

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2010-14109
(P2010-14109A)

(43) 公開日 平成22年1月21日 (2010.1.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2M 59/44 (2006.01)	FO2M 59/44 P	3G066
FO2D 41/20 (2006.01)	FO2D 41/20 38O	3G301
FO2M 47/00 (2006.01)	FO2M 47/00 E	
FO2M 51/00 (2006.01)	FO2M 51/00 F	

審査請求 有 請求項の数 11 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2009-69754 (P2009-69754)	(71) 出願人	000004260
(22) 出願日	平成21年3月23日 (2009.3.23)		株式会社デンソー
(31) 優先権主張番号	特願2008-146468 (P2008-146468)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(32) 優先日	平成20年6月4日 (2008.6.4)	(74) 代理人	100093779
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		弁理士 服部 雅紀
		(72) 発明者	鐸木 香仁
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
			社デンソー内
		(72) 発明者	古橋 努
			愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
			社デンソー内
		(72) 発明者	横井 真浩
			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

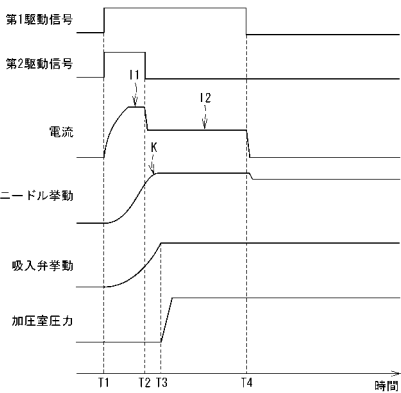
(54) 【発明の名称】 燃料供給装置

(57) 【要約】

【課題】可動部を閉側位置に移動させる際に発生する作動音を抑制可能な燃料供給装置を提供する。

【解決手段】ニードル64が移動を完了する前の時刻T2において、第2駆動信号をローレベルとする。これにより、時刻T2以降のニードル64の移動速度（記号Kで示す傾き）が徐々に小さくなる。いうなれば、ニードル64の「ソフトランディング」を実現する。具体的には、第2駆動信号がハイレベルとなっている期間である通電時間Tvを徐々に短くしていき、燃圧が低下したか否かを判断して、学習制御を行い、適切な通電時間Tvを設定する。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

車両に搭載されて用いられ、
外部から燃料が供給される供給部と、
前記供給部に連通する燃料通路に配置される弁部材と、
前記燃料通路の下流側に位置する加圧室にて加圧される燃料を吐出する吐出部と、
前記弁部材に当接可能で、閉側位置と開側位置との間を移動可能な可動部と、
前記可動部に対する磁気吸引力を発生させるためのコイルと、
前記可動部を前記開側位置から前記閉側位置まで移動させることが可能な第 1 駆動電流
で前記コイルへ通電可能であるとともに、前記可動部を前記閉側位置に保持可能な前記第
1 駆動電流よりも小さな第 2 駆動電流で前記コイルへ通電可能な駆動回路部と、
前記第 1 駆動電流での通電による前記閉側位置への前記可動部の移動途中で、前記第 2
駆動電流での通電に切り換え、前記可動部を前記閉側位置へ移動させるよう前記駆動回路
部を制御する駆動制御手段と、
を備えていることを特徴とする燃料供給装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の燃料供給装置において、
前記吐出部から吐出される燃料の圧力を検出する燃圧検出手段を備え、
前記駆動制御手段は、前記燃圧検出手段にて検出される燃料の圧力低下に基づき、前記
第 1 駆動電流での通電の開始タイミングを決定することを特徴とする燃料供給装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の燃料供給装置において、
前記コイルへの駆動電流を検出する電流検出手段を備え、
前記駆動制御手段は、前記電流検出手段にて検出される電流の低下に基づき、前記第 1
駆動電流での通電の開始タイミングを決定することを特徴とする燃料供給装置。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の燃料供給装置において、
振動を検出する振動検出手段を備え、
前記駆動制御手段は、前記振動検出手段にて検出される振動の低下に基づき、前記第 1
駆動電流での通電の開始タイミングを決定することを特徴とする燃料供給装置。

【請求項 5】

請求項 2 ～ 4 のいずれか一項に記載の燃料供給装置において、
前記駆動制御手段は、前記第 1 駆動電流での通電時間である第 1 通電時間を徐々に短く
していく学習制御を実行し、前記第 1 通電時間を設定することを特徴とする燃料供給装置
。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の燃料供給装置において、
前記駆動制御手段は、前記学習制御を実行し、前記通電開始タイミングの変化に基づき
、前記第 1 通電時間を設定することを特徴とする燃料供給装置。

【請求項 7】

請求項 5 又は 6 に記載の燃料供給装置において、
前記駆動制御手段は、車両の運転条件に対応する複数の運転領域毎に、前記学習制御を
実行し、前記第 1 通電時間を設定することを特徴とする燃料供給装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の燃料供給装置において、
前記駆動制御手段は、前記第 1 通電時間が未設定の運転領域のうち、学習制御の対象と
なっている対象運転領域よりも前記第 1 通電時間が小さく設定されると推定される運転領
域に対しては、前記対象運転領域に設定された前記第 1 通電時間を設定することを特徴と
する燃料供給装置。

【請求項 9】

10

20

30

40

50

請求項 5 ～ 8 のいずれか一項に記載の燃料供給装置において、
前記駆動制御手段は、定常状態の継続を条件として、前記学習制御を実行することを特徴とする燃料供給装置。

【請求項 10】

請求項 5 ～ 9 のいずれか一項に記載の燃料供給装置において、
前記駆動制御手段は、前記学習制御の途中で車両の運転条件が変化した場合、前記学習制御を中止することを特徴とする燃料供給装置。

【請求項 11】

請求項 5 ～ 10 のいずれか一項に記載の燃料供給装置において、
前記駆動制御手段は、前記可動部を前記開側位置から前記閉側位置まで移動させるのに要する前記第 1 駆動電流の通電時間を初期値として、前記学習制御を実行することを特徴とする燃料供給装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プランジャの往復移動により加圧室に吸入した燃料を加圧して圧送する高圧ポンプと当該高圧ポンプを制御する制御部とを備えた燃料供給装置に関する。

【背景技術】

【0002】

高圧ポンプは、プランジャの往復移動により加圧室に吸入した燃料を加圧して圧送する。このとき、加圧室で加圧される燃料は、吸入弁の閉弁タイミングによって調量される。すなわち、プランジャが下死点から上昇に転じたのち、吸入弁が開弁状態にある間は加圧室の燃料は吸入側へ戻されることになり、吸入弁が閉弁状態になると、加圧室にて加圧される。

20

【0003】

この吸入弁にはニードルが当接するようになっており、このニードルは可動コアに溶接固定されている。したがって、可動コアとニードルとは一体に可動する可動部となっている。そして、コイルに磁気吸引力が働かない非通電状態では、スプリングの付勢力によって吸入弁側（開側位置）に可動部が付勢されることになり、吸入弁が開弁状態となる。

【0004】

30

この状態から吸入弁を閉弁状態とするため、可動部を吸入弁から離れる位置（閉側位置）へ吸引するための通電が行われる。これにより、可動部が閉側位置へ移動すると、吸入弁側のスプリングおよび吸入弁よりも下流側の加圧室の燃料の圧力によって、吸入弁が閉弁状態となる（例えば、特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開平 9 - 1 5 1 7 6 8 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0006】

しかしながら、従来技術では、可動部を閉側位置へ移動させる際に、部材の衝突などによる作動音が発生することがある。この作動音は、時に運転者が気にする程のものとなることがあった。

【0007】

本発明は、上述した問題点を解決するためになされたものであり、その目的は、可動部を閉側位置に移動させる際の作動音を抑制可能な燃料供給装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

請求項 1 の燃料供給装置は、車両に搭載されて用いられる。燃料供給装置は、燃料通路

50

に配置される弁部材に当接可能で、閉側位置と開側位置との間を移動可能な可動部を備えている。このとき、可動部に対する磁気吸引力を発生させるためのコイルへの通電を行うのが駆動回路部である。駆動回路部は、第 1 駆動電流でコイルへ通電可能であるとともに、第 2 駆動電流でコイルへ通電可能である。第 1 駆動電流は、可動部を開側位置から閉側位置まで移動させることが可能な電流である。また、第 2 駆動電流は、可動部を閉側位置に保持可能な第 1 駆動電流よりも小さな電流である。

【 0 0 0 9 】

ここで特に、本発明では、第 1 駆動電流での通電による閉側位置への可動部の移動途中で、第 2 駆動電流での通電に切り換え、可動部を閉側位置へ移動させるよう駆動回路部が制御される。

10

【 0 0 1 0 】

従来技術では、本発明でいうところの第 1 駆動電流にて、開側位置から閉側位置まで可動部を移動させていた。そのため、可動部の移動速度が上昇していき、閉側位置に到達する時には、移動速度が大きなものとなる。結果として、運転者が気にする程の作動音が生じることになる。

【 0 0 1 1 】

この点、本発明では、第 1 駆動電流での通電による閉側位置への可動部の移動途中で、第 2 駆動電流での通電に切り換える。これにより、可動部の移動速度を閉側位置への到達時に抑えることができる。その結果、可動部を閉側位置に移動させる際の作動音を抑制することができる。

20

【 0 0 1 2 】

請求項 2 では、燃圧検出手段にて検出される燃料の圧力低下に基づき、第 1 駆動電流での通電の開始タイミングが決定される。例えば、燃料の圧力が下がると、通電開始タイミングが「前出し」されるという具合である。このようにすれば、適切な吐出量を確保することができる。なお、ここでは「圧力低下に基づき」としたが、「燃圧検出手段にて検出される燃料の圧力に基づき第 1 駆動電流の通電開始タイミングを決定すること」、としてもよい。

【 0 0 1 3 】

また、請求項 3 では、電流検出手段にて検出される電流の低下に基づき、第 1 駆動電流での通電の開始タイミングが決定される。例えば、駆動電流の低下が時間的に遅れると、通電開始タイミングが「前出し」されるという具合である。このようにすれば、適切な吐出量を確保することができる。

30

【 0 0 1 4 】

さらにまた、請求項 4 では、振動検出手段にて検出される振動の低下に基づき、第 1 駆動電流での通電の開始タイミングが決定される。例えば、振動の低下が生じると、通電開始タイミングが「前出し」されるという具合である。このようにすれば、適切な吐出量を確保することができる。

【 0 0 1 5 】

なお、上述の燃圧検出手段にて燃料の圧力を検出する方法、電流検出手段にて駆動電流の低下を検出する方法、振動検出手段にて振動の低下を検出する方法は、単独で用いてもよいし、あるいは、二つ以上の方法を併用してもよい。

40

【 0 0 1 6 】

請求項 5 では、第 1 駆動電流での通電時間である第 1 通電時間を徐々に短くしていく学習制御が実行され、第 1 通電時間が設定される。このような学習制御を実行すれば、適切に第 1 通電時間を設定することができ、可動部を閉側位置に移動させる際の作動音を抑制することができる。

【 0 0 1 7 】

このような学習制御を実行する場合、請求項 6 に示すように、通電開始タイミングの変化に基づき、第 1 通電時間を設定することが例示される。また、燃圧検出手段にて検出される燃料の圧力の変化に基づき、第 1 通電時間を設定することが考えられる。さらにまた

50

、電流検出手段にて検出される電流の変化に基づき、第1通電時間を設定することが考えられる。また、振動検出手段にて検出される振動レベルの変化に基づき、第1通電時間を設定することが考えられる。

【0018】

車両の運転条件が変わると、適切な第1通電時間も変わる可能性がある。そこで、請求項7では、車両の運転条件に対応する複数の運転領域毎に、学習制御を実行し、第1通電時間を設定する。運転条件とは、エンジン回転数、エンジン負荷、エンジン冷却水温、および、エンジンオイルの温度などを基に判断されるものである。このように運転条件に対応する運転領域毎に学習制御を実行すれば、種々の運転条件に応じて、適切な第1通電時間を設定することができ、可動部を閉側位置に移動させる際の作動音を抑制することができる。

10

【0019】

このときは、第1通電時間が未設定の運転領域のうち、学習制御の対象となっている対象運転領域よりも第1通電時間が小さく設定されると推定される運転領域に対しては、対象運転領域に設定された第1通電時間を設定することとしてもよい。第1通電時間が小さく設定されると推定される運転領域に対し、相対的に大きな第1通電時間を設定しても、吐出不良が生じることはない。このようにすれば、すべての運転領域で学習制御を実行する必要がなくなる。

【0020】

また、請求項9では、定常状態の継続を条件として学習制御を実行する。ここで、定常状態とは、運転条件が所定範囲にある状態をいう。また、運転条件に限られず、バッテリー電圧、燃料温度、燃料圧力、および、燃料粘度のうち少なくとも一つが所定範囲にある状態としてもよい。このような定常状態の継続を条件として学習制御を実行すれば、適切な第1通電時間を設定することができる。運転条件等が変化すると、適切な第1通電時間が変化してしまうためである。したがって、請求項10に示すように、学習制御の途中で車両の運転条件が変化した場合、学習制御を中止することとしてもよい。

20

【0021】

なお、学習制御では第1通電時間を徐々に短くするのであるが、例えば請求項11に示すように、可動部を開側位置から閉側位置まで移動させるのに要する第1駆動電流の通電時間を初期値として、学習制御を実行するようにしてもよい。このようにすれば、吐出不良が生じさせないように第1通電時間を設定することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の第1実施形態の燃料供給装置を含む全体構成を示す説明図である。

【図2】本発明の第1実施形態の燃料供給装置を構成する高圧ポンプの構成を示す概略断面図である。

【図3】本発明の第1実施形態の燃料供給装置を示すブロック図である。

【図4】本発明の第1実施形態の燃料供給装置の高圧ポンプの作動を示す説明図である。

【図5】比較例の燃料供給装置の作動を示す説明図である。

【図6】本発明の第1実施形態の燃料供給装置の作動を示す説明図である。

40

【図7】通電時間と振動振幅との対応関係を示す説明図である。

【図8】本発明の第1実施形態の学習制御を示す説明図である。

【図9】本発明の第1実施形態の学習制御を示すフローチャートである。

【図10】本発明の第1実施形態の学習条件判定を示すフローチャートである。

【図11】(a)はポンプ回転数と閉弁力との関係を示す説明図であり、(b)はエンジン回転数と振動振幅との関係を示す説明図である。

【図12】(a)はカムリフトおよびカム速度を示す説明図であり、(b)はエンジンの負荷率と振動振幅との関係を示す説明図である。

【図13】運転領域毎の学習制御を示す説明図である。

【図14】運転領域毎の学習制御を示す説明図である。

50

【図 1 5】本発明の第 1 実施形態の学習条件判定の変形例を示すフローチャートである。

【図 1 6】本発明の第 2 実施形態の学習制御を示す説明図である。

【図 1 7】本発明の第 3 実施形態の学習制御を示す説明図である。

【図 1 8】本発明のその他の実施形態の燃料供給装置を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

(第 1 実施形態)

本発明の第 1 実施形態の燃料供給装置を含む全体構成を図 1 に示す。

本形態の燃料供給装置 100 は、高圧ポンプ 10、電子制御装置（以下「ECU」という）101、及び、燃圧検出センサ 102 を備えている。

10

【0024】

高圧ポンプ 10 は、プランジャ部 30、調量弁部 50、及び、吐出弁部 70 等を備えている。この高圧ポンプ 10 は、燃料タンク 200 から低圧ポンプ 201 によって汲み上げられる燃料を加圧して、燃料レール 400 へ吐出する。高圧ポンプ 10 の内部には、燃料を加圧する加圧室 14 が形成されている。この加圧室 14 にて、燃料が加圧される。具体的には、カムシャフト 300 が回転すると、カム 301 のカムプロフィールに従ってプランジャ 31 が往復運動することにより、加圧室 14 の容積変化が作出される。吐出弁部 70 は、加圧室 14 内の燃料圧力に応じ、燃料を燃料レール 400 へ吐出する。燃料レール 400 には、複数のインジェクタ 401 が接続されている。このインジェクタ 401 は、エンジンのシリンダ 500 が形成する燃焼室 501 内へ燃料を噴射する。

20

【0025】

調量弁部 50 は、加圧室 14 の燃料を調量する。この調量弁部 50 に対する通電制御を行うのが、ECU 101 である。ECU 101 には燃料レール 400 に設けられた燃圧検出センサ 102 が接続されており、ECU 101 は、燃料レール 400 の燃料圧力に基づく制御を行う。

【0026】

次に、高圧ポンプ 10 の構成について説明する。図 2 は、高圧ポンプ 10 の構成を示す概略断面図である。

【0027】

図 2 に示すように、高圧ポンプ 10 は、ハウジング本体 11 を中心に構成されている。このハウジング本体 11 は、例えばマルテンサイト系のステンレスなどで形成されている。ハウジング本体 11 の一方向（図中では上方）に、カバー 12 が取り付けられている。また、カバー 12 の反対側には、プランジャ部 30 が構成されている。また、カバー 12 とプランジャ部 30 の配列方向に直交する方向には、調量弁部 50 および吐出弁部 70 が構成されている。

30

【0028】

ハウジング本体 11 にカバー 12 が取り付けられることにより、燃料室 13 が形成されている。この燃料室 13 には、低圧ポンプ 201 によって燃料タンク 200 から燃料が供給される（図 1 参照）。このように燃料室 13 に供給された燃料は、調量弁部 50 の内部を経由し、ハウジング本体 11 の中央付近の加圧室 14 を経由して、吐出弁部 70 からインジェクタ 401 が接続される燃料レール 400 へ圧送される（図 1 参照）。

40

【0029】

次に、プランジャ部 30、調量弁部 50、および、吐出部 70 の構成について、順に説明する。

最初にプランジャ部 30 について説明する。プランジャ部 30 は、プランジャ 31、プランジャ支持部 32、オイルシール 33、ロアシート 34、リフター 35、および、プランジャスプリング 36 を備えている。

【0030】

ハウジング本体 11 は、その内部に、シリンダ 15 を形成している。このシリンダ 15 に対し軸方向に往復移動可能に支持されるのが、プランジャ 31 である。プランジャ支持

50

部 3 2 は、ハウジング本体 1 1 にて形成されるシリンダ 1 5 の端部に配置されており、シリンダ 1 5 と共にプランジャ 3 1 を往復移動可能に支持する。

【 0 0 3 1 】

プランジャ 3 1 は、加圧室 1 4 側において、シリンダ 1 5 の内径と同様の外径を有し、プランジャ支持部 3 2 側では、その径が小さくなっている。プランジャ支持部 3 2 は、その内部に、燃料シール 3 7 を有している。この燃料シール 3 7 は、加圧室 1 4 からエンジンへの燃料漏れを防止する。また、プランジャ支持部 3 2 は、その先端に、オイルシール 3 3 を有している。オイルシール 3 3 は、エンジン内から加圧室 1 4 へのオイルの浸入を防止する。

【 0 0 3 2 】

プランジャ支持部 3 2 側のプランジャ 3 1 の端部にはロアシート 3 4 が取り付けられており、このロアシート 3 4 を介在させて、片側が開口する円筒状のリフター 3 5 がプランジャ 3 1 と一体に構成されている。リフター 3 5 の内側にはプランジャスプリング 3 6 が配置されており、プランジャスプリング 3 6 は、一端をハウジング本体 1 1 に係止され、他端をロアシート 3 4 に係止されている。

【 0 0 3 3 】

このとき、リフター 3 5 の下方にはカムシャフト 3 0 0 に取り付けられたカム 3 0 1 が当接し（図 1 参照）、カムシャフト 3 0 0 の回転によりカム 3 0 1 のカムプロフィールに応じてリフター 3 5 が軸方向に往復移動する。これに伴い、プランジャ 3 1 が軸方向に往復移動することになる。プランジャスプリング 3 6 は、プランジャ 3 1 の戻しバネであり、リフター 3 5 をカム 3 0 1 面に当接させるように付勢する。

【 0 0 3 4 】

次に、調量弁部 5 0 について説明する。

調量弁部 5 0 は、ハウジング本体 1 1 によって形成される筒部 5 1、筒部 5 1 の開口を覆う弁部カバー 5 2、コネクタ 5 3、および、コネクタハウジング 5 4 を備えている。

【 0 0 3 5 】

筒部 5 1 は、略円筒状に形成され、内部に燃料通路 5 5、当該燃料通路 5 5 と燃料室 1 3 とを連通する連通路 1 6 を形成している。また、筒部 5 1 の外周にはゴムシール 1 7 が設けられており、燃料通路 5 5 からの燃料漏れを防止する。燃料通路 5 5 には、略円筒状のシートボデー 5 6 が配置されている。シートボデー 5 6 はその外周にゴムシール 5 7 を有し、シートボデー 5 6 と筒部 5 1 の内壁との間がシールされている。かかる構成により、シートボデー 5 6 の内部を燃料が通過する。

【 0 0 3 6 】

シートボデー 5 6 の内部には、吸入弁 5 8 が配置されている。この吸入弁 5 8 は円板状の底部 5 9 と円筒状の壁部 6 0 とで構成されており、底部 5 9 と壁部 6 0 とで構成される内部空間には、スプリング 6 1 が収容配置されている。このスプリング 6 1 は、吸入弁 5 8 よりも加圧室 1 4 側に配置される係止部 6 2 に、その端部を係止されている。なお、係止部 6 2 は、シートボデー 5 6 の内壁に取り付けられたスナップリング 6 3 にて係止されている。

【 0 0 3 7 】

また、吸入弁 5 8 の底部 5 9 には、ニードル 6 4 が当接している。このニードル 6 4 は、上述した弁部カバー 5 2 を貫通し、コネクタ 5 3 の内部まで延びている。コネクタ 5 3 は、コイル 6 5 と当該コイル 6 5 へ通電するための端子 5 3 a とを有している。コイル 6 5 の内周側には、所定位置に保持される固定コア 6 6、スプリング 6 7、可動コア 6 8 が配置されている。可動コア 6 8 に溶接固定されるのが、上述したニードル 6 4 である。つまり、可動コア 6 8 とニードル 6 4 とは一体になっている。また、スプリング 6 7 は、一端を固定コア 6 6 に係止され、他端を可動コア 6 8 に係止されている。

【 0 0 3 8 】

かかる構成により、コネクタ 5 3 の端子 5 3 a へ通電されると、コイル 6 5 にて発生する磁束によって固定コア 6 6 と可動コア 6 8 との間に磁気吸引力が発生し、可動コア 6 8

10

20

30

40

50

が固定コア 66 側へ移動し、これに伴ってニードル 64 が、加圧室 14 から離れる方向へ移動する。このときは、吸入弁 58 の移動がニードル 64 にて規制されない。したがって、吸入弁 58 の底部 59 がシートボデー 56 の座部 69 に着座可能となり、吸入弁 58 の着座により、燃料通路 55 と加圧室 14 とが遮断される。一方、コネクタ 53 の端子 53a へ通電が行われないと、磁気吸引力がなくなるため、スプリング 67 の付勢力により、可動コア 68 が固定コア 66 から離間する方向へ移動することで、ニードル 64 が加圧室 14 側へ移動する。これにより、吸入弁 58 が加圧室 14 側へ移動する。このときは、吸入弁 58 の底部 59 が、座部 69 から離座することで、燃料通路 55 と加圧室 14 とが連通する。

【0039】

次に、吐出弁部 70 について説明する。吐出弁部 70 は、ハウジング本体 11 にて形成される円筒状の収容部 18、弁体 71、スプリング 72、係止部 73、および、吐出口 74 を備えている。

【0040】

収容部 18 は、その内部に収容室 19 を形成している。弁体 71、スプリング 72、および、係止部 73 は、収容室 19 に収容されている。弁体 71 は、係止部 73 に一端を係止されるスプリング 72 の付勢力により、加圧室 14 側へ付勢されている。これにより、弁体 71 は、加圧室 14 の燃料の圧力が低いときは、収容室 19 の加圧室 14 側の開口を閉塞する。結果として、加圧室 14 と収容室 19 とが遮断される。一方、加圧室 14 の燃料の圧力が大きくなってスプリング 72 の付勢力及び燃料レール 400 側からの圧力に打ち勝つと、弁体 71 が吐出口 74 の方向へ移動する。弁体 71 の内部には燃料の通り路となる空間が形成されており、収容室へ流入した燃料は、弁体 71 の内部空間を経由して吐出口 74 から吐出される。すなわち、弁体 71 は燃料の吐出を断続する逆止弁として機能する。

【0041】

次に、燃料供給装置のブロック構成を図 3 に基づいて説明する。

上述したように、燃料供給装置 100 は、ECU 101 を備えている。この ECU 101 が、コネクタ 53 の端子 53a に接続されて、コイル 65 への通電制御を行う。すなわち、調量弁部 50 のニードル 64 を制御する。

【0042】

燃料供給装置 100 は、ECU 101 と、燃圧検出センサ 102 とで構成されている。ECU 101 は、いわゆる CPU、ROM、RAM、I/O とこれらを接続するバスラインを有するマイクロコンピュータである。本形態の ECU 101 は、燃圧制御部 103 と、駆動回路 104 とを有している。

【0043】

燃圧検出センサ 102 は、吐出口 74 (図 2 参照) から吐出される燃料の圧力を測るためのセンサである。したがって、上述したように、燃圧検出センサ 102 は、吐出弁部 70 の吐出口 75 の下流に配設される燃料レール 400 に設けられている。もちろん、燃料レール 400 に設けることには限られず、圧送される燃料の圧力を測定できる場所であればどこに設けてもよい。そして、燃圧検出センサ 102 からの信号が入力されるのが、燃圧制御部 103 である。

【0044】

燃圧制御部 103 は、燃圧検出センサ 102 から入力される信号に基づき、燃料の圧力が目標圧力となるように駆動回路 104 を制御する。駆動回路 104 は、高圧ポンプ 10 に対して実際に通電を行うのであるが、駆動回路 104 は、燃圧制御部 103 からの駆動信号によって 2 種類の駆動電流で通電可能となっている。

【0045】

次に、高圧ポンプ 10 の作動について図 4 に基づき説明する。

上述したように図 1 に示したカムシャフト 300 が回転すると、プランジャ 31 がその軸方向に往復移動する。プランジャ 31 は、図 4 中に「カムリフト」として示すごとく、

10

20

30

40

50

上死点と下死点との間を往復移動する。ここでは(1)吸入行程、(2)戻し行程、(3)加圧行程に分けて説明する。

【0046】

(1) 吸入行程

プランジャ31が図2の下方へ移動するとき(図4中のA→B)、コイル65への通電は停止される。そのため、吸入弁58は、スプリング67によって付勢されている可動コア68と一体のニードル64により加圧室14側へ移動している。このとき、可動コア68およびニードル64は「開側位置」にある。その結果、吸入弁58は、シートボデー56の座部69から離座する。これにより、燃料室13と加圧室14とが連通する。また、このとき、加圧室14の圧力は低下する。したがって、燃料室13の燃料は、加圧室14へ吸入される。

10

【0047】

(2) 戻し行程

プランジャ31が下死点から上死点に向かって上昇をはじめると(図4中のB→C)、加圧室14の燃料の圧力は上昇し、吸入弁58には、加圧室14側の燃料から、シートボデー56の座部69に着座する方向へ力が加わる。しかし、コイル65に通電していないときは、ニードル64はスプリング67の付勢力により、加圧室14側へ移動している。これにより、コイル65に通電されていない状態では、吸入弁58はシートボデー56の座部69から離座した状態となる。その結果、加圧室14の燃料は、上述の吸入行程とは逆に、プランジャ31の上昇によって燃料室13へ戻される。

20

【0048】

(3) 加圧行程

戻し行程の途中でコイル65への通電が行われると、コイル65に発生した磁界により磁気回路が形成される。すると、固定コア66と可動コア68との間に磁気吸引力が発生する。そして、固定コア66と可動コア68との間に発生する磁気吸引力がスプリング67の付勢力よりも大きくなると、可動コア68は固定コア66側へ移動する。そのため、可動コア68と一体のニードル64も、固定コア66側へ移動する。このとき可動コア68およびニードル64は「閉側位置」にある。ニードル64が固定コア66側へ移動すると、吸入弁58とニードル64とが離間する。その結果、吸入弁58は、スプリング61の付勢力および加圧室14側の燃料から受ける圧力により、シートボデー56の座部69へ着座する(図4中のC)。

30

【0049】

吸入弁58が座部69に着座することにより、燃料室13と加圧室14との間が遮断される。この遮断によって、加圧室14から燃料室13への燃料の戻し行程は終了する。したがって、この遮断のタイミングを調整することにより、加圧室14から燃料室13へ戻される燃料の量が調整され、同時に、加圧室14で加圧される燃料の量が決定される。

【0050】

加圧室14と燃料室13との間が遮断された状態でプランジャ31がさらに上死点へ向けて上昇すると(図4中のC→D)、加圧室14の燃料の圧力は上昇する。加圧室14の燃料の圧力が所定の圧力以上になると、上述したように吐出弁部70の弁体71が加圧室14側から離れるように移動する。これにより、加圧室14と収容室19とが連通し、加圧室14で加圧された燃料は吐出口74から吐出される。吐出口74から吐出された燃料は、図1に示した燃料レール400を経由してインジェクタ401に供給される。

40

【0051】

プランジャ31が上死点まで移動すると(図4中のD)、プランジャ31は再び図2の下方へ移動する。

なお、加圧室14の燃料の圧力が所定値まで上昇したとき、コイル65への通電は停止される。加圧室14の燃料の圧力が上昇すると、加圧室14側の燃料によって、吸入弁58は、シートボデー56の座部69に着座した状態で維持されるためである。

【0052】

50

上記(1)から(3)までの行程を繰り返すことにより、高圧ポンプ10は吸入した燃料を加圧して吐出する。繰り返しになるが、燃料の吐出量は、調量弁部50のコイル65への通電タイミングを調整することにより調整される。

【0053】

以上、高圧ポンプ10の作動について説明したが、本形態の特徴は、高圧ポンプ10への通電タイミングにある。そこで、次に比較例と対比しながら、本発明の特徴について説明する。

【0054】

図5は、比較例を示す説明図である。この説明図は図4中にCで示した吸入弁58の閉弁作動に係るものであり、時刻 t_4 で吸入弁58が閉弁している様子を示している(図中の「吸入弁挙動」参照)。

10

【0055】

図5から分かるように、吸入弁58の閉弁に先んじて可動コア68と一体のニードル64が作動し(図中の「ニードル挙動」参照)、さらに、ニードル64の作動に先立って可動コア68に吸引力を発生させるための通電が行われており(図中の「電流」参照)、またさらに、この通電に先立って、2種類の駆動信号として、第1駆動信号、第2駆動信号が出力されている(図中の「第1駆動信号」および「第2駆動信号」参照)。

【0056】

この第1駆動信号および第2駆動信号を出力するのが、図3に示したECU101の燃圧制御部103である。燃圧制御部103は、第1駆動信号および第2駆動信号を駆動回路104へ出力する。そして、駆動回路104が高圧ポンプ10への通電を行う。このとき、駆動回路104は、燃圧制御部103からの第1駆動信号および第2駆動信号に基づき、供給する駆動電流を切り換えて出力する。具体的には、第1駆動信号がハイレベルになっている間は通電を行うようになっており、このとき、第2駆動信号がハイレベルであれば相対的に大きな第1駆動電流で通電し、第2駆動信号がローレベルであれば相対的に小さな第2駆動電流で通電する。詳しくは、第1駆動電流は、可動コア68およびニードル64を「開側位置」から「閉側位置」へ移動させるに足る電流であり、第2駆動電流は、吸入弁58の閉弁状態を維持すべく可動コア68およびニードル64を「閉側位置」に保持するに足る電流である。このように第1駆動電流および第2駆動電流によって通電するのは、加圧室14の燃料の圧力が上昇することにより、例えば吸入弁58の閉弁後は、

20

30

【0057】

図5の説明に戻ると、時刻 t_1 で第1駆動信号および第2駆動信号がともにハイレベルとなるため、駆動回路104の駆動電流が時刻 t_1 から立ち上がる。そして、時刻 t_2 から時刻 t_4 まで第1駆動電流(図中の I_1)で通電され、時刻 t_5 から t_6 まで第2駆動電流(図中の I_2)で通電される。なお、詳細には、第1駆動電流は、ニードル64の挙動に合わせて一時的に低下する(図中の記号 d)。時刻 t_1 から通電が開始されると、磁気吸引力が発生し、可動コア68が加圧室14から離れる方向へ移動するため、可動コア68と一体になってニードル64が移動する。図5では、時刻 t_3 で、ニードル64の移動が完了している。その後、ニードル64に当接しなくなった吸入弁58が時刻 t_4 で閉弁され(図5中の「吸入弁挙動」参照)、時刻 t_4 から、加圧室14の圧力が上昇することになる(図5中の「加圧室圧力」参照)。

40

【0058】

この比較例では、吸入弁58が閉弁する時刻 t_4 において、第2駆動信号がローレベルとなっており、その後は、上述したように時刻 t_5 から時刻 t_6 まで、第2駆動電流での通電が行われる。これは、一度閉弁状態となった吸入弁58を閉弁状態に維持できればよいためである。

【0059】

しかしながら、この比較例では吸入弁58が完全に閉弁状態となる時刻 t_4 まで第1駆動電流で通電するため、時刻 t_3 におけるニードル64の移動速度(図5中の K で示す部

50

分の傾き)は大きなものとなる。このため、例えば固定コア66と可動コア68との衝撃音などが発生し、ニードル64の作動音が大きくなってしまう。

【0060】

そこで本形態では、高圧ポンプ10への通電時間を調整する構成とした。図6は、本形態の燃料供給装置100の作動を示す説明図である。

【0061】

上記比較例では吸入弁58が閉弁する時刻 t_4 において第2駆動信号をローレベルとしているのに対し、本形態では、ニードル64が移動を完了する前の時刻 T_2 において、第2駆動信号をローレベルとしている。これにより、時刻 T_2 以降のニードル64の移動速度(図6中に記号Kで示す傾き)が徐々に小さくなる。いうなれば、ニードル64の「ソフトランディング」が実現される。これにより、例えば固定コア66と可動コア68との衝撃音を抑制することができ、ニードル64の作動音を減少させることができる。

10

【0062】

ところで、第2駆動信号がハイレベルとなる時間(以下「通電時間」という)が短くなると、ニードル64の移動完了時期が遅れることになり、結果として、吸入弁58の閉弁時期が遅れる。吸入弁58の閉弁時期が遅れると、上述した高圧ポンプ10の戻し行程(上記(2)参照)が長くなり、加圧行程(上記(3)参照)が短くなる。したがって、通電時間が短すぎると、高圧ポンプ10の吐出不良を招く。

【0063】

この関係を示すのが、図7の説明図である。図7によると、通電時間が T_v1 を上回ると急激に振動振幅が大きく(作動音が大きく)なり、通電時間が T_v2 を下回ると吐出不良が生じることが分かる。したがって、本形態では、図7中の記号Dで示す範囲におさまるように、通電時間 T_v を設定する。通電時間 T_v の設定は学習制御によって行われる。

20

【0064】

そこで次に、通電時間 T_v の学習制御について説明する。

ここで、図3に示した燃圧制御部103の制御についてさらに具体的な説明を加える。

燃料の圧力を検出する燃圧検出センサ102からの信号に基づき、ECU101では、燃圧制御部103が駆動回路104へ第1駆動信号および第2駆動信号を出力することは既に述べた。燃圧制御部103は吸入弁58を閉弁するために図6中の時刻 T_1 で第1駆動信号および第2駆動信号を共にハイレベルにするのであるが、この通電開始タイミング(時刻 T_1)は、燃圧検出センサ102にて検出される燃料の圧力を目標圧力とするようにフィードバック制御される。したがって、燃圧検出センサ102にて検出される燃料の圧力が低下していくと、時刻 T_1 が時間的に進むことになる。すなわち、通電開始タイミングが「前出し」される。以下、燃圧制御部103からの第1駆動信号および第2駆動信号がハイレベルになる通電開始タイミングを「スピル弁閉弁時期 *epduty*」という。なお、このスピル弁閉弁時期 *epduty* は、図4にDで示した上死点を基準にするものであり、閉弁時期が早くなると大きくなり、閉弁時期が遅くなると小さくなる。また、スピル弁閉弁時期 *epduty* が「通電開始タイミング」に相当する。

30

【0065】

このような構成を前提として、本形態では、通電時間 T_v を初期値から徐々に短くしていく(図8中の $E_0 \rightarrow E_1$)。初期値は、通電時間 T_v の最大設定値であり、例えば図5の比較例に示した時刻 $t_1 \sim t_4$ の期間とすることが例示される。

40

【0066】

通電時間 T_v が短くなるとは、第2駆動信号がローレベルに反転するまでの時間が短くなることをいう。そして、図6で説明したように、ニードル64の移動が完了する前に第2信号がローレベルに反転するほど通電時間が短くなると、吸入弁58の閉弁時期が遅れるようになる。すると、吐出量が減少するため、燃圧検出センサ102にて検出される燃料の圧力が低下する。これにより、スピル弁閉弁時期 *epduty* が大きくなる(図8中の $E_1 \rightarrow E_2$)。すなわち上述したような「前出し」が行われる。

【0067】

50

さらに、通電時間 T_v を短くしていくと「前出し」しても燃料の圧力を維持できなくなり、目標圧力に維持できない限界となる（図 8 中の E 2）。

【0068】

これを図 7 で見ると、スピル弁閉弁時期 $epduty$ が大きくなり始めるのは、ニードル 64 の移動が完了する前に第 2 駆動信号がローレベルに反転する時期からであり、極端に振動が減少する通電時間 $T_v 1$ におおよそ対応する。また「前出し」しても燃料の圧力が低下し始める限界は、通電時間 $T_v 2$ に対応する。

【0069】

そこで本形態では、図 8 中の E 2 における通電時間 T_v を仮学習し、その後、図 8 中の E 2 における増加量 $tepduty$ の半分を目安に、通電時間 T_v を長くして本学習を行う。これによって、図 7 で示す範囲 D のほぼ真ん中に通電時間 T_v が設定される。

10

【0070】

このような本形態における学習制御を、図 9 のフローチャートに基づき説明する。

【0071】

最初のステップ S 100（以下「ステップ」を省略し、単に記号「S」で示す）において、学習条件が成立したか否かを判断する。この判断は、学習フラグ $extv$ が ON となっているか否かに基づいて行う。この学習フラグ $extv$ は、後述する処理にて、学習条件が成立するとセットされて ON となる。ここで学習フラグ $extv$ が ON である場合（S 100：YES）、S 110 にて通電時間 T_v を短縮し、S 120 へ移行する。S 110 では、通電時間 T_v から所定値を差し引いたものを新たな通電時間 T_v とする。一方、学習フラグ $extv$ が OFF である場合（S 100：NO）、S 160 へ移行する。

20

【0072】

S 120 では、燃圧が低下し始めたか否かを判断する。この処理は、図 8 中の E 2 を判断するものである。ここで、燃圧が低下し始めたと判断された場合（S 120：YES）、S 130 へ移行する。一方、燃圧が一定値を保っているうちは（S 120：NO）、S 160 へ移行する。

【0073】

S 130 では、仮学習を実施する。この処理は、現在の通電時間 T_v を仮学習値 $T_v pre$ とするものである。続く S 140 では、仮学習値 $T_v pre$ に戻し値 M を加えて本学習値 $T_v cal$ とする。

30

【0074】

次の S 150 では、スピル弁閉弁時期 $epduty$ を更新する。これは、スピル弁閉弁時期 $epduty$ も「前出し」されて変更されているため、変更後のスピル弁閉弁時期 $epduty$ を記憶するものである。また、学習フラグ $extv$ をリセットして OFF とする。

【0075】

S 150 から移行する、または、S 100 あるいは S 120 にて否定判断された場合に移行する S 160 では学習値 $T_v cal$ を新たな通電時間 T_v として設定し、その後、学習処理を終了する。

【0076】

40

続けて、図 10 に基づき、学習条件判定を説明する。この処理は、学習条件の成立を判定するものである。すなわち、この学習条件判定によって、学習条件が成立すると、学習フラグ $extv$ がセットされて ON になる。

【0077】

最初の S 200 では、学習フラグ $extv$ が ON となっているか否かを判断する。ここで学習フラグ $extv$ が ON であると判断された場合（S 200：YES）、以降の処理を実行せず、学習条件判定を終了する。一方、学習フラグ $extv$ が OFF であると判断された場合（S 200：NO）、S 210 へ移行する。

【0078】

S 210 では、定常運転か否かを判断する。この判断は、エンジン回転数およびエンジ

50

ン負荷がともに所定値以下であるか否かで行う。なお、このような判断に加え、アイドル状態にあるか否かを判断してもよい。具体的には、車速が「0」で、かつ、アクセルペダルが踏み込まれていないことを判断するようにしてもよい。さらに、このようなアイドル状態の判断に代え、燃料の圧力が所定値以下であることや、VCT駆動がないことを判断してもよい。ここで定常運転であると判断された場合（S210：YES）、S220へ移行する。一方、定常運転でないと判断された場合（S210：NO）、以降の処理を実行せず、学習条件判定を終了する。

【0079】

S220では、エンジン冷却水温が所定値S0以上であるか否かを判断する。ここでエンジン冷却水温 S0であると判断された場合（S220：YES）、S230にて学習フラグextvをセットしてONとし、その後、学習条件判定を終了する。一方、エンジン冷却水温<S0である場合（S220：NO）、S230の処理を実行せず、学習条件判定を終了する。

10

【0080】

このように本形態では、少なくとも定常運転時に学習を行うものとしている（図10中のS210）。すなわち、定常状態の継続を条件にしている。その理由を説明する。ここでは最初にエンジン回転数と学習条件との関係（A）を説明し、次に、エンジン負荷と学習条件との関係（B）を説明する。

【0081】

（A）エンジン回転数と学習条件との関係

20

図11（a）に示すように、ポンプ回転数 N_p が高くなると、吸入弁58の閉弁力も大きくなることが知られている。ここでいうポンプ回転数 N_p とは、カムシャフトの回転数である。つまり、ポンプ回転数 N_p が大きくなると、プランジャ31による加圧室14の圧力上昇速度が大きくなるため、吸入弁58の閉弁力が増加するのである。そして、ポンプ回転数 N_p はエンジン回転数 N_E に比例するため、図11（b）に示すように、エンジン回転数 N_E が高くなると、ポンプ回転数 N_p が大きくなり、閉弁力が増加するため、振動振幅が大きくなる。すなわち、エンジン回転数が大きくなるほど、作動音が大きくなる。さらに、図11（b）に示すように、低回転域では、振動振幅が大きにならない。詳しくは、アイドル運転時には振動の悪化がなく、また、走行開始直後の急激な振動の悪化もない。そして、図11（a）に示したようにポンプ回転数 N_p が高くなると閉弁力が増加するため、吸入弁58の閉弁時期は時間的に進むことになる。したがって、エンジン低回転時に学習した通電時間 T_v を高回転時に利用しても、吐出不良が起きることはない。これらの理由から、エンジン回転数が所定値以下である場合に学習制御を行うことが望ましい。

30

【0082】

（B）エンジン負荷と学習条件との関係

図12（a）は、図4に示したカムリフトの曲線に重ね、カム速度（プランジャ31の速度）の曲線を波線で示すものである。図中には、エンジン負荷を H_1 、 H_2 、 H_3 （ $H_1 < H_2 < H_3$ ）で示した。図12（a）から、エンジン負荷が高くなると、カム速度が大きくなることが分かる。このとき、図12（b）には、エンジンの負荷率と振動振幅との関係を、エンジン回転数 N_E が低速の場合と高速の場合とで示した。エンジン回転数 N_E が低速の場合、負荷が大きくなっても振動振幅の増加がほとんど生じていない。また、エンジン回転数 N_E が高速の場合、負荷が大きくなるとわずかに振動振幅の増加が見られる。また、エンジン低負荷時に学習した通電時間 T_v を高負荷時に利用しても、上記エンジン回転数の場合と同様、吐出不良が起きることはない。これらの理由から、エンジン負荷が所定値以下である場合に学習制御を行うことが望ましい。

40

【0083】

以上（A）、（B）から、エンジン回転数およびエンジン負荷がともに所定値以下である場合に学習条件を成立させることが適切であることが分かる。

【0084】

50

ところで、エンジン回転数およびエンジン負荷で学習条件を成立させる場合、複数の運転条件でそれぞれ学習条件を成立させるようにしてもよい。例えば図13(a)に示すように、エンジン回転数NEを4段階の範囲で設定するとともにエンジン負荷KLを4段階の範囲で設定し、合計16個の運転領域を設定して、これらの運転領域毎に学習を行うという具合である。このようにすれば、より適切な通電時間Tvを設定することができる。

【0085】

上述したように、エンジンの低回転時に学習した通電時間Tvをエンジンの高回転時に利用しても、また、エンジンの低負荷時に学習した通電時間Tvをエンジンの高負荷時に利用しても、吐出不良が生じることはない。したがって、複数の運転条件毎に学習を行う構成において、ある運転条件で学習した学習値を、高回転側および高負荷側に適用してもよい。具体的には、図13(b)に示すように、エンジン回転数がNE1でエンジン負荷がKL1のときは、ハッチングを施して示した運転領域Xでの学習が行われる。この運転領域Xの学習値を、この運転領域よりも高回転側および高負荷側にある5つの運転領域Y(太い実線で囲まれた領域)の学習値として採用することが考えられる。図13(b)では、運転領域Xとともに運転領域Yに学習値Tv1が設定されている。

10

【0086】

続けて、図14(a)および(b)に示すように、さらに低回転であるエンジン回転数NE2(<NE1)、および、低負荷であるエンジン負荷KL2(<KL1)で学習をした場合を考える。

【0087】

このときの運転領域Zの学習値をTv2とすると、通常、 $Tv2 < Tv1$ となるため、図14(a)に示すように、高回転側および高負荷側にある15の運転領域W1(太い実線で囲まれた領域)の学習値としてTv2を採用することが考えられる。

20

【0088】

一方、仮に $Tv2 = Tv1$ である場合、運転領域Zよりも高回転側で高負荷側にある15の運転領域のうち、学習値Tv1の領域を除いた残りの領域W2(太い実線で示した領域)の学習値としてTv2を採用することが考えられる。

【0089】

ここまではエンジン回転数とエンジン負荷とに基づく運転条件毎に学習を行う構成について説明してきたが、図10中のS220に示したようにエンジン冷却水温で学習条件を判断する場合、複数のエンジン冷却水温毎に学習を行うようにしてもよい。具体的には、次に示すように複数の水温範囲を設定して、この水温範囲毎に学習を行うことが考えられる。

30

【0090】

図15は、エンジン冷却水温毎に学習条件の判定を行う学習条件判定を示すフローチャートである。

【0091】

最初のS300では、学習フラグextvがONとなっているか否かを判断する。この処理は、図10中のS200の処理と同様のものである。ここで学習フラグextvがONであると判断された場合(S300:YES)、以降の処理を実行せず、学習条件判定を終了する。一方、学習フラグextvがOFFであると判断された場合(S300:NO)、S310へ移行する。

40

【0092】

S310では、定常運転か否かを判断する。この処理は、図10中のS210の処理と同様のものである。ここで定常運転であると判断された場合(S310:YES)、S320へ移行する。一方、定常運転でないと判断された場合(S310:NO)、以降の処理を実行せず、学習条件判定を終了する。

【0093】

S320では、エンジン冷却水温が第1範囲(S1 水温 S2)にあるか否かを判断する。ここで第1範囲にあると判断された場合(S320:YES)、S350にて水温

50

条件フラグ $extv1$ をセットして ON とし、その後、S 3 8 0 へ移行する。一方、第 1 範囲にないと判断された場合 (S 3 2 0 : NO)、S 3 3 0 へ移行する。

【0094】

S 3 3 0 では、エンジン冷却水温が第 2 範囲 (S 3 水温 S 4) にあるか否かを判断する。ここで第 2 範囲にあると判断された場合 (S 3 3 0 : YES)、S 3 6 0 にて水温条件フラグ $extv2$ をセットして ON とし、その後、S 3 8 0 へ移行する。一方、第 2 範囲にないと判断された場合 (S 3 3 0 : NO)、S 3 4 0 へ移行する。

【0095】

S 3 4 0 では、エンジン冷却水温が第 3 範囲 (S 5 水温 S 6) にあるか否かを判断する。ここで第 3 範囲にあると判断された場合 (S 3 4 0 : YES)、S 3 7 0 にて水温条件フラグ $extv3$ をセットして ON とし、その後、S 3 8 0 へ移行する。一方、第 3 範囲にないと判断された場合 (S 3 4 0 : NO)、学習条件判定を終了する。

【0096】

S 3 5 0、S 3 6 0 および S 3 7 0 から移行する S 3 8 0 では、学習フラグ $extv$ をセットして ON とし、その後、学習条件判定を終了する。S 3 8 0 の学習フラグ $extv$ は、いずれかの範囲の水温での学習条件が成立したときに ON となる学習条件の成立を示すフラグである。

【0097】

このような学習条件判定が行われる場合、図 9 に示した学習処理において破線で示した S 1 2 0 ~ S 1 5 0 の処理を、それぞれの冷却水温の範囲 (第 1 範囲、第 2 範囲、および、第 3 範囲) 毎に実行することになる。具体的には、水温条件フラグ $extv1$ が ON の場合、水温条件フラグ $extv2$ が ON の場合、水温条件フラグ $extv3$ が ON の場合のそれぞれで、学習を行って学習値を記憶する。

【0098】

以上、詳述したように、本形態では、ニードル 6 4 が移動を完了する前の時刻 T 2 において、第 2 駆動信号をローレベルとしている (図 6 参照)。これにより、時刻 T 2 以降のニードル 6 4 の移動速度 (図 6 中に記号 K で示す傾き) が徐々に小さくなる。いうなれば、ニードル 6 4 の「ソフトランディング」が実現される。これにより、例えば固定コア 6 6 と可動コア 6 8 との衝撃音等を抑制することができ、ニードル 6 4 等の作動音を減少させることができる。

【0099】

また、本形態では、通電時間 Tv を徐々に短くしていき (図 9 中の S 1 1 0)、学習が実施されて (S 1 3 0、S 1 4 0)、通電時間 Tv が設定される (S 1 6 0)。これにより、適切に通電時間 Tv を設定することができ、ニードル 6 4 などの作動音を減少させることができる。しかも、学習制御では、燃圧が低下したか否かを判断して (図 9 中の S 1 2 0)、学習を実施している (S 1 3 0、S 1 4 0)。これによって、通電時間 Tv の下限値が分かり、適切な通電時間 Tv を設定することができる。

【0100】

さらにまた、本形態では、定常運転か否かを判断し、さらに、エンジン冷却水温が S 0 以上であるときに、学習制御が実行される。このように定常状態の継続を条件として学習制御を行うようにすれば、適切に通電時間 Tv を設定することができる。運転条件等が変化すると、適切な通電時間が変化してしまうためである。したがって、本形態において、運転条件の変化を判断するようにし、運転条件が学習制御の途中で変化した場合には、学習制御を終了するように構成してもよい。

【0101】

また、本形態では、通電時間 Tv の初期値を最大設定値としておき、徐々に短くすることで学習制御を行う。したがって、吐出不良を生じさせないように通電時間 Tv を設定することができる。

【0102】

さらにまた、図 1 3 および図 1 4 に基づき説明したように、運転領域毎に学習制御を実

10

20

30

40

50

行するようにすれば、種々の運転条件に応じて、適切な通電時間 T_v を設定することができ、ニードル 64 等の作動音を減少させることができる。このとき、エンジンの高回転側の運転領域および高負荷側の運転領域に同一の通電時間 $T_v 1$ 、 $T_v 2$ を採用するようにすれば（図 13（b）、図 14 参照）、すべての運転領域で学習制御を実行する必要がなくなる。

【0103】

（第 2 実施形態）

第 2 実施形態は、上記形態と、学習制御が異なっている。ここでは、上記形態と異なっている部分のみを説明し、上記形態と同様の構成の説明を割愛する。また、同様の構成部分については同一の符号を付す。

10

【0104】

本形態においても、図 16 に示すように、通電時間 T_v を初期値から徐々に短くしていく。初期値は、上記形態と同様、通電時間 T_v の最大設定値であり、例えば図 5 の比較例に示した時刻 $t_1 \sim t_4$ の期間とすることが例示される（E4）。

【0105】

通電時間 T_v の短縮は、第 2 駆動信号がローレベルとなるまでの期間を徐々に短くしていくことに相当する。そして、図 6 で説明したように、通電時間 T_v が短くなると、吸入弁 58 の閉弁時期が遅れる。すると、吐出量が減少するため、スピル弁閉弁時期 $epduty$ が増加する（図 16 中の E5）。

【0106】

20

上記形態では、燃圧の低下が実際に生じ始めたところで（図 8 中の E2）、スピル弁閉弁時期 $epduty$ の増加量 $\Delta epduty$ に基づいて学習を行っていた。これに対し、本形態では、燃圧の低下が生じ始めてから（図 16 中の E6）、さらに燃圧の低下が所定値に達したとき（E7）、通電時間 T_v を仮学習値 $T_v pre$ とする。そして、この仮学習値 $T_v pre$ に所定時間を加えて、本学習値 $T_v cal$ とする。本学習値 $T_v cal$ が図 16 中の E5 ~ E6 の範囲におさまるように、所定時間を設定しておく。

本形態においても、上述した実施形態と同様の効果が奏される。

【0107】

（第 3 実施形態）

第 3 実施形態は、上記形態と、学習制御が異なっている。ここでは、上記形態と異なっている部分のみを説明し、上記形態と同様の構成の説明を割愛する。また、同様の構成部分については同一の符号を付す。

30

【0108】

本形態では、燃料供給装置 100 の構成として、図 3 中に破線で示した振動検出センサ 105 を備えている。振動検出センサ 105 は、図 2 中に破線で示すように、高压ポンプ 10 の振動を検出するものとして設けられる。あるいは、図 1 中に破線で示したように、エンジンのノッキングを検出するノッキングセンサ 105a を利用してもよい。振動検出センサ 105 からの信号は、燃圧制御部 103 へ入力される。

【0109】

本形態においても、図 17 に示すように、通電時間 T_v を初期値から徐々に短くしていく。初期値は、上記形態と同様、通電時間 T_v の最大設定値であり、例えば図 5 の比較例に示した時刻 $t_1 \sim t_4$ の期間とすることが例示される（E9）。

40

【0110】

通電時間 T_v の短縮は、第 2 信号がローレベルとなるまでの期間を徐々に短くしていくことに相当する。そして、図 7 に示したように、通電時間 T_v が $T_v 1$ に近づくと、振動振幅が急激に小さくなる。

【0111】

そこで本形態では、振動検出センサ 105 にて検出される振動レベルが所定値以下となると、そのときの通電時間 T_v を学習値とする（図 17 中の E10）。なお、図 17 中に破線で示すように、仮に通電時間 T_v を短くし続けると、振動レベルは、ある程度のレベ

50

ルまで低下する。また、燃圧が低下する（E 1 1）。したがって、振動レベルを判定するための所定値は、燃圧の低下を生じさせない程度ものとして設定する。

本形態においても、上述した実施形態と同様の効果が奏される。

【0 1 1 2】

（第4実施形態）

第4実施形態は、上記形態と、学習制御が異なっている。ここでは、上記形態と異なっている部分のみを説明し、上記形態と同様の構成の説明を割愛する。また、同様の構成部分については同一の符号を付す。

【0 1 1 3】

本形態では、燃料供給装置100の構成として、図3中に破線で示した電流検出センサ106を備えている。電流検出センサ106は、駆動回路104から出力される駆動電流を検出するものである。電流検出センサ106からの信号は、燃圧制御部103へ入力される。

10

【0 1 1 4】

駆動電流は、図5中に記号dで示すように、ニードル64の挙動に合わせて変化する。具体的には、ニードル64が閉側位置へ近づくと低下する（落ち込む）。そして、通電時間 T_v を短くしていくと、駆動電流の落ち込みが時間的に遅れる。

【0 1 1 5】

そこで本形態では、電流検出センサ106にて検出される駆動電流の時間的な遅れが所定値以上となると、そのときの通電時間 T_v を学習値とする。なお、仮に通電時間 T_v を短くし続けると、ニードル64が閉側位置へ移動しなくなって（引き上がらなくなって）、駆動電流の落ち込みは生じなくなる。このときは燃圧が低下する。したがって、駆動電流の時間的な遅れを判定するための所定値は、燃圧の低下を生じさせない程度ものとして設定する。

20

本形態においても、上記形態と同様の効果が奏される。

【0 1 1 6】

なお、上記第1～第4実施形態における燃料室13が「供給部」を構成し、吸入弁58が「弁部材」を構成し、ニードル64および可動コア68が「可動部」を構成し、吐出弁部70が「吐出部」を構成し、燃圧検出センサ102が「燃圧検出手段」を構成し、燃圧制御部103が「駆動制御手段」を構成し、駆動回路104が「駆動回路部」を構成し、振動検出センサ105が「振動検出手段」を構成し、電流検出センサ106が「電流検出手段」を構成する。

30

【0 1 1 7】

（その他の実施形態）

【0 1 1 8】

上記第1実施形態では、燃圧の低下を判断し（図9中のS120）、その後、スピル弁閉弁時期e p d u t yの増加量t e p d u t yに基づいて本学習を実施していた（S140）。これに対し、スピル弁閉弁時期e p d u t yの増加量だけに基づいて仮学習および本学習を実施するようにしてもよい。具体的には、増加量t e p d u t yが所定量を上回ったときに仮学習を実施し、例えば増加量の半分であるt e p d u t y / 2に相当する戻し値を仮学習値に加算するようにしてもよい。このようにスピル弁閉弁時期e p d u t yに基づいて学習制御を行う場合、上記第3実施形態と同様、仮学習を省略し、増加量e p d u t yが所定量増加した時に本学習を実施するよう構成してもよい。

40

【0 1 1 9】

上記形態では、運転条件に対応する運転領域を考える際、エンジン回転数、エンジン負荷、および、エンジン冷却水温について説明した。他に、エンジンオイルの温度を運転条件として用いてもよい。

【0 1 2 0】

また、定常状態の継続を判断する場合、上述した運転条件を判断するようにしてもよいし、さらに、バッテリー電圧、燃料温度、燃料圧力、および、燃料粘度のうち少なくとも

50

一つが所定範囲にある状態を判断するようにしてもよい。

【0121】

さらにまた、学習条件として、燃圧条件を採用することが考えられる。例えば上記第2実施形態では、燃圧の所定量の低下を判断するという具合に、学習制御において燃圧が低下する。そのため、燃焼悪化に繋がることが懸念される。したがって、高燃圧であることを学習条件としてもよい。もちろん、上記第1および第3実施形態においても、高燃圧であることを学習条件としてもよい。一方、低燃圧にて学習制御を行って通電時間を設定した場合、当該通電時間は高燃圧でも利用できる。したがって、上記第1および第3実施形態では、低燃圧であることを学習条件としてもよい。

【0122】

また、上記第1及び第2実施形態では燃圧検出センサ102を用い、上記第3実施形態では振動検出センサ105を用い、上記第4実施形態では電流検出センサ106を用いて学習制御を行っていた。これに対し、これらセンサ102、105、106のうち2以上のもを用いて判断するようにしてもよい。あるいは、3つのセンサ102、105、106のうちのいずれか一つを主として用い、残りの一つあるいは二つを補完的に用いるようにしてもよい。具体的には、燃圧検出センサ102を主として用い、振動検出センサ105や電流検出センサ106を補完的に用いることが考えられる。また、図18(a)に示すように、振動検出センサ105を主として用い、電流検出センサ106や燃圧検出センサ102を補完的に用いることが考えられる。さらにまた、図18(b)に示すように、電流検出センサ106を主として用い、燃圧検出センサ102や振動検出センサ105を補完的に用いることが考えられる。

【0123】

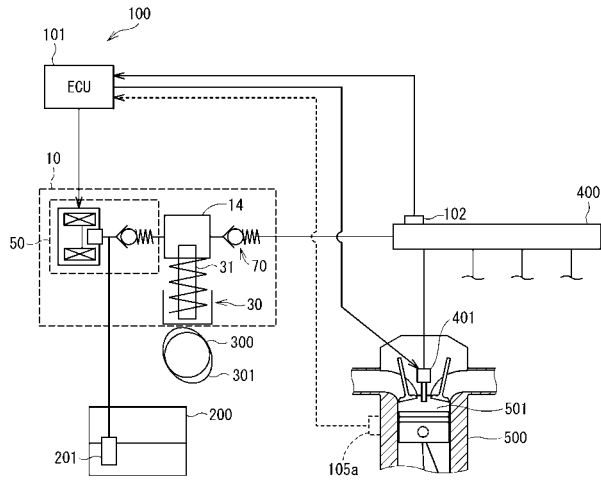
以上、本発明は、上記形態に何ら限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲において、種々なる形態で実施可能である。

【符号の説明】

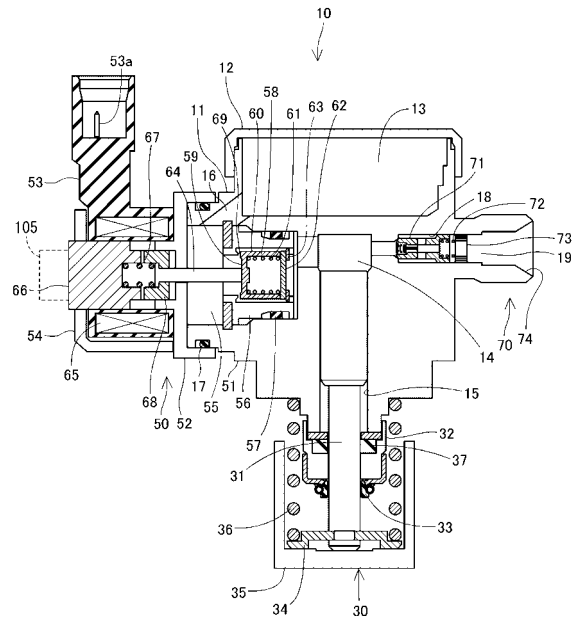
【0124】

10：高圧ポンプ、13：燃料室（供給部）、30：プランジャ部、50：調量弁部、58：吸入弁（弁部材）、64：ニードル（可動部）、65：コイル、68：可動コア（可動部）、70：吐出弁部（吐出部）、100：燃料供給装置、101：ECU、102：燃圧検出センサ（燃圧検出手段）、103：燃圧制御部（駆動制御手段）、104：駆動回路（駆動回路部）、105：振動検出センサ（振動検出手段）、106：電流検出センサ（電流検出手段）

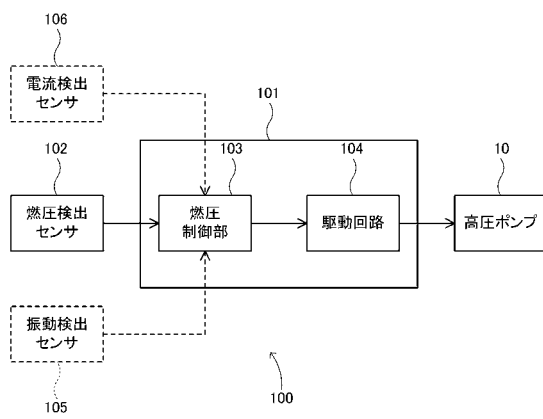
【図 1】



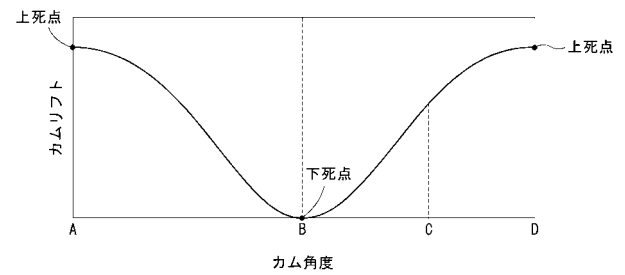
【図 2】



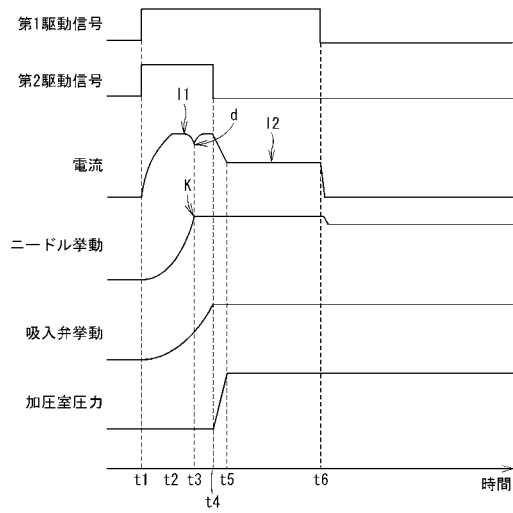
【図 3】



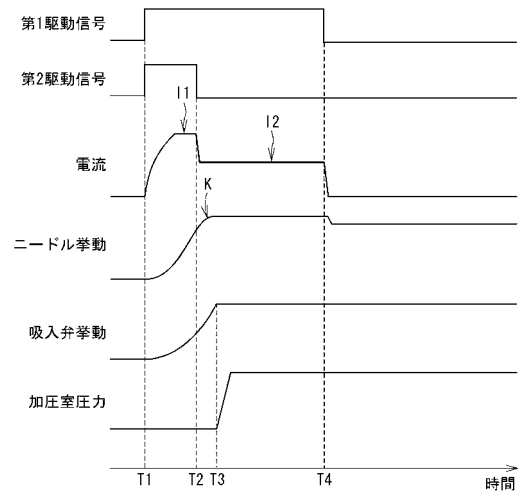
【図 4】



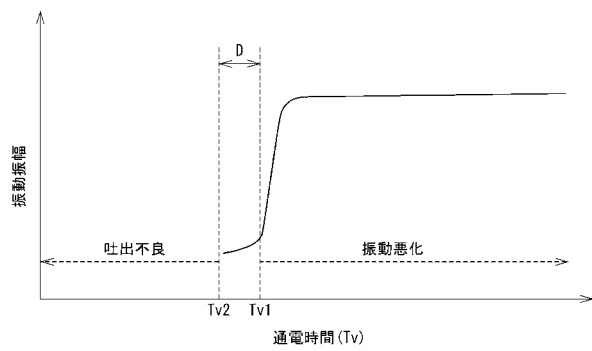
【図 5】



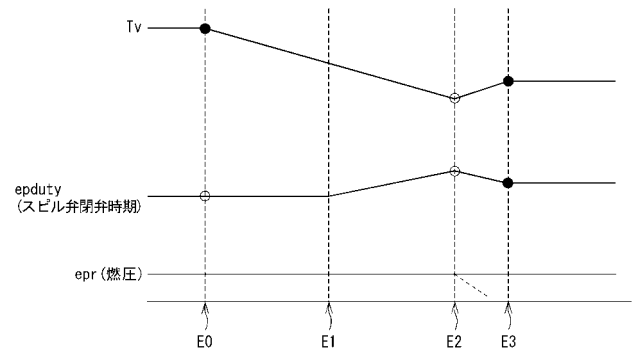
【図 6】



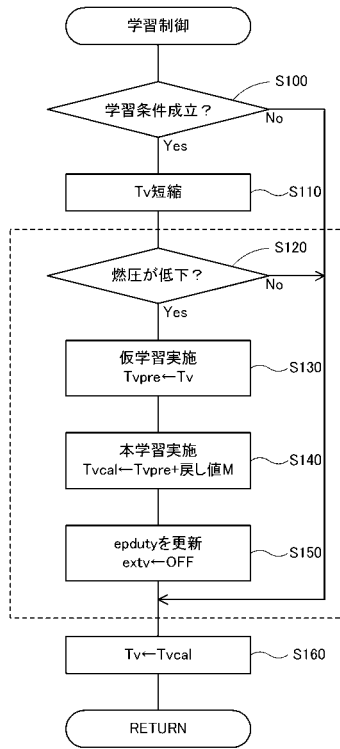
【図 7】



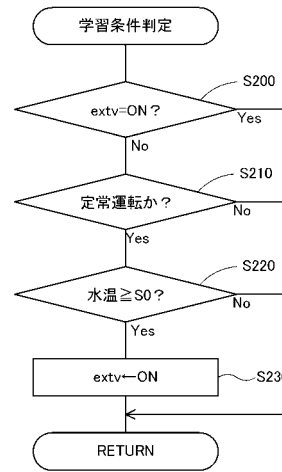
【図 8】



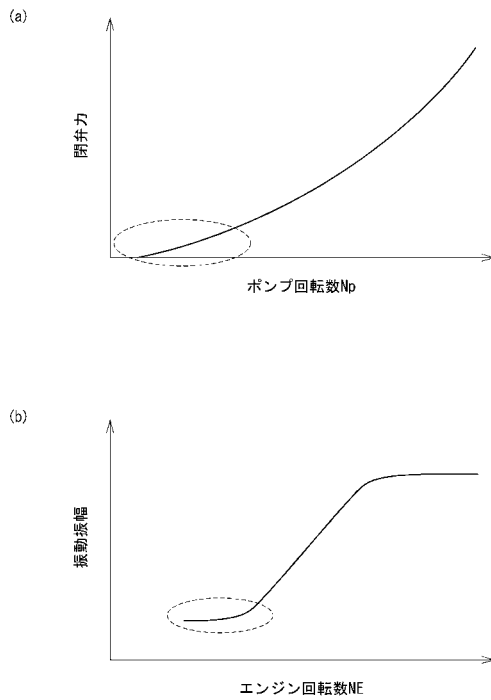
【図 9】



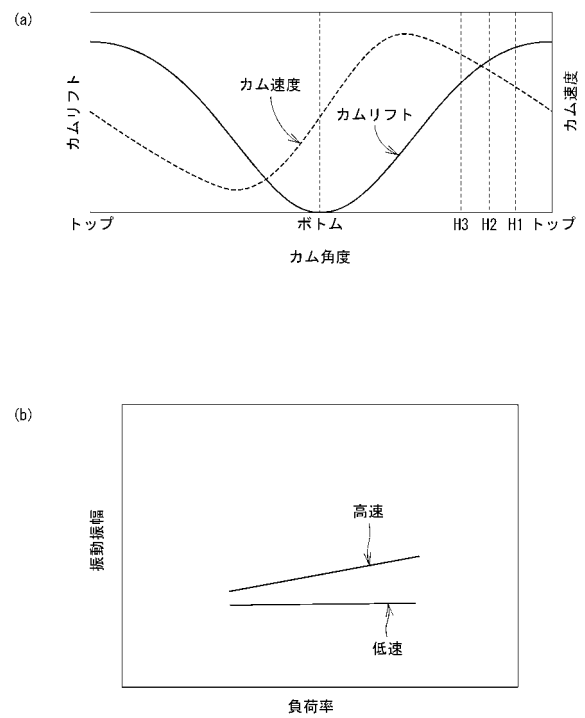
【図 10】



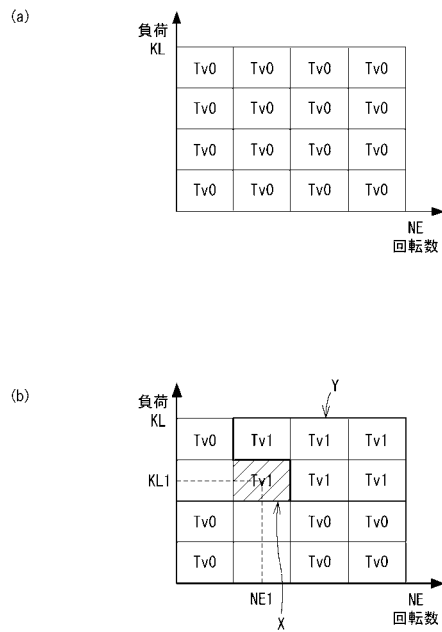
【図 11】



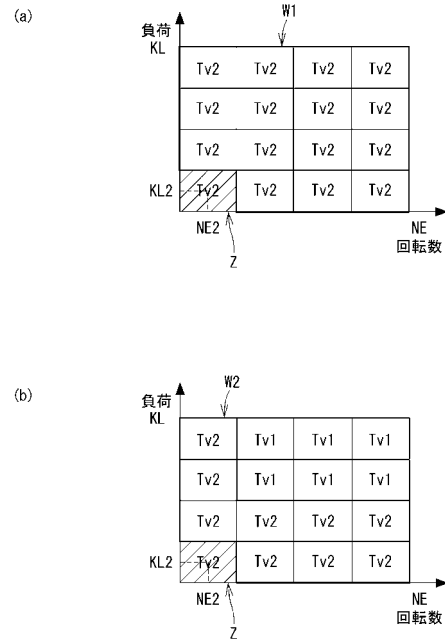
【図 12】



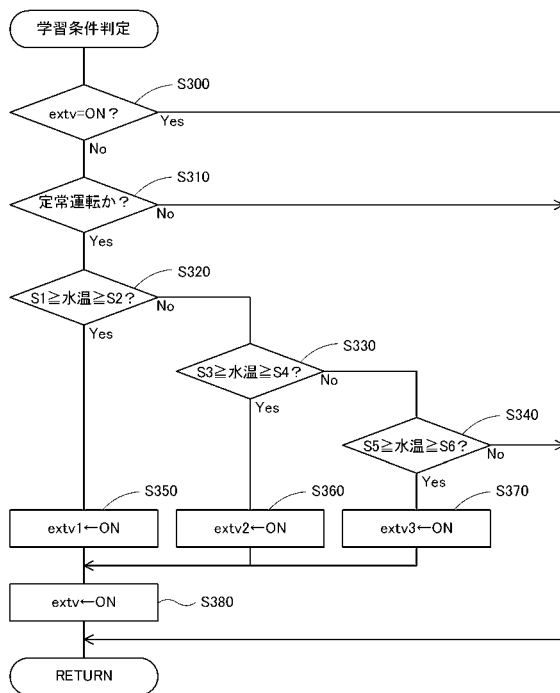
【図 13】



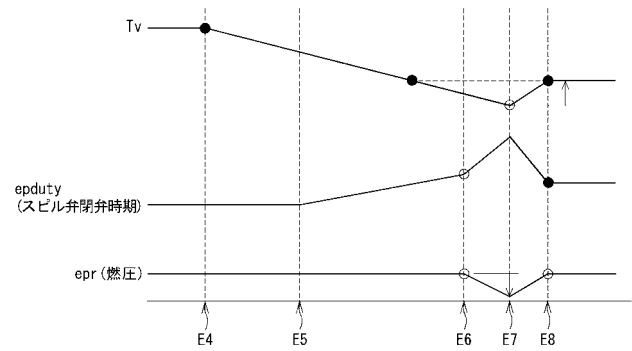
【図 14】



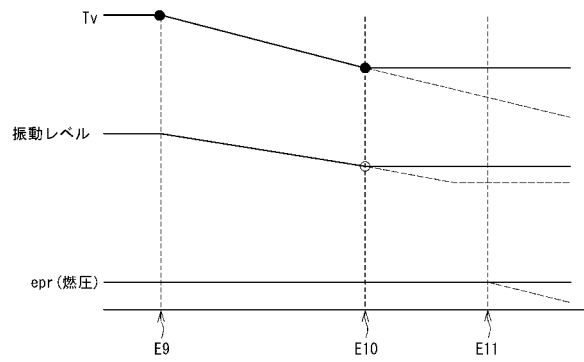
【図 15】



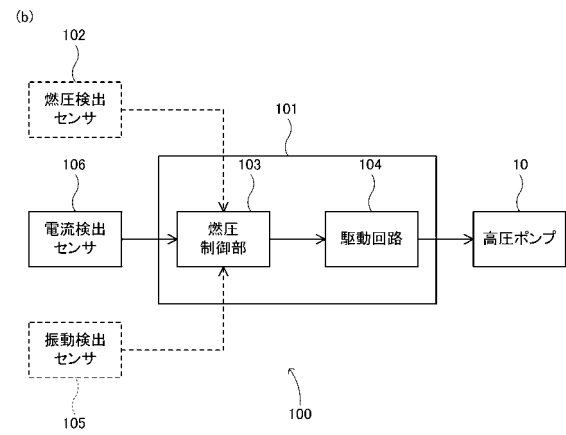
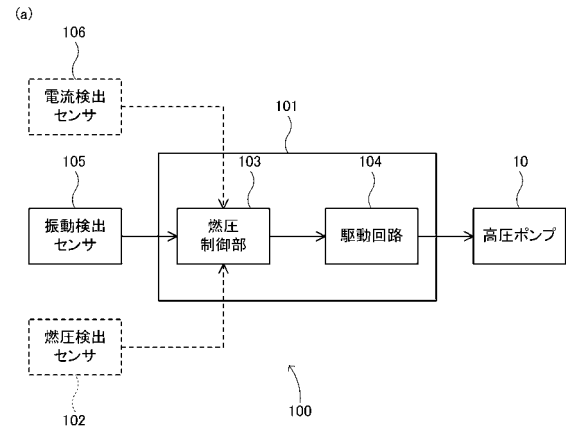
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(72)発明者 長谷川 純

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

F ターム(参考) 3G066 AB02 AC09 BA12 CA04U CE02 CE22 DC01 DC09 DC14 DC15

DC18

3G301 JA37 LB13 LB17 LC01 NA08 ND22 ND33 NE23 PA17Z PB01Z

PB08Z PE01Z PE08Z PG01Z PG02Z