

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4135643号
(P4135643)

(45) 発行日 平成20年8月20日 (2008. 8. 20)

(24) 登録日 平成20年6月13日 (2008. 6. 13)

(51) Int. Cl.

F 1

F O 2 D 41/04 (2006. 01)

F O 2 D 41/06 (2006. 01)

F O 2 D 41/04 3 3 5 Z

F O 2 D 41/04 3 3 O P

F O 2 D 41/06 3 3 O A

F O 2 D 41/06 3 3 5 Z

請求項の数 3 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2004-9922 (P2004-9922)
 (22) 出願日 平成16年1月19日 (2004. 1. 19)
 (65) 公開番号 特開2005-201186 (P2005-201186A)
 (43) 公開日 平成17年7月28日 (2005. 7. 28)
 審査請求日 平成18年1月27日 (2006. 1. 27)

(73) 特許権者 000003997
 日産自動車株式会社
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地
 (74) 代理人 100096459
 弁理士 橋本 剛
 (74) 代理人 100086232
 弁理士 小林 博通
 (74) 代理人 100092613
 弁理士 富岡 潔
 (72) 発明者 米谷 孝雄
 神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
 自動車株式会社内

審査官 中村 達之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 直噴火花点火式内燃機関の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

排気通路に排気浄化用の触媒を備える直噴火花点火式内燃機関において、
 燃料ポンプにより燃料噴射弁に供給される燃料圧力を検出する燃料圧力検出手段を備え

、
 触媒の暖機が要求されている時に、圧縮行程にて燃料を噴射し、圧縮行程での燃料噴射
 時期は、燃料圧力に応じて設定し、

燃料圧力が圧縮行程での最適噴射時期にて燃料噴射可能な所定値を超えたときは、燃料
 圧力に応じた燃料噴射時期の設定を停止して、圧縮行程後半での最適噴射時期にて燃料を
 噴射し、

燃料圧力が前記所定値以下のときは、燃料噴射時期を圧縮行程前半とし、燃料圧力の上
 昇に伴って燃料噴射時期を遅らせ、

燃料噴射量は、燃料噴射時期に応じて補正し、燃料噴射時期が早くなるほど、壁流の増
 大に合わせて、燃料噴射量を増量補正することを特徴とする直噴火花点火式内燃機関の制
 御装置。

【請求項 2】

燃料圧力に応じて、燃料噴射可能な遅角限界の燃料噴射時期を設定し、該遅角限界の燃
 料噴射時期にて燃料噴射を行うことを特徴とする請求項 1 記載の直噴火花点火式内燃機関
 。

【請求項 3】

燃料圧力に応じて、燃料噴射可能な噴射終了時期を設定し、該噴射終了時期に応じて燃料噴射量を補正し、該噴射終了時期と補正後の燃料噴射量とから噴射開始時期を設定することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の直噴火花点火式内燃機関の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、直噴火花点火式内燃機関の制御装置に関し、特に始動時及び始動直後など燃料圧力が低い場合にも好適な燃焼制御を可能とする制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、直噴火花点火式内燃機関において、燃料圧力が低いときは、吸気行程を主体として燃料噴射を行う吸気行程噴射を選択し、吸気行程内では設定された噴射量だけの燃料を噴射不可能な場合には、圧縮行程初期の許容期間内に限定して燃料噴射の継続を許可することが開示されている。

【特許文献 1】特開 2001-342873 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、始動時及び始動直後などの冷間時に吸気行程噴射を行うと、多くの燃料がシリンダ壁、ピストン冠面、吸気バルブ等に干渉し、壁流となることから、機関出口での HC 排出量が増大し、また排気通路に備えられる排気浄化用の触媒が活性化していないので、HC が還元されないまま排出されてしまう。

本発明は、このような実状に鑑み、始動時及び始動直後など燃料圧力が低いときでも圧縮行程噴射を行い得るようにして、HC 排出量を低減することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0004】

このため、本発明では、触媒の暖機が要求されている時に、圧縮行程にて燃料を噴射し、圧縮行程での燃料噴射時期は、燃料圧力に応じて設定し、

燃料圧力が圧縮行程での最適噴射時期にて燃料噴射可能な所定値を超えたときは、燃料圧力に応じた燃料噴射時期の設定を停止して、圧縮行程後半での最適噴射時期にて燃料を噴射し、

燃料圧力が前記所定値以下のときは、燃料噴射時期を圧縮行程前半とし、燃料圧力の上昇に伴って燃料噴射時期を遅らせ、

燃料噴射量は、燃料噴射時期に応じて補正し、燃料噴射時期が早くなるほど、壁流の増大に合わせて、燃料噴射量を増量補正する構成とする。

【発明の効果】

【0005】

本発明によれば、燃料圧力が低いときは、燃料噴射時期を筒内圧力の低い圧縮行程前半として、最低限の圧縮行程噴射を可能にする。そして、燃料圧力が次第に上昇すると、燃料噴射時期を遅らせても、筒内圧力に打ち勝って燃料噴射可能となるので、燃料圧力の上昇に伴って燃料噴射時期を遅らせ、最適噴射時期へ移行させる。従って、燃料圧力が低いときから圧縮行程噴射が可能となり、壁流の発生を極力少なくして、HC 排出量の低減を図ることができる。

また、燃料圧力が圧縮行程での最適噴射時期にて燃料噴射可能な所定値を超えた時は、燃圧に応じた燃料噴射時期の設定を停止して、圧縮行程後半での最適噴射時期にて燃料を噴射することにより、燃焼安定性を向上させることができる。この場合、燃焼安定性の向上することから、その分、点火時期を遅角でき、触媒の暖機促進のための排気温度上昇を図ることができる。

また、燃料噴射量は、燃料噴射時期に応じて補正し、燃料噴射時期が早いときほど、燃料噴射量を増量補正することにより、的確な壁流補正が可能となる。すなわち、圧縮行程

10

20

30

40

50

噴射の場合、吸気行程噴射に比べて壁流は大幅に減少するが、圧縮行程噴射でも噴射時期が早いほど、壁流が増大する傾向にあるので、その分、燃料噴射量を増量補正して、燃焼に寄与する燃料量を確保することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

以下に本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

図1は本発明の一実施形態を示すエンジン（直噴火花点火式内燃機関）のシステム図である。

エンジン1の吸気通路2には、吸入空気量を制御する電制スロットル弁3が設置されている。電制スロットル弁3は、エンジンコントロールユニット（以下ECUという）20からの信号により作動するステップモータ等により開度制御される。電制スロットル弁3の制御を受けた空気は、吸気バルブ4を介して、エンジン1の燃焼室5に吸入される。

【0007】

エンジン1の燃焼室5には、点火プラグ6と共に、燃料噴射弁7が設置されている。

燃料噴射弁7への燃料供給系について説明すると、燃料タンク8内の燃料は電動モータにより駆動される低圧燃料ポンプ9によって吸入され、この低圧燃料ポンプ9から吐出された低圧燃料はエンジン駆動される高圧燃料ポンプ10に供給される。低圧燃料ポンプ9から吐出されて高圧燃料ポンプ10に供給される燃料の圧力は、燃料タンク8に戻るリターン通路に介装された低圧プレッシャレギュレータ11によって所定の低圧に調整される。高圧燃料ポンプ10から吐出された高圧燃料は、燃料噴射弁7に供給され、その燃料圧力は、高圧燃料ポンプ10の吸入側に戻るリターン通路に介装された高圧プレッシャレギュレータ12によって所定の高圧に調整される。

【0008】

燃料噴射弁7は、ECU20からエンジン回転に同期して吸気行程又は圧縮行程にて出力される噴射パルス信号によりソレノイドに通電されて開弁し、燃焼室5内に所定圧力に調圧された燃料を噴射するようになっている。尚、低圧燃料ポンプ9はイグニッションスイッチのON後に電動モータにより駆動されるが、高圧燃料ポンプ10はスタートスイッチのON後にエンジンにより駆動されるので、高圧燃料ポンプ10から燃料噴射弁7へ供給される燃料圧力の上昇は、スタートスイッチのON後となる。

【0009】

燃焼室5内に噴射された燃料は混合気を形成し、点火プラグ6により点火されて燃焼する。燃焼後の排気は、排気バルブ13を介して、排気通路14へ排出される。排気通路14には排気浄化用の触媒15が設けられている。

ECU20には、アクセルペダルセンサ21により検出されるアクセル開度 A_{po} 、クランク角センサ22により検出されるエンジン回転数 N_e 、エアフロメータ23により検出される吸入空気量 Q_a 、水温センサ24により検出されるエンジン冷却水温度（水温） T_w 、燃料圧力検出手段としての燃圧センサ25により検出される高圧燃料ポンプ10から燃料噴射弁7への燃料圧力（燃圧） P_f などが入力されている。この他、イグニッションスイッチ及びスタートスイッチを有するエンジンキースイッチ26からも信号が入力されている。

【0010】

ECU20は、これらの入力信号より検出されるエンジン運転条件に基づいて、電制スロットル弁3の開度、燃料噴射弁7の燃料噴射時期及び燃料噴射量、点火プラグ6の点火時期などを制御する。

このエンジンでの運転モードには、成層運転モードと均質運転モードとがあり、成層運転モードでは、圧縮行程後半にて燃料噴射を行い、燃焼室5内の点火プラグ6の周囲に成層化された混合気塊を形成することで、全体としては極めてリーンな空燃比（ $A/F = 30 \sim 40$ ）で成層燃焼を行わせる。これに対し、均質運転モードでは、吸気行程にて燃料噴射を行い、燃焼室5の全体に均質な混合気を形成することで、ストイキ又はリーン空燃比（ $A/F = 20 \sim 30$ ）での均質燃焼を行わせる。尚、本発明に係る始動時～暖機中の

10

20

30

40

50

制御は、基本的に、圧縮行程噴射による成層運転モードにて行われるが、空燃比は暖機後の成層運転モードよりリッチで、ストイキよりややリッチ～ストイキよりややリーンの範囲とする。

【 0 0 1 1 】

次に、本発明に係る始動時～暖機中の制御について、説明する。

図 2 は E C U 2 0 により実行される始動時～暖機中の制御のメインルーチンのフローチャート、図 3 は図 2 の S 3 部分のサブルーチンのフローチャートである。

イグニッションスイッチの O N 後、スタートスイッチが O N となることで、図 2 のフローがスタートする。

【 0 0 1 2 】

S 1 では、燃圧センサ 2 5 により燃圧 P f を検出する。

S 2 では、検出された燃圧 P f が圧縮行程での最適噴射時期にて筒内圧に打ち勝って燃料噴射可能な所定値（しきい値 S L ）を超えているか否かを判定する。

燃圧 P f が所定値以下の場合は、S 3 へ進み、燃圧 P f に応じた噴射時期で、圧縮行程噴射による成層燃焼を行わせる。詳細を、図 3 のフローに示す。

【 0 0 1 3 】

S 3 1 では、燃圧 P f に応じて、筒内圧に打ち勝って燃料噴射可能な燃料噴射時期、特に遅角限界の燃料噴射時期として、噴射終了時期 I T e を設定する。具体的には、図 4 に示すように、圧縮行程（B D C ～ T D C ）において、T D C に近づくほど、筒内圧が大となるので、燃圧が低いとき（例えば低圧燃料ポンプ 9 による燃圧にほぼ等しいとき）は、圧縮行程前半でのみ燃料噴射可能であり、燃圧が十分に高くなれば、狙いの最適噴射時期にて燃料噴射可能となることから、次のように設定する。すなわち、図 5 のテーブルを参照し、燃圧 P f に応じて、噴射終了時期 I T e を設定し、燃圧 P f が低いときは噴射終了時期 I T e を圧縮行程前半とし、燃圧 P f の上昇に伴って噴射終了時期 I T e を遅らせるように設定する。尚、筒内圧はエンジン運転条件（特にエンジン回転数 N e ）によって変化することから、これを考慮して、噴射終了時期 I T e を設定するようにしてもよい。また、筒内圧センサを有する場合は、実際の筒内圧を検出し、燃圧との比較で、噴射終了時期 I T e を設定するようにしてもよい。

【 0 0 1 4 】

S 3 2 では、噴射終了時期 I T e に応じて燃料噴射量の壁流補正係数 K W F を設定する。具体的には、図 6 のテーブルを参照し、噴射終了時期 I T e に応じて、壁流補正係数 K W F を設定し、噴射終了時期 I T e が早くなるほど、壁流補正係数 K W F を大きく設定する。これは、圧縮行程噴射の場合、吸気行程噴射に比べて壁流は大幅に減少するが、圧縮行程噴射でも噴射時期が早いほど、壁流が増大する傾向にあるので、その分、燃料噴射量を増量補正して、燃焼に寄与する燃料量を確保する必要があるからである。

【 0 0 1 5 】

尚、図 7 に、噴射時期と H C 排出量との関係を示す。圧縮行程噴射でも噴射時期が早いほど、壁流の増大により H C 排出量が高くなり、噴射時期を遅らせれば、壁流の減少により H C 排出量が低くなることがわかる。尚、噴射時期を大きく遅角した場合に H C 排出量が大となっているのは、気化時間が不足するためである。

S 3 3 では、吸入空気量 Q a とエンジン回転数 N e とから算出される基本燃料噴射量 $T_p = K \times Q_a / N_e$ （K は定数）を、次式のように、壁流補正係数 K W F により補正して、最終的な燃料噴射量 T i を算出する。

【 0 0 1 6 】

$$T_i = T_p \times (1 + K W F)$$

尚、実際の燃料噴射量 T i の算出には、壁流補正係数 K W F 以外の各種補正係数が用いられるが、ここでは省略した。

S 3 4 では、噴射終了時期 I T e と燃料噴射量 T i とから、噴射開始時期 I T s を算出する。すなわち、燃料噴射量 T i 分の燃料を噴射しきるためのクランク角度を算出し、噴射終了時期 I T e から、そのクランク角度分進めた位置を、噴射開始時期 I T s とする。

【 0 0 1 7 】

このようにして、噴射開始時期 $I T s$ が算出されると、そのタイミングにて、燃料噴射量 $T i$ 分の燃料噴射が行われる。

$S 3$ の実行後は、 $S 5$ へ進む。

$S 5$ では、触媒 $1 5$ が活性化したか否かを判定する。具体的には、触媒温度センサを有する場合は、これにより触媒温度を検出する。触媒温度センサを有しない場合は、冷却水温度 $T w$ より触媒温度を推定する。又は、始動時の冷却水温度と、始動後の吸入空気量の積算値とに基づいて、触媒温度を推定する。そして、検出又は推定された触媒温度が所定の活性温度以上か否かを判定する。

【 0 0 1 8 】

10

触媒 $1 5$ が活性化していない場合は、 $S 1$ へ戻る。

$S 2$ での判定で、燃圧 $P f$ が所定値を超えた場合、すなわち、始動後のエンジン回転数の上昇によって、高圧燃料ポンプ $1 0$ による吐出量が大となることで、燃圧 $P f$ が所定値を超えた場合は、圧縮行程での最適噴射時期にて筒内圧に打ち勝って燃料噴射可能なため、 $S 4$ へ進む。

【 0 0 1 9 】

$S 4$ では、最適噴射時期で圧縮行程噴射による成層燃焼を行わせる。最適噴射時期は、図 7 に示した特性からもわかるように、圧縮行程後半の範囲に設定され、エンジン回転数及び負荷により設定するのが望ましい。この後、 $S 5$ へ進む。

$S 5$ での判定で、触媒 $1 5$ が活性化した場合は、 $S 6$ へ進んで、運転条件に応じた通常の燃焼制御へ移行する。通常の燃焼制御では、運転条件（エンジン回転数、負荷）に応じて、通常の成層燃焼、又は、均質燃焼が選択される。

20

【 0 0 2 0 】

図 8 は始動時～暖機中制御のタイムチャートである。

$t 1$ でイグニッションスイッチが $O N$ となり、このときから低圧燃料ポンプ 9 が駆動される。

$t 2$ でスタートスイッチが $O N$ となり、クランキングと同時に、高圧燃料ポンプ $1 0$ が駆動される。このときの燃圧 $P f$ は低く、燃料噴射時期は、進角側となり、圧縮行程前半にて燃料噴射がなされる。燃料噴射量は壁流補正のため大きく設定される。

【 0 0 2 1 】

30

$t 3$ での完爆後、エンジン回転数の上昇に伴って、燃圧 $P f$ が上昇する。燃圧 $P f$ の上昇に伴って、燃料噴射時期を遅らせる。このとき、燃料噴射量は壁流補正の減少により徐々に減少する。

$t 4$ で燃圧 $P f$ がしきい値 $S L$ を超えると、遅角側の最適噴射時期にて、圧縮行程噴射がなされる。

【 0 0 2 2 】

本実施形態によれば、触媒の暖機が要求されている時に、圧縮行程にて燃料を噴射し、圧縮行程での燃料噴射時期は、燃圧に応じて設定し、燃圧が低いときは燃料噴射時期を圧縮行程前半とし、燃圧の上昇に伴って燃料噴射時期を遅らせる構成とすることにより、燃圧が低いときから圧縮行程噴射が可能となり、また、燃圧の上昇に伴って燃料噴射時期を最適噴射時期に近づけることができるので、壁流の発生を極力少なくして、 $H C$ 排出量の低減を図ることができる。

40

【 0 0 2 3 】

また、本実施形態によれば、燃圧に応じて、燃料噴射可能な遅角限界の燃料噴射時期を設定し、該遅角限界の燃料噴射時期にて燃料噴射を行うことにより、可能な限り早期に最適噴射時期に移行させ、早期に狙い通りの燃焼を行わせることができる。

また、本実施形態によれば、燃料噴射量は、燃料噴射時期に応じて補正し、燃料噴射時期が早いときほど、燃料噴射量を増量補正することにより、的確な壁流補正が可能となる。言い換えれば、フリクションに打ち勝つトルクを発生させるために壁流にとられる分を考慮して燃料噴射量を決定する場合、圧縮行程噴射により壁流分が減る分（図 7 の A ）、

50

燃料噴射量を減少させて、燃費を向上できる。

【 0 0 2 4 】

また、本実施形態によれば、燃圧に応じて、燃料噴射可能な噴射終了時期を設定し、該噴射終了時期に応じて燃料噴射量を補正し、該噴射終了時期と補正後の燃料噴射量とから噴射開始時期を設定することにより、燃料噴射時期と燃料噴射量とを的確に統合制御できる。

また、本実施形態によれば、燃圧が圧縮行程での最適噴射時期にて燃料噴射可能な所定値を超えた時は、燃圧に応じた燃料噴射時期の設定を停止して、最適噴射時期にて燃料を噴射することにより、燃焼安定性を向上させることができる。この場合、燃焼安定性の向上することから、その分、点火時期を遅角でき、触媒の暖機促進のための排気温度上昇を図ることができる。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 5 】

【図 1】本発明の一実施形態を示すエンジンのシステム図

【図 2】始動時及び暖機中の制御のメインルーチンのフローチャート

【図 3】S 3 部分のサブルーチンのフローチャート

【図 4】筒内圧の特性図

【図 5】燃圧と噴射終了時期との関係を示す図

【図 6】噴射終了時期と壁流補正係数との関係を示す図

【図 7】噴射時期と H C 排出量との関係を示す図

20

【図 8】始動時及び暖機中の制御のタイムチャート

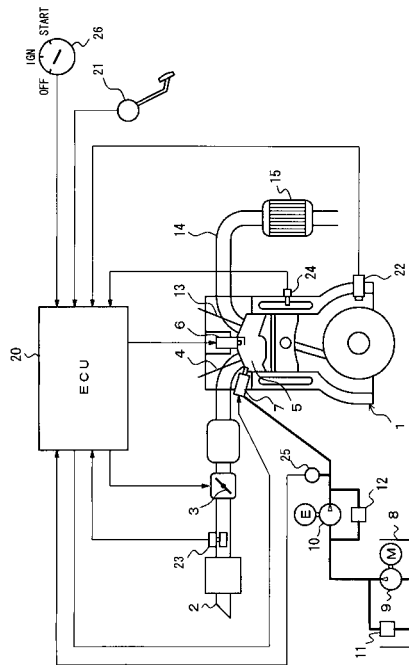
【符号の説明】

【 0 0 2 6 】

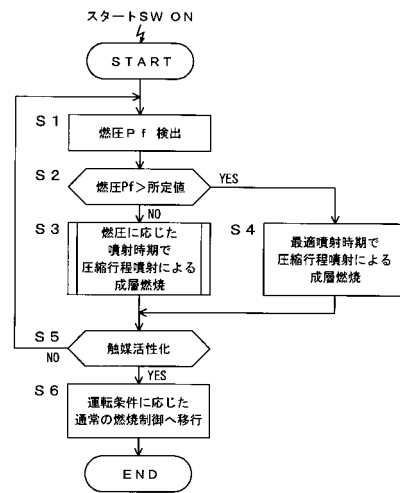
- 1 エンジン
- 2 吸気通路
- 3 電制スロットル弁
- 5 燃焼室
- 6 点火プラグ
- 7 燃料噴射弁
- 8 燃料タンク
- 9 低圧燃料ポンプ
- 10 高圧燃料ポンプ
- 20 ECU
- 25 燃圧センサ

30

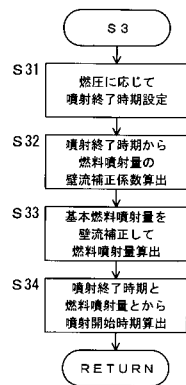
【図 1】



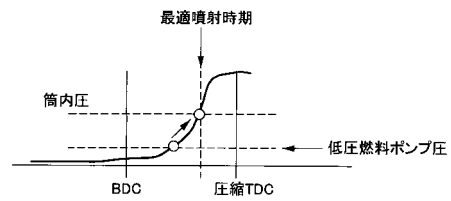
【図 2】



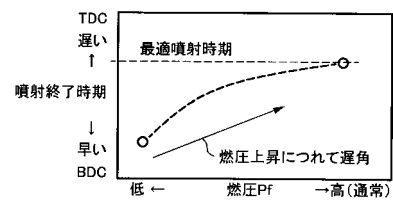
【図 3】



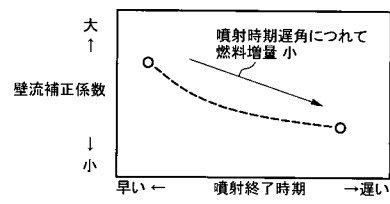
【図 4】



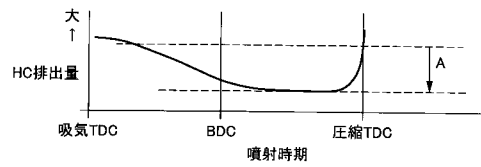
【図 5】



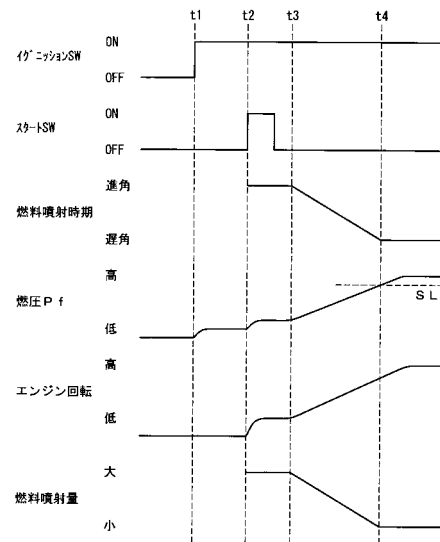
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-180943(JP,A)
特開平09-079066(JP,A)
特開2001-280185(JP,A)
特開2002-130015(JP,A)
特開2001-090578(JP,A)
特開2001-041081(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F02D 41/04
F02D 41/06