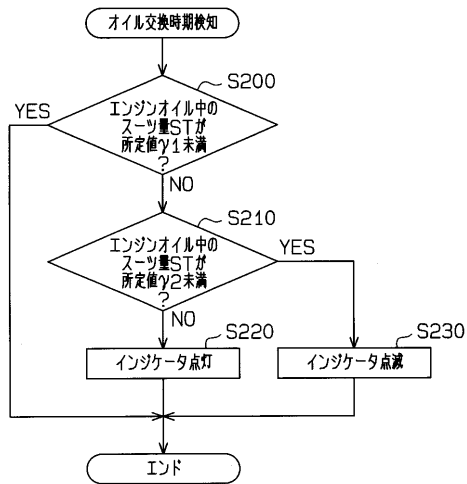
【図3】



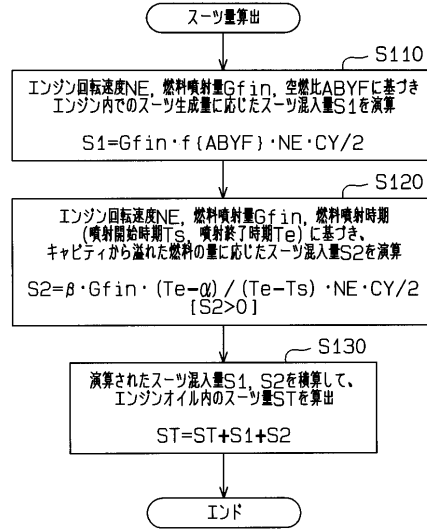
【図4】



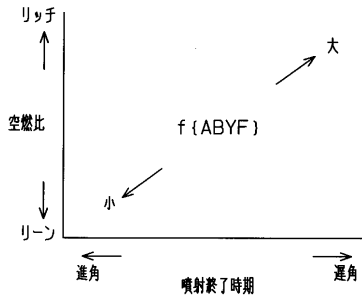
【図6】



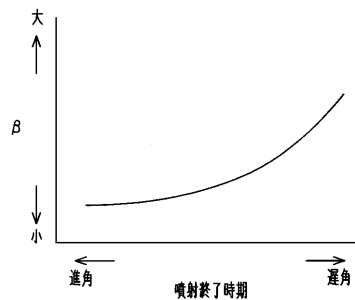
【図5】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

- (72)発明者 木村 雅男
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社 内
- (72)発明者 飯田 裕
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社 内
- (72)発明者 東谷 勝
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社 内
- (72)発明者 宮崎 雅生
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社 内
- (72)発明者 板井 康秀
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社 内
- (72)発明者 吉田 行男
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社 内

審査官 橋本 しのぶ

- (56)参考文献 国際公開第98/022818(WO, A1)
特開平08-177447(JP, A)
特開平10-077881(JP, A)
特開昭61-065008(JP, A)
実開昭61-048910(JP, U)
特開平11-081967(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01M 11/10

F02D 29/02