

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5880296号
(P5880296)

(45) 発行日 平成28年3月8日(2016.3.8)

(24) 登録日 平成28年2月12日(2016.2.12)

(51) Int.Cl.		F I			
FO2D	41/20	(2006.01)	FO2D	41/20	330
FO2M	51/06	(2006.01)	FO2M	51/06	M
FO2M	51/00	(2006.01)	FO2M	51/00	G

請求項の数 4 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2012-128938 (P2012-128938)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成24年6月6日(2012.6.6)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2013-253530 (P2013-253530A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成25年12月19日(2013.12.19)	(74) 代理人	110000578
審査請求日	平成26年10月20日(2014.10.20)		名古屋国際特許業務法人
		(72) 発明者	川野 真広
			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	藤村 泰智

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料噴射弁の駆動装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関に燃料を供給する燃料噴射弁への通電経路に設けられ、前記燃料噴射弁に流れる電流を検出する電流検出手段と、

バッテリー電圧を昇圧することにより、前記燃料噴射弁開弁用の高電圧を生成する昇圧回路と、

前記昇圧回路にて生成された高電圧を、前記通電経路に印加する第1スイッチング素子と、

前記バッテリー電圧を、前記通電経路に印加する第2スイッチング素子と、

外部から噴射要求を受けると、所定期間、第1スイッチング素子をオン状態にすることで、前記高電圧による前記燃料噴射弁への通電を行い、前記燃料噴射弁を開弁させる開弁制御手段と、

前記開弁制御手段による前記第1スイッチング素子の駆動が終了すると、前記電流検出手段により検出される電流値が所定範囲内となるよう、前記第2スイッチング素子をオン・オフさせる、スイッチング制御を行うスイッチング制御手段と、

前記バッテリー電圧が、前記スイッチング制御手段が前記スイッチング制御を実施可能な下限電圧を下回ると、その旨を検知して、前記スイッチング制御手段による前記第2スイッチング素子の駆動を禁止する電圧低下検出手段と、

前記電圧低下検出手段が前記スイッチング制御手段による前記第2スイッチング素子の駆動を禁止すると、前記電流検出手段により検出される電流値が、前記スイッチング制御

10

20

実行時に前記燃料噴射弁に流れる平均電流に対応した一定電流値となるよう、前記燃料噴射弁に流れる電流を定電流制御する定電流制御手段と、

を備え、

前記定電流制御手段は、前記電流検出手段にて検出された電流値と前記平均電流に対応した一定電流値との差に応じた制御信号を出力する差動増幅器を備え、該差動増幅器の出力により前記第 2 スイッチング素子を介して前記燃料噴射弁に流れる電流をフィードバック制御するよう構成されていることを特徴とする燃料噴射弁の駆動装置。

【請求項 2】

前記定電流制御手段の制御目標である前記一定電流値は、前記内燃機関の制御に用いられるマイクロコンピュータにて設定されることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料噴射弁の駆動装置。

10

【請求項 3】

前記電圧低下検出手段は、前記バッテリー電圧若しくはバッテリー電圧相当値と、前記下限電圧若しくは前記下限電圧相当値とを比較する電圧比較回路を備え、

該電圧比較回路にて前記バッテリー電圧が前記下限電圧よりも低いと判定されると、前記スイッチング制御手段による前記第 2 スイッチング素子の駆動を禁止することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の燃料噴射弁の駆動装置。

【請求項 4】

前記電圧低下検出手段は、

前記スイッチング制御手段による前記スイッチング制御の停止が所定時間以上継続すると、前記バッテリー電圧が前記下限電圧よりも低いと判定して、前記スイッチング制御手段による前記第 2 スイッチング素子の駆動を禁止することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の燃料噴射弁の駆動装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関に燃料を供給する燃料噴射弁の駆動装置に関する。

【背景技術】

【0002】

内燃機関に燃料を供給する燃料噴射弁は、電磁弁にて構成されており、電磁弁を構成するソレノイドへの通電により開弁する。このため、燃料噴射弁を開弁して燃料噴射を実施させる駆動装置は、燃料噴射弁（詳しくはソレノイド）への通電電流を制御する。

30

【0003】

つまり、燃料噴射弁の駆動装置は、燃料噴射弁の開弁開始直後には、燃料噴射弁に高電圧を印加して、通電電流を速やかに上昇させることで、弁体の開方向への移動を速やかに開始させ、その後は、弁体の開方向への移動（引き上げ）、若しくは、弁体の開弁状態での保持、に必要な目標電流となるよう、燃料噴射弁への通電電流を制御する（例えば、特許文献 1、2 参照）。

【0004】

このため、燃料噴射弁 2 の駆動装置には、通常、図 6 (a) に例示するように、燃料噴射弁 2 への通電経路を形成する駆動回路 4、バッテリー電圧 V_B を昇圧して駆動回路 4 に供給する昇圧回路 6、及び、駆動回路 4 を介して燃料噴射弁 2 への通電電流を制御する制御回路 10 が備えられている。

40

【0005】

そして、制御回路 10 は、エンジン制御用のマイクロコンピュータ（マイコン）から噴射信号が入力されると、駆動回路 4 内のトランジスタ T1 をオン状態にすることで、昇圧回路 6 にて生成された高電圧を、燃料噴射弁 2 に印加し、燃料噴射弁 2 への通電を開始する。

【0006】

また、駆動回路 4 において、トランジスタ T1 から燃料噴射弁 2 に至る通電経路は、ト

50

ランジスタ T 2 及びダイオード D 1 を介してバッテリー電圧 V B の電源ラインが接続されると共に、ダイオード D 2 を介してグラウンドラインに接地されている。

【 0 0 0 7 】

なお、ダイオード D 1 は、電源ラインから燃料噴射弁 2 側に流れ込む電流が順方向となるよう、アノードがトランジスタ T 2 を介して電源ラインに接続され、カソードが燃料噴射弁 2 の通電経路に接続されている。また、ダイオード D 2 は、アノードがグラウンドラインに接地され、カソードが燃料噴射弁 2 の通電経路に接続されている。

【 0 0 0 8 】

次に、燃料噴射弁 2 への高電圧の印加によって燃料噴射弁 2 に流れる電流が上昇し、所定の最大電流に達すると、制御回路 1 0 は、トランジスタ T 1 をオフ状態に戻し、その後、燃料噴射弁 2 に流れる平均電流が所定の目標電流となるようにトランジスタ T 2 をオン・オフさせる、スイッチング制御を実行する。

10

【 0 0 0 9 】

また、駆動回路 4 において、燃料噴射弁 2 のトランジスタ T 1、T 2 とは反対側（換言すれば下流側）の通電経路には、その通電経路を導通・遮断するトランジスタ T 3 及び電流検出用の抵抗 R d が設けられている。

【 0 0 1 0 】

そして、制御回路 1 0 は、エンジン制御用のマイコンから噴射信号が入力されている間（換言すれば燃料噴射期間中）、トランジスタ T 3 をオン状態にして、燃料噴射弁 2 への通電経路を形成する。

20

【 0 0 1 1 】

また、制御回路 1 0 は、トランジスタ T 3 をオン状態にして燃料噴射弁 2 への通電経路を形成する際には、その通電経路に流れる電流を抵抗 R d の両端電圧にて検出し、その検出電圧と通電制御用の基準電圧 V t h とをヒステリシス付きのコンパレータ（C O M P）等を用いて比較することで、トランジスタ T 2 のオン・オフ状態を切り換える。

【 0 0 1 2 】

このため、図 6（a）に示した従来の駆動装置においては、図 6（b）に示すように、エンジン制御用のマイコンから噴射信号が入力されると、まず、トランジスタ T 1 がオン状態となって、昇圧回路 6 から抵抗 R d に至る経路で、開弁用の電流 i 1 が流れる。

【 0 0 1 3 】

そして、この電流 i 1 が上昇して、最大電流に達すると、トランジスタ T 1 がオフ状態に切り換えられる。そして、このとき、燃料噴射弁 2 のソレノイドには、エネルギーが蓄積されているので、そのエネルギーにより、燃料噴射弁 2 からトランジスタ T 3、抵抗 R d、ダイオード D 2 を介して燃料噴射弁 2 に至る還流経路で電流 i 3 が流れる。

30

【 0 0 1 4 】

また、その後は、抵抗 R d の両端電圧が基準電圧 V t h を中心とする所定範囲内になるようトランジスタ T 2 がスイッチング制御されることから、燃料噴射弁 2 には、トランジスタ T 2 のオン・オフ状態に応じて、電源ラインから抵抗 R d に至る経路で流れる電流 i 2 と、上記還流経路で流れる電流 i 3 とが、交互に流れることになる。

【 0 0 1 5 】

そして、このスイッチング制御では、燃料噴射弁 2 に流れる電流が所定範囲内で変化するので、制御回路 1 0 は、その平均電流が目標電流となるよう、燃料噴射弁 2 の通電電流を制御することになり、燃料噴射弁 2 の開度は、その目標電流に対応した開度に制御される。

40

【 0 0 1 6 】

従って、燃料噴射弁 2 の駆動装置において、トランジスタ T 2 のスイッチング制御が正常に実施されていれば、燃料噴射弁 2 からの燃料噴射量は、噴射信号の入力時間（つまり、燃料噴射弁 2 の開弁時間）に対応して、適正に制御される。

【 0 0 1 7 】

なお、図 6（a）に示す駆動装置においては、トランジスタ T 1 ~ T 3 が全て M O S F

50

ETにて構成されている。これは、MOSFETはバイポーラトランジスタに比べて、スイッチング速度が高く、オン抵抗が小さいからである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0018】

【特許文献1】特開平1-19058号公報

【特許文献2】特許第4418616号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0019】

10

ところで、上述した従来の駆動装置においては、バッテリー電圧VBが低下すると、回路抵抗の制約によって、スイッチング制御の際に燃料噴射弁2へ供給可能な最大電流が低下する。

【0020】

そして、バッテリー電圧VBがある下限電圧VBlimitを下回ると、最大電流がスイッチング制御の電流上限値を越えられなくなって、スイッチング動作が停止するという問題があった。

【0021】

例えば、図7は、図6(a)に示した燃料噴射弁2の駆動装置において、昇圧回路6からの高電圧の印加によって、燃料噴射弁2の弁体を開弁方向に移動させた後、バッテリー電圧を用いたスイッチング制御によって、弁体の全開位置までの引き上げ、及び、弁体の開弁位置への保持、を段階的に行った場合に、燃料噴射弁2に流れる電流の変化を表している。

20

【0022】

そして、バッテリー電圧VBが、弁体の引き上げ時にスイッチング制御を正常に実施可能な下限電圧VBlimit以上であれば、図7の拡大図に実線で示すように、トランジスタT2が周期的にオン・オフされて、燃料噴射弁2に流れる平均電流が目標電流に制御される。

【0023】

しかし、バッテリー電圧VBが下限電圧VBlimitを下回ると($VB < VBlimit$)、燃料噴射弁2に流れる電流が、スイッチング制御の電流上限値に達しない。

30

このため、燃料噴射弁2への通電電流は、図7の拡大図に一点鎖線で示すように、電流上限値よりも若干低い電流値まで上昇し、最終的には、その電流値に保持されてしまうことになる。

【0024】

そして、この場合には、燃料噴射弁2に流れる電流が、スイッチング制御実行時の電流上・下限値の間の平均電流値よりも高くなることから、燃料噴射弁の開度が正常時よりも大きくなり、内燃機関に対し、正常時よりも多い燃料が噴射されてしまう。

【0025】

また、バッテリー電圧VBが更に低下すると、燃料噴射弁2への通電電流が、スイッチング制御実行時の電流下限値付近まで低下し、燃料噴射弁の開度が正常時よりも小さくなって、内燃機関に対し、内燃機関の運転に要する燃料を供給できないこともある。

40

【0026】

つまり、従来の駆動装置においては、図8に示すように、バッテリー電圧VBが下限電圧VBlimitを下回って、トランジスタT2のスイッチング制御を実施できなくなると、燃料噴射弁2に流れる電流は、バッテリー電圧VBと回路抵抗とで決まる一定電流に収束するため(図8に示す「従来の電流変化」参照)、その電流値が、スイッチング制御実行時の平均電流値よりも大きく(場合によっては小さく)なり、内燃機関に対する燃料噴射を正常に実行できないことがある。

【0027】

50

本発明は、こうした問題に鑑みなされたものであり、燃料噴射弁の駆動装置において、バッテリー電圧が、トランジスタのスイッチング制御によって弁開度を調整可能な下限電圧を下回った際に、燃料噴射弁に流れる電流を定電流制御することにより、スイッチング制御の停止に伴い生じる燃料噴射弁からの燃料噴射誤差を低減することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0028】

かかる目的を達成するためになされた請求項1に記載の燃料噴射弁の駆動装置においては、外部から噴射要求が入力されると、開弁制御手段が、所定期間、第1スイッチング素子をオン状態にすることで、前記高電圧による前記燃料噴射弁への通電を行い、前記燃料噴射弁を開弁させる。

10

【0029】

また、開弁制御手段による第1スイッチング素子の駆動が終了すると、スイッチング制御手段が、電流検出手段により検出される電流値が所定範囲内となるよう、第2スイッチング素子をオン・オフさせる、スイッチング制御を行う。

【0030】

また、本発明の駆動装置には、バッテリー電圧が、スイッチング制御手段がスイッチング制御を実施可能な下限電圧を下回ると、その旨を検知して、スイッチング制御手段による第2スイッチング素子の駆動を禁止する電圧低下検知手段が設けられている。

【0031】

そして、電圧低下検知手段が、スイッチング制御手段による第2スイッチング素子の駆動を禁止すると、定電流制御手段が、電流検出手段により検出される電流値が、スイッチング制御実行時に燃料噴射弁に流れる平均電流に対応した一定電流値となるよう、燃料噴射弁に流れる電流を定電流制御する。

20

【0032】

従って、請求項1に記載の燃料噴射弁の駆動装置によれば、バッテリー電圧の低下に伴い、スイッチング制御手段による第2スイッチング素子のスイッチングが停止すると、定電流制御による定電流制御が開始されることになる。

【0033】

このため、請求項1に記載の燃料噴射弁の駆動装置によれば、図8に示すように、バッテリー電圧 V_B が下限電圧 $V_{B\text{limit}}$ を下回り、第2スイッチング素子のスイッチング制御を実施できなくなっても、上記定電流制御によって、燃料噴射弁に流れる電流が、スイッチング制御実行時に流れる平均電流から外れるのを防止し（図8の「本発明の電流変化」参照）、燃料噴射弁の開度（延いては、燃料噴射量）を、適正に制御することができる。

30

【0034】

ここで、定電流制御手段の制御目標である一定電流値は、例えば、バッテリー電圧から、その電流値に対応した一定電圧を生成することにより設定するようにしてもよい。

しかし、スイッチング制御手段のスイッチング制御によって燃料噴射弁に流れる平均電流は、スイッチング制御手段の制御特性や燃料噴射弁を含む通電経路の回路特性等で決まることから、定電流制御手段の制御目標である一定電流値をこの平均電流に対応した値に設定するには、その値を、スイッチング制御手段や駆動回路の回路特性に応じて適宜設定変更できるようにすることが望ましい。

40

【0035】

このため、本発明の燃料噴射弁の駆動装置においては、請求項2に記載のように、定電流制御手段の制御目標である一定電流値が、内燃機関の制御に用いられるマイコンにて設定されるようにすることが望ましい。

【0036】

つまり、このようにすれば、マイコンのメモリに書き込む制御データを適宜変更することで、定電流制御手段の制御目標である一定電流値を、スイッチング制御実行時に燃料噴射弁に流れる平均電流と対応させることができるので、その設定作業を簡単に行うことができる。

50

【 0 0 3 7 】

また次に、電圧低下検知手段は、内燃機関の制御に用いられるマイコンの一機能として実現するようにしてもよいが、このようにすると、マイコンにおいて、バッテリー電圧の低下を監視する処理を周期的に実行する必要がある、マイコンの処理負荷が増大することが考えられる。

【 0 0 3 8 】

このため、請求項 3 に記載のように、電圧低下検知手段には、バッテリー電圧若しくはバッテリー電圧相当値と、下限電圧若しくは下限電圧相当値とを比較する電圧比較回路を設け、電圧比較回路にてバッテリー電圧が下限電圧よりも低いと判定されると、スイッチング制御手段による第 2 スwitching 素子の駆動を禁止するように構成するとよい。

10

【 0 0 3 9 】

また、電圧低下検知手段は、必ずしもバッテリー電圧を直接監視するように構成する必要はなく、請求項 4 に記載のように、スイッチング制御手段によるスイッチング制御の停止が所定時間以上継続すると、バッテリー電圧が下限電圧よりも低いと判定して、スイッチング制御手段による第 2 スwitching 素子の駆動を禁止するように構成してもよい。

【 0 0 4 0 】

つまり、バッテリー電圧の低下に伴いスイッチング制御手段によるスイッチング制御が停止すると、第 2 スwitching 素子がオン状態に保持され、オフ状態への切り換えが停止されることから、この停止時間から、バッテリー電圧の低下に伴うスイッチング制御の停止を検出するのである。

20

【 0 0 4 1 】

そして、このようにしても、バッテリー電圧を直接監視するようにした場合と同様、バッテリー電圧の低下に伴いスイッチング制御手段によるスイッチング制御が停止した際に、定電流制御による定電流制御を開始することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 2 】

【 図 1 】 第 1 実施形態の燃料噴射弁の駆動装置全体の構成を表す回路図である。

【 図 2 】 V B 監視回路内のコンパレータの動作を説明する説明図である。

【 図 3 】 第 2 実施形態の燃料噴射弁の駆動装置全体の構成を表す回路図である。

【 図 4 】 第 3 実施形態の燃料噴射弁の駆動装置全体の構成を表す回路図である。

30

【 図 5 】 第 3 実施形態のエンジン E C U にて実行される燃料噴射弁駆動制御処理を表すフローチャートである。

【 図 6 】 従来の燃料噴射弁の駆動装置の構成及び動作を説明する説明図である。

【 図 7 】 バッテリー電圧正常時及び低下時に燃料噴射弁に流れる電流を表す説明図である。

【 図 8 】 バッテリー電圧の低下に伴い生じる電流制御の変化を従来技術と本発明とを比較して表す説明図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 4 3 】

以下に本発明の実施形態を図面と共に説明する。

[第 1 実施形態]

40

図 1 に示すように、本実施形態の燃料噴射弁の駆動装置は、駆動回路 4 と、昇圧回路 6 と、制御回路 10 と、V B 監視回路 30 と、から構成されている。

【 0 0 4 4 】

駆動回路 4 は、図 6 に示した従来のものと同様、M O S F E T からなるトランジスタ T 1 ~ T 3 と、ダイオード D 1、D 2 と、電流検出用の抵抗 R d とを備え、制御回路 10 によりトランジスタ T 1 ~ T 3 のオン・オフ状態が切り換えられることで、燃料噴射弁 2 への通電を行うものである。

【 0 0 4 5 】

そして、本実施形態の駆動回路 4 には、スイッチング制御に用いられるトランジスタ T 2 のゲートとグラウンドラインとの間に、抵抗 R 1、R 2 の直列回路が設けられている。

50

この抵抗 R_1 、 R_2 は、その間に印加する駆動電圧を制御することで、トランジスタ T_2 (延いては、燃料噴射弁 2) に流れる電流 i を制御できるようにするためのものである。

【 0 0 4 6 】

つまり、本実施形態では、トランジスタ T_2 を、燃料噴射弁 2 への通電経路を形成するスイッチング素子として利用するだけでなく、その通電経路に流れる通電電流を制御可能な電流制御素子として利用できるようにされている。

【 0 0 4 7 】

次に、 V_B 監視回路 30 は、バッテリー電圧 V_B を監視し、バッテリー電圧 V_B が予め設定された下限電圧 $V_{B\text{limit}}$ よりも低下して、燃料噴射弁 2 に流すことのできる最大電流が、制御回路 10 がトランジスタ T_2 のスイッチング制御を行う際の電流上限値に達しなくなったこと (換言すれば、スイッチング制御によるトランジスタ T_2 のスイッチングが停止したこと) を検知するためのものである。

10

【 0 0 4 8 】

このため、 V_B 監視回路 30 には、バッテリー電圧 V_B を分圧する抵抗 R_7 及び R_8 、レギュレータ 9 にて生成された一定の電源電圧 V_C を分圧することで下限電圧 $V_{B\text{limit}}$ に対応した閾値電圧を生成する抵抗 R_9 及び R_{10} 、及び、これら各抵抗による分圧電圧を比較し、バッテリー電圧 V_B が下限電圧 $V_{B\text{limit}}$ 以上であるときハイレベル、バッテリー電圧 V_B が下限電圧 $V_{B\text{limit}}$ 未満であるときローレベルの信号を出力するコンパレータ ($COMP$) 32 、が設けられている。

20

【 0 0 4 9 】

このコンパレータ 32 は、オペアンプにて構成されており、抵抗 R_7 及び R_8 にて分圧されたバッテリー電圧 V_B の分圧電圧が入力される非反転入力端子 (+) の入力経路には、抵抗 R_{13} が設けられ、非反転入力端子 (+) と出力端子との間には、抵抗 R_{14} が設けられている。

【 0 0 5 0 】

このため、コンパレータ 32 は、ヒステリシス付きのコンパレータ (所謂シュミットトリガ) として機能する。

つまり、図 2 に示すように、コンパレータ 32 からの出力は、バッテリー電圧 V_B の低下時には、バッテリー電圧 V_B が下限電圧 $V_{B\text{limit}}$ を下回ったときに、ハイレベル (Hi) からローレベル (Lo) に変化し、バッテリー電圧 V_B の上昇時には、バッテリー電圧 V_B が、下限電圧 $V_{B\text{limit}}$ に所定電圧を加えた電圧値 ($V_{B\text{limit}} +$) を越えたときに、ローレベル (Lo) からハイレベル (Hi) に変化する。

30

【 0 0 5 1 】

従って、バッテリー電圧 V_B が下限電圧 $V_{B\text{limit}}$ 付近にあるとき、コンパレータ 32 の出力が頻繁に変化するのを防止できる。

なお、レギュレータ 9 は、内燃機関制御用の電子制御装置 (以下、エンジン ECU という) 8 を駆動するための電源電圧 V_C を生成するためのものである。

【 0 0 5 2 】

つまり、エンジン ECU 8 は、内燃機関の運転状態に応じて、燃料噴射弁 2 からの燃料噴射量や燃料噴射時期等を制御するためのものであり、 CPU 、 ROM 、 RAM 等からなるマイコンを中心に構成されている。

40

【 0 0 5 3 】

このため、レギュレータ 9 は、エンジン ECU 8 を構成するマイコンに一定の電源電圧を供給するために用いられる。

次に、エンジン ECU 8 は、内燃機関の運転状態に基づき演算した燃料噴射時期に、内燃機関に供給すべき燃料噴射量に対応した燃料噴射時間の間、制御回路に噴射信号を出力することで、燃料の噴射要求を行う。

【 0 0 5 4 】

すると、制御回路 10 は、エンジン ECU 8 から噴射信号が入力されている間、駆動回

50

路 4 を介して燃料噴射弁 2 に電流を流し、燃料噴射弁 2 を開弁させることで、燃料噴射弁 2 から燃料を噴射させる。

【 0 0 5 5 】

このため、制御回路 1 0 には、エンジン E C U 8 からの噴射信号の入力直後に、駆動回路 4 内のトランジスタ T 1 及び T 3 をオン状態にして燃料噴射弁 2 に昇圧回路 6 からの高電圧 V A を印加し、燃料噴射弁 2 を開弁させる開弁制御部 1 2 と、駆動回路 4 内の電流検出用抵抗 R d の両端電圧を増幅する差動増幅器 (A M P) 1 4 と、この差動増幅器 (A M P) からの出力電圧 (換言すれば電流検出電圧) V i と燃料噴射弁 2 に流す目標電流に対応した閾値電圧とを比較するコンパレータ (C O M P) 1 6 と、このコンパレータ 1 6 からの出力に従い、駆動回路 4 のトランジスタ T 2 をオン・オフさせるスイッチング制御部 1 8 と、が備えられている。

10

【 0 0 5 6 】

なお、図 4 において、差動増幅器 1 4 は、非反転入力端子及び反転入力端子が R 3、R 5 を介して、電流検出用抵抗 R d の両端に接続されると共に、非反転入力端子が抵抗 R 4 を介してグラウンドラインに接地され、反転入力端子と出力端子とが抵抗 R 6 を介して接続されたオペアンプにて構成されている。

【 0 0 5 7 】

また、コンパレータ 1 6 は、図 6 に示した制御回路 1 0 内のコンパレータ (C O M P) と同様、ヒステリシス付きのコンパレータ (所謂シュミットトリガ) である。このため、コンパレータ 1 6 からの出力は、差動増幅器 1 4 からの出力電圧 V i に対応した電流値が電流上限値を越えると、ローレベルからハイレベルに反転し、差動増幅器 1 4 からの出力電圧 V i に対応した電流値が電流下限値を下回ると、ハイレベルからローレベルに反転する。

20

【 0 0 5 8 】

また、この電流上限値及び電流下限値の基となる基準電圧は、エンジン E C U 8 から出力される制御データにより設定される。

つまり、エンジン E C U 8 を構成するマイコンの R O M 内には、スイッチング制御部 1 8 によるスイッチング制御の制御目標として、当該駆動装置の動作特性に対応した基準電圧が予め記憶されている。

【 0 0 5 9 】

そして、エンジン E C U 8 は、制御回路 1 0 に噴射信号を出力する際には、R O M から基準電圧データを読み出し、制御回路 1 0 内の D / A 変換器 (D A C) 1 5 に出力する。

この結果、制御回路 1 0 では、エンジン E C U 8 から出力された基準電圧データが、D / A 変換器 1 5 にて基準電圧に変換され、コンパレータ 1 6 に入力される。

30

【 0 0 6 0 】

なお、図 7 に示したように、燃料噴射弁 2 の弁体の開弁位置までの引き上げ制御と、弁体の開弁位置への保持制御とを、段階的に行う際には、エンジン E C U 8 は、弁体の引き上げ時間が経過した時点で、基準電圧データを、引き上げ制御用の基準電圧データから、保持制御用の基準電圧データへと変更することで、スイッチング制御の制御目標 (目標電流) を切り換える。

40

【 0 0 6 1 】

次に、スイッチング制御部 1 8 は、開弁制御部 1 2 によるトランジスタ T 1 の駆動が停止したときに、開弁制御部 1 2 から出力される信号により起動し、その後、エンジン E C U 8 からの噴射信号の出力が停止されて、開弁制御部 1 2 がトランジスタ T 3 の駆動を停止するまで、コンパレータ 1 6 からの出力に応じて、トランジスタ T 2 をオン・オフさせるスイッチング制御を実施する。

【 0 0 6 2 】

つまり、スイッチング制御部 1 8 は、燃料噴射弁 2 に流れる電流が低下し、コンパレータ 1 6 からの出力がローレベルであるとき、駆動回路 4 にローレベルの信号を出力することで、トランジスタ T 2 をオン状態にし、燃料噴射弁 2 に流れる電流が上昇して、コンパ

50

レータ 16 からの出力がハイレベルになると、駆動回路 4 にハイレベルの信号を出力することで、トランジスタ T2 をオフ状態に切り換える。

【0063】

このため、本実施形態の駆動装置によれば、図 6 に示す従来の駆動装置と同様、昇圧回路 6 からの高電圧とトランジスタ T1 とを利用して燃料噴射弁 2 を速やかに開弁させた後、トランジスタ T2 のスイッチング制御により、弁体の引き上げ制御や保持制御を行うことができる。

【0064】

なお、開弁制御部 12 は、エンジン ECU 8 から噴射信号が入力されて、トランジスタ T1、T3 をオン状態にした後は、差動増幅器 14 からの出力電圧 V_i に基づき燃料噴射弁 2 に流れる電流を監視する。

【0065】

そして、出力電圧 V_i が所定の上限電圧に達し、燃料噴射弁 2 に流れる電流が最大電流になると、トランジスタ T1 をターンオフさせて、高電圧による燃料噴射弁 2 への通電を停止させ、スイッチング制御部 18 に起動用の信号を出力する。

【0066】

また、開弁制御部 12 は、エンジン ECU 8 からの噴射信号の入力が停止されると、トランジスタ T3 をターンオフさせることで、燃料噴射弁 2 への通電経路を遮断し、スイッチング制御部 18 の動作を停止させる。

【0067】

次に、制御回路 10 には、スイッチング制御部 18 から駆動回路 4 内の抵抗 R1、R2 の接続点に至るスイッチング制御用の信号経路に、この信号経路を遮断して、抵抗 R1、R2 の接続点を差動増幅器 (AMP) 20 の出力に接続する切換スイッチ 22 が設けられている。

【0068】

そして、この切換スイッチ 22 は、VB 監視回路 30 からの出力がハイレベルであるとき（換言すればバッテリー電圧 VB が下限電圧 $V_{B\text{limit}}$ （若しくは $V_{B\text{limit}} +$ ）以上であるとき）、スイッチング制御部 18 側に切り換えられ、VB 監視回路 30 からの出力がローレベルであるとき（換言すればバッテリー電圧 VB が下限電圧 $V_{B\text{limit}}$ （若しくは $V_{B\text{limit}} +$ ）未満であるとき）、差動増幅器 20 側に切り換えられる。

【0069】

また、差動増幅器 20 は、差動増幅器 14 からの出力電圧 V_i と、レギュレータ 9 にて生成された一定電圧 VC を抵抗 R11、R12 で分圧することにより得られる基準電圧 V_{ref} との電圧差 ($V_i - V_{\text{ref}}$) に応じた制御信号を出力することで、トランジスタ T2 を介して燃料噴射弁 2 に流れる電流を、基準電圧 V_{ref} に対応した一定電流値 i_{const} に制御するためのものである。

【0070】

つまり、基準電圧 V_{ref} は、差動増幅器 14 の増幅率 A1 と、電流検出用抵抗 Rd の抵抗値と、燃料噴射弁 2 に流すべき一定電流値 i_{const} とに基づき、予め一定電圧 ($V_{\text{ref}} = A1 \cdot R_d \cdot i_{\text{const}}$) となるよう設定されている。

【0071】

また、一定電流値 i_{const} には、バッテリー電圧 VB が、スイッチング制御部 18 がスイッチング制御を正常に実行可能な下限電圧 $V_{B\text{limit}}$ にあるとき、スイッチング制御によって燃料噴射弁 2 に流れる平均電流を実験的に導出した電流値が設定されている。

【0072】

このため、本実施形態の燃料噴射弁の駆動装置によれば、バッテリー電圧 VB が、スイッチング制御部 18 がスイッチング制御を実行可能な下限電圧 $V_{B\text{limit}}$ を下回ると、スイッチング制御部 18 によるトランジスタ T2 のスイッチング制御が禁止されて、差動増幅器 20 による定電流制御が実行されることになる。

【0073】

10

20

30

40

50

そして、差動増幅器 20 による定電流制御は、差動増幅器 14 からの出力電圧 V_i が基準電圧 V_{ref} となるよう、トランジスタ T2 を介して燃料噴射弁 2 に流れる電流をフィードバック制御するものであるため、バッテリー電圧 V_B が下限電圧 V_{Blimit} を下回ったときには、燃料噴射弁 2 に流れる電流が、基準電圧 V_{ref} に対応した一定電流値 i_{const} に制御されることになる。

【0074】

また、この一定電流値 i_{const} は、バッテリー電圧 V_B が下限電圧 V_{Blimit} であるときにスイッチング制御部 18 の動作によって制御される平均電流に設定されているため、バッテリー電圧 V_B が低下して下限電圧 V_{Blimit} を下回っても、燃料噴射弁 2 を、バッテリー電圧 V_B が下限電圧 V_{Blimit} 以上であるときと同様に開弁させ、燃料噴射弁 2 からの燃料噴射量をエンジン ECU 8 からの噴射信号に対応した燃料噴射量に制御することができる。

10

【0075】

なお、本実施形態においては、電流検出用の抵抗 R_d 及び差動増幅器 14 が、本発明の電流検出手段に相当し、トランジスタ T1 が、本発明の第 1 スwitching 素子に相当し、トランジスタ T2 が、本発明の第 2 スwitching 素子に相当し、開弁制御部 12 が、本発明の開弁制御手段に相当し、コンパレータ 16 及びスイッチング制御部 18 が、本発明のスイッチング制御手段に相当し、 V_B 監視回路 30 が、本発明の電圧低下検知手段に相当し、差動増幅器 20 が、本発明の定電流制御手段に相当する。

[第 2 実施形態]

20

次に、本発明の第 2 実施形態について説明する。

【0076】

図 3 に示すように、本実施形態の燃料噴射弁の駆動装置は、基本的には第 1 実施形態のものと同様の構成をしており、第 1 実施形態と異なる点は、 V_B 監視回路 30 に代えて V_B 検出回路 34 が設けられている点、及び、差動増幅器 20 の基準電圧 V_{ref} が、エンジン ECU 8 からの出力データをアナログ電圧に変換する D/A 変換器 (DAC) 19 にて設定される点、の 2 点である。

【0077】

以下、この相違点について説明する。

図 3 に示すように、 V_B 検出回路 34 は、バッテリー電圧 V_B を分圧する 2 つの抵抗 R_7 、 R_8 にて構成されており、この抵抗 R_7 、 R_8 により分圧された電圧は、エンジン ECU 8 に入力される。

30

【0078】

エンジン ECU 8 は、その入力された電圧を、A/D 変換器 (ADC) 8a を介して取り込み、第 1 実施形態のコンパレータ 32 と同様の機能を実現する V_B 判定処理を実行する。

【0079】

つまり、エンジン ECU 8 は、マイコンによる演算処理の一つとして、 V_B 判定処理を実行することで、A/D 変換器 8a を介して取り込んだ電圧と下限電圧 V_{Blimit} に対応した閾値電圧とを比較し、バッテリー電圧 V_B が下限電圧 V_{Blimit} を下回ったか否かを判定する。そして、 V_B 判定処理にて、バッテリー電圧 V_B が下限電圧 V_{Blimit} を下回ったと判断されると、切換スイッチ 22 を差動増幅器 20 側に切り換える。

40

【0080】

また、 V_B 判定処理では、その後、バッテリー電圧 V_B が上昇して、「下限電圧 $V_{Blimit} +$ 」以上となったか否かを判断し、バッテリー電圧 V_B が「下限電圧 $V_{Blimit} +$ 」以上になると、切換スイッチ 22 をスイッチング制御部 18 側に戻す。

【0081】

この結果、本実施形態では、本発明の電圧低下検知手段としての機能が、 V_B 検出回路 34 と、エンジン ECU 8 にて実行される V_B 判定処置にて実現されることになる。

また次に、エンジン ECU 8 は、上記実施形態と同様、制御回路 10 の開弁制御部に噴

50

射信号を出力しているときに、DAC15に、スイッチング制御の制御目標となる基準電圧を表す基準電圧データを出力するが、上記判定処理にてバッテリー電圧VBが下限電圧VBlimitを下回ったと判断されると、DAC19に、定電流制御の制御目標となる基準電圧Vrefを表す基準電圧データを出力する。

【0082】

この基準電圧データは、エンジンECU8内のマイコンが実行する各種制御プログラムと共に、エンジンECU8内のメモリ(ROM若しくは不揮発性RAM)に格納されており、エンジンECU8からは、そのメモリに記憶された基準電圧データが出力される。

【0083】

このため、本実施形態の燃料噴射弁の駆動装置においては、差動増幅器20の動作によって実現される定電流制御の目標電流である一定電流値が、エンジンECU8を構成するマイコンにて設定されることになる。

10

【0084】

従って、スイッチング制御部18によるスイッチング制御によって燃料噴射弁2に流れる平均電流が、駆動回路4や制御回路10の回路特性によりばらついたとしても、マイコンのメモリに書き込む基準電圧データを適宜変更することで、定電流制御の制御目標である一定電流値を、スイッチング制御によって燃料噴射弁2に流れる平均電流と容易に対応させることができる。

[第3実施形態]

次に、本発明の第3実施形態について説明する。

20

【0085】

図4に示すように、本実施形態の燃料噴射弁の駆動装置は、基本的には第2実施形態のものと同様の構成をしており、第2実施形態と異なる点は、エンジンECU8に対し、VB検出回路34からのバッテリー電圧VBの検出信号(分圧電圧)に代えて、コンパレータ16からの出力が入力され、エンジンECU8が、その入力されたコンパレータ16からの出力に基づき、バッテリー電圧VBが下限電圧VBlimitを下回ったか否かを判断して、切換スイッチ22を切り換える点である。

【0086】

そこで、本実施形態では、エンジンECU8において実行される燃料噴射弁駆動制御処理について、図5に示すフローチャートに沿って説明する。

30

この燃料噴射弁駆動制御処理は、エンジンECU8において、内燃機関の運転中、繰り返し実行される処理であり、処理が開始されると、まずS110(Sはステップを表す)にて、切換スイッチ22をスイッチング制御部18側に設定し、続くS120にて、燃料噴射要求が発生したか否かを判断する。

【0087】

そして、燃料噴射要求が発生していなければ、再度S120の処理を実行することで、燃料噴射要求が発生するのを待ち、燃料噴射要求が発生すると、S130に移行して、その燃料噴射要求に対応した噴射時間の間、制御回路10の開弁制御部12に噴射信号を出力する。

【0088】

40

S130にて、噴射信号の出力を開始すると、上述した制御回路10の動作によって、開弁制御部12による開弁制御、及び、スイッチング制御部18によるスイッチング制御が順次実行されることから、続くS140では、噴射信号の出力期間中、コンパレータ16からの出力を取り込み、その出力がスイッチング制御によって変動しているか否かを判断する。

【0089】

そして、S140にて、噴射信号の出力期間中、コンパレータ16からの出力は変動していると判断されると、再度S110に移行して、S110~S140の処理を実行する。

【0090】

50

一方、S 1 4 0にて、コンパレータ 1 6からの出力は変動していないと判断された場合には、バッテリー電圧 V B が下限電圧 V B limit を下回って、スイッチング制御によるトランジスタ T 2 のスイッチングが停止したと判断し、S 1 5 0に移行する。

【 0 0 9 1 】

そして、S 1 5 0では、差動増幅器 1 4からの出力電圧(つまり電流検出電圧) V i を取り込み、続く S 1 6 0にて、その取り込んだ出力電圧 V i に基づき、差動増幅器 2 0の基準電圧 V r e f が、スイッチング制御によるトランジスタ T 2 のスイッチングが停止する直前の出力電圧 V i となるように設定する。

【 0 0 9 2 】

また続く S 1 7 0では、S 1 6 0にて設定された基準電圧 V r e f を表す基準電圧データを D / A 変換器 1 9 に出力することで、差動増幅器 2 0 に対し、S 1 6 0で設定した基準電圧 V r e f を入力させる。

10

【 0 0 9 3 】

そして、続く S 1 8 0では、切換スイッチ 2 2 を差動増幅器 2 0 側に切り換え、S 1 2 0に移行する。

従って、本実施形態の燃料噴射弁の駆動装置によれば、第 1 実施形態及び第 2 実施形態の駆動装置のように、バッテリー電圧 V B を検出して、バッテリー電圧 V B が下限電圧 V B limit を下回ったか否かを判定することなく、バッテリー電圧 V B の低下を検知して、切換スイッチ 2 2 をスイッチング制御部 1 8 側から差動増幅器 2 0 側へと切り換えることができるようになる。

20

【 0 0 9 4 】

以上、本発明が適用された 3 つの実施形態について説明したが、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内にて、種々の態様をとることができる。

【 0 0 9 5 】

例えば、第 1 実施形態では、図 7 に示したように、燃料噴射弁 2 の弁体の開弁位置までの引き上げ制御と、弁体の開弁位置への保持制御とを段階的に行う場合の、エンジン E C U 8 の基準電圧データの出力動作について説明したが、本発明は、昇圧回路 6 にて昇圧された高電圧 V A の印加によって燃料噴射弁 2 を所望の開弁位置まで引き上げることができ、高電圧 V A の印加後、保持制御に速やかに移行する駆動装置(特許文献 1 に記載の装置)であっても、上記実施形態と同様に適用できる。

30

【 0 0 9 6 】

また、第 2 実施形態及び第 3 実施形態では、バッテリー電圧 V B が下限電圧 V B limit を低下したか否かの判定と、差動増幅器 2 0 の基準電圧 V r e f の設定とを、エンジン E C U 8 が行うものとして説明したが、このうちの何れか一方をエンジン E C U 8 が行い、他方は第 1 実施形態と同様、一定電圧 V C の分圧若しくは V B 監視回路 3 0 による判定で実現するようにしてもよい。

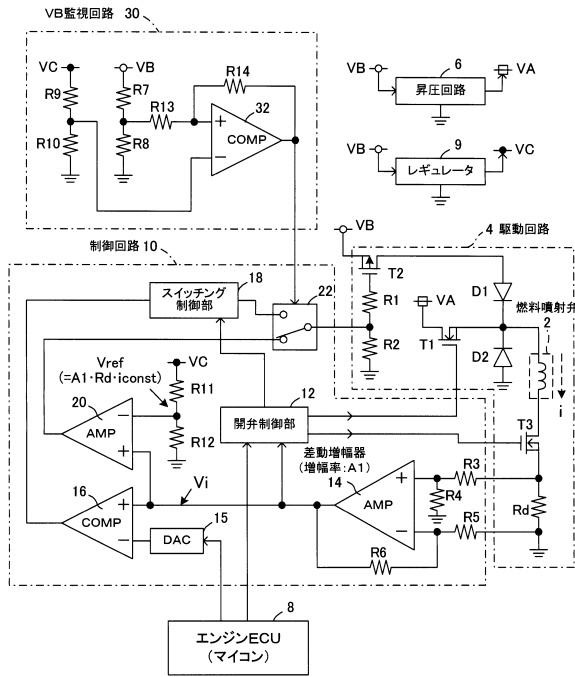
【符号の説明】

【 0 0 9 7 】

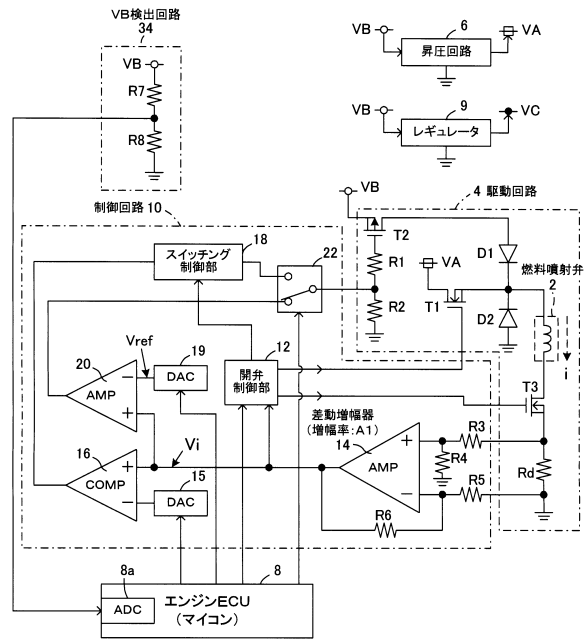
2 ... 燃料噴射弁、4 ... 駆動回路、6 ... 昇圧回路、8 ... エンジン E C U、8 a ... A / D 変換器、9 ... レギュレータ、1 0 ... 制御回路、1 2 ... 開弁制御部、1 4 ... 差動増幅器、1 5 ... D / A 変換器、1 6 ... コンパレータ、1 8 ... スwitching制御部、1 9 ... D / A 変換器、2 0 ... 差動増幅器、2 2 ... 切換スイッチ、3 0 ... V B 監視回路、3 2 ... コンパレータ、3 4 ... V B 検出回路、T 1 ~ T 3 ... トランジスタ(M O S F E T)、D 1 , D 2 ... ダイオード、R d ... 抵抗(電流検出用)、R 1 ~ R 1 4 ... 抵抗。

40

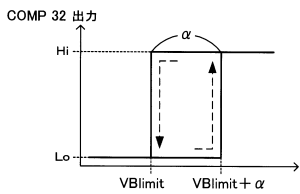
【図1】



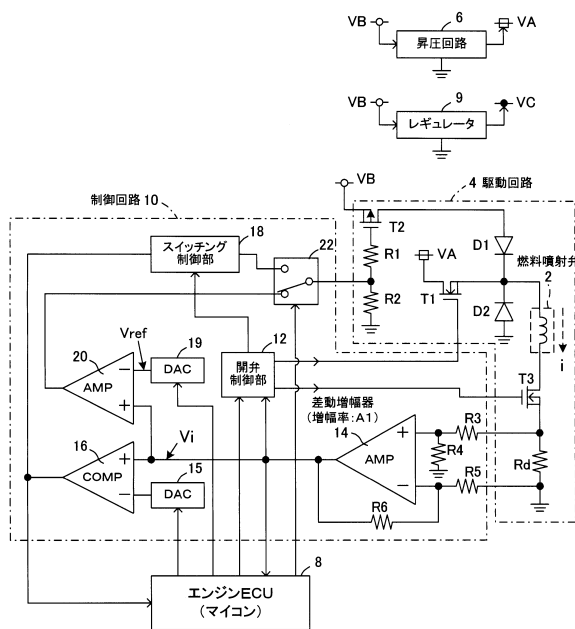
【図3】



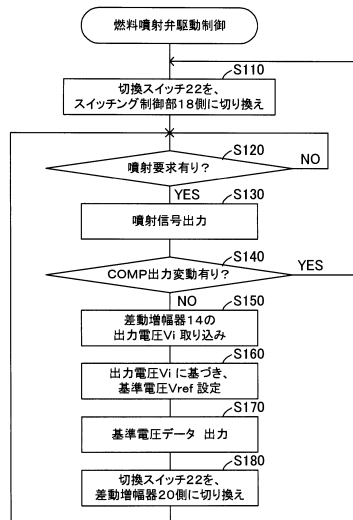
【図2】



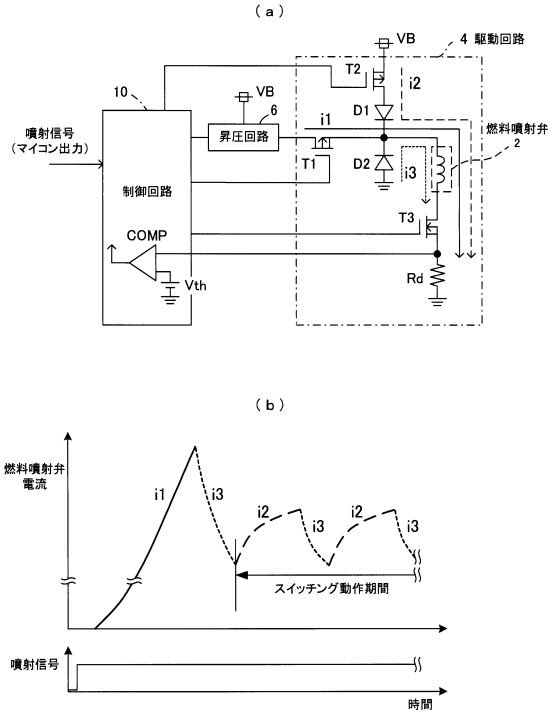
【図4】



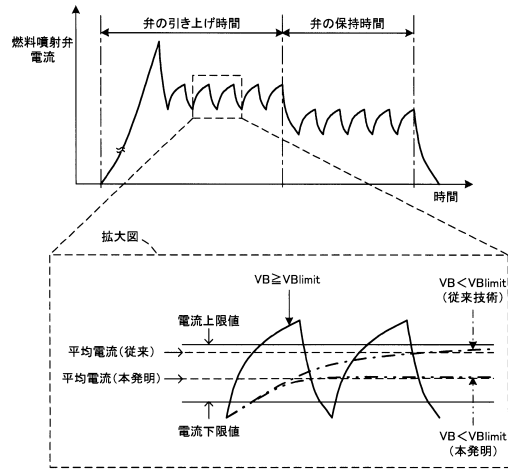
【図5】



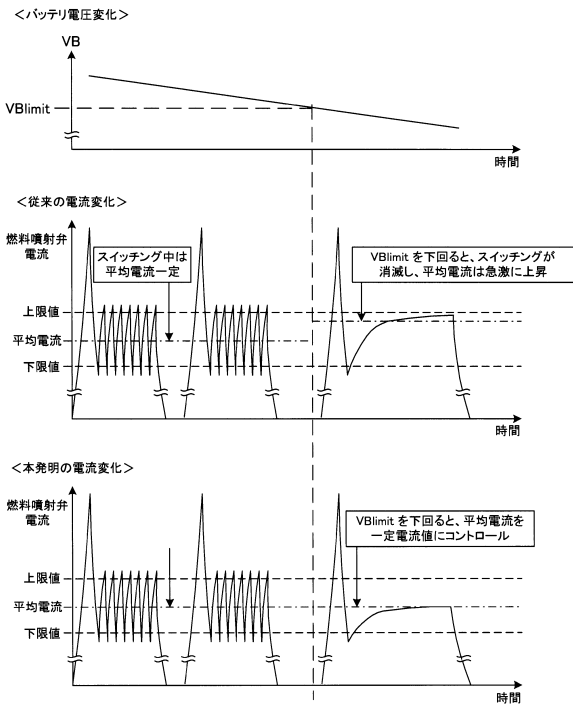
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2009-250175(JP,A)
特開2000-161526(JP,A)
特開2002-237410(JP,A)
特許第4418616(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D 41/00 ~ 45/00
F02M 51/00
F02M 51/06