

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4513895号
(P4513895)

(45) 発行日 平成22年7月28日(2010.7.28)

(24) 登録日 平成22年5月21日(2010.5.21)

(51) Int.Cl.		F I			
FO2D 41/02	(2006.01)		FO2D 41/02	375	
FO2D 45/00	(2006.01)		FO2D 45/00	364K	
			FO2D 45/00	301A	

請求項の数 12 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2008-133974 (P2008-133974)	(73) 特許権者	000004260
(22) 出願日	平成20年5月22日(2008.5.22)		株式会社デンソー
(65) 公開番号	特開2009-97501 (P2009-97501A)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(43) 公開日	平成21年5月7日(2009.5.7)	(74) 代理人	100121821
審査請求日	平成21年1月9日(2009.1.9)		弁理士 山田 強
(31) 優先権主張番号	特願2007-246498 (P2007-246498)	(72) 発明者	中田 謙一郎
(32) 優先日	平成19年9月25日(2007.9.25)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		社デンソー内
		(72) 発明者	石塚 康治
			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	後藤 信朗

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料噴射システム制御装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料を蓄圧する蓄圧容器、及び前記蓄圧容器から分配される燃料を噴射する複数の燃料噴射弁を備えた燃料噴射システムに適用され、前記燃料噴射弁からの燃料噴射に伴い変動する燃料の圧力を検出する燃圧センサを備え、前記燃圧センサの出力値を用いて前記燃料噴射システムの作動を制御する燃料噴射システム制御装置であって、

前記燃圧センサは、前記蓄圧容器から前記燃料噴射弁の噴射孔に至るまでの燃料通路のうち前記蓄圧容器に対して前記噴射孔に近い側に配置されるとともに、前記燃料噴射弁の各々に対して設けられ、

複数の前記燃圧センサの出力値を各々取得する出力値取得手段と、

取得した各々の前記出力値の平均値を算出する平均値算出手段と、

前記燃圧センサの出力値と前記平均値との偏差が予め設定された閾値よりも小さいことを条件として、前記燃圧センサの出力値が前記平均値に一致するように前記出力値を補正する出力値補正手段と、

を備えることを特徴とする燃料噴射システム制御装置。

【請求項2】

特定の前記燃圧センサについて、異なる圧力条件毎に取得された前記出力値と前記圧力条件との関係を示す出力特性線を算出する特性線算出手段を備え、

前記平均値算出手段は、複数の前記燃圧センサの各々について算出された前記出力特性線を平均化してなる基準線を前記平均値として算出することを特徴とする請求項1に記載

10

20

の燃料噴射システム制御装置。

【請求項 3】

前記出力値補正手段は、前記出力特性線が前記基準線に一致するよう前記出力値を補正することを特徴とする請求項 2 に記載の燃料噴射システム制御装置。

【請求項 4】

前記燃圧センサの出力値と前記平均値との偏差が予め設定された閾値よりも大きい場合に、該当する前記燃圧センサの出力値が異常であると判定する第 1 異常判定手段を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射システム制御装置。

【請求項 5】

特定の前記燃圧センサについて、異なる圧力条件毎に取得された前記出力値と前記圧力条件との関係を示す出力特性線を算出する特性線算出手段を備え、

前記圧力条件毎に取得された前記出力値の前記出力特性線に対する分散値が、予め設定された閾値よりも大きい場合に、該当する前記特定の燃圧センサの出力値が異常であると判定する第 2 異常判定手段を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射システム制御装置。

【請求項 6】

前記燃圧センサの出力値の変動幅が設定幅以内となる燃圧安定状態であるか否かを判定する燃圧安定判定手段を備え、

前記平均値算出手段は、前記燃圧安定状態であると判定された時に取得された前記出力値を用いて前記平均値を算出することを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射システム制御装置。

【請求項 7】

前記燃圧安定判定手段は、特定の前記燃圧センサに対して所定周期で取得した出力値の変動幅が前記設定幅以内である場合に前記燃圧安定状態であると判定することを特徴とする請求項 6 に記載の燃料噴射システム制御装置。

【請求項 8】

前記燃圧安定判定手段は、前記燃料噴射弁からの噴射を行わない噴射休止時又は内燃機関のアイドル運転時に前記燃圧安定状態であると判定することを特徴とする請求項 6 に記載の燃料噴射システム制御装置。

【請求項 9】

前記燃料噴射システムの作動を制御する際に用いる目標燃料圧力を強制的に一定値に固定する目標燃圧固定手段を備え、

前記平均値算出手段は、前記目標燃料圧力を固定した時に取得された前記出力値を用いて前記平均値を算出することを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射システム制御装置。

【請求項 10】

前記出力値取得手段は、特定の前記燃圧センサに対して略同一の圧力条件下で前記出力値を複数取得するとともに、取得した前記複数の出力値の平均値を、前記平均値算出手段による算出に用いる出力値とすることを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射システム制御装置。

【請求項 11】

前記平均値算出手段により算出された前記平均値が、前記燃料噴射システムの作動を制御する際に用いる目標燃料圧力に近づくよう、前記燃料噴射システムをフィードバック制御することを特徴とする請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 つに記載の燃料噴射システム制御装置。

【請求項 12】

燃料を蓄圧する蓄圧容器、及び前記蓄圧容器から分配される燃料を噴射する複数の燃料噴射弁を備えた多気筒内燃機関の燃料噴射システムに適用され、前記燃料噴射弁からの燃料噴射に伴い変動する燃料の圧力を検出する燃圧センサを備え、前記燃圧センサの出力値を用いて前記燃料噴射システムの作動を制御する燃料噴射システム制御装置であって、

10

20

30

40

50

前記燃圧センサは、前記蓄圧容器から前記燃料噴射弁の噴射孔に至るまでの燃料通路のうち前記蓄圧容器に対して前記噴射孔に近い側に配置されるとともに、前記燃料噴射弁の各々に対して設けられ、

複数の前記燃圧センサの出力値を各々取得する出力値取得手段と、

取得した各々の前記出力値の平均値を算出する平均値算出手段と、

前記燃圧センサの出力値と前記平均値との偏差が予め設定された閾値よりも大きい場合に、該当する前記燃圧センサの出力値が異常であると判定する異常判定手段と、を備えることを特徴とする燃料噴射システム制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、コモンレールシステム等の燃料噴射システムの作動を制御する燃料噴射システム制御装置に関する。

【背景技術】

【0002】

燃料ポンプから圧送した燃料をコモンレールにて蓄圧して複数の燃料噴射弁に分配する燃料噴射システムにおいて、従来では、コモンレールに設けられた燃圧センサ（レール圧センサ）の出力値を用いて、燃料ポンプ等の燃料噴射システム構成機器の作動を制御している（特許文献1参照）。

【特許文献1】特開平10-220272号公報

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、上記燃圧センサの出力値から換算される圧力が、実際の圧力の真値と一致しているという保障はない。つまり、製造過程における加工誤差や設計誤差等による燃圧センサの個体差に起因して、出力値から換算される圧力が真値からずれてしまっていたとしても、従来の燃料噴射システムではこのようなずれを保障することができず、出力値に対するロバスト性が十分ではない。よって、燃料噴射システムの作動を精度良く制御することが十分にできない。

【0004】

30

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、燃圧センサの出力値に対するロバスト性を向上させることで、その出力値を用いた燃料噴射システムを精度良く制御できるようにした燃料噴射システム制御装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

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。

【0006】

請求項1記載の発明では、燃料を蓄圧する蓄圧容器、及び前記蓄圧容器から分配される燃料を噴射する複数の燃料噴射弁を備えた燃料噴射システムに適用され、前記燃料噴射弁からの燃料噴射に伴い変動する燃料の圧力を検出する燃圧センサを備え、前記燃圧センサの出力値を用いて前記燃料噴射システムの作動を制御する燃料噴射システム制御装置であって、前記燃圧センサは、前記蓄圧容器から前記燃料噴射弁の噴射孔に至るまでの燃料通路のうち前記蓄圧容器に対して前記噴射孔に近い側に配置されるとともに、前記燃料噴射弁の各々に対して設けられ、複数の前記燃圧センサの出力値を各々取得する出力値取得手段と、取得した各々の前記出力値の平均値を算出する平均値算出手段と、前記燃圧センサの出力値と前記平均値との偏差が予め設定された閾値よりも小さいことを条件として、前記燃圧センサの出力値が前記平均値に一致するよう前記出力値を補正する出力値補正手段と、を備えることを特徴とする。

40

【0007】

従来の制御装置では燃圧センサを蓄圧容器に1つ設けていたのに対し、本発明では、燃

50

圧センサを燃料噴射弁の各々に対して設け、これら複数の燃圧センサの出力値の平均値を算出する。そして、当該平均値が真値からどれだけずれているかを示すずれ量、つまり真値に対する平均値のずれ量（正確にはずれ量の期待値）は、真値に対する出力値のずれ量（正確にはずれ量の期待値）に比べて小さいと言える。よって、ずれ量が小さい平均値に一致するよう燃圧センサの出力値を補正する本発明によれば、出力値が真値に一致するよう補正されることとなる。したがって、燃圧センサの出力値に対するロバスト性を向上させることができ、ひいては燃料噴射システムを精度良く制御できる。

【0008】

請求項2記載の発明では、特定の前記燃圧センサについて、異なる圧力条件毎に取得された前記出力値と前記圧力条件との関係を示す出力特性線（図7中の符号L1, L2, L3, L4にて例示される直線）を算出する特性線算出手段を備え、前記平均値算出手段は、複数の前記燃圧センサの各々について算出された前記出力特性線を平均化してなる基準線（図7中の符号Laveにて例示される直線）を前記平均値として算出することを特徴とする。

10

【0009】

特に、上記出力特性線を直線とした場合、このような直線を、異なる圧力条件毎に取得された出力値が少なくとも2点あれば算出でき、先述のように、燃圧センサの出力値が、検出対象となる圧力に対して所定の線形の関係をもって変化するものである場合、前記2点以外の圧力について出力特性線（直線）から求められる出力値と圧力との関係を、精度良く算出することができる。そして、上記請求項2記載の発明では、複数の燃圧センサの各々について算出された出力特性線を平均化してなる基準線を平均値として算出する。したがって、圧力と出力値との関係を示すデータの点数を少なくしつつも精度良く平均値を算出することができるので、制御装置の記憶容量及び処理負担の軽減を図ることができる。

20

【0010】

この場合の前記出力値補正手段の具体例として、請求項3記載の如く、前記出力特性線が前記基準線に一致するよう前記出力値を補正することが挙げられる。

【0011】

請求項4記載の発明では、前記燃圧センサの出力値と前記平均値との偏差が予め設定された閾値よりも大きい場合に、該当する前記燃圧センサの出力値が異常であると判定する第1異常判定手段を備えることを特徴とする。このように本発明によれば、平均値を異常判定の基準値として用いることができるため、各々の燃圧センサについて平均値と比較することにより異常判定を行うことができる。

30

【0012】

請求項5記載の発明では、特定の前記燃圧センサについて、異なる圧力条件毎に取得された前記出力値と前記圧力条件との関係を示す出力特性線を算出する特性線算出手段を備え、前記圧力条件毎に取得された前記出力値の前記出力特性線に対する分散値が、予め設定された閾値よりも大きい場合（つまり出力値のばらつきが大きい場合）に、該当する前記特定の燃圧センサの出力値が異常であると判定する第2異常判定手段を備えることを特徴とする。

40

【0013】

燃圧センサの出力値は、検出対象となる圧力に対して所定の線形又は非線形の関係をもって変化するのが一般的である。つまり、出力値と圧力との関係をグラフに示すと所定の線形又は非線形になる。よって、請求項5記載の如く圧力条件毎に取得された出力値が出力特性線（つまり、上記所定の線形又は非線形の線）に対して大きくばらついている場合には、該当する燃圧センサの出力値が異常であると判定する第2異常判定手段を備えて好適である。

【0014】

請求項6記載の発明では、前記燃圧センサの出力値の変動幅が設定幅以内となる燃圧安定状態であるか否かを判定する燃圧安定判定手段を備え、前記平均値算出手段は、前記燃

50

圧安定状態であると判定された時に取得された前記出力値を用いて前記平均値を算出することを特徴とする。

【0015】

これによれば、燃圧安定状態時の出力値を用いて平均値を算出するので、燃圧が大きく変動している時の出力値を用いて算出した場合に比べて平均値の真値からのずれ量を小さくできる。よって、出力値の補正をより一層真値に近づくようにできる。

【0016】

前記燃圧安定判定手段の具体例として、請求項7記載の如く、特定の前記燃圧センサに対して所定周期で取得した出力値の変動幅が前記設定幅以内である場合に前記燃圧安定状態（例えば、図6(c)中の符号T1に示す状態）であると判定することが挙げられる。また、請求項8記載の如く、前記燃料噴射弁からの噴射を行わない噴射休止（所謂燃料カット）時又は内燃機関のアイドル運転時に前記燃圧安定状態であると判定することが挙げられる。

10

【0017】

請求項9記載の発明では、前記燃料噴射システムの作動を制御する際に用いる目標燃料圧力を強制的に一定値に固定する目標燃圧固定手段を備え、前記平均値算出手段は、前記目標燃料圧力を固定した時に取得された前記出力値を用いて前記平均値を算出することを特徴とする。

【0018】

例えば、内燃機関の出力軸回転速度（エンジン回転速度）及び目標燃料噴射量に基づき目標燃料圧力を算出する場合には、当該目標燃料圧力は刻々と変化することとなる。すると、燃圧センサの出力値が変動することとなる。これに対し上記請求項9記載の発明によれば、目標燃料圧力を強制的に一定値に固定するので先述の燃圧安定状態にすることができ、そして、このような燃圧安定状態時の出力値を用いて平均値が算出されることとなるので、燃圧が変動している時の出力値を用いて算出した場合に比べて平均値の真値からのずれ量を小さくできる。

20

【0019】

請求項10記載の発明では、前記出力値取得手段は、特定の前記燃圧センサに対して略同一の圧力条件下で前記出力値を複数取得するとともに、取得した前記複数の出力値の平均値を、前記平均値算出手段による算出に用いる出力値とすることを特徴とする。そのため、1つの出力値に含まれるノイズ等による誤差が、複数の出力値の平均値をとることによりなまされることとなるので、前記誤差による平均値への影響を小さくでき、ひいては、平均値の真値からのずれ量を小さくできる。

30

【0020】

なお、上記「略同一の圧力条件下」の具体例として、例えば図4中のS22にて設定される圧力指令値P_{trg}が略同一である条件下で出力値を複数取得することが挙げられる。

【0021】

請求項11記載の発明では、前記平均値算出手段により算出された前記平均値が、前記燃料噴射システムの作動を制御する際に用いる目標燃料圧力に近づくよう、前記燃料噴射システムをフィードバック制御することを特徴とする。なお、先述の第1及び第2異常判定手段等により異常判定された場合には、該当する燃圧センサの出力値を除く他の燃圧センサにかかる出力値について平均値を算出し、その平均値を上記フィードバック制御に用いるようにすることが望ましい。

40

【0022】

請求項12記載の発明では、燃料を蓄圧する蓄圧容器、及び前記蓄圧容器から分配される燃料を噴射する複数の燃料噴射弁を備えた多気筒内燃機関の燃料噴射システムに適用され、前記燃料噴射弁からの燃料噴射に伴い変動する燃料の圧力を検出する燃圧センサを備え、前記燃圧センサの出力値を用いて前記燃料噴射システムの作動を制御する燃料噴射システム制御装置であって、前記燃圧センサは、前記蓄圧容器から前記燃料噴射弁の噴射孔

50

に至るまでの燃料通路のうち前記蓄圧容器に対して前記噴射孔に近い側に配置されるとともに、前記燃料噴射弁の各々に対して設けられ、複数の前記燃圧センサの出力値を各々取得する出力値取得手段と、取得した各々の前記出力値の平均値を算出する平均値算出手段と、前記燃圧センサの出力値と前記平均値との偏差が予め設定された閾値よりも大きい場合に、該当する前記燃圧センサの出力値が異常であると判定する異常判定手段と、を備えることを特徴とする。

【0023】

このように、上記請求項12記載の発明によれば平均値を異常判定の基準値として用いることができるため、各々の燃圧センサについて平均値と比較することにより異常判定を行うことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、本発明に係る燃料噴射装置及び燃料噴射システムを具体化した一実施形態について図面を参照しつつ説明する。なお、本実施形態の装置は、例えば4輪自動車用エンジン（内燃機関）を対象にするコモンレール式燃料噴射システムに搭載されており、ディーゼルエンジンのエンジンシリンダ内の燃焼室に直接的に高圧燃料（例えば噴射圧力「1000気圧」以上の軽油）を噴射供給（直噴供給）する際に用いられる。

【0025】

はじめに、図1を参照して、本実施形態に係るコモンレール式燃料噴射システム（車載エンジンシステム）の概略について説明する。なお、本実施形態では多気筒（例えば直列4気筒）エンジンを想定している。詳しくは、4ストロークのレシプロ式ディーゼルエンジン（内燃機関）である。このエンジンでは、吸排気弁のカム軸に設けられた気筒判別センサ（電磁ピックアップ）にてその時の対象シリンダが逐次判別され、4つのシリンダ#1～#4について、それぞれ吸入・圧縮・燃焼・排気の4行程による1燃焼サイクルが「720°CA」周期で、詳しくは例えば各シリンダ間で「180°CA」ずらしてシリンダ#1, #3, #4, #2の順に逐次実行される。図中のインジェクタ20（燃料噴射弁）は、燃料タンク10側から、それぞれシリンダ#1, #2, #3, #4用のインジェクタである。

【0026】

燃料供給系を構成する諸々の装置は、燃料上流側から、燃料タンク10、燃料ポンプ11、コモンレール12、及びインジェクタ20の順に配設されている。このうち、燃料タンク10と燃料ポンプ11とは、燃料フィルタ10bを介して配管10aにより接続されている。燃料タンク10は、対象エンジンの燃料（軽油）を溜めておくためのタンク（容器）である。

【0027】

同図1に示されるように、このシステムは、大きくは、ECU（電子制御ユニット）30が、各種センサからのセンサ出力（検出結果）を取り込み、それら各センサ出力に基づいて燃料供給系を構成するインジェクタ20及び燃料ポンプ11等の各装置の駆動を制御するように構成されている。

【0028】

燃料ポンプ11は、高圧ポンプ11a及び低圧ポンプ11bを有し、低圧ポンプ11bによって上記燃料タンク10から汲み上げられた燃料を、高圧ポンプ11aにて加圧して吐出するように構成されている。そして、高圧ポンプ11aに送られる燃料圧送量、ひいては燃料ポンプ11の燃料吐出量は、燃料ポンプ11の燃料吸入側に設けられた吸入調整弁（SCV：Suction Control Valve）11cによって調量されるようになっている。すなわち、この燃料ポンプ11では、吸入調整弁11c（例えば非通電時に開弁するノーマリオン型の調整弁）の駆動電流量（ひいては弁開度）を調整することで、同ポンプ11からの燃料吐出量を所望の値に制御することができるようになっている。

【0029】

燃料ポンプ11を構成する2種のポンプのうち、低圧ポンプ11bは、例えばトロコイ

10

20

30

40

50

ド式のフィードポンプとして構成されている。これに対し、高圧ポンプ11aは、例えばプランジャポンプからなり、図示しない偏心カムにて所定のプランジャ（例えば3本のプランジャ）をそれぞれ軸方向に往復動させることにより加圧室に送られた燃料を逐次所定のタイミングで圧送するように構成されている。いずれのポンプも、駆動軸11dによって駆動されるものである。ちなみにこの駆動軸11dは、対象エンジンの出力軸であるクランク軸41に連動し、例えばクランク軸41の1回転に対して「1/1」又は「1/2」等の比率で回転するようになっている。すなわち、上記低圧ポンプ11b及び高圧ポンプ11aは、対象エンジンの出力によって駆動される。

【0030】

こうした燃料ポンプ11により燃料タンク10から燃料フィルタ10bを介して汲み上げられた燃料は、コモンレール12へ加圧供給（圧送）される。そして、コモンレール12は、その燃料ポンプ11から圧送された燃料を高圧状態で蓄えてこれを、シリンダ毎に設けられた高圧配管14を通じて、各シリンダ#1～#4のインジェクタ20へそれぞれ分配供給する。これらインジェクタ20（#1）～（#4）の燃料排出口21は、それぞれ余分な燃料を燃料タンク10へ戻すための配管18とつながっている。また、コモンレール12と高圧配管14との間には、コモンレール12から高圧配管14に流れる燃料の圧力脈動を減衰させるオリフィス12a（燃料脈動軽減手段）が備えられている。

10

【0031】

コモンレール12には減圧弁12bが備えられており、ECU30により減圧弁12bが開弁するよう制御されると、コモンレール12にて蓄圧された燃料の一部が配管18を通じて燃料タンク10へ戻される。よって、コモンレール12内の燃圧が減圧されることとなる。

20

【0032】

図2に、上記インジェクタ20の詳細構造を示す。なお、上記4つのインジェクタ20（#1）～（#4）は基本的には同様の構造（例えば図2に示す構造）となっている。いずれのインジェクタ20も、燃焼用のエンジン燃料（燃料タンク10内の燃料）を利用した油圧駆動式の燃料噴射弁であり、燃料噴射に際しての駆動動力の伝達が油圧室Cd（制御室）を介して行われる。同図2に示されるように、このインジェクタ20は、非通電時に閉弁状態となるノーマルクローズ型の燃料噴射弁として構成されている。

【0033】

インジェクタ20のハウジング20eに形成された燃料流入口22には、コモンレール12から送られてくる高圧燃料が流入し、流入した高圧燃料の一部は油圧室Cdに流入し、他は噴射孔20fに向けて流れる。油圧室Cdには制御弁23により開閉されるリーク孔24が形成されており、制御弁23によりリーク孔24が開放されると、油圧室Cdの燃料はリーク孔24から燃料排出口21を経て燃料タンク10に戻される。

30

【0034】

このインジェクタ20の燃料噴射に際しては、二方電磁弁を構成するソレノイド20bに対する通電状態（通電/非通電）に応じて制御弁23を作動させることで、油圧室Cdの密閉度合、ひいては同油圧室Cdの圧力（ニードル弁20cの背圧に相当）が増減される。そして、その圧力の増減により、スプリング20d（コイルばね）の伸張力に従って又は抗して、ニードル弁20cがハウジング20e内を往復動（上下）することで、噴射孔20f（必要な数だけ穿設）までの燃料供給通路25が、その中途（詳しくは往復動に基づきニードル弁20cが着座又は離座するテーパ状のシート面）で開閉される。

40

【0035】

ここで、ニードル弁20cの駆動制御は、オンオフ制御を通じて行われる。すなわち、ニードル弁20cの駆動部（上記二方電磁弁）には、ECU30からオンオフを指令するパルス信号（通電信号）が送られる。そして、パルスオン（又はオフ）によりニードル弁20cがリフトアップして噴射孔20fが開放され、パルスオフ（又はオン）によりリフトダウンして噴射孔20fが閉塞される。

【0036】

50

ちなみに、上記油圧室 C d の増圧処理は、コモンレール 1 2 からの燃料供給によって行われる。他方、油圧室 C d の減圧処理は、ソレノイド 2 0 b への通電により制御弁 2 3 を作動させてリーク孔 2 4 を開放させることによって行われる。これにより、当該インジェクタ 2 0 と燃料タンク 1 0 とを接続する配管 1 8 (図 1) を通じてその油圧室 C d 内の燃料が上記燃料タンク 1 0 へ戻される。つまり、油圧室 C d 内の燃料圧力を制御弁 2 3 の開閉作動により調整することで、噴射孔 2 0 f を開閉するニードル弁 2 0 c の作動が制御される。

【 0 0 3 7 】

このように、上記インジェクタ 2 0 は、弁本体 (ハウジング 2 0 e) 内部での所定の往復動作に基づいて噴射孔 2 0 f までの燃料供給通路 2 5 を開閉 (開放・閉鎖) することにより当該インジェクタ 2 0 の開弁及び閉弁を行うニードル弁 2 0 c を備える。そして、非駆動状態では、定常的に付与される閉弁側への力 (スプリング 2 0 d による伸張力) でニードル弁 2 0 c が閉弁側へ変位するとともに、駆動状態では、駆動力が付与されることにより上記スプリング 2 0 d の伸張力に抗してニードル弁 2 0 c が開弁側へ変位する。そしてこの際、それら非駆動状態と駆動状態とでは、ニードル弁 2 0 c のリフト量が略対称に変化する。

10

【 0 0 3 8 】

インジェクタ 2 0 には、燃料圧力を検出する燃圧センサ 2 0 a (図 1 も併せ参照) が取り付けられている。具体的には、ハウジング 2 0 e に形成された燃料流入口 2 2 と高压配管 1 4 とを治具 2 0 j で連結させ、この治具 2 0 j に燃圧センサ 2 0 a を取り付けられている。なお、インジェクタ 2 0 を製造工場から出荷する段階では、治具 2 0 j、燃圧センサ 2 0 a 及び後述の IC メモリ 2 6 (図 1 及び図 4 参照) がインジェクタ 2 0 に取り付けられた状態で出荷される。

20

【 0 0 3 9 】

このようにインジェクタ 2 0 の燃料流入口 2 2 に燃圧センサ 2 0 a を取り付けるとして、燃料流入口 2 2 における燃料圧力 (インレット圧) の随時の検出が可能とされている。具体的には、この燃圧センサ 2 0 a の出力により、当該インジェクタ 2 0 の噴射動作に伴う燃料圧力の変動パターンや、燃料圧力レベル (安定圧力)、燃料噴射圧力等を検出 (測定) することができる。

【 0 0 4 0 】

燃圧センサ 2 0 a は、複数のインジェクタ 2 0 (# 1) ~ (# 4) の各々に対して設けられている。そして、これら燃圧センサ 2 0 a の出力に基づいて、所定の噴射について、インジェクタ 2 0 の噴射動作に伴う燃料圧力の変動パターンを高い精度で検出することができるようになっている。

30

【 0 0 4 1 】

また、図示しない車両 (例えば 4 輪乗用車又はトラック等) には、上記各センサの他にもさらに、車両制御のための各種のセンサが設けられている。例えば対象エンジンの出力軸であるクランク軸 4 1 の外周側には、所定クランク角毎に (例えば 3 0 ° C A 周期で) クランク角信号を出力するクランク角センサ 4 2 (例えば電磁ピックアップ) が、同クランク軸 4 1 の回転角度位置や回転速度 (エンジン回転速度) 等を検出するために設けられている。また、アクセルペダルの状態 (変位量) に応じた電気信号を出力するアクセルセンサ 4 4 が、運転者によるアクセルペダルの操作量 (踏み込み量) を検出するために設けられている。

40

【 0 0 4 2 】

こうしたシステムの中で、本実施形態の燃料噴射装置として機能するとともに、電子制御ユニットとして主体的にエンジン制御を行う部分が E C U 3 0 である。この E C U 3 0 (エンジン制御用 E C U) は、周知のマイクロコンピュータ (図示略) を備えて構成され、上記各種センサの検出信号に基づいて対象エンジンの運転状態やユーザの要求を把握し、それに応じて上記吸入調整弁 1 1 c やインジェクタ 2 0 等の各種アクチュエータを操作することにより、その時々状況に応じた最適な態様で上記エンジンに係る各種の制御を

50

行っている。

【0043】

また、このECU30に搭載されるマイクロコンピュータは、各種の演算を行うCPU（基本処理装置）、その演算途中のデータや演算結果等を一時的に記憶するメインメモリとしてのRAM、プログラムメモリとしてのROM、データ保存用メモリとしてのEEPROM、バックアップRAM（ECU30の主電源停止後も車載バッテリー等のバックアップ電源により常時給電されているメモリ）等を備えて構成されている。そして、ROMには、当該燃料噴射制御に係るプログラムを含めたエンジン制御に係る各種のプログラムや制御マップ等が、またデータ保存用メモリ（例えばEEPROM）には、対象エンジンの設計データをはじめとする各種の制御データ等が、それぞれ予め格納されている。

10

【0044】

本実施形態では、ECU30が、随時入力される各種のセンサ出力（検出信号）に基づいて、その時に出力軸（クランク軸41）に生成すべきトルク（要求トルク）、ひいてはその要求トルクを満足するための燃料噴射量を算出する。こうして、インジェクタ20の燃料噴射量を可変設定することで、各シリンダ内（燃焼室）での燃料燃焼を通じて生成されるトルク（生成トルク）、ひいては実際に出力軸（クランク軸41）へ出力される軸トルク（出力トルク）を制御する（要求トルクへ一致させる）ようになっている。

【0045】

すなわち、このECU30は、例えば時々のエンジン運転状態や運転者によるアクセルペダルの操作量等に応じた燃料噴射量を算出し、所望の噴射時期に同期して、その燃料噴射量での燃料噴射を指示する噴射制御信号（駆動量）を上記インジェクタ20へ出力する。そしてこれにより、すなわち同インジェクタ20の駆動量（例えば開弁時間）に基づいて、対象エンジンの出力トルクが目標値へ制御されることになる。

20

【0046】

なお周知のように、ディーゼルエンジンにおいては、定常運転時、新気量増大やポンピングロス低減等の目的で、同エンジンの吸気通路に設けられた吸気絞り弁（スロットル弁）が略全開状態に保持される。したがって、定常運転時の燃焼制御（特にトルク調整に係る燃焼制御）としては燃料噴射量のコントロールが主となっている。

【0047】

以下、図3、図4及び図5を参照して、本実施形態に係る燃料噴射制御の基本的な処理手順について説明する。なお、これらの図3、図4及び図5の処理において用いられる各種パラメータの値は、例えばECU30に搭載されたRAMやEEPROM、あるいはバックアップRAM等の記憶装置に随時記憶され、必要に応じて随時更新される。そして、これら各図の一連の処理は、基本的には、ECU30でROMに記憶されたプログラムに基づき実行される。

30

【0048】

図3の処理は、対象エンジンの各シリンダについてそれぞれ1燃焼サイクルにつき1回の頻度で実行される。この一連の処理においては、まずステップS11で、所定のパラメータ、例えばその時のエンジン回転速度（クランク角センサ42による実測値）及び燃料圧力（燃圧センサ20aによる実測値）、さらには運転者によるその時のアクセル操作量（アクセルセンサ44による実測値）等を読み込む。

40

【0049】

続くステップS12では、上記ステップS11で読み込んだ各種パラメータに基づいて噴射パターンを設定する。例えば単段噴射の場合にはその噴射の目標噴射量（噴射時間）が、また多段噴射の噴射パターンの場合にはトルクに寄与する各噴射の目標総噴射量（目標総噴射時間）が、それぞれ上記出力軸（クランク軸41）に生成すべきトルク（要求トルク、いわばその時のエンジン負荷に相当）に応じて可変設定される。そして、その噴射パターンに基づいて、上記インジェクタ20に対する指令値（指令信号）が設定されることになる。これにより、車両の状況等に応じて、前述したパイロット噴射、プレ噴射、アフタ噴射、ポスト噴射等が適宜メイン噴射と共に実行されることになる。

50

【 0 0 5 0 】

なお、この噴射パターンは、例えば上記 R O M に記憶保持された所定のマップ（噴射制御用マップ、数式でも可）及び補正係数に基づいて取得される。詳しくは、例えば予め上記所定パラメータ（ステップ S 1 1）の想定される範囲について試験により最適噴射パターン（適合値）を求め、その噴射制御用マップに書き込んでおく。ちなみに、この噴射パターンは、例えば噴射段数（1 燃焼サイクル中の噴射回数）、並びにそれら各噴射の噴射時期（噴射タイミング）及び噴射時間（噴射量に相当）等のパラメータにより定められるものである。こうして、上記噴射制御用マップは、それらパラメータと最適噴射パターンとの関係を示すものとなっている。

【 0 0 5 1 】

そして、この噴射制御用マップで取得された噴射パターンを、別途更新されている補正係数（例えば E C U 3 0 内の E E P R O M に記憶）に基づいて補正する（例えば「設定値 = マップ上の値 / 補正係数」なる演算を行う）ことで、その時に噴射すべき噴射パターン、ひいてはその噴射パターンに対応した上記インジェクタ 2 0 に対する指令信号を得る。補正係数（厳密には複数種の係数のうちの所定の係数）は、別途の処理により内燃機関の運転中に逐次更新されている。

【 0 0 5 2 】

なお、上記噴射パターンの設定（ステップ S 1 2）には、同噴射パターンの要素（上記噴射段数等）毎に別々に設けられた各マップを用いるようにしても、あるいはこれら噴射パターンの各要素を幾つか（例えば全て）まとめて作成したマップを用いるようにしてもよい。

【 0 0 5 3 】

こうして設定された噴射パターン、ひいてはその噴射パターンに対応する指令値（指令信号）は、続くステップ S 1 3 で使用される。すなわち、同ステップ S 1 3 では、その指令値（指令信号）に基づいて（詳しくは上記インジェクタ 2 0 へその指令信号を出力して）、同インジェクタ 2 0 の駆動を制御する。そして、このインジェクタ 2 0 の駆動制御をもって、図 3 の一連の処理を終了する。

【 0 0 5 4 】

図 4 に示す一連の処理は、所定周期（例えば先述の C P U が行う演算周期）又は所定のクランク角度毎に実行される。この処理においては、インジェクタ 2 0 へ供給される燃料圧力（インレット圧）が目標燃料圧力（圧力指令値）となるよう、燃料ポンプ 1 1 等の作動をフィードバック制御する。具体的には、まずステップ S 2 1 で、所定のパラメータ、例えばその時のエンジン回転速度（クランク角センサ 4 2 による実測値）、及びステップ S 1 2 にて算出した目標噴射量（又は目標総噴射量）等を読み込む。

【 0 0 5 5 】

続くステップ S 2 2 では、上記ステップ S 2 1 で読み込んだ各種パラメータに基づいて、目標燃料圧力としての圧力指令値 P t r g を設定する。例えば上記 R O M に記憶保持された所定のマップ（燃圧制御用マップ、数式でも可）を用いて、エンジン回転速度及び目標噴射量に基づき設定される。詳しくは、例えば予め上記所定パラメータ（ステップ S 2 1）の想定される範囲について試験により最適燃料圧力を求め、その燃圧制御用マップに書き込んでおく。こうして、上記燃圧制御用マップは、それらパラメータと最適燃料圧力との関係を示すものとなっている。

【 0 0 5 6 】

続くステップ S 2 3 では、複数の燃圧センサ 2 0 a の出力値の平均値 P a v e を取得する。この平均値 P a v e は、後述する図 5 の処理により算出された値である。続くステップ S 2 4 では、ステップ S 2 2 にて設定した圧力指令値 P t r g と、ステップ S 2 3 にて取得した燃圧センサ 2 0 a の出力平均値 P a v e とを比較判定する。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 2 4 にて出力平均値 P a v e < 圧力指令値 P t r g と判定された場合にはステップ S 2 5 に進み、燃料ポンプ 1 1 による燃料吐出量を増大させるよう制御する。具体的には

10

20

30

40

50

、出力平均値 P_{ave} と圧力指令値 P_{trg} との偏差を算出し、当該偏差に応じて吸入調整弁 11c の駆動電流量を調整することで、出力平均値 P_{ave} が圧力指令値 P_{trg} に近づくようフィードバック制御（例えば PID 制御）する。

【0058】

ステップ S24 にて出力平均値 $P_{ave} >$ 圧力指令値 P_{trg} と判定された場合にはステップ S26 に進み、減圧弁 12b を作動させてコモンレール 12 内の圧力を低減させることにより、複数のインジェクタ 20 へのインレット圧を低減させる。或いは、インジェクタ 20 を空打ち作動させることによりインレット圧を低減させる。なお、前記空打ち作動とは、ソレノイド 20b へ短時間通電させることにより、作動噴射孔 20f からの燃料噴射を行うことなく燃料排出口 21 から燃料タンク 10 に燃料を戻す作動のことである。

10

【0059】

具体的には、出力平均値 P_{ave} と圧力指令値 P_{trg} との偏差を算出し、当該偏差に応じて減圧弁 12b の作動時間、或いはインジェクタ 20 の空打ち作動時間を調整することで、出力平均値 P_{ave} が圧力指令値 P_{trg} に近づくようフィードバック制御（例えば PID 制御）する。ステップ S24 にて出力平均値 $P_{ave} =$ 圧力指令値 P_{trg} と判定された場合、又はステップ S25, S26 の処理が実行されると、図 4 の一連の処理を一旦終了する。

【0060】

図 5 に示す一連の処理は、所定周期（例えば先述の CPU が行う演算周期）又は所定のクランク角度毎に実行される。この処理においては、燃圧センサ 20a についての出力値補正処理及び異常判定処理を実行する。具体的には、まずステップ S31（出力値取得手段）で、複数の燃圧センサ 20a の出力値（出力電圧）を取り込む。

20

【0061】

ここで、ステップ S31 の取り込み処理について図 6 を用いて詳細に説明する。図 6(a) は、図 3 のステップ S13 にてインジェクタ 20 に出力される指令信号に基づく、ソレノイド 20b への駆動電流の変化を示す。図 6(b) は、ソレノイド 20b の作動に伴い生じる噴射孔 20f からの燃料噴射率の変化を示し、図 6(c) は、噴射率の変化に伴い生じる燃圧センサ 20a の検出値（出力値）の変化を示す。

【0062】

そして、ECU 30 は、図 5 の処理とは別のサブルーチン処理により、燃圧センサ 20a の出力値を検出しており、そのサブルーチン処理では燃圧センサ 20a の出力値を、該センサ出力で圧力推移波形の軌跡（図 6(c) にて例示される軌跡）が描かれる程度に短い間隔（図 5 の所定周期よりも短い間隔）にて逐次取得している。具体的には、 $50 \mu s$ よりも短い間隔（より望ましくは $20 \mu s$ ）でセンサ出力を逐次取得する。

30

【0063】

なお、図 6(c) に示すインレット圧の変動（圧力推移波形）から図 6(b) に示す噴射率の変化を推定し、推定した噴射率変化は、図 3 のステップ S11 で用いる先述の噴射制御用マップの更新（学習）等に用いられる。ちなみに、燃圧センサ 20a の検出圧力（出力値）の変動と噴射率の変化とは以下に説明する相関があるため、上述の如く噴射率の変化を推定することができる。

【0064】

まず、図 6(a) に示すように駆動電流がソレノイド 20b に流れた後、噴射率が R3 の時点で上昇を開始する前に、検出圧力は変化点 P1 にて下降する。これは、P1 の時点で制御弁 23 がリーク孔 24 を開放し、油圧室 Cd が減圧処理されることに起因する。その後、油圧室 Cd が十分に減圧された時点で、変化点 P2 にて P1 からの下降が一旦停止する。次に、R3 の時点で噴射率が上昇を開始したことに伴い、検出圧力は変化点 P3 にて下降を開始する。その後、R4 の時点で噴射率が最大噴射率に到達したことに伴い、検出圧力の下降は変化点 P4 にて停止する。

40

【0065】

次に、検出圧力は変化点 P5 にて上昇する。これは、P5 の時点で制御弁 23 がリーク孔 24 を閉塞し、油圧室 Cd が増圧処理されることに起因する。その後、油圧室 Cd が十

50

分に増圧された時点で、変化点 P 6 にて P 5 からの上昇が一旦停止する。次に、R 7 の時点で噴射率が下降を開始したことに伴い、検出圧力は変化点 P 7 にて上昇を開始する。その後、R 8 の時点で噴射率がゼロになり実際の噴射が終了したことに伴い、検出圧力の上昇は変化点 P 8 にて停止する。P 8 以降の検出圧力は、一定の周期で下降と上昇を繰り返しながら減衰し、その後、符号 T 1 に示す期間（燃圧安定期間）、検出圧力の変動幅が設定幅以内となり、検出圧力の値は安定する。

【0066】

以上により、燃圧センサ 20 a による検出圧力の変動のうち変化点 P 3 及び P 8 を検出することで、噴射率の上昇開始時点 R 3（噴射開始時点）及び下降終了時点 R 8（噴射終了時点）を推定することができる。また、以下に説明する検出圧力の変動と噴射率の変化との相関関係に基づき、検出圧力の変動から噴射率の変化を推定できる。

10

【0067】

つまり、検出圧力の変化点 P 3 から P 4 までの圧力下降率 P_{-} と、噴射率の変化点 R 3 から R 4 までの噴射率上昇率 R_{+} とは相関がある。変化点 P 7 から P 8 までの圧力上量率 P_{+} と変化点 R 7 から R 8 までの噴射率下降率 R_{-} とは相関がある。変化点 P 3 から P 4 までの圧力下降量 P_{-} と変化点 R 3 から R 4 までの噴射率上昇量 R_{+} とは相関がある。よって、燃圧センサ 20 a による検出圧力の変動から圧力下降率 P_{-} 、圧力上量率 P_{+} 及び圧力下降量 P_{-} を検出することで、噴射率の噴射率上昇率 R_{+} 、噴射率下降率 R_{-} 及び噴射率上昇量 R_{+} を推定することができる。以上の如く噴射率の各種状態 R 3, R 8, R₁, R₂, R₃ を推定することができ、よって、図 6 (b) に示す燃料噴射率の変化を推定することができる。

20

【0068】

図 5 の説明に戻り、先述のステップ S 3 1 では、燃圧センサ 20 a の出力値を取り込むにあたり、図 6 (c) に示す燃圧安定期間 T 1 での出力値を、その時にステップ S 2 2 で設定されている圧力指令値 P trg（目標燃料圧力）と関連付けて取り込む。なお、特定の燃圧センサ 20 a について、同一の圧力指令値 P trg に対して出力値を複数取得するとともに、取得した複数の出力値の平均値を当該燃圧センサ 20 a の出力値としてステップ S 3 2 以降の処理で用いることが望ましい。これによれば、1 つの出力値に含まれるノイズ等による誤差が、複数の出力値の平均値をとることによりなまされることとなるので、前記誤差による影響を低減できる。

30

【0069】

続くステップ S 3 2（特性線算出手段）では、複数の燃圧センサ 20 a の各々について、ステップ S 3 1 にて取り込んだ出力値と圧力指令値 P trg との関係を示す出力特性直線（図 7 中の符号 L 1, L 2, L 3, L 4 にて示す直線）を算出する。なお、本実施形態に係る燃圧センサ 20 a には、その出力値が検出対象となる圧力に比例して変化する特性センサが採用されている。したがって、ステップ S 3 1 にて取り込む、出力値と圧力指令値 P trg との関係を示すデータの点数を 2 点以上にすれば、ステップ S 3 2 にて出力特性直線を算出することができる。

【0070】

図 7 中の符号 D 1, D 2 は、インジェクタ 20（# 4）に係る上記 2 点のデータを示している。データ D 1 の圧力指令値 P trg はアイドル運転時の圧力指令値であり、目標燃料圧力が取りうる範囲の最小値である。データ D 2 の圧力指令値 P trg は目標燃料圧力が取りうる範囲の最大値である。他のインジェクタ 20（# 1, # 2, # 3）についても同様にして出力特性直線を算出する。なお、3 点以上のデータに基づき出力特性直線を算出する場合には、図 7 の座標における各データ点とのずれが最小となる直線（つまり回帰直線）を前記出力特性線として算出すればよい。

40

【0071】

続くステップ S 3 3（平均値算出手段）では、ステップ S 3 2 にて算出された各々の出力特性直線 L 1, L 2, L 3, L 4 を平均化してなる基準直線 L ave（図 7 参照）を算出する。具体的には、各々の出力特性直線 L 1, L 2, L 3, L 4 に係る傾きの平均値及び切片の

50

平均値を算出し、算出された傾き及び切片により特定される直線を基準直線 L_{ave} として算出する。なお、先述のステップ S 2 3 で用いる平均値 P_{ave} は、複数の燃圧センサ 2 0 a のいずれかの出力値を基準直線 L_{ave} に代入して得られる値である。

【 0 0 7 2 】

続くステップ S 3 4 では、出力特性直線 L_1, L_2, L_3, L_4 の各々について、基準直線 L_{ave} とのずれ量を算出し、各々のずれ量が予め設定された閾値 t_h (図 8 参照) 以上であるか否かを判定する。前記ずれ量の算出に関し、出力特性直線 L_4 のずれ量を例に説明すると、所定の圧力指令値 (図 7 及び図 8 の例では最小指令値 (データ D 1 の値)) について、出力特性直線 L_4 による出力値と基準直線 L_{ave} による出力値との差 V をずれ量として算出する。

10

【 0 0 7 3 】

なお、所定の圧力指令値には、最小指令値に替えて最大指令値 (データ D 2 の値) でもよく、最小指令値及び最大指令値の両方についてずれ量を算出し、両ずれ量について閾値 t_h と比較して判定するようにしてもよい。或いは、全ての指令値についてずれ量を算出し、これらのずれ量のうち最も大きい値を閾値 t_h との比較に用いるずれ量 V としてもよい。図 8 中の t_{h1} (t_{h2}) に示す直線は、基準直線 L_{ave} に対し切片の値を t_h だけ加算 (減算) してなる閾値直線である。

【 0 0 7 4 】

ステップ S 3 4 において、ずれ量 V が閾値 t_h 以上であると判定された場合 (S 3 4 : YES) には、そのずれ量 V に該当する出力特性直線に対応する気筒の燃圧センサ 2 0 a の出力値が異常であると判定する (ステップ S 3 5 : 第 1 異常判定手段)。例えば、図 8 に示す出力特性直線 L_4 の如くずれ量 V が閾値 t_h 以上である場合、出力特性直線 L_4 に対応する気筒 # 4 のインジェクタ 2 0 に設けられた燃圧センサ 2 0 a について、その出力値が異常であると判定する。

20

【 0 0 7 5 】

なお、図 8 に示す出力特性直線 L_4 の如く、出力特性直線 L_4 の全体が 2 本の閾値直線 t_{h1}, t_{h2} から外れていることを条件として、ステップ S 3 5 にて異常であると判定してもよいし、図 8 に示す出力特性直線 L_1 の如く、出力特性直線 L_1 の少なくとも一部が、2 本の閾値直線 t_{h1}, t_{h2} から外れていることを条件として異常であると判定するようにしてもよい。

30

【 0 0 7 6 】

一方、ステップ S 3 4 において、ずれ量 V が閾値 t_h より小さいと判定された場合 (S 3 4 : NO) には、各々の出力特性直線 L_1, L_2, L_3, L_4 を、基準直線 L_{ave} に一致させてずれ量 V をゼロにするよう補正する (ステップ S 3 6 : 出力値補正手段)。例えば、図 7 に示す出力特性直線 L_4 に対応する気筒 # 4 の燃圧センサ 2 0 a の出力値について、圧力指令値が P_S である時の出力値 V_1 を V_2 となるよう補正する。換言すれば、各燃圧センサ 2 0 a の出力値を圧力に変換するにあたり、出力特性直線 $L_1 \sim L_4$ に換えて基準直線 L_{ave} を用いて圧力に変換するということになる。

【 0 0 7 7 】

以上により、ステップ S 3 6 にて補正された出力値に基づき、該当するインジェクタ 2 0 に対するインレット圧の変動 (図 6 (c) に示す圧力推移波形) を取得することができる。図 7 に示す出力特性直線 L_4 の例では、ステップ S 3 6 にて圧力指令値が P_S である時の出力値 V_1 が V_2 となるよう補正され、気筒 # 4 のインジェクタ 2 0 に対する圧力推移波形を、 V_2 となるよう補正された値 (換言すれば、基準直線 L_{ave} から算出された値) に基づき取得する。そして、先述したようにその圧力推移波形から図 6 (b) に示す噴射率の変化を推定し、推定した噴射率変化に基づき噴射制御用マップの更新 (学習) 等を行う。

40

【 0 0 7 8 】

以上詳述した本実施形態によれば、以下の優れた効果が得られる。

【 0 0 7 9 】

50

(1) 複数のインジェクタ20の各々に対して燃圧センサ20aを設けており、各燃圧センサ20aの出力特性直線L1, L2, L3, L4を算出し、算出した複数の出力特性直線L1~L4の平均値として基準直線Laveを算出する。そして、基準直線Laveの真値からのずれ量(正確にはずれ量の期待値)は、出力特性直線L1~L4の真値からのずれ量(正確にはずれ量の期待値)に比べて小さいと言える。そして、このようにずれ量が小さい基準直線Laveに出力特性直線L1~L4が一致するように、各々の燃圧センサ20aについてその出力値を補正する。よって、その出力値は真値に近づくよう補正されることとなる。

【0080】

したがって、燃圧センサ20aの出力値に対するロバスト性を向上させることができ、ひいてはインレット圧の変動(圧力推移波形)を精度良く取得することができるので、噴射率の変化を精度良く推定することができる。よって、推定した噴射率変化に基づく各種制御(例えば、噴射率変化に基づき更新された噴射制御マップを用いた噴射制御)を精度良く実行できる。

【0081】

(2) 2点のデータD1, D2から出力特性直線L1~L4を算出し、算出した出力特性直線L1~L4に基づき、複数の燃圧センサ20aの出力値の平均値として用いられる基準直線Laveを算出する。そのため、少ないデータ点数で基準直線Laveを算出することができるので、ECU30に備えられたEEPROM等の記憶容量軽減、及びマイクロコンピュータが有するCPUの処理負担軽減を図ることができる。

【0082】

(3) 出力特性直線L1~L4の各々について、基準直線Laveとのずれ量Vが閾値th以上であれば、該当する出力特性直線の燃圧センサ20aの出力値が異常であるとの異常判定を行う。このように本実施形態によれば、複数の出力特性直線L1~L4を平均化して算出された基準直線Laveを異常判定の基準値として用いることができるため、各々の燃圧センサ20aについて基準直線Laveと比較することにより異常判定を行うことができる。

【0083】

(4) 図5のステップS31にて燃圧センサ20aの出力値を取り込むにあたり、図6(c)に示す燃圧安定期間T1での出力値を取り込んでいる。そのため、燃圧安定状態時の出力値を用いて出力特性直線L1~L4を算出するので、燃圧が大きく変動している時の出力値を用いて算出した場合に比べて出力特性直線L1~L4の真値からのずれ量を小さくでき、ひいてはこれらの出力特性直線L1~L4から算出される基準直線Laveの真値からのずれ量を小さくできる。よって、出力値の補正をより一層真値に近づくようにできる。

【0084】

(5) 燃圧センサ20aをインジェクタ20に取り付けている。そのため、コモンレール12とインジェクタ20とを接続する高圧配管14に燃圧センサ20aを取り付ける場合に比べて、燃圧センサ20aの取り付け位置が噴射孔20fに近い位置となる。よって、噴射孔20fでの圧力変動が高圧配管14にて減衰してしまった後の圧力変動を検出する場合に比べて、噴射孔20fでの圧力変動をよりの確に検出することができる。

【0085】

(その他の実施形態)

本発明は上記実施形態の記載内容に限定されず、上記各実施形態の特徴的構造をそれぞれ任意に組み合わせるようにしてもよい。また、例えば次のように実施しても良い。

【0086】

・上記実施形態では、出力特性直線L4を算出するにあたり、2点のデータD1, D2を取得して算出しているが、3点以上のデータD1~D6(図8の例では6点)を取得して、圧力条件毎に取得されたデータD1~D6の出力特性直線L4に対する分散値が、予め設定された閾値よりも大きい場合に、該当する燃圧センサ20aの出力値が異常である

10

20

30

40

50

と判定するようにしてもよい（第2異常判定手段）。つまり、燃圧センサ20aが正常であれば出力値は検出対象となる圧力に比例して変化するためデータD1～D6は1つの直線上に位置するはずである。これに対し、上述の如くデータD1～D6が出力特性直線L4に対して大きくばらついていれば、異常であると判定できる。

【0087】

・図5のステップS31において、燃圧安定期間T1での燃圧センサ20aの出力値を取り込む処理に関し、出力値の変動幅が設定幅以内となる燃圧安定状態であるか否かの判定（燃圧安定期間T1であるか否かの判定）を、図6(c)の如く検出した圧力推移波形を用いて判定すればよい。

【0088】

例えば、ECU30を燃圧安定判定手段として機能させ、圧力推移波形中の検出値の変動幅が予め設定された設定幅以内となった場合、具体的には、所定周期（20μsec）で取得した出力値の変動幅が設定幅以内である場合に、燃圧安定状態であると判定すればよい。

【0089】

また、インジェクタ20からの噴射を行わない無噴射時（例えばアクセル操作がされていない時又はエンジン停止時）や、エンジンのアイドル運転時に燃圧安定状態であると判定すればよい。なお、燃圧安定状態となる時期は、無噴射時及びアイドル運転時の他に、減圧弁12bを開弁作動させてから十分に時間が経過した時、燃料ポンプ11により燃料を吐出させてから十分に時間が経過した時、インジェクタ20から燃料を噴射させてから十分に時間が経過した時、等が挙げられる。

【0090】

・次のように強制的に燃圧安定状態にして、その時の燃圧センサ20aの出力値を取り込むようにしてもよい。すなわち、上記実施形態では、エンジン回転速度及び目標噴射量に基づき目標燃料圧力（圧力指令値）を設定している。そのため、当該目標燃料圧力は刻々と変化することとなるため、その変化に伴い燃料ポンプ11等の運転状態が変化し、ひいては燃圧センサ20aの出力値も変動することとなる。

【0091】

これに対し、ECU30を目標燃圧固定手段として機能させ、目標燃料圧力を強制的に一定値に固定し、その固定した時に取得された出力値を用いて出力特性直線L1～L4を算出するようにしてもよい。これによれば、燃圧が変動している時の出力値を用いて算出した場合に比べて出力特性直線L1～L4の真値からのずれ量を小さくでき、ひいてはこれらの出力特性直線L1～L4から算出される基準直線Laveの真値からのずれ量を小さくできる。よって、出力値の補正をより一層真値に近づくようにできる。

【0092】

・先述の第1異常判定手段及び第2異常判定手段の少なくとも一方により異常判定された場合には、該当する燃圧センサ20aの出力特性直線を除き、他の出力特性直線から基準直線Laveを算出するようにしてもよい。

【0093】

・複数の出力特性直線L1～L4から基準直線Laveを算出するにあたり、例えば燃料温度等のパラメータ毎に基準直線Laveを算出し、各燃圧センサ20aの出力値を補正するにあたり、前記パラメータ毎に異なる補正を行うようにしてもよい。

【0094】

・上記実施形態では、インジェクタ20（#1, #2, #3, #4）の各々についての2点のデータD1, D2から出力特性直線L1～L4を算出し、算出された各々の出力特性直線L1～L4を平均化して基準直線Laveを算出している。これに対し、インジェクタ20（#1, #2, #3, #4）の各々についての第1データ（例えば最小値D1）についての平均値を算出し、第2データ（例えば最大値D2）についても同様に平均値を算出し、両データD1, D2の各々について算出された平均値2点に基づき基準直線Laveを算出するようにしてもよい。これによれば、出力特性直線L1～L4を算出する処理を

10

20

30

40

50

不要にできる。

【0095】

・上記実施形態では、出力特性直線L1～L4を算出するにあたり、2点のデータD1、D2から算出しているが、3点以上のデータD1～D6（図8参照）に基づき回帰直線を算出し、当該回帰直線を出力特性直線としてもよい。

【0096】

・また、各々のデータD1～D6を補正し、補正後のデータから出力特性直線L1～L4（平均値）を算出してもよい。

【0097】

・上記実施形態では、図5に示す如く出力値補正処理（ステップS36）及び異常判定処理（ステップS35）の両処理を実行しているが、いずれか一方の処理を廃止して他方の処理のみとするようにしてもよい。

10

【0098】

・図2に例示した電磁駆動式のインジェクタ20に替えて、ピエゾ駆動式のインジェクタを用いるようにしてもよい。また、リーク孔24等からの圧力リークを伴わない燃料噴射弁、例えば駆動動力の伝達に油圧室Cdを介さない直動式のインジェクタ（例えば近年開発されつつある直動式ピエゾインジェクタ）等を用いることもできる。そして、直動式のインジェクタを用いた場合には、噴射率の制御が容易となる。

【0099】

・燃圧センサ20aをインジェクタ20に取り付けるにあたり、上記実施形態では、インジェクタ20の燃料流入口22に燃圧センサ20aを取り付けているが、図2中の一点鎖線200aに示すようにハウジング20eの内部に圧力センサ200aを組み付けて、燃料流入口22から噴射孔20fに至るまでの内部燃料通路25の燃料圧力を検出するように構成してもよい。

20

【0100】

そして、上述の如く燃料流入口22に取り付ける場合には、ハウジング20eの内部に取り付ける場合に比べて燃圧センサ20aの取付構造を簡素にできる。一方、ハウジング20eの内部に取り付ける場合には、燃料流入口22に取り付ける場合に比べて燃圧センサ20aの取り付け位置が噴射孔20fに近い位置となるので、噴射孔20fでの圧力変動をよりの確に検出することができる。

30

【0101】

・高圧配管14に燃圧センサ20aを取り付けるようにしてもよい。この場合、コモンレール12から一定距離だけ離間した位置に燃圧センサ20aを取り付けることが望ましい。

【0102】

・コモンレール12と高圧配管14との間に、コモンレール12から高圧配管14に流れる燃料の流量を制限する流量制限手段を備えてもよい。この流量制限手段は、高圧配管14やインジェクタ20等の損傷による燃料漏れにより過剰な燃料流出が発生した時に、流路を閉塞するよう機能するものであり、例えば過剰流量時に流路を閉塞するよう作動するボール等の弁体により構成することが具体例として挙げられる。なお、オリフィス12aと流量制限手段とを一体に構成したフローダンパを採用してもよい。

40

【0103】

・また、燃圧センサ20aをオリフィス及び流量制限手段の燃料流れ下流側に配置する構成の他に、オリフィス及び流量制限手段の少なくとも一方に対して下流側に配置するよう構成してもよい。

【0104】

・図1に示す実施形態では、1つのシリンダの燃料流通経路に対して1つの燃圧センサ20aを設けているが、本発明の実施にあたり、1つのシリンダの燃料流通経路に対して2つ以上の燃圧センサ20aを設けるようにしてもよい。

【0105】

50

また、図 1 に示す実施形態では全てのシリンダに対して燃圧センサ 20 a を設けるようにしているが、本発明の実施にあたり、特定のシリンダに対しては、燃圧センサ 20 a の設置を廃止して他のシリンダに対して設置された燃圧センサ 20 a の出力値を用いるようにしてもよい。但しこの場合であっても、複数の燃圧センサ 20 a の出力値の平均値を算出すべく、燃圧センサ 20 a を複数のシリンダに設置することを要する。

【0106】

・上記実施形態で説明した燃圧センサ 20 a に加えて、さらにコモンレール 12 内の圧力を測定するレール圧センサを備える構成とすることも有効である。こうした構成であれば、上記燃圧センサ 20 a による圧力測定値に加え、コモンレール 12 内の圧力（レール圧）も取得することができるようになり、より高い精度で燃料圧を検出することができるようになる。

10

【0107】

・制御対象とするエンジンの種類やシステム構成も、用途等に応じて適宜に変更可能である。例えば、上記実施形態ではディーゼルエンジンに本発明を適用した場合について言及したが、例えば火花点火式のガソリンエンジン（特に直噴エンジン）等についても、基本的には同様に本発明を適用することができる。直噴式ガソリンエンジンの燃料噴射システムでは、燃料（ガソリン）を高圧状態で蓄えるデリバリパイプを備えており、このデリバリパイプに対して燃料ポンプから燃料が圧送されるとともに、同デリバリパイプ内の高圧燃料が複数のインジェクタ 20 に分配され、エンジン燃焼室内に噴射供給される。なお、かかるシステムでは、デリバリパイプが蓄圧容器に相当する。また、本発明に係る装置及びシステムは、シリンダ内に燃料を直接的に噴射する燃料噴射弁に限らず、エンジンの吸気通路又は排気通路に燃料を噴射する燃料噴射弁についても適用できる。

20

【図面の簡単な説明】

【0108】

【図 1】本発明に係る燃料噴射システム制御装置の一実施形態について、該システムの概略を示す構成図。

【図 2】同システムに用いられるインジェクタの内部構造を模式的に示す内部側面図。

【図 3】本実施形態に係る燃料噴射制御処理の基本的な手順を示すフローチャート。

【図 4】本実施形態に係る燃圧制御処理の手順を示すフローチャート。

【図 5】本実施形態に係る燃圧センサについての出力値補正処理、及び異常判定処理の手順を示すフローチャート。

30

【図 6】（a）はインジェクタのソレノイドへの駆動電流の変化、（b）はソレノイドの作動に伴い生じる噴射孔からの燃料噴射率の変化、（c）は噴射率の変化に伴い生じる燃圧センサの検出値（出力値）の変化を示すタイミングチャート。

【図 7】燃圧センサの出力値と圧力指令値 P_{trg} との関係を表した出力特性直線等を示すグラフ。

【図 8】図 5 の処理にて異常判定される場合における、出力特性直線等を示すグラフ。

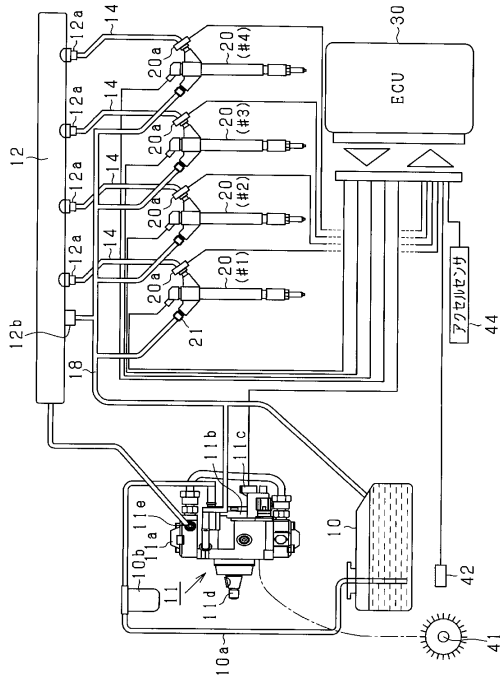
【符号の説明】

【0109】

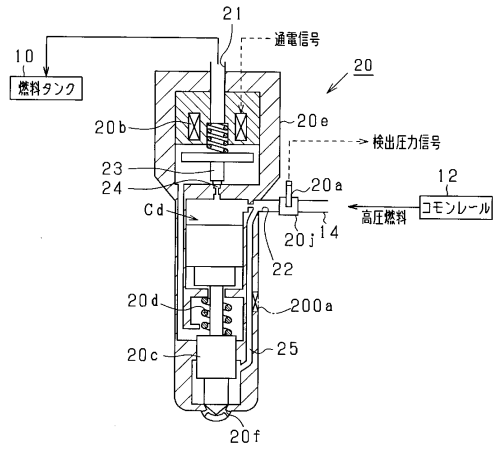
12 ... コモンレール（蓄圧容器）、20 ... インジェクタ（燃料噴射弁）、20 a, 20 a ... 燃圧センサ、20 f ... 噴射孔、30 ... ECU（第 2 異常判定手段、目標燃圧固定手段、燃圧安定判定手段）、S31 ... 出力値取得手段、S32 ... 特性線算出手段、S33 ... 平均値算出手段、S35 ... 第 1 異常判定手段、S36 ... 出力値補正手段。

40

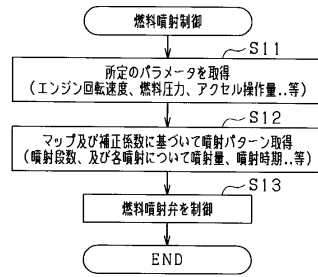
【図1】



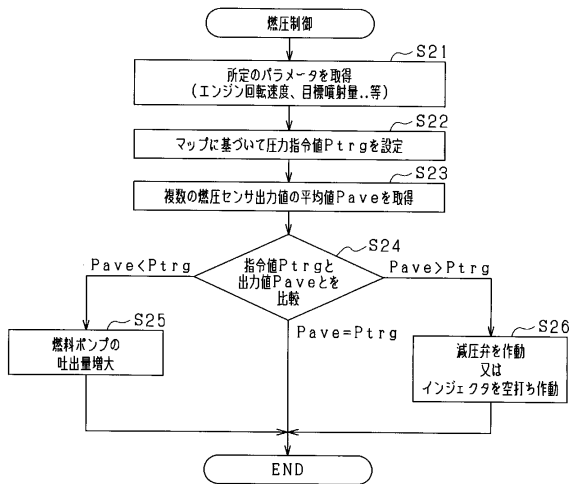
【図2】



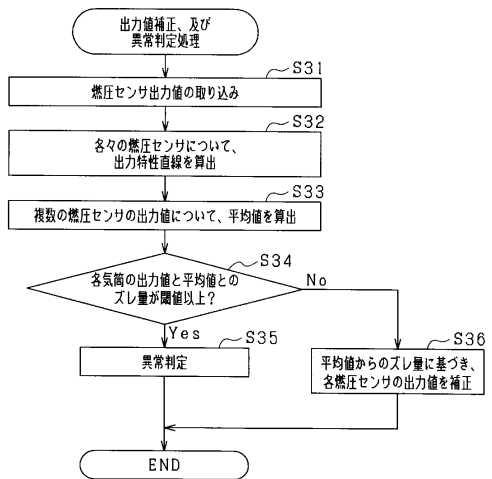
【図3】



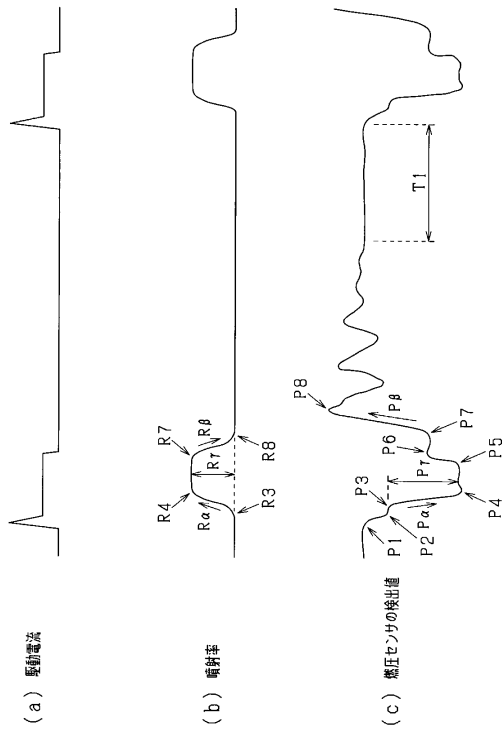
【図4】



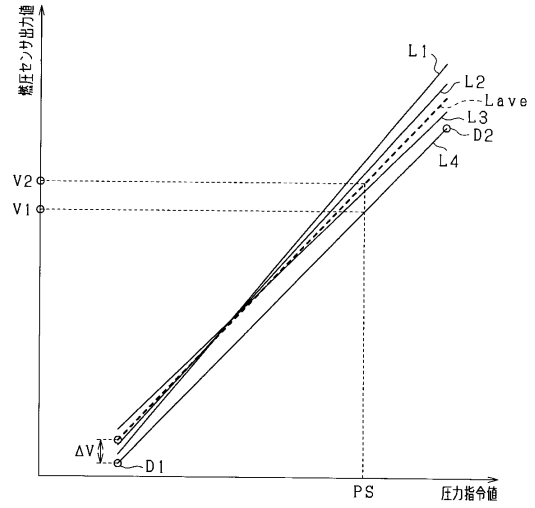
【図5】



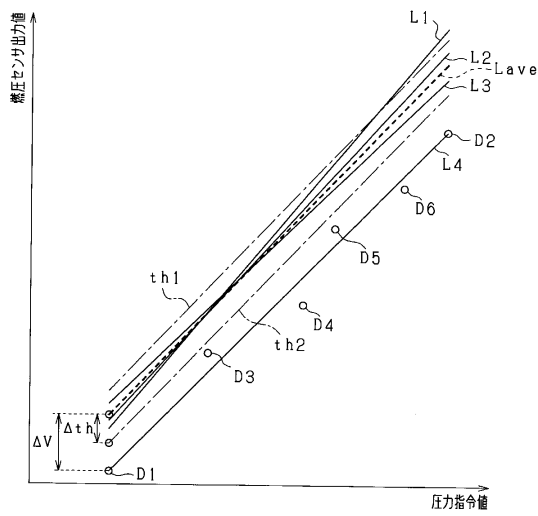
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-265892(JP,A)
特開平08-061133(JP,A)
特開2004-308464(JP,A)
特開平10-318032(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F02D 41/02
F02D 45/00