

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4146018号  
(P4146018)

(45) 発行日 平成20年9月3日(2008.9.3)

(24) 登録日 平成20年6月27日(2008.6.27)

(51) Int. Cl.

F 1

<b>FO2M 57/02</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2M 57/02	310D
<b>FO2M 47/00</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2M 57/02	330G
<b>FO2M 51/00</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2M 47/00	F
<b>FO2M 61/10</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2M 51/00	B
<b>FO2M 61/20</b>	<b>(2006.01)</b>	FO2M 51/00	F

請求項の数 4 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-1826  
 (22) 出願日 平成11年1月7日(1999.1.7)  
 (65) 公開番号 特開2000-205083(P2000-205083A)  
 (43) 公開日 平成12年7月25日(2000.7.25)  
 審査請求日 平成14年4月22日(2002.4.22)  
 審判番号 不服2005-16545(P2005-16545/J1)  
 審判請求日 平成17年8月29日(2005.8.29)

(73) 特許権者 000006208  
 三菱重工業株式会社  
 東京都港区港南二丁目16番5号  
 (74) 代理人 100083024  
 弁理士 高橋 昌久  
 (74) 代理人 100137257  
 弁理士 松本 廣  
 (72) 発明者 金子 高  
 神奈川県相模原市田名3000番地 三菱  
 重工業株式会社相模原製作所内

合議体  
 審判長 早野 公恵  
 審判官 石井 孝明  
 審判官 柳田 利夫

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】

燃料をシリンダ内に噴射する噴孔を備えた燃料噴射ノズルと、該燃料噴射ノズルに往復摺動可能に嵌合された針弁と、該針弁を閉弁方向に押圧する針弁スプリングと、クランク軸に連動されるタペットにより本体を往復摺動せしめられプランジャ室内に供給された燃料を加圧し、燃料通路を経て前記針弁に送り、該針弁の下端部に作用させてこれを開弁するプランジャとを備えた燃料噴射装置において、

前記本体の下端部に前記針弁スプリングが収納されるスプリングケージを取付け、前記針弁の上面が臨み該針弁を閉弁方向に加圧する前記プランジャ室からの燃料である作動油が収容される油室を前記針弁スプリングが収納される室によって構成し、該油室と前記プランジャ室とをプランジャ軸方向に延びる連通路で接続し、該連通路の途中で分岐して排油路に接続される排出通路を設け、前記油室、連通路および排出通路を前記スプリングケージ内に形成し、さらに該排出通路を開閉する開閉弁及び該開閉弁を開閉制御する弁制御装置をそなえて該油室内の作動圧力を調整する圧力調整手段を前記スプリングケージ内に設け、前記針弁は該針弁の下端部に作用する燃料の圧力が前記針弁スプリングによる圧力と前記圧力調整手段によって調整される油室内の作動油圧力との和よりも大きくなったとき開弁し、かつ前記針弁スプリングによる圧力と油室内の作動油圧力との和が針弁の下端部に作用する燃料の圧力よりも大きくなったとき閉弁するように構成され、さらに、前記弁制御装置には前記燃料通路と排油路との間に設けられたポペット弁を駆動するソレノイド装置に開閉信号を出力して燃料噴射時期を制御するソレノイド制御部と、前記圧力調整

10

20

手段に開閉信号を出力して開弁圧力を制御する開弁圧制御部とを備え、前記開弁圧制御部は前記ポペット弁が閉じてから前記開閉弁が開くまでの時間を変化させることによって前記開弁圧力を制御するように構成したことを特徴とする燃料噴射装置。

【請求項 2】

前記圧力調整手段が圧電素子からなる請求項 1 記載の燃料噴射装置。

【請求項 3】

前記連通路は、前記排出通路との交叉部よりも前記プランジャ室側にある上部連通路と、該交叉部よりも前記油室側にある下部連通路よりなり、  
前記上部連通路の内径を  $d_1$ 、前記下部連通路の内径を  $d_2$ 、前記排出通路の内径を  $d_3$  としたとき、

$$d_2^2 > d_1^2$$

で、かつ、

$$d_3^2 > (d_1^2 + d_2^2)$$

に設定されてなる請求項 1 記載の燃料噴射装置。

【請求項 4】

前記連通路は、前記排出通路との交叉部よりも前記プランジャ室側にある上部連通路と、該交叉部よりも前記油室側にある下部連通路よりなり、  
前記上部連通路の内径を  $d_1$ 、長さを  $L_1$ 、前記下部連通路の内径を  $d_2$ 、長さを  $L_2$  としたとき、

$$\frac{d_1}{d_2}$$

のとき、

$$L_1 > L_2$$

に設定されてなる請求項 1 記載の燃料噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、燃料噴射弁の開弁圧を調整可能とした燃料噴射装置、特にソレノイド駆動のポペット弁によって燃料噴射時期を調整する電磁式ユニットインジェクタからなる燃料噴射装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

図 4 ~ 図 5 は、内燃機関用電磁式ユニットインジェクタの従来技術の一例を示し、図 4 はその要部縦断面図、図 5 は作動説明図である。

【0003】

図 4 において、3 は本体で、これのプランジャ孔 3 j にはプランジャ 1 が往復摺動自在に嵌合され、上部のタペット孔 5 a にはタペット 5 が往復摺動自在に嵌合されている。

前記プランジャ 1 は、タペット 5 の上端係合部に係合されて該タペット 5 とともに往復動するようになっている。6 は戻しスプリングで、上記プランジャ 1 及びタペット 5 を上方に戻すように付勢されている。

前記タペット 5 はロッカアーム（不図示）を介して燃料カム（不図示）に連結され、該燃料カムによってプランジャ 1 及びタペット 5 が一体で前記戻しスプリング 6 の弾力に抗して往復動するようになっている。

【0004】

3 a はプランジャ室で、前記プランジャ 1 の頂面が臨み、これに導入される燃料を加圧するようになっている。

1 1 は燃料噴射ノズル、9 はスプリングケージ、4 はスペーサであり、該燃料噴射ノズル 1 1 のノズルポデー 1 1 a、スプリングケージ 9 及びスペーサ 4 はノズルナット 7 を本体 3 の下部のねじにねじ込むことにより、該本体 3 に強固にかつ流体密に固定されている。

【0005】

10

20

30

40

50

前記本体 3 の、前記プランジャ 1 挿入用の孔 3 j の側方にはポペット弁孔 3 f が穿設され、該ポペット弁孔 3 f にはポペット弁 2 が往復動可能に嵌合されている。

3 g は前記ポペット弁孔 3 f の下方に連設された下部孔である。また、前記ポペット弁孔 3 f の上部にはポペット弁 2 の弁座 3 h が設けられている。

3 p は前記下部孔 3 g 内に形成された燃料溜で、該燃料溜 3 p は本体 3 の下面にボルト 2 b によって固定された蓋 1 8 及び下部孔 3 g によって区画形成されている。

#### 【 0 0 0 6 】

前記ポペット弁 2 の下方には移動制限機能を有する蓋 1 8 がボルトにより固定されている。前記蓋 1 8 の上面は前記下部孔 3 g とともに上記のように燃料溜 3 p を形成している。該燃料溜 3 p には本体 3 の下部の燃料溜 2 4 から本体内の供給通路 3 d を経て燃料が供給されるようになっている。この燃料は後述する排油通路 3 e を経て燃料タンク（不図示）へ排出されるようになっている。前記弁座 3 h の上部には排油溜 3 c が形成されており、前記燃料溜 3 p と排油溜 3 c の間には連通路 3 k が開けられ、両溜間の圧力が均等化されるようになっている。

10

#### 【 0 0 0 7 】

前記プランジャ室 3 a への燃料の出入りのための燃料通路 3 b は一端が前記ポペット弁孔 3 f の環状円錐形の弁座 3 h よりも所定距離下方に開口している。前記排油溜 3 c と前記燃料通路 3 b との間での燃料流はソレノイド作動の前記ポペット弁 2 により制御される。

3 e は排油孔で、前記連通路 3 k を介して前記燃料溜 3 p 及び排油溜 3 c に連通されている。

20

#### 【 0 0 0 8 】

前記ポペット弁 2 は円錐形の弁フェース 2 m をそなえ、摺動部 2 b と、上方に延びる弁軸部 2 c とにより形成されている。該摺動部 2 b の周囲にはポペット弁 2 の開閉運動時に燃料通路 3 b と排油溜 3 c を連通する環状溝 2 1 が本体 3 内に設けられている。前記ポペット弁 2 の弁軸部 2 c の上端面はアーマチュア室 1 3 a に開放され、該上端面には長方形のアーマチュア 1 3 が締付け固定されており、該アーマチュア 1 3 には、これの運動時に燃料を通過させるため複数の孔 2 3 が穿けられている。

#### 【 0 0 0 9 】

また、前記ポペット弁 2 は円錐形の弁フェース 2 m の上方に肩部を形成し、ここに下部ばね受け 2 6 が係合されている。該下部ばね受け 2 6 の上方にはポペット弁 2 を開放させる方向に付勢されたスプリング 1 5 と該スプリング 1 5 を固定し制限する上部ばね受け 2 7 とが設置されている。1 2 はソレノイドステータであり、該ソレノイドステータ 1 2 はソレノイドスペーサ 1 4 を介してボルト 2 2 により本体 3 に締付け固定されている。

30

#### 【 0 0 1 0 】

ソレノイドステータ 1 2 は、例えば合成樹脂材からなるソレノイドケース 1 2 d、ソレノイドコイル 1 2 c を保持するコイルボビン 1 2 b と磁気回路を構成する E 字形コア 1 2 a より構成されている。前記ソレノイドコイル 1 2 c と本体 3 の間には前記アーマチュア 1 3 が設置されている。図はポペット弁 2 が閉鎖した状態を示しており、この状態ではソレノイドステータ 1 2 とアーマチュア 1 3 の対向する作動面の間には最小隙間（0.05 mm ~ 0.3 mm 程度）が存在する。

40

#### 【 0 0 1 1 】

また、前記ポペット弁 2 の開放状態では、該ポペット弁 2 の下端面 2 a が蓋 1 8 の上面に当接している。該蓋 1 8 は前記ポペット弁 2 との当接状態において、該ポペット弁 2 の空洞部 2 p と燃料溜 3 p とを連通させる通路（孔もしくは溝）1 8 c を有する。

#### 【 0 0 1 2 】

前記ソレノイドコイル 1 2 c は一対の端子が接続されており、この端子には電気配線によりソレノイド制御装置 3 1（燃料噴射電子制御回路）及び電源に接続されている。また、該ソレノイド制御装置 3 1 には、エンジン回転速度、油温、給気圧等を検出する検出器 3 2 が接続されている。

#### 【 0 0 1 3 】

50

かかる従来の電磁式ユニットインジェクタにおいて、エンジンの運転中、燃料タンクからの燃料が、燃料ポンプ及び燃料パイプを経てシリンダヘッド内燃料供給通路より、本体3下部の燃料溜24に所定の比較的低い圧力で供給される。該燃料溜24に供給された燃料は、本体3内の供給通路3dを経て燃料溜3pに供給され、さらに排油路3eを経て、燃料タンクへ排出される。

【0014】

図5(A)はプランジャ1が下降している状態を示し、ポペット弁2が閉じるとプランジャ室3aに充填された燃料は加圧され、スパーサ4の燃料通路4aを通過して噴射ノズル11に嵌合された針弁10を開弁させ、燃料噴射が始まる。次いで図5(B)に示すように、ポペット弁2が開くと、プランジャ1により加圧されていたプランジャ室3a内の燃料は燃料通路3bへ押し出されて、燃料噴射は終了する。さらに図5(C)に示すように、プランジャ1が下降より上昇に転ずると、プランジャ室3aへ燃料通路3bを介して供給圧(通常 $1 \sim 6 \text{ Kg f / cm}^2$ )に加圧された燃料が流入し、充填され、これにより燃料噴射の1サイクルが終了する。

10

【0015】

図6には、図4～図5に示す従来の電磁式ユニットインジェクタのソレノイド制御装置によるポペット弁の開閉制御ブロック図である。

図6において、エンジン回転数、アクセル量(アクセル踏み込み量、あるいは燃料ラック移動量でも可)、給気圧力、水温、油温、排気温度等の各部温度は、夫々エンジン回転数検出器101、アクセル量検出器102、給気圧力検出器103、温度検出器104等によって検出され、ソレノイド制御装置31の入力装置106に受け入れられる。

20

【0016】

上記各検出信号は、入力装置106からソレノイド制御部108に入力される。

107は噴射時期設定部で、上記エンジン回転数、アクセル量等の運転状態と燃料噴射時期との関係が設定されている。

ROMは読み出し専用メモリ、RAMは読み出し、読み込み両用のメモリである。

【0017】

ソレノイド制御部108においては、前記運転状態の検出信号と前記噴射時期設定部に設定された燃料噴射時期とを突合せて、該運転状態の検出値に適合する燃料噴射時期を求め、該噴射時期に対応するポペット弁2の開閉時期を算出し、前記E字形コア12a、コイルボビン12b、ソレノイドコイル12c等からなるソレノイド装置12に出力する。

30

該ソレノイド装置12は、前記のようにして入力された開閉時期に従い、ポペット弁2を開閉制御する。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】

図4～図6に示すような従来技術に係る電磁式ユニットインジェクタにおいては、ソレノイド制御装置31に入力されるエンジン回転数、アクセル量等のエンジン運転状態の検出信号に基づき、該ソレノイド制御装置31において、上記運転状態に適合する燃料噴射時期を算出し、該噴射時期になるようにソレノイド装置12を介してポペット弁2を開閉制御している。

40

【0019】

一方、かかる従来技術においては、針弁10の開弁圧は針弁スプリング8のセット荷重によって一義的に求められており、エンジンの運転状態に無関係に一定となる。また、燃料噴射モード(噴射圧の変化状況)は、プランジャ1を駆動する燃料カム(不図示)の形状によって一義的に定まる。

【0020】

即ち、図9には、上記従来技術に係る電磁式ユニットインジェクタ(図4参照)のポペット弁2及び針弁10の作動線図を示しており、(A)は燃料カム(不図示)のカム速度、(B)はソレノイドステータ12におけるポペット弁制御電流、(C)はポペット弁2のリフト、(D)は噴射圧、(E)は針弁10のリフトである。

50

## 【 0 0 2 1 】

また  $t_1$  はポペット弁 2 の閉方向へのリフト始め、 $t_2$  はポペット弁 2 の閉止及び噴射圧  $P$  の上昇始め、 $t_3$  はソレノイド電流の整定期（低下時期）、 $t_4$  はソレノイド電流遮断、 $t_5$  はポペット弁 2 の閉止、 $t_6$  は針弁 10 のリフト始め、 $t_7$  は針弁閉止の時刻を夫々示す。

## 【 0 0 2 2 】

図 9 に示すように、かかる従来技術にあつては、 $t_2$  にてポペット弁 2 が閉じて噴射圧が上昇し始め、針弁 10 に作用するプランジャ室 3 a からの燃料の圧力が開弁圧  $P_1$  に達すると針弁 10 が開き、燃料噴射ノズル 11 から燃焼室（不図示）内に燃料が噴射されるが、針弁 10 の開弁圧は上記のように一定であり、噴射圧のモードは燃料カムによって一義的に定まるため、ポペット弁 2 による噴射時期を制御のみが可能であつて、噴射圧の制御は不可能であるため、エンジンの運転状態に対応して噴射圧を上昇させることは不可能となり、高圧噴射により、高い燃焼効率、及び燃料消費率の低下がなされたエンジンを得るのは困難となっている。

## 【 0 0 2 3 】

本発明はかかる従来技術の課題に鑑み、燃料噴射時期と噴射圧の制御を、双方を関連させて容易になし得、これによって高圧噴射を実現し、燃焼効率が向上され、燃料消費率の低下が実現できる燃料噴射装置を提供することを目的とする。

## 【 0 0 2 4 】

## 【課題を解決するための手段】

本発明はかかる課題を解決するため、請求項 1 記載の発明として、燃料をシリンダ内に噴射する噴孔を備えた燃料噴射ノズルと、該燃料噴射ノズルに往復摺動可能に嵌合された針弁と、該針弁を閉弁方向に押圧する針弁スプリングと、クランク軸に連動されるタペットにより本体内を往復摺動せしめられプランジャ室内に供給された燃料を加圧し、燃料通路を経て前記針弁に送り、該針弁の下端部に作用させてこれを開弁するプランジャとを備えた燃料噴射装置において、前記本体の下端部に前記針弁スプリングが収納されるスプリングケースを取付け、前記針弁の上面が臨み該針弁を閉弁方向に加圧する前記プランジャ室からの燃料である作動油が収容される油室を前記針弁スプリングが収納される室によって構成し、該油室と前記プランジャ室とをプランジャ軸方向に延びる連通路で接続し、該連通路の途中で分岐して排油路に接続される排出通路を設け、前記油室、連通路および排出通路を前記スプリングケース内に形成し、さらに該排出通路を開閉する開閉弁及び該開閉弁を開閉制御する弁制御装置をそなえて該油室内の作動圧力を調整する圧力調整手段を前記スプリングケース内に設け、前記針弁は該針弁の下端部に作用する燃料の圧力が前記針弁スプリングによる圧力と前記圧力調整手段によって調整される油室内の作動油圧力との和よりも大きくなったとき開弁し、かつ前記針弁スプリングによる圧力と油室内の作動油圧力との和が針弁の下端部に作用する燃料の圧力よりも大きくなったとき閉弁するように構成され、さらに、前記弁制御装置には前記燃料通路と排油路との間に設けられたポペット弁を駆動するソレノイド装置に開閉信号を出力して燃料噴射時期を制御するソレノイド制御部と、前記圧力調整手段に開閉信号を出力して開弁圧力を制御する開弁圧制御部とを備え、前記開弁圧制御部は前記ポペット弁が閉じてから前記開閉弁が開くまでの時間を変化させることによって前記開弁圧力を制御するように構成したことを特徴とする燃料噴射装置を提案する。

かかる発明によれば、ソレノイド制御部で燃料噴射時期の制御が、開弁圧制御部で開弁圧力の制御が可能となる。

開弁圧制御部において、エンジン運転状態の検出値と、該運転状態に対応する基準開弁圧とを突合せて該運転状態の検出値に適合する開弁圧になるような開閉弁の開閉時期を求めて圧力調整手段（例えば圧電素子）に出力する。該弁制御装置においては、前記開閉時期に開閉弁を開閉せしめる。

従つて、かかる発明によれば、エンジンの運転状態に対応して開閉弁の開閉時期を制御

10

20

30

40

50

することが可能となり、エンジンの運転状態に適合した開弁圧を得ることができ、エンジンの高出力域における高圧噴射を実現できる。

すなわち、開弁圧制御部は前記ポペット弁が閉じてから前記開閉弁が開くまでの時間を变化させることによって前記開弁圧力を調整して燃料噴射圧力を制御することが可能となる。

【0025】

【0026】

【0027】

【0028】

また好ましくは、請求項2に記載のように、前記圧力調整手段は圧電素子からなる。

10

【0029】

かかる発明によれば、針弁の上面が臨む油室内に加圧された作動油が導入され、この作動油の圧力が針弁の上面に該針弁の閉弁方向に作用することにより、針弁の開弁圧は前記油室内の圧力と針弁スプリングのセット荷重による圧力との和となり、従来技術に較べて高い開弁圧となる。

【0030】

該開弁圧は、圧力調整手段によって開閉弁の開閉時期を变化させることにより、油室内の圧油の排油時期を变化させて調整する。

【0031】

また、前記油室内の作動油を排出して油室内の圧力を解放すれば、従来技術と同様な針弁スプリングのセット荷重のみによって開弁圧の設定も可能となる。

20

【0032】

これによって燃料噴射弁の噴射圧が上昇して噴霧の微粒化が促進されて燃焼効率が向上し、黒煙の発生が低減される。

【0033】

【0034】

【0035】

【0036】

【0037】

【0038】

30

請求項3記載の発明は、前記連通路は、前記排出通路との交叉部よりも前記プランジャ室側にある上部連通路と、該交叉部よりも前記油室側にある下部連通路よりなり、前記上部連通路の内径を  $d_1$ 、前記下部連通路の内径を  $d_2$ 、前記排出通路の内径を  $d_3$  としたとき、

$$d_2^2 > d_1^2$$

で、かつ、

$$d_3^2 > (d_1^2 + d_2^2)$$

に設定されてなる。

【0039】

さらに請求項4記載の発明は、前記連通路は、前記排出通路との交叉部よりも前記プランジャ室側にある上部連通路と、該交叉部よりも前記油室側にある下部連通路よりなり、前記上部連通路の内径を  $d_1$ 、長さを  $L_1$ 、前記下部連通路の内径を  $d_2$ 、長さを  $L_2$  としたとき、

40

$$d_1 > d_2$$

のとき、

$$L_1 > L_2$$

に設定されてなる。

【0040】

かかる発明によれば、油室内に圧油を供給することにより、開弁圧を上昇させた後、開閉弁を開放すると、前記上部連通路の直径  $d_1$  あるいは長さ  $L_1$  と下部連通路の直径  $d_2$  あ

50

るいは長さ $L_2$ との関係が上記のように設定されているので、上部連通路の流路抵抗が下部連通路よりも大きくなり、かつ、排出通路の通路面積が上部、下部連通路のそれよりも大きく構成されているので、油室内の圧油を円滑に排出通路から排出することができ、開弁圧の制御を正確にかつ高い応答性で以てなすことができる。

【0041】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の好適な実施形態を例示的に詳しく説明する。但しこの実施形態に記載されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は特に特定の記載がないかぎり、この発明の範囲をそれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

10

【0042】

図1は本発明の実施形態に係る電磁式ユニットインジェクタの縦断面図、図2は針弁の開弁圧調整部の拡大断面図、図3はポペット弁の開閉及び開弁圧の制御ブロック図である。

【0043】

図1～図2において、3は本体で、これのプランジャ孔3jにはプランジャ1が往復摺動自在に嵌合され、上部のタペット孔5aにはタペット5が往復摺動自在に嵌合されている。前記プランジャ1は、タペット5の下端係合部の係合溝5bに上下を拘束されて該タペット5とともに往復動するようになっている。

20

【0044】

6は戻しスプリングで、上記プランジャ1及びタペット5を上方に戻すように付勢されている。

前記タペット5はロッカアーム(不図示)を介して燃料カム(不図示)に連結され、該燃料カムによってプランジャ1及びタペット5が一体で前記戻しスプリング6の弾力に抗して往復動するようになっている。

【0045】

3aはプランジャ室で、前記プランジャ1の頂面が臨み、これに導入される燃料を加圧するようになっている。

3bは前記本体3に穿設された燃料通路で、前記プランジャ室3aに連通されている。

3dは前記本体3に設けられた燃料の供給通路で、その開口部が前記プランジャ1により開閉されるようになっている。

30

11は燃料噴射ノズルで、ノズルボデー11aと該ノズルボデー11a内に往復摺動自在に嵌合された針弁10からなる。

前記ノズルボデー11aの先端部には燃料溜11c及び燃料噴射用の複数の噴孔11bが設けられている。10aは、下端が該燃料溜11cに開口される燃料通路である。

【0046】

9はスプリングケージ、4はスペーサであり、該スプリングケージ9、スペーサ4及び前記ノズルボデー11aはノズルナット7aによって前記本体3の下部に螺着されて、前記各部材間の接合面35、36を流体密に圧接している。

【0047】

40

8は前記スプリングケージ9内に収納された針弁スプリングで、前記本体3の下面と前記針弁10の頭部に当接されるばね受8aとの間に介装され、所定のセット荷重(取付荷重)、即ち後述するような前記針弁10の開弁圧に相当するセット荷重で以て取付けられている。

10aは前記スプリングケージ9内に穿設された燃料通路で、下端が前記ノズルボデー11a内の燃料通路10aに連通されるとともに、上端が前記プランジャ室3aに連通されている。

【0048】

前記本体3の、前記プランジャ1が嵌合されるプランジャ孔3jの側方にはポペット弁孔3fが設けられ、該ポペット弁孔3fには中空の弁ケース30が挿入されている。

50

37はスプリングケースで、前記本体3のポペット弁孔3fの上部のねじ部に螺合されて、前記弁ケース30をその上下接合面39, 38にて流体密になるように押し込んでいる。

【0049】

2はポペット弁で、前記弁ケース30の内周に往復摺動自在に嵌合されるとともに、円錐形の弁フェース2mを備え、該弁フェース2mと該弁ケース30のシート部3hとが当接されたとき閉弁し、該弁フェース2mとシート部3hとが離れたとき開弁するようになっている。

【0050】

15は前記ポペット弁2の戻し用のスプリングで、前記スプリングケース37に形成された排油溜3c内に収納され、該スプリングケース37の支持面と前記ポペット弁2の支持面2hとの間に介装され、該ポペット弁2を開弁する方向に付勢されている。

2nは前記ポペット弁2の外周に形成された燃料溝、30bは前記ポペット弁2のシート部3hと弁フェース2mとのシート部に連なる燃料溝で、双方の燃料溝2nと30bとの間を前記ポペット弁2の開閉によって連通あるいは遮断するようになっている。

【0051】

3bは前記本体3に設けられた燃料通路、30cは前記弁ケース30に設けられ、前記燃料溝30bに連通される燃料通路で、双方の燃料通路30c, 3bは前記プランジャ室3aに連通されている。

【0052】

また、30eは前記弁ケース30に円周方向に沿って複数個設けられた排油路で、該排油路30eは本体3に設けられた排油路(排油出口)3eに連通されている。

前記排油路3e, 30e及びスプリング15が収納される排油溜3cは微小通路を介して後述するアーマチュア室13aに連通され、ポペット弁2に不要な残圧が掛からないようにしている。

【0053】

前記ポペット弁2の上方に延びる弁軸部2cの上端部には磁性体からなるアーマチュア13がナット2qによって固着されている。

該アーマチュア13は、例えばアルミ等の非磁性材料からなるスペーサ14に形成された前記アーマチュア室13a内に収納されている。

【0054】

12はソレノイド装置で、次のように構成されている。12aは、例えば合成樹脂材等の非電導材料からなるソレノイドケースで、前記スペーサ14とともに前記本体3の上面に複数のボルト(不図示)によって固着されている。

14はスペーサ、12aはE字形コアで、該E字形コア12aの内部にはソレノイドコイル12cを保持するコイルボビン12bが収納されて磁気回路を構成している。

図1は前記ソレノイドコイル12cの電流が遮断され、スプリング15の弾力でポペット弁2が開弁している状態を示している。

【0055】

前記ソレノイドコイル12cには、図3に示す制御装置100のソレノイド制御部108からの制御信号が入力されるようになっている(詳細は後述する)。

【0056】

また、前記針弁スプリング8が収納される室は油室40となっており、該油室40は下部連通路45及び上部連通路44を介して前記プランジャ室3aに連通されている。

そして、該上部連通路44と下部連通路45との接続部からは排出通路46が分岐され、該排出通路46は後述する開閉弁41を介して排油路47に接続されている。

【0057】

図2に示すように、前記上部連通路44、下部連通路45及び排出通路46の直径を夫々 $d_1$ ,  $d_2$ ,  $d_3$ とすると、これらの大きさの関係は次のように設定されている。

$$d_2^2 > d_1^2$$

10

20

30

40

50

で、かつ、

$$d_3^2 > (d_1^2 + d_2^2) \quad \dots\dots (1)$$

【0058】

あるいは、上記(1)式に代えて、前記上部連通路44の長さを $L_1$ 、下部連通路45の長さを $L_2$ とすると、上記 $d_1$ 、 $d_2$ として、 $L_1 > L_2$ のように構成してもよい。

【0059】

図1、図2において、41は前記排出通路46を開閉する球形弁からなる開閉弁、42は該開閉弁41を開閉駆動する圧電素子、43は該圧電素子42を取付けるためのプラグである。

後述する圧力調整手段116(図3参照)を構成する前記圧電素子42は周知の部材で、電圧に応じて伸縮することにより、これに取付けられた前記開閉弁41を開閉するものであり、後述する制御装置100から制御電圧が供給されるようになっている。

【0060】

尚、前記圧電素子42に代えて、次の手段によって前記開閉弁41を開閉するようにしてもよい。

その第1の手段は、磁歪素子に前記開閉弁41を取付け、外部から該磁歪素子に与える磁力を変化させることにより、その長さを変化させ、前記開閉弁41を開閉するように構成する。

【0061】

また、第2の手段は、前記開閉弁41をソレノイドによって開閉できる弁に構成し、該ソレノイドに通電あるいは遮断することにより、該開閉弁を開閉するように構成する。

【0062】

かかる構成からなる電磁式ユニットインジェクタを備えたエンジンの運転時において、燃料ポンプ及び燃料パイプを経てシリンダヘッド内燃料供給通路より本体3下部の燃料溜24に所定の比較的低い圧力(1~6Kgf/cm<sup>2</sup>程度)で燃料が供給される。該燃料溜24に供給された燃料は、本体3内の供給通路3dに導かれる。

【0063】

そして、前記タペット5の戻し用のスプリング6の弾力により、該タペット5を介してプランジャ1が上昇して、該プランジャ1の下端縁が供給通路3dを開き、かつ後述するようにソレノイド装置12とアーマチュア13との共働によりポペット弁2が開かれると、該供給通路3d内の燃料がプランジャ室3a内に導入される。

【0064】

次に図1~図4を参照して、ソレノイド装置12、及びこれによって駆動されるポペット弁2の作動を説明するに、後述する制御装置100からの制御信号によってソレノイドコイル12cが通電されると、電圧 $V_1$ によりソレノイド磁気回路に磁束が発生し、ソレノイド装置12とアーマチュア13との間に電磁吸引力 $F_c$ が発生するが該電磁吸引力 $F_c$ がポペット弁2のスプリング15のセット荷重よりも大きくなるとアーマチュア13とポペット弁2の結合体は上方へ動き出さない。

【0065】

時刻 $t_2$ に前記電磁吸引力 $F_c$ がスプリング15のセット荷重より大きくなると図5(c)に示すように、アーマチュア13がソレノイド装置12側の吸引力 $F_c$ によって吸引され、ポペット弁2は上昇(リフト)し、時刻 $t_3$ になると該ポペット弁2の弁座3hに着座し、弁開口部は閉鎖される。

その後、ソレノイドコイル12cの駆動電圧は、図5(a)に示すように、ポペット弁2を閉鎖保持するに必要な電圧 $V_2$ へ低下せしめられる。

【0066】

一方、プランジャ1は、タペット5を介して下降せしめられており、該プランジャ1の下端面 $3a_1$ が前記供給通路3dを閉じ、さらに前記のようにしてソレノイドコイル12cが通電されてアーマチュア13がE字形コア12aに吸引されてポペット弁2が閉じると、プランジャ室3a及びこれに通ずる燃料通路3b, 30c, 10a及び燃料溜11c

10

20

30

40

50

等は密閉となって圧力が上昇する。

そして該圧力、即ち燃料溜 1 1 c 内の圧力が、後述するように前記油室 4 0 内の油圧と針弁スプリング 8 のセット荷重による圧力との和に打ち勝つと、該針弁 1 0 が開弁し、プランジャ室 3 a 内から燃料通路 1 0 a を経て燃料溜 1 1 c に導かれていた燃料が噴孔 1 1 b からエンジンの燃焼室（不図示）内に噴射される。

【 0 0 6 7 】

次に図 3 に示す制御ブロック図を参照して、この実施形態に係る電磁式ユニットインジェクタにおけるポペット弁 2 の開閉制御及び針弁 1 0 の開弁圧の制御について説明する。

図 3 において、エンジン回転数、アクセル量（アクセル踏み込み量、あるいは燃料ラック移動量でも可）、給気圧力、水温、油温、排気温度等の各部温度は、夫々エンジン回転数検出器 1 0 1、アクセル量検出器 1 0 2、給気圧力検出器 1 0 3、温度検出器 1 0 4 等によって検出され、制御装置 1 0 0 の入力装置 1 0 6 に受け入れられる。

10

【 0 0 6 8 】

前記各検出信号は入力装置 1 0 6 からソレノイド制御部 1 0 8 及び開弁圧制御部 1 1 4 に入力される。

1 0 7 は噴射時期設定部で、上記エンジン回転数、アクセル量等の運転状態と燃料噴射時期との関係が設定されている。

R O M は読み出し専用メモリ、R A M は読み出し、読み込み両用のメモリである。

【 0 0 6 9 】

前記ソレノイド制御部 1 0 8 においては、図 6 に示す従来技術と同様に前記運転状態の検出信号と前記噴射時期設定部に設定された燃料噴射時期と突合せて、該運転状態の検出値に適合する燃料噴射時期を求め、該噴射時期に対応するポペット弁 2 の開閉時期を算出し、前記 E 字形コア 1 2 a、コイルボビン 1 2 b、ソレノイドコイル 1 2 c 等からなるソレノイド装置 1 2 に出力する。

20

該ソレノイド装置 1 2 は前記のようにして入力された開閉時期に従い、ポペット弁 2 を開閉制御する。

【 0 0 7 0 】

一方、1 1 5 は開弁圧設定部で、上記エンジン回転数、アクセル量等のエンジン運転状態と針弁 1 0 の開弁圧との関係が設定されている。

前記開弁圧制御部 1 1 4 においては、前記入力装置 1 0 6 を経て入力された運転状態の検出信号と前記開弁圧設定部 1 1 5 に設定されている運転状態に対応する基準開弁圧とを突合せて、該運転状態の検出値に適合する開弁圧になるような開閉弁 4 1 の開閉時期を求め、圧電素子 4 2 の電圧として圧力調整手段 1 1 6 に入力する。

30

【 0 0 7 1 】

圧力調整手段 1 1 6 においては、これに入力された電圧値を圧電素子 4 2 に与える。該圧電素子 4 2 は、上記電圧値に従い伸縮して、前記開閉弁 4 1 の開度を変化させる。

【 0 0 7 2 】

ここで、前記のように油室 4 0 にはプランジャ室 3 a から上部連通路 4 4 及び下部連通路 4 5 を経て燃料が導入されており、前記のようにしてプランジャ 1 の下降中ポペット弁 2 が閉じ、さらに前記開閉弁 4 1 が閉じるとプランジャ室 3 a 内の高圧燃料が上部、下部連通路 4 4、4 5 を経て導入されて針弁 1 0 の上面に作用し、該針弁 1 0 を閉弁方向に押圧する。

40

即ち、前記ポペット弁 2 及び開閉弁 4 1 の双方の開弁時には、前記油室 4 0 にはオリフィス機能を有する最小径 ( $d_1 < d_2$ ) の上部連通路 4 4 の面積  $= (d_1^2) / 4$  で決まる油圧  $P_1$  が発生し、この油圧  $P_1$  と針弁スプリング 8 の開弁圧  $P$  との合力が、針弁 1 0 の開弁圧となり、高い噴射圧が得られる。

【 0 0 7 3 】

また、前記開弁圧制御部 1 1 5 からの開弁圧制御信号に基づく電圧が減少して、圧力調整手段 1 1 6 によって圧電素子 4 2 が収縮せしめられ、開閉弁 4 1 が開弁すると、上部連通路 4 4、下部連通路 4 5 及び排出通路 4 6 の面積の関係が前記 ( 1 ) 式のように設定さ

50

れているので、油室 40 内の圧油は下部連通路 45 から排出通路 46 に入り、開閉弁 41 を通って排油路 47 に円滑に排出される。

これにより、針弁 10 の開弁圧は針弁スプリング 8 のセット荷重による開弁圧（従来技術と同様な開弁圧）に低下せしめられる。

【0074】

次に、図 7～図 8 に示すタイムチャートにおいて、(A) は燃料カム（不図示）の速度、(B) はソレノイド装置 12 により出力されるソレノイド制御電流、(C) はポペット弁 2 のリフト、(D) は圧電素子 42 からなる圧電アクチュエータの変位、(E) は噴射圧、(F) は針弁リフトの時間変化を夫々示す。

【0075】

図 7 において、ポペット弁 2 が開、開閉弁 41 が閉の状態から、時刻  $t_1$  にて前記ソレノイド制御部 108 からの制御信号によりソレノイド装置 12 が通電されてアーマチュア 13 を吸引し、ポペット弁 2 が閉弁方向に上動し始める。このときソレノイド装置 12 に供給される電圧は  $V_1$  となる。そして時刻  $t_2$  において、ポペット弁 2 が閉弁し、プランジャ室 3a 側が密閉され、(E) に示す噴射圧の上昇が始まる。

【0076】

この時、前記開弁圧制御部 114 からの制御信号による圧電素子 42 からなる圧電アクチュエータの伸張によって開閉弁 41 は閉弁しており、プランジャ 1 の下降に従い燃料圧力（噴射圧  $P$ ）が上昇するとともに、前記開閉弁 41 の閉弁によって密閉された油室 40 内に前記プランジャ室 3a 内の圧油が上部連通路 44 及び下部連通路 45 を通って該油室 40 内に供給され、該油室 40 内の圧力も前記プランジャ 1 の下降に従い上昇する。

【0077】

この際において、プランジャ室 3a 内の燃料は、上記のように、上部連通路 44 の通路面積が下部連通路 45 の通路面積よりも小さく、即ち、 $d_1^2 < d_2^2$  となるように形成されているため、上部連通路 44 のオリフィス効果によって決まる流量及び圧力で以て、油室 40 内に供給されることとなる。

【0078】

そして、該油室 40 内の油圧は前記針弁 10 の上面に閉弁方向に作用し、これによって該針弁 10 の開弁圧  $P$  は針弁スプリング 8 のセット荷重による圧力  $P_1$  と前記油室 40 内の油圧  $P_2$  との和： $P = P_1 + P_2$  となり、針弁スプリング 8 のみの場合（ $P_1$ ）よりも高い開弁圧となり、噴射圧が上昇する。

【0079】

次いで前記ポペット弁 2 の閉弁後期間  $t_0$  を経た時刻  $t_6$  において、前記開弁圧制御部 114 が圧力調整手段 116 に開閉弁 41 の開信号を出力し、該圧力調整手段 116 が (D) に示す圧電素子 42 からなる圧電アクチュエータを収縮せしめて開閉弁 4 が開弁されると (F) に示す針弁 10 が開弁を始め、針弁リフトが大きくなり、燃料溜 11c 内の燃料は燃焼室（不図示）内に噴射される。

【0080】

かかる開閉弁 41 の開弁時において、前記のように排出通路 46 の通路面積が上部連通路 44 の通路面積と下部連通路 45 の通路面積の和よりも大きく、即ち、 $d_3^2 > (d_1^2 + d_2^2)$  であり、かつ下部連通路 45 の通路面積が上部連通路 44 のそれよりも大きい、即ち  $d_2^2 > d_1^2$  であり、あるいは前記上部連通路 44 の長さ  $L_1$  と下部連通路の長さ  $L_2$  との関係が  $L_1 > L_2$  ( $d_1$ 、 $d_2$  として) であるため、上部連通路 44 の流路抵抗が下部連通路 45 のそれよりも大きくなることから、油室 40 内の圧油は下部連通路 44 を通って排出通路 46 に円滑に流出することが可能となり、プランジャ室 3a 側が上記圧油の流動抵抗となることはない。

【0081】

前記のようにして、開閉弁 41 が開弁して油室 40 内の圧油が排油路 47 側に排出されると、油室 40 内の油圧は針弁 10 に作用しなくなり、該針弁 10 は従来技術と同様に、針弁スプリング 8 のセット荷重によって開閉されることとなる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 2 】

また、時刻  $t_3$  になると、前記ソレノイド制御部 108 はソレノイド装置 12 への制御電圧を  $V_2$  に減じて、該ポペット弁 2 を閉弁状態に維持せしめる。

## 【 0 0 8 3 】

さらに時刻  $t_4$  において、前記ソレノイド装置 12 の電流が遮断されると、ポペット弁 2 はアーマチュア 13 とともにスプリング 15 の弾力によって下動して、時刻  $t_5$  において全開となる。

さらに時刻  $t_7$  において、圧電アクチュエータ（圧電素子 42）が伸張して開閉弁 41 が閉弁し、また前記ポペット弁 2 の開弁によって噴射圧は減少し、時刻  $t_8$  において、針弁 10 が閉弁して噴射が終了する。

10

## 【 0 0 8 4 】

従って、かかる実施形態によれば開弁圧制御部 114 により、ポペット弁 2 が閉じてから開閉弁 41 が開くまでの期間  $t_0$  を変化させることにより、開弁圧を変化させることが可能となる。

## 【 0 0 8 5 】

また図 7 ~ 図 8 に示すように、開閉弁 41 の開弁後、時刻  $t_{10}$  において、圧電アクチュエータを伸張させて開閉弁 41 を閉弁させ、期間  $t_{12}$  経過後の時刻  $t_{11}$  に開弁させると、(F) に示すように針弁 10 が  $t_{13}$  で閉弁した後、 $t_{14}$  で開弁するという 2 段噴射が可能となり、噴射圧は、図 7 の  $Ps_1$  及び図 8 の  $Ps_2$  のように前記 1 段噴射の場合よりも高くすることができる。

20

## 【 0 0 8 6 】

即ち、図 8 は図 7 の場合に較べて、ポペット弁 2 の閉弁時： $t_2$  から開閉弁 41 の開弁時（=針弁 10 の開弁時） $t_6$  までの期間  $t_0$  が小さい場合を占めているが、両図から明らかなように、上記期間  $t_0$  を図 7 のように大きくするとポペット弁 2 の閉弁後における油室 40 内の圧力上昇が大きくなって開弁圧が上昇し、また図 8 のように上記期間  $t_0$  を小さくすると、開閉弁 41 の開時期が早くなるため、開弁圧は図 7 の場合よりも小さくなる。

## 【 0 0 8 7 】

## 【 発明の効果 】

以上記載のごとく、本発明によれば、油室内に加圧された作動油を導き、該作動油の圧力を針弁に加えることにより、針弁の開弁圧を針弁スプリングのセット荷重による圧力に前記作動油の圧力を加えた圧力に上昇させることができ、該開弁圧を上昇させ、高い噴射圧での燃料噴射をなすことができ、これによって噴霧の微粒化が促進され、黒煙の発生が防止されて、燃焼を改善することができる。

30

## 【 0 0 8 8 】

また、本発明によれば、ポペット弁の開時期と油室を開閉するための開閉弁の開閉時期との時間差を変化させることによって開弁圧の調整が可能となり、エンジンの運転状態に適合した開弁圧を得ることができる。

すなわち、開弁圧制御部は前記ポペット弁が閉じてから前記開閉弁が開くまでの時間を  
変化させることによって前記開弁圧力を調整して燃料噴射圧力を制御することが可能となる

40

## 【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の第 1 実施形態に係る電磁式ユニットインジェクタの縦断面図である。

【 図 2 】 上記実施形態における針弁の開弁圧調整部の拡大断面図である。

【 図 3 】 上記実施形態におけるポペット弁の開閉時期及び開弁圧の制御ブロック図である。

【 図 4 】 従来技術に係る電磁式ユニットインジェクタの縦断面図である。

【 図 5 】 従来技術におけるポペット弁の作動説明図である。

【 図 6 】 従来技術に係る電磁式ユニットインジェクタのポペット弁の開閉制御ブロック図である。

50

【図7】 本発明の実施形態における燃料噴射特性線図（その1）である。

【図8】 本発明の実施形態における燃料噴射特性線図（その2）である。

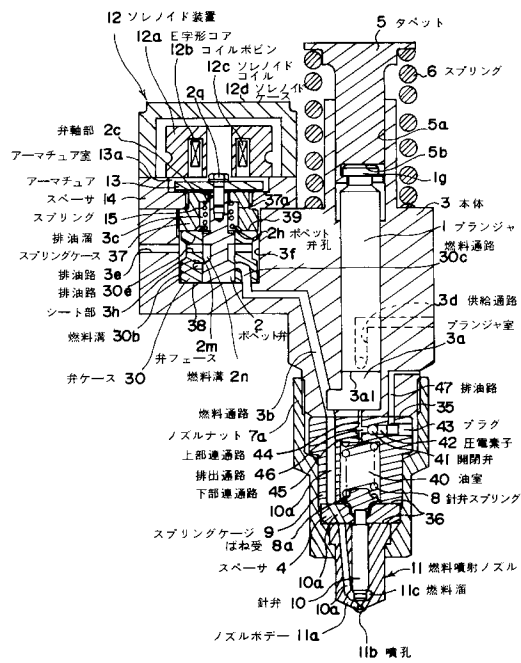
【図9】 従来技術における図7～図8対応図である。

【符号の説明】

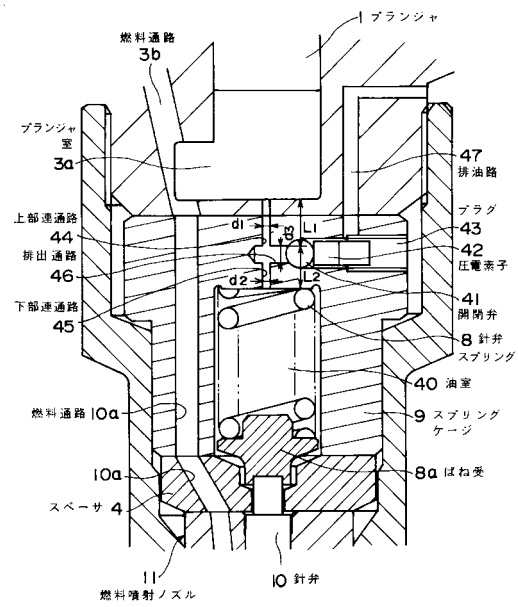
1	プランジャ	
2	ポペット弁	
3	本体	
3 a	プランジャ室	
3 b	燃料通路	
3 c	排油溜	10
3 e	排油路	
3 f	ポペット弁孔	
5	タペット	
6	戻しスプリング	
7 a	ノズルナット	
8	針弁スプリング	
9	スプリングケース	
1 0	針弁	
1 0 a	燃料通路	
1 1	燃料噴射ノズル	20
1 1 a	ノズルボデー	
1 1 b	噴孔	
1 1 c	燃料溜	
1 2	ソレノイド装置	
1 2 a	E字形コア	
1 2 b	コイルボビン	
1 2 c	ソレノイドコイル	
1 2 d	ソレノイドケース	
1 3	アーマチュア	
1 3 a	アーマチュア室	30
1 4	スペーサ	
1 5	スプリング	
3 0	弁ケース	
3 0 b	燃料溝	
3 0 c	燃料通路	
3 2	スプリング	
3 2 a	スプリング室	
3 7	スプリングケース	
4 0	油室	
4 1	開閉弁	40
4 2	圧電素子	
4 3	プラグ	
4 4	上部連通路	
4 5	下部連通路	
4 6	排出通路	
4 7	排油路	
1 0 0	制御装置	
1 0 1	エンジン回転数検出回路	
1 0 2	アクセル量検出器	
1 0 3	給気圧力検出器	50

- 104 温度検出器
- 108 ソレノイド制御部
- 114 開弁圧制御部
- 116 圧力調整手段

【図1】

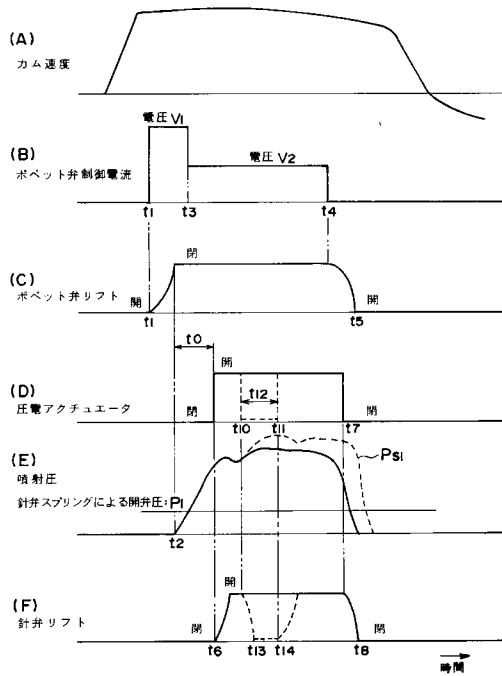


【図2】

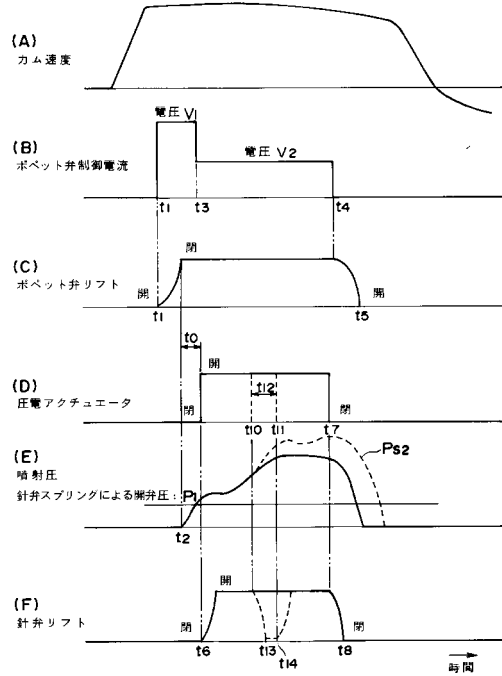




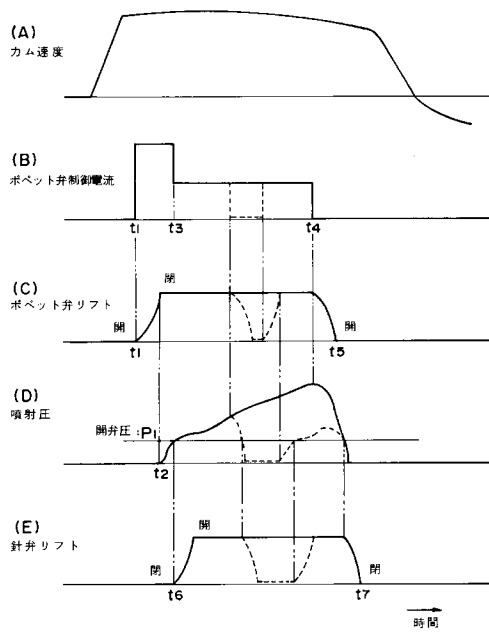
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
F 0 2 M 61/10 F  
F 0 2 M 61/20 N

(56)参考文献 特開平 1 0 - 1 4 8 1 6 7 ( J P , A )  
実開昭 5 6 - 3 1 6 5 6 ( J P , U )  
特開平 8 - 1 5 8 9 8 6 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 2 3 8 4 3 1 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
F02M 57/02, F02M 47/00, F02M 51/00,  
F02M 61/10 - 61-20