

(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2012-87652
(P2012-87652A)

(43) 公開日 平成24年5月10日(2012.5.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2D 41/22 (2006.01)	FO2D 41/22 330S	3G301
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00 345K	3G384
	FO2D 45/00 364K	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2010-233668 (P2010-233668)
(22) 出願日 平成22年10月18日 (2010.10.18)

(71) 出願人 000004260
株式会社デンソー
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(74) 代理人 100123191
弁理士 伊藤 高順
(74) 代理人 100158492
弁理士 加藤 大登
(74) 代理人 100138542
弁理士 井口 亮社
(74) 代理人 100096998
弁理士 碓水 裕彦
(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

最終頁に続く

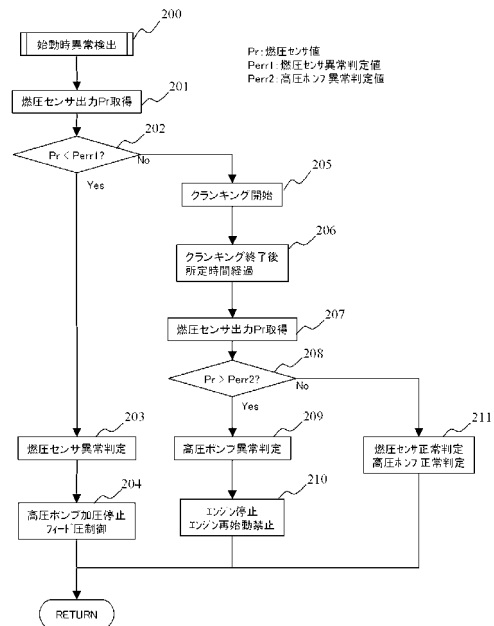
(54) 【発明の名称】 筒内噴射式内燃機関のフェールセーフ制御装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 高圧燃料供給システムにおいて個々の異常を区別して検出でき、異常が発生した部位やタイミング毎に適切なフェールセーフを実行することのできる筒内噴射式内燃機関のフェールセーフ制御装置を提供する。

【解決手段】 燃圧センサ及び高圧ポンプの正常時と異常時の燃圧の挙動変化に着目して、燃圧センサの異常を判定するための第1燃圧値 $Perr1$ と、高圧ポンプの異常を検出するための第2燃圧値 $Perr2$ ($Perr1 < Perr2$) を設定する。これら判定値(第1燃圧値と第2燃圧値)と燃圧センサの検出値とを比較することによって、燃圧センサと高圧ポンプの異常を区別して検出する。そして、異常の発生した部位に応じて、異なるフェールセーフ(第1のフェールセーフと第2のフェールセーフ)を実施する。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料タンク内の燃料を汲み上げるフィードポンプと、
前記フィードポンプにて汲み上げられた燃料を加圧してデリバリパイプに圧送する高圧ポンプと、

前記デリバリパイプ内の燃料の圧力（以下、燃圧という）を検出する燃圧センサと、
前記デリバリパイプ内に蓄積された高圧燃料を前記内燃機関の気筒内に直接噴射する燃料噴射手段とを備えた筒内噴射式内燃機関において、

前記燃圧センサの検出値と前記燃圧センサの異常を判定するための第 1 燃圧値とを比較することによって前記燃圧センサの異常を検出し、前記燃圧センサの検出値と前記第 1 燃圧値よりも大きく前記高圧ポンプの異常を判定するための第 2 燃圧値とを比較することによって前記高圧ポンプの異常を検出する異常検出手段と、

前記異常検出手段が前記燃圧センサの異常を検出した場合、前記内燃機関の駆動を持続させるフェールセーフ制御を実行し、前記異常検出手段が高圧ポンプの異常を検出した場合、前記内燃機関を停止させるフェールセーフ制御を実行するフェールセーフ制御手段と、

を備えることを特徴とする筒内噴射式内燃機関のフェールセーフ制御装置。

【請求項 2】

前記第 1 燃圧値は、前記フィードポンプの作動のみに依存した燃圧（以下、「フィード圧」という）よりも低い値であって、

前記第 2 燃圧値は、前記フィード圧よりも大きく前記デリバリパイプ内の燃圧の過度な上昇を防止するために設けられたリリース弁が開弁する燃圧（リリース圧）よりも小さい値であ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フェールセーフ制御装置。

【請求項 3】

前記フェールセーフ制御手段は、

前記内燃機関の前記異常検出手段が前記燃圧センサの異常を検出した場合、前記高圧ポンプの加圧機能を停止すると共に前記フィード圧に保持し、

前記異常検出手段が前記高圧ポンプの異常を検出した場合、前記内燃機関を停止すると共に前記内燃機関の再始動を禁止することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の筒内噴射式内燃機関のフェールセーフ制御装置。

【請求項 4】

前記異常検出手段は、前記内燃機関の始動時に前記燃圧センサと前記高圧ポンプの異常を検出する始動時異常検出手段と前記内燃機関の走行時に前記燃圧センサと前記高圧ポンプの異常を検出する走行時異常検出手段とを備え、

前記始動時異常検出手段は、前記内燃機関の始動時において、クランキングが開始されるまでの間の前記燃圧センサの検出値によって前記燃圧センサの異常を検出し、クランキングが終了し所定時間経過時の前記燃圧センサの検出値によって前記高圧ポンプの異常を検出することを特徴とする請求項 1～3 のいずれか一項に記載の筒内噴射式内燃機関のフェールセーフ制御装置。

【請求項 5】

前記始動時異常検出手段は、クランキングが開始されるまでの間の前記燃圧センサの検出値によって前記燃圧センサ又は前記フィードポンプのうち少なくともどちらか 1 つの異常を検出し、

クランキング開始後に、フィード圧に到達したかどうかによって前記燃圧センサの異常と前記フィードポンプの異常とを区別して検出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フェールセーフ制御装置。

【請求項 6】

前記フェールセーフ制御手段は、

前記始動時異常検出手段が前記燃圧センサの異常を検出した場合、前記高圧ポンプの加

10

20

30

40

50

圧機能を停止すると共に前記デリバリパイプ内の燃圧を前記フィード圧に保持し、

前記始動時異常検出手段が前記フィードポンプ又は前記高圧ポンプの異常を検出した場合、前記内燃機関を停止すると共に前記内燃機関の再始動を禁止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フェールセーフ制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、筒内に燃料を直接噴射する内燃機関のフェールセーフ制御装置に関する。

【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（以下、「直噴エンジン」という）では、燃焼性を確保するために、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、直噴エンジンでは、燃料タンクからフィードポンプで汲み上げた燃料を、エンジンのカム軸で駆動される高圧ポンプで加圧して、デリバリパイプを介してインジェクタに圧送するようにしている。このような直噴エンジンでは、高圧ポンプによって加圧された燃料の圧力（以下、「燃圧」という）をデリバリパイプに設けられた燃圧センサによって検出している。そして、燃圧がエンジンの状態に応じて設定される目標燃圧となるようにフィードポンプや高圧ポンプを制御するフィードバック制御が行われている。

【0003】

ところで、このような高圧燃料供給システムにおいては、異常診断及びフェールセーフ機能を搭載したものがあ。例えば、特許文献 1 には、燃圧センサの異常を検出した場合に、高圧ポンプの加圧機能を停止させ、フィードポンプの作動のみに依存するフィード圧まで燃圧を下げ、フィード圧による退避走行を行う技術が開示されている。また、特許文献 2 には高圧ポンプの異常を検出した場合に、フィードポンプから吐出させた燃料によって燃圧を確保する、つまり、フィード圧による走行を行う技術が開示されている。

【0004】

上述したように、特許文献 1 及び特許文献 2 では、高圧燃料供給システムにおいて、燃圧センサや高圧ポンプの異常を検出した場合には安全を確保しつつ、できる限り走行ができるようにフェールセーフ（フィード圧による退避走行）を実施している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開平 11 - 210532

【特許文献 2】特開 2008 - 175080

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

このような高圧燃料供給システムを構成する燃圧センサや高圧ポンプ等で異常が発生した場合、異常が発生した部位や異常が発生するタイミング（例えば、始動時に異常が検出された場合や走行時に異常が検出された場合）に応じて、適切なフェールセーフを実行することが好ましい。しかしながら、上述した技術では、燃圧センサと高圧ポンプの異常を区別していないため、異常が発生した部位や検出したタイミングによらず、システムの異常と判断し一律のフェールセーフを実行している。

【0007】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、高圧燃料供給システムにおいて個々の異常を区別して検出でき、異常が発生した部位やタイミング毎に適切なフェールセーフを実行することのできる筒内噴射式内燃機関のフェールセーフ制御装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

10

20

30

40

50

上記問題を解決するために請求項 1 に記載の発明は、燃料タンク内の燃料を汲み上げるフィードポンプと、フィードポンプにて汲み上げられた燃料を加圧してデリバリパイプに圧送する高圧ポンプと、デリバリパイプ内の燃料の圧力（以下、燃圧という）を検出する燃圧センサと、デリバリパイプ内に蓄積された高圧燃料を内燃機関の気筒内に直接噴射する燃料噴射手段とを備えた筒内噴射式内燃機関において、燃圧センサの検出値と燃圧センサの異常を判定するための第 1 燃圧値とを比較することによって燃圧センサの異常を検出し、燃圧センサの検出値と第 1 燃圧値よりも大きく高圧ポンプの異常を判定するための第 2 燃圧値とを比較することによって高圧ポンプの異常を検出する異常検出手段と、異常検出手段が燃圧センサの異常を検出した場合、内燃機関の駆動を継続させるフェールセーフ制御を実行し、前記異常検出手段が高圧ポンプの異常を検出した場合、内燃機関を停止させるフェールセーフ制御を実行するフェールセーフ制御手段とを備えることを特徴とする。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 9 】

上記構成によれば、正常時と異常時の燃圧値の挙動変化に着目して設定された第 1 燃圧値と第 1 燃圧値よりも大きい第 2 燃圧値によって、燃圧センサと高圧ポンプの異常を区別して検出することができる。これにより、燃圧センサが異常の場合、内燃機関の駆動を継続するフェールセーフが実施され、高圧ポンプが異常の場合、内燃機関を停止させるフェールセーフが実施される。つまり、異常の発生した部位（燃圧センサと高圧ポンプ）に応じた適切なフェールセーフを行うことが可能となる。さらに、燃圧センサと高圧ポンプの異常を判定する際の判定値（第 1 燃圧値と第 2 燃圧値）を始動時と走行時とで同じ値を用いることができ、判定を簡便に行うことができる。

【 0 0 1 0 】

また、請求項 2 に記載のように、第 1 燃圧値は、フィードポンプの作動のみに依存した燃圧（以下、「フィード圧」という）よりも低い値であって、第 2 燃圧値は、フィード圧よりも大きくデリバリパイプ内の燃圧の過度な上昇を防止するために設けられたリリーフ弁が開弁する燃圧（リリーフ圧）よりも小さい値に設定するとよい。このようにすれば、燃圧センサの異常と高圧ポンプの異常とを容易に区別して検出することが可能となる。

【 0 0 1 1 】

また、請求項 3 に記載のように、フェールセーフ制御手段は、内燃機関の異常検出手段が燃圧センサの異常を検出した場合、高圧ポンプの加圧機能を停止すると共にフィード圧に保持し、異常検出手段が高圧ポンプの異常を検出した場合、内燃機関を停止すると共に内燃機関の再始動を禁止するように構成するとよい。

【 0 0 1 2 】

上記構成によれば、燃圧センサが異常の場合にはフィード圧によって内燃機関が駆動されるため、退避走行が可能となり、高圧ポンプが異常の場合には内燃機関が停止される。これにより、異常部位に応じた適切なフェールセーフを実施することができる。

【 0 0 1 3 】

また、請求項 4 に記載の発明は、異常検出手段は、内燃機関の始動時に燃圧センサと高圧ポンプの異常を検出する始動時異常検出手段と内燃機関の走行時に燃圧センサと高圧ポンプの異常を検出する走行時異常検出手段とを備え、始動時異常検出手段は、内燃機関の始動時において、クランキングが開始されるまでの間の燃圧センサの検出値によって燃圧センサの異常を検出し、クランキングが終了し所定時間経過時の燃圧センサの検出値によって高圧ポンプの異常を検出することを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

上記構成によれば、燃圧センサと高圧ポンプの異常を異なるタイミングで検出することができるため、両者の異常を区別することができると共に、始動時に燃圧が低い段階で早期に異常を検出することができる。

【 0 0 1 5 】

また、請求項 5 に記載の発明は、始動時異常検出手段は、クランキングが開始されるまでの間の前記燃圧センサの検出値によって燃圧センサ又はフィードポンプのうち少なくとも

もどちらか1つの異常を検出し、クランキング開始後に、フィード圧に到達したかどうかによって燃圧センサの異常とフィードポンプの異常とを区別して検出することを特徴とする。

【0016】

上記構成によれば、始動時において燃圧センサと高圧ポンプに加えてフィードポンプの異常を検出することができる。

【0017】

また、請求項6に記載の発明は、フェールセーフ制御手段は、始動時異常検出手段が燃圧センサの異常を検出した場合、高圧ポンプの加圧機能を停止すると共にフィード圧に保持し、始動時異常検出手段がフィードポンプ又は高圧ポンプの異常を検出した場合、内燃機関を停止すると共に内燃機関の再始動を禁止することを特徴とする。このようにすれば、フィードポンプが異常の場合においても適切なフェールセーフを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】直噴エンジンのフェールセーフ制御装置の概略構成図

【図2】異常検出制御を示すフローチャート

【図3】始動時異常検出制御の処理手順を示すフローチャート

【図4】走行時異常検出制御の処理手順を示すフローチャート

【図5】始動時異常検出制御の流れを示すタイムチャート

【図6】走行時異常検出制御の流れを示すタイムチャート

【図7】第2実施形態における始動時異常検出制御の処理手順を示すフローチャート

【図8】第2実施形態における始動時異常検出制御の流れを示すタイムチャート

【発明を実施するための形態】

【0019】

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形態を説明する。

【0020】

[第1実施形態]

本発明の第1実施形態について図1～図6に基づいて説明する。

【0021】

まず、図1に基づいて直噴エンジンのフェールセーフ制御装置全体の概略構成を説明する。

【0022】

図1に示す様に、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(以下、「フィードポンプ」という)12が設置されている。このフィードポンプ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。このフィードポンプ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によってフィードポンプ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。

【0023】

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。具体的には、カム21に形成されたカム山とピストン19とが当接し、ピストン19が上昇する期間(ポンプ室18の容積が減少する期間)においてポンプ室18内の燃料が吐出され、ピストン19とカム山とが離間し、ピストン19が下降する期間(ポンプ室18の容積が増加する期間)においてポンプ室18内に燃料が吸入される。本実施形態においては、2つのカム山を有する2山カムを用いているが、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により駆動さ

10

20

30

40

50

れる方式には限定しないものとする。例えば、前述したフィードポンプ 1 2 のように電動モータによって駆動する方法にしてもよい。

【 0 0 2 4 】

この高圧ポンプ 1 4 の吸入口 2 2 側には、燃圧制御弁 2 3 が設けられている。この燃圧制御弁 2 3 は、常開型の電磁弁であり、吸入口 2 2 を開閉する弁体 2 4 と、この弁体 2 4 を開弁方向に付勢するスプリング 2 5 と、弁体 2 4 を閉弁方向に電磁駆動するソレノイド 2 6 とから構成されている。

【 0 0 2 5 】

高圧ポンプ 1 4 の吸入行程（ピストン 1 9 の下降時）においては、常開型の燃圧制御弁 2 3 が開弁されていることで、燃料配管 1 3 とポンプ室 1 8 とが連通し、ポンプ室 1 8 内への燃料の吸入が可能となる。一方、高圧ポンプ 1 4 の吐出行程（ピストン 1 9 の上昇時）においては、燃圧制御弁 2 3 を閉弁することで、ポンプ 1 8 内の燃料が加圧・吐出される。吐出される燃圧の制御は、高圧ポンプ 1 4 の吐出量を制御することによって行われる、つまり、燃圧制御弁 2 3 の閉弁期間（閉弁開始時期からピストン 1 9 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 1 4 の吐出量を制御して燃圧（吐出圧力）を調整している。

【 0 0 2 6 】

燃圧を上昇させるときには、燃圧制御弁 2 3 の閉弁開始時期（通電時期）を進角させる（ピストン 1 9 の下死点に近づく）ことで、燃圧制御弁 2 3 の閉弁期間を長くして高圧ポンプ 1 4 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 2 3 の閉弁開始時期（通電時期）を遅角させる（ピストン 1 9 の下死点から遠ざける）ことで、燃圧制御弁 2 3 の閉弁期間を短くして高圧ポンプ 1 4 の吐出量を減少させる。

【 0 0 2 7 】

一方、高圧ポンプ 1 4 の吐出口 2 7 側には、吐出した燃料の逆流を防止する逆止弁 2 8 が設けられている。高圧ポンプ 1 4 から吐出される燃料は、高圧燃料配管 2 9 を通してデリバリパイプ 3 0 に送られ、このデリバリパイプ 3 0 からエンジンの各気筒に取り付けられた燃料噴射弁 3 1 に高圧の燃料が分配される。デリバリパイプ 3 0（又は高圧燃料配管 2 9）には、高圧燃料配管 2 9 やデリバリパイプ 3 0 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 3 2（燃圧検出手段）が設けられている。

【 0 0 2 8 】

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 3 0 には、リリーフ弁 3 3 が設けられている。このリリーフ弁 3 3 の排出ポートがリリーフ配管 3 4 を介して燃料タンク 1 1（又は低圧側の燃料配管 1 3）に接続されている。更に、リリーフ配管 3 4 から分岐した分岐管 3 5 が高圧ポンプ 1 4 のポンプ室 1 8 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よりも高くなったときに、リリーフ弁 3 3 が開弁して高圧燃料系内の燃料をリリーフ配管 3 4 を通して燃料タンク 1 1（又は低圧側の燃料配管 1 3）やポンプ室 1 8 に戻すことで、高圧燃料系内の燃圧が低下し、高圧燃料系内の燃圧がリリーフ圧以下になったときに、リリーフ弁 3 3 が閉弁するようになっている。

【 0 0 2 9 】

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 3 6 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 3 7 が設けられている。このクランク角センサ 3 7 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。

【 0 0 3 0 】

これら各種センサの出力は、電子制御回路（以下「ECU」という）3 8 に入力される。この ECU 3 8 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。

【 0 0 3 1 】

その際、ECU38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。

【 0 0 3 2 】

次に、ECU38にて行われる高圧システムの異常検出制御（請求項でいう異常検出手段）について、図2～5に基づいて説明する。まず、図2に基づいて異常検出の制御フローについて説明する。なお、本制御は所定周期で実施される。

【 0 0 3 3 】

図2に示す様に、まずステップ100にて、エンジンが始動時であるかどうかを判定する。本発明でいう始動時とは燃圧が低い状態からの始動時を指す。例えば、エンジン停止後、所定時間経過しデリバリパイプ内の燃圧が低下した後の始動や、冷間始動等が上げられる。本実施形態では、運転者によるイグニッションの切り替え（オフからオン）を検出すると共に、燃圧が所定値よりも低いかどうかによって始動時であるかを判定する。また、他の方法として、前回のエンジン停止から今回の始動までの期間をタイマーなどでカウントして始動時を判定することもできる。

【 0 0 3 4 】

上述した方法によって始動時であると判定された場合（ステップ100でYES）にはステップ200へ移行し、始動時異常検出制御（請求項でいう始動時異常検出手段）を実施する。また、始動時ではない場合（ステップ100でNO）は、エンジンが走行時であると判定し、ステップ300へ移行する。そしてステップ300にて走行時異常検出制御（請求項でいう走行時異常検出手段）を実施する。なお、ここでいう始動時とは、イグニッションがオンにされてからエンジンが始動しアイドリングしている期間を指す。また、走行時とは、始動後のアイドリング状態を含む車両走行時を指す。以上の処理手順によって異常検出の制御が行われる。

【 0 0 3 5 】

次に、前述したステップ200にて実施される始動時異常検出制御について図3に基づいて説明する。前述したように、始動時異常検出制御は燃圧が低い状態からの始動時に実施される。すなわち、イグニッションがオンされたことによって、電動モータにバッテリーからの電源が供給されフィードポンプ12が駆動された状態で開始される。

【 0 0 3 6 】

まず、ステップ201では、フィードポンプ12が駆動されることによって上昇した現在の燃圧 P_r を燃圧センサ32によって検出しECU38に出力する。そして、ステップ202に移行し、ステップ201にて検出した燃圧 P_r と予め設定された所定値（以下、「第1燃圧値」という） P_{err1} とを比較し、 $P_r < P_{err1}$ であるかを判定する。第1燃圧値 P_{err1} は、フィードポンプ12の作動のみに依存した燃圧（以下、「フィード圧」という）よりも低い値で予め設定される。

【 0 0 3 7 】

このときの（ステップ201で検出される）燃圧 P_r は、燃圧センサ32が正常であれば、フィードポンプ12の駆動によりフィード圧に近い値となり、この値（フィード圧近傍の値）を燃圧センサ32が検出する。従って、燃圧 P_r がフィード圧よりも十分に低い値で設定された第1燃圧値 P_{err1} よりも低い場合は、燃圧センサ32が異常であると判断できる。従って、燃圧 P_r が第1燃圧値 P_{err1} よりも低い場合（ステップ202でYES）は、ステップ203に移行し、燃圧センサ32が異常であると判定する。次いでステップ204にて、高圧ポンプ14の加圧機能を停止すると共に燃圧をフィード圧に保持し退避走行を可能とするフェールセーフ（以下、「第1のフェールセーフ」という）を実施し、本制御を終了する。なお、加圧機能を停止するとは、燃圧制御弁23の閉弁を禁止し、ピストン19上昇による燃料の加圧を防止することを指す。

【 0 0 3 8 】

10

20

30

40

50

一方、ステップ202にて燃圧Prが第1燃圧値Per r 1よりも高いと判定された(ステップ202でNO)場合、すなわち燃圧センサ32が正常である場合はステップ205に移行しクランキングを開始する。つまり、クランキングによりカム軸20が回転し、高圧ポンプ14による燃料の加圧が開始される。

【0039】

次に、ステップ206にて、クランキングの終了後、換言すると燃料噴射による初爆後、所定時間の経過を待つ。要するに、アイドル状態への移行(回転数の安定)を待つ。アイドル状態へ移行した後、ステップ207にて高圧ポンプ14によって加圧された現在の燃圧Prを燃圧センサ32によって検出しECU38に出力する。そして、ステップ208に移行し、ステップ207にて検出した燃圧Prと予め設定された所定値(以下、「第2燃圧値」という)Per r 2とを比較し、 $Pr > Per r 2$ であるかを判定する。

10

【0040】

第2燃圧値Per r 2は、リリーフ圧近傍の値、本実施形態ではリリーフ圧よりも僅かに小さい値で予め設定される。通常、燃圧は燃圧フィードバック制御によりリリーフ圧よりも低い領域に収まるように制御されており、このリリーフ圧よりも低い領域で運転要求を満たすことができるよう設計されている。従って、ステップ207で検出される燃圧Pr(アイドル状態の燃圧)は、高圧ポンプ14が正常であればフィード圧より高く、リリーフ圧よりも低い値となる。そのため、 $Pr > Per r 2$ である場合は、過剰な昇圧が行われている、つまり、高圧ポンプ14が異常であると判断できる。従って、燃圧Prが第2燃圧値Per r 2よりも高い場合(ステップ208でYES)は、ステップ209に移行し、燃圧センサ32が異常であると判定する。次いでステップ210にて、エンジンを停止すると共にエンジンの再始動を禁止するフェールセーフ(以下、「第2のフェールセーフ」という)を実施し本制御を終了する。

20

【0041】

一方、ステップ208にて、燃圧Prが第2燃圧値Per r 2よりも低いと判定された場合(ステップ208でNO)は、ステップ211にて燃圧センサ32及び高圧ポンプ14が正常であると判定し、本制御を終了する。

【0042】

以上の処理手順によって、始動時異常検出制御(ステップ200)が行われる。

30

【0043】

次に、走行時異常検出制御(ステップ300)について、図4に基づいて説明する。前述したように、走行時異常検出制御は、ステップ100にて始動時ではないと判定された場合に実施される。つまり、燃圧が低い状態での始動時以外に実施される。従って、走行時異常検出制御は、走行時だけでなくアイドル状態をも含んで実施されることから、始動後の異常検出制御ということもできる。

【0044】

図4に示すように、まず、ステップ301にて始動後の燃圧Prを燃圧センサ32によって検出する。そして、ステップ302に移行し、ステップ301にて検出した燃圧Prと第1燃圧値Per r 1とを比較し、 $Pr < Per r 1$ であるかを判定する。

40

【0045】

前述したように、第1燃圧値Per r 1はフィード圧よりも低い値であり、ステップ301で検出される燃圧Prは、走行中、すなわち高圧ポンプ14が駆動している状態の燃圧である。従って、燃圧センサ32が正常の場合、燃圧Prは第1燃圧値Per r 1よりも高い値となる。そのため、燃圧Prが第1燃圧値Per r 1よりも低い場合は、燃圧センサ32が異常であると判断できる。従って、燃圧Prが第1燃圧値よりも低い場合(ステップ302でYES)は、ステップ303に移行し、燃圧センサ32が異常であると判定する。次いでステップ304にて、高圧ポンプ14の加圧機能を停止すると共に燃圧をフィード圧に保持し退避走行を可能とするフェールセーフ(第1のフェールセーフを実施し、本制御を終了する。一方、ステップ302にて燃圧Prが第1燃圧値Per r 1よ

50

りも高いと判定された（ステップ302でNO）場合はステップ305に移行しステップ301にて検出した燃圧Prと第2燃圧値Per r 2とを比較し、 $Pr > Per r 2$ であるかを判定する。ここで、燃圧Prが第2燃圧値Per r 2よりも高い場合には、ステップ306に移行し高圧ポンプ14が異常であると判定する。そして、ステップ307にてエンジンを停止すると共にエンジンの再始動を禁止するフェールセーフ（第2のフェールセーフ）を実施する。

【0046】

また、ステップ305にて燃圧Prが第2燃圧値Per r 2よりも低いと判定された場合（ステップ305でNO）は、ステップ308に移行し、燃圧センサ32及び高圧ポンプ14が正常であると判定する。

【0047】

以上の処理手順によって走行時異常検出制御（ステップ300）が実施される。

【0048】

ここで、上述した第1実施形態の異常検出制御の実行例を図5及び図6のタイムチャートを用いて説明する。図5は始動時異常検出制御の流れを示すタイムチャートであり、図6は走行時異常検出制御の流れを示すタイムチャートである。なお、図5及び図6中の実線は、燃圧センサ32及び高圧ポンプ14が正常である場合の実燃圧、高圧ポンプDUTY、エンジン回転数をそれぞれ示している。また、破線は、異常時又はフェールセーフ実施後の実燃圧、高圧ポンプDUTY、エンジン回転数をそれぞれ示している。また、一点鎖線は、前述した各種燃圧値（フィード圧、第1燃圧値、第2燃圧値）を示している。

【0049】

まず、図5を用いて始動時異常検出制御（ステップ201～211）について説明する。図中、時刻t1～t4では、燃圧センサ32の異常検出が実施され、時刻t4～t8では高圧ポンプ14の異常検出が実施される。図5に示すように、時刻t1では、イグニッションがオフからオンにされることで、電動式のフィードポンプ12が駆動され実燃圧がフィード圧まで上昇する。そして、時刻t2にて燃圧センサ出力Prを取得する。このとき、燃圧センサ32が正常の場合、実線で示したフィード圧を検出するが、燃圧センサ32が異常の場合には正確な燃圧を検出できない。例えば、図2中破線で示すように燃圧の変動を全く検知しない場合が考えられる。従って、燃圧センサ32からの検出値が、第1燃圧値Per r 1（図中一点鎖線）よりも低い場合は、燃圧センサ32が異常であると判定し、その後の高圧ポンプ14の加圧機能を禁止し、燃圧をフィード圧に保つフェールセーフを実行する。

【0050】

一方、時刻t2にて燃圧センサ32の異常が検出されない場合、すなわち燃圧センサ32が正常であれば、時刻t3にてクランキングの開始と共に高圧ポンプ14による加圧が行われる。この高圧ポンプ14による加圧に伴い時刻t4から実燃圧が上昇を始める。このとき、時刻t2にて燃圧センサ32の異常が検出されている場合は、時刻t3以降、図5中高圧ポンプDUTY破線で示すように高圧ポンプ14による加圧機能は行われない。つまり、燃圧センサ32が異常の場合は、時刻t2以降フィードポンプ12の駆動のみに依存したフィード圧制御が行われる。

【0051】

次に、時刻t4～t8にて行われる始動時の高圧ポンプ14の異常検出について説明する。前述したように、燃圧センサ32が正常の場合は、時刻t4から実燃圧が上昇を始める。そして、時刻t5にてスタータによるクランキングが終了し、燃料噴射が開始され燃焼が行われる。その後、時刻t6で所定の燃圧（アイドル時の燃圧）に到達し、高圧ポンプDUTYを減少させ、アイドルに必要な燃圧を維持する。これに対し高圧ポンプ14が異常の場合、時刻t6にて高圧ポンプDUTYを減少させているにも係らず、図5中実燃圧破線で示すように、燃圧が上昇し続ける場合がある。上昇した実燃圧（燃圧センサ検出値）は、時刻t7にて第2燃圧値Per r 2よりも高くなり、高圧ポンプ14が異常であると判定される。そして、時刻t8において、エンジンを停止すると共にエンジ

10

20

30

40

50

ンの再始動を禁止するフェールセーフを実行する。一方、時刻 t_7 にて、高圧ポンプ 14 の異常が検出されなかった場合は、燃圧センサ 32 及び高圧ポンプ 14 が正常であると判定し、燃圧フィードバック制御が行われる。

【0052】

次に図 6 を用いて走行時異常検出制御（ステップ 301～308）について説明する。図中、時刻 $t_9 \sim t_{10}$ では、燃圧センサ 32 の異常検出が実施され、時刻 $t_{11} \sim t_{13}$ では高圧ポンプ 14 の異常検出が実施される。

【0053】

図 6 に示すように、時刻 t_9 において、燃圧センサ 32 が正常の場合、図中実線で示す走行中の燃圧（アイドル時の燃圧を含む）を検出する。しかし、燃圧センサ 32 が異常の場合は、前述したように、燃圧の変動を全く検知しない場合が考えられる。従って、燃圧センサ 32 の検出値が第 1 燃圧値 P_{err1} （図中一点鎖線）よりも低くなっている場合は、燃圧センサ 32 が異常であると判定する。そして、時刻 t_{10} において、第 1 のフェールセーフを実行する。

10

【0054】

次に、燃圧センサ 32 が正常であった場合に時刻 $t_{11} \sim t_{13}$ にて行われる走行時の高圧ポンプ 14 の異常検出について説明する。時刻 t_{11} において、燃圧センサ 32 の検出値（実燃圧）が破線で示すように上昇を始める。そして、時刻 t_{12} にて実燃圧が第 2 燃圧値 P_{err2} よりも高くなり、高圧ポンプ 14 が異常であると判定される。そして、時刻 t_{13} において、エンジンを停止すると共に、第 2 のフェールセーフが実施される。

20

【0055】

次に、本実施形態による作用効果を説明する。

【0056】

上記実施形態によれば、燃圧センサ 32 及び高圧ポンプ 14 の正常時と異常時の燃圧値の挙動変化に着目して設定された第 1 燃圧値と第 1 燃圧値よりも大きい第 2 燃圧値によって、燃圧センサ 32 と高圧ポンプ 14 の異常を区別して検出することができる。具体的には、燃圧センサ 32 が異常の場合はセンサ 14 出力が低下し、高圧ポンプ 14 が異常の場合は燃圧が上昇するという燃圧の挙動変化を利用して、第 1 の判定値と第 2 の判定値を設定している。

【0057】

これにより、異常の発生した部位（燃圧センサと高圧ポンプ）に応じた適切なフェールセーフを行うことができる。具体的には、燃圧センサ 32 が異常の場合、第 1 のフェールセーフ（高圧ポンプの加圧機能を停止しフィード圧による退避走行）を実施し、高圧ポンプ 14 が異常の場合、第 2 のフェールセーフ（エンジンを停止すると共に再始動禁止）を実施する。これは、燃圧センサ 32 に比べて高圧ポンプ 14 の異常の方が、高圧燃料系を破損する可能性が高いため、安全性を考慮したフェールセーフを実行する必要があるからである。

30

【0058】

さらに、第 1 燃圧値は、フィードポンプ 12 の作動のみに依存した燃圧（以下、「フィード圧」という）よりも低い値に設定し、第 2 燃圧値は、リリーフ圧よりも僅かに小さい値に設定しているため、燃圧センサ 32 の異常と高圧ポンプ 14 の異常とを容易に区別して検出することが可能となる。さらに、燃圧センサ 32 と高圧ポンプ 14 の異常を判定する際の判定値（第 1 燃圧値と第 2 燃圧値）を始動時と走行時とで同じ値を用いることができ、判定を簡便に行うことができる。

40

【0059】

また、始動時異常検出制御では、イグニッションオンからクランキングが開始までの間はフィードポンプ 12 による燃料の昇圧であることに着目して、この間の検出値に基づいて燃圧センサ 32 の異常を検出している。そしてクランキングが終了後のアイドル時の検出値を用いて高圧ポンプ 14 の異常を検出している。これにより燃圧センサ 32 と高圧ポンプ 14 の異常を異なるタイミングで検出することができるため、両者の異常を区別する

50

ことができると共に、始動時に燃圧が低い段階で早期に異常を検出することができる。

【 0 0 6 0 】

このように、燃圧センサ 3 2 と高圧ポンプ 1 4 の異常を切り分け、それぞれの異常が発生するタイミングに応じたフェールセーフを実行することにより、安全を確保しつつ、できる限り走行を可能とすることができる。

【 0 0 6 1 】

[第 2 実施形態]

第 2 実施形態を含む以下の実施形態においては、既に説明した実施形態の構成と同一構成又は相当する構成については、同一番号を付しその重複説明を省略する。

【 0 0 6 2 】

第 2 実施形態で第 1 実施形態と異なる点は、図 2 中ステップ 2 0 0 に相当する始動時異常検出制御において、燃圧センサ 3 2、高圧ポンプ 1 4 に加えてフィードポンプ 1 2 の異常を検出する点である (ステップ 4 0 0)。第 1 実施形態では、始動時異常検出制御のステップ 2 0 2 において、 $P_r < P_{err1}$ が成立した場合、燃圧センサ 3 2 の異常であると一義的に判定していた。しかしながら、この条件は、フィードポンプ 1 2 が異常であった場合でも成立する。なぜなら、燃圧センサ 3 2 が正常であっても、フィードポンプ 1 2 の異常により実際に燃圧が上昇していないことも考えられるからである。第 2 実施形態では、この点に鑑み、始動時に燃圧センサ 3 2 の異常とフィードポンプ 1 2 の異常とを区別して検出する。

【 0 0 6 3 】

第 2 実施形態の異常検出制御について、第 1 実施形態との相違点を中心に図 7 及び図 8 に基づいて説明する。なお、図 7 中ステップ 4 0 9 ~ 4 1 5 (高圧ポンプの異常検出) は、前述した図 3 中ステップ 2 0 5 ~ 2 1 1 に相当するため重複説明を省略する。

【 0 0 6 4 】

まず、図 7 に示すように、ステップ 4 0 1 ではフィードポンプ 1 2 が駆動されることによって上昇した現在の燃圧 P_r を燃圧センサ 3 2 によって検出し ECU 3 8 に出力する。そして、ステップ 4 0 2 に移行し、ステップ 4 0 1 にて検出した燃圧 P_r と予め設定された第 1 燃圧値 P_{err1} とを比較し、 $P_r < P_{err1}$ であるかを判定する。

【 0 0 6 5 】

ここで、 $P_r < P_{err1}$ が成立した場合には、前述したように燃圧センサ 3 2 又はフィードポンプ 1 2 の少なくとも一方が異常であると考えられるが、どちらの異常であるかは断定できない。そこで、ステップ 4 0 3 に移行し、高圧ポンプ 1 4 の加圧機能を停止し、フィード圧制御を実行する。換言すると、燃圧 P_r が第 1 燃圧値 P_{err1} よりも低い場合 (ステップ 4 0 2 で YES) は、仮のフェールセーフを実行する。

【 0 0 6 6 】

そして、ステップ 4 0 4 に移行し、ステップ 4 0 3 にて実行した仮のフェールセーフによって始動が可能であるかを判定する。具体的には、高圧ポンプ 1 4 の加圧機能停止後にフィードポンプ 1 2 のみでフィード圧に到達したかどうかを判定する。フィード圧による始動が可能な場合 (ステップ 4 0 4 で YES) は、ステップ 4 0 5 に移行し燃圧センサ 3 2 が異常であると判定し、高圧ポンプ 1 4 の加圧機能を禁止すると共にフィード圧制御を

【 0 0 6 7 】

また、フィード圧による始動が不可能な場合 (ステップ 4 0 4 で NO) は、ステップ 4 0 7 に移行し、フィードポンプ 1 2 が異常であると判定し、エンジンを停止すると共にエンジンの再始動を禁止し (ステップ 4 0 8)、本制御を終了する。

【 0 0 6 8 】

次に、上述したステップ 4 0 1 ~ 4 0 8 の始動時の燃圧センサ 3 2 及びフィードポンプ 1 2 の異常検出制御について図 8 を用いて説明する。なお、図 8 中の実線は、燃圧センサ 3 2、フィードポンプ 1 2 及び高圧ポンプ 1 4 が正常である場合の実燃圧、高圧ポンプ DUTY、エンジン回転数をそれぞれ示している。また、破線は、異常時又はフェールセー

10

20

30

40

50

フ実施後の実燃圧、高圧ポンプ D U T Y、エンジン回転数をそれぞれ示している。また、一点鎖線は、前述した各種燃圧値（フィード圧、第 1 燃圧値、第 2 燃圧値）を示している。また、図 8 中時刻 t 5 ~ t 8 にて行われる始動時の高圧ポンプ 1 4 の異常検出については説明を省略する。

【 0 0 6 9 】

図 8 に示すように、時刻 t 1 では、燃圧センサ 3 2 及びフィードポンプ 1 2 が正常であれば、イグニッションがオフからオンにされることで、電動式のフィードポンプ 1 2 が駆動され実燃圧がフィード圧まで上昇し、このフィード圧を時刻 t 2 にて検出する。このとき、燃圧センサ 3 2 又はフィードポンプ 1 2 のうち少なくとも 1 つが異常の場合には正確な燃圧を検出できない。従って、時刻 t 2 の燃圧センサ 3 2 からの検出値が、第 1 燃圧値 P e r r 1（図中一点鎖線）よりも低い場合は、高圧ポンプ 1 4 の加圧機能を停止しフィード圧制御に移行する仮のフェールセーフを実行する。

10

【 0 0 7 0 】

一方、時刻 t 2 にて燃圧が正常であった場合、時刻 t 3 にてクランキングの開始と共に高圧ポンプ 1 4 による加圧が行われる。この高圧ポンプ 1 4 による加圧に伴い時刻 t 4 から実燃圧が上昇を始める。これに対し、時刻 t 2 にて仮のフェールセーフが実施されている場合はフィード圧制御に移行しているため、フィード圧による始動が行われる。そのため、時刻 t 3 にてフィード圧での始動が可能な場合は、燃圧センサ 3 2 の異常により、検出値が第 1 燃圧値よりも小さくなっていることがわかる。つまり、時刻 t 3 にて燃圧センサ 3 2 が異常であると判定し、高圧ポンプ 1 4 の加圧機能を停止すると共にフィード圧制御を続行する。また、時刻 t 3 にて実燃圧が破線で示すように、フィード圧に到達していない場合（フィード圧による始動が不可能な場合）は、フィードポンプ 1 2 が異常であると判定し、エンジンを停止すると共にエンジンの再始動を禁止する。

20

【 0 0 7 1 】

上述した実施形態によれば、前述した第 1 実施形態と同様の効果に加え、始動時にフィードポンプ 1 2 の異常を検出でき、適切なフェールセーフを行うことができる。具体的には、第 1 燃圧値との比較によって燃圧センサ 3 2 又はフィードポンプ 1 2 の異常が検出された場合、仮のフェールセーフを実施することで安全性を確保することができる。さらに、仮のフェールセーフによる始動（フィード圧による始動）が可能かどうかによって、燃圧センサ 3 2 の異常とフィードポンプ 1 2 の異常を判別することができる。そして、フィードポンプ 1 2 の異常が検出された場合は、燃圧センサ 3 2 が異常の場合よりも強いフェールセーフ（第 2 のフェールセーフ）を実施するため、異常に応じて適切なフェールセーフを実施することができる。

30

【 0 0 7 2 】

以上のように、上述した各実施形態によれば、高圧燃料供給システムにおいて個々の異常を区別して検出でき、異常が発生した部位やタイミング毎に適切なフェールセーフを実行することのできる筒内噴射式内燃機関のフェールセーフ制御装置を提供することができる。

【 0 0 7 3 】

[他の実施形態]

・第 1 実施形態及び第 2 実施形態では、第 2 燃圧値をリリーフ圧近傍の値に設定したが、リリーフ圧よりも大きい値に設定してもよい。リリーフ弁 3 3 は過度な昇圧が行われた場合に開弁し燃圧をリリーフ圧に保つ機能を有しているが、リリーフ弁 3 3 が閉弁状態で固着していると開弁されず、燃圧がリリーフ圧を超えて上昇を続ける場合が考えられる。そのため、第 2 燃圧値をリリーフ圧よりも大きい値に設定することで、高圧ポンプ 1 4 の異常を検出すると同時にリリーフ弁 3 3 の固着を検出することができる。

40

【 符号の説明 】

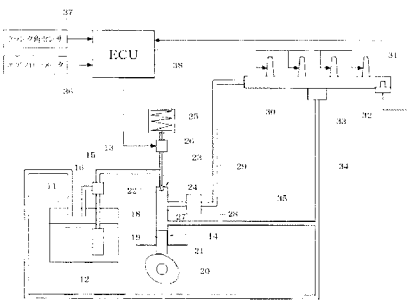
【 0 0 7 4 】

- 1 エンジン（内燃機関）
- 1 2 フィードポンプ

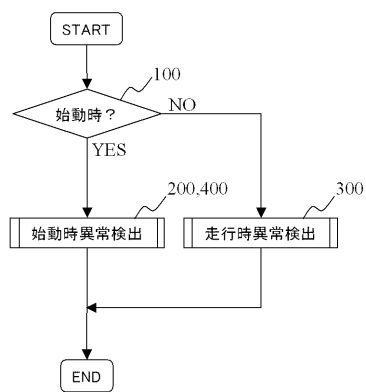
50

- 1 4 高圧ポンプ
- 3 0 デリバリパイプ
- 3 1 インジェクタ (燃料噴射手段)
- 3 2 燃圧センサ
- 3 8 ECU

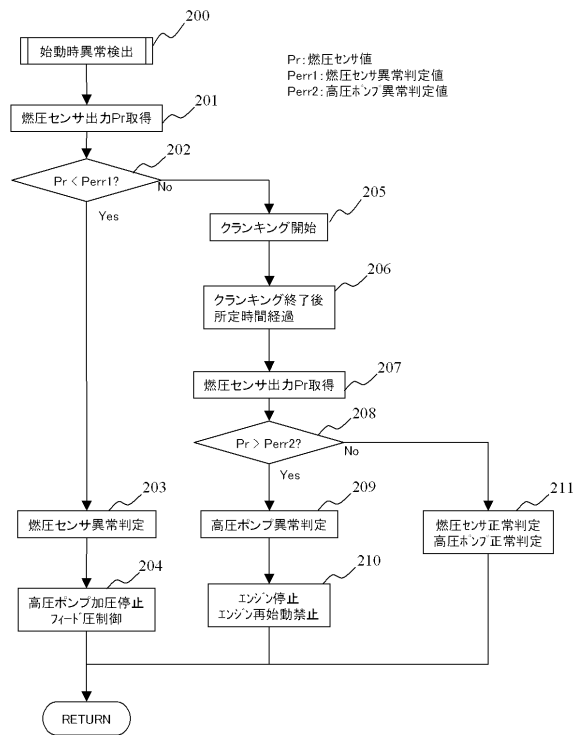
【図1】



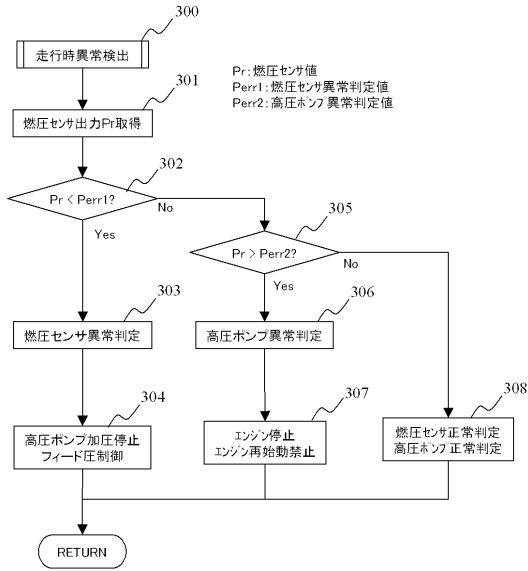
【図2】



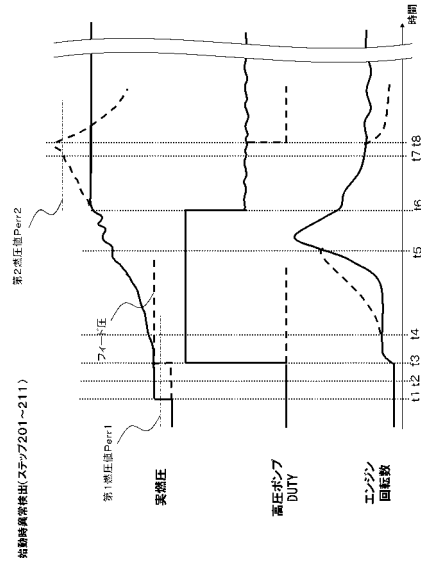
【図3】



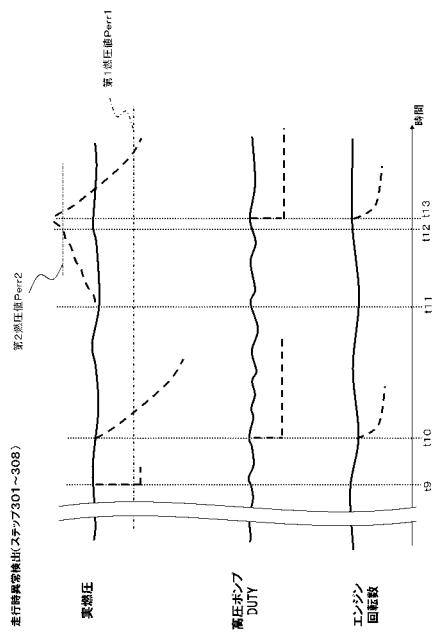
【図4】



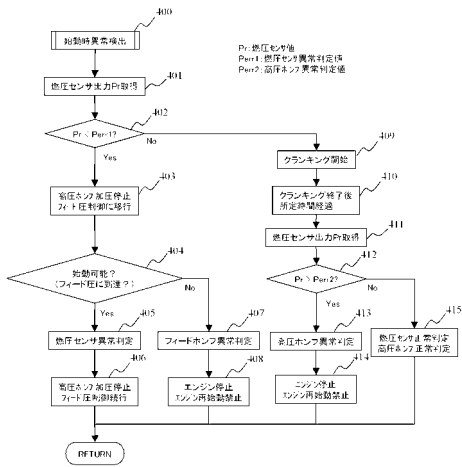
【図5】



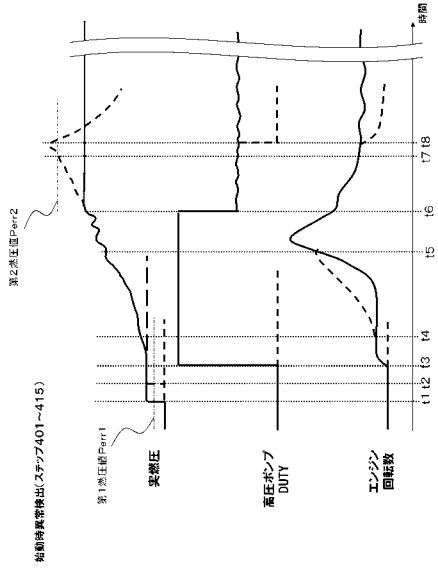
【図6】



【図7】



【 図 8 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3G301 HA01 HA04 JB01 JB02 JB08 LB04 LB07 MA24 PA01Z PB08Z
PE03Z
3G384 AA01 AA06 BA15 BA17 CA25 DA41 DA46 DA48 FA01Z FA15Z
FA58Z