



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

燃料噴射弁(2)を電流駆動して前記燃料噴射弁から燃料を噴射する際に前記燃料噴射弁に流れる電流の面積補正を実施することにより通電時間補正量( $T_i$ )を算出する面積補正部(5d)と、

前記面積補正部により算出される前記通電時間補正量を推定通電時間補正量( $T_{ie}$ )として独自に推定する推定部(11)と、

前記面積補正部にて算出される前記通電時間補正量と、前記推定部により推定される前記推定通電時間補正量とを比較する比較部(12)と、

前記比較部による比較結果が第1の所定異常値以上のときには前記面積補正部により算出された前記通電時間補正量を異常と判定する第1異常判定部(13)と、

を備える噴射制御装置。

## 【請求項 2】

前記燃料噴射弁(2)を駆動する電流の前記通電時間補正量( $T_i$ )が、第2の所定異常値を連続で所定時間以上超えたときに異常と判定する第2異常判定部(14)をさらに備える請求項1記載の噴射制御装置。

## 【請求項 3】

前記推定部は、噴射開始時の推定充電量( $V_{bs}$ )及びエンジン水温をパラメータとした適合マップに基づいて通電電流( $EI$ )の傾きを推定し、推定した前記通電電流の傾き及び通電指令時間( $T_i$ )に基づいて噴射量不足分を推定し、

推定した前記噴射量不足分と、前記通電電流の目標電流となる通常電流プロファイル( $PI$ )の傾きと、推定した前記通電電流の傾きとに基づいて、前記推定通電時間補正量を推定する請求項1記載の噴射制御装置。

## 【請求項 4】

前記第1異常判定部により前記通電時間補正量が異常判定されたときには、前記面積補正部に面積補正を停止指示する停止指示部(15)を備える請求項1又は3記載の噴射制御装置。

## 【請求項 5】

前記第2異常判定部により前記通電時間補正量が異常判定されたときには、前記面積補正部に面積補正を停止指示する停止指示部(15)を備える請求項2記載の噴射制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、燃料噴射弁を開弁・閉弁制御する噴射制御装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

噴射制御装置は、燃料噴射弁を開弁・閉弁することで燃料を内燃機関に噴射するために用いられる(例えば、特許文献1参照)。噴射制御装置は、電氣的に駆動可能な燃料噴射弁に電流を通電することで開弁制御する。近年、特に微小粒子個数(PN: Particulate Number)の規制強化の要請を受けて、噴射精度の高い微小噴射を行うことが要求されている。微小噴射量はインジェクタの駆動電圧の変動に大きく影響を受ける。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【特許文献1】特開2016-33343号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

前述の課題を解決するため、出願人は、燃料噴射弁を電流駆動するときの電流傾きを検出し、この検出電流の傾きに応じて通電時間を補正する電流の面積補正技術を提案している

。発明者らは、電流面積補正技術が正常に実施されているか否かを検査することを検討している。

【0005】

本発明の目的は、燃料噴射弁の電流の面積補正が正常に実施されているか否かを検査できるようにした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】

【0006】

請求項1記載の発明によれば、燃料噴射弁を電流駆動して燃料噴射弁から燃料を噴射する際に、面積補正部は、燃料噴射弁に流れる電流の面積補正を実施することにより通電時間補正量を算出する。推定部は、面積補正部により算出される通電時間補正量を推定通電時間補正量として独自に推定する。

10

【0007】

比較部は、面積補正部にて算出される通電時間補正量と、推定部により推定される推定通電時間補正量とを比較し、第1異常判定部は、比較部による比較結果が所定異常値以上のときには面積補正部により算出された通電時間補正量を異常と判定する。この結果、燃料噴射弁の電流の面積補正が正常に実施されているか否かを検査できる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】一実施形態における噴射制御装置の電氣的構成図

【図2】昇圧回路の電氣的構成図

20

【図3】マイコンと制御ICとの間で通信する情報の説明図

【図4】制御ICにより行われる積算電流差の算出方法の説明図

【図5】制御ICにより行われるピーク電流推定値の算出方法の説明図

【図6】充電消費マップと充電速度マップを概略的に示す図

【図7】燃料噴射弁の通電電流の変化と推定充電量の変化を模式的に表す図

【図8】マイコンにより行われる通電時間補正量の算出方法の説明図

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、噴射制御装置の一実施形態について図面を参照しながら説明する。図1に示すように、電子制御装置1（ECU：Electronic Control Unit）は、例えば自動車などの車両に搭載された内燃機関に直接燃料を噴射供給するソレノイド式の燃料噴射弁2（インジェクタとも称される）を駆動する噴射制御装置として構成される。以下では、ガソリンエンジン制御用の電子制御装置1に適用した形態を説明するが、ディーゼルエンジン制御用の電子制御装置に適用しても良い。図1には、4気筒分の燃料噴射弁2を図示しているが、3気筒、6気筒、8気筒でも適用できる。

30

【0010】

電子制御装置1は、昇圧回路3、マイクロコンピュータ4（以下、マイコン4と略す）、制御IC5、駆動回路6、及び電流検出部7としての電氣的構成を備える。マイコン4は、1又は複数のコア4a、ROM、RAMなどのメモリ4b、A/D変換器などの周辺回路4cを備えて構成され、メモリ4bに記憶されたプログラム、及び、各種のセンサ8から取得されるセンサ信号Sに基づいて各種制御を行う。

40

【0011】

例えばガソリンエンジン用のセンサ8は、エンジンの冷却水の温度を検出するための水温センサ8aを備える。その他のセンサ8は、図示しないが、クランク軸が所定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、燃料噴射時の燃料圧を検出する燃圧センサ、エンジンの吸入空気量を検出する吸気量センサ、内燃機関の空燃比すなわちA/F値を検出するA/Fセンサ、スロットル開度を検出するスロットル開度センサなどである。

【0012】

マイコン4は、クランク角センサのパルス信号によりエンジン回転数を算出すると共に、

50

スロットル開度センサからスロットル開度を取得する。マイコン 4 は、スロットル開度、油圧や A / F 値に基づいて、内燃機関に要求される目標トルクを算出し、この目標トルクに基づいて目標となる要求噴射量を算出する。

【 0 0 1 3 】

またマイコン 4 は、この目標となる要求噴射量、及び、燃圧センサにより検出される燃料圧力に基づいて指示 T Q の通電指令時間 T i を算出する。マイコン 4 は、前述した各種のセンサ 8 から入力されるセンサ信号 S に基づいて各気筒 # 1 ~ # 4 に対する噴射開始指示時刻 t 0 を算出し、この噴射開始指示時刻 t 0 において燃料噴射の指示 T Q を制御 I C 5 に出力する。

【 0 0 1 4 】

制御 I C 5 は、例えば A S I C による集積回路装置であり、例えばロジック回路、C P U などによる制御主体と、R A M、R O M、E E P R O M などの記憶部、コンパレータを用いた比較器など（何れも図示せず）を備え、ハードウェア及びソフトウェアに基づいて各種制御を実行するように構成される。制御 I C 5 は、昇圧制御部 5 a、通電制御部 5 b 1、及び電流モニタ部 5 c としての機能を備える。

【 0 0 1 5 】

昇圧回路 3 は、図 2 に例示したように、インダクタ L 1、スイッチング素子 S 1、ダイオード D 1、電流検出抵抗 R 1、及び充電コンデンサ 3 a を図示形態に接続した昇圧型の D C D C コンバータにより構成される。昇圧回路 3 は、バッテリー電圧 V B を入力して昇圧動作し、充電部としての充電コンデンサ 3 a に昇圧電圧 V boost を充電させる。

【 0 0 1 6 】

昇圧制御部 5 a は、昇圧制御パルススイッチング素子 S 1 に印加することで、昇圧回路 3 に入力されたバッテリー電圧 V B を昇圧制御する。昇圧制御部 5 a は、昇圧回路 3 の充電コンデンサ 3 a の昇圧電圧 V boost を電圧検出部 3 a a により検出し満充電電圧まで充電させ駆動回路 6 に供給する。充電コンデンサ 3 a は、複数の気筒 # 1 ~ # 4 に燃料を直接噴射する燃料噴射弁 2 に供給するための電力を保持する。

【 0 0 1 7 】

駆動回路 6 は、バッテリー電圧 V B 及び昇圧電圧 V boost を入力して構成される。駆動回路 6 は、図示しないが、複数の気筒 # 1 ~ # 4 の燃料噴射弁 2 のソレノイドコイル 2 a に対し昇圧電圧 V boost を印加するためのトランジスタ、及びバッテリー電圧 V B を印加するためのトランジスタ、通電する気筒を選択する気筒選択用のトランジスタを備える。

【 0 0 1 8 】

駆動回路 6 は、制御 I C 5 の通電制御部 5 b の通電制御により、各気筒 # 1 ~ # 4 を選択しつつ、燃料噴射弁 2 のソレノイドコイル 2 a に昇圧電圧 V boost 又はバッテリー電圧 V B を選択的に印加することで燃料噴射弁 2 を駆動して燃料を噴射させる。通電制御部 5 b が、駆動回路 6 を通じて燃料噴射弁 2 からパーシャルリフト噴射する場合には、通電制御部 5 b は昇圧電圧 V boost を燃料噴射弁 2 のソレノイドコイル 2 a に印加し、燃料噴射弁 2 が完全に開弁完了するまでに弁を閉塞する噴射処理を実行する。燃料噴射弁 2 から通常噴射する場合には、通電制御部 5 b は、駆動回路 6 を通じて昇圧電圧 V boost を燃料噴射弁 2 のソレノイドコイル 2 a に印加した後、バッテリー電圧 V B を印加することで定電流制御し通電指令時間 T i を経過したときに通電停止する。これにより通常噴射時には、燃料噴射弁 2 が完全に開弁してから弁を閉塞する噴射処理を実行する。

【 0 0 1 9 】

電流検出部 7 は、各気筒 # 1 ~ # 4 の燃料噴射弁 2 のソレノイドコイル 2 a の通電経路にそれぞれ接続された電流検出抵抗により構成される。制御 I C 5 の電流モニタ部 5 c は、例えばコンパレータによる比較部及び A / D 変換器等（何れも図示せず）を用いて構成され、燃料噴射弁 2 に流れる電流を電流検出部 7 を通じてモニタする。

【 0 0 2 0 】

また、図 4 にはマイコン 4 及び制御 I C 5 の機能的構成を概略的に示している。マイコン 4 は、コア 4 a がメモリ 4 b に記憶されたプログラムを実行することで、通電指令時間算

10

20

30

40

50

出部 10、推定部 11、比較部 12、第 1 異常判定部 13、第 2 異常判定部 14、及び停止指示部 15 として動作する。また制御 IC 5 は、前述した昇圧制御部 5 a、通電制御部 5 b、電流モニタ部 5 c としての機能の他、面積補正部としての通電時間補正量算出部 5 d の機能も備える。

【0021】

マイコン 4 の通電指令時間算出部 10 は、各種センサ 8 のセンサ信号 S に基づいて 1 サイクルの各気筒 # 1 ~ # 4 における要求噴射量を演算する機能を備える。マイコン 4 は、各気筒の指示 TQ の通電指令時間  $T_i$  を演算し、制御 IC 5 の通電制御部 5 b に指令する。なお、制御 IC 5 側では通電指令時間  $T_i$  が入力されると、通電時間補正量算出部 5 d により噴射毎に通電時間補正量  $T_i$  を算出して通電制御部 5 b にフィードバックし、マイ

10

【0022】

マイコン 4 は、制御 IC 5 の通電時間補正量算出部 5 d にて算出される通電時間補正量  $T_i$  を、推定通電時間補正量  $T_{ie}$  として独自に推定する推定部 11 の機能を備える。例えば、推定部 11 は、噴射開始時における充電コンデンサ 3 a の推定充電量  $V_{bs}$ 、及び、水温センサ 8 a により検出されるエンジン水温、をパラメータとした適合マップから通電電流  $E_I$  の傾きを推定し、マイコン 4 が制御 IC 5 へ指示する通電指令時間  $T_i$  から噴射量不足分を推定する機能を備える。

【0023】

そして推定部 11 は、推定した噴射量不足分と、目標となる通常電流プロファイル  $P_I$  の傾きと、推定した通電電流  $E_I$  の傾きとに基づいて通電時間補正量  $T_i$  を推定する機能を備える。なお、マイコン 4 は、制御 IC 5 の動作異常を検出するため、制御 IC 5 から充電コンデンサ 3 a の昇圧電圧  $V_{boost}$  の充電量の情報を取得することなく、充電コンデンサ 3 a の昇圧電圧  $V_{boost}$  の充電量を推定充電量  $V_{bs}$  として推定する。

20

【0024】

マイコン 4 の比較部 12 は、制御 IC 5 の通電時間補正量算出部 5 d にて算出される通電時間補正量  $T_i$  と、推定部 11 により推定される推定通電時間補正量  $T_{ie}$  とを比較する機能を備える。マイコン 4 の第 1 異常判定部 13 は、比較部 12 による比較結果が所定異常値以上のときには通電時間補正量算出部 5 d により算出された通電時間補正量  $T_i$  を異常と判定する機能を備える。

30

【0025】

マイコン 4 は、第 1 異常判定部 13 により通電時間補正量  $T_i$  が異常判定されたときには、制御 IC 5 に停止指示する停止指示部 15 を備える。マイコン 4 は、停止指示部 15 により制御 IC 5 に停止指示することで通電時間補正量算出部 5 d は面積補正を停止する。

【0026】

マイコン 4 の第 2 異常判定部 14 は、燃料噴射弁 2 を駆動する電流の通電時間補正量  $T_i$  が上限となる所定異常値を連続で所定時間以上超えたときに異常と判定する機能を備える。マイコン 4 は、第 2 異常判定部 14 により通電時間補正量  $T_i$  が異常判定されたときは、停止指示部 15 により制御 IC 5 に停止指示する。マイコン 4 は、停止指示部 15 により制御 IC 5 に停止指示することで通電時間補正量算出部 5 d は面積補正を停止する。

40

【0027】

<制御 IC 5 による面積補正制御説明>

ここではまず制御 IC 5 による面積補正制御の説明を行う。バッテリー電圧  $V_B$  が電子制御装置 1 に与えられると、マイコン 4 及び制御 IC 5 は起動する。制御 IC 5 の昇圧制御部 5 a は、昇圧制御パルスを昇圧回路 3 に出力することで昇圧回路 3 の出力電圧を昇圧させる。昇圧電圧  $V_{boost}$  は、バッテリー電圧  $V_B$  を超えた所定の昇圧完了電圧に充電される。

【0028】

50

マイコン 4 は、図 3 に示すように、通電指令をする噴射開始指示時刻  $t_0$  にて通電指令時間算出部 10 により要求噴射量を演算すると共に、指示 TQ の通電指令時間  $T_i$  を演算し、制御 IC 5 の通電制御部 5 b に出力する。これによりマイコン 4 は、制御 IC 5 に対し指示 TQ により通電指令時間  $T_i$  を指令する。

【0029】

制御 IC 5 は、燃料噴射弁 2 に通電する目標電流となる通常電流プロファイル P I を内部メモリに記憶しており、通常電流プロファイル P I に基づいて、通電制御部 5 b の制御により燃料噴射弁 2 に昇圧電圧  $V_{boost}$  を印加することで目標となるピーク電流  $I_{pk}$  に達するようにピーク電流制御を行う。

【0030】

制御 IC 5 は、指示 TQ の通電指令時間  $T_i$  に基づいて通常電流プロファイル P I の示す目標となるピーク電流  $I_{pk}$  に達するまで燃料噴射弁 2 の端子間に昇圧電圧  $V_{boost}$  を印加し続ける。燃料噴射弁 2 の通電電流  $E I$  が急激に上昇し開弁する。図 5 に示すように、燃料噴射弁 2 の通電電流  $E I$  は、燃料噴射弁 2 の構造に基づき非線形的に変化する。通電電流  $E I$  の勾配が、周辺温度環境、経年劣化等の様々な要因から通常電流プロファイル P I の勾配より低下し、実噴射量が通常電流プロファイル P I に基づく通常噴射量よりも低くなる。

【0031】

そこで制御 IC 5 は、昇圧電圧  $V_{boost}$  が所定電圧  $V_{sta}$  より低下する条件下では、面積補正制御を実行することで通電時間補正量  $T_i$  を算出してリアルタイムで通電制御部 5 b にフィードバック制御する。具体的には、通電時間補正量算出部 5 d は、通常電流プロファイル P I と燃料噴射弁 2 に実際に通電する通電電流  $E I$  との積算電流差を算出して補正する。

【0032】

実際の積算電流差は、非線形の電流曲線に囲われた領域となり、詳細に算出するには演算負荷が大きくなりやすい。このため図 5 及び (1) 式に示すように、 $(t, I) = (t_{1n}, I_{t1})$ 、 $(t_1, I_{t1})$ 、 $(t_{2n}, I_{t2})$ 、 $(t_2, I_{t2})$ 、を頂点とした台形の面積を、非線形の電流曲線に囲われた領域に依存した積算電流差  $I$  と見做して簡易的に算出すると良い。

【数 1】

$$\sum \Delta I = \{(t_1 - t_{1n}) + (t_2 - t_{2n})\} \times (I_{t2} - I_{t1}) \div 2 \quad \dots(1)$$

【0033】

通電時間補正量算出部 5 d は、電流閾値  $I_{t1}$  に達する通常到達時間  $t_{1n}$  から電流閾値  $I_{t2}$  に達する通常到達時間  $t_{2n}$  までの通常電流プロファイル P I と、実際に電流閾値  $I_{t1}$  に達する到達時間  $t_1$  から電流閾値  $I_{t2}$  に達する到達時間  $t_2$  までの燃料噴射弁 2 の通電電流  $E I$  との間の積算電流差  $I$  を算出する。これにより、通電時間補正量算出部 5 d は、電流閾値  $I_{t1}$ 、 $I_{t2}$  に達する到達時間  $t_1$ 、 $t_2$  を検出することで積算電流差  $I$  を簡易的に算出できる。

【0034】

また通電時間補正量算出部 5 d は、(2) 式に示すように、補正係数  $\alpha$  を積算電流差  $I$  に乗ずることで不足エネルギー  $E_i$  を算出する。

【数 2】

$$E_i = \sum \Delta I \times \alpha = \{(t_1 - t_{1n}) + (t_2 - t_{2n})\} \times (I_{t2} - I_{t1}) \div 2 \times \alpha \quad \dots(2)$$

【0035】

補正係数  $\alpha$  は、積算電流差  $I$  の台形の面積から実際の積算電流差に依存する不足エネルギー  $E_i$  を推定するために用いられる係数であり、燃料噴射弁 2 の負荷特性などにより予

10

20

30

40

50

め算出される係数である。

【0036】

通電時間補正量算出部5dは、図6に示すように、噴射指令信号の噴射開始指示時刻 $t_0$ から電流閾値 $I_{t1}$ に達する到達時間 $t_1$ までの電流勾配を算出し、補正係数を切片として加算し、指示TQの示す通電指令時間 $T_i$ を経過した時点のピーク電流推定値 $I_{pa1}$ を算出する。このとき(3)式に基づいてピーク電流推定値 $I_{pa1}$ を算出すると良い。

【数3】

$$I_{pa1} = \frac{I_{t1}}{t_1} \times T_i + \beta \quad \dots(3)$$

10

【0037】

補正係数は、印加オフタイミング時のピーク電流推定値 $I_{pa1}$ を精度良く推定するためのオフセット項を示しており、燃料噴射弁2の負荷特性などにより予め算出される係数である。またここでは、噴射指令信号の噴射開始指示時刻 $t_0$ から電流閾値 $I_{t1}$ に達する到達時間 $t_1$ までの電流勾配を(3)式の第1項に用いたが、噴射開始指示時刻 $t_0$ から電流閾値 $I_{t2}$ に達する到達時間 $t_2$ までの電流勾配を(3)式の第1項に用いても良い。

【0038】

20

次に通電時間補正量算出部5dは、不足エネルギー $E_i$ を補うための通電時間補正量 $T_i$ を算出する。具体的には、通電時間補正量算出部5dは、(4)式に示すように、推定したピーク電流推定値 $I_{pa1}$ により、算出された不足エネルギー $E_i$ を除することで通電時間補正量 $T_i$ を算出する。

【数4】

$$\begin{aligned} \Delta T_i &= E_i \div I_{pa1} \\ &= \frac{\{(t_1 - t_{1n}) + (t_2 - t_{2n})\} \times (I_2 - I_1) \div 2 \times \alpha}{\frac{I_{t1}}{t_1} \times T_i + \beta} \\ &= \frac{\{(t_1 - t_{1n}) + (t_2 - t_{2n})\} \times (I_2 - I_1) \times \alpha \times 2 \times t_1}{\{I_{t1} \times T_i\} + \beta \times t_1} \quad \dots(4) \end{aligned}$$

30

【0039】

この(4)式において $2 = \quad / 2$ である。マイコン4は、不足分のエネルギー $E_i$ 及びピーク電流推定値 $I_{pa1}$ に依存した(4)式を用いて通電時間補正量 $T_i$ を導出することで、不足分のエネルギー $E_i$ を補うだけの延長時間を簡易的に算出でき、演算量を劇的に少なくできる。

40

【0040】

通電時間補正量算出部5dは、算出した通電時間補正量 $T_i$ を通電制御部5bに出力すると、通電制御部5bは、電流モニタ部5cの検出電流 $I$ がピーク電流推定値 $I_{pa1}$ に達するタイミング $t_b$ までの間に、指示TQの通電指令時間 $T_i$  + 通電時間補正量 $T_i$ を実効通電指令時間として通電指令時間 $T_i$ を補正する。これにより、指示TQの通電指令時間 $T_i$ を簡易的に補正でき、通電指令時間 $T_i$ をリアルタイムで延長できる。このような方式を用いることで、失火を防ぐために予めばらつきを見込んで通電指令時間 $T_i$ を調整しておく必要がなくなり、燃費を極力悪化させることなく失火対策できる。

【0041】

通電時間補正量算出部5dは、電流閾値 $I_{t2}$ に到達してからピーク電流推定値 $I_{pa1}$

50

に達するまでの間に通電時間補正量  $T_i$  を算出している。このため、余裕をもって通電指令時間  $T_i$  を補正できる。(1)式～(4)式に基づいて通電時間補正量  $T_i$  を算出する形態を示したが、この数式は一例を示すものであり、この方法に限られるものではない。

【0042】

<マイコン4の処理内容>

以下、このような制御IC5を用いてメイン制御を行うマイコン4の処理内容を説明する。マイコン4は、適合マップ、充電消費マップM1、及び充電速度マップM2を、燃料噴射弁2の諸特性に適合するようにメモリ4b内に予め用意している。適合マップは、噴射時に目標となるピーク電流  $I_{pk}$  と、推定充電量  $V_{bs}$  と、検出したエンジン水温と、をパラメータとして実際の通電電流  $E_I$  の傾きを推定したり推定ピーク到達時刻を導出するためのマップを示す。

10

【0043】

この適合マップは、目標となるピーク電流  $I_{pk}$  が大きければ推定ピーク到達時刻が遅くなる傾向を示している。また、推定充電量  $V_{bs}$  が低いほど推定ピーク到達時刻が遅くなる傾向を示す。また、水温センサ8aにより検出されるエンジン水温が低いほど推定ピーク到達時刻が速くなる傾向を示している。

【0044】

充電消費マップM1は、図6に例示したように充電消費時間  $T_0, T_1, \dots, T_n$ 、ピーク電流  $I_{pk}$  の電流値  $I_1, I_2, \dots, I_m$  をパラメータとして、充電消費量  $V_s$  ( $V_{s01}, V_{s02} \dots V_{s0m} : V_{s11}, V_{s12} \dots V_{s1m} : V_{sn1}, V_{sn2} \dots V_{snm}$ ) を導出するためのマップを示す。充電消費マップM1は、充電消費時間  $T_0 \dots T_n$  が長くなれば、充電消費量  $V_s$  も大きくなる傾向を示す。充電消費マップM1は、目標となるピーク電流  $I_{pk}$  の電流値  $I_1 \dots I_m$  が大きくなれば、充電消費量  $V_s$  も大きくなる傾向を示す。

20

【0045】

充電速度マップM2は、バッテリー電圧  $V_B$  ( $V_{B1} \dots V_{Bh}$ ) をパラメータとして充電速度  $V$  ( $V_1 \dots V_h$ ) を導出するためのマップを示す。充電速度マップM2は、バッテリー電圧  $V_B$  が大きくなれば充電速度  $V$  も大きくなる傾向を示すマップである。

【0046】

前述したように、マイコン4は、制御IC5に対し噴射開始指示時刻  $t_0$  において指示  $T_Q$  により通電指令時間  $T_i$  を指令するが、この処理と並行して下記の処理を実行する。

30

<噴射開始指示時刻  $t_0$  における処理>

マイコン4は、推定部11により通電電流  $E_I$  がピーク電流  $I_{pk}$  に到達する推定ピーク電流到達時刻  $t_d$  を適合マップから推定する。このときマイコン4は、噴射時に目標とするピーク電流  $I_{pk}$  と推定充電量  $V_{bs}$  と水温センサ8aにより検出されるエンジン水温とを適合マップに代入することで、通電電流  $E_I$  の傾き及び推定ピーク電流到達時刻  $t_d$  を推定できる。

【0047】

<推定ピーク電流到達時刻  $t_d$  における処理>

その後、マイコン4は、推定ピーク電流到達時刻  $t_d$  に達すると噴射終了するために通電終了する。時刻  $t_d$  において、マイコン4は、噴射開始指示時刻  $t_0$  から推定ピーク電流到達時刻  $t_d$  に至るまでの時間  $T$  と充電消費マップM1に基づいて充電消費量  $V_{st01}$  を電圧降下分として算出する。このときマイコン4は、噴射開始指示時刻  $t_0$  と推定ピーク電流到達時刻  $t_d$  から昇圧電圧  $V_{boost}$  を消費する時間  $T$  を推定し、充電消費マップM1に時間  $T$  を代入することで充電消費量  $V_{st01}$  を導出できる。

40

【0048】

<次回の噴射開始指示時刻  $t_e$  における処理>

その後、次回の噴射開始指示時刻  $t_e$  において、マイコン4は、推定ピーク電流到達時刻  $t_d$  から通電開始する噴射開始指示時刻  $t_e$  までの充電時間と充電速度マップM2の充電速度  $V$  に基づいて充電回復量  $V_{st12}$  を導出する。このときマイコン4は、バッテリー電圧

50

V Bをパラメータとして充電速度マップM 2を参照して充電速度Vを導出し、この充電速度Vに充電時間を乗算することで充電回復量V s t 1 2を導出できる。

【 0 0 4 9 】

そしてマイコン4は、噴射開始指示時刻t 0における推定充電量V b s 0から充電消費量V s t 0 1を減算すると共に充電回復量V s t 1 2を加算することで次の噴射開始指示時刻t eにおける推定充電量V b s 2を算出できる。なお本実施形態では、筒内に燃料を直接噴射する直噴技術を考慮しているが、吸気バルブの手前で燃料を噴射するポート噴射(P F I : Port Fuel Injection)にも適用できる。ポート噴射時又はフューエルカット時には推定充電量V b s 2をフル充電と見做すと良い。

【 0 0 5 0 】

マイコン4は、噴射開始指示時刻t eにおける推定充電量V b s 2及びエンジン水温と、適合マップに基づいて、次の噴射の実際の通電電流E Iの傾きを推定する。この場合、マイコン4は、エンジン水温から燃料噴射弁2の温度を推定できるため、燃料噴射弁2の温度依存性を考慮した実際の通電電流E Iの傾きを推定できる。そしてマイコン4は、次の噴射開始指示時刻t eから通電指令時間T iだけ経過したピーク電流推定到達時刻t fに至るまでの噴射量不足分を推定する。

【 0 0 5 1 】

噴射量不足分は、図7にハッチングで示す燃料噴射弁2の通電電流E Iの積算値の不足分に依存する。マイコン4は、図8にハッチングで示す通電電流E Iの積算値の三角形の面積S sを算出し、この三角形の面積S sに比例係数を乗ずることで噴射量不足分を算出する。

【 0 0 5 2 】

マイコン4は、次の噴射の実際の通電電流E Iの傾きを推定することで、噴射開始指示時刻t eから通電指令時間T iだけ経過したときのピーク電流I p a 2を導出でき、このピーク電流I p a 2と、目標となるピーク電流I p kと通電指令時間T iとを用いて通電電流E Iの積算値の三角形の面積S sを算出できる。

【 0 0 5 3 】

これにより、マイコン4は、噴射量不足分を簡易的に算出でき、処理時間を大幅に短縮できる。なお、三角形の面積S sに比例係数を乗じて噴射量不足分を推定する形態を示したが、この推定方法は一例を示すものであり、この方法に限られるものではない。

【 0 0 5 4 】

次に、マイコン4は、推定部11により噴射量不足分を補うための推定通電時間補正量T i eを推定する。推定通電時間補正量T i eは、制御I C 5にて算出される通電時間補正量T iに対応してマイコン4側で推定される通電指令時間T iの延長時間を示す。マイコン4は、推定した噴射量不足分と、通常電流プロファイルP Iの傾きと、推定した通電電流E Iの傾きと、に基づいて噴射量加算分を算出し、推定通電時間補正量T i eを推定する。

【 0 0 5 5 】

マイコン4は、図8にハッチングで示したように、時刻t fから時刻t gに至るまでの台形の面積S eに依存した噴射量加算分を求め、この噴射量加算分が噴射量不足分を充足するように推定通電時間補正量T i eを推定する。マイコン4は、推定した通電電流E Iの傾きから時刻t gにおけるピーク電流I p a 3を導出できる。このためマイコン4は、ピーク電流I p a 2、I p a 3、時刻t f、t gに基づいて台形の面積S eを導出できる。

【 0 0 5 6 】

マイコン4は、台形の面積S eに依存した噴射量加算分を求めて推定通電時間補正量T i eを推定する形態を示したが、推定通電時間補正量T i eの推定方法はこの方法に限られるものではなく、台形の面積に代えてその他の多角形で近似して求めても良い。

【 0 0 5 7 】

< 時刻t g以降の動作 >

10

20

30

40

50

次に、マイコン 4 は、時刻  $t_g$  において制御 IC 5 の通電時間補正量算出部 5 d から通電時間補正量  $T_i$  を入力する。マイコン 4 は、通電時間補正量算出部 5 d にて算出される通電時間補正量  $T_i$  と、推定部 1 1 により推定される推定通電時間補正量  $T_{ie}$  との差を算出することで比較部 1 2 の機能により比較する。マイコン 4 は、比較部 1 2 による比較結果が第 1 の所定異常値以上のときには、第 1 異常判定部 1 3 により通電時間補正量算出部 5 d が算出した通電時間補正量  $T_i$  を異常と判定する。この後、マイコン 4 は、第 1 異常判定部 1 3 により通電時間補正量  $T_i$  が異常判定されると、停止指示部 1 5 により制御 IC 5 に面積補正を停止指示し、通電時間補正量算出部 5 d の機能による通電時間補正機能を中止させると良い。

【0058】

10

< 次回の噴射以降の処理 >

時刻  $t_g$  の後も噴射制御は繰り返される。マイコン 4 は、推定通電時間補正量  $T_{ie}$  と通電時間補正量  $T_i$  との差が第 1 の所定異常値以上となる状態が所定時間又は所定噴射回数継続する場合、制御 IC 5 により算出される通電時間補正機能を異常と判定してダイアグ警告出力するようにしても良い。

【0059】

またマイコン 4 は、制御 IC 5 から通電時間補正量  $T_i$  を入力し、通電時間補正量  $T_i$  が第 2 の所定異常値を連続で所定時間以上超えたときに第 2 異常判定部 1 4 の機能により異常と判定するようにしても良い。この場合も、マイコン 4 は、停止指示部 1 5 により制御 IC 5 に面積補正を停止指示し、通電時間補正量算出部 5 d の機能による通電時間補正機能を中止させると良い。

20

【0060】

ここで説明した第 1 又は第 2 の所定異常値は、燃料噴射弁 2 や駆動回路 6 の経年劣化等を理由として理想になる値が変化する。このため、車両の走行距離を引数として走行距離と所定異常値との相関関係を示すマップをメモリ 4 b 内に予め用意しておくことが良い。マイコン 4 は、メモリ 4 b を参照することで走行距離に合わせて第 1 又は第 2 の所定異常値を変動させることができ所定異常値を走行距離に合わせて適合させることができる。

【0061】

以上説明したように、本実施形態によれば、マイコン 4 は、推定部 1 1 により推定される推定通電時間補正量  $T_{ie}$  と、制御 IC 5 の通電時間補正量算出部 5 d にて算出される通電時間補正量  $T_i$  とを比較部 1 2 により比較し、比較部 1 2 による比較結果が第 1 の所定異常値以上のときには通電時間補正量算出部 5 d により算出された通電時間補正量  $T_i$  を第 1 異常判定部 1 3 により異常と判定するようにした。これにより、燃料噴射弁 2 の電流の面積補正が正常に実施されているか否かを検査できる。

30

【0062】

(他の実施形態)

本発明は、前述実施形態に限定されるものではなく、例えば、以下に示す変形又は拡張が可能である。

燃料噴射弁 2 に実際に流れる通電電流  $E_I$  は、ピーク電流に達する前後の何れにおいても非線形的に変化する。このため、三角形、長方形、台形などの多角形を用いて電流の積算電流を近似して算出することで、簡易的に積算電流差を算出すると良い。これにより演算量を劇的に削減できる。第 2 異常判定部 1 4 は必要に応じて設ければ良い。

40

前述した実施形態では、内燃機関の燃焼室の中に直接噴射する筒内噴射に適用したが、これに限定されることはなく、周知の吸気バルブの手前で燃料を噴射するポート噴射に適用しても良い。

【0063】

マイコン 4、制御 IC 5 が提供する手段及び/又は機能は、実体的なメモリ装置に記録されたソフトウェア及びそれを実行するコンピュータ、ソフトウェア、ハードウェア、あるいはそれらの組み合わせによって提供することができる。例えば制御装置がハードウェアである電子回路により提供される場合、1 又は複数の論理回路を含むデジタル回路、又は

50

、アナログ回路により構成できる。また、例えば制御装置がソフトウェアにより各種制御を実行する場合には、記憶部にはプログラムが記憶されており、制御主体がこのプログラムを実行することで当該プログラムに対応する方法が実施される。

【0064】

前述した複数の実施形態を組み合わせる構成しても良い。また、特許請求の範囲に記載した括弧内の符号は、本発明の一つの態様として前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、本発明の技術的範囲を限定するものではない。前述実施形態の一部を、課題を解決できる限りにおいて省略した態様も実施形態と見做すことが可能である。また、特許請求の範囲に記載した文言によって特定される発明の本質を逸脱しない限度において、考え得るあらゆる態様も実施形態と見做すことが可能である。

10

【0065】

本発明は、前述した実施形態に準拠して記述したが、本発明は、当該実施形態や構造に限定されるものではないと理解される。本発明は、様々な変形例や均等範囲内の変形をも包含する。加えて、様々な組み合わせや形態、さらには、それらに一要素、それ以上、あるいはそれ以下、を含む他の組み合わせや形態をも、本発明の範囲や思想範囲に入るものである。

【符号の説明】

【0066】

図面中、1は電子制御装置（噴射制御装置）、2は燃料噴射弁、5dは通電時間補正量算出部（面積補正部）、11は推定部、12は比較部、13は第1異常判定部、14は第2異常判定部、15は停止指示部、を示す。

20

【図面】

【図1】

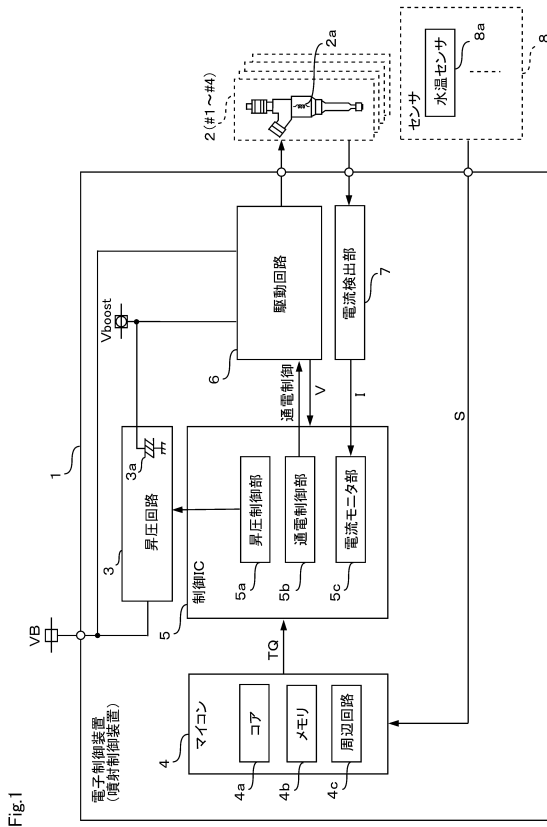
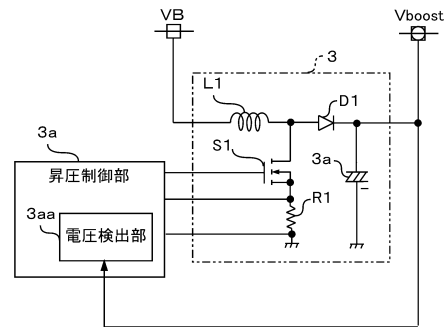


Fig.1

【図2】

Fig.2



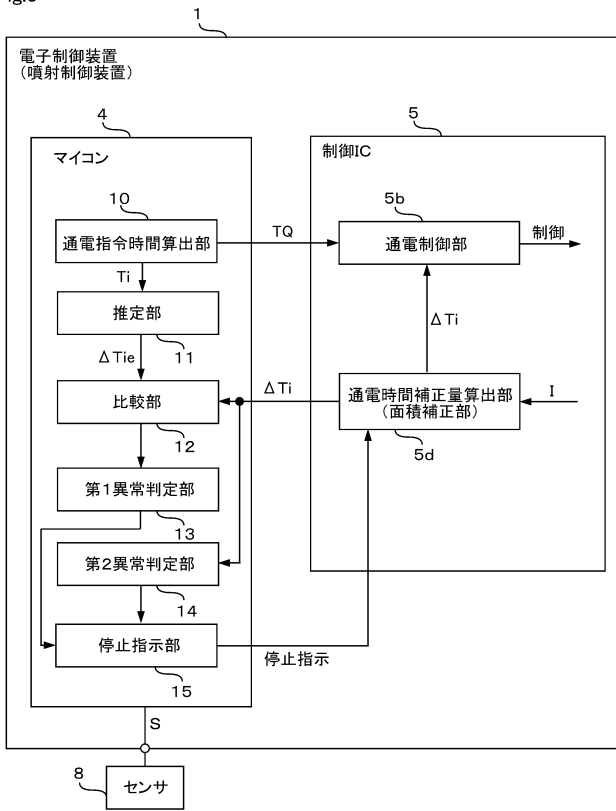
30

40

50

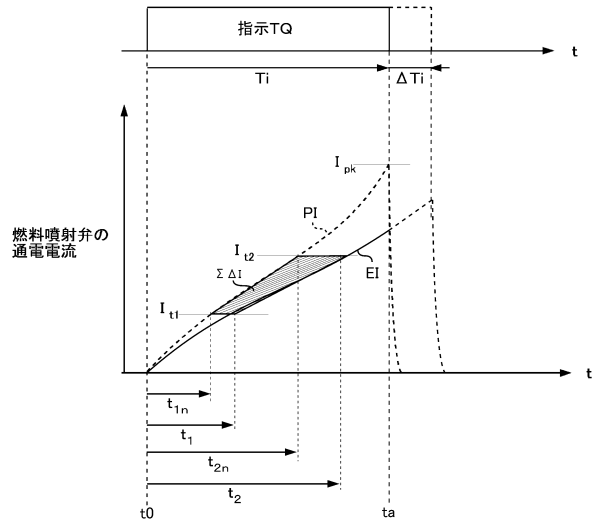
【 図 3 】

Fig.3



【 図 4 】

Fig.4

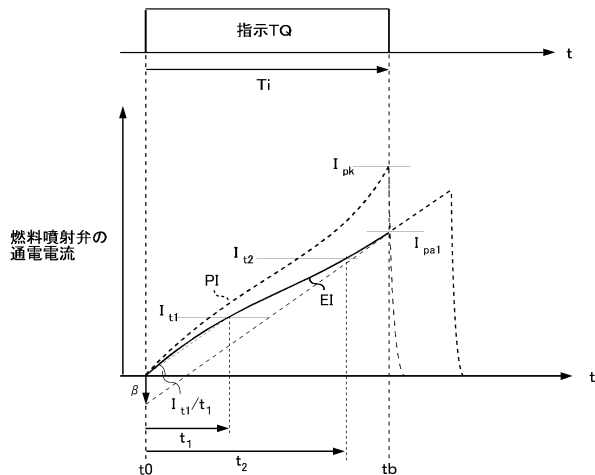


10

20

【 図 5 】

Fig.5



【 図 6 】

Fig.6

充電消費量Vs					
ピーク電流I <sub>pk</sub>	I1	I2	.....	I <sub>m</sub>	
時間T	T0	Vs01	Vs02	.....	Vs0m
	T1	Vs11	Vs12	.....	Vs1m
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	Tn	Vsn1	Vsn2	.....	Vsnm

充電速度V				
バッテリー電圧VB	VB1	VB2	.....	VBh
充電速度V	V1	V2	.....	Vh

30

40

50

【 図 7 】

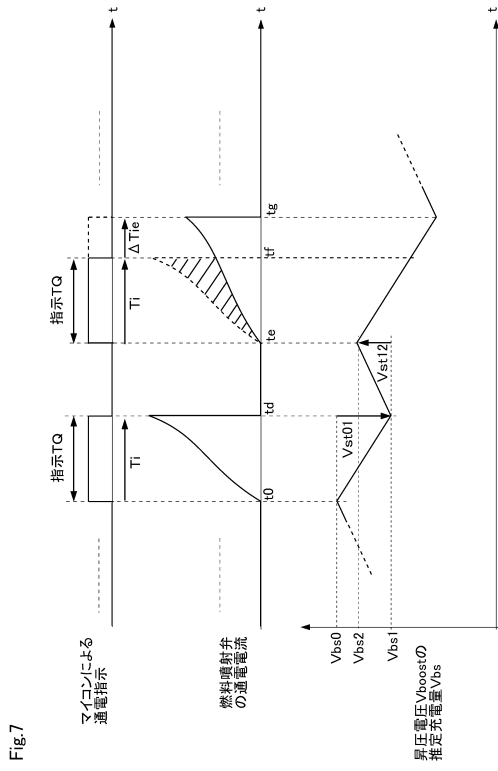
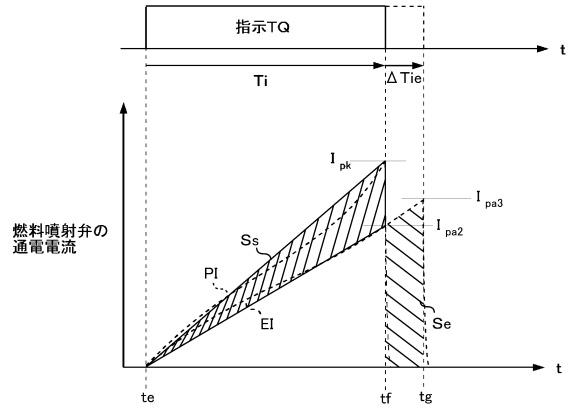


Fig.7

【 図 8 】

Fig.8



燃料噴射弁の  
通電電流

10

20

30

40

50

フロントページの続き

Fターム(参考)

JA23 JA24 LB01 LB11 MA11 NA09 ND01 PG02A PG02B