

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5370685号  
(P5370685)

(45) 発行日 平成25年12月18日(2013.12.18)

(24) 登録日 平成25年9月27日(2013.9.27)

(51) Int.Cl.	F I
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00 345K
FO2D 41/38 (2006.01)	FO2D 41/38 A
FO2D 41/22 (2006.01)	FO2D 41/22 375
	FO2D 45/00 364D
	FO2D 45/00 364K

請求項の数 10 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2010-106596 (P2010-106596)	(73) 特許権者	000004260 株式会社デンソー
(22) 出願日	平成22年5月6日(2010.5.6)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(65) 公開番号	特開2011-236753 (P2011-236753A)	(74) 代理人	100098420 弁理士 加古 宗男
(43) 公開日	平成23年11月24日(2011.11.24)	(72) 発明者	矢野東 敬介 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会 社デンソー内
審査請求日	平成24年6月13日(2012.6.13)	(72) 発明者	葛原 浩司 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	小川 恭司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 筒内噴射式内燃機関の燃料供給システムの故障診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

高圧ポンプから吐出される高圧の燃料を燃料噴射弁に供給する筒内噴射式内燃機関の燃料供給システムに適用され、前記高圧ポンプから前記燃料噴射弁に燃料を供給する高圧燃料系内の燃料圧力(以下「燃圧」という)が所定のリリーフ圧よりも高くなったときに開弁して前記高圧燃料系内の燃圧を低下させるリリーフ弁を備えた筒内噴射式内燃機関の燃料供給システムの故障診断装置において、

前記高圧燃料系内の目標燃圧を前記リリーフ圧よりも高い圧力に設定して、前記高圧燃料系内の燃圧を前記目標燃圧にするように前記高圧ポンプを制御する燃圧強制上昇制御を実行し、この燃圧強制上昇制御によって前記高圧燃料系内の燃圧が前記リリーフ圧に到達してから所定の待機期間が経過した後に、前記高圧燃料系内の燃圧を所定の故障判定燃圧と比較して前記リリーフ弁の故障の有無を判定する故障診断手段を備え、

前記故障診断手段は、前記燃圧強制上昇制御時の目標燃圧を前記リリーフ圧よりも第1の所定値だけ高い圧力に設定すると共に、前記故障判定燃圧を前記リリーフ圧よりも第2の所定値だけ高い圧力に設定し、前記第1の所定値を前記第2の所定値よりも大きい値に設定することを特徴とする筒内噴射式内燃機関の燃料供給システムの故障診断装置。

【請求項2】

前記故障診断手段は、前記第1の所定値と前記第2の所定値を、それぞれ前記リリーフ弁の開弁特性と前記高圧燃料系の設計仕様のうちの少なくとも一方に基づいて設定することを特徴とする請求項1に記載の筒内噴射式内燃機関の燃料供給システムの故障診断装置

## 【請求項 3】

前記故障診断手段は、内燃機関の回転速度に応じて前記待機期間を設定することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の筒内噴射式内燃機関の燃料供給システムの故障診断装置。

## 【請求項 4】

前記故障診断手段は、前記燃圧強制上昇制御を開始してから所定の許容期間が経過しても、前記高圧燃料系内の燃圧が前記リリース圧に到達しない場合には、前記燃圧強制上昇制御を終了することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の筒内噴射式内燃機関の燃料供給システムの故障診断装置。

## 【請求項 5】

前記故障診断手段は、前記燃圧強制上昇制御開始時の前記高圧燃料系内の燃圧と、内燃機関の回転速度とに応じて前記許容期間を設定することを特徴とする請求項 4 に記載の筒内噴射式内燃機関の燃料供給システムの故障診断装置。

## 【請求項 6】

前記故障診断手段は、前記燃圧強制上昇制御開始時の内燃機関の冷却水温に応じて前記許容期間を補正することを特徴とする請求項 5 に記載の筒内噴射式内燃機関の燃料供給システムの故障診断装置。

## 【請求項 7】

前記故障診断手段は、前記リリース弁の故障診断を前回実行してからの内燃機関の運転回数が所定回数に達したときに、次のリリース弁の故障診断を許可することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の筒内噴射式内燃機関の燃料供給システムの故障診断装置。

## 【請求項 8】

前記故障診断手段は、車両の点検のために所定のチェックモードに切り換えられた場合に、前記リリース弁の故障診断を許可することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の筒内噴射式内燃機関の燃料供給システムの故障診断装置。

## 【請求項 9】

前記故障診断手段は、内燃機関の始動時に前記リリース弁の故障診断を実行する場合に、該リリース弁の故障診断が完了するまで前記燃料噴射弁の燃料噴射を停止することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の筒内噴射式内燃機関の燃料供給システムの故障診断装置。

## 【請求項 10】

前記高圧燃料系内の燃料を前記高圧ポンプ内に戻す燃料戻し通路を備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の筒内噴射式内燃機関の燃料供給システムの故障診断装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、高圧ポンプから吐出される高圧の燃料を燃料噴射弁に供給する筒内噴射式内燃機関の燃料供給システムの故障診断装置に関する発明である。

## 【背景技術】

## 【0002】

気筒内に燃料を直接噴射する筒内噴射式エンジンは、吸気ポートに燃料を噴射する吸気ポート噴射式エンジンと比較して、噴射から燃焼までの時間が短く、噴射燃料を霧化させる時間を十分に稼ぐことができないため、噴射圧力を高圧にして噴射燃料を微粒化する必要がある。そのため、筒内噴射式エンジンでは、電動式の低圧ポンプで燃料タンクから汲み上げた燃料を、高圧ポンプ（例えばエンジンのカム軸で駆動される）に供給し、この高圧ポンプから吐出される高圧の燃料を燃料噴射弁へ圧送するようにしている。

## 【0003】

このような筒内噴射式エンジンの燃料供給システムにおいては、例えば、特許文献 1（

10

20

30

40

50

特開 2002 - 256943 号公報)に記載されているように、高圧ポンプから燃料噴射弁に高圧の燃料を供給する高圧燃料系内の燃圧(燃料圧力)が過度に高くなることを防止するために、高圧燃料系の所定箇所(例えばデリバリパイプ)にリリーフ弁を設け、高圧燃料系内の燃圧が所定のリリーフ圧よりも高くなったときに、リリーフ弁が開弁して高圧燃料系内の燃料を低圧燃料系に戻すことで、高圧燃料系内の燃圧を低下させるようにしたものである。

【0004】

更に、この特許文献1の技術では、エンジン停止直後の燃圧と、エンジン停止から所定時間経過後の燃圧との差(燃圧下がり代)を算出し、この燃圧下がり代が所定の故障判定値(基準燃圧下がり代)よりも大きい場合に、リリーフ弁の故障(異物を噛み込んで不完全な閉弁状態となる故障)有りとして判定するようにしている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開 2002 - 256943 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、上記特許文献1の技術は、エンジン停止後(つまり高圧ポンプの停止後)の燃圧に基づいてリリーフ弁の故障診断を行うものであるため、高圧ポンプの作動中にはリリーフ弁の故障診断を行うことができない。このため、もし、高圧ポンプの作動中にリリーフ弁の故障が発生していても、その故障を高圧ポンプの作動中(つまりエンジン運転中)に検出することができないという欠点がある。更に、この方法では、リリーフ弁の不完全閉弁の故障は検出できても、リリーフ弁が閉側で固着している状態を検出することができないという欠点もある。

20

【0007】

そこで、本発明が解決しようとする課題は、高圧ポンプの作動中にリリーフ弁の故障診断を行うことができる筒内噴射式内燃機関の燃料供給システムの故障診断装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

30

【0008】

上記課題を解決するために、請求項1に係る発明は、高圧ポンプから吐出される高圧の燃料を燃料噴射弁に供給する筒内噴射式内燃機関の燃料供給システムに適用され、高圧ポンプから燃料噴射弁に燃料を供給する高圧燃料系内の燃料圧力(以下「燃圧」という)が所定のリリーフ圧よりも高くなったときに開弁して高圧燃料系内の燃圧を低下させるリリーフ弁を備えた筒内噴射式内燃機関の燃料供給システムの故障診断装置において、高圧燃料系内の目標燃圧をリリーフ圧よりも高い圧力に設定して、高圧燃料系内の燃圧を目標燃圧にするように高圧ポンプを制御する燃圧強制上昇制御を実行し、この燃圧強制上昇制御によって高圧燃料系内の燃圧がリリーフ圧に到達してから所定の待機期間が経過した後に、高圧燃料系内の燃圧を所定の故障判定燃圧と比較してリリーフ弁の故障の有無を判定する故障診断手段を備え、前記故障診断手段は、前記燃圧強制上昇制御時の目標燃圧を前記リリーフ圧よりも第1の所定値だけ高い圧力に設定すると共に、前記故障判定燃圧を前記リリーフ圧よりも第2の所定値だけ高い圧力に設定し、前記第1の所定値を前記第2の所定値よりも大きい値に設定することを特徴とするものである。

40

【0009】

高圧燃料系内の燃圧をリリーフ圧よりも高い目標燃圧にするように高圧ポンプを制御する燃圧強制上昇制御を実行すると、高圧燃料系内の燃圧が目標燃圧(リリーフ圧よりも高い圧力)に向かって上昇するが、その際、リリーフ弁の正常時と故障時とでは、高圧燃料系内の燃圧がリリーフ圧に到達した後の挙動が異なってくる。従って、燃圧強制上昇制御によって高圧燃料系内の燃圧がリリーフ圧に到達した後の高圧燃料系内の燃圧を監視すれ

50

ば、リリーフ弁の故障の有無を判定することができる。このようにすれば、高圧ポンプの作動中にリリーフ弁の故障診断を行うことができるため、もし、高圧ポンプの作動中にリリーフ弁の故障が発生していても、その故障を高圧ポンプの作動中に検出することができる。

【0010】

本発明は、燃圧強制上昇制御によって高圧燃料系内の燃圧がリリーフ圧に到達してから所定の待機期間が経過した後に、高圧燃料系内の燃圧を所定の故障判定燃圧と比較してリリーフ弁の故障の有無を判定することを第1の特徴とする。

【0011】

燃圧強制上昇制御を実行すると、高圧燃料系内の燃圧が目標燃圧（リリーフ圧よりも高い圧力）に向かって上昇する。その際、リリーフ弁が正常に機能すれば、高圧燃料系内の燃圧がリリーフ圧に到達した後に、高圧燃料系内の燃圧がリリーフ圧付近に維持されるが、もし、リリーフ弁が正常に開弁しない故障（例えばリリーフ弁が閉弁状態で固着する閉弁固着故障等）が発生していると、高圧燃料系内の燃圧がリリーフ圧に到達した後に、更にリリーフ圧よりも高い目標燃圧付近まで高圧燃料系内の燃圧が上昇する。従って、燃圧強制上昇制御によって高圧燃料系内の燃圧がリリーフ圧に到達してから所定の待機期間（例えばリリーフ弁の閉弁固着故障時に高圧燃料系内の燃圧が目標燃圧付近に上昇するまでに必要な期間）が経過した後に、高圧燃料系内の燃圧を所定の故障判定燃圧と比較すれば、リリーフ弁の故障の有無を精度良く判定することができる。

【0012】

更に、本発明は、燃圧強制上昇制御時の目標燃圧をリリーフ圧よりも第1の所定値だけ高い圧力（＝リリーフ圧＋第1の所定値）に設定すると共に、故障判定燃圧をリリーフ圧よりも第2の所定値だけ高い圧力（＝リリーフ圧＋第2の所定値）に設定し、第1の所定値を第2の所定値よりも大きい値に設定することを第2の特徴とする。このようにすれば、燃圧強制上昇制御時の目標燃圧とリリーフ圧との間に、故障判定燃圧を設定することができる。

【0013】

更に、請求項2のように、第1の所定値と第2の所定値を、それぞれリリーフ弁の開弁特性と高圧燃料系の設計仕様のうちの少なくとも一方に基づいて設定するようにしても良い。このようにすれば、燃圧強制上昇制御時の目標燃圧（＝リリーフ圧＋第1の所定値）と故障判定燃圧（＝リリーフ圧＋第2の所定値）を、それぞれリリーフ弁の開弁特性や高圧燃料系の設計仕様（例えば耐圧性能）等を考慮した適正值に設定することができる。

【0019】

また、請求項3のように、内燃機関の回転速度に応じて待機期間を設定するようにしても良い。このようにすれば、内燃機関の回転速度に応じて高圧ポンプの吐出性能が変化して、例えばリリーフ弁の閉弁固着故障時に高圧燃料系内の燃圧が目標燃圧付近に上昇するまでに必要な期間が変化するのに対応して、待機期間を変化させることができ、待機期間を適正值に設定することができる。これにより、待機期間が必要以上に長くなることを回避して、リリーフ弁の故障診断を早期に完了することができる。

【0020】

更に、請求項4のように、燃圧強制上昇制御を開始してから所定の許容期間が経過しても、高圧燃料系内の燃圧がリリーフ圧に到達しない場合には、燃圧強制上昇制御を終了するようにしても良い。つまり、燃圧強制上昇制御を開始してから所定の許容期間（例えば高圧燃料系内の燃圧がリリーフ圧に上昇するまでに必要な期間よりも少し長い期間）が経過したにも拘らず、高圧燃料系内の燃圧がリリーフ圧に到達しない場合には、高圧ポンプや高圧ポンプの制御系等に何らかの異常が発生している可能性があるとして判断して、燃圧強制上昇制御を終了する。このようにすれば、燃圧強制上昇制御が無駄に長期間継続されることを未然に防止することができる。

【0021】

この場合、請求項5のように、燃圧強制上昇制御開始時の高圧燃料系内の燃圧と、内

10

20

30

40

50

燃機関の回転速度とに応じて許容期間を設定するようにしても良い。このようにすれば、燃圧強制上昇制御開始時の高圧燃料系内の燃圧や、内燃機関の回転速度（高圧ポンプの吐出性能）に応じて、高圧燃料系内の燃圧がリリーフ圧に上昇するまでに必要な期間が変化するのに対応して、許容期間を変化させることができ、許容期間を適正值に設定することができる。

【 0 0 2 2 】

更に、請求項 6 のように、燃圧強制上昇制御開始時の内燃機関の冷却水温に応じて許容期間を補正するようにしても良い。このようにすれば、燃圧強制上昇制御開始時の内燃機関の冷却水温に応じて高圧ポンプの吐出性能が変化して、高圧燃料系内の燃圧がリリーフ圧に上昇するまでに必要な期間が変化するのに対応して、許容期間を適正に補正することができる。

10

【 0 0 2 3 】

本発明は、内燃機関の運転毎にリリーフ弁の故障診断を実行するようにしても良いが、リリーフ弁の故障診断の実行頻度が高くなり過ぎると、燃圧強制上昇制御に伴うリリーフ弁の開弁/閉弁の繰り返し動作の実行頻度が高くなり過ぎて、リリーフ弁の耐久寿命が低下する可能性がある。

【 0 0 2 4 】

そこで、請求項 7 のように、リリーフ弁の故障診断を前回実行してからの内燃機関の回転回数が所定回数に達したときに、次のリリーフ弁の故障診断を許可するようにしても良い。このようにすれば、リリーフ弁の故障診断の実行頻度を適度に抑えて、燃圧強制上昇制御に伴うリリーフ弁の開弁/閉弁の繰り返し動作の実行頻度を適度に抑えることができ、リリーフ弁の耐久寿命の低下を防止することができる。

20

【 0 0 2 5 】

また、請求項 8 のように、車両の点検のために所定のチェックモードに切り換えられた場合に、リリーフ弁の故障診断を許可するようにしても良い。つまり、通常の内燃機関の運転中はリリーフ弁の故障診断を禁止して、ディーラー等で車両の点検のためにチェックモードに切り換えられた場合にリリーフ弁の故障診断を許可する。このようにしても、リリーフ弁の故障診断の実行頻度を抑えて、燃圧強制上昇制御に伴うリリーフ弁の開弁/閉弁の繰り返し動作の実行頻度を抑えることができ、リリーフ弁の耐久寿命の低下を防止することができる。

30

【 0 0 2 6 】

また、請求項 9 のように、内燃機関の始動時にリリーフ弁の故障診断を実行する場合に、該リリーフ弁の故障診断が完了するまで燃料噴射弁の燃料噴射を停止するようにしても良い。このようにすれば、内燃機関の始動時にリリーフ弁の故障診断を実行する場合には、燃料噴射弁の燃料噴射を停止した状態（つまり高圧燃料系内の燃料を消費しない状態）で燃圧強制上昇制御を実行することができるため、燃圧強制上昇制御によって高圧燃料系内の燃圧を速やかに上昇させることができ、リリーフ弁の故障診断を早期に完了することができる。

本発明は、請求項 10 のように、高圧燃料系内の燃料を高圧ポンプ内に戻す燃料戻し通路を備えた構成としても良い。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 7 】

【 図 1 】 図 1 は本発明の実施例 1 における筒内噴射式エンジンの燃料供給システムの概略構成を示す図である。

【 図 2 】 図 2 は実施例 1 のリリーフ弁の故障診断を通常のエンジン始動時に実行した場合の実行例を説明するタイムチャートである。

【 図 3 】 図 3 は実施例 1 のリリーフ弁の故障診断を完全暖機後のエンジン再始動時に実行した場合の実行例を説明するタイムチャートである。

【 図 4 】 図 4 は実施例 1 のリリーフ弁の故障診断をエンジン運転中に実行した場合の実行

50

例を説明するタイムチャートである。

【図 5】図 5 は実施例 1 のリリーフ弁故障診断ルーチンの処理の流れを説明するフローチャートである。

【図 6】図 6 は許容期間  $K T 2$  のマップの一例を概念的に示す図である。

【図 7】図 7 は補正係数 のテーブルの一例を概念的に示す図である。

【図 8】図 8 は待機期間  $K T 1$  のテーブルの一例を概念的に示す図である。

【図 9】図 9 は実施例 2 のリリーフ弁の故障診断をエンジン運転中に実行した場合の実行例を説明するタイムチャートである。

【図 10】図 10 は実施例 2 のリリーフ弁故障診断ルーチンの処理の流れを説明するフローチャートである。

10

【図 11】図 11 は判定期間  $K T 3$  のテーブルの一例を概念的に示す図である。

【図 12】図 12 は故障判定値  $K P f$  のテーブルの一例を概念的に示す図である。

【図 13】図 13 は他の実施例における筒内噴射式エンジンの燃料供給システムの概略構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

以下、本発明を実施するための形態を具体化した幾つかの実施例を説明する。

【実施例 1】

【0029】

本発明の実施例 1 を図 1 乃至図 8 に基づいて説明する。

20

まず、図 1 に基づいて筒内噴射式のエンジン（内燃機関）の燃料供給システム全体の概略構成を説明する。

【0030】

燃料を貯溜する燃料タンク 11 内には、燃料を汲み上げる低圧ポンプ 12 が設置されている。この低圧ポンプ 12 は、バッテリー（図示せず）を電源とする電動モータ（図示せず）によって駆動される。この低圧ポンプ 12 から吐出される燃料は、燃料配管 13 を通して高圧ポンプ 14 に供給される。燃料配管 13 には、プレッシャレギュレータ 15 が接続され、このプレッシャレギュレータ 15 によって低圧ポンプ 12 の吐出圧力（高圧ポンプ 14 への燃料供給圧力）が所定圧力に調圧され、その圧力を越える燃料の余剰分が燃料戻し管 16 により燃料タンク 11 内に戻されるようになっている。

30

【0031】

高圧ポンプ 14 は、円筒状のポンプ室 18 内でピストン 19 を往復運動させて燃料を吸入／吐出するピストンポンプであり、ピストン 19 は、エンジンのカム軸 20 に嵌着されたカム 21 の回転運動によって駆動される。このカム 21 は、例えば、2つのカム山を有する 2山カムを用いるようにしても良いが、これに限定されず、3つのカム山を有する 3山カムや 4つのカム山を有する 4山カムを用いるようにしても良い。また、高圧ポンプ 14 の駆動方法はカム軸 20 により駆動される方式には限定しないものとする。

【0032】

この高圧ポンプ 14 の吸入口 22 側には、燃圧制御弁 23 が設けられている。この燃圧制御弁 23 は、常開型の電磁弁であり、吸入口 22 を開閉する弁体 24 と、この弁体 24 を開弁方向に付勢するスプリング 25 と、弁体 24 を閉弁方向に電磁駆動するソレノイド 26 とから構成されている。

40

【0033】

高圧ポンプ 14 の吸入行程（ピストン 19 の下降時）においては、燃圧制御弁 23 が開弁されてポンプ室 18 内に燃料が吸入され、高圧ポンプ 14 の吐出行程（ピストン 19 の上昇時）においては、燃圧制御弁 23 の閉弁期間（閉弁開始時期からピストン 19 の上死点までの閉弁状態のクランク角区間）を制御することで、高圧ポンプ 14 の吐出量を制御して燃圧（吐出圧力）を制御する。

【0034】

つまり、燃圧を上昇させるときには、燃圧制御弁 23 の閉弁開始時期（通電時期）を進

50

角させることで、燃圧制御弁 23 の閉弁期間を長くして高圧ポンプ 14 の吐出量を増加させ、逆に、燃圧を低下させるときには、燃圧制御弁 23 の閉弁開始時期（通電時期）を遅角させることで、燃圧制御弁 23 の閉弁期間を短くして高圧ポンプ 14 の吐出量を減少させる。

**【0035】**

一方、高圧ポンプ 14 の吐出口 27 側には、吐出した燃料の逆流を防止する逆止弁 28 が設けられている。高圧ポンプ 14 から吐出される燃料は、高圧燃料配管 29 を通してデリバリパイプ 30 に送られ、このデリバリパイプ 30 からエンジンの各気筒に取り付けられた燃料噴射弁 31 に高圧の燃料が分配される。デリバリパイプ 30（又は高圧燃料配管 29）には、高圧燃料配管 29 やデリバリパイプ 30 等の高圧燃料系内の燃圧（燃料圧力）を検出する燃圧センサ 32（燃圧検出手段）が設けられている。

10

**【0036】**

また、高圧燃料系内の燃圧が過度に高くなることを防止するために、デリバリパイプ 30 には、リリーフ弁 33 が設けられ、このリリーフ弁 33 の排出ポートがリリーフ配管 34 を介して燃料タンク 11（又は低圧側の燃料配管 13）に接続されている。更に、リリーフ配管 34 から分岐した分岐管 35 が高圧ポンプ 14 のポンプ室 18 に接続されている。高圧燃料系内の燃圧が所定のリリーフ圧  $P_{frl}$  よりも高くなったときに、リリーフ弁 33 が開弁して高圧燃料系内の燃料をリリーフ配管 34 を通して燃料タンク 11（又は低圧側の燃料配管 13）やポンプ室 18 に戻すことで、高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  が低下し、高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  がリリーフ圧  $P_{frl}$  以下になったときに、リリーフ弁 33 が閉弁するようになっている。

20

**【0037】**

また、エンジンには、吸入空気量を検出するエアフローメータ 36 や、クランク軸（図示せず）の回転に同期して所定クランク角毎にパルス信号を出力するクランク角センサ 37 が設けられている。このクランク角センサ 37 の出力信号に基づいてクランク角やエンジン回転速度が検出される。

**【0038】**

これら各種センサの出力は、電子制御回路（以下「ECU」と表記する）38 に入力される。この ECU 38 は、マイクロコンピュータを主体として構成され、内蔵された ROM（記憶媒体）に記憶された各種のエンジン制御用のプログラムを実行することで、エンジン運転状態に応じて、燃料噴射量、点火時期、スロットル開度（吸入空気量）等を制御する。

30

**【0039】**

その際、ECU 38 は、エンジン運転状態（例えば、エンジン回転速度やエンジン負荷等）に応じて目標燃圧  $P_{ftg}$  をマップ等により算出し、燃圧センサ 32 で検出した高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  を目標燃圧  $P_{ftg}$  に一致させるように高圧ポンプ 14 の吐出量（燃圧制御弁 23 の通電時期）をフィードバック制御する燃圧フィードバック制御を実行する。

**【0040】**

また、ECU 38 は、後述する図 5 のリリーフ弁故障診断ルーチンを実行することで、エンジン始動時又はエンジン運転中に所定のリリーフ弁 33 の故障診断実行条件が成立したときに、高圧燃料系内の目標燃圧  $P_{ftg}$  をリリーフ圧  $P_{frl}$  よりも高い圧力に設定して、高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  を目標燃圧  $P_{ftg}$  にするように高圧ポンプ 14 を制御する燃圧強制上昇制御を実行し、この燃圧強制上昇制御によって高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  がリリーフ圧  $P_{frl}$  に到達してから所定の待機期間  $K T_1$  が経過した後に、高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  を所定の故障判定燃圧  $K P_f$  と比較してリリーフ弁 33 の故障の有無を判定する。

40

**【0041】**

高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  をリリーフ圧  $P_{frl}$  よりも高い目標燃圧  $P_{ftg}$  にするように高圧ポンプ 14 を制御する燃圧強制上昇制御を実行すると、高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  が目標燃圧  $P_{ftg}$ （リリーフ圧  $P_{frl}$  よりも高い圧力）に向かって上昇するが、その際、リリーフ弁 33 の正常時と故障時とでは、高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  がリリーフ圧  $P_{frl}$  に到達し

50

た後の高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  の挙動が異なってくる。

【 0 0 4 2 】

例えば、図 2 ~ 図 4 に実線で示すように、リリーフ弁 3 3 が正常に機能すれば、高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  がリリーフ圧  $P_{frl}$  に到達した後に、高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  がリリーフ圧  $P_{frl}$  付近に維持されるが、図 2 ~ 図 4 に破線で示すように、もし、リリーフ弁 3 3 が正常に開弁しない故障（例えばリリーフ弁 3 3 が閉弁状態で固着する閉弁固着故障等）が発生していると、高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  がリリーフ圧  $P_{frl}$  に到達した後に、更にリリーフ圧  $P_{frl}$  よりも高い目標燃圧  $P_{ftg}$  付近まで高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  が上昇する。従って、燃圧強制上昇制御によって高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  がリリーフ圧  $P_{frl}$  に到達してから所定の待機期間  $K T 1$ （例えばリリーフ弁 3 3 の閉弁固着故障時に高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  が目標燃圧  $P_{ftg}$  付近に上昇するまでに必要な期間）が経過した後に、高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  を所定の故障判定燃圧  $K P_f$  と比較すれば、リリーフ弁 3 3 の故障の有無を精度良く判定することができる。

10

【 0 0 4 3 】

この場合、燃圧強制上昇制御時の目標燃圧  $P_{ftg}$  をリリーフ圧  $P_{frl}$  よりも第 1 の所定値  $P 1$  だけ高い圧力（= リリーフ圧  $P_{frl}$  + 第 1 の所定値  $P 1$ ）に設定すると共に、故障判定燃圧  $K P_f$  をリリーフ圧  $P_{frl}$  よりも第 2 の所定値  $P 2$  だけ高い圧力（= リリーフ圧  $P_{frl}$  + 第 2 の所定値  $P 2$ ）に設定し、第 1 の所定値  $P 1$  を第 2 の所定値  $P 2$  よりも大きい値に設定することで、燃圧強制上昇制御時の目標燃圧  $P_{ftg}$  とリリーフ圧  $P_{frl}$  との間に、故障判定燃圧  $K P_f$  を設定する。

20

【 0 0 4 4 】

ここで、第 1 の所定値  $P 1$  と第 2 の所定値  $P 2$  を、それぞれリリーフ弁 3 3 の開弁特性と高圧燃料系の設計仕様（例えば高圧燃料配管 2 9 やデリバリパイプ 3 0 の耐圧性能）等に基づいて設定することで、燃圧強制上昇制御時の目標燃圧  $P_{ftg}$ （= リリーフ圧  $P_{frl}$  + 第 1 の所定値  $P 1$ ）と故障判定燃圧  $K P_f$ （= リリーフ圧  $P_{frl}$  + 第 2 の所定値  $P 2$ ）を、それぞれリリーフ弁 3 3 の開弁特性や高圧燃料系の設計仕様等を考慮した適正值に設定する。

【 0 0 4 5 】

以下、本実施例 1 で ECU 3 8 が実行する図 5 のリリーフ弁故障診断ルーチンの処理内容を説明する。

30

【 0 0 4 6 】

図 5 に示すリリーフ弁故障診断ルーチンは、ECU 3 8 の電源オン中に所定周期で繰り返し実行され、特許請求の範囲でいう故障診断手段としての役割を果たす。本ルーチンが起動されると、まず、ステップ 1 0 1 で、所定のリリーフ弁 3 3 の故障診断実行条件が成立しているか否かを判定する。ここで、リリーフ弁 3 3 の故障診断実行条件は、例えば、次の(1) ~ (3) の条件を全て満たすことである。

【 0 0 4 7 】

(1) 燃圧センサ 3 2 及び高圧ポンプ 1 4 が正常であること  
 (2) エンジン始動時又はエンジン定常運転中であること  
 (3) リリーフ弁 3 3 の故障診断を前回実行してからのエンジン運転回数が所定回数（例えば 3 回）に達していること

40

尚、上記(2) の条件は、単に「エンジン始動時であること」としても良い。或は、単に「エンジン定常運転中であること」としても良い。

【 0 0 4 8 】

上記(1) ~ (3) の条件を全て満たせば、リリーフ弁 3 3 の故障診断実行条件が成立するが、上記(1) ~ (3) の条件のうちいずれか 1 つでも満たさない条件があれば、リリーフ弁 3 3 の故障診断実行条件が不成立となる。尚、リリーフ弁 3 3 の故障診断実行条件は、上記(1) ~ (3) の条件に限定されず、適宜変更しても良い。

【 0 0 4 9 】

このステップ 1 0 1 で、リリーフ弁 3 3 の故障診断実行条件が不成立と判定された場合

50



には、ステップ102以降の処理を実行することなく、本ルーチンを終了する。

【0050】

一方、上記ステップ101で、リリーフ弁33の故障診断実行条件が成立していると判定された場合には、ステップ102以降の処理を次のようにして実行する。

【0051】

まず、ステップ102で、エンジン始動時（始動完了前）であるか否かを判定し、エンジン始動時であると判定された場合には、ステップ103に進み、燃料噴射弁31の燃料噴射を停止するが、エンジン始動時ではない（つまりエンジン始動完了後のエンジン運転中）と判定された場合には、燃料噴射弁31の燃料噴射を継続する。

【0052】

この後、ステップ104に進み、高圧燃料系内の目標燃圧 $P_{ftg}$ をリリーフ圧 $P_{frl}$ よりも第1の所定値 $P_1$ だけ高い圧力（＝リリーフ圧 $P_{frl}$ ＋第1の所定値 $P_1$ ）に設定して、高圧燃料系内の燃圧 $P_f$ を目標燃圧 $P_{ftg}$ にするように高圧ポンプ14の吐出量を制御する燃圧強制上昇制御を実行する。この燃圧強制上昇制御では、例えば、予め目標燃圧 $P_{ftg}$ を実現するように設定された制御量で高圧ポンプ14の吐出量（燃圧制御弁23の通電時期）を制御するようにしても良いし、或は、燃圧センサ32で検出した高圧燃料系内の燃圧 $P_f$ を目標燃圧 $P_{ftg}$ に一致させるように高圧ポンプ14の吐出量（燃圧制御弁23の通電時期）をフィードバック制御するようにしても良い。

【0053】

この後、ステップ105に進み、燃圧強制上昇制御を開始してからの経過期間 $T_2$ が所定の許容期間 $K_{T2}$ 以内であるか否かを判定する。ここで、許容期間 $K_{T2}$ は、例えば、高圧燃料系内の燃圧 $P_f$ がリリーフ圧 $P_{frl}$ に上昇するまでに必要な期間よりも少し長い期間に設定される。尚、経過期間 $T_2$ と許容期間 $K_{T2}$ は、時間（ $msec$ 等）で設定しても良いし、或は、クランク角（ $A$ ）で設定しても良い。

【0054】

この場合、図6に示す許容期間 $K_{T2}$ のマップを参照して、燃圧強制上昇制御開始時の高圧燃料系内の燃圧 $P_{f1}$ と、エンジン回転速度 $N_e$ とに応じた許容期間 $K_{T2}$ を算出すると共に、図7に示す補正係数 $K_{T2}$ のテーブルを参照して、燃圧強制上昇制御開始時のエンジンの冷却水温 $T_{HW}$ に応じた補正係数 $K_{T2}$ を算出した後、この補正係数 $K_{T2}$ で許容期間 $K_{T2}$ を補正して最終的な許容期間 $K_{T2}$ を求める。

【0055】

図6の許容期間 $K_{T2}$ のマップは、燃圧強制上昇制御開始時の高圧燃料系内の燃圧 $P_{f1}$ や、エンジン回転速度 $N_e$ （高圧ポンプ14の吐出性能）に応じて、高圧燃料系内の燃圧 $P_f$ がリリーフ圧 $P_{frl}$ に上昇するまでに必要な期間が変化することを考慮して、例えば、燃圧強制上昇制御開始時の高圧燃料系内の燃圧 $P_{f1}$ が低くなるほど許容期間 $K_{T2}$ が長くなり、エンジン回転速度 $N_e$ が高くなるほど許容期間 $K_{T2}$ が短くなるように設定されている。この許容期間 $K_{T2}$ のマップは、予め試験データや設計データ等に基づいて作成され、ECU38のROMに記憶されている。

【0056】

また、図7の補正係数 $K_{T2}$ のテーブルは、燃圧強制上昇制御開始時の冷却水温 $T_{HW}$ に応じて高圧ポンプ14の吐出性能が変化して、高圧燃料系内の燃圧 $P_{f1}$ がリリーフ圧 $P_{frl}$ に上昇するまでに必要な期間が変化することを考慮して、例えば、燃圧強制上昇制御開始時の冷却水温 $T_{HW}$ が低くなるほど補正係数 $K_{T2}$ が大きくなって許容期間 $K_{T2}$ が長くなるように設定されている。この補正係数 $K_{T2}$ のテーブルは、予め試験データや設計データ等に基づいて作成され、ECU38のROMに記憶されている。

【0057】

このステップ105で、燃圧強制上昇制御を開始してからの経過期間 $T_2$ が許容期間 $K_{T2}$ 以内であると判定されれば、ステップ106に進み、燃圧センサ32で検出した高圧燃料系内の燃圧 $P_f$ がリリーフ圧 $P_{frl}$ 以上であるか否かを判定し、高圧燃料系内の燃圧 $P_f$ がリリーフ圧 $P_{frl}$ よりも低いと判定されれば、上記ステップ105に戻る。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 8 】

その後、上記ステップ 1 0 5 で燃圧強制上昇制御を開始してからの経過期間 T 2 が許容期間 K T 2 を越えたと判定された場合、つまり、燃圧強制上昇制御を開始してから許容期間 K T 2 が経過したにも拘らず、高圧燃料系内の燃圧 P f がリリーフ圧 P f r l に到達しない場合には、高圧ポンプ 1 4 や高圧ポンプ 1 4 の制御系等に何らかの異常が発生している可能性があるとして判断して、ステップ 1 1 1 に進み、燃圧強制上昇制御を終了して、通常制御（例えば通常の燃圧フィードバック制御や燃料噴射制御）を実行する。この場合、リリーフ弁 3 3 の故障診断は実行されない。

## 【 0 0 5 9 】

一方、上記ステップ 1 0 6 で高圧燃料系内の燃圧 P f がリリーフ圧 P f r l 以上であると判定された場合、つまり、燃圧強制上昇制御を開始してから許容期間 K T 2 が経過する前に、高圧燃料系内の燃圧 P f がリリーフ圧 P f r l に到達した場合には、ステップ 1 0 7 に進み、高圧燃料系内の燃圧 P f がリリーフ圧 P f r l に到達してからの経過期間 T 1 が所定の待機期間 K T 1 以上であるか否かを判定する。ここで、待機期間 K T 1 は、例えば、リリーフ弁 3 3 の閉弁固着故障時に高圧燃料系内の燃圧 P f が目標燃圧 P f t g 付近に上昇するまでに必要な期間に設定される。尚、経過期間 T 1 と待機期間 K T 1 は、時間（m s e c 等）で設定しても良いし、或は、クランク角（ A ）で設定しても良い。

## 【 0 0 6 0 】

この場合、図 8 に示す待機期間 K T 1 のテーブルを参照して、エンジン回転速度 N e に応じた待機期間 K T 1 を算出する。図 8 の待機期間 K T 1 のテーブルは、エンジン回転速度 N e に応じて高圧ポンプ 1 4 の吐出性能が変化して、リリーフ弁 3 3 の閉弁固着故障時に高圧燃料系内の燃圧 P f が目標燃圧付近 P f t g に上昇するまでに必要な期間が変化することを考慮して、例えば、エンジン回転速度 N e が高くなるほど待機期間 K T 1 が短くなるように設定されている。この待機期間 K T 1 のテーブルは、予め試験データや設計データ等に基づいて作成され、E C U 3 8 の R O M に記憶されている。

## 【 0 0 6 1 】

このステップ 1 0 7 で、高圧燃料系内の燃圧 P f がリリーフ圧 P f r l に到達してからの経過期間 T 1 が待機期間 K T 1 以上であると判定されたとき、つまり、高圧燃料系内の燃圧 P f がリリーフ圧 P f r l に到達してから待機期間 K T 1 が経過したと判定されたときに、ステップ 1 0 8 に進み、燃圧センサ 3 2 で検出した高圧燃料系内の燃圧 P f を判定用燃圧 P f 2 として取得した後、ステップ 1 0 9 に進み、判定用燃圧 P f 2 が所定の故障判定燃圧 K P f （ = リリーフ圧 P f r l + 第 2 の所定値 P 2 ）よりも低いかなかを判定する。

## 【 0 0 6 2 】

このステップ 1 0 9 で、判定用燃圧 P f 2 が故障判定燃圧 K P f よりも低いと判定された場合には、ステップ 1 1 0 に進み、リリーフ弁 3 3 の故障無し（正常）と判定して異常フラグを O F F に維持した後、ステップ 1 1 1 に進み、燃圧強制上昇制御を終了して、通常制御（例えば通常の燃圧フィードバック制御や燃料噴射制御）を実行する。

## 【 0 0 6 3 】

これに対して、上記ステップ 1 0 9 で、判定用燃圧 P f 2 が故障判定燃圧 K P f 以上であると判定された場合には、ステップ 1 1 2 に進み、リリーフ弁 3 3 の故障（例えばリリーフ弁 3 3 が閉弁状態で固着する閉弁固着故障）有りとして判定して異常フラグを O N にセットし、運転席のインストルメントパネルに設けられた警告ランプ（図示せず）を点灯したり、或は、運転席のインストルメントパネルの警告表示部（図示せず）に警告表示して運転者に警告すると共に、その異常情報（異常コード等）を E C U 3 8 のバックアップ R A M （図示せず）等の書き換え可能な不揮発性メモリ（E C U 3 8 の電源オフ中でも記憶データを保持する書き換え可能なメモリ）に記憶する。

## 【 0 0 6 4 】

その後、ステップ 1 1 3 に進み、フェールセーフ処理を実行する。このフェールセーフ処理では、例えば、高圧ポンプ 1 4 の燃圧制御弁 2 3 を閉弁状態（通電オフ状態）に維持して高圧ポンプ 1 4 の燃料吐出動作を停止する。或は、エンジンを停止して高圧ポンプ 1

10

20

30

40

50

4の作動を停止する。

【0065】

以上説明した本実施例1のリリーフ弁33の故障診断の実行例を図2乃至図4のタイムチャートを用いて説明する。ここで、図2は通常のエンジン始動時にリリーフ弁33の故障診断を実行した場合の実行例を示し、図3は完全暖機後のエンジン再始動時にリリーフ弁33の故障診断を実行した場合の実行例を示し、図4はエンジン運転中にリリーフ弁33の故障診断を実行した場合の実行例を示している。

【0066】

図2乃至図4のいずれの場合も、リリーフ弁33の故障診断実行条件が成立したときに、燃圧強制上昇制御を実行する。この燃圧強制上昇制御では、目標燃圧 $P_{ftg}$ をリリーフ圧 $P_{frl}$ よりも第1の所定値 $P_1$ だけ高い圧力(=リリーフ圧 $P_{frl}$ +第1の所定値 $P_1$ )に設定して、高圧燃料系内の燃圧 $P_f$ を目標燃圧 $P_{ftg}$ にするように高圧ポンプ14を制御する。尚、エンジン始動時(始動完了前)に故障診断実行条件が成立した場合(図2又は図3の場合)には、リリーフ弁33の故障診断が終了するまで燃料噴射弁31の燃料噴射を停止するが、エンジン運転中に故障診断実行条件が成立した場合(図4の場合)には、燃料噴射弁31の燃料噴射を継続する。

【0067】

この後、実際に燃圧強制上昇制御が開始された時点 $t_1$ (実際に高圧ポンプ14の制御量が変化した時点)から許容期間 $K T_2$ が経過する前に、高圧燃料系内の燃圧 $P_f$ がリリーフ圧 $P_{frl}$ に到達した場合には、高圧燃料系内の燃圧 $P_f$ がリリーフ圧 $P_{frl}$ に到達した時点 $t_2$ から待機期間 $K T_1$ が経過した時点 $t_3$ で、高圧燃料系内の燃圧 $P_f$ を判定用燃圧 $P_{f2}$ として取得し、この判定用燃圧 $P_{f2}$ を故障判定燃圧 $K P_f$ (=リリーフ圧 $P_{frl}$ +第2の所定値 $P_2$ )と比較する。

【0068】

その結果、判定用燃圧 $P_{f2}$ が故障判定燃圧 $K P_f$ よりも低いと判定された場合には、リリーフ弁33の故障無し(正常)と判定するが、判定用燃圧 $P_{f2}$ が故障判定燃圧 $K P_f$ 以上であると判定された場合には、リリーフ弁33の故障(例えばリリーフ弁33が閉弁状態で固着する閉弁固着故障)有りとして判定して、高圧ポンプ14の燃料吐出動作を停止する(或は、エンジンを停止して高圧ポンプ14の作動を停止する)。

【0069】

尚、実際に燃圧強制上昇制御が開始された時点 $t_1$ から許容期間 $K T_2$ が経過したにも拘らず、高圧燃料系内の燃圧 $P_f$ がリリーフ圧 $P_{frl}$ に到達しない場合には、高圧ポンプ14や高圧ポンプ14の制御系等に何らかの異常が発生している可能性があるとして判断して、燃圧強制上昇制御を終了する。この場合、リリーフ弁33の故障診断は実行されない。

【0070】

以上説明した本実施例1では、高圧燃料系内の目標燃圧 $P_{ftg}$ をリリーフ圧 $P_{frl}$ よりも高い圧力に設定して、高圧燃料系内の燃圧 $P_f$ を目標燃圧 $P_{ftg}$ にするように高圧ポンプ14を制御する燃圧強制上昇制御を実行し、この燃圧強制上昇制御によって高圧燃料系内の燃圧 $P_f$ がリリーフ圧 $P_{frl}$ に到達してから所定の待機期間 $K T_1$ が経過した後に、高圧燃料系内の燃圧 $P_f$ を所定の故障判定燃圧 $K P_f$ と比較してリリーフ弁33の故障の有無を判定するようにしたので、高圧ポンプ14の作動中にリリーフ弁33の故障診断を行うことができる。このため、もし、高圧ポンプ14の作動中にリリーフ弁33の故障が発生していても、その故障を高圧ポンプ14の作動中に検出することができる。

【0071】

また、本実施例1では、エンジン回転速度 $N_e$ に応じて待機期間 $K T_1$ を設定するようにしたので、エンジン回転速度 $N_e$ に応じて高圧ポンプ14の吐出性能が変化して、例えばリリーフ弁33の閉弁固着故障時に高圧燃料系内の燃圧 $P_f$ が目標燃圧付近 $P_{ftg}$ に上昇するまでに必要な期間が変化するのに対応して、待機期間 $K T_1$ を変化させることができ、待機期間 $K T_1$ を適正值に設定することができる。これにより、待機期間 $K T_1$ が必要以上に長くなることを回避して、リリーフ弁33の故障診断を早期に完了することがで

10

20

30

40

50

きる。

【 0 0 7 2 】

更に、本実施例 1 では、燃圧強制上昇制御を開始してから所定の許容期間  $K T 2$  が経過したにも拘らず、高圧燃料系内の燃圧  $P f$  がリリーフ圧  $P f r l$  に到達しない場合には、高圧ポンプ 1 4 や高圧ポンプ 1 4 の制御系等に何らかの異常が発生している可能性があるとして判断して、燃圧強制上昇制御を終了するようにしたので、燃圧強制上昇制御が無駄に長期間継続されることを未然に防止することができる。

【 0 0 7 3 】

また、本実施例 1 では、燃圧強制上昇制御開始時の高圧燃料系内の燃圧  $P f 1$  と、エンジン回転速度  $N e$  とに応じて許容期間  $K T 2$  を設定するようにしたので、燃圧強制上昇制御開始時の高圧燃料系内の燃圧  $P f 1$  や、エンジン回転速度  $N e$  ( 高圧ポンプ 1 4 の吐出性能 ) に応じて、高圧燃料系内の燃圧  $P f$  がリリーフ圧  $P f r l$  に上昇するまでに必要な期間が変化するのに対応して、許容期間  $K T 2$  を変化させることができ、許容期間  $K T 2$  を適正値に設定することができる。

10

【 0 0 7 4 】

更に、本実施例 1 では、燃圧強制上昇制御開始時の冷却水温  $T H W$  に応じて許容期間  $K T 2$  を補正するようにしたので、燃圧強制上昇制御開始時の冷却水温  $T H W$  に応じて高圧ポンプ 1 4 の吐出性能が変化して、高圧燃料系内の燃圧  $P f 1$  がリリーフ圧  $P f r l$  に上昇するまでに必要な期間が変化するのに対応して、許容期間  $K T 2$  を適正に補正することができる。

20

【 0 0 7 5 】

また、本実施例 1 では、リリーフ弁 3 3 の故障診断を前回実行してからのエンジン運転回数が所定回数に達していることをリリーフ弁 3 3 の故障診断実行条件の 1 つとすることで、リリーフ弁 3 3 の故障診断を前回実行してからのエンジン運転回数が所定回数に達したときに、次のリリーフ弁 3 3 の故障診断を許可するようにしたので、リリーフ弁 3 3 の故障診断の実行頻度を適度に抑えて、燃圧強制上昇制御に伴うリリーフ弁 3 3 の開弁 / 閉弁の繰り返し動作の実行頻度を適度に抑えることができ、リリーフ弁 3 3 の耐久寿命の低下を防止することができる。

【 0 0 7 6 】

また、本実施例 1 では、エンジン始動時にリリーフ弁 3 3 の故障診断を実行する場合に、リリーフ弁 3 3 の故障診断が完了するまで燃料噴射弁 3 1 の燃料噴射を停止するようにしたので、エンジン始動時にリリーフ弁 3 3 の故障診断を実行する場合には、燃料噴射弁 3 1 の燃料噴射を停止した状態 ( つまり高圧燃料系内の燃料を消費しない状態 ) で燃圧強制上昇制御を実行することができる。これにより、燃圧強制上昇制御によって高圧燃料系内の燃圧  $P f$  を速やかに上昇させることができ、リリーフ弁 3 3 の故障診断を早期に完了することができる。

30

【 実施例 2 】

【 0 0 7 7 】

次に、図 9 乃至図 1 2 を用いて本発明の実施例 2 を説明する。但し、前記実施例 1 と実質的に同一部分については説明を省略又は簡略化し、主として前記実施例 1 と異なる部分について説明する。

40

【 0 0 7 8 】

本実施例 2 では、 $E C U 3 8$  により後述する図 1 0 のリリーフ弁故障診断ルーチンを実行することで、燃圧強制上昇制御によって高圧燃料系内の燃圧  $P f$  がリリーフ圧  $P f r l$  に到達してから所定の待機期間  $K T 1$  が経過した後に、所定の判定期間  $K T 3$  内における高圧燃料系内の燃圧の変動量 ( 振幅 )  $P f$  を算出し、この燃圧の変動量  $P f$  を所定の故障判定値  $K P f$  と比較してリリーフ弁 3 3 の故障の有無を判定する。

【 0 0 7 9 】

燃圧強制上昇制御を実行すると、高圧燃料系内の燃圧  $P f$  が目標燃圧  $P f t g$  ( リリーフ圧  $P f r l$  よりも高い圧力 ) に向かって上昇する。その際、例えば、図 9 に実線で示すよう

50

に、リリーフ弁 33 が正常に機能すれば、高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  がリリーフ圧  $P_{frl}$  に到達した後に、リリーフ弁 33 の開弁 / 閉弁が繰り返されて高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  がリリーフ圧  $P_{frl}$  付近で変動（振動）するが、図 9 に破線で示すように、もし、リリーフ弁 33 が正常に開弁しない故障（例えばリリーフ弁 33 が閉弁状態で固着する閉弁固着故障等）が発生していると、高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  がリリーフ圧  $P_{frl}$  に到達した後に、更にリリーフ圧  $P_{frl}$  よりも高い目標燃圧  $P_{ftg}$  付近まで高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  が上昇して目標燃圧  $P_{ftg}$  付近でほぼ安定する（尚、燃料噴射中は燃料噴射毎に高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  が比較的小さく変動する）。従って、燃圧強制上昇制御によって高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  がリリーフ圧  $P_{frl}$  に到達してから所定の待機期間  $K T_1$ （例えばリリーフ弁 33 の閉弁固着故障時に高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  が目標燃圧  $P_{ftg}$  付近に上昇するまでに必要な期間）が経過した後に、所定の判定期間  $K T_3$  内における高圧燃料系内の燃圧の変動量（振幅） $P_f$  を所定の故障判定値  $K P_f$  と比較すれば、リリーフ弁 33 の故障の有無を精度良く判定することができる。

10

#### 【 0 0 8 0 】

図 10 のルーチンは、前記実施例 1 で説明した図 5 のルーチンのステップ 108、109 の処理をステップ 108a、109a の処理に変更したものであり、それ以外の各ステップの処理は図 5 と同じである。

#### 【 0 0 8 1 】

以下、本実施例 2 で ECU 38 が実行する図 10 のリリーフ弁故障診断ルーチンの処理内容を説明する。本ルーチンでは、リリーフ弁 33 の故障診断実行条件が成立したときに、高圧燃料系内の目標燃圧  $P_{ftg}$  をリリーフ圧  $P_{frl}$  よりも高い圧力に設定して、高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  を目標燃圧  $P_{ftg}$  にするように高圧ポンプ 14 の吐出量を制御する燃圧強制上昇制御を実行する（ステップ 101 ~ 104）。

20

#### 【 0 0 8 2 】

この後、燃圧強制上昇制御を開始してから許容期間  $K T_2$  が経過する前に、高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  がリリーフ圧  $P_{frl}$  に到達した場合には、高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  がリリーフ圧  $P_{frl}$  に到達してからの経過期間  $T_1$  が待機期間  $K T_1$  以上であるか否かを判定する（ステップ 105 ~ 107）。

#### 【 0 0 8 3 】

この後、高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  がリリーフ圧  $P_{frl}$  に到達してからの経過期間  $T_1$  が待機期間  $K T_1$  以上であると判定されたとき、つまり、高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  がリリーフ圧  $P_{frl}$  に到達してから待機期間  $K T_1$  が経過したと判定されたときに、ステップ 108a に進み、所定の判定期間  $K T_3$  内における高圧燃料系内の燃圧の変動量  $P_f$  を算出する。ここで、判定期間  $K T_3$  は、例えば、高圧燃料系内の燃圧の変動量  $P_f$  を算出可能な最小期間に設定される。尚、判定期間  $K T_1$  は、時間（msec 等）で設定しても良いし、或は、クランク角（ $A$ ）で設定しても良い。

30

#### 【 0 0 8 4 】

この場合、図 11 に示す判定期間  $K T_3$  のテーブルを参照して、エンジン回転速度  $N_e$  に応じた判定期間  $K T_3$  を算出する。図 11 の判定期間  $K T_3$  のテーブルは、エンジン回転速度  $N_e$  に応じて、高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  の変動周期が変化することを考慮して、例えば、エンジン回転速度  $N_e$  が高くなるほど判定期間  $K T_3$  が短くなるように設定されている。この判定期間  $K T_3$  のテーブルは、予め試験データや設計データ等に基づいて作成され、ECU 38 の ROM に記憶されている。

40

#### 【 0 0 8 5 】

また、判定期間  $K T_3$  内における高圧燃料系内の燃圧の変動量  $P_f$  は、例えば、判定期間  $K T_3$  内における高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  の最大値と最小値との差を、高圧燃料系内の燃圧の変動量  $P_f$  として算出する。或は、判定期間  $K T_3$  内における高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  のピーク値の平均値とボトム値の平均値との差（又はピーク値とボトム値との差の平均値）を、高圧燃料系内の燃圧の変動量  $P_f$  として算出するようにしても良い。

#### 【 0 0 8 6 】

50

この後、ステップ109aに進み、判定期間KT3内における高圧燃料系内の燃圧の変動量Pfが所定の故障判定値K Pfよりも大きいかなかを判定する。この場合、図12に示す故障判定値K Pfのテーブルを参照して、エンジン回転速度Neに応じた故障判定値K Pfを算出する。図12の故障判定値K Pfのテーブルは、エンジン回転速度Neに応じて高圧ポンプ14の吐出性能が変化して、リリーフ弁33の開弁/閉弁による高圧燃料系内の燃圧の変動量(振幅)Pfが変化することを考慮して、例えば、エンジン回転速度Neが高くなるほど故障判定値K Pfが大きくなるように設定されている。この故障判定値K Pfのテーブルは、予め試験データや設計データ等に基づいて作成され、ECU38のROMに記憶されている。

【0087】

10

このステップ109aで、高圧燃料系内の燃圧の変動量Pfが故障判定値K Pfよりも大きいと判定された場合には、リリーフ弁33の故障無し(正常)と判定した後、燃圧強制上昇制御を終了して、通常制御を実行する(ステップ110、111)。

【0088】

これに対して、上記ステップ109aで、高圧燃料系内の燃圧の変動量Pfが故障判定値K Pf以下であると判定された場合には、リリーフ弁33の故障(例えばリリーフ弁33が閉弁状態で固着する閉弁固着故障)有りとして判定した後、フェールセーフ処理を実行する(ステップ112、113)。

【0089】

以上説明した本実施例2では、燃圧強制上昇制御によって高圧燃料系内の燃圧Pfがリリーフ圧Pfrlに到達してから所定の待機期間KT1が経過した後に、所定の判定期間KT3内における高圧燃料系内の燃圧の変動量(振幅)Pfを算出し、この燃圧の変動量Pfを所定の故障判定値K Pfと比較してリリーフ弁33の故障の有無を判定するようにしたので、高圧ポンプ14の作動中にリリーフ弁33の故障診断を行うことができ、前記実施例1とほぼ同じ効果を得ることができる。

20

【0090】

また、本実施例2では、判定期間KT3内における高圧燃料系内の燃圧の変動量Pfを算出する際に、エンジン回転速度Neに応じて判定期間KT3を設定するようにしたので、エンジン回転速度Neに応じて、高圧燃料系内の燃圧Pfの変動周期が変化するのに対応して、判定期間KT3を変化させることができ、判定期間KT3を適正值(例えば高圧燃料系内の燃圧の変動量Pfを算出可能な最小期間)に設定することができる。

30

【0091】

更に、本実施例2では、エンジン回転速度Neに応じて故障判定値K Pfを設定するようにしたので、エンジン回転速度Neに応じて高圧ポンプ14の吐出性能が変化して、リリーフ弁33の開弁/閉弁による高圧燃料系内の燃圧の変動量(振幅)Pfが変化するのに対応して、故障判定値K Pfを変化させることができ、故障判定値K Pfを適正值に設定することができる。

【0092】

尚、上記各実施例1, 2では、リリーフ弁33の故障診断を前回実行してからのエンジン運転回数が所定回数に達したときに、次のリリーフ弁33の故障診断を許可するようにしたが、これに限定されず、例えば、リリーフ弁33の故障診断を前回実行してからの走行時間、走行距離等が所定値に達したときに、次のリリーフ弁33の故障診断を許可するようにしても良い。或は、通常のエンジン運転中はリリーフ弁33の故障診断を禁止して、ディーラー等で車両の点検のためにチェックモードに切り換えられた場合に、リリーフ弁33の故障診断を許可するようにしても良い。このようにしても、リリーフ弁33の故障診断の実行頻度を抑えて、燃圧強制上昇制御に伴うリリーフ弁33の開弁/閉弁の繰り返し動作の実行頻度を抑えることができ、リリーフ弁33の耐久寿命の低下を防止することができる。しかしながら、リリーフ弁33の耐久寿命があまり問題にならないような場合には、エンジン運転毎にリリーフ弁33の故障診断を許可するようにしても良い。

40

【0093】

50

また、上記各実施例 1, 2 では、燃圧強制上昇制御によって高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  がリリース圧  $P_{frl}$  に到達してから所定の待機期間  $K T_1$  が経過した後の高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  や燃圧の変動量  $\Delta P_f$  に基づいてリリース弁 33 の故障の有無を判定するようにしたが、故障判定方法は、これに限定されず、適宜変更しても良く、例えば、燃圧強制上昇制御によって高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  がリリース圧  $P_{frl}$  に到達した後の所定期間内における高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  の上昇量を故障判定値と比較してリリース弁 33 の故障の有無を判定するようしたり、或は、燃圧強制上昇制御によって高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  がリリース圧  $P_{frl}$  に到達してから所定期間が経過した後の高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  と目標燃圧  $P_{ftg}$  との差（又は高圧燃料系内の燃圧  $P_f$  とリリース圧  $P_{frl}$  との差）を故障判定値と比較してリリース弁 33 の故障の有無を判定するようにしても良い。

10

【0094】

また、上記各実施例 1, 2 では、図 1 に示すように、高圧ポンプ 14 と別体でリリース弁 33 を設けたシステム（デリバリパイプ 30 にリリース弁 33 を設けたシステム）に本発明を適用したが、これに限定されず、燃料供給システムの構成を適宜変更しても良く、例えば、図 13 に示すように、高圧ポンプ 14 にリリース弁 33 を一体的に設けたシステム（高圧ポンプ 14 に、高圧燃料配管 29 内の燃料をポンプ室 18 へ戻す燃料戻し通路 39 を一体的に設け、この燃料戻し通路 39 の途中にリリース弁 33 を設けたシステム）に本発明を適用しても良い。

【符号の説明】

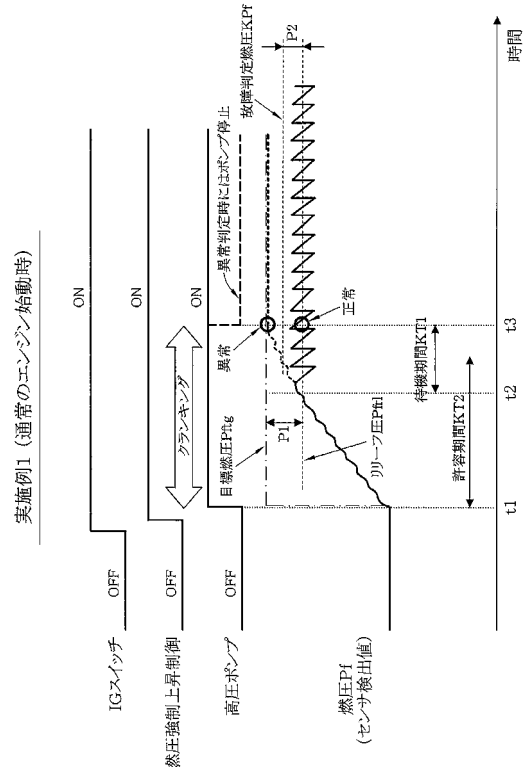
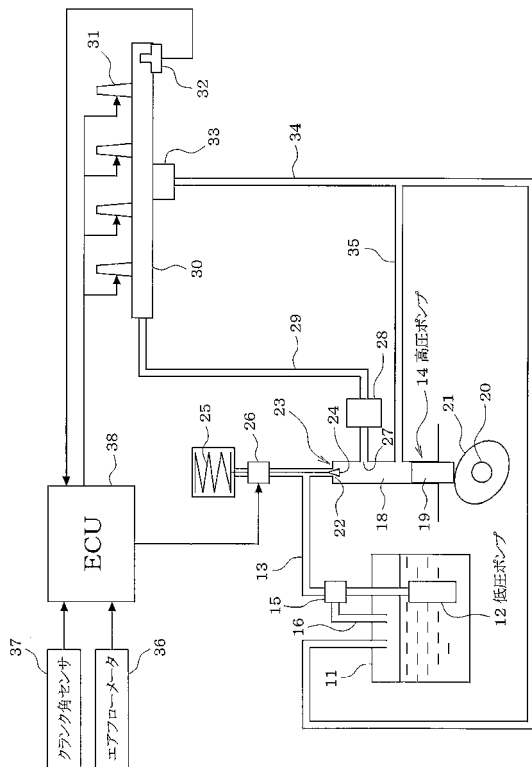
【0095】

11...燃料タンク、12...低压ポンプ、14...高圧ポンプ、18...ポンプ室、19...ピストン、22...吸入口、23...燃圧制御弁、27...吐出口、29...高圧燃料配管、30...デリバリパイプ、31...燃料噴射弁、32...燃圧センサ、33...リリース弁、34...リリース配管、38...ECU（故障診断手段）

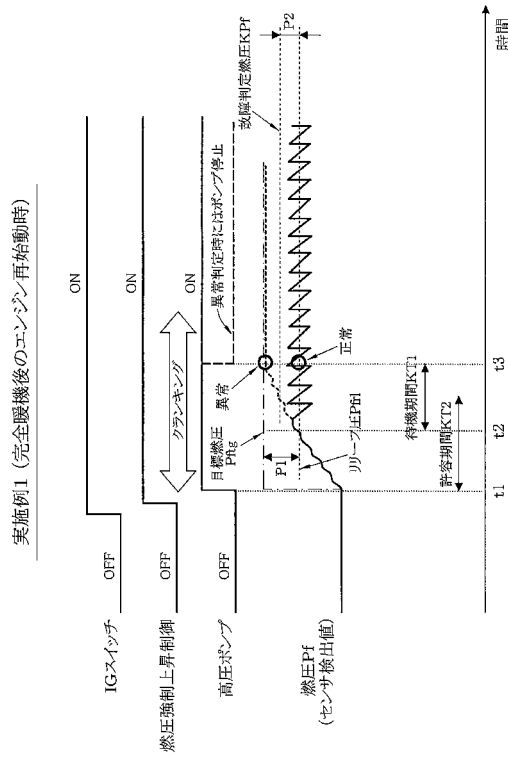
20

【図 1】

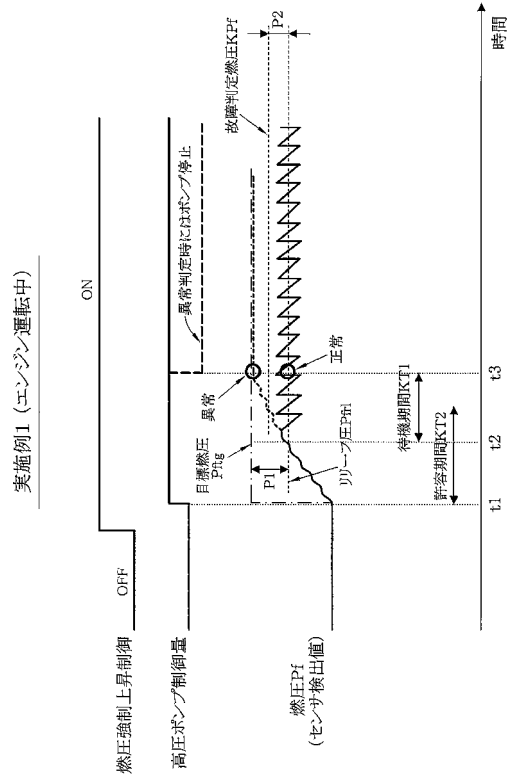
【図 2】



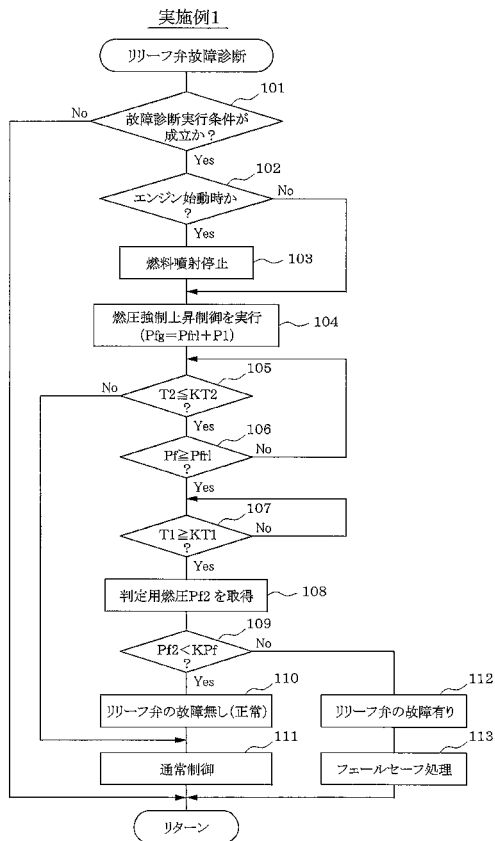
【 図 3 】



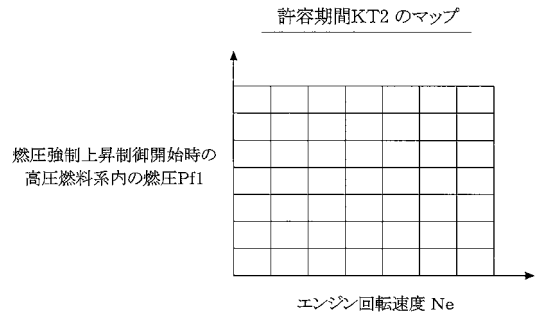
【 図 4 】



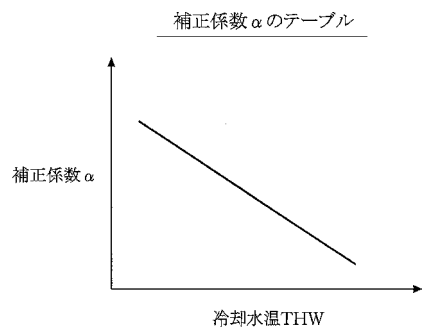
【 図 5 】



【 図 6 】

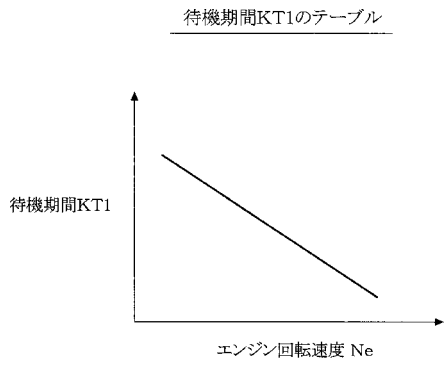


【 図 7 】

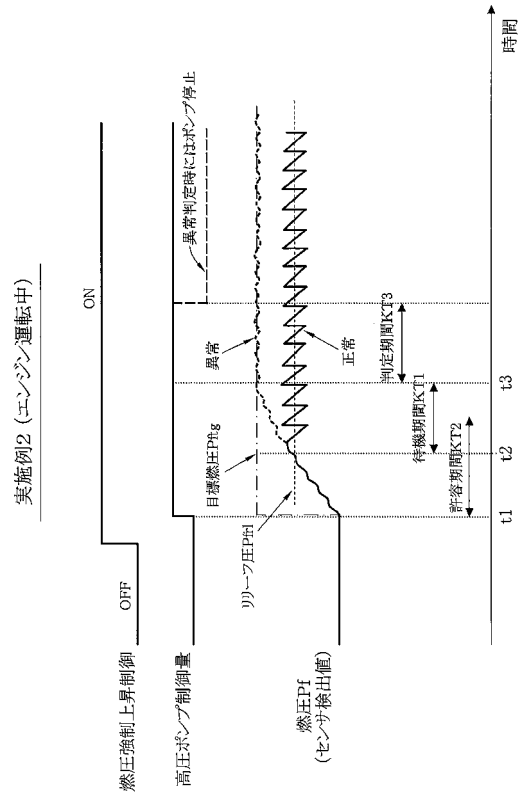




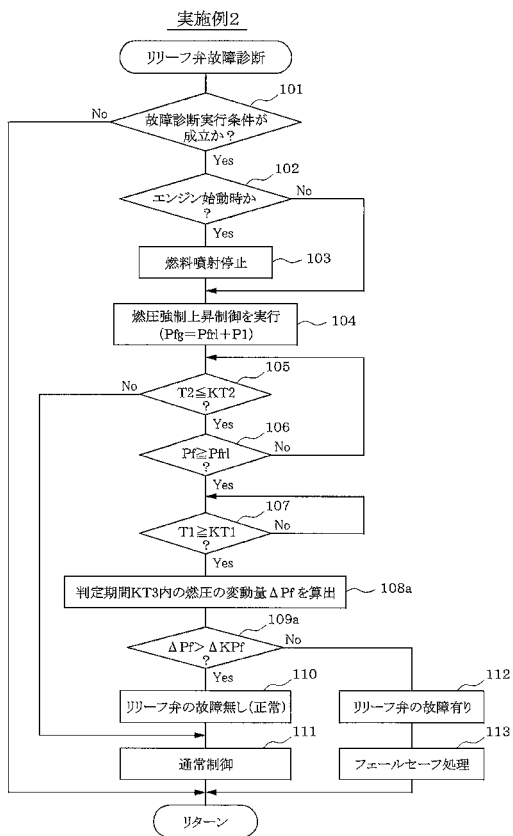
【図8】



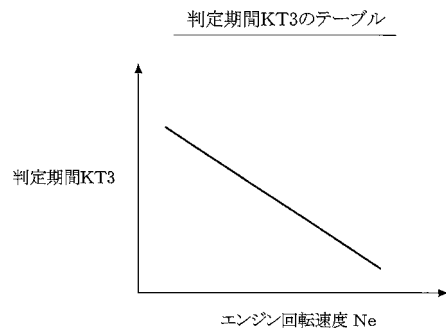
【図9】



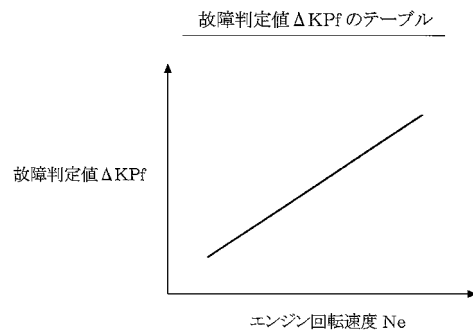
【図10】



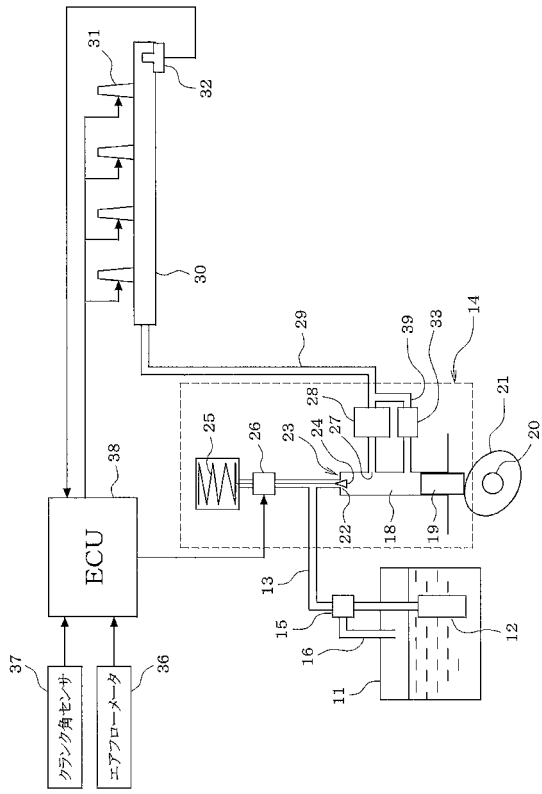
【図11】



【図12】



【図13】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2010-025102(JP,A)  
特開2002-256952(JP,A)  
特開2007-46568(JP,A)  
特開2008-130495(JP,A)  
特開2007-023833(JP,A)  
特開2007-092607(JP,A)  
特開2002-047984(JP,A)  
特開2007-138851(JP,A)  
特開2009-180158(JP,A)  
特開2007-255394(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D 41/00 - 45/00  
F02D 13/00 - 28/00  
F02M 39/00 - 71/04