

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6698580号
(P6698580)

(45) 発行日 令和2年5月27日(2020.5.27)

(24) 登録日 令和2年5月1日(2020.5.1)

(51) Int. Cl. F 1
FO2D 41/04 (2006.01) FO2D 41/04
FO2D 41/34 (2006.01) FO2D 41/34

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2017-85100 (P2017-85100)	(73) 特許権者	509186579 日立オートモティブシステムズ株式会社 茨城県ひたちなか市高場2520番地
(22) 出願日	平成29年4月24日 (2017.4.24)	(74) 代理人	100129425 弁理士 小川 護晃
(65) 公開番号	特開2018-184835 (P2018-184835A)	(74) 代理人	100087505 弁理士 西山 春之
(43) 公開日	平成30年11月22日 (2018.11.22)	(74) 代理人	100168642 弁理士 関谷 充司
審査請求日	平成31年3月7日 (2019.3.7)	(72) 発明者	神田 高輔 群馬県伊勢崎市柏川町1671番地1 日 立オートモティブシステムズ株式会社内
		(72) 発明者	村井 淳 群馬県伊勢崎市柏川町1671番地1 日 立オートモティブシステムズ株式会社内 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置及び制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の吸気管内に燃料を噴射する燃料噴射弁を制御する制御装置であって、
 前記制御装置は、
 前記燃料噴射弁の噴射終了時期を設定する噴射終了時期設定手段と、
 前記噴射終了時期に燃料噴射を終了する開弁指令信号を前記燃料噴射弁に出力する指令
 出力手段と、
 を有し、
 前記噴射終了時期設定手段は、
 前記噴射終了時期を、吸気上死点後の所定クランク角領域の範囲内において、前記内燃
 機関の負荷が高くなるほど進角した時期で、かつ、前記燃料噴射弁の噴霧粒径が小さいほ
 ど遅角した時期に設定する、
 内燃機関の制御装置。

【請求項2】

前記噴射終了時期設定手段は、前記噴射終了時期を、前記所定クランク角領域の範囲内
 において、前記燃料噴射弁に供給される燃料の圧力が高いほど遅角した時期に設定する、
 請求項1記載の内燃機関の制御装置。

【請求項3】

前記所定クランク角領域は、吸気上死点から吸気上死点後90degまでの範囲である、
 請求項1又は請求項2記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 4】

前記噴射終了時期設定手段は、
 前記吸気管から筒内に流入する壁流流入量が前記内燃機関の負荷変化に応じて増大することを抑制するように前記噴射終了時期を設定する、
 請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 つに記載の内燃機関の制御装置。

【請求項 5】

内燃機関の吸気管内に燃料を噴射する燃料噴射弁を制御する制御方法であって、
 前記内燃機関の負荷を検出するステップと、
前記燃料噴射弁の噴射終了時期を、吸気上死点後の所定クランク角領域の範囲内において、前記内燃機関の負荷が高くなるほど進角した時期で、かつ、前記燃料噴射弁の噴霧粒径が小さいほど遅角した時期に設定するステップと、
 前記噴射終了時期に燃料噴射を終了する開弁指令信号を前記燃料噴射弁に出力するステップと、
 を含む、内燃機関の制御方法。

10

【請求項 6】

内燃機関の吸気管内に燃料を噴射する燃料噴射弁を制御する制御装置であって、
前記制御装置は、
前記燃料噴射弁の噴射終了時期を設定する噴射終了時期設定手段と、
前記噴射終了時期に燃料噴射を終了する開弁指令信号を前記燃料噴射弁に出力する指令出力手段と、
を有し、
前記噴射終了時期設定手段は、
前記噴射終了時期を、吸気上死点後の所定クランク角領域の範囲内において、前記内燃機関の負荷変化に応じて変化させ、かつ、前記燃料噴射弁の噴霧粒径に応じて異なる時期に設定する、
内燃機関の制御装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の吸気管内に燃料を噴射する燃料噴射弁を制御する制御装置及び制御方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 に開示される内燃機関の燃料供給制御装置は、吸入空気量が少ないときには吸気行程に同期させて燃料噴射弁から燃料を供給させ、吸入空気量が多いときには吸気行程が開始する前に燃料供給を完了させる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2002 - 235580 号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、内燃機関の吸気管内に燃料を噴射する燃料噴射弁を制御する制御装置が、機関負荷に応じて噴射時期を進角、遅角させる場合、噴射時期の過進角、過遅角によって吸気バルブの傘部や吸気ポート壁面に燃料の厚い液膜が形成され、吸気バルブの開弁後に燃料が壁流として筒内に流入してボアに付着し、ボアに付着した燃料が蒸し焼き状態となることで粒子状物質の排出粒子数 PN が増え排気性状が悪化することがあった。

【0005】

本発明は、従来の実情に鑑みてなされたものであり、その目的は、噴射終了時期の設定

50

によって排気性状を改善できる、内燃機関の制御装置及び制御方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明によれば、その1つの態様において、内燃機関の吸気管内に燃料を噴射する燃料噴射弁の噴射終了時期を、吸気上死点後の所定クランク角領域の範囲内において、内燃機関の負荷が高くなるほど進角した時期で、かつ、燃料噴射弁の噴霧粒径が小さいほど遅角した時期に設定する。

【発明の効果】

【0007】

上記発明によると、噴射終了時期の適正化により内燃機関の排気性状を改善できる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の実施形態における内燃機関のシステム構成図である。

【図2】本発明の実施形態における噴射終了時期の設定処理を示すフローチャートである。

【図3】本発明の実施形態における機関負荷と噴射終了時期との相関を示す線図である。

【図4】高負荷時の過進角によって壁流流入量が増える状況を説明するための図である。

【図5】低負荷時の過遅角によって壁流流入量が増える状況を説明するための図である。

【図6】低負荷時における壁流流入量、排出粒子数PNと噴射終了時期との相関を示す線図である。

【図7】高負荷時における壁流流入量、排出粒子数PNと噴射終了時期との相関を示す線図である。

【図8】本発明の実施形態における遅角補正值HIETD1のテーブルを示す図である。

【図9】本発明の実施形態における噴霧粒径と噴射タイミングとの相関を示す図である。

【図10】高負荷時における排出粒子数PN、充填効率、ノック限界点火時期と噴射終了時期との相関を示す線図である。

【図11】本発明の実施形態における燃圧と噴射終了時期との相関を示す線図である。

【図12】本発明の実施形態における燃圧と噴射タイミングとの相関を示す図である。

【図13】低負荷時における噴霧粒径SMD、排出粒子数PN、未燃燃料HCと燃圧設定値との相関を示す線図である。

【図14】高負荷時における噴霧粒径SMD、排出粒子数PN、未燃燃料HCと燃圧設定値との相関を示す線図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明に係る内燃機関の制御装置及び制御方法の実施形態を図面に基づいて説明する。

図1は、本発明に係る制御装置及び制御方法を適用する内燃機関の一態様を示す図である。

【0010】

図1に示す内燃機関1は、車両用の火花点火ガソリン機関であり、機関本体1aに点火装置4、燃料噴射弁5などを備える。

燃料噴射弁5は、吸気バルブ19の傘部付近を指向して燃料を吸気管2a内に噴射する。つまり、図1に示す内燃機関1は、燃料噴射弁5が吸気管2a内に燃料を噴射する所謂ポート噴射式内燃機関である。

【0011】

エアークリーナ7を介して吸入される空気は、電制スロットル8のスロットルバルブ8aで流量を調節された後、燃料噴射弁5から吸気管2a内に噴射される燃料と混合して燃焼室10に吸引される。

電制スロットル8は、スロットルモータ8bでスロットルバルブ8aを開閉する装置で

10

20

30

40

50

あり、スロットルバルブ 8 a の開度 T P S に対応する信号を出力するスロットル開度センサ 8 c を備える。

【 0 0 1 2 】

回転数検出装置 6 は、リングギア 1 4 の突起を検出することで、クランクシャフト 1 7 の所定回転角毎に回転角 N E の信号を出力する。

水温センサ 1 5 は、機関本体 1 a に設けられたウォータジャケット 1 8 内の冷却水の温度（以下、水温 T W と称する）に対応する信号を出力する。

【 0 0 1 3 】

流量検出装置 9 は、電制スロットル 8 の上流側に配置され、内燃機関 1 の吸入空気流量 Q A R に対応する信号を出力する。

10

また、排気管 3 a に配置される排気浄化触媒装置 1 2 は、内燃機関 1 の排気を浄化する。

【 0 0 1 4 】

空燃比センサ 1 1 は、排気浄化触媒装置 1 2 の上流側の排気管 3 a に配置され、排気空燃比 R A B F（酸素濃度）に対応する信号を出力する。

また、排気温度センサ 1 6 は、排気浄化触媒装置 1 2 の上流側の排気管 3 a に配置され、排気浄化触媒装置 1 2 の入口での排気温度 T E X（ ）に対応する信号を出力する。

【 0 0 1 5 】

燃料噴射弁 5 には燃料供給装置 3 1 によって燃料が所定圧力に調整されて供給される。

燃料供給装置 3 1 は、燃料タンク 3 2、電動式の燃料ポンプ 3 3、プレッシャレギュレータ 3 4、燃料供給配管 3 5、燃料リターン配管 3 6、燃圧センサ 3 7 を含んで構成される。

20

【 0 0 1 6 】

燃料ポンプ 3 3 は、燃料タンク 3 2 内の燃料を吸引し、燃料供給配管 3 5 を介して燃料噴射弁 5 に燃料を圧送する。燃料リターン配管 3 6 は、一端が燃料供給配管 3 5 の途中に接続され、他端が燃料タンク 3 2 内に開放され、オリフィスを介して燃料を燃料タンク 3 2 に戻すプレッシャレギュレータ 3 4 が介装される。

燃料噴射弁 5 に供給される燃料の圧力は燃圧センサ 3 7 で検出され、燃圧センサ 3 7 による燃圧検出値に応じた燃料ポンプ 3 3 の駆動電圧の制御によって、燃料噴射弁 5 に供給される燃料の圧力が可変に設定される。

30

【 0 0 1 7 】

マイクロコンピュータを内蔵する制御装置 1 3 は、前述した各種センサから出力される、開度 T P S、吸入空気流量 Q A R、回転角 N E、水温 T W、排気空燃比 R A B F、排気温度 T E X、燃圧 P F などのセンサ信号を取り込む。

そして、制御装置 1 3 は、取り込んだセンサ信号に基づき燃料噴射パルス幅 T I（燃料噴射量）及び噴射タイミングを演算し、噴射タイミングにて燃料噴射パルス幅 T I（ms）に応じた開弁指令信号を燃料噴射弁 5 に出力する機能（指令出力手段）を有する。

【 0 0 1 8 】

更に、制御装置 1 3 は、点火装置 4、電制スロットル 8、燃料ポンプ 3 3 にも指令信号を出力し、点火装置 4 の点火時期、スロットルバルブ 8 a の開度、燃料噴射弁 5 の燃圧を制御して、内燃機関 1 の運転を制御する。

40

制御装置 1 3 は、データ（各種センサの計測結果や各種装置に出力する操作量）の入出力を行うために、アナログ入力回路 2 0、A / D 変換回路 2 1、デジタル入力回路 2 2、出力回路 2 3 及び I / O 回路 2 4 を備える。

【 0 0 1 9 】

また、制御装置 1 3 は、データの演算処理を行うために、M P U（Microprocessor Unit）2 6、R O M（Read Only Memory）2 7、R A M（Random Access Memory）2 8 を含むマイクロコンピュータを備える。

アナログ入力回路 2 0 には、吸入空気流量 Q A R、開度 T P S、排気空燃比 R A B F、排気温度 T E X、水温 T W、及び、燃圧 P F などのセンサ信号が入力される。

50

アナログ入力回路 20 に入力された各種信号は、それぞれ A/D 変換回路 21 に供給されてデジタル信号に変換され、バス 25 上に出力される。

【0020】

また、デジタル入力回路 22 に入力された回転角 NE の信号は、I/O 回路 24 を介してバス 25 上に出力される。

バス 25 には、MPU 26、ROM 27、RAM 28、タイマ/カウンタ (TMR/CNT) 29 等が接続されている。そして、MPU 26、ROM 27、RAM 28 は、バス 25 を介してデータの授受を行う。

【0021】

MPU 26 には、クロックジェネレータ 30 からクロック信号が供給され、MPU 26 は、クロック信号に同期して様々な演算や処理を実行する。

ROM 27 は、例えばデータの消去と書き換えが可能な EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) で構成され、制御装置 13 を動作させるためのプログラム、設定データ及び初期値などを記憶する。

【0022】

ROM 27 が記憶する情報は、バス 25 を介して RAM 28 及び MPU 26 に読み込まれる。

RAM 28 は、MPU 26 による演算結果や処理結果を一時的に記憶する作業領域として用いられる。

【0023】

なお、タイマ/カウンタ 29 は、時間の測定や様々な回数の測定などに用いられる。

MPU 26 による演算結果や処理結果は、バス 25 上に出力された後、I/O 回路 24 を介して出力回路 23 から点火装置 4、燃料噴射弁 5、電制スロットル 8、燃料ポンプ 3 などに供給される。

【0024】

制御装置 13 は、燃料噴射弁 5 の制御において、内燃機関 1 の運転条件に基づき噴射終了時期 IET 及び燃料噴射パルス幅 TI (ms) を演算し、更に、燃料噴射パルス幅 TI のクランク角度換算値と噴射終了時期 IET とに基づき噴射開始時期 IST を演算する。

そして、制御装置 13 は、噴射開始時期 IST を回転角 NE の信号などに基づき検出し、燃料噴射パルス幅 TI の開弁指令信号を燃料噴射弁 5 に出力する。

なお、噴射終了時期 IET 及び噴射開始時期 IST は、吸気上死点 (吸気 TDC) を基準位置とするクランク角度で表される。

【0025】

図 2 は、制御装置 13 による噴射終了時期 IET の設定処理の手順 (噴射終了時期設定手段としての機能) を示すフローチャートである。

制御装置 13 は、ステップ S101 で、基本噴射終了時期 IETb を内燃機関 1 の負荷に基づき演算する。

【0026】

ここで、制御装置 13 は、内燃機関 1 の負荷を示す状態量として、燃料噴射パルス幅 TI、シリンダ吸入空気量、スロットル開度、吸気負圧などを求め、これらに基づき基本噴射終了時期 IETb を設定する。

図 3 は、機関負荷と基本噴射終了時期 IETb との相関の一態様を示す線図であり、制御装置 13 は、図 3 に示す相関にしたがって機関負荷に基づき基本噴射終了時期 IETb を演算する。

【0027】

図 3 に示すように、制御装置 13 は、基本噴射終了時期 IETb を、吸気上死点後のクランク角領域内で内燃機関 1 の負荷が高くなるほど進角した時期に設定する。

ここで、基本噴射終了時期 IETb は、吸気管 2a から筒内に流入する壁流流入量が内燃機関 1 の負荷変化に応じて増大することを抑制するように、実験やシミュレーションなどに基づき予め適合されたものである。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

壁流流入量は、同一の機関負荷状態で噴射終了時期 I E T を進角・遅角変化させたときに減少変化から増大変化に切り替わるところ（極小）が存在し、壁流流入量が極小値となる噴射終了時期 I E T から噴射終了時期 I E T を過進角、過遅角すると壁流流入量は増大する。また、壁流流入量が極小値となる噴射終了時期 I E T は、機関負荷が高いほどより進角した時期になる。

【 0 0 2 9 】

そこで、制御装置 1 3 は、機関負荷毎に壁流流入量が極小値近傍の値となる噴射終了時期 I E T をトレースするように定められた機関負荷と基本噴射終了時期 I E T b との相関に基づき基本噴射終了時期 I E T b を決定するものであり、壁流流入量が極小値となる噴射終了時期 I E T は機関負荷が高いほどより進角した時期になることから、基本噴射終了時期 I E T b は、内燃機関 1 の負荷が高くなるほど進角した時期に設定される。

10

【 0 0 3 0 】

換言すれば、壁流流入量が極小値近傍の値となる噴射終了時期 I E T の設定範囲、つまり、壁流流入量を極小値近傍に抑えるための噴射終了時期 I E T の進角限界及び遅角限界が実験やシミュレーションなどによって予め定められ、制御装置 1 3 は、係る設定範囲内で基本噴射終了時期 I E T b を機関負荷に応じて変化させるように構成される。

【 0 0 3 1 】

吸気管 2 a から筒内に流入する燃料壁流は、シリンダボアなどに付着して混合気の燃焼時に蒸し焼き状態になることで、粒子状物質の排出粒子数 P N を増やし、内燃機関 1 の排気性状を悪化させる要因になる。

20

したがって、制御装置 1 3 は、基本噴射終了時期 I E T b に基づき燃料噴射弁 5 の噴射時期を制御することで、壁流流入量、引いては、排出粒子数 P N を可及的に減らし、内燃機関 1 の排気性状を改善することができる。

【 0 0 3 2 】

以下で、噴射終了時期 I E T と壁流流入量との相関を詳細に説明する。

図 4 は、内燃機関 1 の高負荷状態で壁流流入量が増える状況を説明するための図であり、また、図 5 は、内燃機関 1 の低負荷状態で壁流流入量が増える状況を説明するための図である。

【 0 0 3 3 】

内燃機関 1 の高負荷状態で噴射終了時期 I E T が過剰に進角されると、吸気バルブ 1 9 が閉じられている間に吸気バルブ 1 9 の傘部に向けて噴射される燃料が多くなり、その結果、吸気バルブ 1 9 の傘部に液状に付着する燃料量が多くなって厚い液膜を形成する。

30

一方、内燃機関 1 の低負荷状態で噴射終了時期 I E T が過剰に遅角されると、吸気バルブ 1 9 が開いている間に吸気バルブ 1 9 を指向して噴射された燃料が吸気流動によって偏向し、吸気ポートに液状に付着する燃料量が多くなって厚い液膜を形成する。

【 0 0 3 4 】

上記のようにして、吸気バルブ 1 9 の傘部や吸気ポートに厚く付着した燃料は、吸気バルブ 1 9 が開いたときにそのまま壁流として筒内に流入し、シリンダボアなどに付着する。そして、シリンダボアに付着した燃料は、燃焼室内で混合気が燃焼するときに蒸し焼き状態になり、これが粒子状物質の排出粒子数 P N を増やす要因となる。

40

そこで、本発明者等は、壁流流入量及び排出粒子数 P N と噴射終了時期 I E T との相関を解析し、排出粒子数 P N を可及的に少なくできる噴射終了時期 I E T の特性を求めた。

【 0 0 3 5 】

図 6 は、内燃機関 1 をアイドル付近の低負荷で暖機運転させたときの排出粒子数 P N [N/cc] と噴射終了時期 I E T [degATDC] との相関及び壁流流入量 [mg] と噴射終了時期 I E T [degATDC] との相関を示す。

アイドル付近の低負荷では、噴射終了時期 I E T が概ね吸気上死点後 3 0 deg から 9 0 deg の間（ 3 0 degATDC - 9 0 degATDC ）であるときに壁流流入量が最も少なくなり、この壁流流入量が最も少なくなる噴射終了時期 I E T であるときに排出粒子数 P N が最も

50

小さくなる傾向を示した。

【0036】

一方、図7は、内燃機関1を暖機後にスロットル全開の高負荷(全負荷)で運転させたときの排出粒子数PNと噴射終了時期IETとの相関及び壁流流入量と噴射終了時期IETとの相関を示す。

スロットル全開の高負荷では、噴射終了時期IETをアイドルで壁流流入量及び排出粒子数PNが少なくなる90degATDCとすると、アイドルのときよりも壁流流入量及び排出粒子数PNが大きくなるが、噴射終了時期IETを90degATDCから進角させるにしたがって壁流流入量及び排出粒子数PNが低下する傾向を示した。

【0037】

そして、スロットル全開の高負荷では、噴射終了時期IETを吸気上死点後60deg(60degATDC)まで進角させたときにアイドルでの最小量付近にまで壁流流入量が抑えられ、更に噴射終了時期IETを吸気上死点(0degATDC)まで進角させたときに壁流流入量が最も小さくなり、吸気上死点前の領域では噴射終了時期IETを進角させるほど、壁流流入量が増大する傾向を示した。

更に、本発明者等は、スロットル全開の高負荷(全負荷)において、噴射終了時期IETを吸気上死点後から吸気上死点に近づけるにしたがって未燃燃料(HC)の排出量が低下するものの、噴射終了時期IETを吸気上死点前に設定しても、噴射終了時期IETを吸気上死点としたときに比べて未燃燃料(HC)の排出量に有意な差が発生しないことを見出した。

【0038】

一方、制御装置13は、噴射終了時期IETが進角するほどより早い時点で燃料噴射パルス幅TIを確定する必要が生じ、負荷変化に対する燃料噴射パルス幅TIの追従遅れが大きくなって、過渡的に空燃比ずれが生じる可能性がある。つまり、制御装置13による燃料噴射パルス幅TIの制御応答は、噴射終了時期IETを進角させるほど低下することになる。

このように、吸気上死点前の噴射終了時期IETは、未燃燃料(HC)の低減に有意に作用するとは言えず、また、燃料噴射パルス幅TIの制御応答の点からは噴射終了時期IETの過度の進角は好ましくない。

【0039】

したがって、スロットル全開の高負荷で、噴射終了時期IETを吸気TDCから吸気TDC後60degの間(0degATDC - 60degATDC)に設定すれば、未燃燃料(HC)の排出量を可及的に抑えつつ、アイドル時と同等以下に壁流流入量及び排出粒子数PNを低減でき、また、燃料噴射パルス幅TIの制御応答の低下を抑制できることになる。

以上のようにして、本発明者等は、アイドル付近の低負荷では噴射終了時期IETを30degATDC - 90degATDCの間に設定し、スロットル全開の高負荷では、噴射終了時期IETを0degATDC - 60degATDCの間にまで進角させることで、未燃燃料(HC)の排出量を抑えつつ、壁流流入量及び排出粒子数PNを可及的に低減できるという解析結果を得た。

【0040】

したがって、アイドル付近の低負荷からスロットル全開の高負荷までの間の中間負荷領域では、機関負荷の増大に応じて30degATDC - 90degATDCの範囲から0degATDC - 60degATDCの範囲に向けて噴射終了時期IETの設定範囲を徐々に進角させることで、全ての負荷条件で、壁流流入量及び排出粒子数PNを可及的に低減することが可能である。

つまり、図3において、アイドル付近の低負荷での噴射終了時期IETの遅角限界である90degATDCを示す点と、スロットル全開の高負荷での噴射終了時期IETの遅角限界である60degATDCを示す点とを結んだ線が、各負荷条件で壁流流入量及び排出粒子数PNを抑えることができる噴射終了時期IETの遅角限界となる。

【0041】

また、図3において、アイドルリング付近の低負荷での噴射終了時期 I E T の進角限界である 30 degATDC を示す点と、スロットル全開の高負荷での噴射終了時期 I E T の進角限界である吸気上死点 (0 degATDC) を示す点とを結んだ線が、各負荷条件での噴射終了時期 I E T の進角限界となる。

そして、制御装置 13 は、噴射終了時期 I E T の遅角限界と噴射終了時期 I E T の進角限界とで挟まれる範囲内で、噴射終了時期 I E T を機関負荷の増大に応じて噴射終了時期 I E T を進角させることで、壁流流入量及び排出粒子数 P N を可及的に低減できることになる。

【0042】

換言すれば、制御装置 13 は、吸気 T D C から A T D C 90 deg までのクランク角範囲内で機関負荷の増大に応じて噴射終了時期 I E T を進角させることで、未燃燃料 (H C) の排出量を抑えつつ、壁流流入に因る排出粒子数 P N を可及的に低減できる。

図3に示す例では、制御装置 13 は、遅角限界と進角限界とで挟まれる範囲内の進角限界近傍のクランク角を基本噴射終了時期 I E T b に設定する。

但し、進角限界近傍のクランク角を基本噴射終了時期 I E T b に設定する構成に限定されず、制御装置 13 は、遅角限界と進角限界とで挟まれる範囲内で、機関負荷の増大に応じて基本噴射終了時期 I E T b を進角させる種々の特性を採用できる。

【0043】

制御装置 13 は、ステップ S 101 で基本噴射終了時期 I E T b を設定すると、ステップ S 102 に進み、燃料噴射弁 5 の噴霧粒径に応じて基本噴射終了時期 I E T b の遅角補正值 H I E T D 1 を設定する。

基本噴射終了時期 I E T b は、基準とする燃料噴射弁での噴霧粒径に適合させた値であるのに対し、係る基準燃料噴射弁とは異なる噴霧粒径の燃料噴射弁 5 が採用された場合、噴射終了時期 I E T の最適値が異なるようになる。

【0044】

そこで、制御装置 13 のメモリには、複数の異なる噴霧粒径毎 (複数型式の燃料噴射弁毎) に遅角補正值 H I E T D 1 を記憶したテーブルが備えられ、制御装置 13 は、外部から与えられた噴霧粒径 (燃料噴射弁の型式) の情報に基づき、遅角補正值 H I E T D 1 を設定する。

ここで、燃料噴射弁 5 の噴霧粒径が小さいほど、燃料噴霧が吸気流動に流されてシリンダボアに付着する燃料が減るので、噴射終了時期 I E T を遅らせても排出粒子数 P N の悪化を抑制できる一方、噴射終了時期 I E T を遅らせることで燃料の筒内直入率が向上して燃焼室温度の低下が促進され、ノッキングが改善される。

【0045】

そこで、複数の異なる噴霧粒径毎に遅角補正值 H I E T D 1 を記憶したテーブルは、噴霧粒径が小さいほど基本噴射終了時期 I E T b をより遅角させよう設定される。

図8は、複数の異なる噴霧粒径毎に遅角補正值 H I E T D 1 を記憶したテーブルの一態様を示し、図9は、遅角補正值 H I E T D 1 を適用した結果としての噴射終了時期 I E T の一態様を示す。

【0046】

図8に示した遅角補正值 H I E T D 1 のテーブルは、噴霧粒径が大中小の3種類に分けられ、大中小の噴霧粒径毎に遅角補正值 H I E T D 1 が設定され、噴霧粒径「小」のときに遅角補正值 H I E T D 1 1 が最も大きく基本噴射終了時期 I E T b が最も遅角側の時期に補正され、噴霧粒径「大」のときに遅角補正值 H I E T D 1 3 が最も小さく基本噴射終了時期 I E T b が最も進角側の時期に補正される。

【0047】

なお、基本噴射終了時期 I E T b が、例えば図8のテーブルの噴霧粒径「大」に適合している場合、噴霧粒径「大」での遅角補正值 H I E T D 1 3 を零として実質的に補正が行われなようにし、噴霧粒径「中」での遅角補正值 H I E T D 1 2 は基本噴射終了時期 I E T b を遅角補正し、噴霧粒径「小」での遅角補正值 H I E T D 1 1 は、噴霧粒径「中」

10

20

30

40

50

のときよりも基本噴射終了時期 I E T b をより大きく遅角させる値とする。

【 0 0 4 8 】

また、基本噴射終了時期 I E T b が、例えば図 8 のテーブルの噴霧粒径「中」に適合している場合、噴霧粒径「中」での遅角補正值 H I E T D 1 2 を零として実質的に補正が行われないようにし、噴霧粒径「小」での遅角補正值 H I E T D 1 1 は基本噴射終了時期 I E T b を遅角補正し、噴霧粒径「大」での遅角補正值 H I E T D 1 3 は、基本噴射終了時期 I E T b を進角させる値とする。

【 0 0 4 9 】

そして、遅角補正值 H I E T D 1 を適用した結果としての噴射終了時期 I E T は、図 9 に示すように、噴霧粒径「小」であるときに吸気 T D C 後のクランク角領域内で最も遅くなり、噴霧粒径「大」であるときに吸気 T D C 後のクランク角領域内で最も早くなり、噴霧粒径「中」であるときは、噴霧粒径「小」での噴射終了時期 I E T と、噴霧粒径「大」での噴射終了時期 I E T との間の噴射終了時期 I E T に設定される。

10

【 0 0 5 0 】

図 1 0 は、噴霧粒径が小さいほど噴射終了時期 I E T を遅角させる処理の効果を説明するための図であり、高負荷での噴射終了時期 I E T に対する充填効率、排出粒子数 P N の変化を例示する。

図 1 0 に示すように、噴霧粒径が小さくなると吸気上死点後の噴射終了時期 I E T での排出粒子数 P N が低減され、また、噴射終了時期 I E T を遅らせることで燃料の筒内直入率が向上して燃焼室温度の低下が促進され、その結果、充填効率が改善されるとともにノッキングが発生し難くなって点火時期をより進角できるようになる。

20

【 0 0 5 1 】

次いで、制御装置 1 3 は、ステップ S 1 0 3 で、制御対象の燃料噴射弁 5 に供給される燃料の圧力が可変であるか否か、換言すれば、内燃機関 1 が可変燃圧システムを備えているか否かを判別する。

本実施形態の内燃機関 1 は可変燃圧システムを備えており、制御装置 1 3 は、ステップ S 1 0 4 に進み、可変燃圧システムにおける燃圧設定値（目標燃圧値）に応じて基本噴射終了時期 I E T b の遅角補正值 H I E T D 2 を設定する。

【 0 0 5 2 】

ここで、燃圧設定値が高いほど燃料噴射弁 5 の噴霧粒径が小さくなり、燃料噴射弁 5 の噴霧粒径が小さいほど、燃料噴霧が吸気流動に流されてシリンダボアに付着する燃料が減るので、噴射終了時期 I E T を遅らせても排出粒子数 P N の悪化を抑制できる一方、噴射終了時期 I E T を遅らせることで燃料の筒内直入率が向上して燃焼室温度の低下が促進され、ノッキングが改善される。

30

そこで、制御装置 1 3 は、燃圧設定値が高いほど基本噴射終了時期 I E T b をより遅角させる遅角補正值 H I E T D 2 を設定することで、充填効率を改善し、点火時期をより進角できるようにする。

【 0 0 5 3 】

図 1 1 及び図 1 2 は、基本噴射終了時期 I E T b を遅角補正值 H I E T D 2 で補正したときの燃圧設定値による噴射タイミングの違いを例示する図である。

40

図 1 1 及び図 1 2 に示すように、制御装置 1 3 は、燃圧設定値が高いときは、低いときに比べ、吸気 T D C から A T D C 9 0 deg までのクランク角範囲内で噴射終了時期 I E T をより遅角させる。

【 0 0 5 4 】

図 1 3 は、内燃機関 1 をアイドル付近の低負荷で暖機運転させたときの燃圧設定値の違いによる噴霧粒径 S M D、排出粒子数 P N、未燃燃料 H C の違いを例示する図である。

この図 1 3 に示すように、内燃機関 1 をアイドル付近の低負荷で暖機運転させるときに、燃圧設定値を高くすることで噴霧粒径 S M D が小さくなり、噴霧粒径 S M D が小さくなることで排出粒子数 P N が低減される一方、噴霧粒径 S M D の低下は未燃燃料 H C の

50

改善に寄与しない結果となった。

つまり、内燃機関1をアイドル付近の低負荷で暖機運転させるときでも、燃圧設定値を高くすれば噴霧粒径SMDが小さくなり、排出粒子数PNを改善できる。

【0055】

図14は、内燃機関1を暖機後にスロットル全開の高負荷(全負荷)で運転させたときの燃圧設定値の違いによる噴霧粒径SMD、排出粒子数PN、未燃燃料HCの違いを例示する図である。

この図14に示すように、内燃機関1を暖機後にスロットル全開の高負荷(全負荷)で運転させる場合も、燃圧設定値を高くすることで噴霧粒径SMDが小さくなり、噴霧粒径SMDが小さくなることで排出粒子数PNが低減される一方、噴霧粒径SMDの低下は未燃燃料HCの改善に寄与しない結果となった。

10

なお、内燃機関1が可変燃圧システムを備えていない場合、つまり、燃圧設定値が固定である場合、制御装置13は、ステップS105で遅角補正值HIED2を零に設定し、遅角補正值HIED2による基本噴射終了時期IETbの補正をキャンセルする。

【0056】

制御装置13は、上記のようにして、基本噴射終了時期IETb、遅角補正值HIED1、遅角補正值HIED2を設定すると、ステップS106で、基本噴射終了時期IETbを遅角補正值HIED1及び遅角補正值HIED2で補正した結果を、最終的な噴射終了時期IET(IET = IETb + HIED1 + HIED2)に設定する。

そして、制御装置13は、噴射終了時期IETと燃料噴射パルス幅TIのクランク角換算値とから噴射開始時期ISTを求め、噴射開始時期ISTにて燃料噴射パルス幅TIの開弁指令信号(噴射パルス信号)を燃料噴射弁5に出力することで、燃料噴射弁5による燃料噴射を噴射終了時期IETで終了させる。

20

以上のように、本実施形態によると、制御装置13は、噴射終了時期を吸気上死点後のクランク角領域内で前記内燃機関の負荷が高くなるほど進角した時期に設定することで、内燃機関の排気性状、詳しくは排出粒子数PNを低減する。

【0057】

上記実施形態で説明した各技術的思想は、矛盾が生じない限りにおいて、適宜組み合わせることができる。

また、好ましい実施形態を参照して本発明の内容を具体的に説明したが、本発明の基本的技術思想及び教示に基づいて、当業者であれば、種々の変形態様を採り得ることは自明である。

30

例えば、制御装置13は、燃料噴射弁5の噴霧粒径(燃料噴射弁5の種別)に応じた噴射終了時期IETの補正と燃圧設定値に応じた噴射終了時期IETの補正との一方若しくは双方を省略することができる。

【0058】

また、制御装置13は、機関負荷に応じて設定した基本噴射終了時期IETbを、内燃機関1の温度を代表する冷却水温度に応じて補正することができ、詳細には、冷却水温度が高いほど(燃料噴霧が気化し易いほど)噴射終了時期IETを吸気TDCからATDC90degまでのクランク角範囲内でより遅角させることができる。

40

また、内燃機関1が、例えば特開2017-40563号公報に開示されるような粒子状物質検出センサを備える場合、制御装置13は、機関負荷に応じて設定した基本噴射終了時期IETbを粒子状物質検出センサによって検出された粒子状物質に基づき補正したり、粒子状物質検出センサによって検出された粒子状物質に基づき機関負荷と基本噴射終了時期IETbとの相関を変更する学習処理を実施したりすることができる。

【0059】

ここで、上述した実施形態から把握し得る技術的思想について、以下に記載する。

内燃機関の制御装置は、その一態様として、内燃機関の吸気管内に燃料を噴射する燃料噴射弁を制御する制御装置であって、前記制御装置は、前記燃料噴射弁の噴射終了時期を設定する噴射終了時期設定手段と、前記噴射終了時期に燃料噴射を終了する開弁指令信号

50

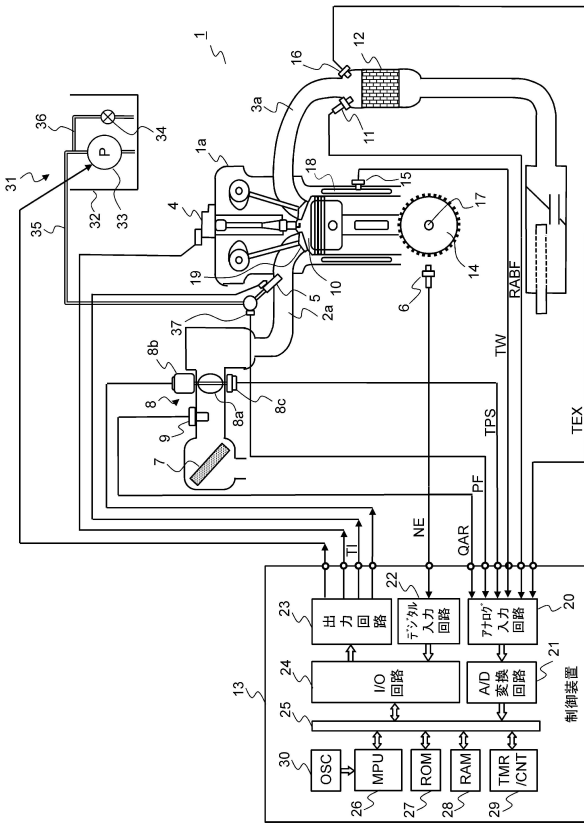
を前記燃料噴射弁に出力する指令出力手段と、を有し、前記噴射終了時期設定手段は、前記噴射終了時期を、吸気上死点からA T D C 9 0 degまでのクランク角範囲内で前記内燃機関の負荷が高くなるほど進角した時期に設定する。

【符号の説明】

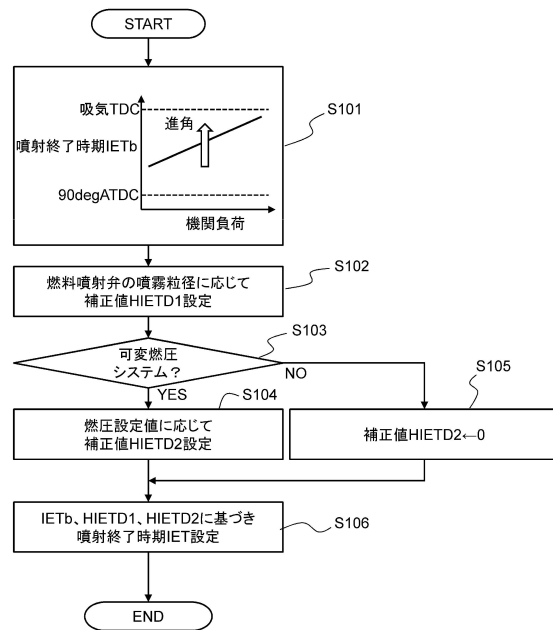
【 0 0 6 0 】

1 ... 内燃機関、 2 a ... 吸気管、 5 ... 燃料噴射弁、 1 3 ... 制御装置

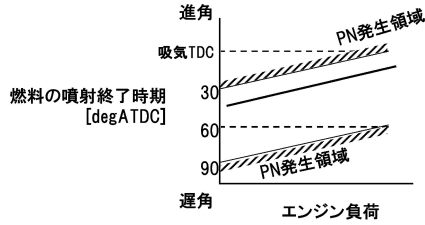
【 図 1 】



【 図 2 】

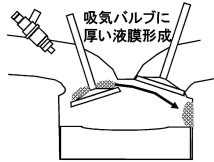


【図3】



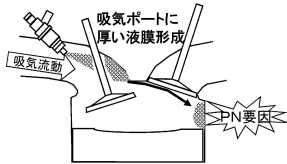
【図4】

高負荷時に燃料噴射時期を
進角させた場合

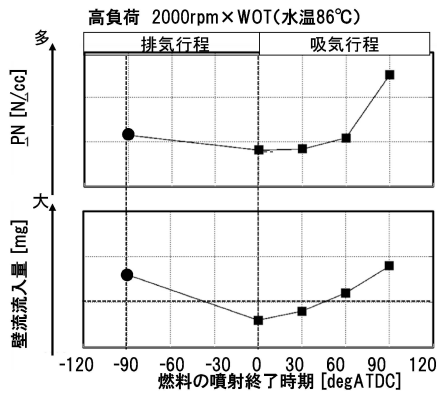


【図5】

低負荷時に燃料噴射時期を
遅角させた場合



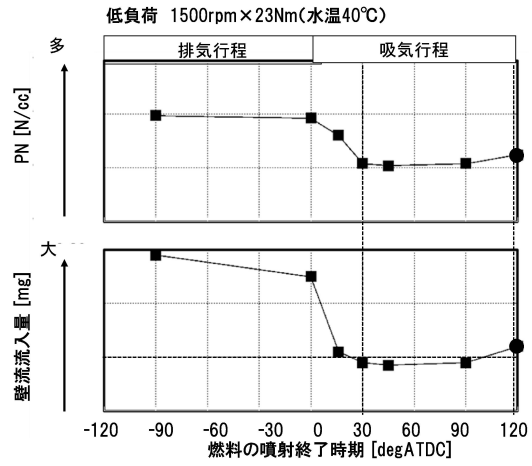
【図7】



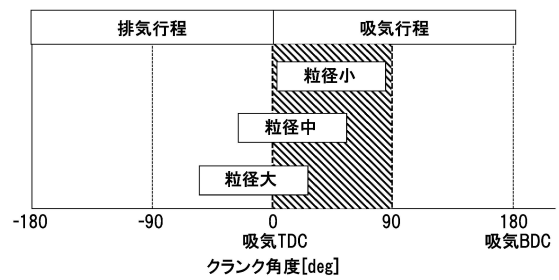
【図8】

粒径	噴射時期補正量
小	大
中	中
大	小

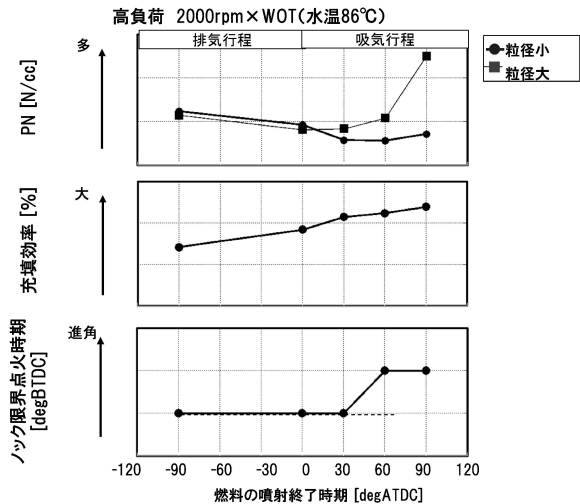
【図6】



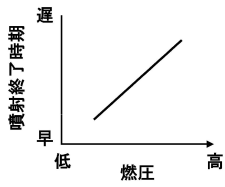
【図9】



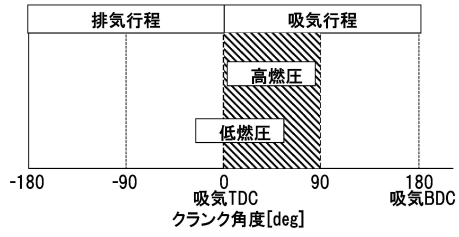
【図10】



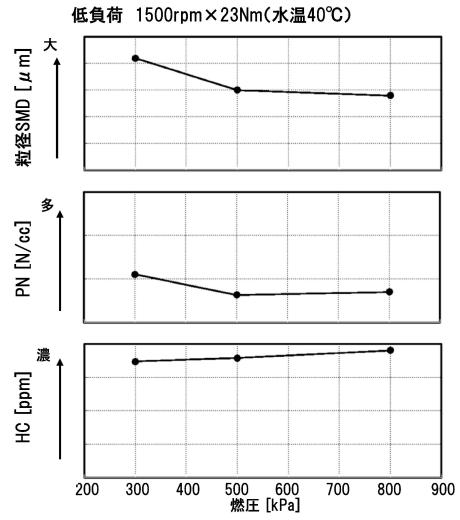
【図 1 1】



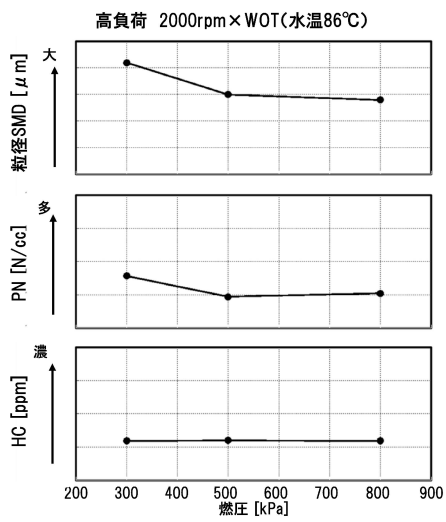
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



フロントページの続き

(72)発明者 中村 吉辰

群馬県伊勢崎市粕川町1671番地1 日立オートモティブシステムズ株式会社内

審査官 三宅 龍平

(56)参考文献 特開平11-148414(JP,A)

特開2015-059456(JP,A)

特開2000-310150(JP,A)

特開2007-315334(JP,A)

特開平07-238849(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D 1/00 - 45/00

F02P 5/145 - 5/155

F02M 1/00 - 99/00