

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4178035号
(P4178035)

(45) 発行日 平成20年11月12日(2008.11.12)

(24) 登録日 平成20年8月29日(2008.8.29)

(51) Int.Cl.

F I

F O 2 D 41/04 (2006.01)

F O 2 D 41/04 3 O 1 D

F O 2 D 41/34 (2006.01)

F O 2 D 41/34 L

F O 2 D 45/00 (2006.01)

F O 2 D 45/00 3 1 2 K

F O 2 D 45/00 3 7 O B

請求項の数 17 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2002-581815 (P2002-581815)
(86) (22) 出願日 平成13年12月18日(2001.12.18)
(65) 公表番号 特表2004-526096 (P2004-526096A)
(43) 公表日 平成16年8月26日(2004.8.26)
(86) 国際出願番号 PCT/DE2001/004740
(87) 国際公開番号 W02002/084096
(87) 国際公開日 平成14年10月24日(2002.10.24)
審査請求日 平成16年12月10日(2004.12.10)
(31) 優先権主張番号 101 18 264.3
(32) 優先日 平成13年4月12日(2001.4.12)
(33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 591245473
ロベルト・ボッシュ・ゲゼルシャフト・ミ
ト・ベシュレンクテル・ハフツング
ROBERT BOSCH GMBH
ドイツ連邦共和国デー70442 シュ
トゥットガルト, ヴェルナー・シュトラ
ーセ 1
(74) 代理人 100089705
弁理士 社本 一夫
(74) 代理人 100076691
弁理士 増井 忠式
(74) 代理人 100075270
弁理士 小林 泰
(74) 代理人 100080137
弁理士 千葉 昭男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の運転方法及びその運転制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料が少なくとも一つの噴射弁(32)を通して噴射され、且つ噴射された燃料量が噴射時間長さによって影響される、内燃機関(10)の運転方法において、

噴射弁(32)の要求噴射時間長さ(t_i)が最大可能噴射時間長さ(t_{imxth})よりも長いかなんかを予測すること(70)、及び

要求噴射時間長さ(t_i)が最大可能噴射時間長さ(t_{imxth})よりも長いということが予測されると(70)、少なくとも一つの燃焼に関する標準的な値(r_{ls})が介入して(70、80、84)、トルク(M)が穏やかに引下げられること、

前記予測(70)が、

最大可能噴射時間長さ(t_{imxth})と要求噴射時間長さ(t_i)との間の差(d_{t_{imx}})と、限界値(G₁)との比較によって、及びこの差の変化速度(d_{d_{t_{imx}}/d_t})と限界値(G₂)との比較によって行われること、或いは

ルーエンベルガー・オブザーバ法或いはカルマン・ブシー・フィルタによって行われること、

を特徴とする内燃機関の運転方法。

【請求項 2】

トルク(M)の変化速度(d_M/d_t)が限界値よりも小さいことを特徴とする請求項1に記載の運転方法。

【請求項 3】

時間当たりの($d t$)トルク(M)の変化($d M$)のための前記限界値が、内燃機関(10)のユーザーの知覚閾値($W S$)によって決定されることを特徴とする請求項 2 に記載の運転方法。

【請求項 4】

最大可能噴射時間長さ($t i m x t h$)と要求噴射時間長さ($t i$)との間の差($d t i m x$)の変化速度($d d t i m x / d t$)のための限界値($G 2$)が、前記差($d t i m x$)の大きさに依存していることを特徴とする請求項 1 に記載の運転方法。

【請求項 5】

前記介入(78、80、84)が、燃焼室(12)の空気充填率($r l$)を変えること(80)を含んでいることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の運転方法。

10

【請求項 6】

前記介入(78、80、84)が、スロットルバルブ(28)の角度($w d k$)を調整すること(84)を含んでいることを特徴とする請求項 5 に記載の運転方法。

【請求項 7】

前記介入が、給気圧力及び吸入圧力の少なくともいずれかの引き下げを含んでいることを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の運転方法。

【請求項 8】

前記介入が、燃料圧力の引き上げを含んでいることを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の運転方法。

【請求項 9】

20

前記介入が、目標トルクの引き下げを含んでいることを特徴とする請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の運転方法。

【請求項 10】

前記介入が、要求噴射時間長さと最大可能噴射時間長さとの間の差を入力値とする特性曲線を利用して行われることを特徴とする請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載の運転方法。

【請求項 11】

前記介入が、要求噴射時間長さ($t i m x$)と最大可能噴射時間長さ($t i m x t h$)との間の差($d t i m x$)を制御値とする P D コントローラ 或いは P I D コントローラ(78) を利用して行われることを特徴とする請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載の運転方法。

30

【請求項 12】

前記トルクの変化速度が、追加の制御値として用いられることを特徴とする請求項 11 に記載の運転方法。

【請求項 13】

コンピュータ上で実行された時に、請求項 1 ないし 12 のいずれかに記載の運転方法を実施するのに適していることを特徴とするコンピュータプログラム。

【請求項 14】

フラッシュメモリーに格納されていることを特徴とする請求項 13 に記載のコンピュータプログラム。

40

【請求項 15】

噴射弁の噴射時間長さのための目標値($t i$)を出力する、燃料の供給のための少なくとも一つの噴射弁(32)を備えた内燃機関(10)の運転制御装置(40)において、
噴射弁(32)の要求噴射時間長さ($t i$)が最大可能噴射時間長さ($t i m x t h$)よりも長いかな否かを予測する(70)手段、及び

要求噴射時間長さ($t i$)が最大可能噴射時間長さ($t i m x t h$)よりも長いということが予測されると(70)、少なくとも一つの燃焼に関する標準的な値($r l s$)が介入して(70、80、84)、トルク(M)を穏やかに引下げる手段、
を備え、

前記予測(70)が、

50

最大可能噴射時間長さ (t_{imax}) と要求噴射時間長さ (t_i) との間の差 ($d t_{imax}$) と、限界値 ($G1$) との比較によって、及びこの差の変化速度 ($d d t_{imax} / d t$) と限界値 ($G2$) との比較によって行われること、或いは
ルーエンベルガー・オブザーバ法或いはカルマン・ブシー・フィルタによって行われる
こと、

を特徴とする内燃機関の運転制御装置。

【請求項 16】

請求項 13 に記載のコンピュータプログラムを備えていることを特徴とする請求項 15 に記載の運転制御装置。

【請求項 17】

請求項 15 又は 16 に記載の運転制御装置を備えたことを特徴とする、燃料の供給のための少なくとも一つの噴射弁を備えた内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料が少なくとも一つの噴射弁を通して噴射され、且つ噴射された燃料量が噴射時間長さによって影響される、内燃機関の運転のための方法および制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

その様な方法は市場から知られている。その様な方法では、燃料は噴射弁を通して吸入管の中へ噴射される。噴射された燃料は吸入管の中で霧化され、内燃機関の燃焼室内へ送られる。燃料は、本質的に一定の圧力下にある燃料供給管によって噴射弁に供給される。例えばユーザーによって高い負荷が要求されると、噴射弁は、比較的長く開かれた状態に留まるように制御される。この様にして、より多くの燃料量が吸入管の中へ達する。

【0003】

しかしながら、噴射弁の最大可能噴射時間長さは制限されている。吸入管噴射の場合に、噴射弁は極端な場合には単純に持続的に開いておくことができる。しかしながら、より有利なのは不連続的に開弁するやり方である、何故なら、可能なかぎり、開いたインテーク弁の中へは噴射しないようにすべきだからである。それ故、インテーク弁が開いている際には、噴射弁は可能な限り閉じられているべきである。噴射弁が持続的に開かれている状態は、“連続波 ($Dauerstrich$) ” とも呼ばれる。同じく市場から知られているガソリン直接噴射の場合には、燃料は直接燃焼室内へ噴射される。その際、最大可能噴射時間長さは、場合によっては圧縮行程を含めた、吸入行程の時間長さに等しい。

【0004】

内燃機関のユーザーから高い負荷、それ故、場合によっては高い回転数の下での高いトルクが要求されると、噴射弁の要求噴射時間長さが最大可能噴射時間長さよりも大きくなってしまいうことが起こり得る。しかしながら、最大可能噴射時間長さはエンジンに応じて制限されているから、より高い要求噴射時間長さにも拘わらず最大可能噴射時間長さに相当する燃料量しか噴射されない。しかしながら同時に、要求された高いトルクに対応する大きな空気充填量が燃焼室に送り込まれるので、燃焼室内へ達した混合気は全体として過剰希薄となる。このことは、一方では最適でない排出特性をもたらし、またもう一方では内燃機関及び排気ガスの高い温度をもたらす。

【0005】

更に、回転数が上がっている時に実際の噴射時間長さが最大可能噴射時間長さによって制限されると、トルクの突然の低下、またそれと共に回転数上昇の突然のスローダウンが生じることがある。このことは、例えば自動車では乗員或いはドライバーによって加速ショックとして感知される。これによって内燃機関の運転時の快適さが制約される。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 6 】

従って、本発明は冒頭に述べられた種類の方法を、上述の様に運転された内燃機関の利用の際の快適さが可能な限り僅かしか制約されず、且つ同時に内燃機関が最良の排出特性を示すように改良することを課題としている。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

この課題は、冒頭に述べられた種類の方法では、噴射弁の要求噴射時間長さが最大可能噴射時間長さよりも長いかが評価され、またその様な評価が結果として生じた場合には、少なくとも一つの燃焼に関する標準的な値が、トルクが穏やかに引下げられる様に影響される（介入される）ということによって解決される。

10

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

それ故、本発明に基づく方法によれば、実際の噴射時間長さが最大可能噴射時間長さによって強制的に制限されるまで待たれることは無く、既にその様な状態に達する前に介入が行われる。そのために、噴射弁の要求噴射時間長さが最大可能噴射時間長さよりも長いその様な状態が高い確率で発生する虞れがあるか否かという予測を行うことが必要である。対応の措置を実施しなければ実際にその様な状態が近い将来に発生するという予測が得られた場合には、本発明に基づく方法では直ちに次の様に反応される。その様な場合には、噴射弁の要求噴射時間長さが最大可能噴射時間長さを超えることができないようにするために役立つ措置が導入される。

20

【 0 0 0 9 】

この措置は簡単であると同時に効果的でもある。即ち、その措置は、内燃機関によって生成されるトルクが穏やかに引下げられるということから成り立っている。“穏やかな”引下げという用語は、トルクの引下げが急激ではなく連続的に行われ、且つその変化の速度が、内燃機関のユーザー、例えば自動車の乗員たちによって不快であると感じられない程小さいということを意味している。その際、トルクの引下げは、実際の噴射時間長さが、例えば排出上の理由から或いは排気ガス温度を引下げるために必要な燃料／空気混合気の過濃化がなお可能である程、最大可能噴射時間長さよりも低くなるように行うことができる。

【 0 0 1 0 】

30

その際には、本発明に基づいて運転される内燃機関の排出特性及び快適性特性の改善が本発明に基づく方法によって極めてコスト的に有利に且つ簡単に可能である。何故なら、何らの追加の構成部品も必要ではないということが指摘されるべきである。

【 0 0 1 1 】

本発明の有利な拡張例が諸従属請求項に示されている。

第一の拡張例では、トルクの引下げの速度が限界値よりも小さいということが示されている。かくして、この措置に基づいて引下げることの出来る時間当たりのトルクの値は最大値までに制限される。トルクの変化速度のこの制限によって、本発明に基づいて運転される内燃機関の利用の際の快適さが最高になるとということが達成される。自動車に搭載された内燃機関の場合には、トルクの変化速度は、例えば、本発明に基づく措置によって行われる自動車の加速の変化がドライバー及び車の乗員によって不快であると感知されないように制限される。

40

【 0 0 1 2 】

もう一つの拡張例では、時間当たりのトルクの変化のための限界値が、内燃機関のユーザーの知覚閾値によって決定されるということが示されている。本発明によって、例えば自動車では、加速度の変化は一定の大きさからでなければ乗員によって感知されることはないということが確認されている。本発明に基づく限界値の選択によってそのことが考慮される。極端な場合には、燃焼にとって標準的な値の介入に基づいて、トルクの引下げが内燃機関のユーザーによってほとんど感知されないようにすることができる。

【 0 0 1 3 】

50

最大可能噴射時間長さと要求噴射時間長さとの間の差と、限界値との比較によって、及びこの差の変化速度と限界値との比較によって評価を行うことも可能である。噴射弁の最大可能噴射時間長さを超える虞れに関するこの様なやり方による評価は、とりわけ容易に実行することができる。このやり方は、最大可能噴射時間長さを超えることが、噴射弁の要求噴射時間長さが定められた値の最大可能噴射時間長さに接近したとき、またこの接近が定められた最低速度で行われたときにのみ予想される、という仮定に基づいている。

【 0 0 1 4 】

その際、特別に有利な拡張例によれば、最大可能噴射時間長さと要求噴射時間長さとの間の差の変化速度に対する限界値は、当該の差の大きさに依存することが可能である。これによって、一方では、変化速度が非常に高いときには、要求噴射時間長さが最大可能噴射時間長さから未だ比較的大きく離れている場合でも最大可能噴射時間長さを超える虞れがあり、これに対して他方では、最大可能噴射時間長さと要求噴射時間長さとの間の開きが小さい場合には、その様な状態は変化速度が低いときでも起きる恐れがあるということを考慮することができる。

【 0 0 1 5 】

本発明に基づく方法のもう一つの拡張例では、上記の評価がオブザーバ（観察者）法、特にルーエンベルガー・オブザーバ法（L u e n b e r g e r - B e o b a c h t e r v e r f a h r e n ）或いはカルマン・ブシー・フィルタ（K a l m a n - B u c y - F i l t e r ）によって行われるということが提案される。

【 0 0 1 6 】

特別に係わりのある、燃焼にとって標準的な値の一つは、燃焼室内にある空気充填率である。従って、本発明に基づいて、最大可能噴射時間長さを超える虞れがあるという評価が結果として生じた場合には、上記の介入が燃焼室の空気充填率の変化を含むということも提案される。このことは、特に簡単にスロットルバルブの角度の調整によって行うことができる。

【 0 0 1 7 】

しかしながら又、上記の介入が給気圧力及び／又は吸入管圧力の引下げを含むということも可能である。前者は勿論、給気が事前圧縮されている内燃機関に対してのみ当てはまる。給気圧力のその様な引下げは、例えばいわゆるウェイスト・ゲートを通して特に簡単に実現される。

【 0 0 1 8 】

これの代わりとして、或いはこれに対する追加として、上記の介入はまた燃料圧力の引き上げを含むことができる。

直接燃焼室の空気充填率に対して介入する代わりに、上記の介入はまた、目標トルクの引下げを含むことができる。この場合には、それ故瞬間的に燃料／空気混合気の組成が変えられるのではなく、はっきりと事前に制御回路に対して介入が行われる。このやり方は、混合気の制御自体は干渉を受けぬままに留まるといった利点を持っている。

【 0 0 1 9 】

特に有利なのは、上記の介入が、要求噴射時間長さと最大可能噴射時間長さとの間の差を入力値とする特性曲線を利用して行われるということである。このやり方によれば、介入の範囲を簡単なやり方で内燃機関の実際の運転状態に応じて確定することができる。

【 0 0 2 0 】

これの代わりとして又、介入を、要求噴射時間長さと最大可能噴射時間長さとの間の差を制御値とするコントローラ、特にPDコントローラ或いはPIDコントローラを用いて行うことも可能である。その様なコントローラによれば、介入は一方では非常に精確に、また他方では極めて穏やかに行うことができる。

【 0 0 2 1 】

その際、追加の制御値としてトルクの変化速度が用いられると、特に有利である。このことは、内燃機関の本発明に基づく運転の際の快適さにとって更に有用である。何故なら、この措置によって燃焼にとって標準的な値の介入を状況に合わせて正に、変化の速度を

10

20

30

40

50

ユーザーによって僅かしか或いはほとんど感知されない範囲に保持されるように行うことができるからである。

【 0 0 2 2 】

本発明はまた、コンピュータ上で実行された時に、上記の方法を実施するのに適したコンピュータプログラムにも関している。その際、該コンピュータプログラムが記憶装置、特にフラッシュメモリに格納されていると有利である。

【 0 0 2 3 】

本発明は更に、噴射弁の噴射時間のための目標値を送り出す、燃料の供給のための少なくとも一つの噴射弁を備えた内燃機関の運転のための制御及び／または調整装置に関する。

10

【 0 0 2 4 】

内燃機関のあらゆる運転状況の下で、排出運転及び快適性に関して最適な運転を保証することが可能なようにするために、本発明に基づいて、制御装置が、噴射弁の要求噴射時間長さが最大可能噴射時間長さよりも長いかどうかを評価する手段を含んでいること、及び制御装置が、その様な評価を結果として生じるときには、燃焼に関して標準的な少なくとも一つの値が、トルクが穏やかに引下げられる様に介入する手段を含んでいること、が提案される。

【 0 0 2 5 】

その様な制御装置が、上述の種類のコンピュータプログラムを備えていれば、特に有利である。

20

最後に、本発明は更に、燃料供給のための少なくとも一つの噴射弁を備えた内燃機関に関する。その様な内燃機関において、排出運転及び快適性に関して最適な運転を保証するために、内燃機関が上述の種類の制御装置を含んでいるということが提案される。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 6 】

以下に、本発明の実施例が添付の図面を参照して詳しく説明される。

図1には、内燃機関が全体として参照符号 1 0 で示されている。該内燃機関は燃焼室 1 2 を含んでおり、該燃焼室は図中には示されていないインテーク弁を通して吸入管 1 4 と接続されている。燃焼室 1 2 は、同じく図中には示されていないインテーク弁を通して更に排気管 1 6 と接続されている。排気管 1 6 内にはタービン 1 8 が備えられており、該タービンは、シャフト 2 0 を通してコンプレッサー 2 2 を駆動する。タービン 1 8 の傍には、ウェイト・ゲート・バイパス路 2 3 が導かれており、該バイパス路の中にウェイト・ゲート 2 5 が取り付けられている。ウェイト・ゲートは、吸入管 1 4 内で支配的な圧力を介してここでは詳しく説明されないやり方で制御されるが、このことは、回線 2 7 によって示唆されている。コンプレッサー 2 2 は吸入管 1 4 の中にも備えられている。

30

【 0 0 2 7 】

コンプレッサー 2 2 の上流側では、内気循環路 2 4 が吸入管 1 4 から分岐しており、該循環路は、コンプレッサー 2 2 の下流側で再び吸入管 1 4 に連通している。内気循環路 2 4 の中には空気弁 2 6 が配置されている。

【 0 0 2 8 】

40

吸入管 1 4 の中には更にスロットルバルブ 2 8 が備えられており、該バルブの角度位置はサーボモータ 3 0 によって調節される。スロットルバルブ 2 8 の上流側には、ホットフィルム・エアマス計 (H F M センサ) が備えられており、該エアマス計は、吸入管 1 4 を通って流れている空気質量を測定する。スロットルバルブ 2 8 と燃焼室 1 2 との間には更に噴射弁 3 2 が配置されており、該噴射弁によって燃料を吸入管 1 4 内へ噴射することができる。噴射弁 3 2 は、燃料タンク 3 8 から燃料パイプ 3 4 並びに燃料ポンプ及び圧力制御ユニット 3 6 を通して供給される。

【 0 0 2 9 】

制御装置 4 0 は、入力側が H F M センサ 3 1 及びアクセルペダル 4 4 の位置センサ 4 2 と接続されている。制御装置 4 0 は更に、クランクシャフト 4 8 の回転数を測定する回転

50

数センサ４６から信号を受け取る。制御装置４０の出力側は、ウェイト・ゲート・バイパス路２３内のウェイト・ゲート２５、スロットルバルブ２８のサーボモータ３０、噴射弁３２、及び燃料ポンプ及び圧力制御ユニット３６と接続されている。

【００３０】

図１に示されている内燃機関１０は、図示されていない自動車に搭載されており該自動車を駆動する。

通常時に、内燃機関１０は次の様に運転される。

【００３１】

吸入行程の間、空気は吸入管１４を通して吸入される。位置センサ４２によって確認されたアクセルペダル４４の位置に応じて、ユーザーによって要求された負荷が制御装置４０によって定められ、空気循環システムの場合には、スロットルバルブ２８のサーボモータ３０がそれに対応して制御される。場合によってはまた、ウェイト・ゲート２５の制御に対して介入が行われ且つこれによって給気圧力を調節することもできる。

【００３２】

噴射弁３２は、ＨＦＭセンサ３１によって確認されたエアマスに応じて、制御装置４０によって、希望された混合気組成が達成されるように制御される。それ故、定められた量の燃料が吸入管１４の中へ噴射される。その際、燃料量は噴射弁３２の開弁時間長さによって定められる。燃焼室１２から送り出された排気ガスはタービン１８を駆動し、該タービンが、内燃機関１０の特定の運転状態の下で、コンプレッサー２２のシャフト２０を介して、排気ガス管１６の中の空気を事前圧縮する。

【００３３】

代替策として、エアマス流の確定は吸入管内の圧力センサによっても行うこともできるということを指摘しておく。

特定の状況の下では、吸入管１４内の圧力を引下げることが必要となることがある。この圧力の引下げは、ウェイト・ゲート２５を、ゲートが開くように制御することによってもたらされる。この場合には、排気ガスがタービン１８の傍を通過することができるので、タービン１８、従ってコンプレッサー２２は、その分弱く駆動される。

【００３４】

既に上で詳しく述べられた通り、噴射される燃料量は、噴射弁３２による噴射の時間長さによって定められる。内燃機関１０の回転数が高くなればなる程、燃料の噴射のために利用することのできる時間は短くなる。特に、回転数が高いか或いは内燃機関１０のユーザーによる高い出力要求（高いドライバー希望トルク）がある場合には、燃料の噴射のために利用できる時間が短すぎるために、その出力を達成するのに必要な燃料量を噴射することができないという状況が発生する虞れがある。それ故、その様な場合には、噴射弁３２の要求噴射時間長さが最大可能噴射時間長さよりも大きくなってしまいうであろう。

【００３５】

その様な状況は、例えば、内燃機関１０が既に持続的に噴射弁３２を開いた状態で運転されているのに、タービン１８をオーバーヒートから保護するために混合気の過濃化が行われなければならない、このことが更に、排気ガス管１６内の排気ガス温度の低下をもたらす、という場合にも発生することがある。この場合にも、噴射弁３２の要求噴射時間長さが最大可能噴射時間長さを超えるという状況が発生する虞れがある。

【００３６】

上述の様な場合にも、内燃機関１０を排出運転及び快適性の点で最適に運転することができるようにするために、図２及び図３に示されている方法に従って、次の様な措置が取られる（この方法は、コンピュータプログラムとして制御装置４０の中に格納されている）。

【００３７】

スタートブロック５０の後、先ずブロック５２で、位置センサ４２によって求められたアクセルペダル４４の位置 wfp （ブロック５４）に対応する出力が達成されなければならないとしたら、噴射時間長さ t_i をどれだけの長さとしなければならないかが確定され

10

20

30

40

50

る。この確定は、HFMセンサ31を通して求められた空気充填率の“迂回路”を通して行うことができる。このためには先ず、アクセルペダル44の位置から目標トルクが定められる。次いでこの目標トルクから必要な空気充填率が求められる。燃料量或いはその結果として得られる噴射時間長さは、この空気充填率と目標混合気組成とから導き出されるが、その際には目標混合気組成を介して、例えば排気ガス温度に影響を与えることができる。

【0038】

それと平衡して、ブロック56では、係数K(ブロック58)を回転数センサ46によって求められたクランクシャフト48の回転数 n_{mot} (ブロック60)で割った商 $t_{imx} \cdot t_h$ が形成される。係数Kは、最大回転数のときの最大可能噴射時間長さから得られる機械に固有の値である。結局、係数Kは、噴射の間に動くことができる最大クランク角度に対応している。商 $t_{imx} \cdot t_h$ は、実際の回転数 n_{mot} のときの噴射弁32の最大可能噴射時間長さに対応している。ブロック62では、要求噴射時間長さ t_i と最大可能噴射時間長さ $t_{imx} \cdot t_h$ との間の差 dt_{imx} が形成される。

10

【0039】

タイマー64からの信号を用いて、ブロック66では要求噴射時間長さと最大可能噴射時間長さとの間の差(dt_{imx})の時間当たりの変化、即ち変化速度 ddt_{imx}/dt が定められ、且つ該変化速度から差 dt_{imx} のための限界値G1が形成される。更に、要求噴射時間長さと最大可能噴射時間長さとの間の差 dt_{imx} から、ブロック68で変化速度 ddt_{imx}/dt のための第二の限界値(G2)が形成される。この限界値形成の基礎となっている考え方については後で詳しく説明される。

20

【0040】

二つの限界値はブロック70に格納され、その際に次の二つの条件が評価される。即ち、一つには、要求噴射時間長さと最大可能噴射時間長さとの間の差 dt_{imx} がその大きさの点でブロック66で定められた限界値G1よりも上にあるかどうかの評価される。更にブロック70では、要求噴射時間長さと最大可能噴射時間長さとの間の差の変化速度 ddt_{imx}/dt がその大きさの点でブロック68で定められた限界値G2よりも上にあるかどうかの評価される。

【0041】

上記の二つの条件が満たされている場合、即ちブロック70での答えが“yes”であれば、それは要求噴射時間長さ t_i による最大可能噴射時間長さ $t_{imx} \cdot t_h$ を超えることが予想されるということを意味している。それ故、結局ブロック70では、しかるべき対抗措置が無ければ、近い将来、要求された燃料量が最大可能噴射時間長さ $t_{imx} \cdot t_h$ による制限のために最早噴射されることができないという状況が発生するかどうかということが確認される。

30

【0042】

ブロック70で行われた予測は、次の様な考え方に基礎付けられている。

要求噴射時間長さが最大可能噴射時間長さをオーバーする危険は、本質的に次の二つの要因、即ち、一つには実際の最大可能噴射時間長さからの実際の要求噴射時間長さの間隔であり、もう一つには実際の要求噴射時間長さが実際の最大可能噴射時間長さへ向かって動いて行く速度に依存している。

40

【0043】

要求噴射時間長さと最大可能噴射時間長さとの間隔が比較的大きい場合には、比較的高い速度が許され得るが、それが直ちに要求噴射時間長さが最大可能噴射時間長さを超えると直ちに想定しなければならないということは無い。これに対して、要求噴射時間長さと最大可能噴射時間長さとの間隔が比較的小さい場合には、要求噴射時間長さが最大可能噴射時間長さへ向かって動いて行く速度は比較的低くなるものゝ、最大可能噴射時間長さが要求噴射時間長さによって超えられることになる。

【0044】

このことは、ブロック66及び68での可変限界値G1及びG2の決定によって考慮さ

50

れる。変化速度が低い場合には、ブロック 66 で、速度が高い時よりも高い、従って“鋭さ”の低い限界値が求められる。ブロック 68 では、間隔 $dtimx$ が大きい場合には間隔が小さい時よりも大きい、従って同じく“鋭さ”の低い限界値が定められる。ブロック 66 及び 68 における限界値 $G1$ 及び $G2$ の決定は、例えば特性曲線によって行うことができる。

【0045】

ブロック 70 で、要求噴射時間長さにより最大可能噴射時間長さを超える虞れがないと確認された場合、即ち、判定が“no”となった場合には、ブロック 72 で燃焼室 12 内の空気充填率が通常のやり方でパラメータ x 、 y 等に応じて確定される。パラメータ x 、 y は、例えば要求トルク、周囲圧力等とすることができる。空気充填率の決定は、好ましくは一つ或いは複数の特性マップを介して行われる。求められた空気充填率 rls から、ブロック 74 でスロットルバルブ 28 のための角度 wdk が定められ、それに応じてサーボモータ 30 が制御される。この方法は終了ブロック 76 で終了する。

【0046】

しかしながら、ブロック 70 でしかるべき対抗措置が無ければ、要求噴射時間長さが最大可能噴射時間長さを超える虞れがあるという結果が得られた場合、即ちブロック 70 の判定が“yes”となった場合には、ブロック 78 の PID コントローラで空気充填率 rls の適合が行われる（図 3 参照）。ブロック 78 の PID コントローラは、入力値として要求噴射時間長さ ti と最大可能噴射時間長さ $timxth$ との間の差 $dtimix$ を得る。調節（制御）値としては、ブロック 80 で空気充填率 rls が得られる（調節値として、目標トルクを用いることもでき、この値からは目標空気充填率が計算される）。空気充填率のための目標値 rls からは、ブロック 84 で対応するスロットルバルブ角度 wdk が定められ、これに対応してサーボモータ 30 が制御される。対応する実際の空気充填率は HFM センサ 31 によって測定され、例えば特性マップからブロック 82 で希望される混合気組成に応じた新しい要求噴射時間長さ ti が求められる。

【0047】

図 2 のブロック 80 には、表現上の理由から空気充填率 rls と噴射時間長さ $dtimx$ との間の直接的関係が簡単化されて表されているということを指摘しておくべきである。しかしながら、実際にはこのコントローラは、噴射時間長さ $dtimx$ に基づくオペレータである。PID コントローラの特殊なケースでは上記の関係は次の通りとなる

【0048】

【数 1】

$$rls = f\left(\frac{d(dt\text{im}x)}{dt}, \int dt\text{im}x \cdot dt, dt\text{im}x\right)$$

【0049】

噴射弁 32 の制御は、ブロック 32 で定められた要求噴射時間長さ ti に応じて行われる。例えば内燃機関 10 の燃焼室 12 並びにクランクシャフト 48 を含んでいる制御経路を介して、スロットルバルブ角度 wdk 及び噴射時間長さ ti から、定められた回転数 $nmot$ が明らかとなり、該回転数から更に定められた最大可能噴射時間長さ $timxth$ が得られる。該最大可能噴射時間長さは更に、閉じられた制御経路という意味で制御値 $dtimx$ の形成のためにフィードバックされる。

【0050】

図 2 及び図 3 に示されている方法の機能が以下に図 4～図 7 に基づいて説明される。

以下の説明では、内燃機関 10 のユーザーがアクセルペダル 44 を一定に保ち、且つ内燃機関 10 によって駆動されている自動車、一定の割合で上昇して行く内燃機関 10 の回転数 $nmot$ の下で、一定の割合で加速しているという場合が想定されているものとする。最大可能噴射時間長さ $timxth$ は回転数と相反的である。従って、図 4 に示されている様に、回転数 $nmot$ が始めに直線的に上昇して行く場合には、最大可能噴射時間

時間長さ t_{imxth} は、図 5 に示されている様に双曲線状の動きを示す（点線で示されている）。これに対して、要求噴射時間長さ t_i は、図 5 から理解される様に、最初は一定である。何らの措置も講じられなければ、要求噴射時間長さ t_i と最大可能噴射時間長さ t_{imxth} との間の差 dt_{imix} は連続的に小さくなってゆき、時点 t_2 では、ゼロに等しくなる。

【 0 0 5 1 】

この時点 t_2 から、噴射時間長さは最大可能噴射時間長さ t_{imxth} によって制限されるであろう。それに応じて、要求噴射時間長さ t_i は、最大可能噴射時間長さ t_{imxth} に追従可能であったかもしれない。しかしながら、これは破線で示されている曲線 t_i の時点 t_2 における屈曲によって表されている。特定の混合気組成が維持されるべきであるという場合には、空気充填率のための目標値 r_{ls} もそれに応じて最大空気充填率値 r_{lsmxth} に制限されなければならない（図 6 参照）。これもまた、図 6 の時点 t_2 における燃焼室 12 の中の空気充填率のための目標値 r_{ls} のための、破線で示された曲線の屈曲によって表されている。

10

【 0 0 5 2 】

内燃機関 10 から発生されるトルク M 、及び一般に車両及び車両の乗員に対して働く加速度の力 F は、空気充填率にほぼ比例していると思なすことができるから、トルク M 及びそれに対応する加速度の力 F も、時点 t_2 でそのような屈曲を持っている（それぞれ破線で表されている。表現上の理由からトルク M 及び加速度の力 F については独自の曲線が記入されていないが、それ等の曲線は定性的に図 6 に描かれている目標空気充填率 r_{ls} のための曲線に対応している。）。)

20

【 0 0 5 3 】

時間に対するトルク M の変化、従って変化速度 dM/dt 、並びに時間に対する加速度 F の変化、それ故加速度の変化速度 dF/dt 、が図 7 に記入されている。ここでも、要求噴射時間長さ t_i が時点 t_2 で衝撃的に最大可能噴射時間長さ t_{imxth} と空気充填率とによって制限される時に現れるケースが破線によって表されている。

【 0 0 5 4 】

先に一定であった加速度の力 F は、トルク M が小さくなることによって同じく小さくなるから、図 7 に示されている加速度の急変が発生し、この急変は、図 7 の中の記号 WS で表されている知覚閾を超え、従って自動車の乗員によってはっきりと感知される。

30

【 0 0 5 5 】

乗員の快適性を改善すべき場合には、速度 dF/dt （これによって加速度 F が変化する）が自動車の乗員によって最早感知されることができない程度に制限されなければならない。従って、速度 dF/dt は、知覚閾 WS の上方になければならない。これは、図 2 及び図 3 に示されている方法によって達成される。

【 0 0 5 6 】

既に上で説明された様に、時点 t_i において、しかるべき対抗措置が無ければ、時点 t_2 で要求噴射時間長さ t_i が最大可能噴射時間長さ t_{imxth} を超すであろうということが予測される。従って、図 2 及び図 3 のブロック 78 の PID コントローラによって既に時点 t_1 で内燃機関 10 のトルク M が幾分引下げられ、その際には空気充填率のための目標値 r_{ls} が図 2 及び図 3 のブロック 80 で、また更にそれに応じて噴射時間長さ t_i がブロック 82 で引下げられる。

40

【 0 0 5 7 】

図 4 ~ 図 6 から理解される様に、PID 制御によって対応する曲線に鋭い屈曲ができることが回避され、その結果として穏やかな移行が得られる。それに応じて、トルク M 及び加速力 F の曲線も鋭い屈曲を持たず、従って、図 7 にはそれに対応する急変は生じない。それ故、加速度の変化は比較的穏やかに行われ、また変化の速度 dM/dt 或いは dF/dt の大きさは、知覚閾 WS を超えず、従って自動車の乗員によってほとんど感知されない程度となる。

【 0 0 5 8 】

50

図に示されていない実施例では、ブロック 70 での最大可能噴射時間長さを超える予測は、オブザーバ法、特にルーエンベルガー・オブザーバ法或いはカルマン・プシー・フィルタによっても行うことができる。更に、内燃機関 10 の燃焼室 12 の中の空気充填率のための目標値 r_{ls} に介入する代わりに、ウェイスト・ゲート 25 をしかるべく制御することによって、吸入管 14 内の給気圧に影響を与えることもできる。また内燃機関 10 によって発生されるべきトルク M のための目標値を直接引下げることにも可能である。基本的に、燃焼室 12 内での燃焼のために決定的となる全ての値に対する介入は、特性曲線を利用して行うことができる。

【0059】

上で説明された実施例ではブロック 78 の PID コントローラのための制御値として、要求噴射時間長さ t_i と最大可能噴射時間長さ t_{imaxth} との間の差が用いられていた。しかしながら、追加の制御値として、トルク M の変化速度 dM/dt を利用することも可能である。

【0060】

上に説明された方法の適用は、吸入管噴射式の内燃機関に対してだけに限定される訳ではなく、ガソリン直接噴射式の内燃機関の場合にも使用することができる。しかしながら、この場合には最大可能噴射時間長さは噴射弁が開いたままとなる“連続吹付け”にではなく、エンジンの行程によって定められる噴射ウィンドウに対応する。この方法は、ガソリンエンジンにもディーゼルエンジンにも同じ様に適用することができるということが明らかである。しかしながらディーゼルエンジン及びガソリン直接噴射式（成層運転で）の内燃機関の場合には、調節値として空気充填率の代わりに燃料量が用いられなければならない。

【図面の簡単な説明】

【0061】

【図 1】内燃機関のブロック図を示す。

【図 2】図 1 の内燃機関を運転するための方法の流れ図を示す。

【図 3】図 2 の方法の一部分の流れ図を示す。

【図 4】内燃機関を図 2 の方法に従って運転したときの、回転数と時間との関係を示したグラフである。

【図 5】要求噴射時間長さ並びに最大可能噴射時間長さと時間との関係を示した、図 4 と類似のグラフである。

【図 6】空気充填率、それに対応するトルク、及びそれに対応する加速力のための目標値を示した、図 4 に類似のグラフである。

【図 7】時間当たりのトルクの変化（変化速度）及びそれに対応する時間当たりの加速力の変化と時間との関係を示した、図 4 に類似のグラフである。

【参照符号】

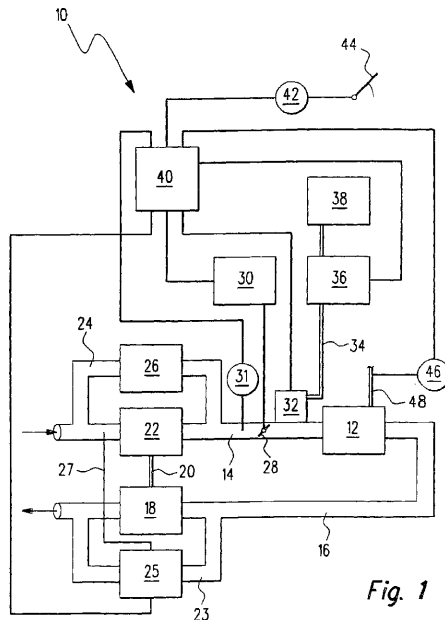
【0062】

- 10 ... 内燃機関
- 12 ... 燃焼室
- 14 ... 吸入管
- 16 ... 排気管
- 18 ... タービン
- 20 ... シャフト
- 22 ... コンプレッサー
- 23 ... ウェイスト・ゲート・バイパス路
- 24 ... 内気循環路
- 25 ... ウェイスト・ゲート
- 26 ... 空気弁
- 27 ... 回線
- 28 ... スロットルバルブ

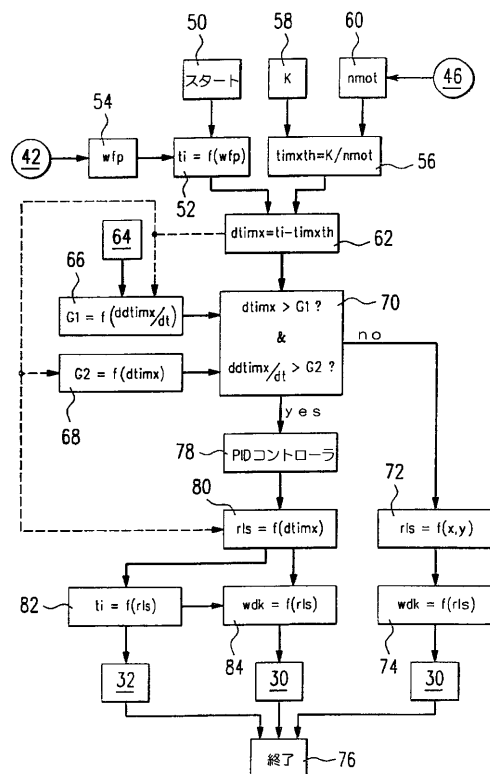
- 30 ... サーボモータ
- 31 ... HFMセンサ
- 32 ... 噴射弁
- 34 ... 燃料パイプ
- 36 ... 燃料ポンプ及び圧力制御ユニット
- 38 ... 燃料タンク
- 40 ... 制御装置
- 42 ... アクセルペダル位置センサ
- 44 ... アクセルペダル
- 46 ... 回転数センサ
- 48 ... クランクシャフト

10

【図1】



【図2】



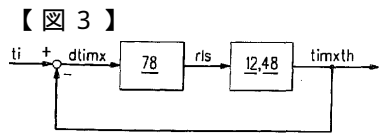


Fig. 3

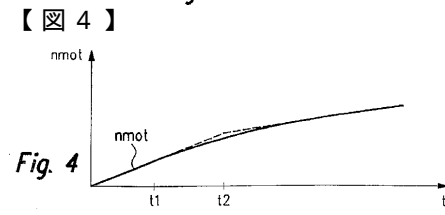


Fig. 4

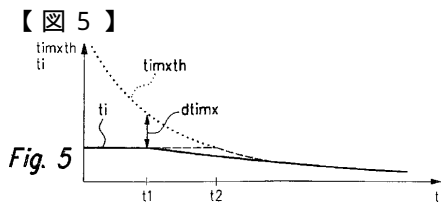


Fig. 5

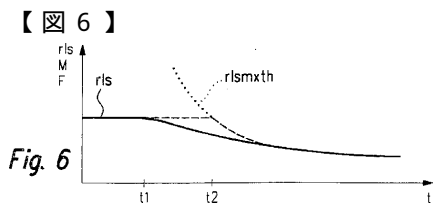


Fig. 6

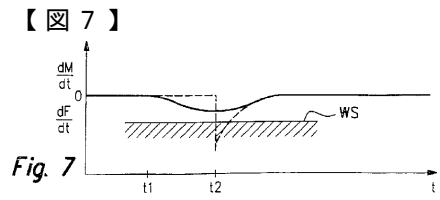


Fig. 7

フロントページの続き

(74)代理人 100096013

弁理士 富田 博行

(72)発明者 ヴェンツラー, トーマス

ドイツ国 7 1 2 9 6 ハイムシェイム, フィヒテンシュトラッセ 1 6

審査官 佐々木 正章

(56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 1 8 0 8 6 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F02D 41/00

F02D 45/00