

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6318575号
(P6318575)

(45) 発行日 平成30年5月9日 (2018.5.9)

(24) 登録日 平成30年4月13日 (2018.4.13)

(51) Int.Cl.

F I

FO2D 41/20 (2006.01)

FO2M 51/00 (2006.01)

FO2D 41/20 325

FO2D 41/20 330

FO2D 41/20 375

FO2D 41/20 380

FO2M 51/00 G

請求項の数 8 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2013-241238 (P2013-241238)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成25年11月21日 (2013.11.21)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2015-101977 (P2015-101977A)		愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
(43) 公開日	平成27年6月4日 (2015.6.4)	(74) 代理人	100171284
審査請求日	平成28年6月9日 (2016.6.9)		弁理士 中村 広希
		(74) 代理人	100106149
			弁理士 矢作 和行
		(74) 代理人	100121991
			弁理士 野々部 泰平
		(74) 代理人	100145595
			弁理士 久保 貴則
		(72) 発明者	永友 宏明
			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】 燃料噴射制御装置および燃料噴射システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コイル（13）へ通電して生じた電磁吸引力により弁体（12）を開弁作動させて、内
燃機関の燃焼に用いる燃料を噴射する燃料噴射弁（10）に適用された燃料噴射制御装置
において、

前記燃料噴射弁の1回の開弁で噴射される燃料の目標噴射量を設定する目標噴射量設定
手段（S30）と、

前記コイルへの通電時間のベース値を前記目標噴射量に応じて設定し、前記コイルの温
度に応じて前記ベース値を補正することで前記通電時間を算出する通電時間算出手段（S
40）と、

バッテリー電圧を昇圧する昇圧回路（23）と、

前記通電時間の開始に伴い、前記昇圧回路により昇圧されたブースト電圧を前記コイル
へ印加して、前記コイルを流れる電流を所定の閾値まで上昇させる上昇制御手段（21a
）と、
を備え、

前記閾値まで上昇して電流がピーク値になる時期のうち、前記コイルの使用温度範囲に
応じて前記通電時間に対する噴射量が高温であるほど減少する減少領域と、高温であるほ
ど増加する増加領域との境界が出現する範囲をピーク出現範囲（W1、W4）とし、

前記通電時間の終了時期がリフト量の上昇途中に位置するパーシャルリフト噴射を実施
する場合に、前記目標噴射量設定手段は、前記ベース値の前記通電時間の終了時期（t3

1、 t_{60})が前記ピーク出現範囲から外れた時期になるように、前記目標噴射量を設定する燃料噴射制御装置。

【請求項2】

前記通電時間算出手段は、前記通電時間に応じた前記弁体の開弁が、前記弁体を最大開弁位置に到達させるフルリフトである場合に、前記コイルの温度に応じた前記通電時間の補正を禁止する請求項1に記載の燃料噴射制御装置。

【請求項3】

前記通電時間の終了時期が前記ピーク出現範囲よりも遅い側の時期になるように、前記目標噴射量設定手段は前記目標噴射量を設定することを特徴とする請求項1または2に記載の燃料噴射制御装置。

【請求項4】

前記上昇制御手段によるブースト電圧の印加に先立ち、バッテリー電圧を前記コイルへ印加するプレチャージを実施した場合に、前記通電時間の終了時期が前記ピーク出現範囲から外れた時期になるように、前記目標噴射量設定手段は前記目標噴射量を設定することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1つに記載の燃料噴射制御装置。

【請求項5】

コイル(13)へ通電して生じた電磁吸引力により弁体(12)を開弁作動させて、内燃機関の燃焼に用いる燃料を噴射する燃料噴射弁(10)に適用された燃料噴射制御装置において、

前記燃料噴射弁の1回の開弁で噴射される燃料の目標噴射量を設定する目標噴射量設定手段(S30)と、

前記コイルへの通電時間のベース値を前記目標噴射量に応じて設定し、前記コイルの温度に応じて前記ベース値を補正することで前記通電時間を算出する通電時間算出手段(S40)と、

バッテリー電圧を昇圧する昇圧回路(23)と、

前記通電時間の開始に伴い、前記昇圧回路により昇圧されたブースト電圧を前記コイルへ印加して、前記コイルを流れる電流を所定の閾値まで上昇させる上昇制御手段(21a)と、

を備え、

前記通電時間と噴射量との関係を表す特性線(L1、L2、L3)であって前記コイルの使用温度毎に異なる特性線が互いに交差し、前記通電時間に対する噴射量が高温であるほど増加する領域と、高温であるほど減少する領域とが入れ替わる点をクロス点(P1、P2)と呼び、前記クロス点が前記コイルの使用温度範囲に応じて出現し得る範囲をクロス点出現範囲(W2、W3)とし、

前記通電時間の終了時期がリフト量の上昇途中に位置するパーシャルリフト噴射を実施する場合に、前記ベース値の終了時期(t_{31} 、 t_{60})が前記クロス点出現範囲から外れた時期になるように、前記目標噴射量設定手段は前記目標噴射量を設定することを特徴とする燃料噴射制御装置。

【請求項6】

前記上昇制御手段によるブースト電圧の印加に先立ち、バッテリー電圧を前記コイルへ印加するプレチャージを実施した場合に、前記通電時間の終了時期が前記クロス点出現範囲から外れた時期になるように、前記目標噴射量設定手段は前記目標噴射量を設定することを特徴とする請求項5に記載の燃料噴射制御装置。

【請求項7】

前記弁体が開弁作動を開始してから最大開弁位置に達する前に閉弁作動を開始することとなる微少噴射量を、前記目標噴射量設定手段による前記目標噴射量の設定範囲に含ませることが可能となるように、前記コイルの抵抗値、前記ブースト電圧および前記閾値が設定されていることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1つに記載の燃料噴射制御装置。

【請求項8】

10

20

30

40

50

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射制御装置 (2 0) と、
前記燃料噴射弁と、
を備えることを特徴とする燃料噴射システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、燃料噴射弁のコイルへの通電時間を制御することで燃料の噴射量を制御する、燃料噴射制御装置および燃料噴射システムに関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

10

一般的な燃料噴射弁は、コイルへ通電して生じた電磁吸引力により弁体を開弁作動させる構造である。そして、従来の燃料噴射制御装置は、コイルへの通電時間を制御することで弁体の開弁時間を制御し、ひいては 1 回の開弁で噴射される量を制御する。詳細には、先ず、昇圧回路により昇圧されたブースト電圧をコイルに印加して、電磁吸引力を即座に上昇させる。その後、コイルを流れる電流 (コイル電流) が所定の閾値にまで上昇した時点でブースト電圧の印加を停止させ、その後、目標噴射量に対応する通電時間に達した時点でコイルへのバッテリー電圧の印加を停止させる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 3 】

20

【特許文献 1 】特開 2 0 1 1 - 9 4 5 6 2 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 】

コイル温度が高くなると電気抵抗が大きくなる。そのため、通電時間と噴射量との関係を表す特性線の形状はコイル温度に応じて異なってくる。そこで本発明者らは、目標噴射量に対応する通電時間を、コイル温度に応じて補正 (温度補正) することを検討した。

【 0 0 0 5 】

ここで、本発明者らが実施した試験により、特性線には以下の減少領域および増加領域の両方が含まれていることが明らかになった。減少領域では、コイル温度が高いほど通電時間に対する噴射量が減少する。増加領域では、コイル温度が高いほど噴射量が増加する。そのため、目標噴射量に対応する通電時間が、減少領域および増加領域のいずれであるかを判別し、その判別結果に応じて温度補正の増減を逆にすることを要する。

30

【 0 0 0 6 】

しかしながら、例えば、想定していた特性線が実際の特性線に対して僅かにずれているだけで、減少領域と増加領域の判別結果が異なってくる。そして、上記判別を誤ると、温度補正の増減が逆に為されてしまうので、実際の噴射量が目標噴射量から乖離する側に補正される懸念が生じる。

【 0 0 0 7 】

本発明は、上記問題を鑑みてなされたもので、その目的は、噴射量の増減を逆に補正する懸念を解消することで、噴射量を高精度で制御できるようにした燃料噴射制御装置および燃料噴射システムを提供することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

ここに開示される発明は上記目的を達成するために以下の技術的手段を採用する。なお、特許請求の範囲およびこの項に記載した括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものであって、発明の技術的範囲を限定するものではない。

【 0 0 0 9 】

開示される発明のひとつは、燃料噴射制御装置であり、コイル (1 3) へ通電して生じた電磁吸引力により弁体 (1 2) を開弁作動させて、内燃機関の燃焼に用いる燃料を噴射

50

する燃料噴射弁（１０）に適用された燃料噴射制御装置であることを前提とする。

【００１０】

そして、燃料噴射弁の１回の開弁で噴射される燃料の目標噴射量を設定する目標噴射量設定手段（Ｓ３０）と、目標噴射量に応じたコイルへの通電時間を算出する通電時間算出手段（Ｓ４０）と、バッテリー電圧を昇圧する昇圧回路（２３）と、通電時間の開始に伴い、昇圧回路により昇圧されたブースト電圧をコイルへ印加して、コイルを流れる電流を所定の閾値まで上昇させる上昇制御手段（２１ａ）と、を備え、閾値まで上昇して電流がピーク値になる時期のうち、コイルの使用温度範囲に応じて通電時間に対する噴射量が高温であるほど減少する減少領域と、高温であるほど増加する増加領域との境界が出現する範囲をピーク出現範囲（Ｗ１、Ｗ４）とし、通電時間の終了時期がリフト量の上昇途中に位置するパーシャルリフト噴射を実施する場合に、目標噴射量設定手段は、ベース値の前記通電時間の終了時期（ｔ３１、ｔ６０）がピーク出現範囲から外れた時期になるように、目標噴射量を設定することを特徴とする。

10

【００１１】

さて、先述した通り、通電時間と噴射量との関係を表す特性線には、高温であるほど噴射量が増加する増加領域と、高温であるほど噴射量が減少する減少領域とが含まれている。そして本発明者らは、「増加領域と減少領域との境界がピーク出現範囲に存在する」との知見を得た。

【００１２】

この知見を鑑み、上記発明では、通電時間の終了時期をピーク出現範囲から外れた時期にしている。そのため、目標噴射量に対応する通電時間のベース値を温度に応じて補正するにあたり、高温であるほど増加補正するべきか減少補正するべきかが特定されるようになる。よって、同一の目標噴射量に対して、高温であるほど増加補正する場合と減少補正する場合とに切り替えることを不要にできる。したがって、コイル温度に応じて通電時間のベース値を補正するにあたり、補正の増減を逆にしてしまう懸念を解消できる。そのため、コイル温度を考慮した特性線に基づいて燃料の噴射量を高精度で制御できるようになる。

20

【００１３】

また、開示される発明のひとつは、上記前提の燃料噴射制御装置であり、燃料噴射弁の１回の開弁で噴射される燃料の目標噴射量を設定する目標噴射量設定手段（Ｓ３０）と、コイルへの通電時間のベース値を目標噴射量に応じて設定し、コイルの温度に応じてベース値を補正することで通電時間を算出する通電時間算出手段（Ｓ４０）と、バッテリー電圧を昇圧する昇圧回路（２３）と、通電時間の開始に伴い、昇圧回路により昇圧されたブースト電圧を前記コイルへ印加して、コイルを流れる電流を所定の閾値まで上昇させる上昇制御手段（２１ａ）と、を備え、通電時間と噴射量との関係を表す特性線（Ｌ１、Ｌ２、Ｌ３）であってコイルの使用温度毎に異なる特性線が互いに交差し、通電時間に対する噴射量が高温であるほど増加する領域と、高温であるほど減少する領域とが入れ替わる点をクロス点（Ｐ１、Ｐ２）と呼び、クロス点がコイルの使用温度範囲に応じて出現し得る範囲をクロス点出現範囲（Ｗ２、Ｗ３）とし、通電時間の終了時期がリフト量の上昇途中に位置するパーシャルリフト噴射を実施する場合に、ベース値の終了時期（ｔ３１、ｔ６０）が前記クロス点出現範囲から外れた時期になるように、目標噴射量設定手段は目標噴射量を設定することを特徴とする。

30

40

【００１４】

上述した特性線の増加領域と減少領域との境界は、コイルの使用温度毎に異なる特性線が互いに交差するクロス点に相当する。そして上記発明では、通電時間の終了時期をクロス点出現範囲から外れた時期にしている。そのため、目標噴射量に対応する通電時間のベース値を温度に応じて補正するにあたり、高温であるほど増加補正するべきか減少補正するべきかが特定されるようになる。よって、同一の目標噴射量に対して、高温であるほど増加補正する場合と減少補正する場合とに切り替えることを不要にできる。したがって、コイル温度に応じて通電時間のベース値を補正するにあたり、補正量の増減を逆にしてし

50

もう懸念を解消できる。そのため、コイル温度を考慮した特性線にしたがって、燃料の噴射量を高精度で制御できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本発明の第1実施形態に係る燃料噴射制御装置、およびその装置を備えた燃料噴射システムを示す概要図。

【図2】第1実施形態において、燃料噴射弁の全体構造を示す断面図。

【図3】第1実施形態にて噴射制御を実施した場合における、コイルへの印加電圧、コイル電流、電磁吸引力およびリフト量の時間経過に伴い生じる変化を示すとともに、通電時間と噴射量との関係を示す図。

【図4】通電時間と噴射量との関係を表す特性線が、コイル温度に応じて異なる形状になることを示す図。

【図5】時間経過に伴い生じるコイル電流の変化を表す電流波形が、コイル温度に応じて異なる形状になることを示す図。

【図6】第1実施形態において、通電時間を算出する手順を示すフローチャート。

【図7】本発明の第2実施形態において、クロス点出現範囲を示す図。

【図8】本発明の第3実施形態に係る燃料噴射システムを示す概要図。

【図9】第3実施形態にて、噴射制御を実施した場合における、コイルへの印加電圧、コイル電流、電磁吸引力およびリフト量の時間経過に伴い生じる変化を示すとともに、通電時間と噴射量との関係を示す図。

【図10】本発明の第5実施形態において、ピーク出現範囲を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、図面を参照しながら発明を実施するための複数の形態を説明する。各形態において、先行する形態で説明した事項に対応する部分には同一の参照符号を付して重複する説明を省略する場合がある。各形態において、構成の一部のみを説明している場合は、構成の他の部分については先行して説明した他の形態を参照し適用することができる。

【0017】

(第1実施形態)

図1に示す燃料噴射弁10は、点火式の内燃機関(ガソリンエンジン)に搭載されており、内燃機関の燃焼室2へ直接燃料を噴射するものである。具体的には、燃焼室2を形成するシリンダヘッド3に、燃料噴射弁10を挿入する取付穴4が形成されている。燃料噴射弁10へ供給される燃料は燃料ポンプPにより圧送され、燃料ポンプPは内燃機関の回転駆動力により駆動する。

【0018】

図2に示すように、燃料噴射弁10は、ボデー11、弁体12、コイル13、固定コア14、可動コア15、噴孔ボデー17等を備えて構成されている。ボデー11は、内部に燃料通路11aが形成されるよう、金属製の磁性材料にて形成されている。ボデー11は、弁体12、固定コア14および可動コア15を内部に収容するとともに、噴孔ボデー17を保持する。

【0019】

噴孔ボデー17には、弁体12が離着座する着座面17b、および燃料を噴射する噴孔17aが形成されている。弁体12に形成されたシート面12aを着座面17bに着座させるよう弁体12を開弁作動させると、噴孔17aからの燃料噴射が停止される。シート面12aを着座面17bから離座させるよう弁体12を開弁作動(リフトアップ)させると、噴孔17aから燃料が噴射される。

【0020】

固定コア14は、金属製の磁性材料にて円筒形状に形成され、円筒内部に燃料通路14aを形成する。可動コア15は、金属製の磁性材料にて円盤形状に形成されており、コイル13への非通電時には固定コア14と所定のギャップを有するよう、固定コア14に対

10

20

30

40

50

向配置されている。固定コア 14 および可動コア 15 は、コイル 13 への通電により生じた磁束の通路となる磁気回路を形成する。

【0021】

コイル 13 へ通電して固定コア 14 に電磁吸引力を生じさせると、この電磁吸引力により可動コア 15 が固定コア 14 に引き寄せられる。その結果、可動コア 15 に連結されている弁体 12 は、後述するメインスプリング S P 1 の弾性力および燃圧閉弁力に抗してリフトアップ（開弁作動）する。一方、コイル 13 への通電を停止させると、メインスプリング S P 1 の弾性力により、弁体 12 は可動コア 15 とともに閉弁作動する。

【0022】

可動コア 15 には貫通孔 15 a が形成されており、この貫通孔 15 a に弁体 12 が挿入配置されることで、弁体 12 は可動コア 15 に対して摺動して相対移動可能に組み付けられている。弁体 12 の反噴孔側端部には係止部 12 d が形成されている。可動コア 15 が固定コア 14 に吸引されて移動する際には、係止部 12 d が可動コア 15 に係止された状態で移動するので、可動コア 15 の移動に伴い弁体 12 も移動（開弁作動）する。但し可動コア 15 が固定コア 14 に接触した状態であっても、弁体 12 は可動コア 15 に対して相対移動してリフトアップすることが可能である。

【0023】

弁体 12 の反噴孔側にはメインスプリング S P 1 が配置され、可動コア 15 の噴孔側にはサブスプリング S P 2 が配置されている。これらのスプリング S P 1、S P 2 はコイル状であり、中心軸線 C 方向に弾性変形する。メインスプリング S P 1 の弾性力（メイン弾性力 F_{s1} ）は、弁体 12 へ閉弁側に付与される。サブスプリング S P 2 の弾性力（サブ弾性力 F_{s2} ）は、可動コア 15 へ開弁側に付与される。

【0024】

要するに、弁体 12 は、メインスプリング S P 1 と着座面 17 b との間に挟まれており、可動コア 15 は、サブスプリング S P 2 と係止部 12 d との間に挟まれている。そして、サブスプリング S P 2 の弾性力 F_{s2} は、可動コア 15 を介して係止部 12 d に伝達され、弁体 12 へ開弁方向に付与されることとなる。したがって、メイン弾性力 F_{s1} からサブ弾性力 F_{s2} を差し引いた弾性力 F_s が、弁体 12 へ閉弁方向に付与されているとも言える。

【0025】

図 1 の説明に戻り、電子制御装置（E C U 20）は、マイクロコンピュータ（マイコン 21）、集積 I C 22、昇圧回路 23、スイッチング素子 S W 2、S W 3、S W 4 等を備える。E C U 20 は、燃料噴射弁 10 の作動を制御して燃料噴射量を制御する燃料噴射制御装置を提供する。また、E C U 20 および燃料噴射弁 10 は、最適量の燃料を噴射する燃料噴射システムを提供する。

【0026】

マイコン 21 は、中央演算装置、不揮発性メモリおよび揮発性メモリ等を有して構成され、内燃機関の負荷および機関回転速度に基づき、燃料の目標噴射量および目標噴射開始時期を算出する。なお、通電時間 T_i と噴射量 q との関係を示す噴射特性（ $T_i - q$ 特性線）を予め試験して取得しておき、その噴射特性にしたがってコイル 13 への通電時間 T_i を制御することで、噴射量 q を制御する。後述する図 3（a）中の符号 t_{10} は通電時間の開始時期、符号 t_{60} は通電時間の終了時期を示す。

【0027】

集積 I C 22 は、スイッチング素子 S W 2、S W 3、S W 4 の作動を制御する噴射駆動回路 22 a、および昇圧回路 23 の作動を制御する充電回路 22 b を有する。これらの回路 22 a、22 b は、マイコン 21 から出力された噴射指令信号に基づき作動する。噴射指令信号は、燃料噴射弁 10 のコイル 13 への通電状態を指令する信号であり、先述した目標噴射量および目標噴射開始時期と、後述するコイル電流検出値 I とに基づき、マイコン 21 により設定される。噴射指令信号には、後述する噴射信号、ブースト信号およびバッテリー信号が含まれている。

【0028】

昇圧回路23は、コイル23a、コンデンサ23b、ダイオード23cおよびスイッチング素子SW1を有する。スイッチング素子SW1がオン作動とオフ作動を繰り返すように充電回路22bがスイッチング素子SW1を制御すると、バッテリー端子Battから印加されるバッテリー電圧がコイル23aにより昇圧（ブースト）されて、コンデンサ23bに蓄電される。このように昇圧されて蓄電された電力の電圧が「ブースト電圧」に相当する。

【0029】

そして、噴射駆動回路22aがスイッチング素子SW2、SW4とともにオン作動させると、燃料噴射弁10のコイル13へブースト電圧が印加される。一方、スイッチング素子SW2をオフ作動させてスイッチング素子SW3をオン作動させるように切り替えると、燃料噴射弁10のコイル13へバッテリー電圧が印加される。コイル13への電圧印加を停止させる場合には、スイッチング素子SW2、SW3、SW4をオフ作動させる。ダイオード24は、スイッチング素子SW2のオン作動時に、ブースト電圧がスイッチング素子SW3に印加されることを防止するためのものである。

10

【0030】

シャント抵抗25は、スイッチング素子SW4を流れる電流、つまりコイル13を流れる電流（コイル電流）を検出するためのものであり、マイコン21は、シャント抵抗25で生じた電圧降下量に基づき、先述したコイル電流検出値Iを検出する。

【0031】

次に、コイル電流を流すことにより生じる電磁吸引力（開弁力）について、詳細に説明する。

20

【0032】

固定コア14で生じさせる起磁力（アンペアターン）が大きいほど、電磁吸引力は大きくなる。つまり、コイル13の巻き数が同じであれば、コイル電流を多くしてアンペアターンを大きくするほど電磁吸引力は大きくなる。但し、通電を開始してから吸引力が飽和して最大値になるまでには時間がかかる。本実施形態では、このように飽和して最大値になった時の電磁吸引力を、静的吸引力Fbと呼ぶ。

【0033】

また、弁体12が開弁作動を開始するのに必要な電磁吸引力を、必要開弁力Faと呼ぶ。なお、燃料噴射弁10に供給される燃料の圧力が高いほど、弁体12が開弁作動を開始するのに必要な電磁吸引力（必要開弁力）は大きくなる。また、燃料の粘性が大きい場合等、各種状況に応じて必要開弁力は大きくなる。そこで、必要開弁力が最も大きくなる状況を想定した場合の必要開弁力の最大値を、必要開弁力Faと定義する。

30

【0034】

図3(a)は、弁体12を1回開弁させて燃料噴射を実施した場合における、コイル13への印加電圧波形を示す。なお、図3(a)(b)中の実線はコイル13が常温である場合の波形、図中の点線はコイル13が高温である場合の波形を示す。

【0035】

図示されるように、噴射指令信号により指令される電圧印加開始時期（t10参照）に、ブースト電圧を印加して通電を開始させている。すると、通電開始に伴いコイル電流が上昇する（図3(b)参照）。そして、コイル電流検出値Iが第1目標値I1に達した時点（t20参照）で通電をオフさせている。要するに、初回の通電によるブースト電圧印加により、第1目標値I1までコイル電流を上昇させるように制御する。このように制御している時のマイコン21は「上昇制御手段21a」に相当する。また、第1目標値I1が「所定の閾値」に相当する。

40

【0036】

その後、第1目標値I1よりも低い値に設定された第2目標値I2にコイル電流が維持されるように、バッテリー電圧による通電を制御する。具体的には、コイル電流検出値Iと第2目標値I2との乖離が所定幅以内となるよう、バッテリー電圧による通電オンオフを繰

50

り返すことで、変動するコイル電流の平均値が第2目標値 I_2 に保持されるようにデューティ制御する。このように制御している時のマイコン21は「定電流制御手段21b」に相当する。第2目標値 I_2 は、静的吸引力 F_b が必要開弁力 F_a 以上となるような値に設定されている。

【0037】

その後、第2目標値 I_2 よりも低い値に設定された第3目標値 I_3 にコイル電流が維持されるように、バッテリー電圧による通電を制御する。具体的には、コイル電流検出値 I と第3目標値 I_3 との乖離が所定幅以内となるよう、バッテリー電圧による通電オンオフを繰り返すことで、変動するコイル電流の平均値が第3目標値 I_3 に保持されるようにデューティ制御する。このように制御している時のマイコン21は「ホールド制御手段21c」

10

【0038】

図3(c)に示すように、電磁吸引力は、通電開始時点、つまり上昇制御開始時点(t_{10})から、定電流制御終了時点(t_{40})までの期間に上昇し続ける。なお、電磁吸引力の上昇速度は、上昇制御期間よりも定電流制御期間の方が遅い。ホールド制御期間($t_{50} \sim t_{60}$)では吸引力が所定値に保持される。開弁状態を保持するのに必要な開弁保持力 F_c よりも上記所定値が高くなるよう、第3目標値 I_3 は設定されている。なお、開弁保持力 F_c は必要開弁力 F_a よりも小さい。

【0039】

噴射指令信号に含まれる噴射信号は、通電時間 T_i を指令するパルス信号であり、目標噴射開始時期よりも所定の噴射遅れ時間だけ早い時期(t_{10})にパルスオン時期が設定されている。そして、パルスオンしてから通電時間 T_i が経過した通電終了時期(t_{60})にパルスオフ時期が設定されている。この噴射信号にしたがってスイッチング素子 SW_4 は作動する。

20

【0040】

噴射指令信号に含まれるブースト信号は、ブースト電圧による通電オンオフを指令するパルス信号であり、噴射信号のパルスオンと同時にパルスオンする。その後、コイル電流検出値 I が第1目標値 I_1 に達するまでの期間、ブースト信号はオンとなる。これにより、上昇制御期間においてブースト電圧がコイル13に印加される。

【0041】

30

噴射指令信号に含まれるバッテリー信号は、定電流制御の開始時点 t_{30} でパルスオンする。その後、通電開始からの経過時間が所定時間に達するまでの期間、コイル電流検出値 I が第2目標値 I_2 に保持されるようにフィードバック制御するよう、バッテリー信号はオンオフを繰り返す。さらにその後、噴射信号のパルスオフまでの期間、コイル電流検出値 I が第3目標値 I_3 に保持されるようにフィードバック制御するよう、バッテリー信号はオンオフを繰り返す。このバッテリー信号にしたがってスイッチング素子 SW_3 は作動する。

【0042】

図3(d)に示すように、通電開始時点(t_{10})から噴射遅れ時間が経過した時点、つまり吸引力が必要開弁力 F_a に達した t_1 時点で弁体12は開弁作動を開始する。図中の符号 t_3 は、弁体12が最大開弁位置(フルリフト位置)に達したタイミングを示し、図中の符号 t_4 は、弁体12が閉弁を開始するタイミングを示す。また、通電終了時期(t_{60})から遅れ時間が経過した時点、つまり吸引力が開弁保持力 F_c にまで低下した t_4 時点で弁体12は閉弁作動を開始する。

40

【0043】

なお、図3(a)の例では、噴射終了指令時期と同時に、正負を逆転させた電圧をコイル13に印加している。これにより、通電時間 T_i ($t_{10} \sim t_{60}$)におけるコイル電流とは逆向きにコイル電流が流れ、弁体12の開弁速度増大が図られる。つまり、通電終了時期 t_{60} から、弁体12が着座して閉弁する t_5 時点までの閉弁遅れ時間を短くできる。このような通電終了時期 t_{60} 以降の逆電圧印加は、後述する通電時間算出手段 S_{40} により算出される通電時間 T_i には含まれず、 $T_i - q$ 特性線の通電時間 T_i にも含ま

50

れない。

【 0 0 4 4 】

図 3 (e) は、通電時間 T_i と噴射量 q との関係を表す特性線を表しており、(a) ~ (d) の経過時間と通電時間 T_i とを合わせて記載している。例えば、コイル電流を第 2 目標値 I_2 に保持している最中である t_{31} 時点 (図 3 (a) 参照) を、通電時間の終了時期に設定して噴射信号のパルスをおフさせる。すると、図 3 (c) (d) 中の点線に示すように、 t_{31} 時点で、吸引力が低下を開始するとともに弁体 12 が閉弁作動を開始する。この場合の噴射量は、図 3 (d) に示す特性線のうち t_{31} に対応する噴射量 q_{31} である。

【 0 0 4 5 】

なお、燃料噴射弁 10 へ供給される燃料の圧力 (燃圧 P_c) は、図 1 に示す燃圧センサ 30 により検出されている。ECU 20 は、燃圧センサ 30 により検出された燃圧 P_c に応じて、上述した定電流制御を実施するか否かを判定する。例えば、燃圧 P_c が所定の閾値 P_{th} 以上である場合には、定電流制御を許可する。一方、燃圧 P_c が所定の閾値 P_{th} 未満である場合には、閉弁作動を開始するのに必要な電磁吸引力は小さくなるため、定電流制御を実施せず、上昇制御の後にホールド制御を実施する。

【 0 0 4 6 】

なお、図 3 (d) (e) に示すように、弁体 12 が最大開弁位置に達した t_3 時点以降は、 $T_i - q$ 特性線の傾きが小さくなる。 $T_i - q$ 特性線のうち $t_1 \sim t_3$ 期間における領域を「パーシャル領域 A1」と呼び、 t_3 以降の領域を「フルリフト領域 A2」と呼ぶ。つまり、パーシャル領域 A1 では、最大開弁位置に達する前に弁体 12 が閉弁作動を開始して、微量 (符号 q_{31} 参照) の燃料が噴射される。

【 0 0 4 7 】

さて、コイル 13 の温度が変わると、コイル 13 の抵抗値が変わるため、 $T_i - q$ 特性線の形状も変わる。図 4 は、温度に応じて変化する $T_i - q$ 特性線の形状を示す試験結果である。図中の特性線 L1 は常温で試験した結果を示す。特性線 L2 は 80 相当の抵抗を介してコイル 13 に電流を流して試験した結果を示す。特性線 L3 は 140 相当の抵抗を介してコイル 13 に電流を流した場合の試験結果を示す。

【 0 0 4 8 】

この試験結果から、本発明者らは次の知見を得た。すなわち、パーシャル領域 A1 において、後述するピーク出現範囲 W1 よりも短い通電時間の領域 (減少領域) では、コイル温度が高いほど通電時間に対する噴射量が減少する。その一方で、パーシャル領域 A1 において、ピーク出現範囲 W1 よりも長い通電時間の領域 (増加領域) では、コイル温度が高いほど通電時間に対する噴射量が増加する。

【 0 0 4 9 】

次に、ピーク出現範囲 W1 について説明する。図 5 は、上昇制御手段 21a および定電流制御手段 21b の制御により生じたコイル電流の変化 (電流波形) を試験して計測した結果を示す。この試験では、定電流制御手段 21b によりコイル電流が第 2 目標値 I_2 に保持されている t_{31} 時点で通電を終了させており、パーシャル領域 A1 の噴射量に対応した通電時間 T_i に設定されている。

【 0 0 5 0 】

図中の電流波形 L10 は常温で試験した結果を示す。電流波形 L20 は 80 相当の抵抗を介してコイル 13 に電流を流して試験した結果を示す。電流波形 L30 は 140 相当の抵抗を介してコイル 13 に電流を流した場合の試験結果を示す。図中の符号 t_{21} 、 t_{22} 、 t_{23} は、上昇制御手段 21a を終了してブースト電圧の印加を停止したことに伴い、電流がピーク値になる時期を示す。

【 0 0 5 1 】

図 5 に示されるように、コイル温度が高いほど電流が第 1 目標値 I_1 に達するまでの時間が長くなり、ピーク値の出現時期が遅くなっている。これは、コイル温度が高いほどコイル 13 の抵抗が高くなることに起因する。したがって、ピーク値の出現時期 t_{21} 、 t_{22} 、 t_{23}

10

20

30

40

50

22、 t_{23} より前に通電を終了させると、コイル温度が高いほどその通電時間 T_i に対する噴射量が減少する。つまり、図4のピーク出現範囲 W_1 よりも短い側の通電時間 T_i では、3本の特性線 L_1 、 L_2 、 L_3 のうち低温時の特性線 L_1 が高温時の特性線 L_3 よりも上側に位置する。

【0052】

しかしながら、パーシャル領域 A_1 において、ピーク値の出現時期 t_{21} 、 t_{22} 、 t_{23} より後に通電を終了させると、高温時の電流波形 L_{30} の場合には、ピーク値の出現時期 t_{23} の直後に通電終了する。そのため、通電終了時に残存する磁束が多いので、弁体12の閉弁速度が遅い。よって、実際の開弁時間が長くなり、噴射量が多くなる。これに対し、低温時の電流波形 L_{10} の場合には、ピーク値の出現時期 t_{21} から通電終了までの時間が高温時に比べて長い。そのため、通電終了時に残存する磁束が少ないので、弁体12の閉弁速度が高温時に比べて速い。よって、実際の開弁時間が高温時に比べて短くなり、噴射量が少なくなる。

10

【0053】

つまり、パーシャル領域 A_1 において、図4のピーク出現範囲 W_1 よりも長い側の通電時間 T_i では、3本の特性線 L_1 、 L_2 、 L_3 のうち高温時の特性線 L_3 が低温時の特性線 L_1 よりも上側に位置する。すなわち、通電時間 T_i をピーク出現範囲 W_1 より短く設定した場合には、コイル温度が高いほど通電時間に対する噴射量が減少する。一方、通電時間 T_i をピーク出現範囲 W_1 より長く設定した場合には、コイル温度が高いほど通電時間に対する噴射量が増加する。つまり、ピーク出現範囲 W_1 を境に、通電時間 T_i に対する噴射量の温度に依存した増減が入れ替わる。

20

【0054】

本実施形態では、通電時間 T_i の終了時期 t_{31} 、 t_{60} がピーク出現範囲 W_1 よりも遅い側の時期になるように、図4中の符号 B_1 に示す領域で通電時間 T_i を設定している。以下、図6を用いて通電時間 T_i の算出の手順について説明する。

【0055】

図6は、マイコン21がプログラムにしたがって所定時間周期で繰り返し実行する処理の手順を示すフローチャートである。先ず、ステップ S_{10} において、現時点における内燃機関の単位時間当りの回転数 NE および負荷を取得する。上記負荷の具体例としては、運転者により操作されるアクセルペダルの踏込量、吸気流量または吸気負圧等が挙げられる。

30

【0056】

次のステップ S_{20} では、1つの気筒に対して1燃焼サイクル中に噴射する燃料の総量の目標値（総目標噴射量）を、取得した回転数 NE および負荷に基づき算出する。次のステップ S_{30} では、1燃焼サイクル中に噴射する回数であって総目標噴射量の分割数、および燃料噴射弁10の1回の開弁で噴射される燃料の目標噴射量を、算出した総目標噴射量に基づき設定する。1燃焼サイクルにて分割された各々の噴射に係る目標噴射量の合計が、総目標噴射量に一致する。

【0057】

次のステップ S_{40} では、設定された各々の目標噴射量に対して通電時間 T_i を算出する。詳細には、先ずステップ S_{41} において、目標噴射量に応じた通電時間 T_i のベース値を設定する。具体的には、 -30 から 200 までが想定される使用温度範囲である場合において、その中央温度における $T_i - q$ 特性線に係るマップをマイコン21に予め記憶させておく。そして、上記マップに基づき、噴射量に対する通電時間 T_i の値をベース値として設定する。

40

【0058】

続くステップ S_{42} では、コイル13の温度を推定する。例えば、上昇制御手段 $21a$ によりコイル電流が第1目標値 I_1 まで上昇するのに要する時間は、コイル温度と相関性が高い。そこで、上記時間を検出し、その時間に基づきコイル温度を推定する。

【0059】

50

続くステップS 4 3では、推定したコイル温度に基づき、通電時間 T_i のベース値に対する補正値を算出する。パーシャル領域A 1における通電時間 T_i の設定領域B 1では、図4に示すように高温であるほど噴射量が増加しているため、上記補正値は、高温であるほどベース値が短く補正される値に設定されている。続くステップS 4 4では、ステップS 4 1で設定した通電時間 T_i のベース値に、ステップS 4 3で算出した補正値を加算して得られた値を、通電時間 T_i として算出する。

【0060】

なお、ベース値がパーシャル領域A 1である場合には上記補正値を算出して通電時間 T_i を補正する。これに対し、フルリフト領域A 2である場合には、温度に応じて生じる噴射量の変化が極めて小さいので、ベース値がフルリフト領域A 2である場合には上記補正値の算出および補正を実施しない。

10

【0061】

そして、ステップS 4 0にて設定される通電時間 T_i の終了時期 t_{31} がピーク出現範囲W 1よりも遅い時期になるように、ステップS 3 0では目標噴射量および分割数を設定している。つまり、分割数を調整することで、終了時期 t_{31} がピーク出現範囲W 1よりも遅い時期になるように目標噴射量を設定する。

【0062】

また、パーシャル領域A 1における微少噴射量を、目標噴射量の設定範囲に含ませることが可能となるように、コイル1 3の抵抗値、ブースト電圧および第1目標値 I_1 が設定されている。すなわち、コイル1 3の抵抗値が大きいほど、或いはブースト電圧が小さいほど、或いは第1目標値 I_1 が小さいほど、ピーク出現範囲W 1は通電時間 T_i の長い側に位置することとなる。すると、ピーク出現範囲W 1よりも遅い側に、パーシャル領域A 1が存在しなくなる事態に陥る場合が生じる。このような事態に陥らないよう、コイル1 3の抵抗値、ブースト電圧および第1目標値 I_1 は設定されている。

20

【0063】

なお、ステップS 4 0の処理を実行している時のマイコン2 1が「通電時間算出手段」に相当し、ステップS 3 0の処理を実行している時のマイコン2 1が「目標噴射量設定手段」に相当する。

【0064】

以上に説明した本実施形態によると、通電時間 T_i の終了時期 t_{31} がピーク出現範囲W 1から外れた時期になるように、図6のステップS 3 0にて目標噴射量は設定される。そのため、目標噴射量に対応する通電時間 T_i のベース値を温度補正するにあたり、高温であるほど増加補正するべきか減少補正するべきかが一義的に特定されるようになる。よって、同一の目標噴射量に対して、高温であるほど増加補正する場合と減少補正する場合とに切り替えることを不要にできる。したがって、補正の増減を逆にしてしまう懸念を解消できるので、燃料噴射量を高精度で制御できるようになる。

30

【0065】

さらに本実施形態によると、通電時間 T_i の終了時期 t_{31} がピーク出現範囲W 1よりも遅い側の時期になるように、目標噴射量は設定される。ここで、本実施形態に反して終了時期 t_{31} がピーク出現範囲W 1よりも早い側の時期になるように目標噴射量を設定すると、ピーク出現範囲W 1を十分に遅い時期にする必要がある。すると、コイル1 3の抵抗値を大きくし、ブースト電圧を低くし、第1目標値 I_1 を低くすることを要する。すると、通電を開始してから弁体1 2が開弁作動を開始するまでの開弁応答遅れ時間が長くなり、燃料噴射弁1 0の作動の応答性が悪化する。この点を鑑み、本実施形態では、通電時間 T_i の終了時期 t_{31} をピーク出現範囲W 1よりも遅い側の時期にしているため、上述した応答性悪化の問題を回避できる。

40

【0066】

さらに本実施形態によると、終了時期 t_{31} がピーク出現範囲W 1から外れるといった条件を満たしつつ、パーシャル領域A 1における微少噴射量を目標噴射量の設定範囲に含ませることが可能となるように、次の値を設定している。すなわち、コイル1 3の抵抗値

50

を十分に小さく設定し、ブースト電圧を十分に高く設定し、第1目標値 I_1 （つまり電流ピーク値）を十分に高く設定している。これによれば、パーシャル領域A1において、特性線L1、L2、L3の温度によるバラツキ量を小さくできる。よって、パーシャル領域A1における温度補正の精度を向上できる。

【0067】

なお、コイル電流がピーク値になる時期 t_{20} は、電磁吸引力の上昇傾きが小さくなるように変化する変化点Pf（図3（c）参照）が現れる時期と一致する。そのため、ピーク出現範囲W1は、使用温度範囲において電磁吸引力の変化点Pfが出現し得る範囲である変化点出現範囲とも言える。したがって、通電時間 T_i の終了時期 t_{31} がピーク出現範囲W1から外れた時期になるように目標噴射量を設定するということは、終了時期 t_{31} が変化点出現範囲から外れた時期になるように目標噴射量を設定する、と換言することもできる。

10

【0068】

（第2実施形態）

上記第1実施形態では、通電時間 T_i の終了時期 t_{31} がピーク出現範囲から外れた時期になるように、図6のステップS30にて目標噴射量を設定している。これに対し本実施形態では、通電時間 T_i の終了時期 t_{31} が以下に説明するクロス点出現範囲W2、W3から外れた時期になるように、目標噴射量を設定している。

【0069】

すなわち、図7に示すように、特性線L1、L2、L3が互いに交差する点をクロス点P1、P2と呼ぶ。図7では、特性線L1と特性線L2のクロス点、特性線L1と特性線L3のクロス点、および特性線L2と特性線L3のクロス点のそれぞれが同じ位置（符号P1、P2の位置）に図示されている。しかし、厳密にはこれらのクロス点は異なる位置に出現する。そして、コイル13の使用温度範囲に応じてクロス点P1、P2が出現し得る範囲が、クロス点出現範囲W2、W3である。なお、コイル13の使用温度範囲の具体例として、-30 から200 の使用範囲が挙げられる。

20

【0070】

上記第1実施形態では、終了時期 t_{31} を外す範囲がピーク出現範囲W1の1箇所であるのに対し、本実施形態では、クロス点出現範囲W2、W3が2箇所に存在しており、終了時期 t_{31} を外す範囲が2箇所である。具体的には、図7中の符号B2、B3に示す領域で通電時間 T_i を設定している。1つのクロス点出現範囲W2は、ピーク出現範囲W1と部分的に重複する。1つのクロス点出現範囲W3には、パーシャル領域A1とフルリフト領域A2との境界が含まれる。

30

【0071】

以上に説明した本実施形態によると、通電時間 T_i の終了時期 t_{31} がクロス点出現範囲W2、W3から外れた時期になるように、目標噴射量は設定される。そのため、目標噴射量に対応する通電時間 T_i のベース値を温度補正するにあたり、高温であるほど増加補正すべきか減少補正すべきかが一義的に特定されるようになる。よって、同一の目標噴射量に対して、高温であるほど増加補正する場合と減少補正する場合とに切り替えることを不要にできる。したがって、補正の増減を逆にしてしまう懸念を解消できるので、燃料噴射量を高精度で制御できるようになる。

40

【0072】

さらに本実施形態では、終了時期 t_{31} がクロス点出現範囲W2、W3から外れるといった条件を満たしつつ、パーシャル領域A1における微少噴射量を目標噴射量の設定範囲に含ませることが可能となるように、次の値を設定している。すなわち、コイル13の抵抗値を十分に小さく設定し、ブースト電圧を十分に高く設定し、第1目標値 I_1 （つまり電流ピーク値）を十分に高く設定している。これによれば、パーシャル領域A1において、特性線L1、L2、L3の温度によるバラツキ量を小さくできる。よって、パーシャル領域A1における温度補正の精度を向上できる。

【0073】

50

(第3実施形態)

本実施形態は第1実施形態の変形例である。本実施形態では、図8に示すように、マイコン21が以下に説明するプレチャージ制御手段21dを提供する。すなわち、上昇制御手段21aによるブースト電圧の印加に先立ち、バッテリー電圧をコイル13へ印加するプレチャージを実施するよう、マイコン21は集積IC22を制御する。このように制御している時のマイコン21は「プレチャージ制御手段21d」に相当する。

【0074】

プレチャージを実施するようマイコン21により制御された集積IC22は、スイッチング素子SW4をオン作動させるとともに、コイル電流が第4目標値I4に維持されるようにスイッチング素子SW4をオンオフ作動させる(図9(a)参照)。第4目標値I4は第3目標値I3よりも小さい値に設定されている(図9(b)参照)。詳細には、上昇制御開始のt10時点より所定時間前に設定されたt0時点で、バッテリー電圧をコイル13へ印加するプレチャージ制御を開始している。これにより、上昇制御開始に先立ち、吸引力が上昇を開始している(図9(c)参照)。

【0075】

このようなプレチャージ制御を実施することにより、上昇制御においてコイル電流を第1目標値I1まで上昇させるのに要する、ブースト電圧印加期間を短くできる。そのため、昇圧回路23での発熱量を低減でき、ECU20の熱損傷のおそれを低減できる。

【0076】

そして、本実施形態においても上記第1実施形態と同様にして、通電時間Tiの終了時期t31がピーク出現範囲W1から外れた時期になるように、目標噴射量は設定される。さて、プレチャージ制御を実施すると、上昇制御によりコイル電流を第1目標値I1まで上昇させるのに要する時間が短くなる。よって、コイル電流のピーク値の出現時期が早くなり、ピーク出現範囲W1が早期側にずれる。そのため、図4に示す設定領域B1を早期側に拡大することができ、設定可能な通電時間Tiの最小値を小さくできる。

【0077】

したがって、以上に説明した本実施形態によれば、補正の増減を逆にしてしまう懸念を解消して燃料噴射量を高精度で制御可能にするとともに、設定可能な目標噴射量の最小値を小さくできるようになる。

【0078】

(第4実施形態)

上記第3実施形態では、プレチャージ制御手段21dを備えた上で、通電時間Tiの終了時期t31がピーク出現範囲W1から外れた時期になるように、目標噴射量を設定している。これに対し本実施形態では、上記第3実施形態と同様にしてプレチャージ制御手段21dを備え、かつ、上記第2実施形態と同様にして、通電時間Tiの終了時期t31がクロス点出現範囲W2、W3から外れた時期になるように、目標噴射量を設定している。

【0079】

したがって、本実施形態によっても、上記第3実施形態と同様の効果が得られる。つまり、補正の増減を逆にしてしまう懸念を解消して燃料噴射量を高精度で制御可能にするとともに、設定可能な目標噴射量の最小値を小さくできるようになる。

【0080】

(第5実施形態)

上記第1実施形態と第2実施形態とは、コイル13の抵抗値、ブースト電圧および第1目標値I1の設定が同じである。したがって、図4に示す特性線L1、L2、L3と図7に示す特性線L1、L2、L3は同じである。これに対し本実施形態では、コイル13の抵抗値、ブースト電圧および第1目標値I1の設定を変更しており、図10に示すように、図4および図7とは異なる形状の特性線L4に設定している。そのため、図4に示すピーク出現範囲W1がパーシャル領域A1の中央よりも短時間側に位置しているのに対し、図10に示すピーク出現範囲W4はパーシャル領域A1の中央よりも長時間側に位置している。

【0081】

さらに、上記第1実施形態では、通電時間 T_i の終了時期 t_{31} がピーク出現範囲 W_1 よりも遅い側の時期になるように、図4中の符号 B_1 に示す領域で通電時間 T_i を設定している。これに対し本実施形態では、ピーク出現範囲 W_4 よりも早い側の領域（符号 B_4 参照）と、遅い側の領域（符号 B_5 参照）の両方で、通電時間 T_i を設定している。但し、遅い側の領域 B_5 は、パーシャル領域 A_1 を含まないように設定されている。したがって、パーシャル領域 A_1 では領域 B_4 で終了時期 t_{31} が設定され、フルリフト領域 A_2 では領域 B_5 で終了時期 t_{60} が設定される。

【0082】

（他の実施形態）

以上、発明の好ましい実施形態について説明したが、発明は上述した実施形態に何ら制限されることなく、以下に例示するように種々変形して実施することが可能である。各実施形態で具体的に組合せが可能であることを明示している部分同士の組合せばかりではなく、特に組合せに支障が生じなければ、明示しなくても実施形態同士を部分的に組み合わせることも可能である。

【0083】

例えば、上述した図3および図10に示す例では、ピーク出現範囲 W_1 、 W_4 がパーシャル領域 A_1 に位置するように、コイル13の抵抗値、ブースト電圧および第1目標値 I_1 が設定されている。これに対し、ピーク出現範囲 W_1 、 W_4 がフルリフト領域 A_2 に位置するように、コイル13の抵抗値、ブースト電圧および第1目標値 I_1 を設定してもよい。

【0084】

例えば、実際に噴射された量を推定する噴射量推定手段を備えるとともに、推定された実噴射量と目標噴射量との偏差を学習して、次の通電時間 T_i の設定にフィードバックするフィードバック制御手段を備えさせてもよい。また、このようなフィードバックを実施しない燃料噴射制御装置において、通電時間 T_i の終了時期 t_{31} 、 t_{60} がピーク出現範囲 W_1 、 W_4 またはクロス点出現範囲 W_2 、 W_3 から外れた時期になるように目標噴射量を設定してもよい。なお、噴射量推定手段の具体例として、弁体12が実際に開弁した時期および閉弁した時期を検出し、その検出結果、および燃圧センサ30により検出された燃圧 P_c に基づき実噴射量を推定することが挙げられる。

【0085】

例えば、図3および図9に示す実施形態では、コイル電流が第1目標値 I_1 に達した時点（ t_{20} ）で通電を一時的に停止させ、その後、第2目標値 I_2 にまで低下した時点で通電を再開している。したがって、コイル電流が第1目標値 I_1 に達した時点（ t_{20} ）がピーク出現時期である。これに対し、コイル電流が第1目標値 I_1 に達した時点でブースト電圧からバッテリー電圧に切り替えて通電を継続させ、上昇したコイル電流を第1目標値 I_1 のまま所定時間保持させてもよい。この場合、ブースト電圧からバッテリー電圧に切り替えた時期がピーク出現時期に相当する。

【0086】

例えば、上記実施形態に係る燃料噴射弁10は、図1に示すように、シリンダヘッド3に取り付けられているが、シリンダブロックに取り付けられた燃料噴射弁を適用対象としてもよい。また、上記実施形態では、点火式の内燃機関（ガソリンエンジン）に搭載された燃料噴射弁10を適用対象としているが、圧縮自着火式の内燃機関（ディーゼルエンジン）に搭載された燃料噴射弁を対象としてもよい。さらに、上記実施形態では、燃焼室2へ直接燃料を噴射する燃料噴射弁を制御対象としているが、吸気管へ燃料を噴射する燃料噴射弁を制御対象としてもよい。

【0087】

例えば、燃料噴射弁10に供給される燃圧 P_c が高いほど、開弁に要する力が大きくなるので、燃圧 P_c が高いほど第1目標値 I_1 および第2目標値 I_2 を高い値にするように可変設定してもよい。或いは、供給燃圧に拘わらずこれらの目標値 I_1 、 I_2 を予め設定

10

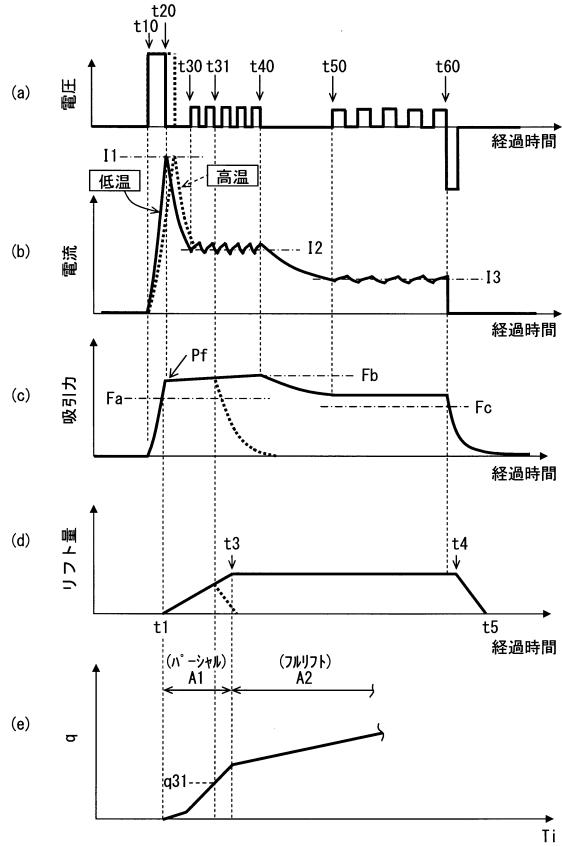
20

30

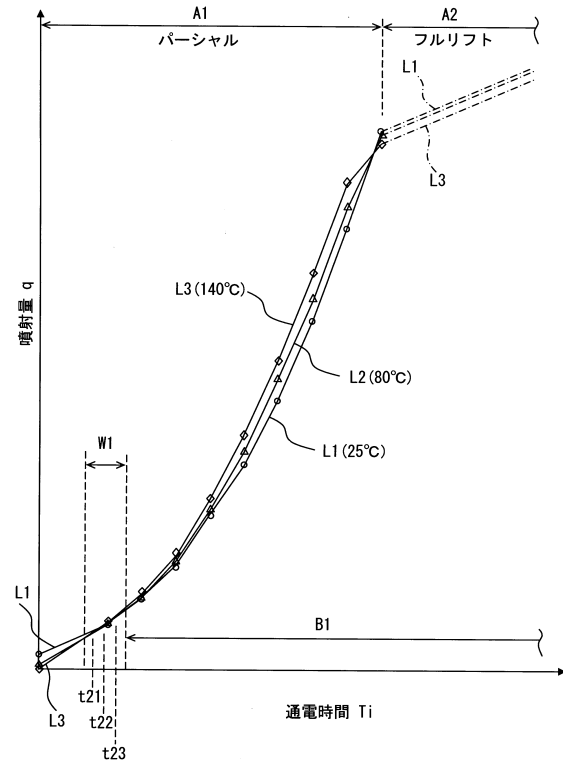
40

50

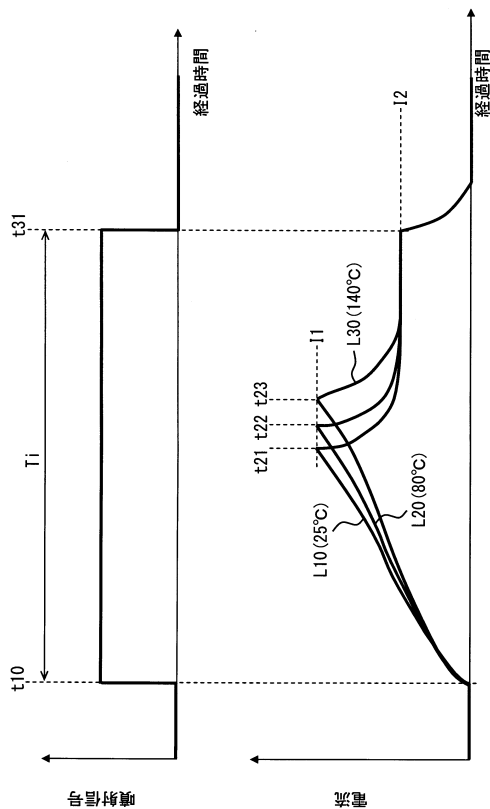
【図 3】



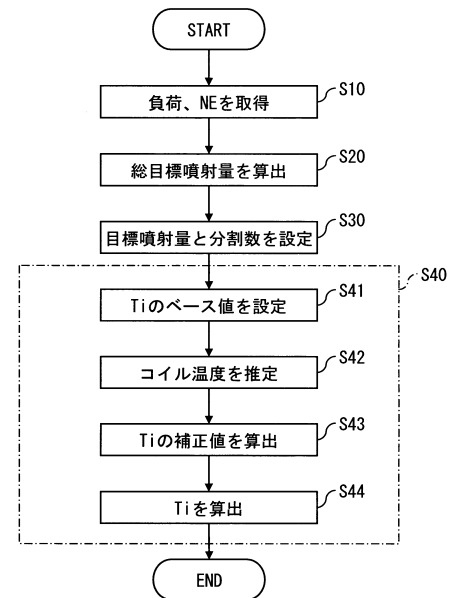
【図 4】



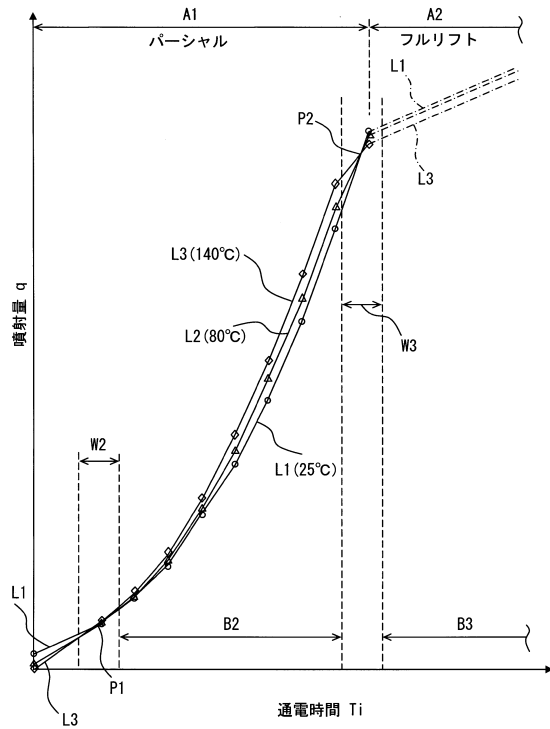
【図 5】



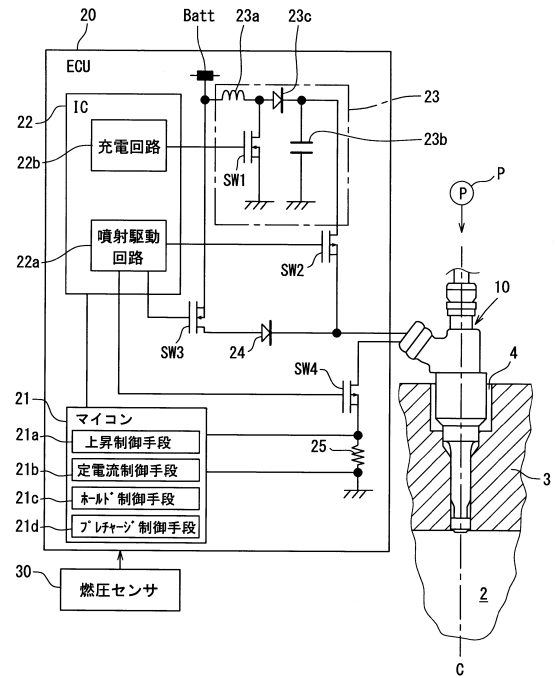
【図 6】



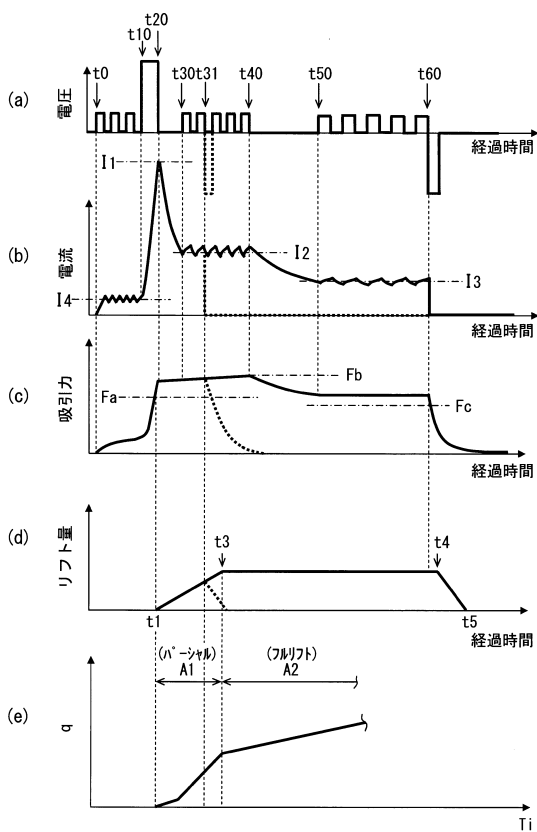
【図 7】



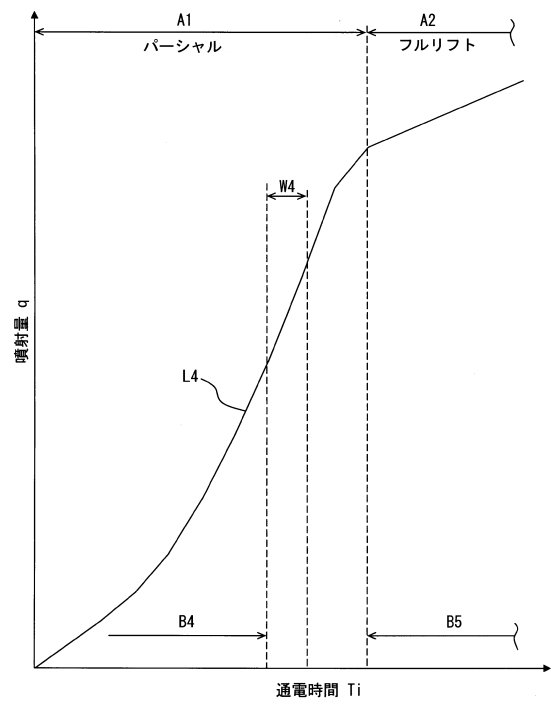
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 田中 誠
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

審査官 比嘉 貴大

(56)参考文献 特開2011-052631(JP,A)
特表2004-511715(JP,A)
特開2013-124584(JP,A)
特開2013-137028(JP,A)
特開2009-074373(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F02D41/00-45/00
F02M39/00-71/04