

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4037632号
(P4037632)

(45) 発行日 平成20年1月23日(2008.1.23)

(24) 登録日 平成19年11月9日(2007.11.9)

(51) Int.C1.

F 1

F02D 41/20	(2006.01)	F02D 41/20	330
F02M 51/06	(2006.01)	F02M 51/06	M
F16K 31/06	(2006.01)	F16K 31/06	310A

請求項の数 10 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2001-302694 (P2001-302694)
(22) 出願日	平成13年9月28日 (2001.9.28)
(65) 公開番号	特開2003-106200 (P2003-106200A)
(43) 公開日	平成15年4月9日 (2003.4.9)
審査請求日	平成15年8月20日 (2003.8.20)

(73) 特許権者	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(74) 代理人	100091096 弁理士 平木 祐輔
(72) 発明者	小山 克也 茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株式会社 日立製作所 自動車機器グループ内
(72) 発明者	佐々木 昭二 茨城県ひたちなか市大字高場2520番地 株式会社 日立製作所 自動車機器グループ内

審査官 倉橋 紀夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】燃料噴射装置を備えた内燃機関の制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ソレノイドを有する燃料噴射装置を備えた内燃機関の制御装置において、該制御装置は、内燃機関の運転状態を検出する手段と、該運転状態に基づき燃料噴射パルス幅を算出する手段と、前記ソレノイドを制御するソレノイド制御手段と、を備え、

該ソレノイド制御手段は、前記燃料噴射パルス幅に基づき前記ソレノイドに電流を供給して制御するものであって、最初、大きな所定電流値に至るまで前記ソレノイドに開弁電流を供給し、該開弁電流が所定電流値に至った後は、前記ソレノイドを開弁状態に保持するべく、前記内燃機関の運転状態の燃料噴射量有効最小パルス幅特性 (Qmin特性) が重要な領域か否かを判断して複数の異なる電流波形の小さな電流値の保持電流の内の一つを切換えて供給して前記ソレノイドを制御することを特徴とする内燃機関の制御装置。

【請求項2】

ソレノイド制御手段は、バッテリからの電力を昇圧する昇圧回路と、前記昇圧回路から電力を前記ソレノイドに供給する第一スイッチ回路と、前記バッテリから電力を前記ソレノイドに供給する第二スイッチ回路と、前記ソレノイドからグランド方向に電流をシンクする第三スイッチ回路と、前記第一スイッチ回路と前記第二スイッチ回路とがオフのとき、グランドから前記ソレノイドと前記第三スイッチ回路を介してグランドに電流を回帰させるフライホイール回路と、を備えていることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項3】

10

20

前記ソレノイドに供給する前記複数の電流波形は、一段開弁二段保持の第一電流波形、一段開弁一段保持の第二電流波形、及び、前記第二電流波形とは異なる一段開弁一段保持の第三電流波形、の三種類の電流波形であることを特徴とする請求項2に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項4】

前記ソレノイド制御手段は、電流波形制御手段を有し、該電流波形制御手段は、前記第一電流波形の形成に当たって、大きな所定電流値に至るまで開弁電流を供給すべく前記第一スイッチ回路と前記第三スイッチ回路をオンし、次いで前記フライホイール回路により所定時間開弁状態を継続する大きな保持電流を供給すべく前記第一スイッチ回路をオフし前記第二スイッチ回路をオン／オフし、更に前記フライホイール回路により開弁状態を保持する小さな保持電流を供給すべく前記第二スイッチ回路をオン／オフする制御を行うものであることを特徴とする請求項3に記載の内燃機関の制御装置。10

【請求項5】

前記電流波形制御手段は、前記第二電流波形の形成に当たって、大きな所定電流値に至るまで開弁電流を供給すべく前記第一スイッチ回路と前記第二スイッチ回路をオンし、次いでフライホイール回路により開弁状態を保持する小さな保持電流を供給すべく前記第一スイッチ回路をオフし前記第二スイッチ回路をオン／オフする制御を行うことを特徴とする請求項4に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項6】

前記電流波形制御手段は、前記第三電流波形の形成に当たって、大きな所定電流値に至るまで開弁電流を供給すべく前記第一スイッチ回路と前記第三スイッチ回路をオンし、次いで開弁電流から保持電流への切換え時間を速くすべく前記第一スイッチ回路と前記第三スイッチ回路をオフさせて、更にフライホイール回路により開弁状態を保持する小さな保持電流を供給すべく第三スイッチ回路をオンし前記第二スイッチ回路のオン／オフする制御を行うものであることを特徴とする請求項4又は5に記載の内燃機関の制御装置。20

【請求項7】

前記電流波形制御手段は、前記内燃機関の運転状態に基づき前記ソレノイドに供給する前記3種類の電流波形の2種類以上を切換えるものであることを特徴とする請求項4に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項8】

前記制御装置は、前記燃料噴射装置に供給する燃料の圧力を制御する手段と、該燃料圧力を検出する手段と、を備え、前記運転状態は、前記燃料の圧力値であることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の制御装置。30

【請求項9】

前記制御装置は、燃料噴射中にはソレノイドに供給する前記電流の波形の切換えを禁止することを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項10】

前記制御装置は、前記内燃機関の運転状態を判断する演算装置を備え、該演算装置と前記電流波形制御手段との間は、シリアルコミュニケーションを媒体としていることを特徴とする請求項1に記載の内燃機関の制御装置。40

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関の制御装置に係り、特に、ソレノイドを有する燃料噴射装置を備えた内燃機関のソレノイドに印可する電流波形を制御する制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、内燃機関の燃焼室に燃料を噴射する燃料噴射弁（インジェクタ）は、燃料噴射弁内に、プランジャーと、該プランジャーを開弁方向に付勢するソレノイドと、前記プランジャーを閉弁方向に付勢するスプリングとを備えていると共に、燃料噴射弁に供給される燃

料圧力は高圧状態にあって、該高圧の燃料圧力でプランジャーを閉弁方向に付勢する状態になっている。

【0003】

また、前記ソレノイド（インジェクタ）に印加される電流は、バッテリを電源とするものであって、その印可駆動電流は、単一の電流波形であり、内燃機関の燃焼室への燃料噴射弁からの燃料の噴射制御は、制御装置からの燃料噴射弁のソレノイドへの印可信号に基づいて前記单一の電流波形の電流が印加されることによって行われている。

【0004】

例えば、特開平11-13519号公報や特開平11-343910号公報に所載の燃料噴射弁の燃料噴射のためのソレノイド印加制御は、燃料噴射弁（インジェクタ）の駆動電流波形が、一段の開弁信号と一段の保持信号からなる2段階の単一の駆動電流波形をしているものであり、内燃機関の運転状態に基づいて燃料噴射パルス幅を変化させて、内燃機関の燃焼室に噴射供給する燃料の噴射量を制御して内燃機関の燃焼を制御するものである。10

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、近年、内燃機関に装置される燃料噴射弁（インジェクタ）は、種々の要求からその小型化が強く求められるようになって来ている。しかし、燃料噴射弁（インジェクタ）が小型化されると、該燃料噴射弁（インジェクタ）に内蔵されているソレノイドのインダクタンス値が小さいものとなってしまい、該ソレノイドに印加される前記したような従来の単一の電流波形では、起磁力が小さくなることがあって、この場合は、ソレノイドによる燃料噴射弁（インジェクタ）に内蔵されているプランジャーの吸引力が小さいものになってしまう。特に、供給される燃料が高圧の状態にある場合には、時としてソレノイドの起磁力ではプランジャーを吸引することができず、燃料噴射弁からの燃料噴射ができなくなる可能性がある。20

【0006】

また、燃料噴射弁（インジェクタ）は、その一噴射において燃料をどの程度最小量として噴射できるか、つまり燃料噴射弁の一燃料噴射における最小燃料噴射量特性も重要なことである。該最小燃料噴射量特性は、特に成層リーン燃焼時に求められるものであり、該最小燃料噴射量特性は、燃費、エミッション特性に重要なことである。30

【0007】

本発明は、前記点に鑑みてなされたものであって、その目的とするところは、燃料噴射弁（インジェクタ）の小型化によりソレノイドのインダクタンス値が小さくなっても、最適に燃料噴射でき、且つ、最小燃料噴射量特性の優れた燃料噴射装置を備えた内燃機関の制御装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

前記目的を達成すべく、本発明の内燃機関の制御装置は、基本的には、ソレノイドを有する燃料噴射装置を備えた内燃機関の制御装置であって、該制御装置は、内燃機関の運転状態を検出する手段と、該運転状態に基づき燃料噴射パルス幅を算出する手段と、前記ソレノイドを制御するソレノイド制御手段と、を備え、該ソレノイド制御手段は、前記燃料噴射パルス幅に基づき前記ソレノイドに電流を供給して制御するものであって、最初、大きな所定電流値に至るまで前記ソレノイドに開弁電流を供給し、該開弁電流が所定電流値に至った後は、前記ソレノイドを開弁状態に保持するべく、前記内燃機関の運転状態の燃料噴射量有効最小パルス幅特性（Q_{min}特性）が重要な領域か否かを判断して複数の異なる電流波形の小さな電流値の保持電流の内の一つを切換え供給して前記ソレノイドを制御することを特徴としている。40

【0009】

また、本発明の内燃機関の制御装置の具体的な態様は、ソレノイド制御手段は、バッテリからの電力を昇圧する昇圧回路と、前記昇圧回路から電力を前記ソレノイドに供給する第50

ースイッチ回路と、前記バッテリから電力を前記ソレノイドに供給する第二スイッチ回路と、前記ソレノイドからグランド方向に電流をシンクする第三スイッチ回路と、前記第一スイッチ回路と前記第二スイッチ回路とがオフのとき、グランドから前記ソレノイドと前記第三スイッチ回路を介してグランドに電流を回帰させるフライホイール回路と、を備えていることを特徴としている。

【0010】

更に、本発明の内燃機関の制御装置の他の具体的な態様は、前記ソレノイドに供給する前記複数の電流波形は、一段開弁二段保持の第一電流波形、一段開弁一段保持の第二電流波形、及び、前記第二電流波形とは異なる一段開弁一段保持の第三電流波形、の三種類の電流波形であることを特徴としている。 10

【0011】

前記の如く構成された本発明の内燃機関の制御装置は、インジェクタの小型化による該インジェクタのソレノイドのインダクタンスが小さい場合における高燃圧時でも、インジェクタを最適に制御でき、最小燃料噴射量特性を良好に維持することができる。

【0012】

また、本発明の内燃機関の制御装置の他の具体的な態様は、前記電流波形制御手段は、前記第一電流波形の形成に当たって、大きな所定電流値に至るまで開弁電流を供給すべく前記第一スイッチ回路と前記第三スイッチ回路をオンし、次いで前記フライホイール回路により所定時間開弁状態を継続する大きな保持電流を供給すべく前記第一スイッチ回路をオフし前記第二スイッチ回路をオン/オフし、更に前記フライホイール回路により開弁状態を保持する小さな保持電流を供給すべく前記第二スイッチ回路をオン/オフする制御を行うものであることを特徴としている。 20

【0013】

更に、本発明の内燃機関の制御装置の更に他の具体的な態様は、前記電流波形制御手段は、前記第二電流波形の形成に当たって、大きな所定電流値に至るまで開弁電流を供給すべく前記第一スイッチ回路と前記第二スイッチ回路のオンし、次いでフライホイール回路により開弁状態を保持する小さな保持電流を供給すべく前記第一スイッチ回路をオフし前記第二スイッチ回路をオン/オフする制御を行うことを特徴とする請求項3又は4に記載の内燃機関の制御装置。

【0014】

更にまた、本発明の内燃機関の制御装置の更に他の具体的な態様は、前記電流波形制御手段は、前記第三電流波形の形成に当たって、大きな所定電流値に至るまで開弁電流を供給すべく前記第一スイッチ回路と前記第三スイッチ回路のオンし、次いで開弁電流から保持電流への切換え時間を速くすべく前記第一スイッチ回路と前記第三スイッチ回路をオフさせて、更にフライホイール回路により開弁状態を保持する小さな保持電流を供給すべく第三スイッチ回路をオンし前記第二スイッチ回路のオン/オフする制御を行うものであることを特徴としている。 30

【0015】

更にまた、本発明の内燃機関の制御装置の更に他の具体的な態様は、前記電流波形制御手段は、前記内燃機関の運転状態に基づき前記ソレノイドに供給する前記3種類の電流波形の2種類以上を切換えるものであることを特徴としている。 40

【0016】

更にまた、本発明の内燃機関の制御装置の更に他の具体的な態様は、前記制御装置が、前記燃料噴射装置に供給する燃料の圧力を制御する手段と、該燃料圧力を検出する手段と、を備え、前記運転状態は、前記燃料の圧力値であることを特徴とし、前記制御装置が、燃料噴射中にはソレノイドに供給する前記電流の波形の切換えを禁止することを特徴としている。

【0017】

更にまた、本発明の内燃機関の制御装置の更に他の具体的な態様は、前記制御装置は、前記内燃機関の運転状態を判断する演算装置を備え、該演算装置と前記電流波形制御手段と

10

20

30

40

50

の間は、シリアルコミュニケーションを媒体としていることを特徴としている。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面に基づき本発明の燃料噴射装置を備えた内燃機関の制御装置の一実施形態を詳細に説明する。

【0019】

図1は、本実施形態の燃料噴射装置を備えた内燃機関の制御装置が適用される内燃機関システムの全体構成を示した図である。図1において、内燃機関1は、点火コイル17によって点火される点火プラグ17aと、筒内に直接燃料を噴射する燃料噴射弁(インジェクタ)13と、該燃料噴射弁13に燃料タンク11から燃料を圧送する燃料ポンプ12と、を備えた多気筒の内燃機関である。内燃機関1の各シリンダ1aに導入される吸入空気は、エアクリーナ3の入力部4から取り入れられ、内燃機関1の運転状態計測手段の一つである空気流量計(エアフロセンサ)5を通り、吸気流量を制御するスロットル弁6が収容されたスロットルボディ7を通ってコレクタ8に入る。10

【0020】

前記コレクタ8に吸入された空気は、内燃機関1の各シリンダ1aに接続された吸入空気管19に分配された後、前記シリンダ1aの燃焼室2に導かれる。スロットル弁6は、モータ10に連結されており、モータ10を駆動することによりスロットル弁6は操作されて吸入空気量を制御している。また、前記シリンダ1aの燃焼室2からの燃焼排ガスは、排気管23を介して外部に排出される。20

【0021】

一方、ガソリン等の燃料は、燃料タンク11から燃料ポンプ12により、吸引、加圧された上で、可変燃圧プレッシャレギュレータ14により所定の圧力に調圧され、各シリンダ1aの燃焼室2にその燃料噴射口を開口しているインジェクタ13から前記燃焼室2に噴射される。

【0022】

また、可変燃圧プレッシャレギュレータ14は、コントロールユニット15で制御され、空気流量計5からは吸入空気量を示す信号が出力され、コントロールユニット15に入力されるようになっている。前記スロットル弁6の開度を検出するスロットルセンサ18がスロットルボディ7に取り付けられており、その出力もコントロールユニット15に入力されるようになっている。30

【0023】

更に、内燃機関1には、クランク角センサ16が取付られており、該クランク角センサ16は、カム軸22によって回転駆動され、クランク軸の回転位置を示す信号を出力し、該信号もコントロールユニット15に入力されるようになっている。排気管23にはA/F(空燃比)センサ20が取付られており、A/F(空燃比)センサ20は、排気管23内の排気ガスの成分から実運転の空燃比を検出し、検出信号も同様にコントロールユニット15に入力される。スロットルボディ7には、アクセルセンサ9が一体に設けられ、該アクセルセンサ9は、アクセルペダル12と連結しており、ドライバーがアクセルペダル12を操作する量を検出して、その検出出力信号もコントロールユニット15に入力される。40

。

【0024】

コントロールユニット15は、処理手段(CPU)24を有し、前記したクランク角信号、アクセル開度信号などの内燃機関1の運転状態を検出する各種センサなどからの信号を入力信号として取り込み、所定の演算を実行し、前記したインジェクタ13、点火コイル17、及び、スロットル弁6の操作のためのモータ10に所定の制御信号を出力し、燃料供給制御、点火時期制御、吸入空気制御を実行する。燃料系に設けられた可変燃圧プレッシャ14に隣接して燃圧センサ21が設けてあり、その信号もコントロールユニット15に入力される。電源(バッテリ)25とコントロールユニット15との間には、イグニッションスイッチ26が設けられる。50

【0025】

インジェクタ13は、前述の通りシリンドラ1aの燃焼室2内に燃料を噴射するためのものであり、図示は省略するが、インジェクタ13内に、プランジャーと、該プランジャーを開弁方向に付勢するソレノイド13a(図2参照)と、前記プランジャーを閉弁方向に付勢するスプリングとを備えていると共に、該インジェクタ13内に供給される燃料圧力は、非常に高い状態にあり、該燃料圧力もプランジャーを開弁方向に付勢する状態にしてある。

【0026】

図2は、コントロールユニット15内のインジェクタ13の制御回路構成を示したものである。該インジェクタ13のソレノイド13aの制御回路(ソレノイド制御手段)31は、回路群から構成され、バッテリ25からの電力であるバッテリ電圧26aより大きな電圧を生成する昇圧回路32を備えている。10

【0027】

通常の動作において、インジェクタ13を開弁させるためには、ソレノイド13aに大きな起磁力を必要とし、通常のバッテリからの供給電力では、ソレノイドの起磁力は小さく、インジェクタ13を開弁させることができない。このために、前述の昇圧回路32を必要とする。

【0028】

第一スイッチ素子33は、前記昇圧回路32で生成された昇圧電力32aをインジェクタ13(ソレノイド13a)に印加するために電流の供給、遮断を制御するスイッチ素子であり、第二スイッチ素子34は、バッテリ26からインジェクタ13に電力26aを印加するために電流の供給、遮断を制御するスイッチ素子である。20

【0029】

また、第一スイッチ素子33と第二スイッチ素子34からの供給電力(電流)がワイヤードORとなる信号線35aでは、電圧関係は、昇圧電圧32a > バッテリ電圧26aとなるために、昇圧電圧32aがスイッチ素子33、34を介してバッテリ25に流れ込む可能性がある。そこで、信号線35aと第二スイッチ素子34間には電流逆流防止素子35を設定する。

【0030】

第三と第四のスイッチ素子36、37は、インジェクタ13の電流をグランド方向にシンクするスイッチ素子であり、インジェクタ毎に個別に設定する。還流素子38は、インジェクタ13に流れる電流を、インジェクタ13から第三スイッチ素子36(または、第四スイッチ素子37)グランド環流素子38インジェクタ13に帰還させるフライハイール回路用の還流素子である。30

【0031】

また、図2では、前記第一スイッチ素子33、第二スイッチ素子34、電流逆流防止素子35、及び、還流素子38は、インジェクタ13の対向気筒毎に設定している。しかし、アプリケーションとしては、前記第一スイッチ素子33、第二スイッチ素子34、電流逆流防止素子35、および、還流素子38を、インジェクタ13毎に個別設定することもある。40

【0032】

基準電流生成部40は、インジェクタ13に流す基準電流を設定するものであり、該基準電流は、開弁電流40a、保持電流40b、保持電流40cの3レベルを設定する。

【0033】

制御部39は、前記各スイッチ素子33、34、36、37を制御する制御部であり、制御部39では、インジェクタ13への供給電流ステージにより、前記3つの基準電流40a、40b、40cから1つを選択して切換え使用する。

【0034】

CPU24とソレノイド制御回路31との間のインターフェースは、パラレル入力24a、24b、および、シリアル通信24cとから構成される。パラレル入力では、CPU250

4で算出した燃料噴射パルス幅に基づき、開弁信号24aおよび保持信号24bが、CPU24から出力され、制御部39に入力される。シリアル通信24cでは、ソレノイド制御回路31内のシリアル・ペリフェラル・インターフェイス(SPI)部42と通信を行い、制御部39のインジェクタ駆動電流波形の切換えを行う。制御部39、SPI部42、及び、基準電流生成部40とを総称して電流波形制御手段と云う。

【0035】

図3～5は、インジェクタ13(ソレノイド13a)を駆動制御する各部の制御信号、および、インジェクタ駆動電流波形(ソレノイド電流波形)を示した図である。

インジェクタを駆動する電流波形(ソレノイド電流波形)は、図3～5に示す波形1～3の3種類存在し、運転状態によりCPU24からSPI通信により切換え可能としている。

まず、インジェクタ駆動電流(ソレノイド駆動電流)13b(図2参照)について説明する。以下、シンク用第三スイッチ素子36について説明するが、シンク用第四スイッチ素子37についても同様である。

【0036】

図3の波形1では、インジェクタ駆動電流13bに示す通り、開弁電流と2段の保持電流から構成される。タイミングt1は、インジェクタ13の噴射開始タイミングであり、CPU24からの開弁信号24a、および、保持信号24bの論理積が成立したとき、第一スイッチ素子33、および、第三スイッチ素子36をオンさせ、第一スイッチ素子33 インジェクタ13 第三スイッチ素子36 グランドにインジェクタ駆動電流13bを流し、所定電流値40aに到達するまで、インジェクタ13に開弁のための駆動電流13bを供給し、インジェクタ13を開弁させる。

【0037】

このときのインジェクタ駆動電流13bは、第三スイッチ素子36に設定された電流検出素子で検出され、その検出値36yと開弁電流基準値40aが比較される。なお、第一スイッチ素子33、および、第三スイッチ素子36は、それぞれ制御部39からの制御信号33z、36zにより制御される。

【0038】

所定電流値40aに到達したタイミングt2では、第一スイッチ素子33をオフさせ、インジェクタ駆動電流13bは、インジェクタ13 第三スイッチ素子36 グランド 還流素子38 インジェクタ13の電流ループで電流を流しながら減少していく。

【0039】

タイミングt3では、所定電流40b1までインジェクタ駆動電流13bが減少したら、第二スイッチ素子3を制御部39からの制御信号34zによりオンさせ、第二スイッチ素子34 逆流防止素子35 インジェクタ13 スイッチ素子346 グランドにインジェクタ駆動電流13bを流し、所定電流値40bに到達するまで第二スイッチ素子34をオンする。このときのインジェクタ駆動電流13bは、第三スイッチ素子36に設定された電流検出素子で検出され、その検出値36yと保持電流1の基準値40b、および、保持電流1の基準値40b1により決定する保持電流1のヒス基準値40b1と比較される。

【0040】

開弁信号24aがオフするまでのt3～t4区間は、前記第二スイッチ素子34のオン、オフ動作を繰り返し、所定電流値40b1～40bの間でインジェクタ駆動電流13bの定電流制御を行う。なお、本実施形態の定電流制御値は、高燃圧時の開弁電流のみでは、インジェクタ13が開弁しないときの吸引力アップを目的としており、インジェクタ13内のソレノイド13aの起磁力を大きし、インジェクタ13を開弁するために、その定電流値は比較的大きな値となる。

【0041】

タイミングt4では、開弁信号24aのオフにより、定電流制御値をインジェクタ13の開弁保持状態を維持する程度まで電流値を小さくする。タイミングt4、即ち、開弁信号24aがオフしたとき、第二スイッチ素子34をオフさせ、インジェクタ駆動電流13b

10

20

30

40

50

は、インジェクタ 13 第三スイッチ素子 36 グランド 還流素子 38 インジェクタ 13 の電流ループで電流を流しながら減少していく。

【0042】

タイミング t5 では、所定値電流 40c1 までインジェクタ駆動電流 13b が減少したら、第二スイッチ素子 34 を制御部 39 からの制御信号 34z によりオンさせ、第二スイッチ素子 34 逆流防止素子 35 インジェクタ 13 第三スイッチ素子 36 グランドにインジェクタ駆動電流 13b を流し、所定電流値 40c に到達するまで第二スイッチ素子 34 をオンする。このときのインジェクタ駆動電流 13b は、第三スイッチ素子 36 に設定された電流検出素子で検出され、その検出値 36y と保持電流 2 の基準値 40c、および、保持電流 2 の基準値 40c により決定する保持電流 2 のヒス基準値 40c1 と比較される。
10 保持信号 24b がオフするまでの t5 ~ t6 区間は、前述の第二スイッチ素子 34 のオン、オフ動作を繰り返し、所定電流値 40c1 ~ 40c の間でインジェクタ駆動電流 13b の定電流制御を行う。

【0043】

タイミング t6 では、保持信号 24b のオフにより、インジェクタ駆動電流 13b を遮断し、燃料噴射を停止する。なお、タイミング t6 では、第二スイッチ素子 34 および第三スイッチ素子 36 をオフさせ、即ち、インジェクタ 13 の上下流を制御する双方のスイッチ素子を停止し、インジェクタ駆動電流 13b を素早く減少させ、インジェクタ 13 の燃料噴射は、保持信号 24b に連動して停止する。

【0044】

図 4 の波形 2 では、インジェクタ駆動電流 13b が示すように、開弁電流と 1 段の保持電流から構成される。タイミング t11 は、インジェクタ 13 の噴射開始タイミングである。
20 C P U 24 からの開弁信号 24a、および、保持信号 24b の論理積が成立したとき、第一スイッチ素子 33、および、第三スイッチ素子 36 をオンさせ、第一スイッチ素子 33 インジェクタ 13 第三スイッチ素子 36 グランドにインジェクタ駆動電流 13b を流し、所定電流値 40a に到達するまで、インジェクタ 13 に開弁電流 13b を供給し、インジェクタ 13 を開弁させる。このときのインジェクタ駆動電流 13b は、第三スイッチ素子 36 に設定された電流検出素子で検出され、その検出値 36y と開弁電流基準値 40a が比較される。

【0045】

所定電流値 40a に到達したタイミング t12 では、第一スイッチ素子 33 をオフさせ、インジェクタ駆動電流 13b は、インジェクタ 13 第三スイッチ素子 36 グランド 還流素子 38 インジェクタ 13 の電流ループで電流を流しながら減少していく。
30

【0046】

タイミング t13 では、所定値電流 40c1 までインジェクタ駆動電流 13b が減少したら、第二スイッチ素子 34 を制御部 39 からの制御信号 34z によりオンさせ、第二スイッチ素子 34 逆流防止素子 35 インジェクタ 13 第三スイッチ素子 36 グランドにインジェクタ駆動電流 13b を流し、所定電流値 40c に到達するまで第二スイッチ素子 34 をオンする。このときのインジェクタ駆動電流 13b は、第三スイッチ素子 36 に設定された電流検出素子で検出され、その検出値 36y と保持電流 2 の基準値 40c、および、保持電流 2 の基準値 40c により決定する保持電流 1 のヒス基準値 40c1 と比較される。
40 保持信号 24b がオフするまでの t13 ~ t14 区間は、前記の第二スイッチ素子 34 のオン、オフ動作を繰り返し、所定電流値 40c1 ~ 40c の間でインジェクタ駆動電流 13b の定電流制御を行う。なお、本実施形態の定電流制御値は、前記図 3 の t5 ~ t6 区間と同じ考え方である。即ち、インジェクタ 13 の開弁状態を保持することを目的とする。

【0047】

タイミング t14 では、保持信号 24b のオフにより、インジェクタ駆動電流 13b を遮断し、燃料噴射を停止する。なお、タイミング t14 では、第二スイッチ素子 34 および第三スイッチ素子 36 をオフさせ、即ち、インジェクタ 13 の上下流を制御する双方のスイッチ素子を停止し、インジェクタ駆動電流 13b を素早く減少させ、インジェクタ 13 の
50

燃料噴射は、保持信号 2 4 b に連動して停止する。

波形 2 では、開弁信号 2 4 a は、開弁電流開始許可条件にしか使用していないので、開弁信号 2 4 a のオフタイミングは、タイミング $t_{12} \sim t_{14}$ の間であればよい。また、波形 2 と波形 1 の違いは、保持電流 1 の有無である。

【0048】

図 5 の波形 3 では、インジェクタ駆動電流 1 3 b が示しように、開弁電流と 1 段の保持電流から構成される。なお、波形 2との違いは、開弁電流と保持電流の切換え時、下流第三スイッチ素子 3 6 をオフするか否かである。

タイミング t_{21} は、インジェクタ 1 3 の噴射開始タイミングである。CPU 2 4 からの開弁信号 2 4 a、および、保持信号 2 4 b の論理積が成立したとき、第一スイッチ素子 3 3 10 および、第三スイッチ素子 3 6 をオンさせ、第一スイッチ素子 3 3 インジェクタ 1 3

第三スイッチ素子 3 6 グランドにインジェクタ駆動電流 1 3 b を流し、所定電流値 4 0 a に到達するまで、インジェクタ 1 3 にインジェクタ駆動電流 1 3 b を供給し、インジェクタ 1 3 を開弁させる。このときのインジェクタ駆動電流 1 3 b は、第三スイッチ素子 3 6 に設定された電流検出素子で検出され、その検出値 3 6 y と開弁電流の基準値 4 0 a と比較される。

所定基準値 4 0 a に到達したタイミング t_{22} では、第一スイッチ素子 3 3、および、第三スイッチ素子 3 6 をオフさせ、インジェクタ駆動電流 1 3 b を素早く減少させる。このとき、第三スイッチ素子 3 6 には、 $t_{22} \sim t_{23}$ 間のインジェクタ駆動電流電流 1 3 b × 電圧 3 6 a の損失が発生し、インジェクタ駆動電流電流 1 3 b は、開弁電流 4 0 a であるため大きく、そのため、回路損失は、非常に大きくなる。 20

【0049】

タイミング t_{23} では、所定電流 4 0 c 1 までインジェクタ駆動電流 1 3 b が減少したら、第二スイッチ素子 3 4 および第三スイッチ素子 3 6 を制御部 3 9 からの制御信号 3 4 z 、3 6 z によりそれぞれオンさせ、第二スイッチ素子 3 4 逆流防止素子 3 5 インジェクタ 1 3 第三スイッチ素子 3 6 グランドにインジェクタ駆動電流 1 3 b を流し、所定電流値 4 0 c に到達するまで第二スイッチ素子 3 4 をオンする。このときのインジェクタ駆動電流 1 3 b は、第三スイッチ素子 3 6 に設定された電流検出素子で検出され、その検出値 3 6 y と保持電流 2 の基準値 4 0 c、および、保持電流 2 の基準値 4 0 c により決定する保持電流 1 のヒス基準値 4 0 c 1 と比較される。保持信号 2 4 b がオフするまでの $t_{23} \sim t_{24}$ 区間は、前記の第二スイッチ素子 3 4 のオン、オフ動作を繰り返し、所定電流値 4 0 c 1 ~ 4 0 c の間でインジェクタ駆動電流 1 3 b の定電流制御を行う。なお、本定電流制御値は、図 3 の $t_5 \sim t_6$ 、および、図 4 の $t_{13} \sim t_{14}$ 区間と同じ考え方である。即ち、インジェクタ 1 3 の開弁状態を保持することを目的とする。 30

【0050】

タイミング t_{24} では、保持信号 2 4 b のオフにより、インジェクタ駆動電流 1 3 b を遮断し、燃料噴射を停止する。なお、タイミング t_{14} では、第二スイッチ素子 3 4 および第三スイッチ素子 3 6 をオフさせ、即ち、インジェクタ 1 3 の上下流を制御する双方のスイッチ素子を停止し、インジェクタ駆動電流 1 3 b を素早く減少させ、インジェクタ 1 3 の燃料噴射は、保持信号 2 4 b に連動して停止する。 40

【0051】

波形 3 では、波形 2 と同様、開弁信号 2 4 a は、開弁電流開始許可条件にしか使用していない。よって、開弁信号 2 4 a のオフタイミングは、タイミング $t_{22} \sim t_{24}$ の間であればよい。また、波形 3 と波形 2 の違いは、開弁電流から保持電流の切換え時にインジェクタ下流の第三スイッチ素子 3 6 のオフ有無による。以上、図 3 ~ 5 を参照して、インジェクタ 1 3 に供給する電流波形 1 ~ 3 の各々について記述したが、それぞれメリット、デメリットがある。

【0052】

燃料噴射量有効最小パルス幅特性 (Qmin 特性) は、電流波形により下記の特性順となる。

波形 3 > 波形 2 > 波形 1

即ち、Q_{min}特性が重要となる運転領域、例えば、内燃機関低回転時は、波形3で、インジェクタを制御する必要がある。

【0053】

インジェクタ13のプランジャーの吸引力特性は、電流波形により下記の特性順となる。

波形1 > 波形2 = 波形3

即ち、高燃圧時の大さな吸引力が必要とするときは、波形1でインジェクタを制御する必要がある。

【0054】

また、インジェクタ制御回路31の回路損失は、下記の順で低損失となる。

波形2 > 波形1 > 波形3

10

即ち、波形2が回路損失ミニマムとなるため、前述Q_{min}特性が重要となる運転領域、または、高燃圧時の大さな吸引力が必要とするとき以外は、波形2のインジェクタ駆動電流波形で制御するのがよい。また、コントロールユニット15の全体損失を低くする意味でも必要である。

【0055】

前記のように、インジェクタ駆動電流13bの電流波形は、各運転状態に最適な波形に切換える、インジェクタ13の特性、および、インジェクタ制御回路31の損失低減を両立させる。

【0056】

図6は、本実施形態におけるインジェクタ駆動電流13bを切換えるSPI通信部42の内部ブロック図である。SPI通信線24cは、図2では1本線として記載されているが、CS線24c1、DIN線24c2、SCK線24c3、DOUT線24c4の4本線から構成される。

20

【0057】

SPI通信では、CPU24のCS線24c1から信号が入力されている間（信号がLOWの間）、CPU4とインジェクタ制御部31内のSPI部42を結ぶシリアル通信の送受信が行われる。まず、CS線24c1から信号が入力されると、予めラッチ回路63に格納されていた8bitデータを確定し、シフトレジスタ62にコピーされる。本実施形態では、ラッチ回路63、および、DOUT線24c4の信号については、特に記述しない。

【0058】

30

その後、送受信されるデータは、CPU24により送られるSCK線24c3の信号に基づいて伝送される。CPU24とSPI部42を結ぶシリアル通信は、8ビットのシフトレジスタ62で構成されており、CPU24のDIN線24c2の信号は、ここに格納される。同時に、シフトレジスタ62に格納されていた送信データが、SCK線24c3の信号によりDOUT線24c4の信号として書きだされる。これらの動作は、CPU24からのクロックのSCK線24c3の信号の立ち上がり、または、立ち下がりエッジに同期して1ビットづつ行われる。

【0059】

その後、シフトレジスタ62に格納されているデータは、CS線24c1の信号が終了するとき（HIGHになるとき）、レジスタ61へ移される。このとき、DIN線24c2の信号には、インジェクタ駆動電流波形を切換える司令値が含まれており、本実施形態では、3種類に切換え可能なことから8ビットのDIN線24c2の信号内に2ビット含まれていることになる。

40

【0060】

そして、受信したDIN線24c2の信号からインジェクタ駆動電流波形を切換える司令値を制御部39で抽出し、前述司令値に従い制御部39ではインジェクタ駆動電流13bを制御する。前記のSPI通信は、8ビットのシフトレジスタとして説明したが、何ビットのシフトレジスタ、例えば16ビットシフトレジタで構成されてもよい。

【0061】

図7は、SPI通信のビット割付けのマップを示している。

50

D I N 線 2 4 c 2 の信号は、本実施形態では、8 ビットで示され、インジェクタ駆動電流波形を切換えるビットとして2 ビット割付けている。B i 5 は、保持電流1 の有無を切換えるビットである。B i 5 = 1 のときは、保持電流1 を有効、B I = 0 のときは、保持電流1 を無効とする。即ち、B i 5 = 0 のとき、保持電流が1 段階となる。

【 0 0 6 2 】

また、B i 6 は、インジェクタ駆動電流波形の保持電流1 を無効、即ち、B i 5 = 0 のとき、有効であり、び6 = 1 のときは、開弁電流から保持電流のときの第三スイッチ素子3 6 のオフを有効とB i 6 = 0 のときは、開弁電流から保持電流のときの第三スイッチ素子3 6 のオフを無効とする。

【 0 0 6 3 】

即ち、インジェクタ駆動電流波形とD I N 線 2 4 c 2 の信号の関係は、下記のようになる。

波形1 : (B i 5, B i 6) = (1, *) *はDon't care

波形2 : (B i 5, B i 6) = (0, 0)

波形3 : (B i 5, B i 6) = (0, 1)

【 0 0 6 4 】

図8は、本実施形態のインジェクタ駆動電流波形を切換える手段をC P U 2 4 内のソフトウェアで実現するソフトウェアのフローチャートである。

本タスクは、定時JOB、例えば、10 ms毎に実施されることが一般的である。10 msタスクからコールされ、スタートのステップS 1 から開始される。ステップS 2 では、現在インジェクタ噴射中有無を確認する。インジェクタ噴射中にインジェクタ駆動電流波形を切換えるとインジェクタ動作が異常となる。そこで、インジェクタ噴射中は、インジェクタ駆動電流波形を切換える手段をマスクし、即ち、ステップS 9 のENDにジャンプする。

【 0 0 6 5 】

ステップS 2 で、インジェクタ噴射中でないことを確認すると、ステップS 3 へ遷移する。ステップS 3 では、現在の内燃機関運転状態がQmin特性重要な領域か否かを判断し、Qm in特性が重要な領域の場合は、ステップS 5 へ遷移する。

ステップS 5 では、インジェクタ駆動電流波形をQmin特性が優れている波形3 に切換えるべく、(B i 5, B i 6) = (0, 1) にセットする。

【 0 0 6 6 】

ステップS 3 で、Qmin特性が重要な領域でない場合は、ステップS 4 へ遷移する。ステップS 4 では、現在の内燃機関運転状態において、高燃圧か否かを判断し、高燃圧の場合は、ステップS 6 へ遷移する。

ステップS 6 では、インジェクタ駆動電流波形を高燃圧時にインジェクタが開弁できるように、吸引力が優れている波形1 に切換えるべく、(B i 5, B i 6) = (1, *) にセットする。ステップS 4 で、高燃圧でないことを判断した場合は、ステップS 7 へ遷移する。

【 0 0 6 7 】

ステップS 7 では、Qmin特性が重要でなく、且つ、高燃圧でないために大きな吸引力が必要でない場合に、回路損失をミニマムするために、波形2 に切換えるべく、(B i 5, B i 6) = (0, 0) にセットする。

ステップS 8 では、前記ステップS 5 、S 6 、S 7 でセットしたインジェクタ駆動電流波形をS P I 通信により、インジェクタ制御回路3 1 に送信する。そしてS P I 部4 2 を介して、制御部3 9 にインジェクタ駆動電流波形をセットする。

そして、燃料噴射量は、開弁信号2 4 a 、および、保持信号2 4 b のパルス幅に基づき決定され、インジェクタ1 3 を制御して、内燃機関1 を最適制御する。

【 0 0 6 8 】

以上、本発明の一実施形態について記述したが、本発明は前記実施形態に限定されるものではなく、特許請求項の範囲に記載された発明の精神を逸脱しない範囲で設計において種

種の変更ができるものである。

【0069】

【発明の効果】

以上の発明から理解されるように、本発明の燃料噴射装置を備えた内燃機関の制御装置は、インジェクタの小型化による該インジェクタのソレノイドのインダクタンスが小さい場合における高燃圧時でも、インジェクタを最適に制御でき、最小燃料噴射量特性を良好に維持することができる。また、内燃機関の燃料供給装置の損失を小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の内燃機関の制御装置の一実施形態のが適用されている内燃機関の制御システムの全体構成図。 10

【図2】図1の内燃機関の制御装置のソレノイド制御回路の構成図。

【図3】図2のソレノイド制御回路によって形成されるインジェクタ駆動の第一電流波形を示した図。

【図4】図2のソレノイド制御回路によって形成されるインジェクタ駆動の第二電流波形を示した図。

【図5】図2のソレノイド制御回路によって形成されるインジェクタ駆動の第三電流波形を示した図。

【図6】図2のソレノイド制御回路のS P I部の内部ブロック図。

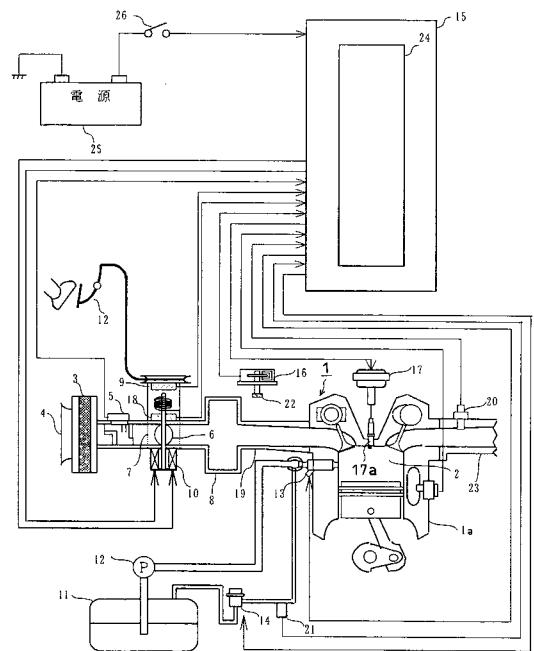
【図7】図6のS P I部のピット割付けを示す図。 20

【図8】図1の内燃機関の制御装置の制御フローチャート。

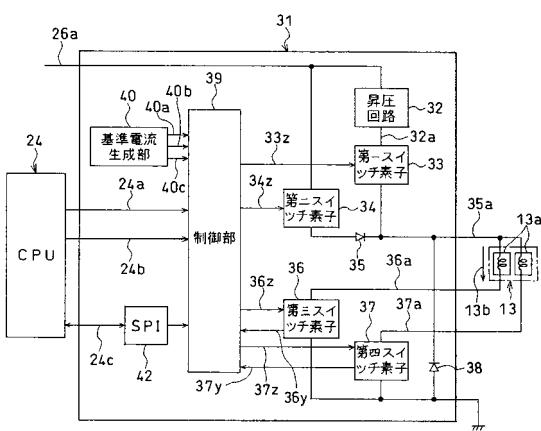
【符号の説明】

1 ... 内燃機関、 1 a ... シリンダ、 2 ... 燃焼室、 1 2 ... 燃料ポンプ、 1 3 ... インジェクタ、
1 3 a ... ソレノイド、 1 4 ... 可変燃圧プレッシャレギュレータ、 1 5 ... コントロールユニット、
1 6 ... クランク角センサ、 1 7 ... 点火コイル、 2 1 ... 燃圧センサ、 2 4 ... C P U、
2 4 a ... インジェクタ開弁信号、 2 4 b ... インジェクタ保持信号、 2 4 c ... S P I通信線、
3 1 ... ソレノイド制御回路、 3 2 ... 昇圧回路、 3 3 ... 開弁用上流の第一スイッチ素子、 3
4 ... 保持用上流の第二スイッチ素子、 3 5 ... 電流逆流防止素子、 3 6 ... シンク用の第三スイッチ素子、 3 8 ... 還流素子、 3 9 ... 制御部、 4 0 ... 基準電流生成部、 4 2 ... S P I部

【図1】

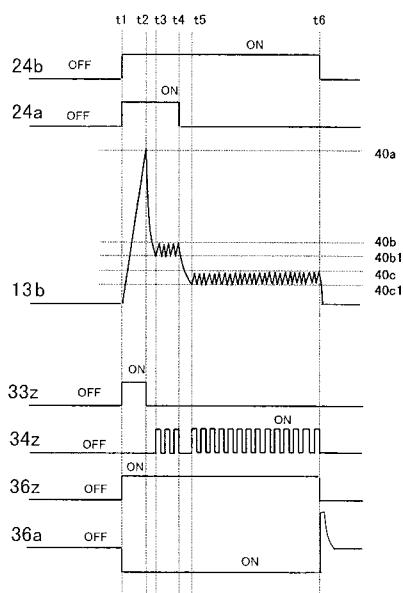


【図2】



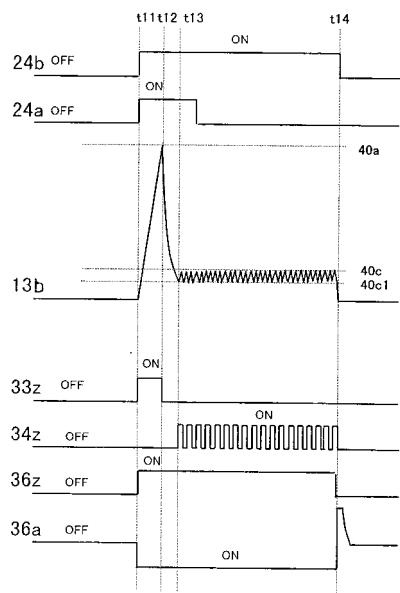
【図3】

波形1

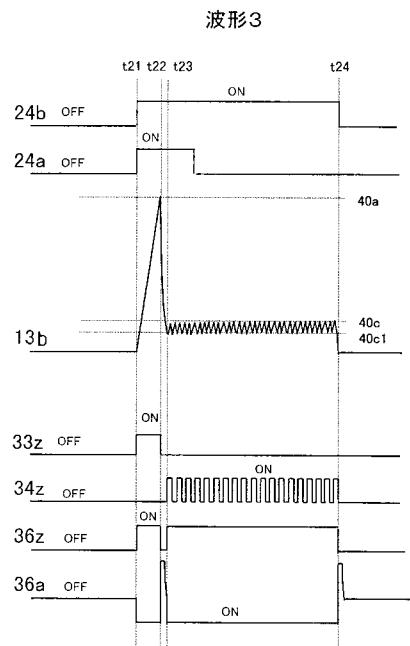


【図4】

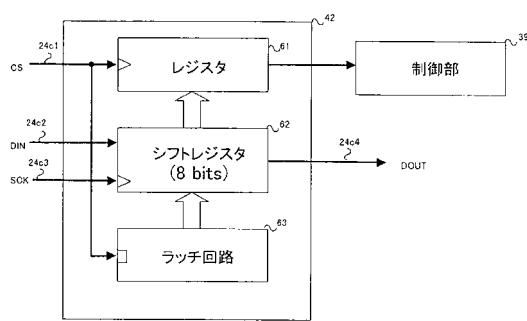
波形2



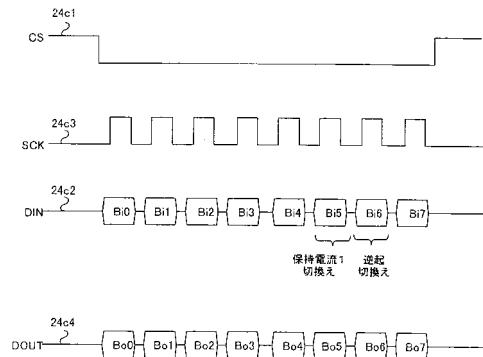
【図5】



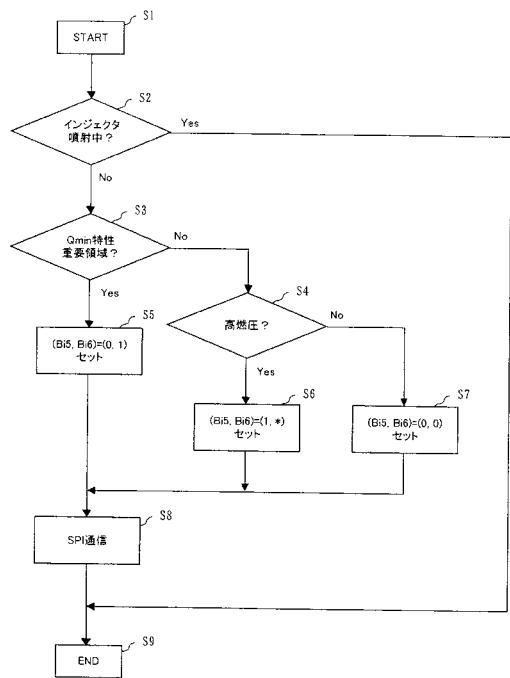
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平06-241137(JP,A)
特開平05-321732(JP,A)
特開2001-248750(JP,A)
特開2001-221121(JP,A)
特表平04-500708(JP,A)
特開平11-229937(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D 41/20

F02M 51/06

F16K 31/06