



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

コイル(14)へ通電して生じた電磁吸引力により弁体(12)を開弁作動させて燃料を噴射させる燃料噴射弁(10)に適用され、前記コイルに流れるコイル電流を制御することにより、前記燃料噴射弁からの燃料噴射状態を制御する燃料噴射制御装置であって、  
バッテリー電圧を昇圧させる昇圧回路(23)と、

前記コイル電流が第1目標値(Ihold1)まで上昇するよう、前記昇圧回路で昇圧させたブースト電圧を前記コイルへ印加させる上昇制御手段(S11、S14)と、

前記上昇制御手段により上昇された前記コイル電流が前記第1目標値に保持されるよう、前記ブースト電圧を前記コイルへ印加させるホールド制御手段(S11、S14、S15、S17)と、

前記ホールド制御手段による制御を実施した後、前記コイル電流が第2目標値(Ihold2)に保持されるよう、前記バッテリー電圧を前記コイルへ印加させるバッテリーホールド制御手段(S22、S25、S26、S28)と、

を備え、

前記ホールド制御手段による制御期間中における前記コイル電流の変動周波数が、前記バッテリーホールド制御手段による制御期間中における前記コイル電流の変動周波数よりも大きいことを特徴とする燃料噴射制御装置。

**【請求項 2】**

前記弁体が開弁作動を開始するのに必要な電磁吸引力の最大値を必要開弁力(Fa)と呼び、前記第1目標値のコイル電流を流し続けることにより飽和した電磁吸引力を静的吸引力(Fb)と呼ぶ場合において、

前記第1目標値は、前記静的吸引力が前記必要開弁力以上となるような値に設定されていることを特徴とする請求項1に記載の燃料噴射制御装置。

**【請求項 3】**

前記第2目標値は、前記上昇制御手段および前記ホールド制御手段により上昇された電磁吸引力が維持されることとなる値に設定されてい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】**

内燃機関の燃焼室へ直接燃料を噴射する前記燃料噴射弁に適用される請求項1～3のいずれか1つに記載の燃料噴射制御装置。

**【請求項 5】**

1燃焼サイクル中に複数回燃料を噴射する前記燃料噴射弁に適用される請求項1～4のいずれか1つに記載の燃料噴射制御装置。

**【請求項 6】**

前記ホールド制御手段は、前記第1目標値よりも高い値に設定された第1上限値(IH1)にコイル電流が達した場合に通電をオフさせ、前記第1目標値よりも低い値に設定された第1下限値(IL1)にコイル電流が達した場合に通電をオンさせることで、変動するコイル電流の平均値が前記第1目標値となるよう制御しており、

前記バッテリーホールド制御手段は、前記第2目標値よりも高い値に設定された第2上限値(IH2)にコイル電流が達した場合に通電をオフさせ、前記第2目標値よりも低い値に設定された第2下限値(IL2)にコイル電流が達した場合に通電をオンさせることで、変動するコイル電流の平均値が前記第2目標値となるよう制御しており、

前記ホールド制御手段による制御期間中における前記コイル電流の変動周波数が、前記バッテリーホールド制御手段による制御期間中における前記コイル電流の変動周波数よりも大きくなるよう、前記第1上限値、前記第1下限値、前記第2上限値および前記第2下限値が設定されていることを特徴とする請求項1～5のいずれか1つに記載の燃料噴射制御装置。

**【請求項 7】**

請求項1～6のいずれか1つに記載の燃料噴射制御装置と、

10

20

30

40

50

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】

【0001】

本発明は、燃料噴射弁のコイルへの通電を制御することで、燃料の噴射開始時期や噴射量等の噴射状態を制御する、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】

【0002】

コイルへ通電して生じた電磁吸引力により弁体をリフトアップ（開弁作動）させて燃料を噴射させる構造の燃料噴射弁に関し、特許文献1に記載の制御装置は、コイルへの通電開始時期やその通電時間を制御することにより、弁体の開弁時期および開弁期間を制御して、燃料の噴射開始時期や噴射量を制御する。

10

【0003】

この制御装置では、図7に示すように、コイルへの通電を開始した後、コイル電流が目標ピーク値  $I_{peak}$  に達するまでは、コイルへの電圧印加を継続させてコイル電流を上昇させる。目標ピーク値は、弁体が最大リフト位置に達するのに必要な値に設定されている。

【0004】

ここで、最大リフト位置に達した弁体をその位置に保持させるのに要する電流は、目標ピーク値よりも少なくても済む。その理由の一つとして、吸引力を上昇させる時には、磁界変化が大きいためインダクタンスの影響を大きく受けるが、吸引力を一定の値に保持させる時にはインダクタンスの影響が殆ど無いことが挙げられる。

20

【0005】

そこで、上記制御装置では、コイル電流が上昇して目標ピーク値に達した時点で、コイル電流を降下させ、目標ピーク値よりも低い値に設定された保持値  $I_{hold}$  となるよう、コイルへの電圧印加をデューティ制御している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

30

【特許文献1】特開2012-177303号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ここで、コイルが高温になるとコイルの電気抵抗が大きくなる。すると、図7(a)(b)中の点線に示すように、電圧印加開始からコイル電流が目標ピーク値  $I_{peak}$  に達するまでに要する時間  $t_{10} \sim t_{20}$  が長くなる。その結果、吸引力の上昇傾き  $F$  が緩やかになるので(図7(c)中の点線参照)、開弁開始時期  $t_a$  が遅くなるとともに開弁期間  $T_{act}$  が短くなる。

40

【0008】

要するに、コイル電流の温度特性に起因して電流上昇の傾き  $I$  は変化するものであり、その結果、吸引力の上昇傾き  $F$  が変化して、開弁開始時期  $t_a$  および開弁期間  $T_{act}$  (噴射量) が変化する。つまり、噴射開始時期  $t_a$  および噴射量が温度特性の影響を受けることが原因で、通電開始時期  $t_{10}$  および通電期間  $T_i$  に対する噴射状態の精度悪化を招いている。

【0009】

特に、1燃焼サイクル中に複数回燃料を噴射する多段噴射を実施する場合には、微量の燃料を高精度で噴射することが要求され、このような微小噴射時には、噴射開始時期  $t_a$  のずれが噴射量のずれに与える影響が大きくなるので、温度特性に起因した噴射量精度悪化が顕著となる。

50

## 【0010】

本発明は、上記問題を鑑みてなされたもので、その目的は、噴射状態を制御するにあたり、温度特性に対する制御のロバスト性向上を図った、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。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0011】

開示された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、特許請求の範囲に記載した括弧内の符号は、1つの態様として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、開示された発明の技術的範囲を限定するものではない。

10

## 【0012】

開示された発明は、コイル(14)へ通電して生じた電磁吸引力により弁体(12)を開弁作動させて燃料を噴射させる燃料噴射弁(10)に適用され、コイルに流れるコイル電流を制御することにより、燃料噴射弁からの燃料噴射状態を制御する燃料噴射制御装置であることを前提とする。

## 【0013】

そして、バッテリー電圧を昇圧させる昇圧回路(23)と、コイル電流が第1目標値( $I_{hold1}$ )まで上昇するよう、昇圧回路で昇圧させたブースト電圧をコイルへ印加させる上昇制御手段(S11、S14)と、上昇制御手段により上昇されたコイル電流が第1目標値に保持されるよう、ブースト電圧をコイルへ印加させるホールド制御手段(S11、S14、S15、S17)と、ホールド制御手段による制御を実施した後、コイル電流が第2目標値( $I_{hold2}$ )に保持されるよう、バッテリー電圧をコイルへ印加させるバッテリーホールド制御手段(S22、S25、S26、S28)と、を備える。

20

## 【0014】

そして、ホールド制御手段による制御期間中におけるコイル電流の変動周波数が、バッテリーホールド制御手段による制御期間中におけるコイル電流の変動周波数よりも大きいことを特徴とする。

## 【0015】

本発明によれば、図5に例示されるように、上昇制御手段により第1目標値 $I_{hold1}$ までコイル電流を上昇させる上昇期間 $t_{10} \sim t_{11}$ と、その後、ホールド制御手段により第1目標値 $I_{hold1}$ に保持させるホールド期間 $t_{11} \sim t_{13}$ との両期間 $t_{10} \sim t_{13}$ をかけて、電磁吸引力を上昇させるようにできる。すると、通電開始から電磁吸引力が必要開弁力 $F_a$ に達するまでの期間(吸引力上昇期間 $t_{10} \sim t_a$ )に占める上記上昇期間 $t_{10} \sim t_{11}$ の割合を小さくできる。

30

## 【0016】

ここで、電流上昇の傾き  $I$  が温度特性に起因して変化するものであることは先述した通りであり、それ故、上昇期間 $t_{10} \sim t_{11}$ は、吸引力の上昇傾き  $F$  が温度特性の影響を大きく受ける期間であると言える。一方、上記ホールド期間 $t_{11} \sim t_{13}$ ではコイル電流が第1目標値に保持されるので、ホールド期間 $t_{11} \sim t_{13}$ は、吸引力の上昇傾き  $F$  が温度特性の影響を殆ど受けない期間であると言える。

40

## 【0017】

これに対し、本発明によれば、先述したように吸引力上昇期間 $t_{10} \sim t_a$ に占める上昇期間 $t_{10} \sim t_{11}$ の割合を小さくできるので、吸引力の上昇傾き  $F$  が温度特性の影響を受ける度合いを小さくできる(図5(c)中の点線参照)。なお、図7に示す従来の制御装置では、コイル電流が目標ピーク値 $I_{peak}$ に達した時点で保持値 $I_{hold}$ に低下させるので、図7に示すように、電流上昇期間 $t_{10} \sim t_{20}$ と吸引力上昇期間 $t_{10} \sim t_{20}$ とは一致する(上記割合=100%)。そのため、吸引力の上昇傾き  $F$  が温度特性の影響を受ける度合いが大きくなる(図7(c)中の点線参照)。

## 【0018】

したがって、本発明によれば、温度特性による吸引力上昇傾き  $F$  の変化を低減できる

50

ので、開弁開始時期  $t_a$  および開弁期間  $T_{act}$  (噴射量) が温度特性に依拠して変化することを抑制できる(図5(d)中の点線参照)。よって、通電開始時期  $t_1$  および通電期間  $T_i$  に対する噴射状態の精度悪化を抑制でき、温度特性に対する制御のロバスト性を向上できる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の一実施形態にかかる燃料噴射制御装置を示すブロック図。

【図2】通電期間  $T_i$  と噴射量  $q$  との関係を表した噴射特性を示す図。

【図3】アンペアターン  $AT$  と電磁吸引力  $F$  との関係を表した磁気回路特性を示す図。

【図4】電磁吸引力が時間経過とともに上昇し、飽和して静的吸引力になる様子を示す図

10

。【図5】図1に示す燃料噴射制御装置による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図。

【図6】図1に示す燃料噴射制御装置のマイコンにより実施される、噴射制御の手順を示すフローチャート。

【図7】従来の制御装置による電圧、電流、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図。

【発明を実施するための形態】

【0020】

20

以下、本発明にかかる燃料噴射制御装置の一実施形態について、図面を参照しつつ説明する。

【0021】

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、内燃機関の燃焼室へ直接燃料を噴射するものである。燃料噴射弁10は、燃料通路を内部に有するとともに、燃料を噴射する噴孔11aを有するボデー11を備える。ボデー11内には、弁体12、可動コア(図示せず)および固定コア13等が収容されている。弁体12は、ボデー11の着座面11bに離着座するシート面12aを有する。シート面12aを着座面11bに着座させるよう弁体12を閉弁作動させると、噴孔11aからの燃料噴射が停止される。シート面12aを着座面11b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11aから燃料が噴射される。

30

【0022】

固定コア13は、鉄心にコイル14を巻き回して構成され、コイル14に通電すると固定コア13は磁気吸引力を生じさせ、この磁気吸引力により可動コアが固定コア13に引き寄せられてリフトアップする。可動コアに結合された弁体12は、可動コアとともにリフトアップ(開弁作動)する。一方、コイル14への通電を停止させると、スプリング(図示せず)の弾性力により、弁体12は可動コアとともに閉弁作動する。

【0023】

電子制御装置(ECU20)は、マイクロコンピュータ(マイコン21)、集積IC22、昇圧回路23、スイッチング素子SW2、SW3、SW4等を備える。ECU20は燃料噴射制御装置に相当し、燃料噴射システムは燃料噴射弁10およびECU20を備える。マイコン21は、中央演算装置、不揮発性メモリ(ROM)および揮発性メモリ(RAM)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、図2に示す噴射特性にしたがってコイル14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。図中の符号  $t_{10}$  は通電開始時期を示す。また、図中の符号  $t_{10b}$  は、噴孔11aの開度が最大になった時期を示しており、この時期は、可動コアが固定コア13に当接して弁体12のリフト量が最大になった時期付近となる。

40

【0024】

集積IC22は、スイッチング素子SW2、SW3、SW4の作動を制御する噴射駆動

50

回路 2 2 a、および昇圧回路 2 3 の作動を制御する充電回路 2 2 b を有する。これらの回路 2 2 a、2 2 b は、マイコン 2 1 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 1 0 のコイル 1 4 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 2 1 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。

#### 【 0 0 2 5 】

昇圧回路 2 3 は、コイル 2 3 a、コンデンサ 2 3 b、ダイオード 2 3 c 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 2 2 b 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 2 3 a により昇圧（ブースト）されて、コンデンサ 2 3 b 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。

10

#### 【 0 0 2 6 】

そして、噴射駆動回路 2 2 a がスイッチング素子  $SW2$ 、 $SW4$  をともにオン作動させると、燃料噴射弁 1 0 のコイル 1 4 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 1 0 のコイル 1 4 へバッテリー電圧が印加される。なお、コイル 1 4 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 2 4 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。

20

#### 【 0 0 2 7 】

シャント抵抗 2 5 は、スイッチング素子  $SW4$  を流れる電流、つまりコイル 1 4 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 2 1 は、シャント抵抗 2 5 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。

#### 【 0 0 2 8 】

次に、コイル電流を流すことにより可動コアが吸引される力（電磁吸引力  $F$ ）について、詳細に説明する。図 3 に示すように、固定コア 1 3 で生じさせる起磁力（アンペアターン  $AT$ ）が大きいほど、吸引力  $F$  は大きくなる。つまり、コイル 1 4 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  $AT$  を大きくするほど（ $AT2 > AT1$ ）、吸引力  $F$  は大きくなる（ $F2 > F1$ ）。但し、通電を開始してから吸引力  $F$  が飽和して最大値になるまでには、図 4 に示すように時間がかかる。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吸引力  $F$  を、静的吸引力  $F_b$  と呼ぶ。

30

#### 【 0 0 2 9 】

また、弁体 1 2 が開弁作動を開始するのに必要な電磁吸引力  $F$  を、必要開弁力と呼ぶ。なお、燃料噴射弁 1 0 に供給される燃料の圧力が高いほど、弁体 1 2 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  $F_a$  と定義する。

#### 【 0 0 3 0 】

図 5 ( a ) は、燃料噴射を 1 回実施する場合における、コイル 1 4 への印加電圧波形を示す。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  $t_{10}$  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第 1 目標値  $I_{hold1}$  まで上昇する（図 5 ( b ) 参照）。その後、第 1 目標値よりも高い値に設定された第 1 上限値  $I_{H1}$  にコイル電流が達した  $t_{11}$  時点で、通電をオフさせている。

40

#### 【 0 0 3 1 】

要するに、ステップ  $S11$ 、 $S14$ （上昇制御手段）による、初回の通電によるブースト電圧印加により、第 1 目標値  $I_{hold1}$  までコイル電流を上昇させるように制御（上昇制御）する。この上昇制御による初回通電期間を上昇期間  $t_{10} \sim t_{11}$  と呼ぶ。そし

50

て、第1目標値  $I_{hold1}$  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。

【0032】

その後、第1目標値  $I_{hold1}$  よりも低い値に設定された第1下限値  $I_{L1}$  にコイル電流が達した  $t_{12}$  時点で、再びブースト電圧を印加して通電オンさせている。以降、コイル電流が第1上限値  $I_{H1}$  まで上昇した時点で通電オフし、第1下限値  $I_{L1}$  まで下降した時点で通電オンする。

【0033】

要するに、ステップ  $S_{11}$ 、 $S_{14}$ 、 $S_{15}$ 、 $S_{17}$ （ホールド制御手段）による、2回目以降のブースト電圧による通電オンオフの繰り返しにより、変動するコイル電流の平均値が第1目標値  $I_{hold1}$  に保持されるようにデューティ制御（ホールド制御）する。このホールド制御は、通電開始からの経過時間  $T_{boost}$  が所定時間  $T_1$  に達した  $t_{13}$  時点で終了する。このホールド制御による通電オンオフ期間をホールド期間  $t_{11} \sim t_{13}$  と呼ぶ。

10

【0034】

その後、第2目標値  $I_{hold2}$  よりも低い値に設定された第2下限値  $I_{L2}$  にコイル電流が達した  $t_{14}$  時点で、バッテリー電圧を印加して通電オンさせている。以降、第2目標値  $I_{hold2}$  よりも高い値に設定された第2上限値  $I_{H2}$  までコイル電流が上昇した時点で通電オフし、第2下限値  $I_{L2}$  まで下降した時点で通電オンする。

【0035】

要するに、 $S_{22}$ 、 $S_{25}$ 、 $S_{26}$ 、 $S_{28}$ （バッテリーホールド制御手段）による、バッテリー電圧による通電オンオフの繰り返しにより、変動するコイル電流の平均値が第2目標値  $I_{hold2}$  に保持されるようにデューティ制御（バッテリーホールド制御）する。このバッテリーホールド制御は、通電開始からの経過時間  $T_{pickup}$  が所定時間  $T_2$  に達した  $t_{20}$  時点で終了する。このバッテリーホールド制御による通電オンオフ期間をバッテリーホールド期間  $t_{14} \sim t_{20}$  と呼ぶ。そして、第2目標値  $I_{hold2}$  は、上記上昇制御およびホールド制御により上昇された電磁吸引力が維持されることとなる値に設定されている。

20

【0036】

なお、図5の例では第2目標値  $I_{hold2}$  を第1目標値  $I_{hold1}$  よりも低い値に設定しているが、第2目標値  $I_{hold2}$  を第1目標値  $I_{hold1}$  と同じ値に設定してもよい。

30

【0037】

また、第1上限値  $I_{H1}$ 、第1下限値  $I_{L1}$ 、第2上限値  $I_{H2}$ 、および第2下限値  $I_{L2}$  の値を、ホールド期間中におけるコイル電流の変動周波数が、バッテリーホールド期間中におけるコイル電流の変動周波数よりも大きくなるように設定している。

【0038】

ここで、ブースト電圧印加時におけるコイル電流の上昇傾きは、バッテリー電圧印加時におけるコイル電流の上昇傾きに比べて大きい。そのため、図5に示すように、第1上限値  $I_{H1}$  と第1下限値  $I_{L1}$  の幅  $I_1$  と、第2上限値  $I_{H2}$  と第2下限値  $I_{L2}$  の幅  $I_2$  とが同じ値になるように、各々の閾値  $I_{H1}$ 、 $I_{L1}$ 、 $I_{H2}$ 、 $I_{L2}$  を設定すれば、ホールド期間における変動周波数はバッテリーホールド期間における変動周波数よりも大きくなる。したがって、第2目標値  $I_{hold2}$  を第1目標値  $I_{hold1}$  と同じ値に設定した場合には、 $I_{H1} = I_{H2}$ 、 $I_{L1} = I_{L2}$  に設定すれば  $I_1 = I_2$  となる。

40

【0039】

バッテリーホールド期間  $t_{14} \sim t_{20}$  が終了した後、第3目標値  $I_{hold3}$  よりも低い値に設定された第3下限値  $I_{L3}$  にコイル電流が達した  $t_{30}$  時点で、再びバッテリー電圧を印加して通電オンさせている。以降、第3目標値  $I_{hold3}$  よりも高い値に設定された第3上限値  $I_{H3}$  までコイル電流が上昇した時点で通電オフし、第3下限値  $I_{L3}$  まで下降した時点で通電オンする。

50

## 【 0 0 4 0 】

要するに、バッテリー電圧による通電オンオフの繰り返しにより、変動するコイル電流の平均値が第3目標値  $I_{hold3}$  に保持されるようにデューティ制御（リフト維持制御）する。このリフト維持制御は、噴射指令信号により指令される電圧印加終了時期  $t_{40}$  に、通電をオフさせて終了する。

## 【 0 0 4 1 】

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  $t_{10} \sim t_a$  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  $T_i$  に応じた時間が経過した時期  $t_{40}$  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。

10

## 【 0 0 4 2 】

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、通電開始からの経過時間  $T_{boost}$  が所定時間  $T_1$  に達するまでの期間、コイル電流検出値  $I$  が第1目標値  $I_{hold1}$  に保持されるようにフィードバック制御するよう、ブースト信号はオンオフを繰り返す。このブースト信号にしたがってスイッチング素子  $SW_2$  は作動する。

## 【 0 0 4 3 】

噴射指令信号に含まれるバッテリー信号は、経過時間  $T_{boost}$  が所定時間  $T_1$  に達した時点でパルスオンする。その後、通電開始からの経過時間  $T_{pickup}$  が所定時間  $T_2$  に達するまでの期間、コイル電流検出値  $I$  が第2目標値  $I_{hold2}$  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  $I_{hold3}$  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。

20

## 【 0 0 4 4 】

以上に説明したブースト信号およびバッテリー信号は、図6の手順にしたがってマイコン21が出力する。なお、図6の処理は、噴射信号により噴射開始が指令されたことをトリガとして、所定周期で繰り返し実行される。そして、図6中の一点鎖線に示すステップ  $S_{10}$  の処理により、先述した上昇制御およびホールド制御が実現され、一点鎖線に示すステップ  $S_{20}$  の処理により、先述したバッテリーホールド制御が実現され、ステップ  $S_{30}$  の処理により、先述したリフト維持制御が実現される。

30

## 【 0 0 4 5 】

先ず図6のステップ  $S_{11}$  において、ブースト信号のパルスをオンさせてブースト電圧  $U_{boost}$  による印加を開始させる。その後、コイル電流検出値  $I$  が第1上限値  $I_{H1}$  に達したと判定 ( $S_{14} : NO$ ) されるまで、ブースト信号のパルスオンを継続させてブースト電圧  $U_{boost}$  の印加を継続させる。第1上限値  $I_{H1}$  は第1目標値  $I_{hold1}$  よりも所定量だけ大きい値に設定されている。したがって、初回のブースト電圧印加で第1目標値  $I_{hold1}$  までコイル電流が上昇し、先述した上昇制御が実現される。

40

## 【 0 0 4 6 】

なお、何らかの異常が原因で、コイル電流検出値  $I$  が第1上限値  $I_{H1}$  に達する前に、印加開始からの経過時間  $T_{boost}$  が所定時間  $T_1$  に達した場合 ( $S_{12} : NO$ ) には、ブースト信号のパルスをオフさせてブースト電圧  $U_{boost}$  の印加を停止させる。そして、上昇制御中に  $I > I_{H1}$  に達したと判定 ( $S_{14} : NO$ ) されると、続くステップ  $S_{15}$  において、ブースト電圧  $U_{boost}$  の印加を停止させる。これにより、上昇制御が終了する。

## 【 0 0 4 7 】

次に、 $T_{boost} < T_1$  ( $S_{16} : YES$ ) であることを条件として、コイル電流検出値  $I$  が第1下限値  $I_{L1}$  にまで下降したと判定 ( $S_{17} : NO$ ) されるまで、ブースト

50

信号のパルスオフを継続させて印加停止を継続させる。第1下限値  $I_{L1}$  は第1目標値  $I_{hold1}$  よりも所定量だけ小さい値に設定されている。

【0048】

その後、 $I < I_{L1}$  と判定 (S17: NO) されると、ステップ S11 に進み、ブースト信号のパルスをオンさせてブースト電圧  $U_{boost}$  による印加を再開させる。したがって、上昇制御が終了してから、 $T_{boost} > T1$  (S12: NO、S16: NO) と判定されるまでの期間は、第1上限値  $I_{H1}$  および第1下限値  $I_{L1}$  を閾値としてブースト信号のオンオフが切り替えられる。これにより、コイル電流の平均値が第1目標値  $I_{hold1}$  に保持され、先述したホールド制御が実現される。

【0049】

次に、 $T_{boost} > T1$  (S12: NO、S16: NO) と判定されると、コイル電流検出値  $I$  が第2下限値  $I_{L2}$  にまで下降したと判定 (S21: NO) されるまで、電圧印加停止を継続させる。第2下限値  $I_{L2}$  は第2目標値  $I_{hold2}$  よりも所定量だけ小さい値に設定されている。なお、図5に示す例では、第2目標値  $I_{hold2}$  は第1目標値  $I_{hold1}$  よりも小さい値に設定されているが、第2目標値  $I_{hold2}$  を第1目標値  $I_{hold1}$  と同じ値に設定してもよい。

【0050】

そして、 $I < I_{L2}$  と判定 (S21: NO) されると、ステップ S22 に進み、バッテリー信号のパルスをオンさせてバッテリー電圧  $U_{batt}$  による印加を開始させる。その後、コイル電流検出値  $I$  が第2上限値  $I_{H2}$  に達したと判定 (S25: NO) されるまで、バッテリー信号のパルスをオンさせてバッテリー電圧  $U_{batt}$  を印加させる。第2上限値  $I_{H2}$  は第2目標値  $I_{hold2}$  よりも所定量だけ大きい値に設定されている。

【0051】

その後、バッテリー電圧印加中に  $I > I_{H2}$  に達したと判定 (S25: NO) されると、続くステップ S26 において、バッテリー信号のパルスをオフさせてバッテリー電圧  $U_{batt}$  の印加を停止させる。その後、 $I < I_{L2}$  と判定 (S28: NO) されると、ステップ S22 に進み、バッテリー信号のパルスをオンさせてバッテリー電圧  $U_{batt}$  による印加を再開させる。したがって、ホールド制御が終了してから、通電開始からの経過時間  $T_{pickup}$  が所定時間  $T2$  に達したと判定 (S23: NO、S27: NO) されるまでの期間は、第2上限値  $I_{H2}$  および第2下限値  $I_{L2}$  を閾値としてバッテリー信号のオンオフが切り替えられる。これにより、コイル電流の平均値が第2目標値  $I_{hold2}$  に保持され、先述したバッテリーホールド制御が実現される。

【0052】

次に、 $T_{pickup} > T2$  (S23: NO、S27: NO) と判定されると、バッテリーホールド制御を終了させ、ステップ S24、S26 にてバッテリー信号のパルスをオフさせた状態で、次のステップ S30 に進む。ステップ S30 では、第3上限値  $I_{H3}$  および第3下限値  $I_{L3}$  を閾値としてバッテリー信号のオンオフを切り替える。これにより、コイル電流の平均値が第3目標値  $I_{hold3}$  に保持され、先述したリフト維持制御が実現される。

【0053】

なお、第3上限値  $I_{H3}$  は第3目標値  $I_{hold3}$  よりも所定量だけ大きい値に設定され、第3下限値  $I_{L3}$  は第3目標値  $I_{hold3}$  よりも所定量だけ小さい値に設定されている。また、第3目標値  $I_{hold3}$  は第2目標値  $I_{hold2}$  よりも小さい値に設定されている。

【0054】

次に、上述した各種制御を実施したことによる燃料噴射弁10の作動について、図5(c)(d)を用いて説明する。図5(c)は電磁吸引力  $F$  の時間変化を示し、図5(d)は弁体12のリフト量の時間変化を示す。

【0055】

図5(c)に示すように、上昇制御の実施開始とともに電磁吸引力  $F$  は上昇を開始する

10

20

30

40

50

。そして、上昇制御が終了した後も電磁吸引力 $F$ は上昇を続け、ホールド制御が実施されるホールド期間 $t_{11} \sim t_{13}$ 中に、電磁吸引力 $F$ は必要開弁力 $F_a$ に達する。そして、このように $F = F_a$ となった $t_a$ 時点で、弁体 $12$ のシート面 $12a$ が着座面 $11b$ から離座して開弁作動（リフトアップ）を開始する（図5（d）参照）。

【0056】

その後、ホールド制御によりコイル電流が第1目標値 $I_{hold1}$ に保持されると、電磁吸引力 $F$ は静的吸引力 $F_b$ まで上昇する。つまり、ホールド期間 $t_{11} \sim t_{13}$ 中に電磁吸引力 $F$ が静的吸引力 $F_b$ になるよう、 $T_{boost}$ に係る所定時間 $T_1$ が設定されている。この第1目標値 $I_{hold1}$ 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ため、電磁吸引力 $F$ が静的吸引力 $F_b$ まで上昇して飽和するまでの期間に、電磁吸引力 $F$ は必要開弁力 $F_a$ に達することとなる。

10

【0057】

その後、ブースト電圧からバッテリー電圧に切り替えた $t_{14}$ 以降、バッテリーホールド制御によりコイル電流が第2目標値 $I_{hold2}$ に保持される。この第2目標値 $I_{hold2}$ は、上昇制御およびホールド制御により上昇された電磁吸引力（つまり静的吸引力 $F_b$ ）が維持されることとなる値に設定されている。そのため、バッテリーホールド期間 $t_{14} \sim t_{20}$ では、電磁吸引力 $F$ は静的吸引力 $F_b$ に保持される。そして、このバッテリーホールド期間 $t_{14} \sim t_{20}$ 中にリフト量が最大値 $L_{max}$ になるよう、 $T_{pickup}$ に係る所定時間 $T_2$ が設定されている。

20

【0058】

その後、電磁吸引力 $F$ は、バッテリーホールド制御の終了時点 $t_{20}$ からリフト維持制御の開始時点 $t_{30}$ までの期間に所定値まで低下し、その後、リフト維持制御により上記所定値に維持される。そして、バッテリーホールド制御の終了時点 $t_{20}$ からリフト維持制御の終了時点 $t_{40}$ までの期間、リフト位置は最大値 $L_{max}$ に維持される。

【0059】

その後、リフト維持制御が終了すると、電磁吸引力 $F$ が低下を開始することに伴い、弁体 $12$ が開弁作動を開始してリフト量が低下する。そして、リフト量がゼロになる $t_d$ 時点で、弁体 $12$ のシート面 $12a$ が着座面 $11b$ に着座して閉弁する。なお、通電終了の $t_{40}$ 時点から $t_{41}$ 時点までは、コイル $14$ に逆位相の電圧を印加することで、電流の立下りを早期化し、弁体 $12$ の閉弁応答性を向上させている。

30

【0060】

以上により、本実施形態によれば、上昇期間 $t_{10} \sim t_{11}$ とホールド期間 $t_{11} \sim t_{13}$ との両期間 $t_{10} \sim t_{13}$ をかけて、電磁吸引力を静的吸引力 $F_b$ にまで上昇させる。そのため、通電開始から電磁吸引力が必要開弁力 $F_a$ に達するまでの期間（吸引力上昇期間 $t_{10} \sim t_a$ ）に占める上昇期間 $t_{10} \sim t_{11}$ の割合が小さくなる。したがって、吸引力の上昇傾き $F$ が温度特性の影響を受け難くなるので（図5（c）中の点線参照）、開弁開始時期 $t_a$ および開弁期間 $T_{act}$ （噴射量）が温度特性に依拠して変化することを抑制できる（図5（d）中の点線参照）。よって、通電開始時期 $t_1$ および通電期間 $T_i$ に対する噴射状態の精度悪化を抑制でき、温度特性に対する制御のロバスト性を向上できる。

40

【0061】

さらに、本実施形態によれば、上昇制御の後にホールド制御を実施することで電磁吸引力を静的吸引力 $F_b$ にまで上昇させるので、ホールド制御を実施せずに電磁吸引力を必要開弁力 $F_a$ 以上に上昇させる従来制御の場合に比べ、コイル電流の最大値を小さくできる。よって、燃料噴射に要するエネルギーの低減を図ることができる。

【0062】

さらに、以下に列挙する特徴を備えた本実施形態によれば、各々の特徴により以下に説明する作用効果が発揮される。

【0063】

<特徴1>

50

上昇制御およびホールド制御では、コイル電流を第1目標値に保持させている期間中に開弁開始することとなるよう、コイル14への電圧印加を制御している。換言すれば、上昇制御中に開弁開始することのないように、上昇制御時の電圧および電圧印加時間を制御する。そして、ホールド制御中に開弁開始するように、ホールド制御時のデューティ比およびホールド制御時間を制御する。

【0064】

そのため、上昇制御中に開弁開始してしまうことを回避でき、「吸引力上昇期間  $t_{10} \sim t_a$  に占める上昇期間  $t_{10} \sim t_{11}$  の割合が小さくなる」といった先述の効果が確実に発揮されるようになる。

【0065】

<特徴2>

上昇制御およびホールド制御では、昇圧回路23で昇圧させたブースト電圧をコイル14へ印加させ、ホールド制御を実施した後、コイル電流が第2目標値  $I_{hold2}$  に保持されるよう、バッテリー電圧をコイル14へ印加させるバッテリーホールド制御を実施する。そして、第2目標値  $I_{hold2}$  は、上昇制御およびホールド制御により上昇された電磁吸引力（静的吸引力  $F_b$ ）が維持されることとなる値に設定されていることを特徴とする。

【0066】

ここで、ホールド制御の実施期間を必要以上に長くすると、ブースト電圧を用いた期間（上昇期間+ホールド期間）が長くなるので、1回の噴射で必要となる消費エネルギーの増大が懸念されるようになる。つまり、コンデンサ23bの容量を大きくする必要が生じる。

【0067】

この点を鑑みた本実施形態では、ホールド制御後にはバッテリーホールド制御に切り替える。すなわち、コイル電流が第2目標値  $I_{hold2}$  に到達した以降は、バッテリー電圧でも第2目標値  $I_{hold2}$  に保持させることが可能である点に着目し、ブースト電圧からバッテリー電圧に切り替えて、ホールド制御で上昇させた電磁吸引力（静的吸引力  $F_b$ ）を維持させるように、コイル電流を第2目標値  $I_{hold2}$  に保持させる。したがって、本実施形態によれば消費エネルギーの増大を抑制でき、コンデンサ23bの小容量化を図ることができる。

【0068】

<特徴3>

ホールド期間中におけるコイル電流の変動周波数（第1周波数）が、バッテリーホールド期間中におけるコイル電流の変動周波数（第2周波数）よりも大きくなるよう、第1上限値  $I_{H1}$ 、第1下限値  $I_{L1}$ 、第2上限値  $I_{H2}$ 、および第2下限値  $I_{L2}$  が設定されていることを特徴とする。

【0069】

ここで、本実施形態に反して第1周波数を第2周波数と同じにすると、ブースト電圧印加時の電流上昇傾きがバッテリー電圧印加時に比べて大きいことに起因して、ホールド期間中におけるコイル電流の変動幅が大きくなり、エネルギー効率が悪くなる。これに対し本実施形態では、第1周波数が第2周波数より大きくなるように各々の閾値  $I_{H1}$ 、 $I_{L1}$ 、 $I_{H2}$ 、 $I_{L2}$  を設定しているので、ホールド期間中におけるコイル電流の変動幅を低減でき、エネルギー効率の悪化を抑制できる。

【0070】

（他の実施形態）

本発明は上記実施形態の記載内容に限定されず、以下のように変更して実施してもよい。また、各実施形態の特徴的構成をそれぞれ任意に組み合わせるようにしてもよい。

【0071】

・上記実施形態では、ホールド制御を実施した後にバッテリーホールド制御を実施しており、バッテリーホールド制御により静的吸引力  $F_b$  を維持させている。これに対し、バッテ

10

20

30

40

50

リホールド制御を廃止して、吸引力が静的吸引力  $F_b$  に達した以降も、ホールド制御によるブースト電圧印加を継続させて、静的吸引力  $F_b$  を維持させるようにしてもよい。

【0072】

・上記実施形態では、バッテリーホールド制御に用いる第2目標値  $I_{hold2}$  を第1目標値  $I_{hold1}$  よりも小さい値に設定しているが、第2目標値  $I_{hold2}$  を第1目標値  $I_{hold1}$  と同じ値に設定してもよい。

【0073】

・上記実施形態では、第1目標値  $I_{hold1}$  の保持に用いる第1上限値  $I_{H1}$  と第1下限値  $I_{L1}$  の幅を、第2上限値  $I_{H2}$  と第2下限値  $I_{L2}$  の幅と同じに設定しているが、異なる幅に設定してもよい。

【0074】

・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、燃料噴射制御装置の制御対象としているが、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制御対象としてもよい。さらに、上記実施形態では、燃焼室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。

【符号の説明】

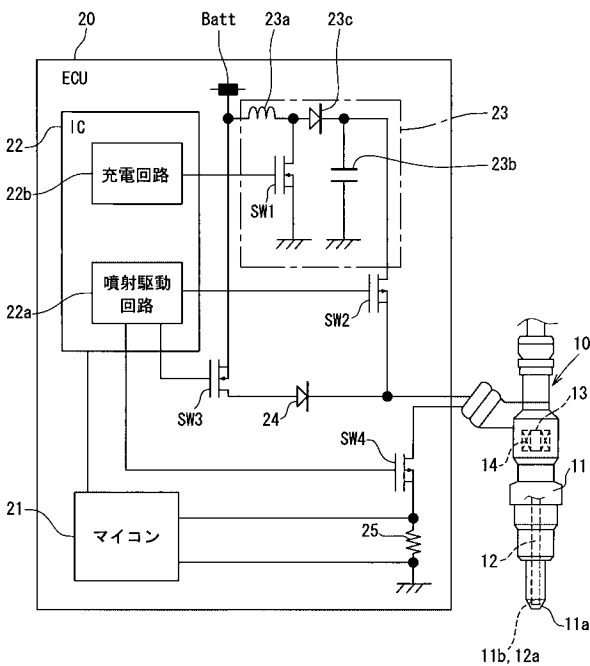
【0075】

10...燃料噴射弁、12...弁体、14...コイル、23...昇圧回路、 $I_{hold1}$ ...第1目標値、 $I_{hold2}$ ...第2目標値、S11、S14...上昇制御手段、S11、S14、S15、S17...ホールド制御手段、S22、S25、S26、S28...バッテリーホールド制御手段。

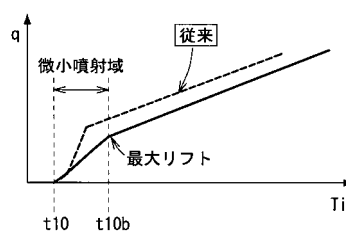
10

20

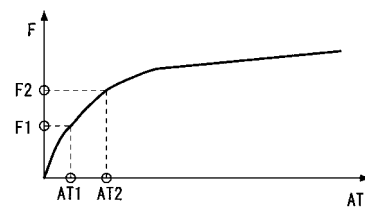
【図1】



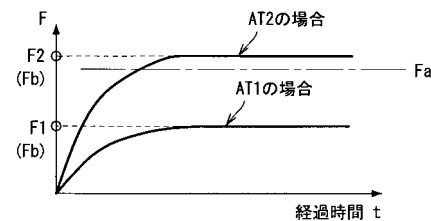
【図2】



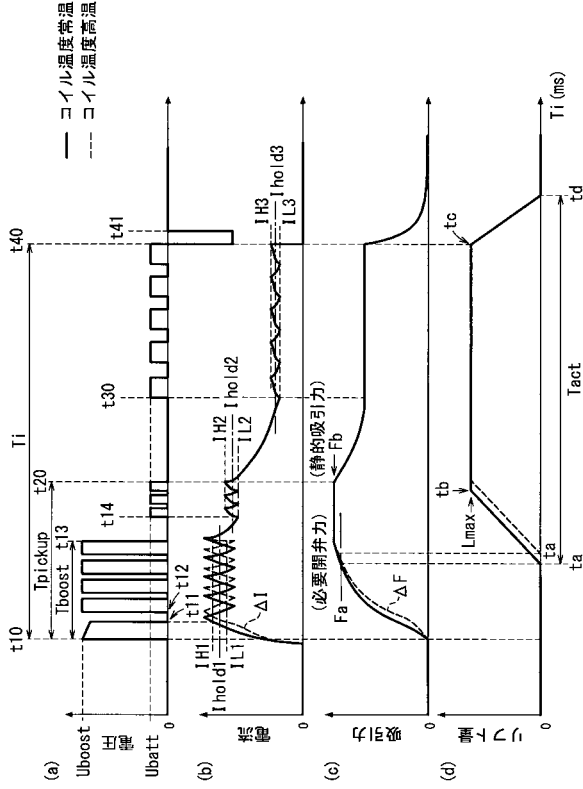
【図3】



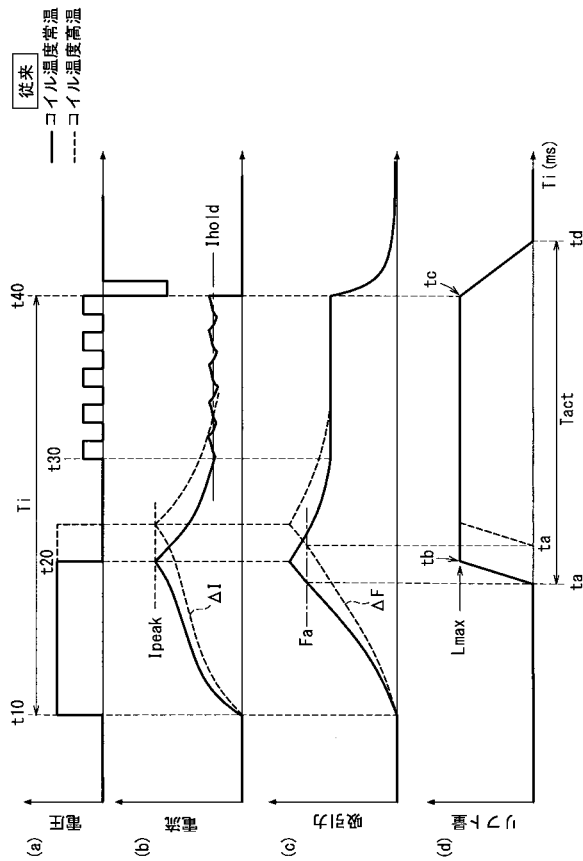
【図4】



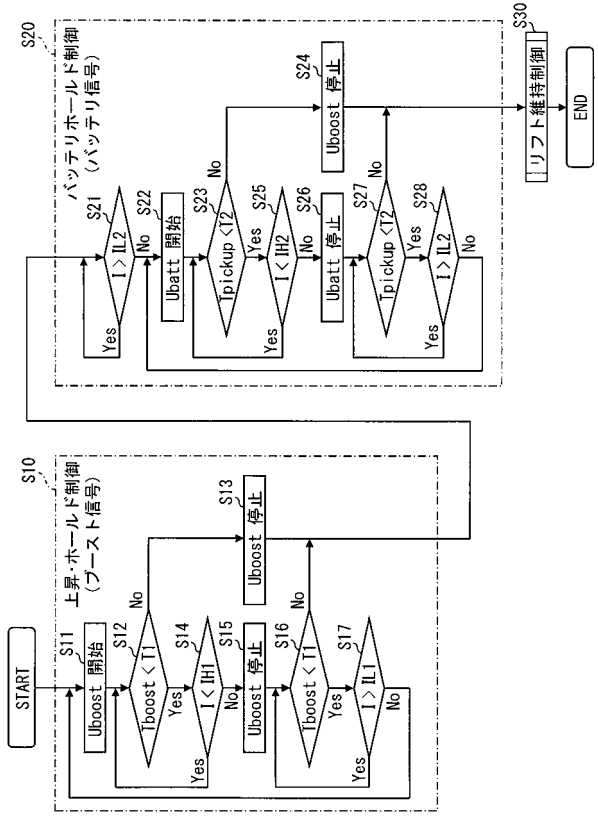
【図5】



【図7】



【図6】



## 【手続補正書】

【提出日】平成29年8月30日(2017.8.30)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

コイル(14)へ通電して生じた電磁吸引力により弁体(12)を開弁作動させて燃料を噴射させる燃料噴射弁(10)に適用され、前記コイルに流れるコイル電流を制御することにより、前記燃料噴射弁からの燃料噴射状態を制御する燃料噴射制御装置であって、前記コイル電流が第1目標値(Ihold1)まで上昇するよう、電圧を前記コイルへ印加させる上昇制御手段(S11、S14)と、

前記上昇制御手段により上昇された前記コイル電流が前記第1目標値に保持されるよう、電圧を前記コイルへ印加させる第1目標ホールド制御手段(S11、S14、S15、S17)と、

前記第1目標ホールド制御手段による制御を実施した後、前記第1目標値よりも小さい第2目標値(Ihold2)に前記コイル電流が保持されるよう、電圧を前記コイルへ印加させる第2目標ホールド制御手段(S22、S25、S26、S28)と、  
を備え、

前記第1目標ホールド制御手段による制御期間中における前記コイル電流の変動周波数が、前記第2目標ホールド制御手段による制御期間中における前記コイル電流の変動周波数よりも大きいことを特徴とする燃料噴射制御装置。

## 【請求項2】

コイル(14)へ通電して生じた電磁吸引力により弁体(12)を開弁作動させて燃料を噴射させる燃料噴射弁(10)に適用され、前記コイルに流れるコイル電流を制御することにより、前記燃料噴射弁からの燃料噴射状態を制御する燃料噴射制御装置であって、  
前記コイル電流が第1目標値(Ihold1)まで上昇するよう、電圧を前記コイルへ印加させる上昇制御手段(S11、S14)と、

前記上昇制御手段により上昇された前記コイル電流が前記第1目標値に保持されるよう、電圧を前記コイルへ印加させる第1目標ホールド制御手段(S11、S14、S15、S17)と、

前記第1目標ホールド制御手段による制御を実施した後、前記コイル電流が第2目標値(Ihold2)に保持されるよう、前記第1目標ホールド制御手段によって前記コイルに印加させる電圧より低い電圧を前記コイルへ印加させる第2目標ホールド制御手段(S22、S25、S26、S28)と、  
を備え、

前記第1目標ホールド制御手段による制御期間中における前記コイル電流の変動周波数が、前記第2目標ホールド制御手段による制御期間中における前記コイル電流の変動周波数よりも大きいことを特徴とする燃料噴射制御装置。

## 【請求項3】

前記弁体が開弁作動を開始するのに必要な電磁吸引力の最大値を必要開弁力(Fa)と呼び、前記第1目標値のコイル電流を流し続けることにより飽和した電磁吸引力を静的吸引力(Fb)と呼ぶ場合において、

前記第1目標値は、前記静的吸引力が前記必要開弁力以上となるような値に設定されてい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】

前記第2目標値は、前記上昇制御手段および前記第1目標ホールド制御手段により上昇された電磁吸引力が維持されることとなる値に設定されていることを特徴とする請求項1

～ 3 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射制御装置。

【請求項 5】

内燃機関の燃焼室へ直接燃料を噴射する前記燃料噴射弁に適用される請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射制御装置。

【請求項 6】

1 燃焼サイクル中に複数回燃料を噴射する前記燃料噴射弁に適用される請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射制御装置。

【請求項 7】

前記第 1 目標ホールド制御手段は、前記第 1 目標値よりも高い値に設定された第 1 上限値 ( I H 1 ) にコイル電流が達した場合に通電をオフさせ、前記第 1 目標値よりも低い値に設定された第 1 下限値 ( I L 1 ) にコイル電流が達した場合に通電をオンさせることで、変動するコイル電流の平均値が前記第 1 目標値となるよう制御しており、

前記第 2 目標ホールド制御手段は、前記第 2 目標値よりも高い値に設定された第 2 上限値 ( I H 2 ) にコイル電流が達した場合に通電をオフさせ、前記第 2 目標値よりも低い値に設定された第 2 下限値 ( I L 2 ) にコイル電流が達した場合に通電をオンさせることで、変動するコイル電流の平均値が前記第 2 目標値となるよう制御しており、

前記第 1 目標ホールド制御手段による制御期間中における前記コイル電流の変動周波数が、前記第 2 目標ホールド制御手段による制御期間中における前記コイル電流の変動周波数よりも大きくなるよう、前記第 1 上限値、前記第 1 下限値、前記第 2 上限値および前記第 2 下限値が設定されていることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射制御装置。

【請求項 8】

前記燃料噴射弁は、コイル ( 1 4 ) への通電に伴い電磁吸引力を生じさせる固定コア ( 1 3 )、および前記固定コアに吸引されて前記弁体とともに移動する可動コアを備えていることを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射制御装置。

【請求項 9】

請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射制御装置と、

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。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

そして、コイル電流が第 1 目標値 ( I h o l d 1 ) まで上昇するよう、電圧をコイルへ印加させる上昇制御手段 ( S 1 1、S 1 4 ) と、上昇制御手段により上昇されたコイル電流が第 1 目標値に保持されるよう、電圧をコイルへ印加させる第 1 目標ホールド制御手段 ( S 1 1、S 1 4、S 1 5、S 1 7 ) を備える。

また、第 1 目標ホールド制御手段による制御を実施した後、第 1 目標値よりも小さい第 2 目標値 ( I h o l d 2 ) にコイル電流が保持されるよう、電圧をコイルへ印加させる第 2 目標ホールド制御手段 ( S 2 2、S 2 5、S 2 6、S 2 8 )、

或いは、第 1 目標ホールド制御手段による制御を実施した後、コイル電流が第 2 目標値 ( I h o l d 2 ) に保持されるよう、第 1 目標ホールド制御手段によってコイルに印加させる電圧より低い電圧をコイルへ印加させる第 2 目標ホールド制御手段 ( S 2 2、S 2 5、S 2 6、S 2 8 )

を備える。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

そして、第1目標ホールド制御手段による制御期間中におけるコイル電流の変動周波数が、第2目標ホールド制御手段による制御期間中におけるコイル電流の変動周波数よりも大きいことを特徴とする。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0015】

本発明によれば、図5に例示されるように、上昇制御手段により第1目標値  $I_{hold1}$  までコイル電流を上昇させる上昇期間  $t_{10} \sim t_{11}$  と、その後、第1ホールド制御手段により第1目標値  $I_{hold1}$  に保持させるホールド期間  $t_{11} \sim t_{13}$  との両期間  $t_{10} \sim t_{13}$  をかけて、電磁吸引力を上昇させるようにできる。すると、通電開始から電磁吸引力が必要開弁力  $F_a$  に達するまでの期間（吸引力上昇期間  $t_{10} \sim t_a$ ）に占める上記上昇期間  $t_{10} \sim t_{11}$  の割合を小さくできる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0033

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0033】

要するに、ステップ  $S_{11}$ 、 $S_{14}$ 、 $S_{15}$ 、 $S_{17}$ （ホールド制御手段）による、2回目以降のブースト電圧による通電オンオフの繰り返しにより、変動するコイル電流の平均値が第1目標値  $I_{hold1}$  に保持されるようにデューティ制御（ホールド制御）する。このホールド制御は、通電開始からの経過時間  $T_{boost}$  が所定時間  $T_1$  に達した  $t_{13}$  時点で終了する。このホールド制御による通電オンオフ期間をホールド期間  $t_{11} \sim t_{13}$  と呼ぶ。上記ホールド制御手段は、特許請求の範囲に記載の第1ホールド制御手段に相当する。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0035

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0035】

要するに、 $S_{22}$ 、 $S_{25}$ 、 $S_{26}$ 、 $S_{28}$ （バッテリーホールド制御手段）による、バッテリー電圧による通電オンオフの繰り返しにより、変動するコイル電流の平均値が第2目標値  $I_{hold2}$  に保持されるようにデューティ制御（バッテリーホールド制御）する。このバッテリーホールド制御は、通電開始からの経過時間  $T_{pickup}$  が所定時間  $T_2$  に達した  $t_{20}$  時点で終了する。このバッテリーホールド制御による通電オンオフ期間をバッテリーホールド期間  $t_{14} \sim t_{20}$  と呼ぶ。そして、第2目標値  $I_{hold2}$  は、上記上昇制御およびホールド制御により上昇された電磁吸引力が維持されることとなる値に設定されている。上記バッテリーホールド制御手段は、特許請求の範囲に記載の第2ホールド制御手段に相当する。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0075

【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0075】

10 ... 燃料噴射弁、12 ... 弁体、14 ... コイル、23 ... 昇圧回路、I h o l d 1 ... 第1目標値、I h o l d 2 ... 第2目標値、S 1 1、S 1 4 ... 上昇制御手段、S 1 1、S 1 4、S 1 5、S 1 7 ... ホールド制御手段(第1ホールド制御手段)、S 2 2、S 2 5、S 2 6、S 2 8 ... バッテリホールド制御手段(第2ホールド制御手段)。

フロントページの続き

Fターム(参考) 3G301 HA01 HA02 HA04 JA03 LB04 LC10 MA11 NA08 NE01 NE23  
PG02Z