

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5287673号
(P5287673)

(45) 発行日 平成25年9月11日(2013.9.11)

(24) 登録日 平成25年6月14日(2013.6.14)

(51) Int. Cl.	F I
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00 320Z
FO2D 41/22 (2006.01)	FO2D 45/00 370D
FO2M 37/08 (2006.01)	FO2D 41/22 345
	FO2D 41/22 325M
	FO2M 37/08 A

請求項の数 5 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2009-258218 (P2009-258218)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成21年11月11日(2009.11.11)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2011-102565 (P2011-102565A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成23年5月26日(2011.5.26)	(74) 代理人	100121821
審査請求日	平成23年12月22日(2011.12.22)		弁理士 山田 強
		(74) 代理人	100155789
			弁理士 栗田 恭成
		(74) 代理人	100139480
			弁理士 日野 京子
		(74) 代理人	100143063
			弁理士 安藤 悟
		(74) 代理人	100125575
			弁理士 松田 洋

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 異常部位診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の運転状態を制御するアクチュエータと、前記アクチュエータの作動に伴い変化する物理量を検出するセンサと、前記センサの検出値が目標値又は制御上の期待値となるよう前記アクチュエータの作動をフィードバック制御するフィードバック制御手段と、を備えて構成されるフィードバック制御システムに適用され、

前記目標値又は前記期待値に対する前記検出値の追従性が異常である場合に、前記フィードバック制御システムにシステム異常が生じていると判定するシステム異常判定手段と、

前記システム異常が生じていると判定された場合に、前記フィードバック制御を中止して前記アクチュエータの作動をオープン制御するオープン制御手段と、

前記オープン制御を実施している時の前記内燃機関が最低限の運転状態を維持できているれば、前記フィードバック制御システムのうち前記システム異常の原因となっている異常部位が前記センサであると診断し、前記オープン制御を実施している時の前記内燃機関が最低限の運転状態を維持できなければ、前記異常部位が前記アクチュエータであると診断する異常部位特定手段と、

を備えることを特徴とする異常部位診断装置。

【請求項2】

前記アクチュエータは、昇圧した燃料を燃料噴射弁へ供給するポンプ装置であり、前記センサは、前記燃料噴射弁へ供給される燃料の圧力を検出する燃圧センサであるこ

とを特徴とする請求項 1 に記載の異常部位診断装置。

【請求項 3】

前記ポンプ装置は、燃料の圧力を前記目標値又は前記期待値にまで昇圧させる高圧ポンプ、及び前記高圧ポンプに燃料を供給する低圧ポンプを備えて構成されており、

前記高圧ポンプによる昇圧を停止させた状態で前記低圧ポンプにより前記燃料噴射弁へ燃料を供給するよう、前記ポンプ装置を低圧フェイルセーフ制御する低圧フェイルセーフ制御手段を備え、

前記システム異常であると判定され、かつ、前記異常部位が前記燃圧センサであると診断されなかった場合には、前記オープン制御の実施を終了させて前記フィードバック制御に切り替えるとともに前記低圧フェイルセーフ制御を実施することを特徴とする請求項 2 に記載の異常部位診断装置。

10

【請求項 4】

前記システム異常であると判定され、かつ、前記異常部位が前記センサであると診断された場合には、前記オープン制御をフェイルセーフ制御として継続させることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 つに記載の異常部位診断装置。

【請求項 5】

前記オープン制御の実施継続時間が所定の制限時間に達した時点で、前記オープン制御の実施を強制終了させることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 つに記載の異常部位診断装置。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関のフィードバック制御システムの異常部位を特定できるよう診断する異常部位診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般的な内燃機関は、燃焼に供する燃料を噴射させる燃料噴射弁と、昇圧した燃料を燃料噴射弁へ供給するポンプ装置と、供給される燃料の圧力を検出する燃圧センサと、を備えており、燃圧センサにより検出された実燃圧が目標燃圧となるようポンプ装置の作動をフィードバック制御している。或いは、供給燃料の圧力を制御する減圧制御弁を備える場合には、実燃圧が目標燃圧となるよう減圧制御弁の作動をフィードバック制御している（特許文献 1 参照）。

30

【0003】

そして、燃料噴射弁、ポンプ装置、燃圧センサ、減圧制御弁等から構成される燃料噴射システム（フィードバック制御システム）に何らかの異常が生じた場合には、実燃圧が目標燃圧に対して異常に低くなったり高くなったり、目標燃圧の変化に対する実燃圧の応答性が悪くなる等、目標燃圧に対する実燃圧の追従性に異常が見られるようになる。したがって従来では、目標燃圧と実燃圧との偏差に基づいて、燃料噴射システムの異常を検出していた。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特表 2002 - 538368 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上述の異常検出手法では、燃料噴射システムの異常（システム異常）を検出できるものの、その異常部位までは判別できない。そのため、実際には燃圧センサの異常に起因してシステム異常が検出されていたとしても、ポンプ装置も含めた燃料噴射システム全体を修理作業者が交換してしまう等、効率の悪い修理作業になっているのが実情

50

である。

【0006】

なお、上記問題は、燃圧センサの検出値（実燃圧）を用いてポンプ装置や減圧制御弁の作動をフィードバック制御する場合に限らず、内燃機関に搭載された各種センサの検出値を用いて各種アクチュエータの作動をフィードバック制御する場合にも同様に生じうる。

【0007】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的は、フィードバック制御システムの異常部位を特定できるように診断する異常部位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】

【0008】

以下、上記課題を解決するための手段、及びその作用効果について記載する。

【0009】

第1の発明では、内燃機関の運転状態を制御するアクチュエータと、前記アクチュエータの作動に伴い変化する物理量を検出するセンサと、前記センサの検出値が目標値又は制御上の期待値となるよう前記アクチュエータの作動をフィードバック制御するフィードバック制御手段と、を備えて構成されるフィードバック制御システムに適用され、前記目標値又は前記期待値に対する前記検出値の追従性が異常である場合に、前記フィードバック制御システムにシステム異常が生じていると判定するシステム異常判定手段と、前記システム異常が生じていると判定された場合に、前記フィードバック制御を中止して前記アクチュエータの作動をオープン制御するオープン制御手段と、前記オープン制御を実施している時の前記内燃機関の運転状態に基づき、前記フィードバック制御システムのうち前記システム異常の原因となっている部位を特定する異常部位特定手段と、を備えることを特徴とする。

【0010】

ここで、システム異常が生じている時にフィードバック制御をオープン制御に切り替えれば、内燃機関の運転状態に少なからず変化が生じることとなるが、この変化は、システム異常の原因となっている部位がいずれであるかに応じて異なる態様の変化となる。

【0011】

この点に着目して為された上記発明によれば、フィードバック制御システムにシステム異常が生じていると判定された場合に、フィードバック制御を中止してオープン制御を実施し、そのオープン制御時の内燃機関の運転状態に基づきシステム異常の原因となっている部位を特定するので、単にシステム異常を検出するのみならず、その異常部位を診断することができる。

【0012】

第2の発明では、前記異常部位特定手段は、前記オープン制御を実施している時の前記内燃機関が最低限の運転状態を維持できていれば、前記異常部位が前記センサであると診断することを特徴とする。

【0013】

システム異常時にオープン制御を実施すると、センサが異常であってもアクチュエータ等の他の部位が正常であれば、内燃機関の運転状態が所望の状態から大きく外れる可能性は低い。これに対し、センサ以外の部位（例えばアクチュエータ）が異常であれば、内燃機関の運転状態が所望の状態から大きく外れる可能性は高い。この点を鑑みた上記発明によれば、システム異常時にオープン制御を実施した結果、内燃機関が最低限の運転状態を維持できていれば異常部位がセンサであると診断するので、異常部位の特定を高精度で実現できる。

【0014】

第3の発明では、前記アクチュエータは、昇圧した燃料を燃料噴射弁へ供給するポンプ装置であり、前記センサは、前記燃料噴射弁へ供給される燃料の圧力を検出する燃圧センサであることを特徴とする。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 5 】

この場合におけるセンサ以外の異常部位としては、ポンプ装置、燃料噴射弁、ポンプ装置又は燃料噴射弁と接続される燃料配管、蓄圧した燃料を複数の燃料噴射弁へ分配する蓄圧分配容器（デリバリパイプ）等が挙げられる。そして、このような燃料供給システムを、診断対象としてのフィードバック制御システムとして適用した場合には、センサが異常である場合のオープン制御時の内燃機関運転状態と、それ以外の部位が異常である場合の運転状態とで違いが顕著に現れる。

【 0 0 1 6 】

例えば、センサ以外の部位（例えばポンプ装置）が異常であれば、燃料噴射弁に供給される実燃圧が目標燃圧に対して著しく低くなっている可能性が高い。したがって、このよ
10
うな状況下でオープン制御すると、実燃圧が目標燃圧になっているとみなして燃料噴射弁を作動させることにより噴射量が不足して、内燃機関の出力トルク（運転状態）が著しく低下する可能性が高く、場合によっては内燃機関の失火を招く。これに対し、ポンプ装置が正常であれば、燃圧センサが異常であっても燃料噴射弁に供給される燃圧が著しく低下することはないので、燃圧不足により噴射量が不足して内燃機関の出力トルクが著しく低下することはない、失火の可能性は極めて低い。

【 0 0 1 7 】

したがって、燃料供給システムを診断対象とする上記発明によれば、オープン制御時の内燃機関の運転状態に基づきシステム異常の原因となっている部位を特定することを、好
20
適に実現できる。

【 0 0 1 8 】

第4の発明では、前記ポンプ装置は、燃料の圧力を前記目標値又は前記期待値にまで昇圧させる高圧ポンプ、及び前記高圧ポンプに燃料を供給する低圧ポンプを備えて構成されており、前記高圧ポンプによる昇圧を停止させた状態で前記低圧ポンプにより前記燃料噴射弁へ燃料を供給するよう、前記ポンプ装置を低圧フェイルセーフ制御する低圧フェイルセーフ制御手段を備え、前記システム異常であると判定され、かつ、前記異常部位が前記燃圧センサであると診断されなかった場合には、前記オープン制御の実施を終了させて前記低圧フェイルセーフ制御を実施することを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

ここで、システム異常であると判定され、かつ、異常部位が燃圧センサであると診断され
30
なかった場合には、上述した噴射量不足による内燃機関の失火が懸念される一方で、過剰に昇圧された燃料がポンプ装置から供給されてしまい、燃料配管や蓄圧分配容器（デリバリパイプ）、燃料噴射弁が破損することも懸念される。

【 0 0 2 0 】

この点を鑑みた上記発明によれば、燃圧センサ以外の異常によるシステム異常の場合には、オープン制御の実施を終了させてフィードバック制御に切り替えるので、オープン制御による噴射量不足で失火する懸念を解消できる。しかも、高圧ポンプによる昇圧を停止させた状態で低圧ポンプにより燃料を供給するよう低圧フェイルセーフ制御を実施するので、高圧ポンプの停止により過剰昇圧による破損の懸念を解消しつつも、低圧ポンプの駆動により燃料噴射弁への燃料供給は維持できる。なお、低圧フェイルセーフ制御では供給
40
する燃料の圧力が低くなっているものの、フィードバック制御により燃料噴射弁の開弁時間が長く設定されることになるので、噴射量不足による失火の懸念は解消される。

【 0 0 2 1 】

第5の発明では、前記システム異常であると判定され、かつ、前記異常部位が前記センサであると診断された場合には、前記オープン制御をフェイルセーフ制御として継続させることを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

ここで、システム異常であってもセンサ以外の部位（例えばアクチュエータ等）が正常である場合には、先述した第4の発明の低圧フェイルセーフ制御を実施しなくても、過剰昇圧による破損や噴射量不足による失火の可能性は低い。この点を鑑みた上記発明によれ
50

ば、センサ異常に起因したシステム異常時にはオープン制御をフェイルセーフ制御として継続させるので、上記破損及び失火を招くことなく、低圧フェイルセーフ制御を実施した場合に比べて実燃圧を目標燃圧に近づけることができる。また、異常なセンサを用いたフィードバック制御を実施することによる制御性悪化の懸念を、オープン制御を継続させることで解消できる。

【0023】

要するに、センサ異常時には、低圧フェイルセーフ制御といった過剰なフェイルセーフは実施せず、かつ、異常なセンサを用いたフィードバック制御に替えてオープン制御を実施するのが上記発明である。

【0024】

第6の発明では、前記オープン制御の実施継続時間が所定の制限時間に達した時点で、前記オープン制御の実施を強制終了させることを特徴とする。

【0025】

上記オープン制御を長時間継続して実施すると、フィードバック制御システムの破損を招く場合がある。例えば、上述した燃料供給システムの場合において、ポンプ装置の下流側に位置する部位（例えば蓄圧分配容器や燃料配管、燃料噴射弁）内の燃料が高温となり、その結果、当該燃料が異常に昇圧することにより前記部位の破損を招くことが懸念される。

【0026】

これに対し上記発明によれば、オープン制御の実施継続時間が所定の制限時間に達した時点で、前記オープン制御の実施を強制終了させるので、前記破損の懸念を解消できる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明の第1実施形態にかかる異常部位診断装置が適用された、燃料供給システムの全体構成を示す図。

【図2】第1実施形態において、高圧ポンプの作動をフィードバック制御する処理手順を示すフローチャート。

【図3】第1実施形態において、燃料噴射量制御の処理手順を示すフローチャート。

【図4】第1実施形態において、燃料供給システムの異常判定処理及び異常部位診断処理の処理手順を示すフローチャート。

【図5】本発明の第2実施形態において、燃料供給システムの異常判定処理及び異常部位診断処理の処理手順を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0028】

（第1実施形態）

以下、本発明にかかる異常部位診断装置を、内燃機関の燃料供給システムに適用した第1の実施形態について、図面を参照しつつ説明する。

【0029】

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。なお、図1のエンジンでは点火式のガソリンエンジンを想定しているが、自着火式のディーゼルエンジンにも本発明は適用可能である。

【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、低圧燃料配管13を通して高圧ポンプ14に供給される。

【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。この高圧ポンプ14の吸入口22側には、燃

10

20

30

40

50

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。

【0032】

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 の閉弁時間（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時間）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。

【0033】

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）を進角させることで、燃圧制御弁 23 の閉弁時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 の閉弁時間を短くして高圧ポンプ 14 の吐出量を減少させる。

【0034】

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 から吐出された燃料は、高圧燃料配管 29（高圧燃料通路）を通してデリバリパイプ 30（蓄圧分配容器）に送られ、このデリバリパイプ 30 からエンジンの各気筒の上部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 には、デリバリパイプ 30 内の燃圧（燃料圧力）を検出する燃圧センサ 32 が設けられている。

【0035】

なお、上述した低圧ポンプ 12、低圧燃料配管 13 及び高圧ポンプ 14 が「ポンプ装置」の構成部品に相当する。また、当該ポンプ装置、燃圧センサ 32、逆止弁 28、高圧燃料配管 29、デリバリパイプ 30 及び燃料噴射弁 31 が「燃料供給システム」の構成部品に相当する。

【0036】

また、エンジンには、吸入空気量 V 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クランク角信号のパルス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 NE が検出される。

【0037】

これら各種センサの出力は、エンジン制御回路（以下「ECU 38」と表記する）に入力される。この ECU 38 は、マイクロコンピュータ（マイコン）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弁 31 の燃料噴射量や点火プラグ（図示せず）の点火時期を制御する。その際、ECU 38 は、燃圧センサ 32 で検出したデリバリパイプ 30 内の燃圧を目標燃圧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 の閉弁時間）をフィードバック制御する。

【0038】

図 2 は、ECU 38 のマイコンによる上記フィードバック制御の処理手順を示すフローチャートであり、当該処理は、所定周期（例えばマイコンの CPU が行う演算周期又は所定のクランク角度毎）で繰り返し実行される。

【0039】

先ず、図 2 に示すステップ S10 において、クランク角センサ 37 により検出されたエンジン回転速度 NE 、及びエアフローメータ 36 により検出された吸入空気量 V （エンジン負荷）を取得し、これらの NE 、 V に基づき目標燃圧を設定する。具体的には、 NE 、 V に対する最適燃圧を予め試験してマップを作成しておき、当該マップと取得した NE 、 V に基づき目標燃圧を算出する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 0 】

続くステップS 1 1では、燃圧センサ3 2により検出された実燃圧を取得し、ステップS 1 0で設定した目標燃圧と実燃圧との偏差を算出する。続くステップS 1 2（フィードバック制御手段）では、ステップS 1 1で算出した偏差に基づき、高圧ポンプ1 4の燃圧制御弁2 3の閉弁時間をフィードバック制御する。具体的には、実燃圧が目標燃圧より高くなっていれば、燃圧制御弁2 3の閉弁開始時期（通電時期）を前記偏差に応じた量だけ進角させることで実燃圧を上昇させる。一方、実燃圧が目標燃圧より低くなっていれば、燃圧制御弁2 3の閉弁開始時期を前記偏差に応じた量だけ遅角させることで実燃圧を下降させる。

【 0 0 4 1 】

図3は、ECU3 8のマイコンによる燃料噴射量制御の処理手順を示すフローチャートであり、当該処理は、所定周期（例えばマイコンのCPUが行う演算周期又は所定のクランク角度毎）で繰り返し実行される。

【 0 0 4 2 】

まず、図3に示すステップS 2 0において、クランク角センサ3 7により検出されたエンジン回転速度NE、及びエアフローメータ3 6により検出された吸入空気量V（エンジン負荷）を取得し、これらのNE、Vに基づき、燃料噴射弁3 1から噴射させる燃料の目標噴射量を設定する。具体的には、NE、Vに対する最適噴射量を予め試験してマップを作成しておき、当該マップと取得したNE、Vに基づき目標噴射量を算出する。

【 0 0 4 3 】

続くステップS 2 1では、ステップS 2 0で算出した目標噴射量、及び燃圧センサ3 2により検出された実燃圧に基づき、燃料噴射弁3 1の開弁指令時間を算出する。すなわち、燃料噴射弁3 1の開弁時間が長いほど燃料噴射量は多くなるとともに、同じ開弁時間であっても実燃圧が高ければ燃料噴射量は多くなる。そこで、目標噴射量に加えて実燃圧に基づき開弁指令時間を算出している。

【 0 0 4 4 】

次に、本実施形態の要部である燃料供給システムの異常判定処理、及び異常部位を特定する診断処理について、以下に説明する。

【 0 0 4 5 】

図4は、ECU3 8のマイコンによる上記異常判定及び異常部位診断の処理手順を示すフローチャートであり、当該処理は、所定周期（例えばマイコンのCPUが行う演算周期又は所定のクランク角度毎）で繰り返し実行される。

【 0 0 4 6 】

まず、図4に示すステップS 3 0（システム異常判定手段）において、図2のフィードバック制御を実施するにあたり、目標燃圧（目標値）に対する実燃圧（検出値）の追従性に異常が見られるか否かを判定する。そして、追従性に異常が見られる場合には、追従性に異常が見られる場合には燃料供給システムを構成する複数部位のいずれかに異常が生じているシステム異常であると判定する。本実施形態においてシステム異常と判定された時点では、高圧ポンプ1 4及び燃圧センサ3 2のいずれかに異常が生じている可能性が高いとみなす。

【 0 0 4 7 】

具体的には、目標燃圧と実燃圧との偏差が所定量以上である状態が所定時間以上継続した場合に追従性異常であると判定する。例えば、高圧ポンプ1 4に異常が生じており十分な昇圧ができない場合には、目標燃圧に対して実燃圧が著しく低い値となるのでシステム異常と判定される。また、例えば、燃圧センサ3 2が経年劣化して燃圧の検出精度が悪化した場合には、目標燃圧の変化に対する実燃圧の追従性が悪くなるのでシステム異常と判定される。

【 0 0 4 8 】

なお、燃料供給システムには、燃圧センサ3 2の断線及び短絡を検知する図示しない回路が備えられており、上記ステップS 3 0におけるシステム異常判定とは別に、前記断線

10

20

30

40

50

、短絡検知がなされており、これらの断線、短絡が検知されていないことを条件として、図4の診断処理は実行される。

【0049】

上記ステップS30にてシステム異常と判定されなければ(S30:NO)図4の処理を終了し、システム異常が生じていると判定されれば(S30:YES)、以降のステップS31~S38の処理により、燃料供給システムのうちいずれの部位に異常が生じているかを診断する。

【0050】

すなわち、先ずステップS31(オープン制御手段)において、図2のステップS12で実施していた高圧ポンプ14のフィードバック制御を中止して、高圧ポンプ14をオープン制御する。例えば実燃圧が目標燃圧になっているとみなして(ステップS11での偏差がゼロとみなして)燃圧制御弁23の閉弁時間をオープン制御(判別用フェイルセーフ制御FS1)すればよい。また、このオープン制御にともない、実燃圧が目標燃圧になっているとみなして図3のステップS21にて開弁指令時間を算出する。

【0051】

続くステップS32では、ステップS31によるオープン制御の実施継続時間が、所定の制限時間THに達したか否かを判定する。そして、制限時間THに達したと判定されれば(S32:NO)、続くステップS33によりオープン制御を強制的に終了させ、図4の処理を終了させる。

【0052】

一方、制限時間THに達していないと判定されれば(S32:YES)、続くステップS34(異常部位特定手段)において、オープン制御の実施に伴いエンジンが最低限の運転状態を維持できなくなったか否かを判定する。例えば、エンジンが始動できなくなったか否かを判定してもよいし、エンジン回転速度NEが所定の下限值を下回っているか否かを判定してもよいし、空気過剰率が所定範囲を超えているか否かを判定してもよい。

【0053】

ここで、燃圧センサ32が異常であることが原因でシステム異常と判定(S30:YES)されている場合には、高圧ポンプ14をオープン制御すると、正常時でフィードバック制御している場合に比べれば、実燃圧を目標燃圧に近づけることはできないので、ひいては燃料の目標噴射量に対する実噴射量のずれが生じる。しかしながら、高圧ポンプ14は正常であるため、実燃圧が目標燃圧から大きくずれることはなく、よって、目標噴射量に対して実噴射量が大きくずれることはない。したがって、燃圧センサ32が異常であり高圧ポンプ14が正常である場合には、上記オープン制御を実施しても出力トルク及び排気エミッションが大きく損なわれることはない。具体的には、エンジン回転速度NEを所定値以上に維持でき、失火に至ることはない。また、空気過剰率を所定範囲内に維持できる。

【0054】

一方、高圧ポンプ14が正常に昇圧できない昇圧異常であることが原因でシステム異常と判定(S30:YES)されている場合には、燃料噴射弁31に供給される実燃圧は目標燃圧に対して著しく低下する。そして、高圧ポンプ14をオープン制御するため実燃圧が目標燃圧になっているとみなして、図3のステップS21にて開弁指令時間を算出することとなるので、燃料の実噴射量が目標噴射量に対して著しく少なくなってしまう。したがって、高圧ポンプ14が異常であり燃圧センサ32が正常である場合には、上記オープン制御を実施すると燃料噴射量が不足してしまい、出力トルク及び排気エミッションが大きく損なわれる。具体的には、失火してエンジンを始動できなくなるとともに、空気過剰率が所定範囲を超えてリーンの状態になり、例えば3元触媒等による浄化装置で排気を正常に浄化できなくなる。

【0055】

以上の点を鑑みて、ステップS34においてエンジン始動可と判定された場合(S34:YES)には、続くステップS35(異常部位特定手段)において、システム異常の原

10

20

30

40

50

因となっている部位は燃圧センサ 3 2 であると診断する。そしてこの場合には、上述したようにエンジンの出力トルク及び排気エミッションが大きく損なわれることはないので、続くステップ S 3 6 において、ステップ S 3 2 でのオープン制御をフェイルセーフ制御として継続させる。

【 0 0 5 6 】

一方、エンジン始動不可と判定された場合 (S 3 4 : N O) には、続くステップ S 3 7 (異常部位特定手段) において、システム異常の原因となっている部位は高圧ポンプ 1 4 (アクチュエータ) であると診断する。そしてこの場合にはエンジンを始動させるべく、続くステップ S 3 8 (低圧フェイルセーフ制御手段) において、ステップ S 3 2 でのオープン制御を終了して、以下に説明する低圧フェイルセーフ制御 F S 2 によりポンプ装置の作動を制御する。

10

【 0 0 5 7 】

すなわち、低圧フェイルセーフ制御 F S 2 では、高圧ポンプ 1 4 による昇圧作動を停止させて、低圧ポンプ 1 2 により燃料をデリバリパイプ 3 0 へ供給する。具体的には、ソレノイド 2 6 への通電を禁止して、弁体 2 4 を常時開弁させておく。これにより、低圧ポンプ 1 2 で加圧された燃料はポンプ室 1 8 を通じて吐出口 2 7 から低圧のままデリバリパイプ 3 0 へ供給される。また、低圧フェイルセーフ制御 F S 2 では、図 3 のステップ S 2 1 において、実燃圧に基づき開弁指令時間を算出する。これにより、供給される燃料が低圧であることに伴って開弁指令時間が長く設定されるので、失火を招くほどの噴射量不足は回避することができ、エンジンを縮退運転させることが可能となる。

20

【 0 0 5 8 】

ちなみに、ステップ S 3 4 の判定において、エンジンが始動可であることの条件に加え、空気過剰率が所定範囲内であることを条件として肯定判定し、燃圧センサ 3 2 が異常であると診断 (S 3 5) するようにしてもよい。

【 0 0 5 9 】

以上により、本実施形態によれば以下の効果が得られるようになる。

【 0 0 6 0 】

(1) システム異常を検出した場合 (S 3 0 : Y E S) に、異常部位に応じてエンジン運転状態が変わる判別用フェイルセーフ制御 F S 1 を実施するので、異常部位を特定する診断が可能となる。つまり、判別用フェイルセーフ制御 F S 1 では、実燃圧が目標燃圧になっているとみなして、高圧ポンプ 1 4 をオープン制御するとともに開弁指令時間を算出する。これにより、判別用フェイルセーフ制御 F S 1 を実施した結果、エンジンが始動不可となればシステム異常の原因となっている部位は高圧ポンプ 1 4 であると診断でき、始動可であればシステム異常原因部位は燃圧センサ 3 2 であると診断できる。

30

【 0 0 6 1 】

(2) システム異常の原因が高圧ポンプ 1 4 であると診断された場合には、エンジンが始動できなくなっているので、この場合には、判別用フェイルセーフ制御 F S 1 (オープン制御) を直ちに中止して、フィードバック制御する低圧フェイルセーフ制御 F S 2 に切り替える。よって、エンジンを始動できる状態に速やかに復帰できる。しかもこの低圧フェイルセーフ制御 F S 2 では、高圧ポンプ 1 4 による加圧を停止させることにより過剰昇圧による破損の懸念を解消しつつも、低圧ポンプ 1 2 で燃料を供給することにより燃料噴射弁 3 1 への燃料供給は維持できる。

40

【 0 0 6 2 】

(3) システム異常であってもポンプ装置が正常であれば、エンジンを始動させることはできているので、低圧フェイルセーフ制御の実施は過剰なフェイルセーフとなり不要である。この点を鑑みた本実施形態では、システム異常の原因が燃圧センサ 3 2 であると診断された場合には、判別用フェイルセーフ制御 F S 1 を継続させるので、低圧フェイルセーフ制御を実施した場合に比べて実燃圧を十分に高めることができ、ひいては燃料噴射量の不足を抑制できる。また、異常な燃圧センサ 3 2 を用いたフィードバック制御を実施することによる制御性悪化の懸念を、オープン制御を継続させることで解消できる。

50

【 0 0 6 3 】

(4)ここで、判別用フェイルセーフ制御 F S 1 (オープン制御) を長時間継続して実施すると、デリバリパイプ 3 0 内の燃料が高温となり、その結果、デリバリパイプ 3 0 内の燃圧が異常に高くなってデリバリパイプ 3 0 の破損を招くことが懸念される。これに対し本実施形態によれば、オープン制御の実施継続時間が所定の制限時間 T H に達した時点で、オープン制御の実施を強制終了させるので、前記破損の懸念を解消できる。

【 0 0 6 4 】

(第 2 実施形態)

上記第 1 実施形態では、システム異常の原因が、燃圧センサ 3 2 及び高圧ポンプ 1 4 のいずれであるかを診断しているのに対し、図 5 に示す本実施形態では、燃圧センサ 3 2 及び低圧ポンプ 1 2 のいずれであるかを診断する。以下、図 5 の処理内容について、図 4 との違いを説明する。なお、図 5 中、図 4 と同一符号部分についてはその説明を援用する。また、本実施形態における燃料供給システムのハード構成は、図 1 に示す上記第 1 実施形態と同じである。

10

【 0 0 6 5 】

ここで、イグニッションスイッチをオン操作 (I G オン) すると、電動モータを駆動源とする低圧ポンプ 1 2 が駆動を開始する。その後、スタータモータを始動させることにもないクランク軸が回転しはじめると、高圧ポンプ 1 4 が駆動を開始する。つまり、I G オン後の所定期間は、高圧ポンプ 1 4 を停止させた状態で低圧ポンプ 1 2 のみが駆動した状態となっている。したがって、この所定期間において、図 4 のステップ S 3 0 と同様のシステム異常判定を実施し、その結果システム異常であると判定された場合には低圧ポンプ 1 2 及び燃圧センサ 3 2 のいずれかが異常である可能性が高いと診断でき、高圧ポンプ 1 4 が異常である可能性は低いと診断できる。

20

【 0 0 6 6 】

この点を鑑みた本実施形態では、先ず図 5 のステップ S 3 0 0 において、I G オン後の所定期間において、図 2 のフィードバック制御を実施するにあたり、目標燃圧に対する実燃圧の追従性に異常が見られるか否かを判定する。そして、追従性に異常が見られる場合には燃料供給システムを構成する複数部位のいずれかに異常が生じているシステム異常であると判定する。本実施形態においてシステム異常と判定された時点では、低圧ポンプ 1 2 及び燃圧センサ 3 2 のいずれかに異常が生じている可能性が高いとみなす。

30

【 0 0 6 7 】

具体的には、図 4 のステップ S 3 0 と同様にして、例えば、低圧ポンプ 1 2 に異常が生じており最低限の昇圧ができない場合には、目標燃圧に対して実燃圧が著しく低い値となるのでシステム異常と判定される。また、例えば、燃圧センサ 3 2 が経年劣化して燃圧の検出精度が悪化した場合には、目標燃圧の変化に対する実燃圧の追従性が悪くなるのでシステム異常と判定される。なお、図 4 と同様にして、燃圧センサ 3 2 の断線、短絡が検知されていないことを条件として図 5 の診断処理は実行される。

【 0 0 6 8 】

上記ステップ S 3 0 0 にてシステム異常と判定されなければ (S 3 0 0 : N O) 図 5 の処理を終了し、システム異常が生じていると判定されれば (S 3 0 0 : Y E S)、図 4 のステップ S 3 1 ~ S 3 8 と同様の処理を実施することにより、燃料供給システムのうちいずれの部位に異常が生じているかを診断する。

40

【 0 0 6 9 】

すなわち、ステップ S 3 1 では、オープン制御にともない実燃圧が目標燃圧になっているとみなして図 3 のステップ S 2 1 にて開弁指令時間を算出する。そして、前記オープン制御の実施継続時間が制限時間 T H に達したと判定されれば (S 3 2 : N O)、続くステップ S 3 3 によりオープン制御を強制的に終了させ、図 5 の処理を終了させる。

【 0 0 7 0 】

一方、制限時間 T H に達していないと判定されれば (S 3 2 : Y E S)、続くステップ S 3 4 において、オープン制御の実施に伴いエンジンが最低限の運転状態を維持できなく

50

なったか否かを判定する。例えば、エンジンが始動できなくなったか否かを判定してもよいし、エンジン回転速度NEが所定の下限值を下回っているか否かを判定してもよい。但し、エンジン始動不可と判定された場合(S34:NO)に、上記第1実施形態ではステップS37において高圧ポンプ14が異常であると診断しているのに対し、本実施形態ではステップS370において低圧ポンプ12(アクチュエータ)が異常であると診断する。

【0071】

以上により、本実施形態によれば、上記第1実施形態による効果(3)(4)と同様の効果が得られるとともに、効果(1)(2)に対応する以下の効果(1')(2')が得られるようになる。

10

【0072】

(1')システム異常を検出した場合に、実燃圧が目標燃圧になっているとみなして開弁指令時間を算出する判別用フェイルセーフ制御FS1を実施するので、IGオン後、高圧ポンプ14が駆動するまでの所定期間において判別用フェイルセーフ制御FS1を実施した結果、エンジンが始動不可となればシステム異常の原因となっている部位は低圧ポンプ12であると診断でき、始動可であればシステム異常原因部位は燃圧センサ32であると診断できる。

【0073】

(2')システム異常の原因が低圧ポンプ12であると診断されてエンジン始動不可となっている場合には、判別用フェイルセーフ制御FS1を直ちに中止して低圧フェイルセーフ制御FS2に切り替えるので、エンジンを始動できる状態に速やかに復帰できる。しかもこの低圧フェイルセーフ制御FS2では、高圧ポンプ14による加圧を停止させることにより過剰昇圧による破損の懸念を解消しつつも、低圧ポンプ12で燃料を供給することにより燃料噴射弁31への燃料供給は維持できる。

20

【0074】

(他の実施形態)

本発明は上記実施形態の記載内容に限定されず、以下のように変更して実施してもよい。また、各実施形態の特徴的構成をそれぞれ任意に組み合わせるようにしてもよい。

【0075】

・ユーザがエンジンを運転させている最中に、エンジンに搭載されたECU38により図4及び図5に示す診断処理をオンボードで実施してもよいし、ディーラ等の修理作業者が、エンジン外部に設けられた診断装置を用いて図4及び図5に示す診断処理をオフボードで実施するようにしてもよい。

30

【0076】

・上記各実施形態では、ポンプ装置をフィードバック制御させる制御システムに本発明の診断装置を適用させているが、本発明の診断対象はポンプ装置(アクチュエータ)のフィードバック制御システムに限定されるものではなく、例えば、デリバリパイプ30に設けられた減圧制御弁(アクチュエータ)の作動を、実燃圧と目標燃圧との偏差に基づきフィードバック制御するシステムを診断対象としてもよいし、エンジンの運転状態を制御する他のアクチュエータをフィードバック制御するシステムを診断対象としてもよい。

40

【0077】

・上記実施形態では、燃圧センサ32の検出値が目標燃圧(目標値)となるよう高圧ポンプ(アクチュエータ)の作動をフィードバック制御しているが、NE、Vに基づき設定した目標燃圧に替えて、検出値が制御上の期待値となるようフィードバック制御するようにしてもよい。

【符号の説明】

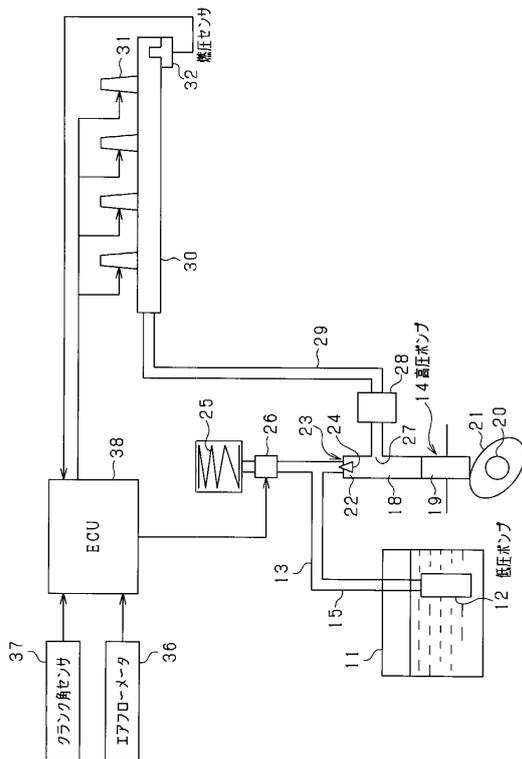
【0078】

12...低圧ポンプ(ポンプ装置(アクチュエータ))、14...高圧ポンプ(ポンプ装置(アクチュエータ))、32...燃圧センサ(センサ)、S12...フィードバック制御手段、S30...システム異常判定手段、S31...オープン制御手段、S34、S35、S37

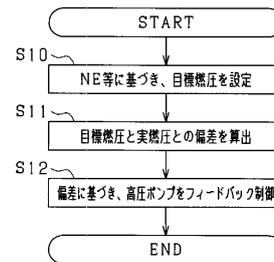
50

...異常部位特定手段、S 3 8 ... 低圧フェイルセーフ制御手段。

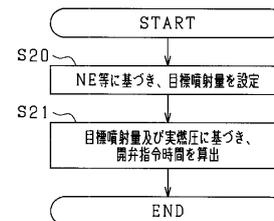
【図 1】



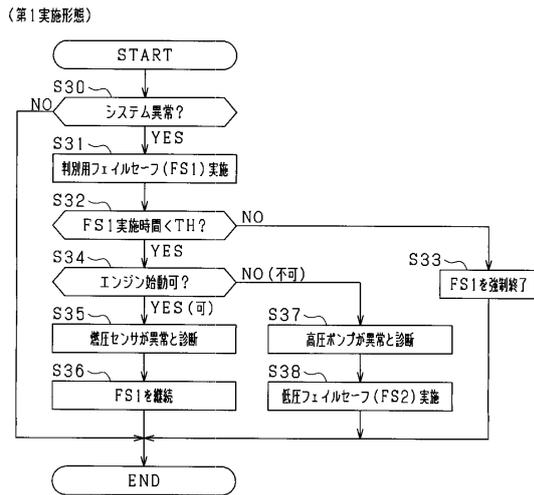
【図 2】



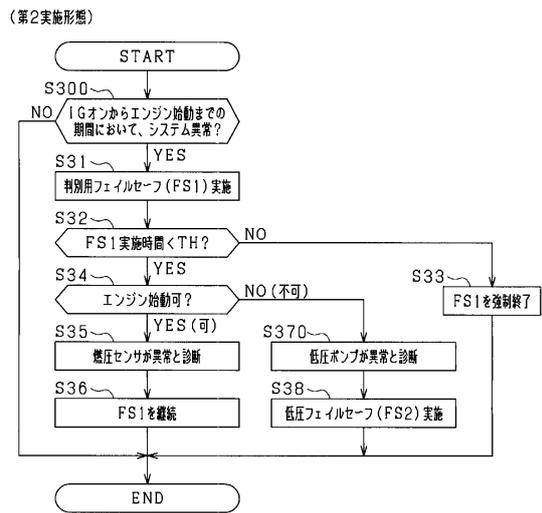
【図 3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 向井 弥寿夫
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

(56)参考文献 特開2003-041998(JP,A)
特開2002-021630(JP,A)
特開平09-032617(JP,A)
特開平11-062688(JP,A)
特開平11-210532(JP,A)
特開2007-138774(JP,A)
特開2007-138773(JP,A)
特開平08-326617(JP,A)
特表2002-538368(JP,A)
特開2000-130232(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02D 41/00 ~ 41/40
F02D 45/00
F02M 37/08