

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6642403号
(P6642403)

(45) 発行日 令和2年2月5日 (2020. 2. 5)

(24) 登録日 令和2年1月8日 (2020. 1. 8)

(51) Int. Cl.

F I

FO2D 41/20 (2006.01)

FO2M 51/00 (2006.01)

FO2M 51/06 (2006.01)

FO2D 41/20

FO2M 51/00 A

FO2M 51/06 M

請求項の数 12 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2016-241224 (P2016-241224)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成28年12月13日 (2016. 12. 13)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2018-96275 (P2018-96275A)		愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
(43) 公開日	平成30年6月21日 (2018. 6. 21)	(74) 代理人	100121821
審査請求日	平成31年2月6日 (2019. 2. 6)		弁理士 山田 強
		(74) 代理人	100139480
			弁理士 日野 京子
		(74) 代理人	100125575
			弁理士 松田 洋
		(74) 代理人	100175134
			弁理士 北 裕介
		(72) 発明者	西垣 和浩
			愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会 社デンソー内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料噴射制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関（ 1 1 ）において燃料を噴射する燃料噴射弁（ 3 0 ）を備え、 1 燃焼サイクル内で燃料を複数回噴射する多段噴射を実行可能であり、前記燃料噴射弁の駆動に際し、その駆動開始に伴い所定の高電圧を印加し、その高電圧印加の後、所定の低電圧を印加する燃料噴射システムに適用され、前記燃料噴射弁の駆動を制御する燃料噴射制御装置（ 4 1 ）であって、

前記多段噴射の前段噴射とそれに続く後段噴射とにおいて前記前段噴射による前記後段噴射への影響を示すパラメータを取得する情報取得部と、

前記パラメータに基づいて後段噴射の実施態様を補正する補正部とを備え、

前記情報取得部は、前記パラメータとして、前記前段噴射と前記後段噴射との間のインターバル時間を取得し、

前記補正部は、前記後段噴射の実施態様の補正として、前記インターバル時間が短い場合に、当該インターバル時間が長い場合と比べて前記後段噴射を行う際に印加する前記所定の高電圧を低くする燃料噴射制御装置。

【請求項 2】

前記情報取得部は、前記パラメータとして、前記前段噴射における前記燃料噴射弁への通電量を取得し、

前記補正部は、前記通電量に基づいて前記後段噴射の実施態様を補正する請求項 1 に記

載の燃料噴射制御装置。

【請求項 3】

前記補正部は、前記後段噴射の実施態様の補正として、前記前段噴射時の通電量が多い場合に、当該通電量が少ない場合と比べて前記後段噴射を行う際の前記燃料噴射弁の駆動期間を短くする請求項 2 に記載の燃料噴射制御装置。

【請求項 4】

前記補正部は、前記後段噴射の実施態様の補正として、前記前段噴射時の通電量が多い場合に、当該通電量が少ない場合と比べて前記後段噴射を行う際に印加する前記所定の高電圧を低くする請求項 2 又は請求項 3 に記載の燃料噴射制御装置。

【請求項 5】

内燃機関（11）において燃料を噴射する燃料噴射弁（30）を備え、1 燃焼サイクル内で燃料を複数回噴射する多段噴射を実行可能であり、前記燃料噴射弁の駆動に際し、その駆動開始に伴い所定の高電圧を印加し、その高電圧印加の後、所定の低電圧を印加する燃料噴射システムに適用され、前記燃料噴射弁の駆動を制御する燃料噴射制御装置（41）であって、

前記多段噴射の前段噴射とそれに続く後段噴射とにおいて前記前段噴射による前記後段噴射への影響を示すパラメータを取得する情報取得部と、

前記パラメータに基づいて後段噴射の実施態様を補正する補正部とを備え、

前記情報取得部は、前記パラメータとして、前記前段噴射における前記燃料噴射弁への通電量を取得し、

前記補正部は、前記後段噴射の実施態様の補正として、前記前段噴射時の通電量が多い場合に、当該通電量が少ない場合と比べて前記後段噴射を行う際に印加する前記所定の高電圧を低くする燃料噴射制御装置。

【請求項 6】

前記補正部は、前記後段噴射の実施態様の補正として、前記前段噴射時の通電量が多い場合に、当該通電量が少ない場合と比べて前記後段噴射を行う際の前記燃料噴射弁の駆動期間を短くする請求項 5 に記載の燃料噴射制御装置。

【請求項 7】

前記情報取得部は、前記パラメータとして、前記前段噴射と前記後段噴射との間のインターバル時間を取得し、

前記補正部は、前記インターバル時間に基づいて前記後段噴射の実施態様を補正する請求項 5 又は請求項 6 に記載の燃料噴射制御装置。

【請求項 8】

前記補正部は、前記後段噴射の実施態様の補正として、前記インターバル時間が短い場合に、当該インターバル時間が長い場合と比べて前記後段噴射を行う際の前記燃料噴射弁の駆動期間を短くする請求項 1～4、7 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射制御装置。

【請求項 9】

前記前段噴射の通電終了後に残留する残留磁束の初期値を算出する残留磁束算出部を備え、

前記補正部は、前記インターバル時間と前記残留磁束の初期値とに基づいて、前記後段噴射を行う際の前記燃料噴射弁の駆動期間を補正する請求項 1～4、7、8 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射制御装置。

【請求項 10】

内燃機関（11）において燃料を噴射する燃料噴射弁（30）を備え、1 燃焼サイクル内で燃料を複数回噴射する多段噴射を実行可能であり、前記燃料噴射弁の駆動電流を検出する電流検出部（44）を備えた燃料噴射システムに適用され、前記燃料噴射弁の駆動を制御する燃料噴射制御装置（41）であって、

前記多段噴射の前段噴射とそれに続く後段噴射とにおいて前記前段噴射による前記後段噴射への影響を示すパラメータを取得する情報取得部と、

10

20

30

40

50

前記パラメータに基づいて後段噴射の実施態様を補正する補正部とを備え、

前記情報取得部は、前記パラメータとして、前記後段噴射の通電開始後における前記駆動電流の上昇変化を示す電流変化パラメータを取得し、

前記補正部は、前記電流変化パラメータに基づいて、前記後段噴射の実施態様を補正する燃料噴射制御装置。

【請求項 1 1】

前記補正部は、前記後段噴射の実施態様の補正として、前記電流変化パラメータの上昇変化率が大きい場合に、小さい場合と比べて後段噴射を行う際の駆動時間を短くする請求項 1 0 に記載の燃料噴射制御装置。

10

【請求項 1 2】

前記燃料噴射弁の駆動に際し、その駆動開始に伴い所定の高電圧を印加し、その高電圧印加の後、所定の低電圧を印加する燃料噴射システムであって、

前記補正部は、前記後段噴射の実施態様の補正として、前記電流変化パラメータの上昇変化率が大きい場合に、小さい場合と比べて後段噴射を行う際に印加する所定の高電圧を低くする請求項 1 0 又は請求項 1 1 に記載の燃料噴射制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、内燃機関の燃料噴射制御装置に関する。

20

【背景技術】

【0 0 0 2】

車両等に搭載される内燃機関の各気筒に燃料を噴射供給する燃料噴射弁では、燃料噴射弁本体への通電時期及び通電時間を制御して弁体（ニードル）を開弁方向に駆動させることで燃料噴射時期及び燃料噴射量が制御されている（例えば特許文献 1 参照）。近年では、1 燃焼サイクル内で燃料を複数回噴射する多段噴射により燃焼状態の改善が図られているものがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 3】

30

【特許文献 1】特開 2 0 1 6 - 7 5 1 7 1 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

上述した燃料噴射弁においては、弁体を閉弁状態へ復帰させた後に燃料噴射に係る動作の影響が残ることがある。例えば、ソレノイドタイプの燃料噴射弁においては、弁体の復帰後も磁束が残り、磁束（残留磁束）が消えるまでにある程度の期間を要する。そのため、上記多段噴射を行う場合には前段の動作の影響が後段の燃料噴射に及ぶことが懸念される。このような影響は、要求噴射量と実際の噴射量との誤差を小さくして後段の噴射における燃料噴射量の適正化を図る上で妨げになる。このように、燃焼状態の改善を図りつつ燃料噴射量の適正化を図る上で、燃料噴射制御には未だ改善の余地がある。

40

【0 0 0 5】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、その主たる目的は、燃焼状態の改善を図りつつ燃料噴射量を適正に制御することができる内燃機関の燃料噴射制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 6】

以下、上記課題を解決するための手段について記載する。

【0 0 0 7】

本発明の燃料噴射制御装置は、

50

内燃機関において燃料を噴射する燃料噴射弁を備え、１燃焼サイクル内で燃料を複数回噴射する多段噴射を実行可能な燃料噴射システムに適用され、前記燃料噴射弁の駆動を制御する燃料噴射制御装置であって、前記多段噴射の前段噴射とそれに続く後段噴射とにおいて前記前段噴射による前記後段噴射への影響を示すパラメータを取得する情報取得部と、前記パラメータに基づいて後段噴射の実施態様を補正する補正部とを備えている。

【０００８】

１燃焼サイクル内で燃料を複数回噴射する多段噴射により燃焼状態の改善を図る場合、例えば燃料噴射の分割数が多くなることで前段噴射と後段噴射とのインターバル時間が圧迫される。インターバル時間が短くなれば、前段噴射が後段噴射に及ぼす影響は顕著になると想定される。この点、上記構成によれば、多段噴射時には前段噴射が後段噴射に与える影響を加味して後段噴射の実施態様が補正される。例えば、前段噴射の影響によって後段噴射の噴射量が過多になる場合には、過多にならないようにすることが可能である。これにより、要求噴射量と実際の噴射量とのずれを緩和し、燃料噴射量の適正化に寄与できる。また、上記構成によれば、燃料噴射量の適正化が１燃焼サイクル中の分割数やインターバル時間に係る制約を強くする要因になること、すなわち燃焼状態の改善の妨げになることを好適に抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【０００９】

【図１】第１の実施の形態におけるエンジン制御システムの概略構成を示す図。

【図２】燃料噴射弁の構成及び状態を示す図。

【図３】燃料噴射弁の駆動動作を説明するためのタイミングチャート。

【図４】残留磁束の影響を例示するタイミングチャート。

【図５】分割噴射時のパルス補正処理を示すフローチャート。

【図６】インターバル時間と補正係数との関係を示す図。

【図７】補正前の噴射パルスと補正後の噴射パルスとの関係を示す図。

【図８】第２の実施の形態における印加電圧補正処理を示すフローチャート。

【図９】補正前の印加電圧と補正後の印加電圧との関係を示す図。

【図１０】第３の実施の形態における補正係数設定処理を示すフローチャート。

【図１１】所要時間の差と補正係数との関係を示す図。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

以下、本発明の車両制御装置を具体化した実施の形態を図面に基づいて説明する。

【００１１】

< 第１の実施の形態 >

第１の実施の形態は、車両用のガソリンエンジンを制御する制御システムとして具体化している。まず、図１に基づいてエンジン制御システムの概略構成を説明する。

【００１２】

筒内噴射式の多気筒内燃機関であるエンジン１１の吸気管１２の最上流部には、エアクリーナ１３が設けられ、このエアクリーナ１３の下流側に、吸入空気量を検出するエアフローメータ１４が設けられている。このエアフローメータ１４の下流側には、モータ１５によって開度調節されるスロットルバルブ１６と、このスロットルバルブ１６の開度（スロットル開度）を検出するスロットル開度センサ１７とが設けられている。

【００１３】

スロットルバルブ１６の下流側にはサージタンク１８が設けられ、このサージタンク１８に、吸気管圧力を検出する吸気管圧力センサ１９が設けられている。サージタンク１８には、エンジン１１の各気筒２１に空気を導入する吸気マニホールド２０が接続され、エンジン１１の各気筒２１には、それぞれ筒内に燃料を直接噴射する電磁式の燃料噴射弁３０が取り付けられている。エンジン１１のシリンダヘッドには、気筒２１ごとに点火プラグ２２が取り付けられており、各気筒２１の点火プラグ２２の火花放電によって筒内の混合気に着火される。

【 0 0 1 4 】

エンジン 1 1 の排気管 2 3 には、排出ガスに基づいて混合気の空燃比又はリッチ / リーン等を検出する排出ガスセンサ 2 4 (空燃比センサ、酸素センサ等) が設けられ、この排出ガスセンサ 2 4 の下流側に、排出ガスを浄化する三元触媒等の触媒 2 5 が設けられている。

【 0 0 1 5 】

エンジン 1 1 のシリンダブロックには、冷却水温を検出する冷却水温センサ 2 6 や、ノッキングを検出するノックセンサ 2 7 が取り付けられている。クランク軸 2 8 の外周側には、クランク軸 2 8 が所定クランク角回転するごとにパルス信号を出力するクランク角センサ 2 9 が取り付けられ、このクランク角センサ 2 9 のクランク角信号に基づいてクランク角やエンジン回転速度が検出される。

10

【 0 0 1 6 】

これら各種センサの出力は E C U 4 0 に入力される。E C U 4 0 は、マイクロコンピュータを主体として構成された電子制御ユニットであり、各種センサの検出信号を用いてエンジン 1 1 の各種制御を実施する。E C U 4 0 は、エンジン運転状態に応じた燃料噴射量を算出して燃料噴射弁 3 0 の燃料噴射を制御するとともに、点火プラグ 2 2 の点火時期を制御する。これら点火プラグ 2 2 や燃料噴射弁 3 0 には車載のバッテリー 5 1 から電力が供給される。

【 0 0 1 7 】

E C U 4 0 は、エンジン制御用のマイコン 4 1 (エンジン 1 1 の制御用のマイクロコンピュータ) や、インジェクタ駆動用の電子駆動装置 (E D U : E l e c t r o n i c D r i v i n g U n i t) 4 2 等から構成されている。マイコン 4 1 は、エンジン運転状態 (例えばエンジン回転速度やエンジン負荷等) に応じて要求噴射量を算出するとともに、この要求噴射量に基づき算出される噴射時間から噴射パルスを生成し、E D U 4 2 に出力する。E D U 4 2 では、噴射パルスに応じて燃料噴射弁 3 0 を開弁駆動して、要求噴射量分の燃料を噴射させる。マイコン 4 1 が「燃料噴射制御装置」に相当する。

20

【 0 0 1 8 】

E D U 4 2 には、駆動 I C 4 5、低圧電源部 4 6、高圧電源部 4 7、電圧切替回路 4 8、電流検出回路 4 9 が設けられている。電圧切替回路 4 8 は、各気筒 2 1 の燃料噴射弁 3 0 に印加される駆動用電圧を高電圧 V 2 と低電圧 V 1 とで切り替える回路であり、具体的には、図示しないスイッチング素子のオンオフにより、低圧電源部 4 6 と高圧電源部 4 7 とのいずれかから燃料噴射弁 3 0 のコイルに対して駆動電流を供給させるものとなっている。低圧電源部 4 6 は、バッテリー 5 1 のバッテリー電圧 (低電圧 V 1) を燃料噴射弁 3 0 に印加する低電圧出力回路を有している。高圧電源部 4 7 は、バッテリー電圧を 4 0 V ~ 7 0 V となるように昇圧した高電圧 V 2 (昇圧電圧) を燃料噴射弁 3 0 に印加する高電圧出力回路 (昇圧回路) を有している。

30

【 0 0 1 9 】

噴射パルスにより燃料噴射弁 3 0 が開弁駆動される際には、燃料噴射弁 3 0 に対して低電圧 V 1 と高電圧 V 2 とが時系列で切り替えられて印加されるようになっている。この場合、開弁初期には高電圧 V 2 が印加されることで燃料噴射弁 3 0 の開弁応答性が確保され、それに引き続いて低電圧 V 1 が印加されることで燃料噴射弁 3 0 の開弁状態が保持される。

40

【 0 0 2 0 】

電流検出回路 4 9 は、燃料噴射弁 3 0 の開弁駆動時における通電電流を検出するものであり、その検出結果は駆動 I C 4 5 に逐次出力される。電流検出回路 4 9 は周知構成であればよく、例えばシャント抵抗と比較器とを有するものとなっている。

【 0 0 2 1 】

ここで、図 2 を参照して燃料噴射弁 3 0 について説明する。燃料噴射弁 3 0 は、通電により電磁力を生じさせるコイル 3 1 と、その電磁力によってプランジャ 3 2 (可動コア) と一体的に駆動されるニードル 3 3 (弁体) と、プランジャ 3 2 を閉弁方向とは反対方向

50

へ付勢するバネ部材 34、ニードル 33 等を収容するボディ 35 とを有してなる。ボディ 35 は磁性体であり、燃料噴射弁 30 における磁気回路を構成している。

【0022】

噴射パルスの立ち上がりに伴いコイル 31 の通電が開始されると、プランジャ 32 及びニードル 33 がバネ部材 34 の付勢力に抗して開弁位置に移動する。これにより、ボディ 35 の噴孔 36 からニードル 33 が離間して燃料噴射弁 30 が開弁状態となり、燃料噴射が行われる。噴射パルスの立ち下がりに伴いコイル 31 の通電が停止されると、バネ部材 34 の付勢力によりプランジャ 32 及びニードル 33 が閉弁位置に戻ることで燃料噴射弁 30 が閉弁状態となり、燃料噴射が停止される。以下の説明では、プランジャ 32 がストッパに当たってそれ以上の開弁方向への移動が制限される位置を、ニードル 33 の「フルリフト位置」と称する。

10

【0023】

なお、ボディ 35 には、ニードル 33 を収容する収容室 37 と、内部の燃料圧力の変化に応じて開弁方向及び閉弁方向に摺動するコマンドピストンを収容する圧力制御室 38 とが設けられている。コマンドピストンを介してプランジャ 32 に燃料圧力を作用させることによりニードル 33 を閉弁方向へ付勢している。燃料噴射を行う際には、圧力制御室 38 の燃料圧力が所定の値以下となることによりコマンドピストンが開弁方向に移動する。その結果、収容室 37 の燃料圧力が圧力制御室 38 の燃料圧力を上回り、ニードル 33 に対して開弁方向の力が加えられる。このように、燃料圧力を利用してニードル 33 を閉弁位置に付勢する構成においては、燃料圧力（燃圧）が高くなるほど燃料噴射時の開弁応答性が低下する。要求噴射量に対する噴射パルスを決定する際には、燃圧に応じて噴射パルスが調整される。

20

【0024】

次に、図 3 を参照し、駆動 IC 45 及び電圧切替回路 48 により噴射パルスに基づき実施される燃料噴射弁 30 の駆動動作を説明する。

【0025】

時刻 t_{a1} では、噴射パルスの立ち上がりに伴い高電圧 V_2 が燃料噴射弁 30 に印加される。時刻 t_{a2} において、駆動電流が、あらかじめ定められた目標ピーク値 I_p に到達すると、高電圧 V_2 の印加が停止される。このとき、駆動電流が目標ピーク値 I_p に到達するタイミング又はその直前のタイミングにおいてニードルリフトが開始され、そのニードルリフトに伴い燃料噴射が開始される。駆動電流が目標ピーク値 I_p に到達したか否かの判定は、電流検出回路 49 により検出された検出電流に基づいて実施される。つまり、昇圧期間（ $t_{a1} \sim t_{a2}$ ）では、駆動 IC 45 において検出電流が I_p 以上になったか否かが判定され、検出電流 目標ピーク値 I_p になった時点で、電圧切替回路 48 により印加電圧の切替（ V_2 印加停止）が実施される。

30

【0026】

時刻 t_{a3} では、バッテリー電圧である低電圧 V_1 が燃料噴射弁 30 に印加される。これにより、ニードル 33 がフルリフト位置に到達した後においてそのフルリフト状態が維持され、燃料噴射が継続されることとなる。その後、時刻 t_{a5} で噴射パルスがオフになると、燃料噴射弁 30 への電圧印加が停止され、駆動電流がゼロになる。そして、燃料噴射弁 30 のコイル通電の停止に伴いニードルリフトが終了され、それに合わせて燃料噴射が停止される。

40

【0027】

上述したソレノイド式の燃料噴射弁 30 においては、通電に伴って磁束が発生する。この磁束は、電流値の上昇に伴って増大し、電流値に対応した値に収束する（例えば時刻 $t_{a4} \sim t_{a5}$ 参照）。このようにして発生した磁束は、通電終了後も直ちに消失することではなくコイル 31 など燃料噴射弁 30 内の磁性材料部分に残った状態となり、時間の経過に伴って徐々に減少する。そして、ニードル 33 が閉弁位置に復帰した時刻 t_{a6} の後の時刻 t_{a7} にて消失する。以下の説明では、通電終了後に残留する磁束を残留磁束と称する。

50

【 0 0 2 8 】

先の噴射が終了してから後の噴射が開始されるまでの期間が磁束が残留する期間（残留期間）よりも長い場合には、残留磁束の影響が後の噴射に及ぶことが回避される。本実施の形態においては、1 燃焼サイクル内で燃料を複数回噴射する多段噴射が可能となっており、高負荷時や加速過渡時にこの多段噴射を実行する構成となっている。多段噴射における前段の噴射（以下、前段噴射という）と後段の噴射（以下、後段噴射という）のインターバル時間は、所定の範囲で可変となっておりエンジン回転速度等に応じて設定される。ここで、インターバル時間が残留期間よりも短い場合には、残留磁束の影響が後段噴射に及ぶこととなる。以下、図 4 を参照して残留磁束の影響について説明する。図 4 では、多段噴射における前段噴射及び後段噴射を例示しており、説明の便宜上、残留磁束の影響がない場合の電流、磁束、ニードルの位置の変化を 2 点鎖線によって併記している。

10

【 0 0 2 9 】

時刻 t_{b1} にて前段噴射用の通電が開始されると駆動電流の上昇に伴って磁束が増加する。高電圧 V_2 から低電圧 V_1 への切り替え（時刻 t_{b2} ）により駆動電流が減少すると、それに応じて磁束も減少し、低電圧 V_1 時の駆動電流に対応した値に収束する（時刻 t_{b4} ）。通電が終了した時刻 t_{b5} では、ニードル 33 がフルリフト位置から閉弁位置へ向けた移動を開始する。これに併せて残留磁束も徐々に減少することとなる。

【 0 0 3 0 】

ニードル 33 の閉弁位置への復帰が完了し且つ磁束が残留している時刻 t_{b6} にて後段噴射用の通電が開始されると、残留磁束の影響を受けて電流値が速やかに上昇し、ニードル 33 の開弁方向への動きが後押しされる。このように、残留磁束がない場合と比較して噴射弁の応答性が高くなることで、ニードル 33 がフルリフト位置に到達するまでの時間が短くなる（時刻 $t_{b6} \sim t_{b8}$ 参照）。この結果、同じパルス幅で比較した場合に、残留磁束がない場合と比べてニードル 33 がフルリフト位置に保持される時間が長くなり、実際の燃料噴射量が要求噴射量を上回ることとなる。

20

【 0 0 3 1 】

既に説明したように、残留磁束は通電終了直後が最も多く、時間の経過とともに減少する。このため、前後の噴射のインターバルが小さいほどその影響が顕著になり、実際の燃料噴射量と要求噴射量とのずれも大きくなる。

【 0 0 3 2 】

残留磁束の影響によって実際の噴射量が要求噴射量とずれることは、燃料噴射量の適正化を図る上で妨げになる。本実施の形態においては、このような事情に配慮して、多段噴射における後段噴射について残留磁束に配慮した補正（パルス補正処理）を行うことにより上記ずれを抑制している。以下、図 5 を参照してパルス補正処理について説明する。パルス補正処理は、ECU 40（マイコン 41）にて後段噴射のパルス幅を確定する際に実行される処理である。

30

【 0 0 3 3 】

パルス幅補正処理におけるステップ S 11 では今回の燃料噴射にて多段噴射を実施するか否かを判定する。ステップ S 11 にて否定判定をした場合には、そのまま本パルス補正処理を終了する。ステップ S 11 にて肯定判定をした場合には、ステップ S 12 に進む。ステップ S 12 では、前段噴射時の噴射パルス幅及び燃料圧力から残留磁束の初期値、詳しくは通電終了時の残留磁束の値を算出する。具体的には、マイコン 41 には残留磁束の初期値と噴射パルス幅及び燃料圧力との関係を示すマップが記憶されており、このマップを参照して残留磁束の初期値を算出する。

40

【 0 0 3 4 】

本実施の形態に示す燃料噴射弁 30 においては、構造上の理由から燃料圧力が高いほど開弁応答性が低くなる傾向がある。このような応答性の低下に配慮して目標ピーク値 I_p の引き上げがなされる。すなわち、噴射パルスの幅（詳しくは高電圧 V_2 を印加する期間）が長くなるように設定される。この結果、通電時の電流が多くなり（図 3 の 2 点鎖線参照）、残留磁束の初期値が大きくなり得る。燃料圧力を考慮して残留磁束の初期値を算出

50

することにより、その確からしさの向上を図っている。

【 0 0 3 5 】

ステップ S 1 2 の処理を実行した後は、ステップ S 1 3 にて後段噴射が開始されるまでのインターバル時間を特定する。具体的には、マイコン 4 1 にて噴射要求に応じて事前に算出されたインターバル時間を読み込む。

【 0 0 3 6 】

ステップ S 1 3 の処理を実行した後は、ステップ S 1 4 にて残留磁束を算出する。マイコン 4 1 には残留磁束の初期値とインターバル時間との関係が予めマップ化された状態で記憶されており、このマップ、ステップ S 1 2 にて算出した残留磁束の初期値及びステップ S 1 3 にて特定したインターバル時間から、後段噴射開始時の残留磁束を算出する。

10

【 0 0 3 7 】

続くステップ S 1 5 では算出した残留磁束から後段噴射のパルス幅を補正する補正係数を算出する。図 6 に示すように、補正係数は算出された残留磁束が 0 である場合には 1 となり、残留磁束が多くなることで、すなわちインターバル時間が短くなることで小さくなる。ステップ S 1 6 では、ステップ S 1 5 にて算出した補正係数を用いて（乗じて）後段噴射のパルス幅を補正する。残留磁束の影響により燃料噴射量が過多となる場合には、そのずれを打ち消すようにしてパルス幅が減縮されることとなる（図 7 参照）。

【 0 0 3 8 】

なお、本実施の形態においては、前段噴射のパルス幅、燃圧及び後段噴射開始までのインターバル時間に基づいて残留磁束を算出する機能（ステップ S 1 2 ～ S 1 4 ）が「情報取得部」に相当し、補正係数を用いてパルス幅を変更する機能（ステップ S 1 5 ～ S 1 6 ）が「補正部」に相当する。

20

【 0 0 3 9 】

以上詳述した第 1 の実施の形態によれば、以下の優れた効果を奏する。

【 0 0 4 0 】

多段噴射時には前段噴射が後段噴射に与える影響を加味して後段噴射の実施態様が補正される。例えば、前段噴射時に生じた磁束が残留し、その残留磁束の影響によって後段噴射における噴射量が過多になる場合には、後段噴射の噴射量を減らすように補正される。これにより、要求噴射量と実際の噴射量とのずれを緩和し、燃料噴射量の適正化に寄与できる。

30

【 0 0 4 1 】

また、前段噴射の影響を加味して後段噴射の実施態様が補正されるため、前段噴射と後段噴射とのインターバル時間を残留磁束に配慮して決定する必要性がなくなる。インターバル時間が短くても残留磁束の影響を打ち消すことができるため、噴射の多段化を促進して燃焼状態の改善に好適に寄与できる。

【 0 0 4 2 】

燃料圧力及びインターバル時間等から残留磁束を推定する構成とすれば、後段噴射を開始する前に補正係数を算出することができ、実際に多段噴射を行う場合に当該補正係数の適用が遅れることを回避できる。

【 0 0 4 3 】

40

前段噴射と後段噴射とのインターバル時間が短いほど前段噴射時の影響（残留磁束）が大きくなる。後段噴射開始時の残留磁束が大きいほど後段噴射におけるニードル 3 3 が開弁方向へ移動しやすくなるため、結果として実際の噴射量が要求噴射量よりも多くなり得る。そこで、インターバル時間が短いほど噴射パルスの出力時間を短くすれば、残留磁束の影響を好適に打ち消すことができる。

【 0 0 4 4 】

< 第 2 の実施の形態 >

上記第 1 の実施の形態では、前段噴射時の燃料圧力及びパルス幅や後段噴射までのインターバル時間等（「パラメータ」に相当）に応じて後段噴射のパルス幅を補正することにより要求噴射量と実際の噴射量とのずれを軽減する構成とした。本実施の形態では、要求

50

噴射量と実施の噴射量とのずれを軽減するための具体的構成（補正処理の内容）が上記第1の実施の形態と相違している。以下、図8～図10を参照して、本実施の形態における多段噴射時の補正処理について説明する。

【0045】

図8に示す印加電圧補正処理については、上記第1の実施の形態における補正処理（図5参照）と同様に、後段噴射に対する前段噴射の影響を示すパラメータを把握する部分とその結果に基づいて燃料の噴射態様を補正する部分とに大別される。このうち前段噴射の影響を把握する部分（ステップS22～S24）については、上記ステップS11～S14の処理を同様であるため説明を割愛する。

【0046】

ステップS22～S24にて後段噴射開始時の残留磁束を算出した後は、その算出結果に基づいて後段噴射における印加電圧（詳しくは高電圧V2の昇圧レベル）を補正する補正係数を決定する。図9に示すように、補正係数は算出された残留磁束が0である場合には1となり、残留磁束が多くなることで、すなわちインターバル時間が短くなることで小さくなる。ステップS26では、ステップS25にて算出した補正係数を用いて（乗じて）後段噴射における高電圧V2の昇圧レベル（度合い）を補正する。なお、本実施の形態における高圧電源部47は出力電圧が異なる複数の出力部を有してなり、補正結果に応じてそれら出力部を切り替えることで出力電圧を変更可能となっている。

【0047】

残留磁束の影響が後段噴射に及ぶ場合には、図10に示すように後段噴射における昇圧レベルを引き下げる。昇圧レベルが低くなれば、ニードル33がフルリフト位置に到達するまでに要する時間が長くなり、同じ噴射パルス幅で比較すれば燃料噴射量が減少する。残留磁束の影響により燃料噴射量が過多となる場合には、そのずれを打ち消すようにして昇圧レベルを引き下げることにより、燃料噴射量の適正化に寄与できる。

【0048】

なお、前段噴射の影響が後段噴射に及ぶ場合に、その影響によって要求噴射量と実際の噴射量との間に生じるずれを軽減する上では、本実施の形態に示した昇圧レベルの補正と、第1の実施の形態に示した噴射パルス幅の補正とを併用することも可能である。

【0049】

< 第3の実施の形態 >

上記第1の実施の形態では、前段噴射の態様から後段噴射にどの程度の影響が及ぶかを推定する構成とした。本実施の形態においては、実際に後段噴射に及んでいる影響を実測（検出）する構成となっている点で第1の実施の形態と構成が相違している。以下、図4及び図10を参照して本実施の形態における特徴的な構成、具体的には燃料噴射として多段噴射が実施される場合にマイコン41にて実行される補正係数設定処理について説明する。

【0050】

図10に示す補正係数設定処理では、ステップS31にて多段噴射における前段噴射中、より詳しくは高電圧V2を印加している最中であるか否かを判定する。ステップS31にて肯定判定をした場合にはステップS32に進む。ステップS32では駆動電流の電流値が所定値になったタイミングであるか否かを判定する。ステップS32にて否定判定をした場合には、そのまま本設定処理を終了する。ステップS32にて肯定判定をした場合には、ステップS33に進む。ステップS33では通電開始してから電流値が所定値となるまでの所要時間を算出する。その後、本設定処理を終了する。

【0051】

ステップS31の説明に戻り、ステップS31にて否定判定をした場合、すなわち多段噴射における前段噴射中ではないと判定した場合には、ステップS34に進む。ステップS34では多段噴射における後段噴射中であるか否か、より詳しくは高電圧V2を印加している最中であるか否かを判定する。ステップS34にて否定判定をした場合には、そのまま本設定処理を終了する。ステップS34にて肯定判定をした場合には、ステップS3

10

20

30

40

50

5 に進む。

【 0 0 5 2 】

ステップ S 3 5 では駆動電流の電流値が所定値になったタイミングであるか否かを判定する。ステップ S 3 5 にて否定判定をした場合には、そのまま本設定処理を終了する。ステップ S 3 5 にて肯定判定をした場合には、ステップ S 3 6 に進む。ステップ S 3 6 では通電開始してから電流値が上記所定値となるまでの所要時間を算出する。

【 0 0 5 3 】

ステップ S 3 6 の処理を実行した後は、ステップ S 3 7 にて所要時間の差を算出する。前段噴射にて発生した磁束が残留している状況下にて後段噴射が開始された場合には、駆動電流の上昇態様が変化する。具体的には、残留磁束の影響によって駆動電流の上昇速度が高くなる（図 4 参照）。このため、残留磁束の影響がない場合と比べて所要時間が短くなる。本実施の形態においては、ステップ S 3 7 にて算出された所要時間の差が残留磁束の影響を示す「対応情報」に相当する。

10

【 0 0 5 4 】

続くステップ S 3 8 ではステップ S 3 7 にて算出した所要時間の差に基づいて補正係数を設定する。詳しくは、マイコン 4 1 には所要時間の差と補正係数との関係を示すマップ（図 1 1 参照）が記憶されており、このマップを参照して補正係数が決定される。そして、決定された補正係数についてはインターバル時間等の可変条件に関連付けられた状態で記憶される。

【 0 0 5 5 】

20

なお、このマップにおいては所要時間の差が 0 の場合には補正係数が 1 となり、所要時間の差が大きい場合には小さい場合と比べて補正係数が小さくなるように（補正の度合いが大きくなるように）対応付けがなされている。

【 0 0 5 6 】

ステップ S 3 8 にて補正係数を設定した後は、本設定処理を終了する。上記第 1 の実施の形態とは異なり、本実施の形態においては前段噴射における駆動電流及び後段噴射における駆動電流の両方を参照して補正係数を設定するため、検出の対象となった多段噴射においては今回設定された補正係数が非適用となる。つまり、設定された補正値は同気筒の次回以降の燃焼サイクル、詳しくは補正係数設定時と同様の条件下にて実行される燃焼サイクルに適用され、設定された補正係数を適用することで燃料の噴射態様が補正されることとなる。この補正については、第 1 の実施の形態に示したように噴射パルスの出力期間を調整する構成（例えば図 7 参照）としてもよい、高電圧 V 2 の昇圧レベルを調整する構成（例えば図 9 参照）としてもよい。

30

【 0 0 5 7 】

以上詳述したように前段噴射時の駆動電流の波形と後段噴射時の駆動電流の波形との違いから前段噴射の影響が後段噴射にどの程度およんでいるかを見抜く構成とすれば、補正係数の確からしさを好適に向上させることができる。

【 0 0 5 8 】

< その他の実施の形態 >

・上記各実施の形態では、1 燃焼サイクル内に燃料を 2 度に分けて噴射する構成について説明したが、分割数については任意である。分割数を 3 以上とする場合には、先行する燃料噴射の影響が蓄積される可能性が生じる。例えば、2 度目の燃料噴射が 1 度目の燃料噴射の影響を受けるのに対して、3 度目の燃料噴射が 1 度目及び 2 度目の燃料噴射の影響を受ける場合には、2 度目の燃料噴射及び 3 度目の燃料噴射を区別して補正の態様を決める構成とすることが好ましい。

40

【 0 0 5 9 】

・上記各実施の形態では、前段噴射における噴射量と後段噴射における噴射量とが一致している場合について例示したが、分割噴射を行う場合の各噴射における噴射量については任意である。エンジン 1 1 の動作状況等に応じて前段 / 後段の噴射量を可変としてもよい。なお、後段噴射の噴射量が少ない場合ほど要求噴射量と実際の噴射量との誤差の影響

50

が大きくなる。このような事情に鑑みれば、例えば後段噴射の噴射量が前段噴射の噴射量を下回る場合等、後段噴射の噴射量が少なくなる場合に、上記補正を行う構成することには技術的意義がある。

【 0 0 6 0 】

・燃料噴射弁 3 0 の通電を終了すると、ニードル 3 3 が初期位置へと復帰する。ニードル 3 3 は初期位置に復帰した際に跳ね返る等して揺動する可能性がある。この揺動が収まるまでに次の燃料噴射が行われる場合には、揺動の影響が次の噴射に及ぶ可能性がある。そこで、前段噴射及び後段噴射のインターバル時間の設定範囲と揺動期間とが重なる場合、すなわち揺動中に燃料噴射を開始する場合には、後段噴射に係る上記補正に当該揺動の影響を加味して噴射態様を補正する構成とすることが好ましい。

10

【 0 0 6 1 】

・燃料噴射弁 3 0 を駆動させた際の駆動電流については電圧に左右される。バッテリー電圧（低電圧 V 1 ）を印加して開弁維持を実現している場合には、残留磁束がバッテリー電圧に応じて増減し得る。経時劣化等の影響によってバッテリー電圧が基準電圧からずれる可能性に配慮し、前段噴射の影響を、前段噴射時のパルス幅、燃圧及び後段噴射開始までのインターバル時間から算出する場合には、それら各種情報に加えバッテリー電圧（例えば前段噴射終了時の電圧）を考慮することが好ましい。

【 0 0 6 2 】

・上記第 1 及び第 2 の実施の形態では、多段噴射を実施する場合に前段噴射のパルス幅及び燃料圧力から残留磁束の初期値を算出し、その初期値と後段噴射までのインターバル時間とから後段噴射開始時の残留磁束を算出する構成としたが、後段噴射開始時の残留磁束を算出する場合に上記初期値の算出を経由するか否かについては任意である。例えば、前段噴射のパルス幅、燃料圧力及びインターバル時間から後段噴射開始時の残留磁束を直接求めてもよい。

20

【 0 0 6 3 】

・上記第 1 及び第 2 の実施の形態では、噴射パルスの幅（通電時間）等に応じて補正値を決定する構成とした。後段噴射に対する前段噴射の影響を示すパラメータについては噴射パルスの幅等に限定されるものではない。燃料噴射弁 3 0 への通電量（例えば、駆動電流の積算量や駆動電流のピーク値）に基づいて補正値を決定する構成とすることも可能である。なお、駆動電流に関連する複数種のパラメータ（例えば噴射パルスの幅及び通電量の両パラメータ）に基づいて補正値を決定する構成としてもよい。

30

【 0 0 6 4 】

・上記第 3 の実施の形態では、前段噴射時の駆動電流と後段噴射時の駆動電流を比較し、駆動電流の変化の違いから前段噴射の影響を特定する構成としたが、これに限定されるものではない。マイコン 4 1 に基準となる駆動電流の変化を記憶しておき、その駆動電流と後段噴射時の駆動電流とを比較して前段噴射の影響を特定する構成とすることも可能である。

【 0 0 6 5 】

・上記第 3 の実施の形態では、駆動電流が所定量となるまでの時間を比較することで残留磁束の影響を特定する構成としが、これに限定されるものではない。例えば、通電開始後の単位時間当たりの駆動電流の電流上昇量を比較することで残留磁束の影響を特定してもよいし、通電開始から所定の待機時間を経過した後の電流値を比較することで残留磁束の影響を特定してもよい。

40

【 0 0 6 6 】

・上記各実施の形態に示した燃料噴射弁 3 0 では燃料圧力を利用してニードル 3 3 を閉弁方向へ付勢する構成としたが、ニードル 3 3 の付勢をどのように行うかについては任意であり、必ずしも燃料圧力を利用する必要はない。

【 0 0 6 7 】

・上記各実施の形態では、駆動電流から磁束密度を算出する構成としたが、磁気センサ等を用いて磁束密度を計測する構成とすることも可能である。

50

【 0 0 6 8 】

・上記各実施の形態では、燃料噴射弁 30 の駆動部をソレノイドとする場合について例示したが、燃料噴射弁 30 の駆動部の具体的構成については任意である。例えば、ピエゾアクチュエータとすることも可能である。ピエゾアクチュエータについては、溜まっている電荷量が最大となった場合に動作を開始する。通電が終了すると、電荷量が減少してもとに戻るが、その過程（電荷が残っている状態）で再び通電された場合には、動作を開始するまでの所要時間は短くなる。このような事情に鑑みた場合、電荷が抜けきらないうちに再び通電される状況下においてはパルス幅を短縮する等の補正を行うことで、要求噴射量と実際の噴射量とのずれを好適に緩和できる。

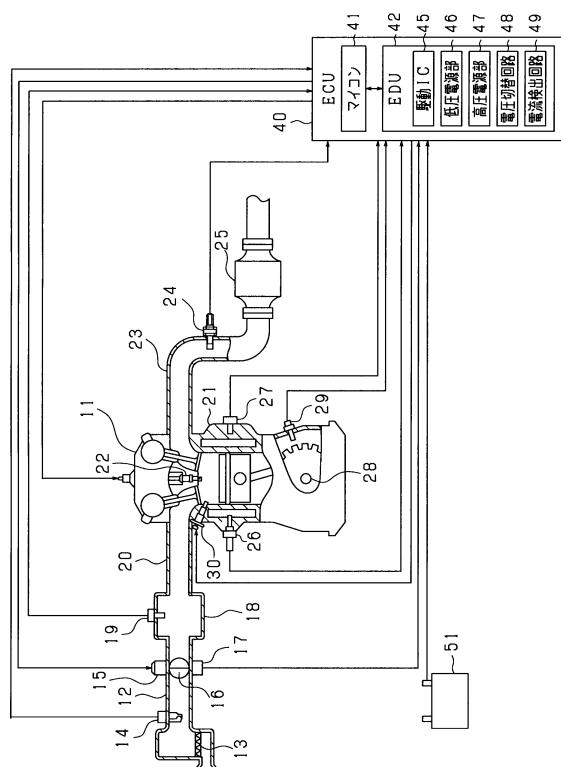
【 符号の説明 】

10

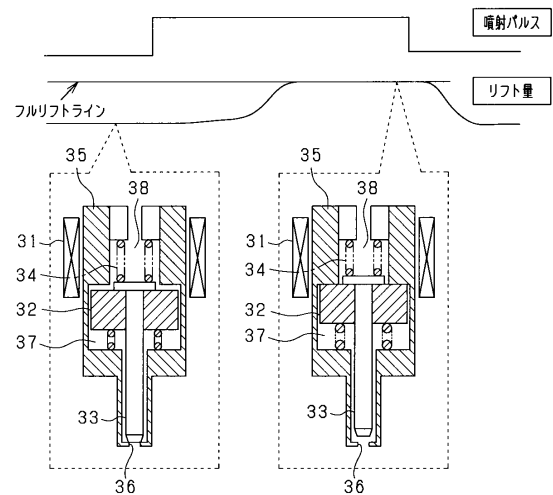
【 0 0 6 9 】

1 1 ... エンジン、 3 0 ... 燃料噴射弁、 3 3 ... ニードル、 4 1 ... マイコン、 4 6 ... 低圧電源部、 4 7 ... 高圧電源部、 4 9 ... 電流検出回路、 5 1 ... バッテリ。

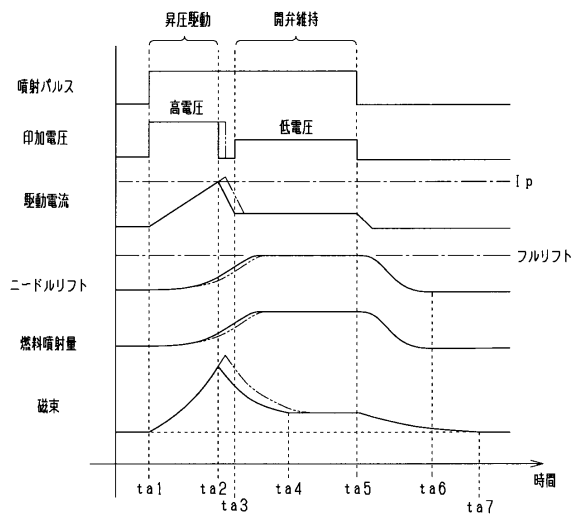
【 図 1 】



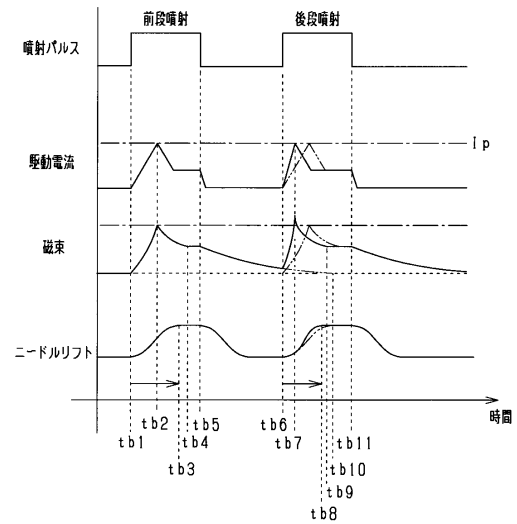
【 図 2 】



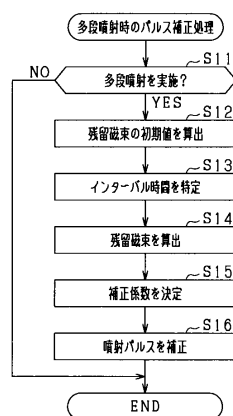
【図 3】



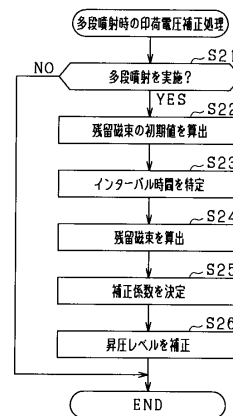
【図 4】



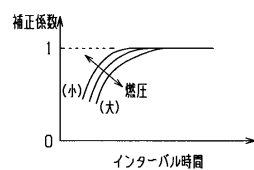
【図 5】



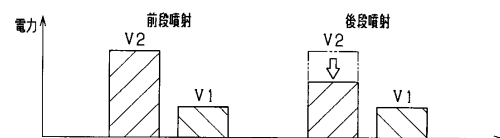
【図 8】



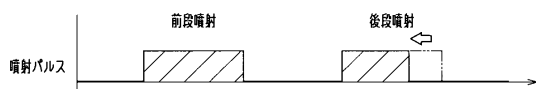
【図 6】



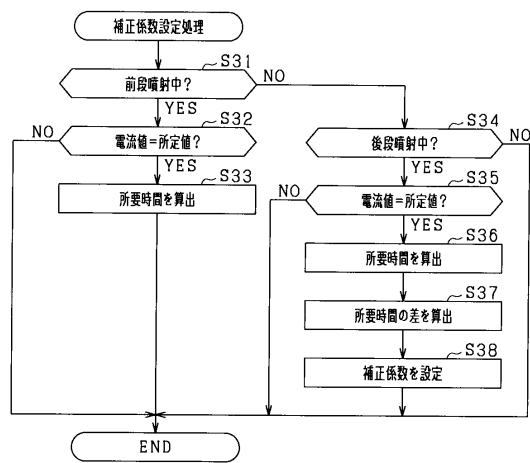
【図 9】



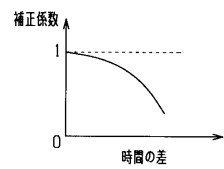
【図 7】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

審査官 佐々木 淳

(56)参考文献 特開平06-101552(JP,A)
特開2004-211623(JP,A)
特開2011-190725(JP,A)
特開2008-057462(JP,A)
特開2004-027939(JP,A)
特開2016-075171(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F02D 41/20-45/00
F02M 51/00-51/06