

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4605038号  
(P4605038)

(45) 発行日 平成23年1月5日(2011.1.5)

(24) 登録日 平成22年10月15日(2010.10.15)

(51) Int.Cl.	F I	
FO2D 41/40 (2006.01)	FO2D 41/40	C
FO2D 41/38 (2006.01)	FO2D 41/38	B
FO2D 45/00 (2006.01)	FO2D 45/00	368S
FO2M 47/00 (2006.01)	FO2M 47/00	A
FO2M 51/00 (2006.01)	FO2M 47/00	E
請求項の数 4 (全 17 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2006-26165 (P2006-26165)  
 (22) 出願日 平成18年2月2日(2006.2.2)  
 (65) 公開番号 特開2007-205286 (P2007-205286A)  
 (43) 公開日 平成19年8月16日(2007.8.16)  
 審査請求日 平成20年3月18日(2008.3.18)

前置審査

(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 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 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

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】

内燃機関の筒外で測定したインジェクタの噴射率に基づくインジェクタ個別データを用いて、前記インジェクタのパラッキ補正を行う補正手段を備えた燃料噴射装置において、

この燃料噴射装置は、前記内燃機関の筒内圧  $P_{cyl}$  を検出あるいは推定あるいは所定の値に設定する筒内圧設定手段を備え、

前記インジェクタは、燃料供給圧  $P_c$  が流入通路を介して与えられるとともに、排出通路を介して排圧される制御室、前記排出通路の連通を開閉する電動弁を備え、前記制御室の制御室圧を制御することにより、ニードルを駆動制御する2ウェイバルブ型インジェクタであり、

前記補正手段は、

前記インジェクタ個別データに基づいてシート径  $D_{ns}$  を算出し、

前記筒内圧  $P_{cyl}$  と前記シート径  $D_{ns}$  とに基づいて、筒内において前記ニードルがリフトを開始する前記制御室の圧力である筒内開弁圧  $P_{opn}(1)$  を求め、

開弁圧  $P_{opn}$  と噴射開始遅れ  $T_d$  の関係が「開弁圧  $P_{opn}$  の上昇幅  $P$  が同じなら、開弁圧  $P_{opn}$  が高い方の噴射開始遅れ  $T_d$  の変化差  $T_1$  が、開弁圧  $P_{opn}$  が低い方の噴射開始遅れ  $T_d$  の変化差  $T_2$  より小さくなる特性」を用いて前記筒内開弁圧  $P_{opn}(1)$  から筒内噴射開始遅れ  $T_d(1)$  を求め、

さらに、前記内燃機関の筒外で測定した筒外噴射開始遅れ  $T_d(0)$  と前記筒内噴射開始遅れ  $T_d(1)$  とから、前記インジェクタの噴射期間の筒内外差  $T_d$  を、

$$T d = \{ T d ( 1 ) - T d ( 0 ) \} \times 2$$

にて求め、これを前記インジェクタへの通電期間の補正值とすることを特徴とする燃料噴射装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の燃料噴射装置において、

前記補正手段は、前記筒内開弁圧  $P o p n ( 1 )$  を加味して目標噴射量  $Q$  のバラツキ補正值を求めることを特徴とする燃料噴射装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の燃料噴射装置において、

この燃料噴射装置は、1 サイクル中に燃料噴射を複数回に分けて行うマルチ噴射を実行することを特徴とする燃料噴射装置。

10

【請求項 4】

請求項 3 に記載の燃料噴射装置において、

前記補正手段は、前記インジェクタへの燃料供給圧  $P c$  に生じる脈動を加味して前記筒内開弁圧  $P o p n ( 1 )$  を求めることを特徴とする燃料噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関（以下、エンジン）に燃料を噴射する燃料噴射装置に関するものであり、特にインジェクタのバラツキを補正する技術に関する。

20

【背景技術】

【0002】

（従来技術）

インジェクタは、出荷時にエンジンの筒外において測定したインジェクタの噴射率に基づく「インジェクタ個別データ」をコード表に記憶させ、そのコード表をインジェクタに添付している。

具体的には、出荷時にエンジンの筒外において「噴射開始遅れ  $T d$ 」、「噴射終了遅れ  $T e$ 」および「数点の噴射量  $Q$ 」を計測し、設計中央値からのバラツキを通電時間等に換算して  $Q R$  コード等のコード表に記憶させ、そのコード表をインジェクタに添付している。

30

【0003】

インジェクタが搭載される車両では、インジェクタに添付されたコード表からインジェクタの「インジェクタ個別データ」を読み込み、制御装置に記憶させる。

制御装置は、記憶した「インジェクタ個別データ」に基づいてインジェクタのバラツキ補正を行う補正手段を備える。

この補正手段は、エンジンの運転状態に応じた制御パラメータを「インジェクタ個別データ」に基づいて補正して、インジェクタの噴射特性を略設計中央値（具体的には、設計中央値の ± 適正バラツキ範囲内）に補正するものである（例えば、特許文献 1 参照）。

【0004】

（従来技術の問題点）

40

近年、エンジン振動およびエンジン騒音の防止、排気ガスの浄化、エンジン出力と燃費を高い次元で両立させる目的で、高精度な噴射制御が求められている。特に、1 サイクル中に複数回の燃料噴射を実施するマルチ噴射においては、非常に高精度な噴射制御が求められている。

そこで、上記のバラツキ補正を実施して、インジェクタの噴射バラツキを補正しているが、エンジンに実装した状態において略設計中央値に一致する正確な噴射特性を得ることができなかった。

【特許文献 1】特開 2003 - 227393 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

50

## 【0005】

発明者は、筒外と筒内でバラツキの傾向が変わることを見いだした。即ち、筒外で得た「インジェクタ個別データ」からそのまま「バラツキ補正值」を求めると、筒内では筒内圧  $P_{cyl}$  の影響により過補正になり、噴射特性が設計中央値からズレる現象が生じる場合が存在することを見いだした。

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、インジェクタのバラツキデータを筒外において測定するものであっても、筒内において略設計中央値に一致する正確な噴射特性が得られる燃料噴射装置の提供にある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

## 〔請求項1の手段〕

請求項1の手段を採用する燃料噴射装置の補正手段は、インジェクタ個別データに基づいてシート径  $D_{ns}$  を算出し、筒内圧  $P_{cyl}$  とシート径  $D_{ns}$  とに基づいて、筒内においてニードルがリフトを開始する制御室の圧力である筒内開弁圧  $P_{opn}(1)$  を求め、開弁圧  $P_{opn}$  と噴射開始遅れ  $T_d$  の関係が「開弁圧  $P_{opn}$  の上昇幅  $P$  が同じなら、開弁圧  $P_{opn}$  が高い方の噴射開始遅れ  $T_d$  の変化差  $T_1$  が、開弁圧  $P_{opn}$  が低い方の噴射開始遅れ  $T_d$  の変化差  $T_2$  より小さくなる特性」を用いて筒内開弁圧  $P_{opn}(1)$  から筒内噴射開始遅れ  $T_d(1)$  を求め、さらに、筒外で測定した筒外噴射開始遅れ  $T_d(0)$  と前記筒内噴射開始遅れ  $T_d(1)$  とから、インジェクタの噴射期間の筒内外差  $T_d$  を、 $T_d = \{T_d(1) - T_d(0)\} \times 2$  にて求め、これをインジェクタへの通電期間の補正值とするため、筒内において略設計中央値に一致する正確な噴射特性を得ることができる。

即ち、インジェクタのバラツキデータを筒外において測定しても、筒内において略設計中央値に一致する正確な噴射特性を得ることができ、高精度の噴射制御を実施できる。

## 【0007】

なお、本発明において「インジェクタ個別データ」の元となるインジェクタの「噴射率」とは、

- ・噴射開始の指令を行ってから（駆動電流のON）、実際にインジェクタが噴射を開始するまでの「噴射開始遅れ  $T_d$ 」、
- ・噴射終了の指令を行ってから（駆動電流のOFF）、実際にインジェクタが噴射を終了するまでの「噴射終了遅れ  $T_e$ 」、
- ・噴射開始指令を行ってから、あるいは噴射開始してからの所定期間（1つまたは複数時期）における「噴射量  $Q$ 」、
- ・噴射中の「最大噴射率  $Q_d$ 」、
- ・噴射中の「噴射率波形」など、「噴射率」を計測することで得られる数値である。

そして、「インジェクタ個別データ」は、「噴射率」に関わる数値から直接、あるいは間接的に導き出されるデータである。

## 【0010】

## 〔請求項2の手段〕

請求項2の手段を採用する燃料噴射装置の補正手段は、筒内開弁圧  $P_{opn}(1)$  を加味して目標噴射量  $Q$  のバラツキ補正值を求める。

このように、筒内圧  $P_{cyl}$  に応じて変化する筒内開弁圧  $P_{opn}(1)$  を加味して目標噴射量  $Q$  を求めるため、筒内において正確な目標噴射量を得ることができる。

## 【0011】

## 〔請求項3の手段〕

請求項3の手段を採用する燃料噴射装置は、1サイクル中に燃料噴射を複数回に分けて行うマルチ噴射を実行するものである。

上述したように、本発明はインジェクタのバラツキを補正して、筒内において略設計中央値に一致する非常に高精度な噴射制御が実施できる。このため、マルチ噴射に適用することにより、非常に高精度なマルチ噴射制御を実施でき、エンジン振動およびエンジン騒

10

20

30

40

50

音の防止、排気ガスの浄化、エンジン出力と燃費を高い次元で両立させることができる。

【0012】

〔請求項4の手段〕

請求項4の手段を採用する燃料噴射装置は、インジェクタへの燃料供給圧 $P_c$ に生じる脈動を加味して筒内開弁圧 $P_{opn}(1)$ を求めるものである。

このように、筒内開弁圧 $P_{opn}(1)$ に脈動が加味されるため、マルチ噴射に伴う脈動の影響を補正することができ、筒内において略設計中央値に一致する非常に高精度なマルチ噴射制御を実施できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

最良の形態1の燃料噴射装置は、内燃機関の筒外で測定したインジェクタの噴射率に基づくインジェクタ個別データを用いて、インジェクタのバラツキ補正を行う補正手段を備える。

この燃料噴射装置は、内燃機関の筒内圧 $P_{cyl}$ を検出あるいは推定あるいは所定の値に設定する筒内圧設定手段を備える。

そして、補正手段は、インジェクタ個別データに、筒内圧 $P_{cyl}$ を加味して筒内バラツキ補正值を求めるものである。

【実施例1】

【0014】

本発明をコモンレール式燃料噴射装置に適用した実施例1を図1～図16を参照して説明する。

(実施例1の構成)

コモンレール式燃料噴射装置の構成を図2を参照して説明する。

コモンレール式燃料噴射装置は、例えばディーゼルエンジン(以下、エンジン:図示しない)に燃料噴射を行うシステムであり、コモンレール1、インジェクタ2、サプライポンプ3、制御装置4等によって構成される。なお、制御装置4は、ECU(エンジン制御ユニット)4aとEDU(駆動ユニット)4bで構成されるものであり、EDU4bはECU4aのケース内に内蔵されるものであっても良い。

エンジンは、吸入・圧縮・爆発・排気の各工程を連続して行う気筒を複数備えたものであり、図2では一例として4気筒エンジンを想定してインジェクタ2が4つの例を示すが、他の気筒数のエンジンに対応させても良い。

【0015】

コモンレール1は、インジェクタ2に供給する高圧燃料を蓄圧する蓄圧容器であり、高圧に加圧されたコモンレール圧(インジェクタ2への燃料供給圧に相当する) $P_c$ が蓄圧されるように燃料配管(高圧燃料流路)5を介して高圧燃料を圧送するサプライポンプ3の吐出口と接続されている。また、コモンレール1には、各インジェクタ2へ高圧燃料を供給する複数のインジェクタ配管6が接続されている。

インジェクタ2からのリーク燃料は、燃料還流路(リーク配管)7を経て燃料タンク8に戻される。また、コモンレール1から燃料タンク8への燃料還流路(リリーフ配管)7には、プレッシャリミッター9が取り付けられている。このプレッシャリミッター9には、コモンレール1内の燃料圧が限界設定圧を超えた際に開弁して、コモンレール1の燃料圧を限界設定圧以下に抑える圧力安全弁の機能と、ECU4aの指示によってコモンレール圧 $P_c$ を急速に減圧する減圧弁の機能が設けられている。

【0016】

インジェクタ2は、エンジンの各気筒毎に搭載されて燃料を各気筒内に噴射供給するものであり、コモンレール1より分岐する複数のインジェクタ配管6の下流端に接続されて、コモンレール1に蓄圧された高圧燃料を各気筒に噴射供給する。なお、インジェクタ2の詳細は後述する。

【0017】

サプライポンプ3は、コモンレール1へ高圧燃料を圧送する燃料ポンプであり、燃料タ

10

20

30

40

50

ンク 8 内の燃料をサプライポンプ 3 へ吸引するフィードポンプと、このフィードポンプによって吸い上げられた燃料を高圧に圧縮してコモンレール 1 へ圧送する高圧ポンプとを搭載しており、フィードポンプおよび高圧ポンプは共通のカムシャフト 11 によって駆動される。なお、このカムシャフト 11 は、エンジンのクランク軸等によって回転駆動されるものである。

また、サプライポンプ 3 には、高圧ポンプに吸引される燃料の量を調整する吸入調量弁 ( S C V ) が搭載されており、この吸入調量弁が E C U 4 a によって調整されることにより、コモンレール圧 P c が調整されるようになっている。

#### 【 0 0 1 8 】

E C U 4 a には、制御処理、演算処理を行う C P U 、各種プログラムおよびデータを保存する記憶装置 ( R O M 、 S R A M または E E P R O M 、 R A M 等のメモリ ) 、入力回路、出力回路、電源回路、インジェクタ駆動回路およびポンプ駆動回路等の機能を含んで構成されている周知構造のマイクロコンピュータが設けられている。そして、E C U 4 a に読み込まれたセンサ類の信号 ( エンジンパラメータ : 乗員の運転状態、エンジンの運転状態等に応じた信号 ) に基づいて各種の演算処理を行うようになっている。

E D U 4 b は、E C U 4 a から与えられる制御信号に応じて、インジェクタ 2 およびプレッシャリミッタ 9 に駆動電流を与える駆動回路である。

なお、E C U 4 a には、コモンレール圧 P c を検出するコモンレール圧センサ 21 の他に、アクセル開度を検出するアクセルセンサ、エンジン回転数を検出する回転数センサ、エンジンの冷却水温度を検出する水温センサなど、種々のセンサが接続されている。

#### 【 0 0 1 9 】

( インジェクタ 2 の構造説明 )

次に、インジェクタ 2 の基本構造を図 3 、図 4 を参照して説明する。

インジェクタ 2 は、コモンレール 1 から供給される高圧燃料をエンジンの気筒内に噴射するものであり、コモンレール圧 P c が流入通路 31 ( インオリフィスが配置された燃料通路 ) を介して与えられるとともに、排出通路 32 ( アウトオリフィスが配置された燃料通路 ) を介して排圧される制御室 33 を具備し、排出通路 32 を電磁弁 34 ( 電動弁の一例 ) によって開閉して、制御室圧力 ( 制御室 33 内の圧力 ) P c c が開弁圧 P o p n に低下するとニードル 35 が上昇して燃料を噴射するノズル 36 を有する 2 ウェイバルブ型インジェクタである。

#### 【 0 0 2 0 】

インジェクタ 2 のハウジング 37 ( 例えば、ノズルホルダ ) には、コマンドピストン 38 を上下方向 ( ニードル 35 の開閉弁方向 ) に摺動自在に支持するシリンダ 41 、コモンレール 1 から供給された高圧燃料をノズル 36 側および流入通路 31 側へ導く高圧燃料通路 42 、および高圧燃料を低圧側へ排出する排圧燃料通路 43 等が形成されている。

#### 【 0 0 2 1 】

コマンドピストン 38 は、シリンダ 41 内に挿入され、プレッシャピン 44 を介してニードル 35 に接続されている。

プレッシャピン 44 は、コマンドピストン 38 とニードル 35 との間に介在され、プレッシャピン 44 の周囲には、ニードル 35 を下方 ( 閉弁方向 ) へ付勢するスプリング 45 が配置されている。

#### 【 0 0 2 2 】

制御室 33 は、シリンダ 41 の上側 ( 電磁弁 34 側 ) に形成され、コマンドピストン 38 の上下移動に応じて容積が変化する。

流入通路 31 は、高圧燃料通路 42 から供給される高圧燃料を減圧する入口側の燃料絞りであり、高圧燃料通路 42 と制御室 33 は流入通路 31 を介して連通する。

排出通路 32 は、制御室 33 の上側に形成され、制御室 33 から排圧燃料通路 43 ( 低圧側 ) に排出される燃料を絞る出口側の燃料絞りであり、制御室 33 と排圧燃料通路 43 は排出通路 32 を介して連通する。

#### 【 0 0 2 3 】

10

20

30

40

50

電磁弁 3 4 は、通電 (ON) されると電磁力を発生するソレノイド 4 6 と、このソレノイド 4 6 の発生する電磁力によって上方 (開弁方向) へ磁気吸引されるバルブ 4 7 と、バルブ 4 7 を下方 (閉弁方向) へ付勢するリターンズプリング 4 8 とを備える。

例えば、バルブ 4 7 は排出通路 3 2 を開閉するボール弁 4 7 a (符号、図 4 参照) を備えるものであり、ソレノイド 4 6 が OFF の状態では、リターンズプリング 4 8 の付勢力によってバルブ 4 7 が下方に押し付けられ、ボール弁 4 7 a が排出通路 3 2 を塞ぐ。ソレノイド 4 6 が ON の状態では、リターンズプリング 4 8 の付勢力に抗してバルブ 4 7 が上方に移動し、ボール弁 4 7 a が着座面から上方へリフトして排出通路 3 2 が開かれる。

【 0 0 2 4 】

インジェクタ 2 のハウジング 3 7 (例えば、ノズルボディ) には、ニードル 3 5 を上下方向 (開閉方向) へ摺動自在に支持する摺動孔 5 1 と、高圧燃料通路 4 2 に連通しており、ニードル 3 5 の外周に環状に設けられたノズル室 5 2 と、ニードル 3 5 が閉弁時に着座する円錐状の弁座 5 3 と、高圧燃料を噴射するための複数の噴孔 5 4 とが形成されている。この噴孔 5 4 は、ニードル 3 5 と弁座 5 3 とが着座時に当接する着座シート 5 5 (符号、図 4 参照) のシート径  $D_{ns}$  より内側に穿設されている。

10

【 0 0 2 5 】

ニードル 3 5 は、摺動孔 5 1 に保持される摺動軸部 3 5 a と、この摺動軸部 3 5 a の下部に形成される受圧面 3 5 b と、この受圧面 3 5 b より下方へ伸びる小径軸状のシャフト 3 5 c と、弁座 5 3 に着座および離座して噴孔 5 4 を開閉する円錐弁 3 5 d とから構成され、摺動軸部 3 5 a がノズル室 5 2 と低圧側 (プレッシャピン 4 4 の周囲) との間をシールしながら軸方向へ往復動可能に設けられている。

20

【 0 0 2 6 】

ニードル 3 5 の先端の円錐弁 3 5 d は、上側の円錐台部と下側の円錐先端部とから構成され、その境界部に着座シート 5 5 が形成される。円錐台部の広がり角度は、弁座 5 3 の広がり角度より小さいものであり、円錐先端部の広がり角度は、弁座 5 3 の広がり角度より大きいものである。

つまり、円錐弁 3 5 d が弁座 5 3 に着座する際は、円錐弁 3 5 d の着座シート 5 5 が弁座 5 3 に当接してノズル室 5 2 と噴孔 5 4 との連通を遮断するものである。

【 0 0 2 7 】

(インジェクタ 2 の作動説明)

30

次に、インジェクタ 2 の基本動作を、図 5、図 6 を参照して説明する。

(1) インジェクタ 2 の停止中は、電磁弁 3 4 の通電が停止されて、バルブ 4 7 が排出通路 3 2 を閉じて、制御室 3 3 の圧力が高圧に保たれる。これにより、ニードル 3 5 が弁座 5 3 に押し付けられて、ノズル室 5 2 と噴孔 5 4 が遮断された状態となっており、噴孔 5 4 から燃料の噴射は行われぬ。

(2) ECU 4 a の噴射開始の指示 (噴射指令 ON) により、EDU 4 b から電磁弁 3 4 に駆動電流が与えられると、ソレノイド 4 6 がバルブ 4 7 を磁気吸引する。バルブ 4 7 がリフトアップを開始すると、排出通路 3 2 が開いて、流入通路 3 1 で減圧された制御室 3 3 の圧力が低下を開始する。

【 0 0 2 8 】

40

(3) 制御室 3 3 の圧力が開弁圧  $P_{open}$  に低下すると、ニードル 3 5 が上昇を開始する。ニードル 3 5 が弁座 5 3 から離座すると、ノズル室 5 2 と噴孔 5 4 とが連通し、ノズル室 5 2 に供給された高圧燃料が噴孔 5 4 から噴射する (噴射開始の指示から実際に噴射を開始するまでの期間を噴射開始遅れ  $T_d$  と称す)。

ニードル 3 5 の上昇に従い、噴射率が上昇する。噴射中に噴射率が最大噴射率に到達する場合は、それ以上噴射率は上昇せず、噴射波形は台形形状となる。

ここで、インジェクタ 2 は、最大噴射率に到達後もニードル 3 5 が上昇を続けるフライングニードルタイプである。

【 0 0 2 9 】

(4) ECU 4 a の噴射停止の指示 (噴射指令 OFF) により、EDU 4 b から電磁弁 3

50

4 に与えられていた駆動電流が停止されると、ソレノイド 4 6 がバルブ 4 7 の磁気吸引を停止して、そのバルブ 4 7 がリフトダウンを開始する。そして、電磁弁 3 4 のバルブ 4 7 が排出通路 3 2 を閉じると、制御室 3 3 の圧力が上昇を開始する。制御室 3 3 の圧力が閉弁圧まで上昇すると、ニードル 3 5 が下降を開始する。

【 0 0 3 0 】

( 5 ) ニードル 3 5 が下降して、ニードル 3 5 が弁座 5 3 に着座すると、ノズル室 5 2 と噴孔 5 4 の連通が遮断されて、噴孔 5 4 からの燃料噴射が停止し( 駆動信号停止から噴射停止までを噴射終了遅れ  $T_e$  と称す)、上記( 1 )の状態に戻る。

【 0 0 3 1 】

( 噴射制御の説明)

次に、E C U 4 a による燃料噴射制御について説明する。

この実施例 1 では、エンジンの運転状態に応じて、1 サイクル中に複数回の燃料噴射( マルチ噴射 ) を実施し、エンジン振動およびエンジン騒音の防止、排気ガスの浄化、エンジン出力と燃費を高い次元で両立させるものであり、E C U 4 a は、燃料の各噴射毎に、R O M に記憶されたプログラム( マップ等 ) と、R A M に読み込まれたエンジンパラメータとに基づいて、現運転状態に応じた目標噴射タイミングと目標噴射量を求め、その目標噴射タイミングでインジェクタ 2 から燃料噴射を開始させるとともに、インジェクタ 2 から目標噴射量を噴射させるようにインジェクタ 2 の指令信号の発生時期( インジェクタ駆動電流の O N / O F F 時期 ) を算出するように設けられている。

【 0 0 3 2 】

( 実施例 1 の背景)

燃料噴射装置に搭載される各インジェクタ 2 には、Q R コード等のコード表によって「インジェクタ個別データ」が添付されている。

この「インジェクタ個別データ」は、出荷時にエンジンの筒外において測定したインジェクタ 2 の噴射率に基づく「インジェクタ・バラツキ・データ」である。

E C U 4 a は、車両搭載時に各インジェクタ 2 に添付されたコード表から各インジェクタ 2 の「インジェクタ個別データ」を読み込み、記憶装置に記憶する。

【 0 0 3 3 】

E C U 4 a は、記憶した「インジェクタ個別データ」に基づいてインジェクタ 2 のバラツキ補正を行う補正手段を備えている。

この補正手段は、エンジンの運転状態に応じた燃料噴射のための制御パラメータを「インジェクタ個別データ」に基づいて補正して、インジェクタ 2 の噴射特性を略設計中央値に補正する。

【 0 0 3 4 】

ここで、エンジン振動およびエンジン騒音の防止、排気ガスの浄化、エンジン出力と燃費を高い次元で両立させる目的で、インジェクタ 2 には高精度な噴射制御が求められている。特に、マルチ噴射においては、非常に高精度な噴射制御が求められる。

そこで、E C U 4 a は、各インジェクタ 2 から略設計中央値に一致する正確な噴射特性が得られるように、各インジェクタ 2 の噴射バラツキを補正している。

しかし、エンジンに実装した状態においては、略設計中央値に一致する正確な噴射特性を得ることができない場合があった。

【 0 0 3 5 】

発明者は、筒外と筒内でバラツキの傾向が変わることを見いだした。即ち、筒外で得た「インジェクタ個別データ」からそのまま「バラツキ補正值」を求めると、エンジンの運転中は筒内圧  $P_{cyl}$  の影響により過補正になり、噴射特性が略設計中央値からズレる現象が生じる場合が存在することを見いだした。

具体的に従来技術は、筒外で得た「インジェクタ個別データ」に基づいて噴射補正を行い、筒外において噴射特性が略設計中央値となるように補正するものであった。

【 0 0 3 6 】

まず、筒内においてインジェクタ 2 が噴射を開始する場合は、図 7 ( a )、( b ) に示

10

20

30

40

50

すように、着座シート 55 の内側に、筒内圧  $P_{cyl}$  が加わることで、ニードル 35 に上向きの力が加わり、筒外と筒内で噴射特性が変化する。

これによって、図 8 に示すように、開弁圧  $P_{opn}$  が、筒外値  $P_{opn}(0)$  筒内値  $P_{opn}(1)$  に上昇する。この結果、ニードル 35 のリフト開始時期が早まり、その結果、噴射開始遅れ  $T_d$  が筒外値  $T_d(0)$  から筒内値  $T_d(1)$  に短くなる。また、ニードル 35 の着座時期が遅れることになり、噴射終了遅れ  $T_e$  が筒外値  $T_e(0)$  から筒内値  $T_e(1)$  に長くなる。

即ち、筒内圧  $P_{cyl}$  の影響により、噴射開始時期が早くなるとともに、噴射終了時期が遅くなる現象が生じる。

#### 【0037】

同様に、筒内においてインジェクタ 2 が噴射を行う場合は、図 7 (c) に示すように、ノズル 36 に供給される燃料圧  $P_{nzl}$  と筒内圧  $P_{cyl}$  の差圧が筒外より小さくなる。

これによって、図 8 に示すように、最大噴射率が筒外値  $Q_{max}(0)$  より筒内値  $Q_{max}(1)$  に低下する。

#### 【0038】

(具体的な課題の説明)

次に、図 9 を参照して、筒外と筒内において、バラツキ補正值が不適切(過補正)になる例を説明する。

例えば、3つのインジェクタ 2 の噴射開始遅れ  $T_d$  のバラツキが、個体 A、B、C であったとする。なお、各インジェクタ 2 は、無調整であったとしても、バラツキの範囲が「無調整時バラツキ幅」内に納まるように設けられている。

#### 【0039】

従来技術における「補正手段」は、図 9 の二点鎖線左側に示すように、筒外において「噴射開始遅れ  $T_d$ 」を略設計中央値の調整バラツキ幅内に補正するものである。このため、個体 A、B、C の補正量が補正量  $A'$ 、 $B'$ 、 $C'$  となる。

しかし、筒内では、筒内圧  $P_{cyl}$  の影響により、バラツキが縮小する傾向になるため、図 9 の二点鎖線右側に示すように、筒内において補正量  $A'$ 、 $B'$ 、 $C'$  の補正量を加えると、個体 B、C のように過補正になる場合が存在し、噴射精度の悪化を招いていた。

#### 【0040】

(実施例 1 の特徴)

そこで、実施例 1 の ECU 4a は、インジェクタ 2 の個体バラツキに関係なく、筒内圧  $P_{cyl}$  の影響によって変化してしまう噴射率と噴射開始時期と噴射終了時期の補正を行う第 1 補正機能と、インジェクタ 2 の個体バラツキを要因として筒内圧  $P_{cyl}$  の影響によって変化してしまう噴射率と噴射開始時期と噴射終了時期の補正を行う第 2 補正機能とを同時に果たす筒内圧補正手段を備える。

この筒内圧補正手段は、上述した、補正手段(プログラム)の一部であり、「インジェクタ個別データ」に「筒内圧  $P_{cyl}$ 」を加味して筒内外で変化する噴射特性のバラツキを適正值に補正するものである。

なお、ECU 4a は、少なくとも筒内圧補正手段のために、筒内圧  $P_{cyl}$  を検出あるいは推定あるいは所定の値に設定する筒内圧設定手段を備えている。

#### 【0041】

次に、筒内圧補正手段について説明する。

まず、インジェクタ 2 の個体バラツキと、筒内圧  $P_{cyl}$  との関係により、噴射特性が変化する要因を推定する。

(推定要因 1)

開弁圧  $P_{opn}$  の上昇による噴射開始遅れ  $T_d$  の感度の低下の要因を推定する。

上述したように、筒内では、ニードル 35 が筒内圧  $P_{cyl}$  のアシストを受けるため、開弁圧  $P_{opn}$  の絶対値が上昇し、噴射開始遅れ  $T_d$  のバラツキ感度が縮小する。

具体的には、図 10 に示すように、開弁圧  $P_{opn}$  の上昇幅  $P$  が同じなら、開弁圧  $P$

10

20

30

40

50

openが高い方の噴射開始遅れTdの変化差 T1が、開弁圧Popnが低い方の噴射開始遅れTdの変化差 T2より小さくなる。

【0042】

(推定要因2)

シート径Dnsのバラツキの影響による噴射開始遅れTdの変化を推定する。

筒外では、シート径Dnsが大きいと、単に開弁圧Popnが小さくなり、それに従い噴射開始遅れTdが大きくなり、噴射量Qが小さくなる。

しかし、筒内では、図11(a)に示すようにシート径Dnsが小さいと筒内圧Pcylによるニードル35のアシスト量が小さくなり、逆に、図11(b)に示すようにシート径Dnsが大きいと筒内圧Pcylによるニードル35のアシスト量が大きくなる。

10

【0043】

即ち、次の表1に示す関係となる。

【表1】

シート径	筒外		筒内	
	高圧部面積	筒内圧アシスト	高圧部面積	筒内圧アシスト
小	大	0	大 ← → 小	
大	小	0	小 ← → 大	

20

【0044】

(推定要因3)

噴射流量Q'0、噴射流量バラツキ Q'0、噴射率Q'噴射率バラツキ Q'とした場合における、噴射流量バラツキ Q'0による噴射率Q'の変化を推定する。

筒外は、図12(a)に示すように、噴射空間は大気圧(Pnzl = 0)であるため、ノズル36に供給される燃料圧Pnzlと大気圧の差圧が大きい。

30

しかし、筒内では、図12(b)に示すように、噴射空間は筒内圧Pcylであるため、ノズル36に供給される燃料圧Pnzlと筒内圧Pcylの差圧が筒外より小さくなる。

【0045】

ここで、

$$Q' = Q'0 \times (Pnzl - Pcyl)$$

であるから、

$$Q' + Q' = (Q'0 + Q'0) \times (Pnzl - Pcyl)$$

$$Q' = Q'0 \times (Pnzl - Pcyl)$$

となり、噴射流量バラツキ Q'0に対する噴射率バラツキ Q'の感度は、筒外の方が大きい。なお、数式中の は、括弧内にかかるものである。

40

具体的には、個体A、Bの噴射流量Q'0のバラツキは、図13に示すように、筒外よりも筒内の方が小さくなる。即ち、筒内では、個体A、B共に噴射率Q'が減少するが、その差が縮まる。なお、燃料温度等により噴射流量Q'0自体が筒外と筒内で変化する場合も、個体差感度が小さくなる方向へ変化する。

【0046】

(実施例1の具体的な構成)

各インジェクタ2には、上述したように、QRコード等のコード表によって「インジェクタ個別データ」が添付されている。

この「インジェクタ個別データ」は、出荷時にエンジンの筒外において測定したインジ

50

エクタ2の噴射率に基づく「インジェクタ・バラツキ・データ」である。

具体的に、インジェクタ2は、出荷時に、筒外にて数点、コモンレール圧Pc、インジェクタ通電期間を変え、図14(a)、(b)に示すように、インジェクタ2の各個体毎の噴射量Q、噴射開始遅れTd、噴射終了遅れTe、噴射率Qdを計測し、計測データと設計中央値との差(バラツキ度合)が求められ、そのバラツキデータがQRコード等のコード表としてインジェクタ2に添付される。

【0047】

ECU4aは、車両搭載時に各インジェクタ2に添付されたコード表から各インジェクタ2の「インジェクタ個別データ」を読み込み、記憶装置に記憶する。

具体的には、コード表から読み込んだ噴射量Q、噴射開始遅れTd、噴射終了遅れTe、噴射率Qd等のバラツキから、シート径Dns、オリフィス流量Qor(排出通路32を介して制御室33から流出される燃料の流出量)、バルブリフトLtwv(バルブ47の着座状態から最大リフトまでのリフト量)等のバラツキを次の[数1]の如く推定し、記憶装置に記憶する。

【0048】

【数1】

$$\begin{bmatrix} Q \\ T_d \\ T_e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D_{NS} \\ Q_{OR} \\ L_{TWV} \end{bmatrix}$$

10

20

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \quad \text{とおくと、} \quad \begin{bmatrix} D_{NS} \\ Q_{OR} \\ L_{TWV} \end{bmatrix} = A^{-1} \begin{bmatrix} Q \\ T_d \\ T_e \end{bmatrix}$$

なお、上記[数1]におけるA行列は、感度検討等により求めた設計値である。

30

【0049】

(筒内圧補正手段の説明)

ECU4aの筒内圧補正手段は、インジェクタ2の噴射毎に次のバラツキ補正の演算を行う。

<第1ステップ>

シート径Dnsから筒内開弁圧Popn(1)を求める(開弁圧算出手段の機能に相当する)。

筒内開弁圧Popn(1)は、次の[数2]から求める。

【数2】

開弁圧=

$$\frac{(\text{レール圧} + \text{圧力脈動}) \times \text{受圧面積} + \text{筒内圧} \times (\text{ノズル断面積} - \text{受圧面積}) - \text{セット荷重}}{\text{コマンドピストン断面積}}$$

コマンドピストン断面積

40

【0050】

<第2ステップ>

上記で求めた筒内開弁圧Popn(1)と、オリフィス流量Qorの関係とから、筒内噴射開始遅れTd(1)を求める。

具体的には、図15に示すマップと、筒内開弁圧Popn(1)とオリフィス流量Qo

50

r の関係から筒内噴射開始遅れ  $T_d(1)$  を求める。

【0051】

<第3ステップ>

上記<第2ステップ>で求めた筒内噴射開始遅れ  $T_d(1)$  の2倍を、インジェクタ噴射期間  $T$  に加算する(図16参照)。

即ち、「インジェクタ噴射期間  $T$  の筒内外差  $T_d$ 」=  $\{T_d(1) - T_d(0)\} \times 2$  として求める。

【0052】

<第4ステップ>

次の[数3]から、噴射率の筒内外差  $Q_d$  を求める。なお、この式中において筒内噴射率  $Q_d$ 、筒外噴射率  $Q_{d0}$  とする(図16参照)。

【数3】

$$Q_d = Q_{d0} \times \sqrt{\frac{P_{nzl} - P_{cyl}}{P_{nzl}}}$$

そして、求めた「インジェクタ通電期間の筒内外差  $T_d$ 」と「噴射率の筒内外差  $Q_d$ 」とを用いて噴射量の補正値を算出する。

【0053】

具体的には、次の[数4]に基づいて噴射量の補正値を算出する。なお、この式中において筒内噴射量  $Q$ 、筒外噴射量  $Q_0$  とする。

【数4】

$$Q = Q_0 \times \frac{T + 2\Delta T_d}{T} \times \sqrt{\frac{P_{nzl} - P_{cyl}}{P_{nzl}}}$$

【0054】

(筒内噴射バラツキの補正フローの説明)

ECU4aにおける具体的な筒内噴射バラツキの補正の流れを、図1に示すブロック図を参照して説明する。

ステップS1において、燃料噴射毎に算出される目標噴射量を読み込む。

ステップS2において、コモンレール圧  $P_c$ 、筒内圧  $P_{cyl}$ 、シート径  $D_{ns}$  の読み込みを行う。なお、筒内圧  $P_{cyl}$  は推定値でも良いし、実際に筒内圧センサによって検出した値であっても良い。

ステップS3において、上述した<第4ステップ>により、噴射量の補正値を算出する。

【0055】

ステップS4において、圧力脈動を算出する。

ステップS5において、上述した<第1ステップ>により、筒内開弁圧  $P_{opn}(1)$  を算出する。

ステップS6において、オリフィス流量  $Q_{or}$  のバラツキを読み込む。

ステップS7において、上述した<第2ステップ>により、筒内噴射開始遅れ  $T_d(1)$  を算出する。

【0056】

ステップS8において、バルブリフト  $L_{twv}$  のバラツキを読み込む。

ステップS9において、上述した<第3、第4ステップ>に基づきインジェクタ通電期間(開弁時間)の補正値を求める。

10

20

30

40

50

ステップS10において、上記<第2ステップ>で求めた筒内噴射開始遅れ $T_d(1)$ に基づいてインジェクタ2の指令信号の発生時期(インジェクタ駆動電流のON/OFF時期)の補正値を求める。

【0057】

(実施例1の効果)

この実施例1に示すコモンレール式燃料噴射装置は、上述したように、筒外の測定により得られた「インジェクタ個別データ」に「筒内圧 $P_{cyl}$ 」を加味して筒内バラツキ補正値を求めて、目標噴射量およびインジェクタ2の指令信号の発生時期(インジェクタ駆動電流のON/OFF時期)を補正するため、筒内において略設計中央値に一致する正確な噴射特性を得ることができる。

10

即ち、インジェクタ2のバラツキデータを筒外において測定しても、筒内において略設計中央値に一致する正確な噴射特性を得ることができ、非常に高い精度の噴射制御を実施できる。

【0058】

また、筒外の測定により得られた「インジェクタ個別データ」に「筒内圧 $P_{cyl}$ 」を加味してインジェクタ2のバラツキを補正することで、非常に高精度な噴射制御が実施できるため、マルチ噴射に適用することにより、非常に高精度なマルチ噴射制御を実施でき、エンジン振動およびエンジン騒音の防止、排気ガスの浄化、エンジン出力と燃費を高い次元で両立させることができる。

20

さらに、インジェクタ2に与えられるコモンレール圧 $P_c$ に生じる脈動を加味して筒内開弁圧 $P_{opn}(1)$ を求め、その筒内開弁圧 $P_{opn}(1)$ に基づいて「筒内圧 $P_{cyl}$ 」を加味したバラツキ補正を行うものであるため、マルチ噴射に伴う脈動の影響を補正することができ、筒内において略設計中央値に一致する非常に高精度なマルチ噴射制御を実施できる。

【0059】

[変形例]

上記の実施例では、マルチ噴射を行う例を説明したが、本発明はマルチ噴射に限定されるものではなく、例えば1サイクル中に1回の噴射を実施する単噴射時であっても適用可能なものである。

また、マルチ噴射に適用する場合、1サイクル中に噴射される噴射量をほぼ均等に複数回に分割して噴射する均等マルチ噴射に適用しても良いし、1サイクル中の噴射を微少噴射とメイン噴射に分け、メイン噴射の前に1回の微少噴射、あるいは複数回の微少噴射を行うマルチ噴射に本発明を適用しても良いし、メイン噴射の後に1回の微少噴射、あるいは複数回の微少噴射を行うマルチ噴射に本発明を適用しても良い。

30

【0060】

上記の実施例では、電動弁の一例としてソレノイド46の吸引力でバルブ47を駆動する電磁弁34を示したが、ピエゾアクチュエータの作動でバルブ47を駆動させるなど、通電によってバルブ47を駆動する他の電氣的アクチュエータを用いた電動弁を用いても良い。

40

上記の実施例では、本発明をコモンレール式燃料噴射装置に適用した例を示したが、コモンレールを用いない燃料噴射装置に本発明を適用しても良い。つまり、ディーゼルエンジン以外の例えばガソリンエンジン等に用いられる燃料噴射装置に本発明を適用しても良い。

【図面の簡単な説明】

【0061】

【図1】筒内噴射バラツキの補正フローである。

【図2】コモンレール式燃料噴射装置の概略図である。

【図3】インジェクタの概略断面図である。

50

- 【図4】モデル化したインジェクタの説明図である。
- 【図5】インジェクタの作動説明図である。
- 【図6】インジェクタ駆動電流、制御室圧、ニードルリフト量、噴射率の関係を示すタイムチャートである。
- 【図7】インジェクタの要部説明図である。
- 【図8】筒外に対する筒内の変化を示すタイムチャートである。
- 【図9】筒内において過補正が生じる例の説明図である。
- 【図10】開弁圧の上昇により噴射開始遅れの感度が小さくなることを説明する開弁圧と開弁時間との関係を示すグラフである。
- 【図11】シート径と筒内圧の受圧面積との関係を示す説明図である。
- 【図12】筒内圧により噴孔流量が低下してバラツキが小さくなることの説明図である。
- 【図13】筒内圧により噴射率が小さくなり、バラツキが小さくなることの説明図である。

10

- 【図14】筒外におけるインジェクタの噴射率の測定例の説明図である。
- 【図15】筒内開弁圧とオリフィス流量から噴射開始遅れを求めるマップである。
- 【図16】筒外と筒内の噴射率の変化を示す説明図である。

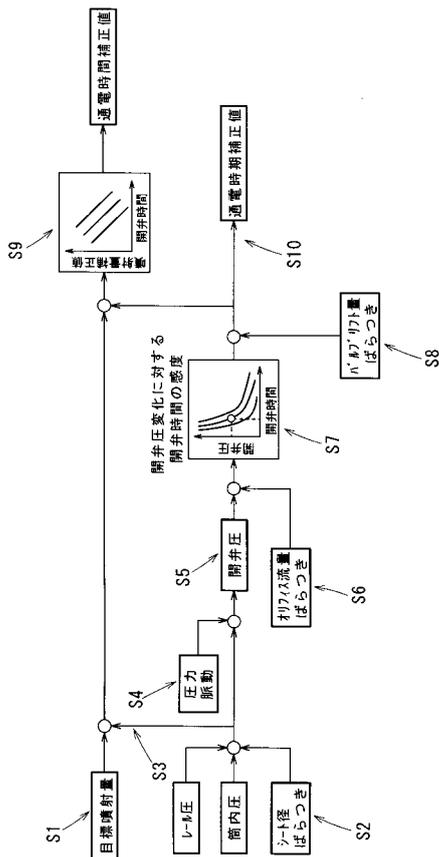
【符号の説明】

【0062】

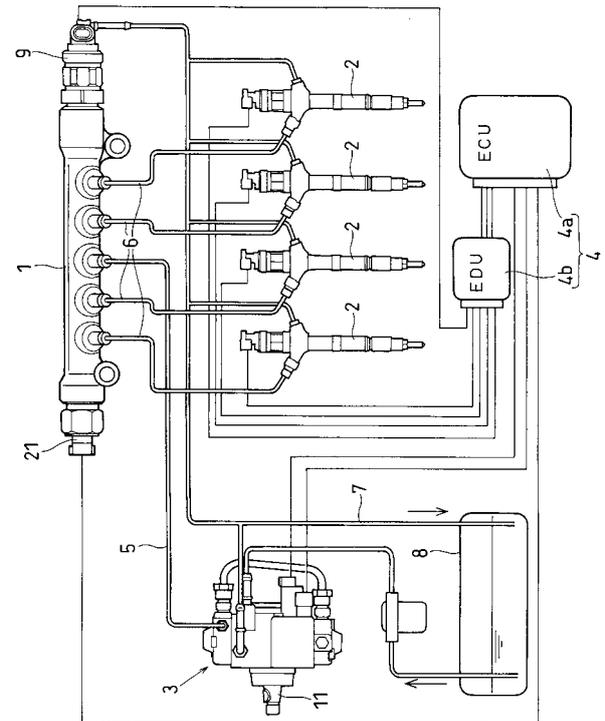
- 2 インジェクタ（2ウェイバルブ型インジェクタ）
- 4 a ECU（筒内圧設定手段、補正手段、開弁圧算出手段）
- 3 1 流入通路
- 3 2 排出通路
- 3 3 制御室
- 3 4 電磁弁（電動弁）
- 3 5 ニードル

20

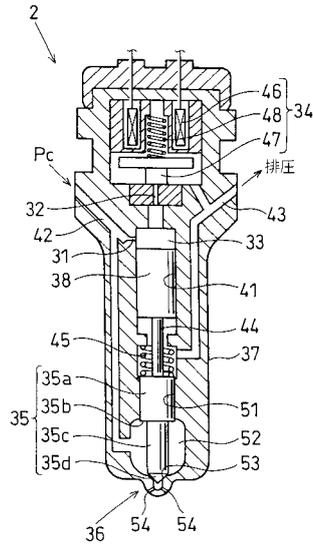
【図1】



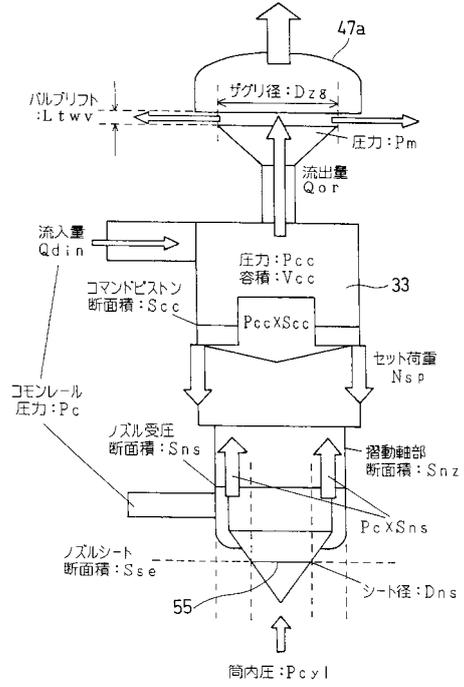
【図2】



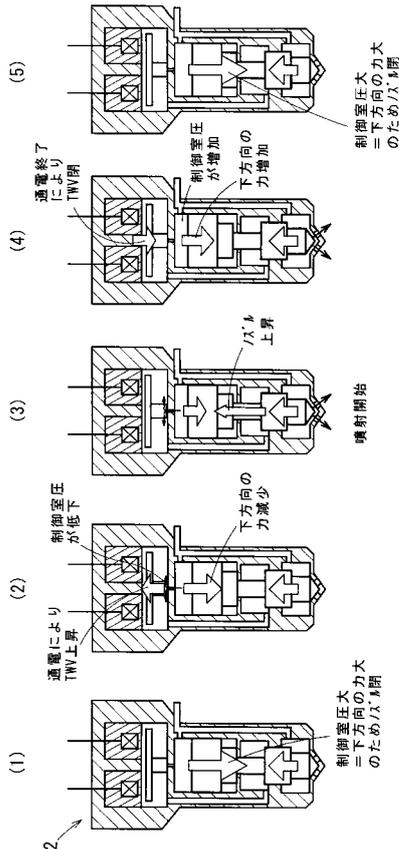
【図3】



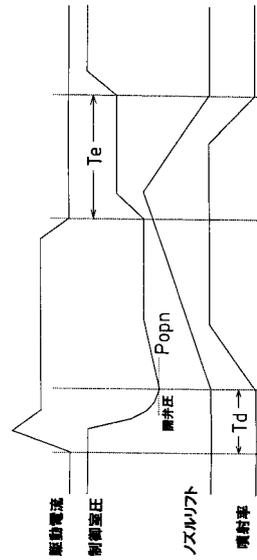
【図4】



【図5】

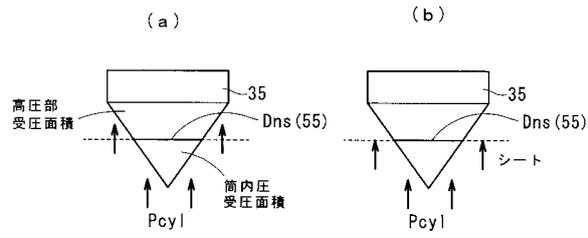


【図6】

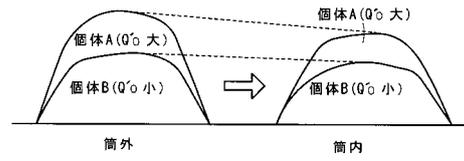




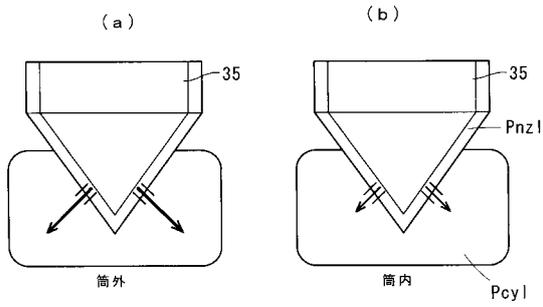
【図11】



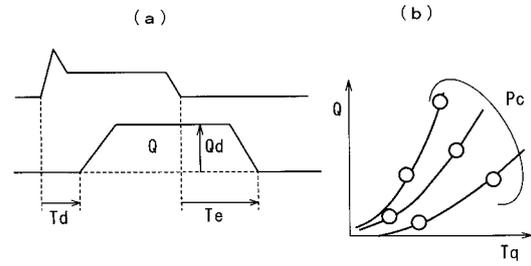
【図13】



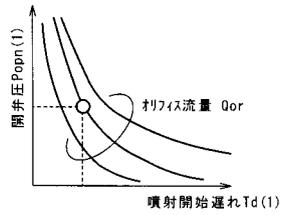
【図12】



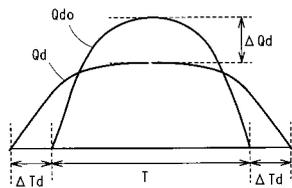
【図14】



【図15】



【図16】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
F 0 2 M 47/00 F  
F 0 2 M 51/00 F

審査官 小川 恭司

(56)参考文献 特開2005 - 120952 (JP, A)  
特開2005 - 337138 (JP, A)  
特開2005 - 180338 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F 0 2 D 4 1 / 4 0  
F 0 2 D 4 1 / 3 8  
F 0 2 D 4 5 / 0 0  
F 0 2 M 4 7 / 0 0  
F 0 2 M 5 1 / 0 0