

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5212502号
(P5212502)

(45) 発行日 平成25年6月19日(2013.6.19)

(24) 登録日 平成25年3月8日(2013.3.8)

(51) Int. Cl. F 1
FO2M 59/36 (2006.01) FO2M 59/36
FO2D 45/00 (2006.01) FO2D 45/00 364K

請求項の数 4 (全 16 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2011-33538 (P2011-33538) (22) 出願日 平成23年2月18日(2011.2.18) (65) 公開番号 特開2012-172551 (P2012-172551A) (43) 公開日 平成24年9月10日(2012.9.10) 審査請求日 平成24年6月4日(2012.6.4)</p>	<p>(73) 特許権者 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 110000578 名古屋国際特許業務法人 (72) 発明者 丸山 昌利 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 稲村 正義</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料噴射装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

燃料を内燃機関に供給する燃料噴射装置であって、
 燃料タンクに蓄えられた燃料を加圧供給するポンプと、
 前記ポンプの吐出口に連通する高圧燃料経路に存在する燃料を前記内燃機関に噴射供給するインジェクタと、

前記高圧燃料経路のうち前記ポンプの吐出口より前記インジェクタ側に設けられ、前記高圧燃料経路内の燃料圧力を検出する圧力検出手段と、

前記圧力検出手段により検出された圧力に基づいて、前記ポンプの吐出圧を演算する吐出圧演算手段とを備え、

前記吐出圧演算手段は、

前記吐出圧の演算開始時より以前に前記圧力検出手段により検出された検出圧力の検出時から前記演算開始時まで経過した時間と、前記ポンプの吐出口から前記圧力検出手段まで圧力が伝わるために要する時間とを加算して圧力変動考慮時間を算出する伝播時間算出手段、

前記圧力変動考慮時間内に前記高圧燃料経路に存在する燃料の変化量を算出する燃料増減量算出手段、

前記燃料増減量算出手段により算出された燃料の変化量を圧力の変化量に換算・算出する換算手段、及び

前記換算手段により算出された圧力変化量及び前記検出圧力に基づいて前記ポンプの吐

出圧を算出する吐出圧算出手段

を有していることを特徴とする燃料噴射装置。

【請求項 2】

前記燃料増減量算出手段は、

前記圧力変動考慮時間内に前記ポンプからの吐出量を算出する吐出量算出手段、

前記圧力変動考慮時間内に前記インジェクタから噴射された燃料の量を算出する噴射量算出手段、及び

前記圧力変動考慮時間内に前記高圧燃料経路から低圧側に排出された燃料の量を算出する排出量算出手段

を有していることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料噴射装置。

10

【請求項 3】

前記ポンプは、プランジャの往復運動により燃料を間欠的に吐出するとともに、1 サイクル当たりの吐出量を調整する流量調整弁を有し、

前記高圧燃料経路の燃料圧力が、前記内燃機関の運転状態に基づいて決定される目標圧力となるように、前記ポンプの吐出圧に基づいて前記流量調整弁を制御する制御手段を備えており、

さらに、前記吐出圧演算手段は、少なくとも前記流量調整弁の作動時間を含む時間を 1 サイクルの所要時間で除した値が予め設定された所定比率以上となる場合に、前記圧力変化量及び前記検出圧力に基づいて前記ポンプの吐出圧を算出することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の燃料噴射装置。

20

【請求項 4】

前記高圧燃料経路の燃料圧力が、前記内燃機関の運転状態に基づいて決定される目標圧力となるように、前記ポンプの吐出圧に基づいて前記ポンプの吐出量を制御する制御手段を備えており、

前記制御手段は、前記演算開始時に前記圧力検出手段により検出された圧力が予め設定された所定圧力以上の場合には、その検出された圧力を前記吐出圧として前記吐出量を制御し、

さらに、前記制御手段は、前記演算開始時に前記圧力検出手段により検出された圧力が予め設定された所定圧力未満の場合には、前記圧力変化量及び前記検出圧力に基づいて算出された圧力を前記吐出圧として前記吐出量を制御することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の燃料噴射装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関用の燃料噴射装置に関するものであり、特に、コモンレール（蓄圧）方式のディーゼルエンジン用の燃料噴射装置に適用して有効である。

【背景技術】

【0002】

燃料噴射装置では、適切な量の燃料を内燃機関に噴射供給する必要があるため、これに呼応して燃料を圧送するポンプの吐出量を緻密に制御する必要がある。

40

すなわち、通常、燃料噴射装置では、現在の内燃機関の運転状態等に基づいて、次回、供給すべき燃料の量（流量）を決定し、その決定した流量となるようにインジェクタを作動させる。

【0003】

そして、インジェクタの噴射量は、インジェクタの作動時（開弁時）の燃料圧力に大きく影響されるため、燃料噴射装置は、その燃料圧力が、内燃機関の運転状態等に基づいて設定された目標圧力となるようにポンプの吐出量を制御する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

50

【特許文献1】特開平3 - 18645号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、ポンプの制御は、一般的に、ポンプの吐出圧力（吐出口における燃料圧力）に基づいて制御されるが、通常、圧力センサは、ポンプの吐出口からインジェクタに至る高圧燃料経路のうちポンプの吐出口よりインジェクタ側に設けられているので、圧力センサにて検出した圧力が現実のポンプの吐出圧力と異なる可能性が高い。

【0006】

すなわち、例えばポンプから燃料が吐出されると、その時点で吐出圧力が上昇変化するものの、圧力センサは、その圧力変化が圧力センサに伝播するまでの間は圧力変化を検出することができない。このため、吐出圧が時々刻々と変化している場合には、圧力センサが検出した圧力と現実のポンプの吐出圧力と一致していない可能性が非常に高い。

10

【0007】

これに対して、圧力センサを吐出口に配置すれば解決するものの、インジェクタからの燃料噴射量を緻密に制御するには、インジェクタでの燃料圧力を正確に検出する必要があるので、仮に、圧力センサを吐出口に配置すると、上記したように圧力伝播を原因として、インジェクタでの燃料圧力を正確に検出することができない。

【0008】

本発明は、上記点に鑑み、ポンプの吐出圧力（吐出口における燃料圧力）をより正確に検出することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、上記目的を達成するために、請求項1に記載の発明では、燃料を内燃機関（8）に供給する燃料噴射装置であって、燃料タンク（9）に蓄えられた燃料を加圧供給するポンプ（3）と、ポンプ（3）の吐出口に連通する高圧燃料経路（4）に存在する燃料を内燃機関（8）に噴射供給するインジェクタ（6）と、高圧燃料経路（4）のうちポンプ（3）の吐出口よりインジェクタ（6）側に設けられ、高圧燃料経路（4）内の燃料圧力を検出する圧力検出手段（10）と、圧力検出手段（10）により検出された圧力に基づいて、ポンプ（3）の吐出圧を演算する吐出圧演算手段（7）とを備え、吐出圧演算手段（7）は、吐出圧の演算開始時より以前に圧力検出手段（10）により検出された検出圧力（ P_{sens} ）の検出時から演算開始時まで経過した時間（ T_1 ）と、ポンプ（3）の吐出口から圧力検出手段（10）まで圧力が伝わるために要する圧力伝播時間（ T_2 ）とを加算して圧力変動考慮時間（ T_p ）を算出する伝播時間算出手段（7）、圧力変動考慮時間（ T_p ）内に高圧燃料経路（4）に存在する燃料の変化量（ Q ）を算出する燃料増減量算出手段（7）、燃料増減量算出手段（7）により算出された燃料の変化量（ Q ）を圧力の変化量に換算・算出する換算手段（7）、及び換算手段（7）により算出された圧力変化量（ P ）及び検出圧力（ P_{sens} ）に基づいてポンプ（3）の吐出圧を算出する吐出圧算出手段（7）を有していることを特徴とする。

30

【0010】

これにより、請求項1に記載の発明では、圧力検出手段（10）が検出した圧力を補正してポンプ（3）の吐出圧を演算するので、上記したような圧力伝播を原因とする検出誤差がある場合であっても、従来より正確にポンプの吐出圧力（吐出口における燃料圧力）を検出することができる。

40

【0011】

なお、燃料増減量算出手段（7）は、請求項2に記載の発明のごとく、圧力変動考慮時間（ T_p ）内にポンプ（3）からの吐出量を算出する吐出量算出手段（7）、圧力変動考慮時間（ T_p ）内にインジェクタ（6）から噴射された燃料の量を算出する噴射量算出手段（7）、及び圧力変動考慮時間（ T_p ）内に高圧燃料経路（4）から低圧側に排出された燃料の量を算出する排出量算出手段（7）を有して構成することが望ましい。

50

【 0 0 1 2 】

請求項 3 に記載の発明では、ポンプ (3) は、プランジャ (3 A) の往復運動により燃料を間欠的に吐出するとともに、1 サイクル当たりの吐出量を調整する流量調整弁 (3 C) を有し、高圧燃料経路 (4) の燃料圧力が、内燃機関 (8) の運転状態に基づいて決定される目標圧力となるように、ポンプ (3) の吐出圧に基づいて流量調整弁 (3 C) を制御する制御手段 (7) を備えており、吐出圧演算手段 (7) は、少なくとも流量調整弁 (3 C) の作動時間を含む時間を 1 サイクルの所要時間で除した値 (以下、作動時間率いう。) が予め設定された所定比率以上となる場合に、圧力変化量 (P) 及び検出圧力 (P s e n s) に基づいてポンプ (3) の吐出圧を算出することを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

ところで、ポンプ (3) の吐出口から圧力検出手段 (1 0) まで圧力が伝わるために要する時間 (以下、伝播時間という。) が経過した時に圧力検出手段 (1 0) が検出した圧力を吐出圧とすれば、正確な吐出圧を直接的に検出することができ得る。

【 0 0 1 4 】

しかし、作動時間率が大きい場合に、伝播時間が経過した後に流量調整弁 (3 C) の制御を開始すると、流量調整弁 (3 C) が現実的に作動するときに、既にプランジャ (3 A) は次のサイクルに移行してしまっている可能性があり、このような場合には、ポンプ (3) の吐出量を緻密に制御することができない。

【 0 0 1 5 】

これに対して、請求項 3 に記載の発明では、作動時間率が予め設定された所定比率以上となる場合に、圧力変化量 (P) 及び検出圧力 (P s e n s) に基づいてポンプ (3) の吐出圧を算出するので、伝播時間が経過する前に流量調整弁 (3 C) の制御を開始することができ得る。したがって、ポンプ (3) の吐出量を緻密に制御することが可能となる。

【 0 0 1 6 】

ところで、通常、ポンプ (3) やインジェクタ (6) 等が正常に作動していれば、圧力検出手段 (1 0) により検出された圧力が過度に大きくなることはないが、これらの機器に異常が生じた場合には、圧力検出手段 (1 0) により検出された圧力が大きくなって予め設定された所定圧力以上となる可能性がある。

【 0 0 1 7 】

これに対して、請求項 4 に記載の発明では、制御手段 (7) は、演算開始時に圧力検出手段 (1 0) により検出された圧力が予め設定された所定圧力以上の場合には、その検出された圧力を吐出圧として吐出量を制御し、さらに、制御手段 (7) は、演算開始時に圧力検出手段 (1 0) により検出された圧力が予め設定された所定圧力未満の場合には、圧力変化量 (P) 及び検出圧力 (P s e n s) に基づいて算出された圧力を吐出圧として吐出量を制御することを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

これにより、請求項 4 に記載の発明では、圧力検出手段 (1 0) により検出された圧力が過度に大きくなった場合には、速やかにこれに応じた制御が実行されるので、燃料噴射装置の信頼性を高めることができる。

【 0 0 1 9 】

因みに、上記各手段等の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段等との対応関係を示す一例であり、本発明は上記各手段等の括弧内の符号に示された具体的手段等に限定されるものではない。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 0 】

【 図 1 】 (a) 本発明の実施形態に係る燃料噴射装置のシステム図であり、(b) は E C U 7 の入出力図である。

【 図 2 】 本発明の実施形態に係る高圧ポンプ 3 のプレストローク調量の説明図である。

【 図 3 】 演算開始タイミング等を示すチャートである。

10

20

30

40

50

【図4】本発明の実施形態に係る制御の特徴を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0021】

本実施形態は、本発明に係る燃料噴射装置を、車両用ディーゼルエンジンの燃料噴射装置に適用したものであり、以下、本発明の実施形態を図面と共に説明する。

1. 燃料噴射装置の構成（図1参照）

本実施形態に係る燃料噴射装置1は、いわゆる蓄圧式（コモンレール式）の燃料噴射装置である。この燃料噴射装置1は、図1（a）に示すように、フィードポンプ2、高圧ポンプ3、コモンレール4、減圧弁5、インジェクタ6及び電子制御装置7（図1（b）参照）等から構成されるとともに、ディーゼル式内燃機関（以下、エンジンと記す。）8の各気筒に燃料を適切なタイミングで噴射・供給する装置である。

10

【0022】

フィードポンプ2は、燃料タンク9から燃料を吸入して高圧ポンプ3に供給するものであり、この高圧ポンプ3は、エンジン8から駆動力を得てエンジン8と同期するように往復駆動されるプランジャ3A（図2参照）により燃料を吸入・加圧して間欠的に吐出するものである。

【0023】

因みに、プランジャ3Aは、エンジン8のクランクシャフトと同期して回転する三角状のカムにより往復駆動されるので、カムが1回転（360度回転）すると、プランジャ3Aは1往復する。つまり、上死点位置を基準として、カムの角度が0又は180の偶数倍であるときには、プランジャ3Aは上死点に位置し、カムの角度が180の奇数倍であるときには、プランジャ3Aは下死点に位置する。

20

【0024】

また、高圧ポンプ3の吸入側には、図2に示すように、加圧室3Bに吸入される燃料の量を調節する吸入弁3Cが設けられており、この吸入弁3Cの開閉タイミングは、電子制御装置7（以下、ECU7と記す。）により制御されている。一方、高圧ポンプ3の吐出（高圧）側には、加圧室3Bから燃料が流出することのみを許容し、燃料が加圧室3Bに流入することを規制する逆止弁3Dが設けられている。

【0025】

そして、吸入弁3Cを開いた状態でプランジャ3Aが上死点（トップ）から下死点（ボトム）に向かって移動する際には加圧室3Bの体積が膨張するので、これに伴ってフィードポンプ2から供給されてきた燃料が加圧室3Bに吸引される（吸入期間）。

30

【0026】

その後、プランジャ3Aが下死点から上死点に向かって移動する際に、吸入弁3Cが開いていると、加圧室3Bに吸引された燃料は吸入弁3Cを經由して燃料タンク9側に逆流する（プレストローク期間）。

【0027】

そして、吸入弁3Cが閉じると、加圧室3B内に残存する燃料の加圧が開始され、加圧室3B内の圧力がコモンレール4内の圧力を超えると、加圧室3B内の燃料が逆止弁3Dを經由してコモンレール4に供給される（燃料吐出期間）。したがって、吸入弁3Cの開閉タイミングを制御することにより、高圧ポンプ3からコモンレール4に供給される燃料の量を制御することができる。

40

【0028】

因みに、本実施形態に係る吸入弁3Cは、アクチュエータとしてソレノイドコイルを用いた電磁方式の弁であるが、圧電素子等をアクチュエータとした弁にて吸入弁3Cを構成してもよい。

【0029】

コモンレール4は、図1（a）に示すように、高圧ポンプ3の吐出口に連通する高圧燃料経路を構成するとともに、高圧ポンプ3から圧送されてきた燃料を蓄圧して燃料圧力をエンジン運転状態に応じた所定圧力に保持するための蓄圧容器である。減圧弁5は、開弁

50

することによりコモンレール 4 内の燃料を、燃料タンク 9 に連通する低圧側通路 9 A に排出してコモンレール 4 内の燃料圧力を低下させる減圧手段である。

【 0 0 3 0 】

また、複数個のインジェクタ 6 は、互いにコモンレール 4 に並列的に接続され、コモンレール 4 に蓄圧されている燃料を各気筒内に噴射する燃料噴射弁であり、これらのインジェクタ 6 は、ノズルニードルに閉弁方向に燃料圧力を加える制御室の圧力を制御することにより燃料噴射量を制御する公知の電磁駆動式又はピエゾ駆動方式の弁である。

【 0 0 3 1 】

圧力センサ 1 0 はコモンレール 4 のうち高圧ポンプ 3 の吐出口よりインジェクタ 6 側に設けられてコモンレール 4 内の燃料圧力を検出する圧力検出手段であり、レール内燃料温度センサ 1 1 はコモンレール 4 内の燃料温度を検出する第 1 温度検出手段であり、ポンプ内燃料温度センサ 1 2 は高圧ポンプ 3 (加圧室 3 B) 内の燃料温度を検出する第 2 温度検出手段である。

【 0 0 3 2 】

エンジン回転数センサ 1 3 はエンジン 8 のクランクシャフトの回転数を検出する回転数検出手段であり、これらセンサ 1 0 ~ 1 3 及びアクセルペダルの開度 (踏み込み量) を検出するアクセルセンサの検出信号は、図 1 (b) に示すように、 E C U 7 に入力されている。

【 0 0 3 3 】

因みに、各センサ 1 0 ~ 1 3 自体は、検出信号を連続して E C U 7 に向けて出力するが、 E C U 7 は、予め設定されたプログラムに従って所定のタイミングで検出信号を読み込む。

【 0 0 3 4 】

また、 E C U 7 は、 C P U、 R O M、 R A M 及びフラッシュメモリ等の書換可能な不揮発性メモリ等からなる周知のマイクロコンピュータにて構成された制御手段であり、吸入弁 3 C 減圧弁 5 及びインジェクタ 6 は E C U 7 により制御されている。そして、後述する吐出圧推定制御等を実行するためのプログラムは、 R O M 等の不揮発性メモリ (以下、 R O M と記す。) に記憶されている。

【 0 0 3 5 】

2 . 燃料噴射装置 (E C U) の制御作動

2 . 1 . 圧力制御作動の概略

E C U 7 は、エンジン回転数やアクセルペダルの開度等に基づいて取得したエンジン 8 の運転状態を示すパラメータ、及び予め R O M に記憶されている制御マップ等に基づいて、インジェクタ 6 の開閉タイミングを制御するとともに、目標とするコモンレール 4 内の圧力 (以下、目標圧力 T_p という。) を決定し、コモンレール 4 内の圧力が目標圧力 T_p となるように吸入弁 3 C 及び減圧弁 5 の開閉タイミングを制御する。

【 0 0 3 6 】

すなわち、 E C U 7 は、コモンレール 4 内の燃料圧力を目標圧力 T_p にするために必要な燃料の流量 (以下、この流量を必要燃料流量 Q_n という。) を決定するとともに、高圧ポンプ 3 からコモンレール 4 に現実に供給された燃料の流量 (以下、この流量を実流量 Q_r という。) を検出する。

【 0 0 3 7 】

その後、 E C U 7 は、必要燃料流量 Q_n と実流量 Q_r との差分に基づいて、コモンレール 4 内の燃料圧力を目標圧力 T_p とするため流量、つまり実流量 Q_r を必要燃料流量 Q_n とするための流量 (以下、この流量を F / B 流量 Q_f という。) を決定した後、必要燃料流量 Q_n に F / B 流量 Q_f を加えた流量の燃料が高圧ポンプ 3 から吐出されるように高圧ポンプ 3 を制御する。

【 0 0 3 8 】

このとき、 E C U 7 は、必要燃料流量 Q_n が 0 以上の値となったときには、必要燃料流量 Q_n に F / B 流量 Q_f を加えた流量の燃料が高圧ポンプ 3 から吐出されるように高圧ポ

10

20

30

40

50

ンプ 3 (吸入弁 3 C) を制御し、一方、必要燃料流量 Q_n が負の値となったときには、吸入弁 3 C を開いたままとして高圧ポンプ 3 からの吐出量を実質的に 0 とした状態で、減圧弁 5 を開く。

【 0 0 3 9 】

なお、本実施形態では、高圧ポンプ 3 (吸入弁 3 C) 及び減圧弁 5 は共に P I D 制御されており、高圧ポンプ 3 (吸入弁 3 C) を制御する際に用いる F / B 流量 Q_f を決定するためのゲイン、及び減圧弁 5 を制御する際に用いる F / B 流量 Q_f を決定するためのゲインそれぞれは、独立して設定されている。

【 0 0 4 0 】

ところで、高圧ポンプ 3 のプランジャ 3 A は、上述したように、エンジン 8 と同期して往復運動するので、プランジャ 3 A は、エンジン 8 内で往復運動するピストン (図示せず。) と同期して往復運動する。このため、本実施形態では、プランジャ 3 A が上死点 (トップ) に到達したタイミング毎に、必要燃料流量 Q_n や実流量 Q_r 等を決定する演算処理を開始して高圧ポンプ 3 及び減圧弁 5 の作動を制御している。

【 0 0 4 1 】

したがって、E C U 7 は、高圧ポンプ 3 がプレストローク期間に移行する前、つまり吸入期間内に必要燃料流量 Q_n や実流量 Q_r 等を決定する演算処理を完了させて高圧ポンプ 3 (吸入弁 3 C) 及び減圧弁 5 を制御するための駆動信号を発する。つまり、本実施形態では、上記演算処理、並びに高圧ポンプ 3 (吸入弁 3 C) 及び減圧弁 5 への制御指令は、プランジャ 3 A が 1 往復する周期 (サイクル) 毎にされる。

【 0 0 4 2 】

因みに、必要燃料流量 Q_n 及び実流量 Q_r は、質量流量ではなく体積流量であり、かつ、燃料の温度及び圧力のうちいずれが変化しても流量が変化するので、以下、必要燃料流量 Q_n 及び実流量 Q_r 等の流量とは、基準状態に変換した流量をいう。ここで、基準状態とは、例えば、燃料温度を 4 0 とし、燃料圧力を 1 気圧とした状態をいう。

【 0 0 4 3 】

2 . 2 . 必要燃料流量 Q_n の算出

E C U 7 は、今回の噴射供給時にインジェクタ 6 から噴射供給されるべき燃料の量、その今回の噴射供給時にインジェクタ 6 で発生する燃料の漏れ量、及び目標圧力 T_p とコモンレール 4 内の燃料圧力 (圧力センサ 1 0 により検出された圧力) との差圧 P に基づいて必要燃料流量 Q_n を決定 (演算) する。

【 0 0 4 4 】

ここで、今回の噴射供給時とは、図 3 に示すように、現実に演算処理が開始された演算開始タイミング (プランジャ 3 A が上死点に到達したタイミング) から次の演算開始タイミングまでの期間をいう。インジェクタ 6 から噴射供給されるべき燃料の量は、アクセル開度やエンジン回転数等のエンジン 8 の運転状態を示すパラメータに基づいて決定される。

【 0 0 4 5 】

なお、今回の噴射供給時に、E C U 7 からインジェクタ 6 に対して発せられた開指令信号に基づく指令噴射量は、原則として、今回の噴射供給時にインジェクタ 6 で噴射供給されるべき燃料の量と一致するが、指令噴射量が予め設定された最小噴射量未満となるときには、当該最小噴射量を今回の噴射供給時にインジェクタ 6 で噴射供給されるべき燃料の量となる。

【 0 0 4 6 】

また、今回の噴射供給時にインジェクタ 6 で発生する燃料の漏れ量は、燃料噴射時間 (インジェクタ開弁時間)、燃料の温度及び圧力等をパラメータとして R O M に記憶されているマップ等に基づいて決定される。

【 0 0 4 7 】

また、目標圧力 T_p とは、現実に演算処理が開始された演算開始タイミングで決定された目標圧力 T_p をいい、差圧 P とは、現実に演算処理が開始された演算開始タイミング

10

20

30

40

50

で検出された圧力と目標圧力 T_p との差圧をいう。

【0048】

なお、本実施形態では、算出された必要燃料流量 Q_n が高圧ポンプ3の能力（最大吐出量）を超えるときは、高圧ポンプ3の能力が必要燃料流量 Q_n として決定され、算出された必要燃料流量 Q_n が高圧ポンプ3の最小吐出量より小さいときは、高圧ポンプ3の最小吐出量が必要燃料流量 Q_n として決定される。

【0049】

因みに、高圧ポンプ3の最大吐出量及び最小吐出量は、高圧ポンプ3（加圧室3B）の寸法、高圧ポンプ3（加圧室3B）で発生する漏れ量、及びデッドボリウム（加圧室3B内に残存してしまう燃料の体積）等により決定される値であり、特に、漏れ量及びデッドボリウムは、燃料の温度や圧力によって変化する値である。

10

【0050】

2.3. 実流量 Q_r の算出

コモンレール4に燃料が供給されるとコモンレール4内の燃料圧力は上昇し、逆に、コモンレール4から燃料が排出されると、コモンレール4内の圧力が低下することから、ECU7は、予め設定された期間に発生した高圧ポンプ3の吐出圧力変化量、及び当該期間にインジェクタ6から噴射供給された燃料の量に基づいて実流量 Q_r を決定する。

【0051】

ここで、予め設定された期間とは、現実に演算処理が開始された演算開始タイミングから1つ前の演算開始タイミングまでの期間（以下、前回期間という。）をいう。

20

なお、ECU7は、原則として、前回期間にインジェクタ6に対して発せられた開指令信号に基づく指令噴射量に、前回期間にインジェクタ6で発生した燃料の漏れ量を加えた値をインジェクタ6から噴射供給された燃料の量として決定する。

【0052】

しかし、ECU7は、指令噴射量が予め設定された最小噴射量未満となるときには、当該最小噴射量に、前回期間にインジェクタ6で発生した燃料の漏れ量を加えた値を、前回期間にインジェクタ6から噴射供給された燃料の量として決定する。因みに、インジェクタ6で発生する燃料漏れ量は、燃料噴射時間（インジェクタ開弁時間）、燃料の温度及び圧力等に応じて変化する値である。

【0053】

ところで、圧力センサ10は、コモンレール4のうち高圧ポンプ3の吐出口よりインジェクタ6側に設けられているので、「発明が解決しようとする課題」の欄で述べたように、圧力伝播を原因として、圧力センサ10が検出した圧力と現実の高圧ポンプ3の吐出圧力と一致していない可能性が非常に高い。

30

【0054】

このため、圧力センサ10で検出した圧力変化量をそのまま利用して実流量 Q_r を演算すると、正確な実流量 Q_r を把握することができない可能性があるため、本実施形態では、実流量 Q_r 等の演算処理開始時に、圧力伝播時間を考慮して高圧ポンプ3の吐出圧力（吐出口における燃料圧力）を推定する吐出圧推定制御も実行し、吐出圧推定制御にて演算された吐出圧を用いて実流量 Q_r を演算する。

40

【0055】

3. 吐出圧推定制御

3.1. 吐出圧推定制御の概要

吐出圧推定制御は、実流量 Q_r の演算処理開始時にECU7により実行される演算処理であり、この吐出圧推定制御を実行するためのプログラムはROMに記憶されている。

【0056】

まず、吐出圧推定制御の演算開始時より以前のタイミング（本実施形態では、予め設定された期間（前回期間）のうちカムが30度となるタイミング）で圧力センサ10により検出された圧力（以下、検出圧力 P_{sens} という。）がRAMに記憶される。

【0057】

50

そして、その検出圧力 P_{sens} の検出時から演算開始時まで経過した時間 T_1 (図3参照)と、高圧ポンプ3の吐出口から圧力センサ10まで圧力が伝わるために要する時間 T_2 とが加算されて圧力変動考慮時間 T_p が算出される。

【0058】

次に、圧力変動考慮時間 T_p 内にコモンレール4内に存在する燃料の変化量 Q が算出され、その算出された燃料の変化量 Q を圧力変化量 P に換算・算出された後、圧力変化量 P と検出圧力 P_{sens} とが加算されて高圧ポンプ3の推定吐出圧 P_{top} (以下、吐出圧 P_{top} と記す。)が算出される。

【0059】

つまり、検出圧力 P_{sens} は、図3に示すように、実流量 Q_r の演算処理(出圧推定制御の演算処理も含む。)の演算開始タイミングに対して時間 T_1 前に検出された圧力であるが、高圧ポンプ3の吐出口から圧力センサ10まで圧力が伝わるために要する時間 T_2 であるため、検出圧力 P_{sens} は、演算開始タイミングに対して、時間 $T_1 +$ 時間 T_2 (= 圧力変動考慮時間 T_p) 前の吐出圧(以下、この吐出圧を伝播時間前吐出圧 P_t という。)である。

【0060】

そして、圧力変動考慮時間 T_p の間に高圧ポンプ3から燃料がコモンレール4内に吐出供給され、かつ、インジェクタ6及び減圧弁5からコモンレール4外に排出されて、コモンレール4内に存在する燃料の変化量 Q だけ変化することにより、吐出圧は、伝播時間前吐出圧 P_t から燃料の変化量 Q に相当する圧力変化量 P だけ変化する。

【0061】

したがって、圧力変動考慮時間 T_p 内にコモンレール4内に存在する燃料の変化量 Q を圧力変化量に換算した圧力変化量 P に検出圧力 P_{sens} (= 吐出圧を伝播時間前吐出圧 P_t) を加算すれば、実流量 Q_r の演算処理(出圧推定制御の演算処理も含む。)の演算開始タイミングにおける吐出圧 P_{top} を得ることができる。

【0062】

因みに、燃料の変化量 Q は正の場合には圧力変化量 P は正となり、燃料の変化量 Q は負の場合には圧力変化量 P は負となり、燃料の変化量 Q は0の場合には圧力変化量 P は0となる。

【0063】

3.2. 吐出圧推定制御の詳細(図4参照)

図4に示す吐出圧推定制御は、イグニッションスイッチ等の車両の始動スイッチ(図示せず。)が投入されると起動され、始動スイッチが遮断されると停止される。

【0064】

そして、吐出圧推定制御が起動されると、先ず、エンジン回転数センサ13からの検出信号に基づいて、プランジャ3Aの位置が上死点後の所定の位置(本実施形態では、上死点後、30度の位置)にあるか否かが判定され(S_1)、当該位置にプランジャ3Aが位置しないと判定された場合には($S_1: NO$)、再び、 S_1 が実行される。

【0065】

一方、当該位置にプランジャ3Aが位置すると判定された場合には($S_1: YES$)、圧力センサ10の検出圧力が読み込まれてRAMに記憶された後(S_5)、プランジャ3Aの位置が上死点であるか否かが判定され(S_{10})、プランジャ3Aの位置が上死点でない判定された場合には($S_{10}: NO$)、再び、 S_{10} が実行される。

【0066】

また、プランジャ3Aの位置が上死点であると判定された場合には($S_{10}: YES$)、エンジン回転数が予め設定された所定回転数以上であるか否かが判定され(S_{15})、エンジン回転数が予め設定された所定回転数以上であると判定された場合には($S_{15}: YES$)、燃料の変化量 Q が算出される(S_{20})。

【0067】

具体的には、圧力変動考慮時間 T_p 内に高圧ポンプ3から吐出される理論上の燃料の量

10

20

30

40

50

Q_p 、圧力変動考慮時間 T_p 内にインジェクタ 6 から噴射された燃料の量 Q_{inj} 、及び圧力変動考慮時間 T_p 内に減圧弁 5 から排出された燃料の量 Q_{prv} が算出された後、これら算出結果に基づいて燃料の変化量 $Q (= Q_p - Q_{inj} - Q_{prv})$ が算出される。

【0068】

因みに、圧力変動考慮時間 T_p 内に高圧ポンプ 3 から吐出される理論上の燃料の量 Q_p は、吸入弁 3 C を閉じたタイミング及びプランジャ 3 A が上死点に位置したときの加圧室 3 B の容積（以下、高圧部容積という。）に基づいて算出される。圧力変動考慮時間 T_p 内にインジェクタ 6 から噴射された燃料の量 Q_{inj} は、インジェクタ 6 から燃料が噴射されていた時間及びそのときのコモンレール 4 内の圧力に基づいて算出される。圧力変動考慮時間 T_p 内に減圧弁 5 から排出された燃料の量 Q_{prv} は、減圧弁 5 から燃料が排出されていた時間及びそのときのコモンレール 4 内の圧力に基づいて算出される。

10

【0069】

そして、燃料の変化量 Q が算出されると（S20）、燃料の変化量 Q に燃料の体積弾性係数 K を乗じた値を高圧部容積 V で除することにより、燃料の変化量 Q が圧力変化量 $P (= Q \cdot K / V)$ に換算され（S25）、この圧力変化量 P と検出圧力 P_{sens} との和が吐出圧 $P_{top} (= P + P_{sens})$ とされる（S30）。

【0070】

一方、S15にて、エンジン回転数が予め設定された所定回転未満であると判定された場合には（S15：NO）、圧力センサ 10 の検出圧力が読み込まれて、その読み込まれた圧力が吐出圧 P_{top} とされる（S35）。

20

【0071】

そして、S30又はS35にて吐出圧 P_{top} が設定されると、圧力センサ 10 の検出圧力が読み込まれて（S40）、その読み込まれた圧力 P_s が予め設定されている所定圧力以上であるか否かが判定され（S45）、圧力 P_s が予め設定されている所定圧力以上であると判定された場合には（S45：YES）、S40にて読み込まれた圧力 P_s が吐出圧 P_{top} として再設定される（S50）。

【0072】

一方、圧力 P_s が予め設定されている所定圧力未満であると判定された場合には（S45：NO）、吐出圧 P_{top} は再設定されず、S30又はS35にて設定された圧力が吐出圧 P_{top} として維持され、この吐出圧 P_{top} にて実流量 Q_r 等が演算されて、高圧ポンプ 3（吸入弁 3 C）又は減圧弁 5 が制御された後（S55）、再び、S1が実行される。

30

【0073】

また、S50にて圧力 P_s が吐出圧 P_{top} として再設定された場合には、この再設定された吐出圧 P_{top} にて実流量 Q_r 等が演算されて、高圧ポンプ 3（吸入弁 3 C）又は減圧弁 5 が制御された後（S55）、再び、S1が実行される。

【0074】

3. 本実施形態に係る燃料噴射装置の特徴

本実施形態では、圧力センサ 10 が検出した検出圧力 P_{sens} を、圧力変動考慮時間 T_p 内の燃料の変化量 Q に対応する圧力変化量 P を用いて補正することにより、吐出圧 P_{top} を決定するので、圧力伝播を原因とする検出誤差がある場合であっても、従来より正確に高圧ポンプ 3 の吐出圧力（吐出口における燃料圧力）を検出することができる。

40

【0075】

ところで、高圧ポンプ 3 の吐出口から圧力センサ 10 まで圧力が伝わるために要する時間（以下、伝播時間 T_2 という。）が経過した時に圧力センサ 10 が検出した圧力を吐出圧とすれば、正確な吐出圧を直接的に検出することができる。

【0076】

しかし、吸入弁 3 C の作動時間と吸入弁 3 C の作動タイミングを演算するための演算処

50

理時間との和 t_1 を、1 サイクル所要時間 (= プランジャ 3 A の 1 往復に要する時間 t_2) で除した値 (= t_1 / t_2 以下、この値を作動時間率 という。) が大きい場合に、伝播時間 T_2 が経過した後に吸入弁 3 C の制御を開始すると、吸入弁 3 C が現実に作動するときに、既にプランジャ 3 A は次のサイクルに移行してしまっている可能性があり、このような場合には、高圧ポンプ 3 の吐出量を緻密に制御することができない。

【 0 0 7 7 】

逆に、作動時間率が小さい場合には、1 サイクル所要時間に対する吸入弁 3 C の作動時間等の占める割合が小さくなり、1 サイクル内で吸入弁 3 C を確実に作動させることが可能となるので、高圧ポンプ 3 の吐出量を緻密に制御することができる。

【 0 0 7 8 】

したがって、作動時間率が予め設定された所定比率以上となる場合に、吐出圧推定制御を用いて吐出圧 P_{top} を算出すれば、伝播時間 T_2 が経過する前に吸入弁 3 C の制御を開始することができ、高圧ポンプ 3 の吐出量を緻密に制御することが可能となる。

【 0 0 7 9 】

ところで、圧力センサ 1 0 を高圧ポンプ 3 の吐出口及びインジェクタ側の 2 箇所に設けても、高圧ポンプ 3 の吐出圧及びインジェクタ 6 での燃料圧力を正確に検出することができるものの、この解決手段では、部品点数の増加に伴って燃料噴射装置 1 の製造原価上昇を招いてしまう。

【 0 0 8 0 】

これに対して、本実施形態では、上述したように、複数箇所に圧力センサ 1 0 を設けることなく、正確な吐出圧を直接的に検出することができ得るので、燃料噴射装置 1 の製造原価上昇を招くことなく、高圧ポンプ 3 の吐出量を緻密に制御することが可能となる。

【 0 0 8 1 】

また、本実施形態では、吸入弁 3 C の作動時間と吸入弁 3 C の作動タイミングを演算するための演算処理時間との和 t_1 を一定時間とみなすことができる。そして、1 サイクル所要時間は、エンジン回転数が大きくなるほど短くなる。

【 0 0 8 2 】

そこで、本実施形態では、エンジン回転数が、予め設定された所定の作動時間率に対応する回転数以上となったときに、吐出圧推定制御を用いて吐出圧 P_{top} を算出し、所定回転数未満であるときには、検出圧力 P_{sens} を吐出圧 P_{top} としている。

【 0 0 8 3 】

ところで、通常、高圧ポンプ 3 やインジェクタ 6 等が正常に作動していれば、圧力センサ 1 0 により検出された圧力が過度に大きくなることはないが、これらの機器 3、6 に異常が生じた場合には、圧力センサ 1 0 により検出された圧力が大きくなって予め設定された所定圧力以上となる可能性がある。

【 0 0 8 4 】

これに対して、本実施形態では、吐出圧推定制御による吐出圧 P_{top} の演算時に圧力センサ 1 0 により検出された圧力が予め設定された所定圧力未満の場合には、吐出圧推定制御により算出された圧力を吐出圧 P_{top} として高圧ポンプ 3 及び減圧弁 5 を制御し、吐出圧推定制御による吐出圧 P_{top} の演算時に圧力センサ 1 0 により検出された圧力が予め設定された所定圧力以上である場合には、その検出圧力 P_{sens} を吐出圧 P_{top} として高圧ポンプ 3 及び減圧弁 5 を制御している。

【 0 0 8 5 】

したがって、本実施形態では、圧力センサ 1 0 により検出された圧力が過度に大きくなった場合には、速やかにこれに応じた制御が実行されるので、燃料噴射装置の信頼性を高めることができる。

【 0 0 8 6 】

なお、本実施形態では、S 4 0 にて検出された圧力 P_s と予め設定されている所定圧力とを比較しているが、S 1 ~ S 4 5 までの制御ステップを実行する必要な時間は非常に短いので、S 4 0 にて検出された圧力 P_s は、吐出圧推定制御の開始時に検出された圧力と

10

20

30

40

50

みなしてもよい。

【0087】

ところで、インジェクタ6から燃料が噴射されているとき、又は減圧弁5から燃料が排出されているときに、圧力センサ10にて圧力を検出すると、検出圧力 P_{sens} がその影響を受けるので、正確な吐出圧を検出することができなくなるおそれがある。

【0088】

しかし、本実施形態では、圧力変動考慮時間 T_p 内にコモンレール4内に存在する燃料の変化量 Q 、つまり、高圧ポンプ3から吐出される理論上の燃料の量 Q_p 、圧力変動考慮時間 T_p 内にインジェクタ6から噴射された燃料の量 Q_{inj} 、及び圧力変動考慮時間 T_p 内に減圧弁5から排出された燃料の量 Q_{prv} に基づいて圧力変化量 P が考慮されて吐出圧 P_{top} が決定されるので、インジェクタ6から燃料噴射及び減圧弁5から燃料排出の影響を排除して正確な吐出圧 P_{top} を検出することができる。

10

【0089】

つまり、本実施形態に係る燃料噴射装置1（吐出圧推定制御を用いた吐出圧 P_{top} の算出）は、圧力センサ10による圧力取得タイミングとインジェクタ6の燃料噴射タイミング又は減圧弁5による燃料排出タイミングとがずれている場合は勿論のこと、両タイミングが重なった場合であっても、正確な吐出圧 P_{top} を検出することができる。

【0090】

（その他の実施形態）

上述の実施形態では、コモンレール方式のディーゼルエンジンの燃料噴射装置に本発明を適用したが、本発明の適用はこれに限定されるものではなく、通常のディーゼルエンジン、又は直噴方式のガソリンエンジンの燃料噴射装置にも適用できる。

20

【0091】

また、必要吐出量 Q_n や実吐出量 Q_r の算出・決定手法は、上述の実施形態に示された手法に限定されるものではない。

また、上述の実施形態では、プレストローク調量方式の高圧ポンプ3であったが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0092】

また、上述の実施形態では、演算開始時に圧力センサ10により検出された検出圧力 P_{sens} が予め設定された所定圧力未満の場合には、吐出圧推定制御により算出された圧力を吐出圧 P_{top} として高圧ポンプ3及び減圧弁5を制御したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、図4のS40～S50を廃止し、演算開始時の検出圧力 P_{sens} によらず、吐出圧推定制御により算出された圧力を吐出圧 P_{top} として高圧ポンプ3及び減圧弁5を制御してもよい。

30

【0093】

また、上述の実施形態では、作動時間率 α が予め設定された所定比率以上となる場合、つまりエンジン回転数が予め設定された所定回転数以上の場合に、吐出圧推定制御を用いて吐出圧 P_{top} を算出したが、本発明はこれに限定されるものではなく、作動時間率の値によらず、常に、吐出圧推定制御を用いて吐出圧 P_{top} を算出してもよい。

【0094】

また、上述の実施形態では、吸入弁3Cの作動時間と吸入弁3Cの作動タイミングを演算するための演算処理時間との和 t_1 を一定時間とみなすことができたので、エンジン回転数のみに基づいて作動時間率 α を判断したが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、吸入弁3Cの作動時間の変化も考慮して作動時間率 α を判断する、又は吸入弁3Cの作動タイミングを演算するための演算処理時間を0とみなして作動時間率 α を判断してもよい。

40

【0095】

また、上述の実施形態では、コモンレール4内の圧力を急速低下させるための減圧弁5を備えるものであったが、本発明はこれに限定されるものではなく、減圧弁5に代えて、過剰圧力上昇を抑制するリリーフ弁（JIS B 0125 番号14-1等参照）を備

50

える燃料噴射装置にも適用できる。

【0096】

また、上述の実施形態では、吐出圧の演算開始時より以前に検出された圧力として、プランジャ3Aの位置が上死点後、30度の位置となった時の検出圧を用いたが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0097】

また、圧力センサ10を設ける位置は、上述の実施形態の実施形態に示された位置に限定されるものではなく、例えばインジェクタ6、コモンレール4若しくは高圧ポンプ3、又はこれらと連通する高圧燃料経路であってもよい。

【0098】

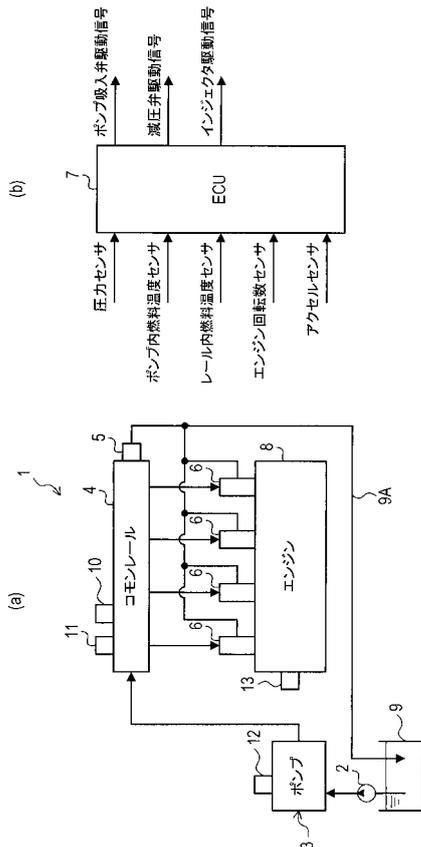
また、本発明は、特許請求の範囲に記載された発明の趣旨に合致するものであればよく、上述の実施形態に限定されるものではない。

【符号の説明】

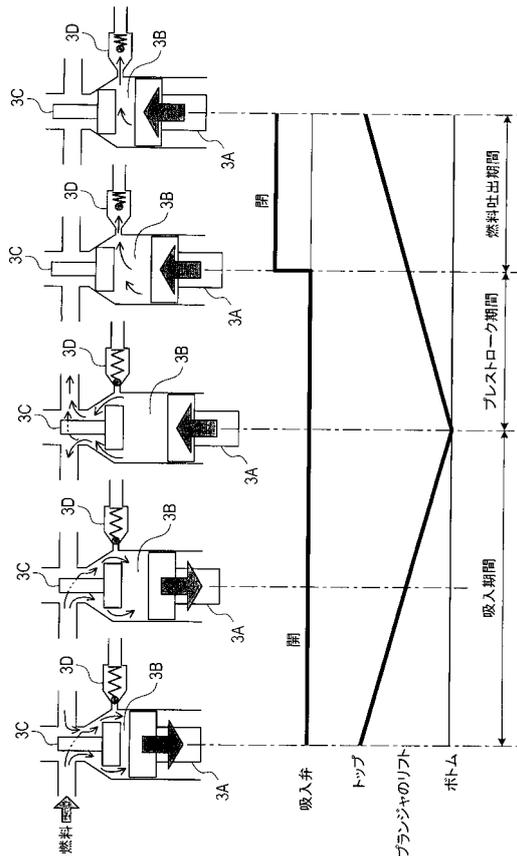
【0099】

- 1 ... 燃料噴射装置、2 ... フィードポンプ、3 ... 高圧ポンプ、3A ... プランジャ、
- 3B ... 加圧室、3C ... 吸入弁、3D ... 逆止弁、4 ... コモンレール、5 ... 減圧弁、
- 6 ... インジェクタ、7 ... 電子制御装置（ECU）、8 ... エンジン、9 ... 燃料タンク、
- 9A ... 低压側通路、10 ... 圧力センサ、11 ... レール内燃料温度センサ、
- 12 ... ポンプ内燃料温度センサ、13 ... エンジン回転数センサ。

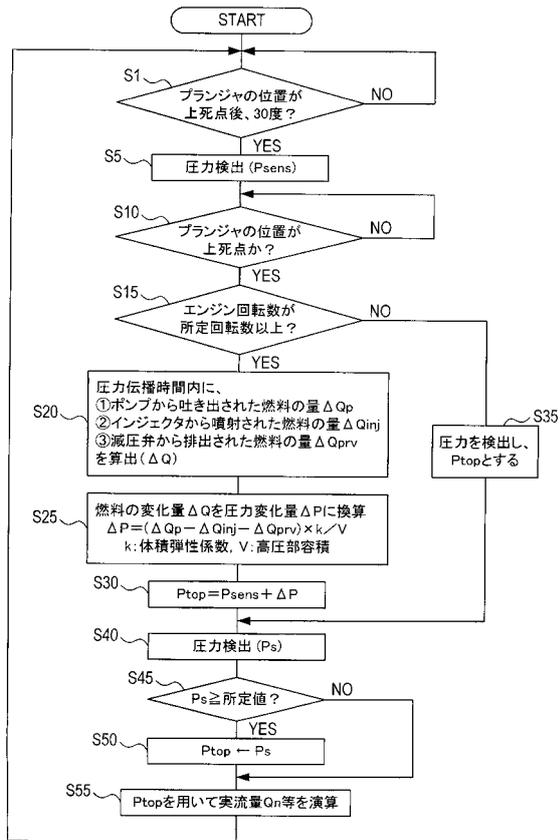
【図1】



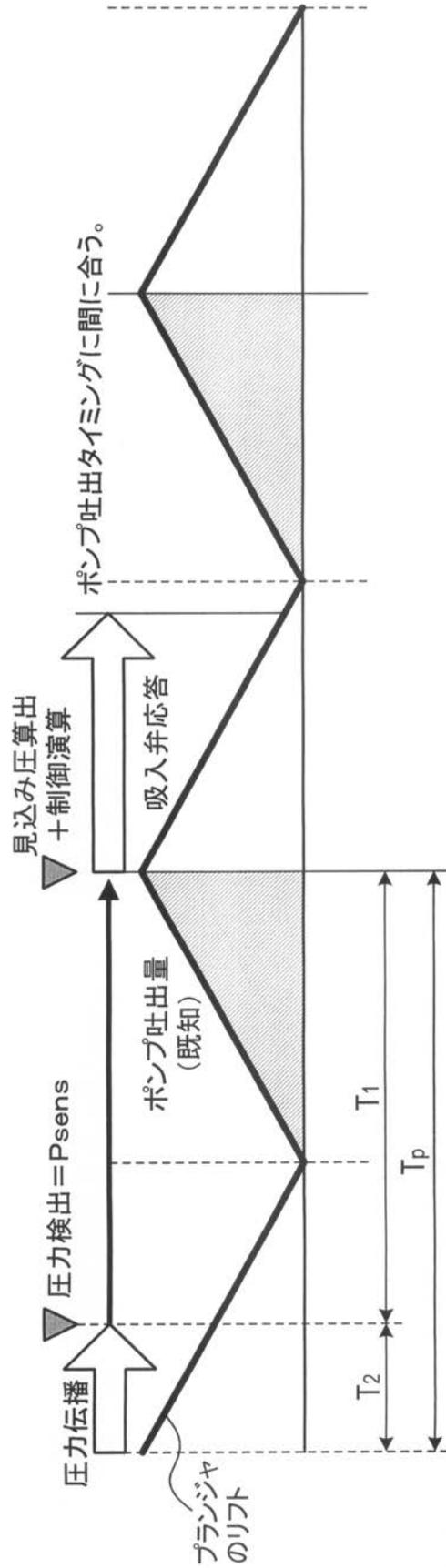
【図2】



【図4】



【 図 3 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平4 - 325750 (JP, A)
特開2008 - 291670 (JP, A)
特開2007 - 23930 (JP, A)
特開2004 - 36491 (JP, A)
特開2002 - 349328 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02M 59/36
F02D 41/30 - 41/40, 45/00