

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5198496号  
(P5198496)

(45) 発行日 平成25年5月15日(2013.5.15)

(24) 登録日 平成25年2月15日(2013.2.15)

(51) Int.Cl.		F I			
FO2D 41/20	(2006.01)	FO2D 41/20	330		
FO2D 45/00	(2006.01)	FO2D 45/00	310S		
FO2M 51/00	(2006.01)	FO2M 51/00	A		
FO2M 51/06	(2006.01)	FO2M 51/06	M		

請求項の数 16 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2010-51429 (P2010-51429)	(73) 特許権者	509186579 日立オートモティブシステムズ株式会社 茨城県ひたちなか市高場2520番地
(22) 出願日	平成22年3月9日(2010.3.9)	(74) 代理人	110000350 ポレール特許業務法人
(65) 公開番号	特開2011-185157 (P2011-185157A)	(72) 発明者	小此木 淳史 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日 立オートモティブシステムズ株式会社内
(43) 公開日	平成23年9月22日(2011.9.22)	(72) 発明者	豊原 正裕 茨城県ひたちなか市高場2477番地 株 式会社日立カーエンジニアリング内
審査請求日	平成23年12月14日(2011.12.14)	(72) 発明者	岡本 多加志 茨城県ひたちなか市高場2520番地 日 立オートモティブシステムズ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関のエンジンコントロールユニット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の1動作サイクル中に複数回燃焼室へ燃料を噴射する燃料噴射弁を電磁的に駆動するエンジンコントロールユニットにおいて、

前記燃料噴射弁の開弁動作を行う開弁時間と前記燃料噴射弁の噴射動作を行う噴射時間とを出力するマイクロコンピュータと、

バッテリー電圧を昇圧して昇圧電圧を生成する昇圧回路と、

前記開弁時間に基づき、前記昇圧電圧を用いて生成されるIpeak電流と前記昇圧電圧または前記バッテリー電圧を用いて生成される前記Ipeak電流より小さいIhold1電流とを前記燃料噴射弁へ通電制御し、前記噴射時間に基づき、前記バッテリー電圧を用いて生成される前記Ihold1電流よりも小さいIhold2電流を前記燃料噴射弁へ通電制御する電圧ドライバとを備え、

前記Ipeak電流および前記Ihold1電流は前記燃料噴射弁の開弁動作に用いられるように予め設定され、前記Ihold2電流は前記燃料噴射弁の開弁保持に用いられるように予め設定され、

前記昇圧回路の昇圧電圧が設定された通常電圧V0以下に低下したとき、前記開弁時間を延長して前記燃料噴射弁への通電電流が前記Ipeak電流に達する様に制御することを特徴とする内燃機関のエンジンコントロールユニット。

【請求項2】

請求項1に記載された内燃機関のエンジンコントロールユニットにおいて、前記電圧ド

ライバは、前記昇圧回路の昇圧電圧により負荷を駆動する昇圧電圧ドライバを有することを特徴とする内燃機関のエンジンコントロールユニット。

【請求項 3】

請求項 2 に記載された内燃機関のエンジンコントロールユニットにおいて、前記電圧ドライバは、前記バッテリー電圧により負荷を駆動するバッテリー電圧ドライバを有することを特徴とする内燃機関のエンジンコントロールユニット。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載された内燃機関のエンジンコントロールユニットにおいて、延長された前記開弁時間  $P_i$  を、前記燃料噴射弁の駆動波形における開弁時間  $P_i$  の間の電流波形に囲まれた部分の面積が常に一定になるように設定することを特徴とする内燃機関のエンジンコントロールユニット。

10

【請求項 5】

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載された内燃機関のエンジンコントロールユニットにおいて、延長された前記開弁時間  $P_i$  を、噴射前にモニタした昇圧電圧に反比例するように設定することを特徴とする内燃機関のエンジンコントロールユニット。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載された内燃機関のエンジンコントロールユニットにおいて、前記制御手段は昇圧電圧がさらに低下したとき、前記燃料噴射弁の多段噴射回数を低減させもしくは停止させる制御信号を送信する設定されたしきい値  $V_1$  を有することを特徴とする内燃機関のエンジンコントロールユニット。

20

【請求項 7】

請求項 2 又は 3 に記載された内燃機関のエンジンコントロールユニットにおいて、前記制御手段は、前記燃料噴射弁の開弁時間  $P_i$  と同時に起動され前記燃料噴射弁の開弁状態を保持する噴射時間  $T_i$  に関する指示信号を、前記ドライバ IC を介して前記昇圧電圧ドライバ又は前記バッテリー電圧ドライバの少なくとも 1 つに送信することを特徴とする内燃機関のエンジンコントロールユニット。

【請求項 8】

請求項 7 に記載された内燃機関のエンジンコントロールユニットにおいて、前記制御手段はマイコンを有することを特徴とする内燃機関のエンジンコントロールユニット。

【請求項 9】

請求項 1 に記載された内燃機関のエンジンコントロールユニットにおいて、前記エンジンコントロールユニットは、前記昇圧回路、昇圧電圧ドライバ、バッテリー電圧ドライバ及びドライバ IC を有する燃料噴射制御回路を備えたことを特徴とする内燃機関のエンジンコントロールユニット。

30

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載された内燃機関のエンジンコントロールユニットにおいて、前記ドライバ IC は、前記昇圧回路を駆動する昇圧回路駆動部と、前記昇圧電圧ドライバまたは前記バッテリー電圧ドライバを駆動するドライバ駆動部を有することを特徴とする内燃機関のエンジンコントロールユニット。

【請求項 11】

内燃機関の 1 動作サイクル中に複数回燃焼室へ燃料を噴射する燃料噴射弁を電磁的に駆動するエンジンコントロールユニットの制御方法において、

40

前記燃料噴射弁の開弁動作を行う開弁時間と前記燃料噴射弁の噴射動作を行う噴射時間とを出力し、

バッテリー電圧を昇圧して昇圧電圧を生成し、

前記開弁時間に基づき、前記昇圧電圧を用いて生成される  $I_{peak}$  電流と前記バッテリー電圧を用いて生成される前記  $I_{peak}$  電流より小さい  $I_{hold1}$  電流とを前記燃料噴射弁へ通電制御し、

前記噴射時間に基づき、前記昇圧電圧または前記バッテリー電圧を用いて生成される前記  $I_{hold1}$  電流よりも小さい  $I_{hold2}$  電流を前記燃料噴射弁へ通電制御し、

50

前記 Ipeak 電流および前記 Ihold1 電流は前記燃料噴射弁の開弁動作に用いられるように予め設定され、前記 Ihold2 電流は前記燃料噴射弁の開弁保持に用いられるように予め設定され、

前記昇圧回路の昇圧電圧が設定された通常電圧 V0 以下に低下したとき、前記開弁時間を延長して前記燃料噴射弁への通電電流が前記 Ipeak 電流に達する様に制御することを特徴とする内燃機関のエンジンコントロールユニットの制御方法。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 に記載された内燃機関のエンジンコントロールユニットの制御方法において、昇圧電圧が設定された通常電圧 V0 以下に低下したとき前記燃料噴射弁の開弁時間 P<sub>i</sub> を延長して第 1 回目の噴射を行い、第 2 回目以降の噴射は前記燃料噴射弁の多段噴射回数を低減または中止させることを特徴とする内燃機関のエンジンコントロールユニットの制御方法。

10

【請求項 1 3】

請求項 1 1 または 1 2 に記載された内燃機関のエンジンコントロールユニットの制御方法において、昇圧電圧が設定された通常電圧から低下したとき前記燃料噴射弁の噴射回数を低減または中止させる昇圧電圧しきい値 V1 を設定することを特徴とする内燃機関のエンジンコントロールユニットの制御方法。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 に記載された内燃機関のエンジンコントロールユニットの制御方法において、前記燃料噴射弁の噴射回数を低減または中止させるときに、前記昇圧電圧しきい値 V1 を変化させることを特徴とする内燃機関のエンジンコントロールユニットの制御方法。

20

【請求項 1 5】

請求項 1 1 または 1 2 に記載された内燃機関のエンジンコントロールユニットの制御方法において、前記昇圧電圧をモニタするタイミングを、燃料噴射弁の燃料噴射の直前に設定することを特徴とする内燃機関のエンジンコントロールユニットの制御方法。

【請求項 1 6】

請求項 1 1 または 1 2 に記載された内燃機関のエンジンコントロールユニットの制御方法において、昇圧電圧のモニタに加えて、内燃機関の燃圧、燃料噴射弁の噴射間隔、内燃機関の温度の少なくとも 1 つをモニタし、該モニタ値に応じて前記燃料噴射弁の開弁時間 P<sub>i</sub> を変化させることを特徴とする内燃機関のエンジンコントロールユニットの制御方法

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の燃料噴射装置及び燃料噴射制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、燃料噴射のためのシステムでは、内燃機関のシリンダ 1 動作サイクルにおいて、電磁駆動される燃料噴射弁を有する燃料噴射装置から燃焼室に対し複数回の燃料噴射（多段噴射）による燃料供給が行われている。

40

【0003】

例えば特許文献 1 では、主トルク発生のための主噴射、トルク増強のための予噴射、排ガス処理の後噴射を有する多段噴射制御が開示されている。さらに少なくとも 1 つの設定条件が満たされているか否かを検査し、条件が満たされていない場合は多段噴射に割り付けた優先度に従って多段噴射回数を低減し、燃料噴射の使用条件を整えて信頼性の高い多段噴射を実現している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2003 - 201900 号公報

50

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

しかし、多段噴射に対する要求が年々増大する一方で、コスト的制約があり燃料噴射装置に使用する制御回路の増強にもコスト的制約による限界が出てくる。そこで、回路構成のコストアップを避けながら要求された多段噴射回数を確保し、なおかつ現状と同様の噴射特性を得る必要がある。本発明の課題は、燃料噴射に必要な設定条件やパラメータのレベルが低下したとしても、基本的に多段噴射回数の要求を満たすことができ、あるいは多段噴射の回数を徐々に低減する、簡潔な構成を持つ燃料噴射装置およびその制御方法を実現することである。

10

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

本発明は、内燃機関の燃焼室に燃料を多段噴射する電磁的に駆動される燃料噴射弁と、燃料噴射弁の駆動を制御するエンジンコントローラユニットと、バッテリーとを有する内燃機関の燃料噴射装置において、エンジンコントローラユニットに、前記バッテリー電圧を昇圧して昇圧電圧を生成する昇圧回路と、前記昇圧電圧を用いて前記燃料噴射弁の開弁時間  $P_i$  を制御する昇圧電圧ドライバと、前記昇圧回路及び昇圧電圧ドライバを駆動するドライバICと、前記昇圧回路の昇圧電圧が設定された通常電圧以下に低下したとき、前記ドライバICを介して前記昇圧電圧ドライバに前記開弁時間  $P_i$  を延長する指示信号を送信する制御手段を有することを特徴とする。

20

## 【0007】

また、内燃機関の燃焼室に燃料を多段噴射する電磁的に駆動される燃料噴射弁と、燃料噴射弁の駆動を制御するエンジンコントローラユニットと、バッテリーとを有する内燃機関の燃料噴射装置の制御方法において、エンジンコントローラユニットによりバッテリー電圧を昇圧した昇圧電圧をモニタし、昇圧電圧が設定された通常電圧以下に低下したとき、前記燃料噴射弁の開弁時間  $P_i$  を延長し、燃料噴射弁の動作に必要な駆動電流を確保することを特徴とする。

## 【発明の効果】

## 【0008】

本発明によれば、内燃機関の燃焼室に燃料を複数回噴射する電磁的に駆動される燃料噴射弁の駆動を制御するエンジンコントロールユニットにおいて、

30

燃料噴射弁の開弁動作を行う開弁時間と噴射動作を行う噴射時間を出力するマイクロコンピュータと、バッテリー電圧を昇圧して昇圧電圧を生成する昇圧回路と、開弁時間に基づき昇圧電圧を用いて生成される  $I_{peak}$  電流と、昇圧電圧またはバッテリー電圧を用いて生成される前記  $I_{peak}$  電流より小さい  $I_{hold1}$  電流とを前記燃料噴射弁へ通電制御し、噴射時間に基づき、バッテリー電圧を用いて生成される  $I_{hold1}$  電流よりも小さい  $I_{hold2}$  電流を燃料噴射弁へ通電制御する電圧ドライバとを備え、 $I_{peak}$  電流および  $I_{hold1}$  電流は燃料噴射弁の開弁動作のために予め設定され、 $I_{hold2}$  電流は燃料噴射弁の開弁保持のために予め設定され、昇圧回路の昇圧電圧が設定された通常電圧  $V_0$  以下に低下したとき、開弁時間を延長して燃料噴射弁への通電電流が  $I_{peak}$  電流に達する様に制御することにより、

40

昇圧電圧が低下した場合においても要求された噴射回数について実行可能な最大回数の噴射を行うことにより、コストアップを避けつつ信頼性の高いエンジンコントロールユニットを提供することができる。

また、昇圧電圧の復帰が間に合わず噴射開始時の昇圧電圧が設定値  $V_0$  より低かった場合に、開弁時間  $P_i$  を延長することにより、十分な  $I_{peak}$  電流と  $I_{hold1}$  電流を得ることができる。これにより、昇圧電圧の復帰前に次の噴射を行うことになった場合においても要求された噴射が可能になる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0009】

【図1】燃料噴射装置の概要を示す模式図

50

【図 2】実施例 1 のエンジンコントロールユニットを示すブロック図

【図 3】実施例 1 のコイル負荷の駆動波形を示す波形図

【図 4】実施例 1 の昇圧電圧、燃料噴射電流を示す波形図

【図 5】実施例 1 の制御方法を示すフローチャート

【図 6】実施例 1 又は 2 の開弁時間決定方法を示す模式図

【図 7】実施例 1 又は 2 の他の開弁時間決定方法を示す模式図

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の実施形態を、各実施例について図面に基づいて詳細に説明する。

【実施例 1】

10

【0011】

(1) 内燃機関システムの構成

最初に、図 1 を用いて、実施例 1 による燃料噴射制御回路を搭載する内燃機関システムの構成について説明する。エンジン 1 には、ピストン 2、吸気弁 3、排気弁 4 が備えられる。8 は冷却水の水温センサである。吸気は空気流量計 (AFM) 20 を通過してスロットル弁 19 に入り、分岐部であるコレクタ 15 より吸気管 10、吸気弁 3 を介してエンジン 1 の燃焼室 21 に供給される。

【0012】

燃料は、燃料タンク 23 から低圧燃料ポンプ 24 によって内燃機関へと供給され、さらに高圧燃料ポンプ 25 によって燃料噴射に必要な圧力に高められる。高圧燃料ポンプ 25 によって昇圧された燃料は、電磁コイルを有する燃料噴射弁 5 からエンジン 1 の燃焼室 21 に噴射供給され、点火プラグ 6 及び点火コイル 7 で点火される。燃料の圧力は燃料圧力センサ 26 によって計測される。燃焼後の排気ガスは、排気弁 4 を介して排気管 11 に排出される。排気管 11 には排気ガス浄化のための三元触媒 12 が備えられている。

20

【0013】

エンジンコントロールユニット (以下 ECU) 9 に内蔵される燃料噴射制御回路 27 には、エンジン 1 のクランク角度センサ 16 の信号、AFM 20 の空気量信号、排気ガス中の酸素濃度を検出する酸素センサ 13 の信号、アクセル開度センサ 22 のアクセル開度信号、燃料圧力センサ 26 等の信号が入力される。

【0014】

30

ECU 9 は、アクセル開度センサ 22 のアクセル開度信号からエンジン 1 への要求トルクを算出するとともに、アイドル状態の判定等を行う。ECU 9 には、クランク角度センサ 16 の信号からエンジン回転数を演算する図示しない回転数検出手段が備えられている。また、ECU 9 は、エンジン 1 に必要な吸入空気量を算出し、それに見合った開度信号をスロットル弁 19 に出力する。

【0015】

燃料噴射制御回路 27 は吸入空気量に応じた燃料量を算出して、燃料噴射弁 5 が燃料噴射を行う為の駆動電流を出力し、点火プラグ 6 及び点火コイル 7 に点火信号を出力する。

【0016】

排気管 11 とコレクタ 15 との間は EGR (排気ガス再循環) 通路 18 により接続され、EGR 通路 18 の途中には EGR 弁 14 が備えられている。EGR 弁 14 の開度は ECU 9 によって制御され、排気管 11 の中の排気ガスが吸気管 10 に還流され再燃焼される。

40

(2) ECU と燃料噴射制御回路

図 2 は、ECU 9 のブロック図を示している。燃料噴射制御回路 27 は ECU 9 に内蔵され、ドライバ IC 47、昇圧回路 51、上部ドライバ 52、下部ドライバ 53 から構成されている。

【0017】

バッテリー 41 からのバッテリー電圧は ECU 9 に供給され、電源 IC 43 に供給される。また燃料噴射制御回路 27 のドライバ IC 47、燃料噴射装置駆動用の昇圧回路 51、上

50

部ドライバ52等に供給される。電源IC43からは制御手段としてのマイコン44、ドライバIC47等に電圧が供給される。

【0018】

燃料噴射制御回路27のドライバIC47は、マイコン44との通信部49、昇圧回路駆動部50およびドライバ駆動部48を有し、昇圧回路駆動部50から昇圧回路51にスイッチング信号を送って昇圧回路51により昇圧された電圧を上部ドライバ52に供給する。また、昇圧回路51で昇圧された電圧はドライバIC47の昇圧回路駆動部50にフィードバックされ、ドライバIC47はこれにより再びスイッチング信号を送るか否かを判断する。

【0019】

また、昇圧回路51で昇圧された電圧は、マイコン44のA/Dコンバータ45にフィードバックされ、マイコン44はA/D値を基にして通信部46よりドライバIC47に対して信号を送ることができる。マイコン44はA/Dコンバータ45を介して、昇圧電圧の他に燃圧センサや温度センサ等からの信号を入力、モニタすることが可能である。マイコン44はこの他にも、外部負荷を駆動したり、外部からの信号をモニタしたりする入出力ポート42を有している。

【0020】

燃料噴射制御回路27の上部ドライバ52は昇圧回路51の昇圧電圧によりコイル負荷54を駆動する昇圧電圧ドライバ52aと、バッテリー41からのバッテリー電圧によりコイル負荷54を駆動するバッテリー電圧ドライバ52bを有する。上部ドライバ52はドライバIC47のドライバ駆動部48の駆動信号Aおよび駆動信号Bにより、電磁コイルを有する燃料噴射弁等のコイル負荷54へ電流を供給する。駆動信号Aは昇圧電圧による昇圧電圧ドライバ52aをトリガし、駆動信号Bはバッテリー電圧によるバッテリー電圧ドライバ52bをトリガする。また、下部ドライバ53は、ドライバ駆動部48の駆動信号Cによりコイル負荷54からの電流をグランド電位に流す。

【0021】

上部ドライバ52と下部ドライバ53の少なくとも一方は、シャント抵抗等を用いた電流検出部及び端子電圧検出部を有しており、ドライバ及びコイル負荷54に流れる電流値を検出してフィードバックするドライバ駆動制御を行っている。また、これらの機能によりドライバへの過電流や端子の天絡、地絡の検出を行うことも可能である。

【0022】

ここで、実施例1では昇圧回路51、上部ドライバ52、下部ドライバ53はドライバIC47と別体に設けているが、これらをドライバIC47の内部に設けてもよい。すなわちドライバIC47をドライバもしくはブリドライバどちらの役割で使用してもよい。

(3) 駆動波形

図3はドライバ駆動部48から出力される駆動波形と、コイル負荷54へ流れる電流との関係を表す波形図である。マイコン44より、開弁時間を決定するパルス信号であるPiパルスと噴射時間を決定するTiパルスを出力する。開弁時間Pi及び噴射時間Tiはコイル負荷の特性に応じて各々設定され、通常は一定値である。TiはPiより通常長く設定される。

【0023】

Piパルス、Tiパルスを入力されたドライバIC47のドライバ駆動部48は、Piパルス、Tiパルスを受けた直後に駆動信号A、B、Cをオンとして上部ドライバ52、下部ドライバ53へ送信し、各ドライバの駆動を開始する(状態61)。通常は、バッテリー電圧より昇圧電圧の方が高く設定され回路は昇圧電圧により駆動されるため、駆動信号Bを駆動させなくても回路は起動する。

【0024】

設定したピーク電流値Ipeak(開弁電流1)に達するまでこの状態を続けることにより電流を増加させ(状態62)、Ipeakに到達直後、駆動信号Aをオフしてバッテリー電圧により駆動信号Bをデューティ駆動とする(状態63)。その後、設定したIhold1(開弁電

10

20

30

40

50

流 2) を保持するよう駆動信号 B を駆動する (状態 64)。この状態のまま時間が開弁時間  $P_i$  に達するまで保持し、開弁時間  $P_i$  に到達した直後、設定した  $I_{hold2}$  (噴射電流) を保持するよう駆動信号 B のデューティ比を低減する (状態 65)。

【0025】

この状態のまま、時間が  $T_i$  に達するまで保持し (状態 66)、時間が噴射時間  $T_i$  まで到達した直後、駆動信号 B をオフし駆動を終了する (状態 67)。上記において、状態 64、状態 65 において駆動信号 B を用いず、駆動信号 A を延長させデューティ駆動を行っても同等の結果を得ることができる。

【0026】

図 3 の昇圧電圧 ( $V_{boost}$ ) 及びバッテリー電圧 ( $V_B$ ) の電圧波形において、駆動信号 A をオンし昇圧電圧を使用している時は、昇圧電圧が低下する (状態 62)。昇圧電圧は、昇圧回路駆動部 50 でのモニタが可能である。電流が  $I_{peak}$  に到達した後に (状態 63) 駆動信号 A をオフとしたときは昇圧電圧が設定値に戻るまで上昇し、設定値に達した後は設定値を保持する。もし  $I_{hold1}$ 、 $I_{hold2}$  での駆動も昇圧電圧により行う場合には、この状態でも昇圧電圧を使用するため昇圧電圧はさらに低下する。

【0027】

バッテリー電圧に関しては、バッテリーの電流容量が大きいため電圧の低下が小さく低下後の復帰時間も無視できるほど短いため、図中では一定として表示している。

(4) 開弁時間  $P_i$  の延長

図 4 の波形図は、実施例 1 の昇圧回路 51 で生成された昇圧電圧とコイル負荷 54 を流れる電流の関係を表している。図 3 で説明したように、通常動作時は図 4 上部の点線グラフの様な変化を示す。

【0028】

コイル負荷 54 は、主に  $I_{peak}$  電流、 $I_{hold1}$  電流、 $I_{hold2}$  電流を流すことにより駆動する。 $I_{peak}$  電流と  $I_{hold1}$  電流は燃料噴射弁 5 の開弁動作に用いられ、 $I_{hold2}$  は開弁保持に用いられ、それぞれ設定した電流値になるよう、図 3 で説明した構成でコイル負荷 54 に電流を供給している。ここで、開弁時間  $P_i$ 、噴射時間  $T_i$  の長さはマイコン 44 から制御することができる。

【0029】

昇圧電圧は、コイル負荷 54 に電流を供給すると低下する。昇圧電圧は昇圧回路駆動部 50 にフィードバックされて昇圧回路 51 へのスイッチング信号を出力し、昇圧動作が再開される。昇圧電圧の使用が止まると電圧が上昇し、設定状態の電圧  $V_0$  に復帰すると昇圧回路駆動部 50 が昇圧電圧をモニタし、昇圧回路 51 へのスイッチング信号を停止する。次の噴射までに昇圧電圧が設定値  $V_0$  に復帰していれば、次の噴射時も同様の噴射を行うことが可能である。

【0030】

しかし、多段噴射等で 1 動作サイクルにおける噴射回数が増えた場合には次の噴射までに昇圧電圧が通常電圧  $V_0$  まで回復しない可能性が考えられる。図 4 中央の実線グラフのように昇圧電圧の復帰が間に合わず噴射開始時の昇圧電圧が設定値  $V_0$  より低かった場合 (状態 72) には、電流の立ち上がり能力が低下し、駆動電流波形の傾きが鈍化する (状態 73)。電流波形の傾きが鈍化すると、開弁が遅れ  $I_{peak}$  に到達する以前に開弁時間  $P_i$  に達してしまう。その場合には、開弁時間  $P_i$  に対して十分な  $I_{peak}$  電流と  $I_{hold1}$  電流が得られず、開弁特性が低下する。

【0031】

本発明では、このような状態になった場合に、開弁時間  $P_i$  を延長することにより、十分な  $I_{peak}$  電流と  $I_{hold1}$  電流を得ることができる。これにより、昇圧電圧の復帰前に次の噴射を行うことになった場合においても要求された噴射が可能になる。

【0032】

さらに、このような多段噴射状態が長時間続いた場合には昇圧電圧が更に低下し (状態 74)、噴射が困難な状態になる。このときのしきい値を  $V_1$  とし設定値とする。更なる

10

20

30

40

50

昇圧復帰遅れにより、噴射開始時の昇圧電圧がV1より小さくなった場合には、マイコン44により多段噴射回数の低減もしくは中止を行う。このような制御により、昇圧電圧がV1以上もしくはV0まで復帰できるようにする。

#### (5) 制御方法

図5は、図4の内容を示すフローチャートである。噴射前に昇圧電圧の測定を行い(状態81)、昇圧電圧が図4の通常電圧V0と同レベルであるかを確認する(状態82)。もし同レベルであれば、開弁時間P<sub>i</sub>の設定を変更せずに要求された噴射回数により噴射を行う(状態83)。

#### 【0033】

もし、昇圧電圧がV0と同レベルにない場合は、その昇圧電圧が設定しきい値V1より大きいかどうかを確認する(状態84)。ここで、昇圧電圧がV1より大きければ開弁時間P<sub>i</sub>を延長して、要求された噴射回数による噴射を実行する(状態85)。

#### 【0034】

どのように開弁時間P<sub>i</sub>を延長させるかの方法は自由であるが、一定の燃料噴射弁駆動エネルギーを確保するためにP<sub>i</sub>時間の間の電流波形に囲まれた部分の面積(図4の71)が常に一定になるように設定するのが有効である。また、昇圧電圧低下に比例して駆動電流波形の傾きが鈍化することから、噴射前にモニタした昇圧電圧に反比例するようにP<sub>i</sub>時間を延長してもよい(例:  $P_i = V_0 / V_{boost} \times P_i$ )。さらに、実車でマッチングを行うことにより各々の昇圧電圧に対して延長された開弁時間P<sub>i</sub>を設定する等の方法が挙げられる。

#### 【0035】

延長された開弁時間P<sub>i</sub>の設定値は、数式としてマイコン44に格納しても良く、噴射前にモニタした昇圧電圧に対するテーブルを予めマイコン44に格納しておいてもよい。

#### 【0036】

さらに噴射前にモニタした昇圧電圧が下がり、しきい値V1より小さくなった場合は、要求された噴射回数を行わず、段階的により低い噴射回数を再セットする(状態86)。例えば、要求された噴射回数をN回とした場合、V1以下であればN-1回をセットし、更に低いしきい値V2を下回った場合N-2回をセットする等、V1相当のしきい値を複数個設定してもよい。

#### 【実施例2】

#### 【0037】

本発明の目的は、昇圧電圧が低下した場合においてもできるだけ多くの噴射を行うことである。そこで、多段噴射を第1回目の噴射とそれ以降の噴射に分けて制御することも有効である。すなわち、第1回目の噴射は昇圧電圧に関係なく、少なくとも1回は開弁時間P<sub>i</sub>の延長を行うことで実施する。一方で、第1回目以降の噴射については、噴射の直前に図5のフローチャートのような昇圧電圧モニタを行い制御する。すなわち、第2回以降の噴射は昇圧電圧がV1からV0までの場合( $V_1 < V_{boost} < V_0$ )は開弁時間P<sub>i</sub>の延長により噴射を行い、V1以下の場合は噴射を中止するという制御方法も可能である。これによれば、電圧条件によらず少なくとも1回の噴射が確保されるという効果を有する。

#### 【0038】

図6は、実施例1または2において、測定した昇圧電圧に対してマイコン44内部に格納したテーブルもしくは数式を通して開弁時間を決定する構成を表している。図4の電流波形を決めるのは昇圧電圧モニタ値が主であるが、開弁時間を算出するにあたり、昇圧電圧の他に燃圧、噴射間隔、温度等、燃料噴射に関係するパラメータを追加してテーブルもしくは数式を作成してもよい。

#### 【0039】

例えば、燃圧を例に取ると、昇圧電圧を測定した後(状態91)、マイコン44のA/Dコンバータ45等でモニタした燃圧値により、低燃圧時、中燃圧時、高燃圧時における昇圧電圧V<sub>boost</sub>と開弁時間P<sub>i</sub>との関係から開弁時間P<sub>i</sub>を算出し(状態92)、開弁

10

20

30

40

50



時間  $P_i$  を決定する (状態 93)。このとき、昇圧電圧の測定と燃圧の測定の順番はどちらでもよい。燃圧以外にも、温度や噴射間隔等をモニタすることにより、同様の制御を行うことも可能であり、これら燃料噴射装置の駆動に影響のあるパラメータのうち、1つもしくは複数のパラメータを用いて制御を行う。

【0040】

図7は、実施例1または2において、測定した昇圧電圧により決定した噴射回数に対して、マイコン44内部に格納したテーブルもしくは数式を通して開弁時間を決定する模式図を表している。昇圧電圧をモニタした後(状態101)、多段噴射回数の低減を行う(状態102)。決定した噴射回数をパラメータとし、その回数に応じた昇圧電圧  $V_{boost}$  と開弁時間  $P_i$  との関係から開弁時間  $P_i$  を算出し(状態103)、開弁時間  $P_i$  を決定する(状態104)ことにより実施が可能である。

10

【符号の説明】

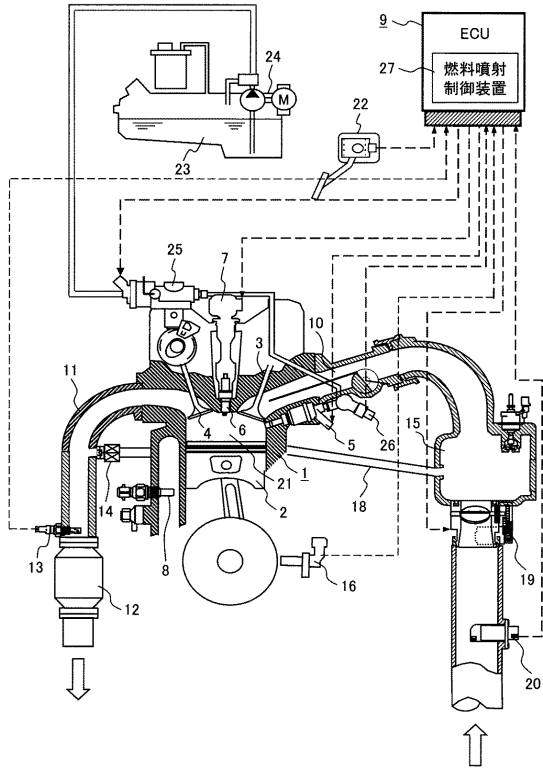
【0041】

- 1 : エンジン
- 5 : 燃料噴射弁
- 9 : ECU (エンジンコントロールユニット)
- 27 : 燃料噴射制御回路
- 41 : バッテリ
- 42 : 入出力ポート
- 43 : 電源IC
- 44 : マイコン
- 45 : A/Dコンバータ
- 47 : ドライバIC
- 48 : ドライバ駆動部
- 50 : 昇圧回路駆動部
- 51 : 昇圧回路
- 52a : 昇圧電圧ドライバ
- 52b : バッテリ電圧ドライバ
- 54 : コイル負荷

20

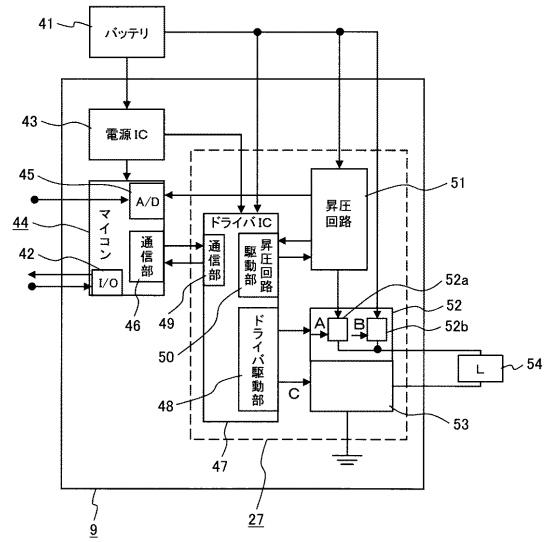
【図1】

図1



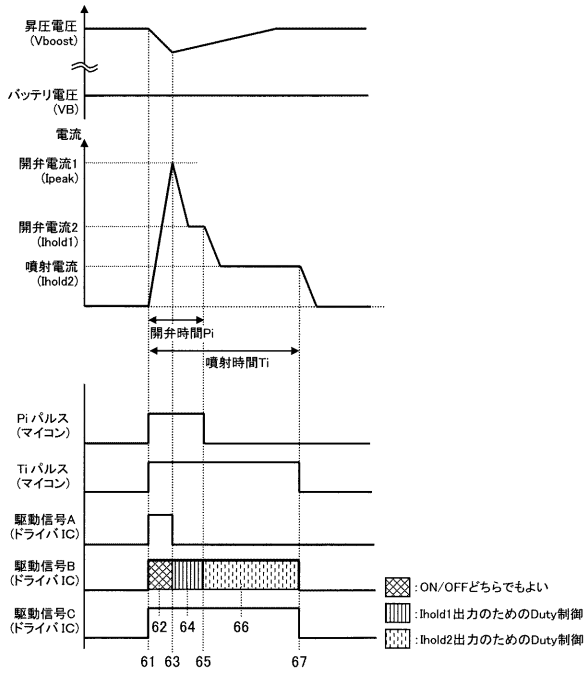
【図2】

図2



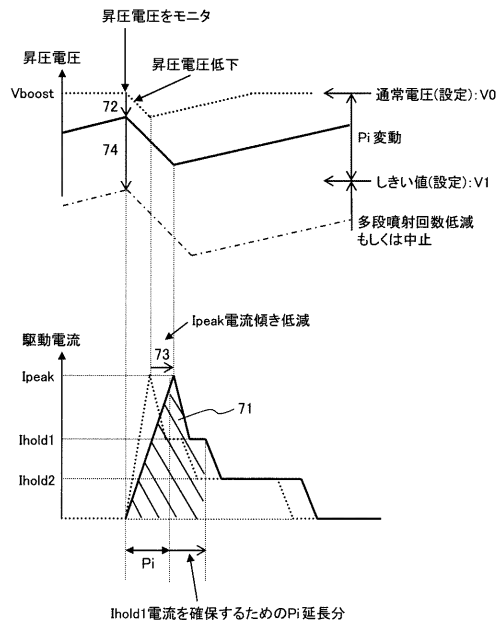
【図3】

図3



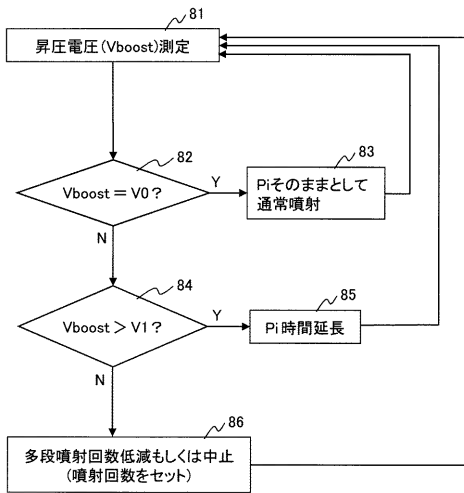
【図4】

図4



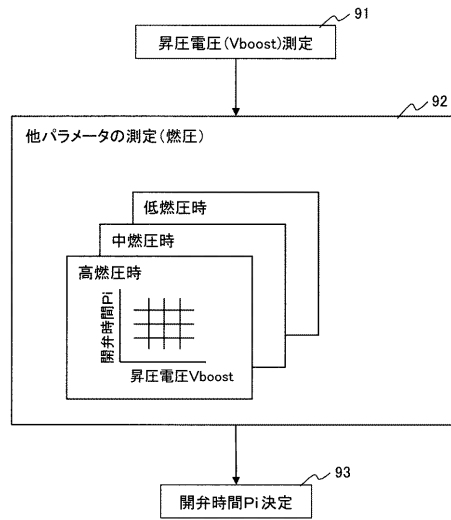
【図5】

図5



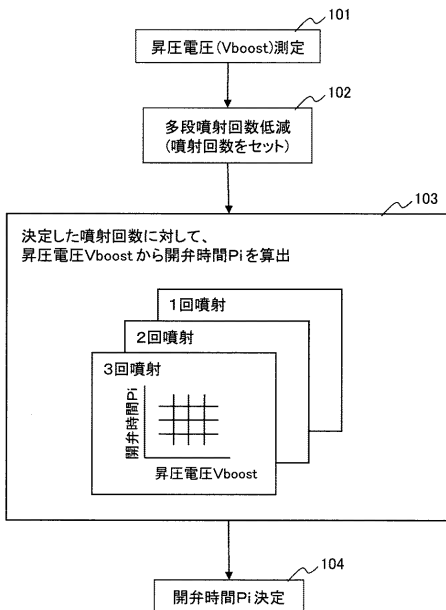
【図6】

図6



【図7】

図7



## フロントページの続き

(72)発明者 安部 元幸

茨城県ひたちなか市堀口832番地2 株式会社日立製作所 機械研究所内

(72)発明者 黛 拓也

茨城県ひたちなか市高場2520番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内

審査官 有賀 信

(56)参考文献 特開2006-336568(JP,A)

特開2005-330934(JP,A)

特開2003-161193(JP,A)

特開平10-266885(JP,A)

特開2007-327408(JP,A)

特開2001-041085(JP,A)

特開2009-162114(JP,A)

特開2009-085043(JP,A)

特開平06-280658(JP,A)

特開2001-221121(JP,A)

特開2009-024662(JP,A)

特開2004-092573(JP,A)

特開2003-106200(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D 41/00 41/40

F02D 43/00 45/00

F02M 39/00 71/04