

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5361701号
(P5361701)

(45) 発行日 平成25年12月4日(2013.12.4)

(24) 登録日 平成25年9月13日(2013.9.13)

(51) Int.Cl.	F I
FO2M 45/08 (2006.01)	FO2M 45/08 Z
FO2M 47/00 (2006.01)	FO2M 47/00 A
FO2M 51/00 (2006.01)	FO2M 47/00 F
FO2M 61/16 (2006.01)	FO2M 51/00 F
	FO2M 61/16 D

請求項の数 18 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2009-291996 (P2009-291996)	(73) 特許権者	502274059
(22) 出願日	平成21年12月24日(2009.12.24)		シー・アール・エフ・ソチエタ・コンソル
(65) 公開番号	特開2010-156326 (P2010-156326A)		ティーレ・ベル・アツィオニ
(43) 公開日	平成22年7月15日(2010.7.15)		C. R. F. SOCIETA 'CONS
審査請求日	平成23年8月29日(2011.8.29)		ORTILE PER AZIONI
(31) 優先権主張番号	08425817.7		イタリア国、10043 オルバッサノ、
(32) 優先日	平成20年12月29日(2008.12.29)		ストラータ・トリノ 50
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)	(74) 代理人	100114627
			弁理士 有吉 修一朗
		(72) 発明者	マリオ・リッコ
			イタリア国、70010 カッサマッシマ
			、ヴィア・バーリ6、パルコ・デイ・プリ
			ンチピ、ロット39

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動作の再現性および安定性に優れた内燃機関用燃料噴射装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

動作の再現性および安定性に優れた内燃機関用の燃料噴射装置であって、

燃料を供給され、かつ対応する弁座と協働する開閉エレメント(47、84)によって開閉されることを意図した排出通路(42a)を有し、かつ、噴射する燃料の流量調節を制御する制御チャンバ(26)を備えた流量調節サーボ弁(5)によって制御される少なくとも1つの燃料噴射器(1)と、

前記開閉エレメント(47、84)を弁閉鎖位置において前記弁座と係合させる弾性手段(23)と、

該弾性手段(23)の動作に反抗して前記開閉エレメント(47、84)に作用して前記排出通路(42a)を開放する電気アクチュエータ(15)と、を備えた燃料噴射装置であり、

前記燃料噴射装置は、前記電気アクチュエータ(15)を制御する制御ユニット(100)であって、燃料噴射フェーズにおいて、少なくともパイロット燃料噴射を実行するように前記開閉エレメント(47、84)を作動させる第1の電気的コマンド(S₁)と、主燃料噴射を実行するように前記開閉エレメント(47、84)を作動させる第2の電気的コマンド(S₂)と、を供給することを意図した制御ユニットを備え、前記電気的コマンド群(S₁、S₂)は、前記パイロット燃料噴射との連続性の分離がない状態で前記主燃料噴射を始めるように、第1の電気的コマンド(S₁)の終了時間(T₂)と、第2の電気的コマンド(S₂)の開始時間T₃との間の時間(T₃-T₂)である電気的休止時

10

20

間(DT)によって離間されており、

燃料噴射フェーズにおけるパイロット燃料噴射および主燃料噴射のときに噴射される燃料の総量(Q)が実質的に一定である所定の時間範囲内に前記電氣的休止時間があるように、前記電氣的休止時間が選択される

燃料噴射装置。

【請求項2】

前記所定の時間範囲が80~100μsである

請求項1に記載の燃料噴射装置。

【請求項3】

前記開閉エレメント(47、84)が、関連する電氣的コマンド(S₁、S₂)の終了に対して事前に設定した時間だけ遅延して前記閉鎖ストロークを完了するような形で、前記弾性手段(23)の寸法が定められている

請求項2に記載の燃料噴射装置。

【請求項4】

前記開閉エレメント(47、84)に対して固定的態様で変位されるアーマチュア(17)を前記電気アクチュエータ(15)が有する

請求項1~3のうちのいずれか一項に記載の燃料噴射装置。

【請求項5】

前記電気アクチュエータ(15)がアーマチュア(17)を有し、

前記開閉エレメント(47、84)が前記アーマチュア(17)から独立し、かつ事前に設定された閉鎖ストローク(I)を通して前記弁座と前記弁閉鎖位置において係合するよう構成され、前記アーマチュア(17)は、リバウンドを低減するために、前記閉鎖ストローク(I)よりも大きな軸方向ストローク(C)を辿ることを意図している

請求項1~3のうちのいずれか一項に記載の燃料噴射装置。

【請求項6】

前記開閉エレメント(47、84)が前記弁座に当たった後のリバウンドに対抗するような遅延で前記開閉エレメント(47、84)と衝突するように、前記アーマチュア(17)が弁閉鎖位置に導かれる

請求項5に記載の燃料噴射装置。

【請求項7】

前記開閉エレメント(47、84)がエレメントの最初のリバウンド後に前記流量調節サーボ弁(5)を再閉鎖する瞬間に、前記アーマチュア(17)が前記開閉エレメント(47、84)と衝突し、前記開閉エレメント(47、84)の次のリバウンドを除去する

請求項6に記載の燃料噴射装置。

【請求項8】

前記流量調節サーボ弁(5)は、燃料用適合化吸口(29)と前記制御チャンバ(26)を備えた弁本体(7)を有しており、前記アーマチュア(17)が、誘導エレメント(61、82、92)によって、前記軸方向ストローク(C)に沿って軸方向に誘導され、前記弾性手段(23)が係合手段(24、74、94)を介して前記開閉エレメント(47、83)に作用する

請求項6に記載の燃料噴射装置。

【請求項9】

前記軸方向ストローク(C)が16~60μmであり、前記軸方向ストローク(C)と、前記係合手段のフランジ(24)の平面(65)と前記アーマチュア(17)の面(17a)との間の余裕(G)との差が前記閉鎖ストローク(I)と等しい

請求項8に記載の燃料噴射装置。

【請求項10】

前記誘導エレメントが、前記開閉エレメント(47)と一緒に一体物で作製されたブッシング(41)に形成され、前記流量調節サーボ弁(5)が、前記ブッシング(41)を誘導するための軸方向ステム(38)を備えた弁本体(7)を有し、前記制御チャンバ(

10

20

30

40

50

26)の排出通路(42a)が、前記軸方向ステム(38)によって担持された放出ダクト(42)を備え、前記放出ダクト(42)が、前記ステム(38)の側面(39)に到達する複数の実質的に放射状の延長部(44)を備え、前記ブッシング(41)が、前記延長部(44)の閉鎖位置と開放位置との間で滑動可能である

請求項4～請求項8のいずれか一項に記載の燃料噴射装置。

【請求項11】

前記電気アクチュエータ(15)が動作するとすぐに前記アーマチュア(17)によって突起手段が軸方向に衝突されるような位置で、前記ブッシング(41)によって担持される前記突起手段(62、78、81)が、前記誘導エレメント(61、82)に取付けられている

10

請求項10に記載の燃料噴射装置。

【請求項12】

前記係合手段が、前記ブッシング(41)に堅固に結合された中間構体(12a)のフランジ(24)によって形成されている

請求項11に記載の燃料噴射装置。

【請求項13】

前記係合手段が、前記ブッシング(41)の環状リム(74)によって形成され、前記アーマチュア(17)が、深さが前記環状リム(74)の厚みよりも深い環状凹部(77)を備えている

請求項12に記載の燃料噴射装置。

20

【請求項14】

前記ブッシング(41)には、前記誘導エレメント(82)に隣接して環状溝(79)が設けられ、かつそのブッシングはリング(78)を収納して前記アーマチュア(17)と係合することを意図し、前記リング(78)は、前記軸方向ストローク(C)の調整を可能にするために、少なくとも1つのスペーサ(81)を支持することを意図している

請求項13に記載の燃料噴射装置。

【請求項15】

前記中間構体(12a)には、前記ブッシング(41)と前記中間構体(12a)との間の区画室(48)を、前記制御チャンバ(26)からの燃料を放出するための空洞(22)と連通させることを意図した空孔(64)が設けられている

30

請求項12～14のうちのいずれか一項に記載の燃料噴射装置。

【請求項16】

前記開閉エレメント(47)が前記最初のリバウンドの終了時に前記流量調節サーボ弁(5)を再閉鎖する瞬間に衝撃を得るために、前記軸方向ストローク(C)と前記閉鎖ストローク(I)との間の比(C/I)が1.45～1.55であり、かつ前記事前に設定したストローク(I)と、前記係合手段のフランジ(24)の平面(65)と前記アーマチュア(17)の面(17a)との間の余裕(G)との間の比(I/G)が1.8～2.4である

請求項15に記載の燃料噴射装置。

【請求項17】

40

前記開閉エレメントがボール(84)によって形成され、前記誘導エレメント(92)が前記ボール(84)を制御することを意図したステム(85)に形成され、前記弾性手段(23)が中間構体(12a)を介して前記ステム(85)に作用して、前記開閉エレメントを前記閉鎖位置に導く

請求項1～8のうちのいずれか一項に記載の燃料噴射装置。

【請求項18】

弾性エレメント(52)が、前記アーマチュア(17)と前記弁本体(7)との間に配置され、前記弾性手段(23)の作用が、前記弾性エレメント(52)に打ち勝っており、前記アーマチュア(17)が前記係合手段(24,74,94)と接触した状態を維持するように前記弾性エレメント(52)に予圧がかけられている

50

請求項 15 または請求項 16 に記載の燃料噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、動作再現性および動作安定性に優れた内燃機関用燃料噴射装置に関する。

【背景技術】

【0002】

典型的には、燃料噴射装置は、流量調節サーボ弁によって制御される少なくとも1つの燃料噴射器を備えている。この燃料噴射器は、加圧された燃料が供給される制御チャンバを備えている。制御チャンバの排出通路は、典型的には、開閉エレメントによって、弾性手段を介して閉じられたままである。弾性手段と逆に作用する電気アクチュエータのアーマチュアによって開閉エレメントが作動し、流量調節サーボ弁を開いて燃料噴射を制御する。この燃料噴射装置はさらに、電気アクチュエータを制御するユニットを備えている。このユニットは、燃料噴射毎に対応する電気的コマンドを送出することを意図している。

10

【0003】

機関の性能を向上させるために、例えば特許文献1によって、機関のシリンダー内で燃料噴射毎に、制御ユニットが、パイロット燃料噴射を発生させるための少なくとも1つの第1の電気的コマンドであって、事前に設定された持続時間のコマンドと、主燃料噴射を制御するための後続の電気的コマンドであって、機関の動作状態に対応する持続時間のコマンドと、を送出する燃料噴射装置が公知である。2個のコマンドには一定の時間間隔が空いており、パイロット燃料噴射との連続性の分離 (solution) がない状態で主燃料噴射が始まるようになっていること、即ち、燃料噴射フェーズもしくは燃料噴射イベント時の燃料供給の線図がこぶ状のプロファイルになるようになっていることが好ましい。

20

【0004】

パイロット燃料噴射を作動させる電気的コマンドと、主燃料噴射を作動させる電気的コマンドとで持続時間が同一であるとすると、パイロット燃料噴射および主燃料噴射によって燃焼チャンバに導入される燃料の総量は、制御ユニットによって送出される上記2個のコマンド間の時間間隔の関数として変動する。特に、燃料噴射器の2つの異なる挙動モードを、パイロット燃料噴射のコマンドと主燃料噴射のコマンドとの間で経過する時間間隔の関数として識別することができる。実際に、前記時間間隔の限界値を見つけることができる。この限界値を超えた領域では、主燃料噴射時の燃料噴射量は、パイロット燃料噴射に起因して、電気的コマンドの持続時間だけでなく、ルールから燃料噴射器につながる取込みダクトに生じる圧力の振動にも依存する。

30

【0005】

逆に、2つの燃料噴射間の時間間隔がこの限界値より短い場合は、主燃料噴射時に導入される燃料量は、多数の要因によって左右される。要因例を挙げると、前記間隔の持続時間そのもの、開閉エレメントの一連のリバウンド、制御チャンバ内燃料圧力の展開、主燃料噴射コマンドが始動するときの噴霧器の針の位置、および前にも述べた封着領域近傍に生じる流体力学的状態がある。さらに、結合の遊隙が極端に小さい状態で流体密封的に接触し、または相互に運動している部品の磨耗が、開閉エレメントのリバウンドのモードに著しい影響を与える限り、燃料噴射器の経年変化状況も念頭に置いておく必要がある。

40

【0006】

この現象は、実質的にパイロット燃料噴射の存在に起因する。実際に、このパイロット燃料噴射は、主燃料噴射コマンドの瞬間に、燃料噴射器の流体力学的状態を変化させる。特に、これら2つの挙動モードを隔てている間隔の持続時間限界値は、約300 μsである。

【0007】

さらに、燃料噴射器動作の確実性は、2個の燃料噴射コマンド間の時間間隔が前に規定した限界値を下回って起こったとき、特に、前記間隔が非常に小さくなってパイロット燃

50

料噴射が後続の主燃料噴射を大幅に妨害するようになったときに、非常に危険な状態になる。

【0008】

燃料噴射器の耐用年数期間中にパイロット燃料噴射と主燃料噴射との間のこの間隔を変更するように制御ユニットをプログラムすることが可能であることは事実であるが、導入する変更の度合いをあらかじめ定めておいて、2つの燃料噴射のプロファイルを継続してこぶ状にさせることは、いかなる場合でも依然として不可能である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】欧州特許出願公開第1795738号明細書

【特許文献2】国際公開第1998/55749号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

上述したタイプの公知の諸燃料噴射装置に見られる難点は、こぶ状の燃料噴射プロファイルを得るには、パイロット燃料噴射と主燃料噴射との間の間隔値を微小な値に設定する必要があるという事実に起因している。したがって、噴射燃料の噴射動力学が大きく変動できるときに、主燃料噴射用に流量調節サーボ弁が再開し始める。その開始は、機関の効率および排気ガスの汚染放出物に有害な影響を与えた状態で、前述したパラメータに依存する。これらの難点は、流量調節サーボ弁部品が磨耗するに従って急速に増大する。

【0011】

本発明の目的は、公知技術の燃料噴射装置がもつ難点を取り除いた、長期にわたって動作の再現性および安定性に優れた燃料噴射装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明によれば、上記の目的は、動作の再現性および安定性に優れた内燃機関用の燃料噴射装置によって達成される。このことは、請求項1で規定されている。

即ち、動作の再現性および安定性に優れた内燃機関用の燃料噴射装置であって、燃料を供給され、かつ対応する弁座と協働する開閉エレメント(47、84)によって開閉されることを意図した排出通路(42a)を有する制御チャンバ(26)を備えた流量調節サーボ弁(5)によって制御される少なくとも1つの燃料噴射器(1)と、前記開閉エレメント(47、84)を弁閉鎖位置において前記弁座と係合させる弾性手段(23)と、該弾性手段(23)の動作に反抗して前記開閉エレメント(47、84)に作用して前記排出通路(42a)を開放する電気アクチュエータ(15)と、を備えた燃料噴射装置であり、前記燃料噴射装置は、前記電気アクチュエータ(15)を制御する制御ユニット(100)であって、燃料噴射フェーズにおいて、少なくともパイロット燃料噴射を実行するように前記開閉エレメント(47、84)を作動させる第1の電気的コマンド(S_1)と、主燃料噴射を実行するように前記開閉エレメント(47、84)を作動させる第2の電気的コマンド(S_2)と、を供給することを意図した制御ユニットを備え、前記電気的コマンド群(S_1 、 S_2)は、前記パイロット燃料噴射との連続性の分離がない状態で前記主燃料噴射を始めるように、電気的休止時間(DT)によって離間されており、燃料噴射フェーズにおけるパイロット燃料噴射および主燃料噴射のときに噴射される燃料の量(Q)が実質的に、前記電気的休止時間が電気的休止時間範囲内にある間中は、一定になるような形で、前記流量調節サーボ弁(5)の寸法が定められている燃料噴射装置である。

【0013】

また、電気的休止時間範囲が80~100 μ sであることが好ましい。

【0014】

また、前記開閉エレメント(47、84)が、関連する電気的コマンド(S_1 、 S_2)の終了に対して事前に設定した時間だけ遅延して前記閉鎖ストロークを完了するような形

10

20

30

40

50

で、前記弾性手段(23)の寸法が定められていることが好ましい。

【0015】

また、前記開閉エレメント(47、84)に対して固定的態様で変位されるアーマチュア(17)を前記電気アクチュエータ(15)が有することが好ましい。

【0016】

また、前記電気アクチュエータ(15)がアーマチュア(17)を有し、前記開閉エレメント(47、84)が前記アーマチュア(17)から独立し、かつ事前に設定された閉鎖ストローク(I)を通して前記弁座と前記弁閉鎖位置において係合するよう構成され、前記アーマチュア(17)は、リバウンドを低減するために、前記閉鎖ストローク(I)よりも大きな軸方向ストローク(C)を辿ることを意図していることが好ましい。

10

【0017】

また、前記開閉エレメント(47、84)が前記弁座に当たった後のリバウンドに対抗するような遅延で前記開閉エレメント(47、84)と衝突するように、前記アーマチュア(17)が弁閉鎖位置に導かれることが好ましい。

【0018】

また、前記開閉エレメント(47、84)がエレメントの最初のリバウンド後に前記流量調節サーボ弁(5)を再開鎖する瞬間に、前記アーマチュア(17)が前記開閉エレメント(47、84)と衝突し、前記開閉エレメント(47、84)の次のリバウンドを除去することが好ましい。

【0019】

また、前記流量調節サーボ弁(5)は、燃料用適合化吸口(29)と前記制御チャンバ(26)を備えた弁本体(7)を有しており、前記アーマチュア(17)が、該当の誘導エレメント(61、82、92)によって、前記軸方向ストローク(C)に沿って軸方向に誘導され、前記弾性手段(23)が係合手段(24、74、94)を介して前記開閉エレメント(47、83)に作用することが好ましい。

20

【0020】

また、前記軸方向ストローク(C)が $16 \sim 60 \mu\text{m}$ であり、前記軸方向ストローク(C)と前記余裕(G)との差が前記閉鎖ストローク(I)と等しいことが好ましい。

【0021】

また、前記誘導エレメントが、前記開閉エレメント(47)と一緒に一体物で作製されたブッシング(41)に形成され、前記流量調節サーボ弁(5)が、前記ブッシング(41)を誘導するための軸方向ステム(38)を備えた弁本体(7)を有し、前記制御チャンバ(26)の排出通路(42a)が、前記軸方向ステム(38)によって担持された放出ダクト(42)を備え、前記放出ダクト(42)が、前記ステム(38)の側面(39)に到達する少なくとも1つの実質的に放射状の延長部(44)を備え、前記ブッシング(41)が、前記延長部(44)の閉鎖位置と開放位置との間で滑動可能であることが好ましい。

30

【0022】

また、前記電気アクチュエータ(15)が動作するとすぐに前記アーマチュア(17)によって突起手段が軸方向に衝突されるような位置で、前記ブッシング(41)によって担持される前記突起手段(62、78、81)が、前記誘導エレメント(61、82)に取付けられていることが好ましい。

40

【0023】

また、前記係合手段が、前記ブッシング(41)に堅固に結合された中間構体(12a)のフランジ(24)によって形成されていることが好ましい。

【0024】

また、前記係合手段が、前記ブッシング(41)の環状リム(74)によって形成され、前記アーマチュア(17)が、深さが前記環状リム(74)の厚みよりも深い環状凹部(77)を備えていることが好ましい。

【0025】

50

また、前記ブッシング(41)には、前記誘導エレメント(82)に隣接して環状溝(79)が設けられ、かつそのブッシングはリング(78)を収納して前記アーマチュア(17)と係合することを意図し、前記リング(78)は、前記軸方向ストローク(C)の調整を可能にするために、厚みがモジュラー式の少なくとも1つのスペーサ(81)を支持することを意図していることが好ましい。

【0026】

また、前記中間構体(12a)には、前記ブッシング(41)と前記中間構体(12a)との間の区画室(48)を、前記制御チャンバ(26)からの燃料を放出するための空洞(22)と連通させることを意図した空孔(64)が設けられていることが好ましい。

【0027】

前記開閉エレメント(47)が前記最初のリバウンドの終了時に前記流量調節サーボ弁(5)を再閉鎖する瞬間に前記衝撃を得るために、前記軸方向ストローク(C)と前記閉鎖ストローク(I)との間の比(C/I)が1.45~1.55であり、かつ前記事前に設定したストローク(I)と前記余裕(G)との間の比(I/G)が1.8~2.4であることが好ましい。

【0028】

また、前記開閉エレメントがボール(84)によって形成され、前記誘導エレメント(92)が前記ボール(84)を制御することを意図したステム(85)に形成され、前記弾性手段(23)が中間構体(12a)を介して前記ステム(84)に作用して、前記開閉エレメント(84)を前記閉鎖位置に導くことが好ましい。

【0029】

また、弾性エレメント(52)が、前記アーマチュア(17)と前記弁本体(7)との間に配置され、前記弾性手段(23)の作用が、前記弾性エレメント(52)に打ち勝っており、前記アーマチュア(17)が前記係合手段(24, 74, 94)と接触した状態を維持するように前記弾性エレメント(52)に予圧がかけられていることが好ましい。

【発明の効果】

【0030】

本発明に係る燃料噴射装置は、長期にわたって動作の再現性および安定性に優れる。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】本発明に係る、内燃機関用燃料噴射装置に用いる燃料噴射の部分的縦断面図である。

【図2】拡大した図1の細部である。

【図3】さらに拡大した図2の一部分である。

【図4】本発明の別の実施形態に係る図2の細部の縦断面図である。

【図5】さらに拡大した図4の一部分である。

【図6】本発明のさらに別の実施形態に係る図2の細部の縦断面図である。

【図7】さらに拡大した図6の一部分である。

【図8】本発明に係る、動作安定性に優れた別のタイプの燃料噴射器の部分縦断面図である。

【図9】図1~3の流量調節サーボ弁の動作線図を、公知技術の流量調節サーボ弁の動作と比較した線図である。

【図10】図1~3の流量調節サーボ弁の動作線図を、公知技術の流量調節サーボ弁の動作と比較した線図である。

【図11】図1~8の燃料噴射器の動作を比較した線図である。

【図12】本発明に係る燃料噴射装置の動作を説明する線図である。

【図13】本発明に係る燃料噴射装置の動作を説明する線図である。

【発明を実施するための形態】

【0032】

本発明をより理解し易くするために、本発明の実施形態のうちの一部の好適な実施形態

10

20

30

40

50

が、添付図面を援用して、真に例示を目的に本明細書に記載されている。

【 0 0 3 3 】

図 1 を参照すると、内燃機関用、特にディーゼルエンジン用燃料噴射器全体が、1 で示されている。燃料噴射器 1 は、長手方向軸 3 に沿って延びる中空構体、即ち筐体 2 を備え、例えば 1 8 0 0 b a r 近辺の高圧燃料を吸気するダクトに連結するように設計された側部吸口 4 を有する。筐体 2 は、高圧で燃料を噴射するためのノズル、即ち噴霧器（図示せず）で終端している。この噴霧器は、ダクト 4 a を介して吸口 4 と連通している。

【 0 0 3 4 】

筐体 2 は、軸方向の空孔 9 を有する弁本体 7 を備えた流量調節サーボ弁 5 が中に納められている、軸方向の空洞 6 を有する。棒材 1 0 は、加圧燃料に対して流体密封な態様で、空孔 9 内で軸方向に滑動可能であり、燃料噴射を制御する。筐体 2 には、電気アクチュエータ 1 5 を収納する別の空洞 1 4 が設けられている。このアクチュエータは、切れ込みが入ったディスクの形態をなすアーマチュア 1 7 を制御することを意図した電磁石 1 6 を備えている。燃料噴射装置は、電磁石 1 6 を制御する電子ユニット（U . C . ）1 0 0 を備えている。このユニットは、燃料噴射毎に対応する電气的コマンド S を供給するように設計されている。特に、電磁石 1 6 は、軸 3 に垂直な極性表面 2 0 を有し、かつ支持体 2 1 によって所定位置に保持されている、磁性体コア 1 9 を備えている。

【 0 0 3 5 】

電気アクチュエータ 1 5 は、サーボ弁 5 の軸方向放出用空洞 2 2 を有する。この空洞内には、圧縮コイルばね 2 3 で規定される弾性手段が納められている。ばね 2 3 には、電磁石 1 6 によってかけられる引張力とは反対の方向にアーマチュア 1 7 を押圧するように予圧がかかけられている。ばね 2 3 は、全体が 1 2 a で示される中間構体を介してアーマチュア 1 7 に作用する。この中間構体は、ばね 2 3 の一端を誘導するピン 1 2 が付いた状態の一体物で作製されたフランジ 2 4 によって形成された係合手段を備えている。アーマチュア 1 7 とコア 1 9 との間に一定の間隙ができることを保証するために、非磁性材料で作製された薄片 1 3 が、アーマチュア 1 7 の上端平面 1 7 a とコア 1 9 の極性表面 2 0 との間に配置されている。

【 0 0 3 6 】

弁本体 7 は、噴射する燃料の流量調節（m e t e r i n g）を制御するチャンバ 2 6 を備えている。このチャンバは、空孔 9 の側面によって、半径方向の境界が定められている。制御チャンバ 2 6 は、頂部を切り落とした円錐のような形状の棒材 1 0 の端面 2 5 および空孔 9 の端壁 2 7 そのものによって軸方向の境界が定められている。制御チャンバ 2 6 は、本体 2 に作製されたダクト 3 2 および弁本体 7 に作製された吸口ダクト 2 8 を介して、恒久的に吸口 4 と連通している。ダクト 2 8 には、端壁 2 7 の近傍で制御チャンバに到達している適合化延長部 2 9 が設けられている。弁本体 7 の外側では、吸口ダクト 2 8 が環状チャンバ 3 0 に到達している。ダクト 3 2 も、この環状チャンバに到達している。

【 0 0 3 7 】

弁本体 7 はさらに、空洞 6 の口径が大きい部分 3 4 に収納されたフランジ 3 3 を備えている。フランジ 3 3 は、空洞 6 の一部分 3 4 の雌ねじ 3 7 に螺入された雄ねじリングナット 3 6 を介して、空洞 6 の肩部 3 5 と、流体密封な態様で軸方向に接触している。アーマチュア 1 7 は、誘導エレメントによって軸方向に誘導されるブッシング 4 1 と結合されている。軸方向のステム 3 8 によって形成されたこのエレメントは、弁本体 7 のフランジ 3 3 と一緒に一体物で作製されている。ステム 3 8 は、フランジ 3 3 そのものから空洞 2 2 の方へ、カンチレバーの形態で延びている。ステム 3 8 は、円筒側面 3 9 がブッシング 4 1 の円筒内面 4 0 と、実質的に流体密封な態様で結合されている。

【 0 0 3 8 】

制御チャンバ 2 6 はさらに、制限延長部、即ち適合化延長部 5 3 を有する燃料用排出通路 4 2 a を有する。この延長部は、一般に、直径が 1 5 0 ~ 3 0 0 μ m である。排出通路 4 2 a は、フランジ 3 3 内部およびステム 3 8 内部に作製された放出ダクト 4 2 と連通している。ダクト 4 2 は、直径が適合化延長部 5 3 のものより大きい、貫通していない軸方

10

20

30

40

50

向の延長部 4 3、および軸方向の延長部 4 3 と連通する、少なくとも 1 つの実質的に放射状の延長部 4 4 を備えている。有利なように、一定の角度間隔を設定された 2 個以上の放射状延長部 4 4 を設けてもよい。これらの延長部は、ステム 3 8 の側面 3 9 の溝によって形成された環状チャンバ 4 6 に到達する。図 1 では、軸 3 に対してアーマチュア 1 7 の方向に傾けられた 2 個の延長部 4 4 が示されている。

【 0 0 3 9 】

環状チャンバ 4 6 は、軸方向のフランジ 3 3 に隣接する場所に作製されており、ブッシング 4 1 端部によって開閉される。この端部は、前記環状チャンバ 4 6 用の、したがってダクト 4 2 の放射状延長部 4 4 用でもある、開閉エレメント 4 7 を形成する。開閉エレメント 4 7 は、対応する弁座と協働して流量調節サーボ弁 5 を閉鎖する。特に、開閉エレメント 4 7 は、下方に開いた、頂部を切り落とした円錐のような形状の内面 4 5 (図 2) を有し、かつ、フランジ 3 3 とステム 3 8 との間に設定された、頂部を切り落とした円錐のような形状の連結体 4 9 に当って止まることを意図した延長部で終端している。連結体 4 9 は、頂部を切り落とした円錐のような形状の表面に、環状溝 5 0 で隔てられた 2 つの部分 4 9 a および 4 9 b を有する。この溝は、磨耗した後でも、開閉エレメント 4 7 の頂部を切り落とした円錐のような形状の表面 4 5 の係合部プロファイルが一定の直径を維持できるように、断面が実質的に直角三角形になっている。

【 0 0 4 0 】

アーマチュア 1 7 は、磁性材料で作製され、かつ他とは別の塊によって構成される。即ち、このアーマチュアは、ブッシング 4 1 とは独立したものである。それは、底面 5 7 を有する中央部 5 6 と、断面が外方向に広がっている、切れ込みが入った環状部 5 8 と、を有する。中央部 5 6 には軸方向の空孔 5 9 があり、その空孔によって、アーマチュア 1 7 が、ブッシング 4 1 の軸部分に沿って一定の放射方向の遊隙で係合している。

【 0 0 4 1 】

本発明によれば、ブッシング 4 1 の軸部は、アーマチュア 1 7 の面 5 7 によって係合することを意図した突起を有し、後者が、開閉エレメント 4 7 のストロークよりも大きな軸方向ストロークを実行できるようになっている。図 1 ~ 3 の実施形態では、ブッシング 4 1 の軸部は、ブッシング 4 1 のフランジ 6 0 上に作製された首部 6 1 によって形成される。首部 6 1 の直径は、ブッシング 4 1 よりも小さい。フランジ 2 4 には、面 5 7 の反対側にあるアーマチュア 1 7 の面 1 7 a と係合することを意図した面 6 5 が設けられている。ブッシング 4 1 の突起は、首部 6 1 とフランジ 6 0 との間に形成された肩部 6 2 によって構成され、かつ、この突起は、アーマチュア 1 7 とブッシング 4 1 との間で相対的に軸方向に変位することを可能にするため、フランジ 2 4 の平面 6 5 とアーマチュア 1 7 の面 1 7 a との間で、事前に設定した量の軸方向の余裕 G (図 3) が生まれるような形で設定されている。

【 0 0 4 2 】

さらに、中間構体 1 2 a は、ピン 1 2 の反対側に、ブッシング 4 1 と結合するための軸方向のピン 6 3 を備えている。この軸方向のピンは、同様に、フランジ 2 4 と一緒に一体物で作製されており、対応する台座 4 0 a 内でブッシング 4 1 に堅固に固定されている (図 2)。台座 4 0 a の直径は、ブッシング 4 1 の内面 4 0 よりも若干大きくなっており、ステム 3 8 の面 3 9 と流体密封になるように研磨される面 4 0 の長さを短縮するようになっている。ステム 3 8 の面 3 9 とブッシング 4 1 の面 4 0 との間では、一般に、一定量の燃料が漏洩する。この漏洩は、ステム 3 9 端部と結合ピン 6 3 との間の区画室 4 8 に到達する。区画室 4 8 に漏洩した燃料を空洞 2 2 に向かって放出できるようにするために、中間構体 1 2 a には軸方向の空孔 6 4 が設けられている。

【 0 0 4 3 】

フランジ 2 4 の面 6 5 とブッシング 4 1 の肩部 6 2 との間の距離、即ち空間は、アーマチュア 1 7 のハウジング A を構成する (図 3 も参照)。フランジ 2 4 の平面 6 5 は、ブッシング 4 1 の首部 6 1 の端面 6 6 上に載っており、ハウジング A は一意的に規定される。肩部 6 2 と開閉エレメント 4 7 との間で、ブッシング 4 1 は、ブッシング 4 1 の慣性を低

10

20

30

40

50

減するために直径を細めた中間部 6 7 を有する外面 6 8 を有する。

【 0 0 4 4 】

コア 1 9 の極性表面 2 0 に対して薄片 1 3 が固定されているものとする、ブッシング 4 1 が、サーボ弁 5 の閉鎖位置で、中間構体 1 2 a を介してばね 2 3 によって保持されているとき、薄片 1 3 から平面 1 7 a までの距離は、アーマチュア 1 7 のストローク、即ち揚程 C を構成する。この揚程 C は、前記アーマチュア 1 7 の余裕 G よりも、アーマチュアのハウジング A 内において常に大きい。そのため、アーマチュア 1 7 は、肩部 6 2 に当って、図 1 ~ 3 に示される位置で静止することが分っている。これについては後で、さらに詳細に説明する。現実には、薄片 1 3 が非磁性であることから、それは、仮説のものとは異なる軸上の位置を占める場合もある。

10

【 0 0 4 5 】

開閉エレメント 4 7 を開放するストローク、即ち揚程 I は、アーマチュア 1 7 の揚程 C と余裕 G との差に等しい。したがって、フランジ 2 4 の面 6 5 は、典型的には、開閉エレメント 4 7 の揚程 I に等しい距離だけ、薄片 1 3 から下方に突出しており、この揚程に沿って、アーマチュア 1 7 はフランジ 2 4 を上方に引き上げる。したがって、アーマチュア 1 7 は、首部 6 1 に沿って、前記余裕 G に等しいオーバーストロークを実行することができる。この場合、アーマチュア 1 7 の軸方向空孔 5 9 は、首部 6 1 によって軸方向に誘導される。

【 0 0 4 6 】

図 1 ~ 3 のサーボ弁 5 の動作を続いて説明する。

20

電磁石 1 6 が励磁されていないときに、開閉エレメント 4 7 は、頂部を切り落とした円錐のような形状のその面 4 5 を、頂部を切り落とした円錐のような形状の連結体 4 9 の部分 4 9 a に当てた状態で、構体 1 2 a に作用するばね 2 3 によって静止し続け、流量調節サーボ弁 5 が閉鎖状態になるようになっている。重力の力および / または以前の閉鎖ストロークの力に起因していることは後で説明するが、そのようにしてアーマチュア 1 7 が薄片 1 3 から外れ、肩部 6 2 に当って静止しているものとする。ただし、このように仮定しても、本発明の流量調節サーボ弁 5 の動作の有効性には影響が及ばない。この動作は、アーマチュア 1 7 の軸方向位置に関係なく、電磁石 1 6 が励磁された瞬間のものである。

【 0 0 4 7 】

そのため、環状チャンバ 4 6 では、燃料噴射器 1 の供給圧に等しい値の燃料圧力が生じる。流量調節サーボ弁 5 を開放するステップを実行するように電磁石 1 6 が励磁されたときに、コア 1 9 がアーマチュア 1 7 を引き寄せる。このアーマチュアは、開始時に、ブッシング 4 1 の変位に実質的に影響を与えることなく余裕 G に等しい無負荷ストローク (図 3) を実行し、そこでフランジ 2 4 の面 6 5 と接触する。次に、アーマチュア 1 7 に及ぼす電磁石 1 6 の作用が、ばね 2 3 の力に打ち勝ってフランジ 2 4 および固定ピン 6 3 を介してブッシング 4 1 をコア 1 9 の方に引き寄せ、開閉エレメント 4 7 が流量調節サーボ弁 5 を開放する。したがって、このステップでは、アーマチュア 1 7 およびブッシング 4 1 が一緒に移動し、アーマチュア 1 7 に許容された全ストローク C のうちの I 部を横切る。

30

【 0 0 4 8 】

電磁石 1 6 の励磁が止まると、ばね 2 3 が、構体 1 2 a を介して図 1 ~ 3 の位置に向かって、ブッシング 4 1 にストローク I を実行せしめ、流量調節サーボ弁 5 を閉鎖する。この閉鎖ストローク I の最初の行程時に、フランジ 2 4 は、面 6 5 と一緒にアーマチュア 1 7 を引きずり、そのため、このアーマチュアはブッシング 4 1 と一緒に、したがって開閉エレメント 4 7 と一緒に移動する。ストローク I の終了時に、開閉エレメント 4 7 は、錐状面 4 5 で、弁本体 7 の連結体 4 9 のうちの頂部を切り落とした円錐のような形状の表面部分 4 9 a に衝撃を与える。

40

【 0 0 4 9 】

応力のタイプ、接触面積が小さいこと、開閉エレメント 4 7 の硬度、および弁本体 7 の硬度に起因して、衝撃後に開閉エレメント 4 7 がリバウンドし、ばね 2 3 の作用に打ち勝つ。この衝撃が、チャンバ 4 6 から流出する燃料の流速の結果として開閉エレメントに対

50

応する点に形成されたかなりの量の燃料蒸気が存在する状態で起こることからも、このリバウンドは好ましい。存在する蒸気相の度合いは、電磁石16の励磁が停止した瞬間の制御チャンバ26の圧力値に、比例的に大きく依存する。したがって、リバウンドの度合いは、少量を噴射するパイロット燃料噴射用の励磁コマンドの持続時間が短いほど大きくなる。

【0050】

もしアーマチュア17が、弁本体7の方に移動する際に、プッシング41に対して固定であったとすると、第1の衝撃が起こる瞬間に、開閉エレメント47はアーマチュア17と一緒に移動方向を反転し、かなりの振幅の第1のリバウンドを実行し、したがって、流量調節サーボ弁5を再解放させるとともに棒材10の変位を遅延せしめ、結果的に噴霧器の針の閉鎖を遅らせることになるであろう。次いで、ばね23は再度、プッシング41を、流量調節サーボ弁5を閉鎖させる位置に向かって押圧する。そのため第2の衝撃が起こり、衝撃に対応してリバウンドが起こり、このようにして、図9の破線で示すように、一連のリバウンドが振幅を減少させながら発生する。

【0051】

アーマチュア17はフランジ24に対して余裕Gを有しているので、アーマチュア17はむしろ、開閉エレメント47が連結体49に対して第1の衝撃を与えてから一定時間経過後も、部分56の平面57がプッシング41の肩部62に対して衝撃を起こすまで弁本体7に向かって移動を継続し、ハウジングA内に存在する遊隙を回復する。この衝撃の結果として、かつストロークCの長さがストロークIよりも長いためにアーマチュア17の運動量がより大きくなることにも起因して、プッシング41のリバウンドが著しく減少し、さらには消滅する。いずれにせよ、最初のリバウンドを改変する仕組みが、流量調節サーボ弁5の再解放またはその逆を実行せしめ、したがって、アーマチュアが開閉エレメントのプッシングに対して固定である場合に比べ、パイロット燃料噴射が長くなる。いずれにせよ、パイロット燃料噴射直後 - および主燃料噴射直前 - の瞬間に流量調節サーボ弁5が再解放しなければ、こぶ状の燃料噴射プロファイルを得ることができないことは確かである。

【0052】

アーマチュア17の重量、プッシング41の重量、アーマチュア17のストロークC、および開閉エレメント47のストロークIを適切なものに設定することにより、電磁石16の励磁を停止した直後の最初のリバウンド時に、図9の点Pで示される、アーマチュア17のプッシング41に対する衝撃を得ることができる。この衝撃はこの最初のリバウンドを阻止し、したがって後続のリバウンドも振幅が小さくなっていることが分かる。この場合、流量調節サーボ弁5の再解放は起こらない。即ち、いずれの場合も、一連のリバウンド時に流量調節サーボ弁5によって放出される燃料の流速は、制御チャンバ26内の燃料圧力の展開に、あまり大きな影響を及ぼさない。したがって、棒材10は上昇ストロークを停止せず、主燃料噴射コマンドの前に噴霧器が閉鎖することになる。

【0053】

図9および図10は、図1～3の流量調節サーボ弁の動作線図を、公知技術の流量調節サーボ弁の動作と比較して示している。図9において、時間tの関数として示されている実線は、アーマチュア17から独立した開閉エレメント47の、弁本体7に対する変位である。アーマチュア17とプッシング41はどちらも、それぞれ2g前後の重量で作製されている。Y軸上に示されている値「I」は、開閉エレメント47に許容された最大ストロークIを表している。一方、公知技術に係る開閉エレメントの移動は、破線で示されている。かかるエレメントでは、アーマチュアはプッシングに対して固定されているか、もしくは、プッシングと一緒に一体物で作製されている。全重量は4g近辺である。2つの線図は、開閉エレメント47の有効変位を表示することによって得られる。2つの線図から、主にアーマチュア17がプッシング41から独立しているという事実に起因して、開閉エレメント47を開放する運動の方が、公知技術に係る開閉エレメント47の開放運動と比較して、より迅速に回答して起こることが分かる。

【 0 0 5 4 】

図9および図10で強調されているように、公知技術の場合の運動終了時において、開閉エレメント47は、最初のリバウンドの振幅が明らかにかなり大きく、振幅が徐々に減少する一連のリバウンドを実行する。これに対し、開閉エレメント47の場合は、衝撃Pにより、最初のリバウンドの振幅が、公知技術のものの3分の1に低減されていることが分かる。後続のリバウンドも、より急速に減衰されている。

【 0 0 5 5 】

図9において、開閉エレメント47のストロークIの他に、アーマチュア17とフランジ24との間の余裕Gに等しいオーバーストロークを実行するアーマチュア17の変位を一点鎖線で示している。Y軸上に示されている値「C」は、アーマチュア17に許容された最大軸方向ストロークCに等しい。点Pで表される瞬間に、アーマチュア17は、アーマチュア17を閉鎖するストロークCの終末方向に向かって、プッシング41の肩部62に対して衝撃を与えるが、これが、最初のリバウンドを実行するので、プッシング41がアーマチュア17によって閉鎖位置方向に押圧される。この衝撃の瞬間以降、アーマチュア17は、実質的に肩部62との接触を継続し、流量調節サーボ弁5を再解放するように処理せずに、プッシング41と一緒に振動し、このようにして、制御チャンバ26が突如空になってしまうことを防止する。

【 0 0 5 6 】

図9の線図を大きく拡大して、実質的に最初のリバウンドが起こる行程から始まるようにして図10に示している。このようにして、制御チャンバ26内の燃料圧力について認識される変動の変化、即ち、棒材10を閉じて噴霧器の閉鎖を制御する動作の遅延が、低減されまたは除去される。そのため、この例では、パイロット燃料噴射のコマンドと主燃料噴射のコマンドとの間の経過時間として非常に短い値を選択しなければ、燃料噴射プロフィールをこぶ状にすることができない。ただし、このように選択することと、燃料噴射器動作の確実性とは、絶対に両立しないであろう。

【 0 0 5 7 】

一般に、開閉エレメント47のストロークIが同じであれば、アーマチュア17とフランジ24との間の余裕Gが大きいほど、プッシング41に対してそれが移動する遅延も大きくなり、図10の一点鎖線は右方向にシフトする。衝撃点Pが開閉エレメント47の再解放移動時に起こる限り、開閉エレメント47の最初のリバウンドの度合いはより大きいことが分かる。しかし、アーマチュア17とフランジ24との間の余裕Gが一定限度内でより小さい場合は、開閉エレメント47の最初のリバウンドにおいて、肩部62は直ちにアーマチュア17に当たる。そのため、これは引っ張られてその運動を反転し、ばね23に対して反作用を及ぼすことになる。この場合、最初のリバウンドに続く一連のリバウンドは、時間的により長いと思われる。しかし、これら後続のリバウンドは同時に、非常に減衰されていること、即ち遥かに度合いが小さいことが分かる。このため、これらのリバウンドは、制御チャンバ26の燃料圧力を減少させることができない。

【 0 0 5 8 】

アーマチュア17のストロークおよび開閉エレメント47のストロークは、アーマチュア17と肩部62との衝撃が、開閉エレメント47が最初のリバウンド後に流量調節サーボ弁5を再開鎖するまさにその瞬間に起こるように、即ち、図11の線図に示されるように、点Pが最初のリバウンドの終了と一致する瞬間に起こるように選択されることが好ましい。前記目的に対し、図1～3の上記燃料噴射器の場合、開閉エレメント47の封着径を約2.5mm、ばね23の予圧を約50N、その剛性を35N/mm、アーマチュア17とプッシング41の全重量を約2gとすると、開閉エレメント47の揚程Iを18～22μm、余裕Gを約10μmとすることができ、ストロークCは28～32μmになることになる。したがって、アーマチュア17の揚程Cと開閉エレメント47の揚程Iとの間の比C/Iを1.45～1.55とすることができ、一方、揚程Iと余裕Gとの間の比I/Gを1.8～2.2とすることができる。

【 0 0 5 9 】

10

20

30

40

50

開閉エレメント４７から独立したアーマチュア１７の場合（実線）、最初のリバウンドの最大値が、開閉エレメント自身の慣性が低いことに起因して、開閉エレメントに固着されたアーマチュアの場合（破線）の最初のリバウンドの最大値よりも常に小さいことが、線図１１から分かる。

【００６０】

このように、開閉エレメントの最初のリバウンドの度合いは、流量調節サーボ弁５の再解放を可能にするような度合いであり、燃料の流速は、制御空間の圧力増加を止めるような、即ち、噴霧器の閉鎖を遅延させるような流速である。したがって、主燃料噴射用のコマンドが送出されるまでの時間間隔を適切な値に選択することによって、こぶ状の燃料噴射プロファイルを得ることができる。

10

【００６１】

許容されるリバウンドの度合いが、公知技術の場合に比べて常に小さいこと、および一連の後続リバウンドが現実的に解消されることから、接触状態の部品または相対的運動で滑動する部品の磨耗が顕在化するのにより長い時間を要し、したがって、動作の確実性および燃料噴射器の耐用年数が向上する。

【００６２】

実際、前述したように、公知技術の場合、面４５と面４９との磨耗、および面４０と面３９との磨耗は、最初のリバウンドの度合いとリバウンド列の持続時間のどちらにも影響を及ぼす。特に、面４５と面４９との間の封着径が、磨耗によって増大する。そのため、傾向として、衝撃の瞬間に、再解放にとって好都合（即ち、最初のリバウンドにとって好都合）な非平衡の力が導入されることになるが、相互に滑動する面３９および面４０の磨耗は、プッシングと弁本体との間の摩擦を大幅に低減し、リバウンド列を延長するのに好都合である。本発明のおかげで、最初のリバウンドに続くリバウンドを除去し、かつ最初のリバウンドそのものの度合いを低減することによって、流量調節サーボ弁５の挙動は、コンポーネントの磨耗にあまり影響されない。したがって、流量調節サーボ弁５は、長期間にわたって安定性の優れた動作を提供することになる。この安定性が流量調節サーボ弁５の磨耗によって受ける影響はむしろ、遥かに少ない。

20

【００６３】

本明細書および請求項において、「コマンド」という用語は、事前に設定した持続時間および事前に設定した展開を有する電流信号と解される。図１２の上側のグラフは、破線で、時間 t の関数として、制御ユニット１００によって供給される電气的コマンド群 S の展開を示している。実線は、前記コマンドに対する応答としての棒材１０の変位の展開 P を、燃料噴射器１の噴霧器が閉鎖状態である縦座標の「０」を基準にして示している。さらに、図１２の下側のグラフは、棒材１０の該当の変位 P に反応して噴射される燃料の瞬間的流速の展開 Q_1 を、時間 t の関数として示している。

30

【００６４】

機関の良好な効率を達成し、汚染排気ガス放出量を低減するために、機関のシリンダーのサイクル毎に、制御ユニット１００は燃料噴射器１の、パイロット燃料噴射および後続の主燃料噴射から成る燃料噴射フェーズもしくは燃料噴射イベントを制御しなければならない。燃料噴射フェーズを最適化するために、主燃料噴射はパイロット燃料噴射との連続性の分離が無い状態で開始しなければならないこと、即ち、燃料噴射フェーズがこぶ状の展開を有することが実験的に分かっている。

40

【００６５】

上記の目的に対し、制御ユニット１００は燃料噴射フェーズ毎に、少なくとも１つの第１の電气的コマンドであって、事前に設定した持続時間の第１の電气的コマンド S_1 を送出して開閉エレメント４７を作動させ、このようにして対応するパイロット燃料噴射を決定し、かつ、機関の動作状態に対応した持続時間である第２の電气的コマンド S_2 を送出して開閉エレメント４７を作動させ、対応する主燃料噴射を決定する。２個の電气的コマンド S_1 および S_2 は、休止時間 DT によって隔てられていなければならない。この点については以下、さらに分かり易く説明する。図１２において、制御ユニット１００を事前

50

に構築して、第1の電気的コマンド S_1 で棒材10に、開放して燃料のパイロット噴射を制御するという第1の変位を実行せしめ、かつ、第2の電気的コマンド S_2 で棒材10に、開放して燃料の主燃料噴射を制御するという第2の変位を実行せしめるように電磁石16を作動させることができる。

【0066】

特に、第1の電気的コマンド S_1 は、時間 T_1 から発生が開始し、比較的高速に大きくなる立ち上がりで展開して最大値に達し、電磁石16を励磁する。第1の電気的コマンド S_1 の最大値の持続時間は一定であり、その後、持続時間が極端に短い電磁石16の励磁維持部が続く。第1の電気的コマンド S_1 の維持部は、時間 T_2 で終わる最終減少部が続いて終了となる。

10

【0067】

第2の電気的コマンド S_2 は、棒材10が噴霧器を閉鎖する行程終了位置に達する以前に、第2の揚程を開始する等の目的で時間 T_3 から開始して発生させる。時間 $T_3 - T_2$ は、 S_1 および S_2 の2個の電気的コマンド間の、上記休止時間 DT を構成する。

【0068】

第2の電気的コマンド S_2 も同様に、電磁石16を励磁するために最大値に達する立ち上がりと、その後の、第1の電気的コマンド S_1 の維持部より長くかつ機関の動作状態の関数として可変である持続部時間から成る、電磁石16の励磁を維持部と、を有する。第1の電気的コマンド S_1 の維持部は、時間 T_4 で終わる最終減少部が続いて終了となる。

20

【0069】

当然のことながら、棒材10の運動は、対応する電気的コマンドの送出に対して一定時間遅延して起こる。この遅延時間は、ばね23の予圧に依存する(図1も参照)。瞬間的燃料流速 Q_i のこぶ状の展開を得るには、休止時間 DT は、第1の電気的コマンド S_1 が孤立している場合に、第1の電気的コマンド S_1 によって生じる棒材10の揚程持続時間よりも短くなくてはならない。このようにして、第2の電気的コマンド S_2 によって生じる棒材10の揚程は、棒材10が閉鎖位置に戻る前に開始する。こうして得られた瞬間的燃料流速の展開 Q_i には、時間軸上で連続の解を持たない2個の逐次的部分があり、展開 Q_i は、所望の、こぶ状の燃料流速曲線に十分に近いものになる。

【0070】

第2の電気的コマンド S_2 によって生じる棒材10の揚程が、第1の電気的コマンド S_1 によって生じる棒材の揚程の最高点に対応する時間に始まるように、休止時間 DT の下限を選択できることは、有利なことである。前記限界は、 $100\mu s$ 近辺である。一方、休止時間 DT の上限は、第1の電気的コマンド S_1 による揚程の後で棒材10が閉鎖位置に戻るまさにその瞬間に、第2の電気的コマンド S_2 による棒材10の揚程が始まるように選択することができる。図12において、一点鎖線は、休止時間 DT の下限に対応する点における棒材10の変位の展開を示し、二点鎖線は、休止時間 DT の上限に対応する点における棒材10の変位の展開を示す。

30

【0071】

燃料噴射フェーズ毎に、制御ユニット100は複数の第1の電気的コマンド S_1 を送出してもよい。前記電気的コマンド群は、該当の休止時間 DT で離間することができる。これらの休止時間は、互いに同一であってもよければ、異なってもよいが、瞬間的燃料流速 Q_i の展開が非連続性を提示しないように、前記間隔に対する上記限界内で構成される。

40

【0072】

上述したように、棒材10の変位は、制御チャンバ26の燃料圧力を低減することによって生じる。休止時間 DT によって離間された第1の電気的コマンド S_1 および第2の電気的コマンド S_2 によって棒材10を変位させ、他の条件は同じで前記休止時間 DT を変えると、各燃料噴射フェーズの噴射燃料総量 Q (パイロット燃料噴射+主燃料噴射)は変動する。図13の破線は、開閉エレメント47のリバウンドが、図10に示すように減衰され、そのため、リバウンドによって流量調節サーボ弁5があまり再解放しない場合の噴

50

射燃料総量 Q の変化を、休止時間 DT の関数として示している。これは、パラメータ DT が微小値である場合にのみ導入される燃料流速の傾きが高いことにも起因する。したがって、最初のリバウンドが図9および図10に記載の様式で減衰される場合には、こぶ状の燃料噴射プロファイルを可能にし、燃料噴射器動作の安定性を保証するような休止時間 DT 値は見つけることができない。 DT 値が大きい場合に、噴射燃料の総量 Q が進歩的に低減することを、線図が提示していることに注目すべきである。この減少は、約 $80\mu s$ の休止時間 DT から約 $500\mu s$ の休止時間 DT まで、実質的に連続的である。

【0073】

最初のリバウンド時に、アーマチュア17との衝撃によって、開閉エレメント47のリバウンドを図10の線図で示されるように減衰させることにより、パイロット燃料噴射および主燃料噴射における燃料噴射の総量が約 $250\mu s$ の最大休止時間 DT まで、休止時間 DT の関数として、実質的に一定の傾斜で急速に低下することが実験的に分っている。したがって、休止時間 DT の最小変動は、何らかの理由で起こることがあり、もしくは、部品の磨耗によって必要となる場合があるが、たとえ最小であっても、噴射燃料の量 Q は大きく変動し、再現性は悪くなる。場合によっては流量調節サーボ弁5のばね23の予圧が増大することがあるが、これによってリバウンドが減衰することによる影響を低減できる場合がある。ただし、これによって開閉エレメント47の始動時間が短くなり、したがって、棒材10によって噴霧器を閉じる時間が短縮されることになるが、部品にかかる応力は増大し、磨耗も増大することになるであろう。

【0074】

一方、開閉エレメント47の最初のリバウンドが自由に起こり、図11に示すように次のリバウンドが阻止される場合は、休止時間 DT の関数とする噴射燃料 Q の量の変動は、休止時間 DT の一定の限界内で大幅に低減されることが分かる。場合によっては休止時間 DT の変動が起こることがあるが、この変動は前記限界内では、噴射燃料の総量 Q をあまり変動させないので、燃料噴射器1の動作は高い再現性を示す。しかもこの動作は、アーマチュアが開閉エレメントと非係合状態にある、上述したような構成が用いられた場合に、長期間にわたって極めて安定していることを特徴としている。

【0075】

図13の実線は、開閉エレメント47のリバウンドが図11に示すように減衰される場合の噴射燃料総量 Q の展開を示す。この場合、前記量の展開は、変化が小さく、実質的に一定である、曲がった領域 Z を有する。図1~3の上記燃料噴射器において、前記領域 Z は、 $80\sim 100\mu s$ の範囲の休止時間 DT 値の間で形成することができる。この領域では、場合によっては休止時間 DT が変動することがあるが、変動しても、噴射燃料量 Q には実質的に変動は起こらない。

【0076】

図4~8の実施形態では、図1~3の実施形態に類似する部品には同じ参照番号を付し、説明は省略する。図9~13の流量調節サーボ弁5の動作線図は、図1~3に示す実施形態について求めたものである。しかし、それらは、他の実施形態の動作原理を定量的に説明するのに十分適している。

【0077】

図4および図5の実施形態によれば、特に燃料噴射器1が低圧力で供給されているときに開閉エレメント47の開放時間を短縮するために、圧縮コイルばね52が、アーマチュア17の面57と、弁本体7のフランジ33上面にある凹部51との間に挿入されている。ばね52には、図4および図5に示すように、面17aがフランジ24の面65に接触した状態で、ばね23によって加えられる力よりも遥かに小さい、ただしアーマチュア17を保持するには十分な、力がかかるように予圧が加えられている。

【0078】

図11に示すような、最初のリバウンドの終了時点でアーマチュア17が肩部62に対して衝撃を与える動作を得るために、開閉エレメント47のストロークを $18\sim 22\mu m$ とし、アーマチュア17の余裕 G を約 $10\mu m$ に等しくすることができ、したがってこの

10

20

30

40

50

場合も、ストローク $C = I + G$ は $28 \sim 32 \mu\text{m}$ に、比 C / I は $1.45 \sim 1.55$ に、比 I / G は $1.8 \sim 2.2$ になる。図面を見易くするために、図 1 ~ 7 のストローク I 、 G 、および C は、前に規定した値の範囲とは比例させていない。

【 0 0 7 9 】

図 6 および図 7 の実施形態において、ブッシング 4 1 とアーマチュア 1 7 との間の係合手段が、リム、即ちブッシング 4 1 と一緒に一体物で作製された環状フランジ 7 4 で示されている。特に、リム 7 4 は、アーマチュア 1 7 の平面 1 7 a の環状凹部 7 7 によって形成された肩部 7 6 と係合することを意図した平面 7 5 を有する。

【 0 0 8 0 】

ここでは、アーマチュア 1 7 の中央部 5 6 は、リム 7 4 に隣接したブッシング 4 1 の軸部 8 2 上を滑動することができる。さらに、リム 7 4 は、フランジ 2 4 の面 6 5 と接触するブッシング 4 1 の端面 8 0 に隣接している。当然のことながら、環状凹部 7 7 は、アーマチュア 1 7 が電磁石 1 6 のコア 1 9 の方向に完全に移動できるように、リム 7 4 の厚みよりも深くなっている。アーマチュア 1 7 の肩部 7 6 は、典型的には、圧縮ばね 5 2 によって、図 4 および図 5 の実施形態に見られるものと同様の態様で、リム 7 4 の平面 7 5 と接触状態にある。

【 0 0 8 1 】

図 8 の実施形態において、ここでは、弁本体 7 のフランジ 3 3 に、制御チャンバ 2 6 の排出通路 4 2 a の適合化部 5 3 が到達する錐状凹部 8 3 が設けられている。このサーボ弁の開閉エレメントは、誘導板 8 6 を介してステム 8 5 によって制御されるボール 8 4 で構成されている。ステム 8 5 は、スリーブ 8 8 内で滑動可能な部分 8 7 を備えている。このスリーブは、軸方向の空孔 9 0 を設けられたフランジ 8 9 と一緒に一体物で作製されており、燃料を制御チャンバ 2 6 から空洞 2 2 の方に放出することを可能にするという目的を有する。フランジ 8 9 は、雄ねじ付リングナット 9 1 によって、弁本体 7 のフランジ 3 3 に対して固定されたままの状態である。

【 0 0 8 2 】

ステム 8 5 はさらに、アーマチュア 1 7 が滑動可能な、直径を減じた部分 9 2 を備えている。前記アーマチュア 1 7 は、典型的には、圧縮ばね 9 3 の作用で、ステム 8 5 の溝 9 5 に挿入された C 字状リング 9 4 に当って静止している。溝 9 5 は、ステム 8 5 の部分 9 2 を、ばね 2 3 が作用するフランジ 2 4 およびばね 2 3 の端部そのものを誘導するピン 1 2 を具備する端部 1 2 a から隔てている。そのため、ばね 2 3 は、フランジ 2 4 およびステム 8 5 を具備する係合手段を介して開閉エレメント 8 4 に作用する。

【 0 0 8 3 】

アーマチュア 1 7 の中央部 5 6 の面 5 7 によって係合されることを意図した突起手段は、ステム 8 5 の 2 つの部分 8 7 および 9 2 の間に配置された環状肩部 9 7 によって構成される。肩部 9 7 は、C 字状リング 9 4 底面とともにアーマチュア 1 7 のハウジング A を画成するような形で配置されている。さらに、肩部 9 7 は、アーマチュア 1 7 の部分 5 6 の面 5 7 とともに、アーマチュア 1 7 の余裕 G を形成する。

【 0 0 8 4 】

逆に、アーマチュア 1 7 の上面 1 7 a は、電磁石 1 6 の極性表面 2 0 上の薄片 1 3 とともに、ステム 8 5 のストロークであって、したがって開閉エレメント 8 4 のストロークでもあるストローク I を形成する。一方、アーマチュア 1 7 のストローク C は、図 4 および図 5 の実施形態に見られるものと同様の態様で、余裕 G とストローク I の和によって形成される。最後に、ステム 8 5 は、開閉エレメント 8 4 のストローク I よりも大きなストローク h 後に板 8 6 と係合することを意図した底部フランジ 9 8 を有する。フランジ 9 8 は、C 字状リング 9 4 が溝 9 5 から除去された場合に、スリーブ 8 8 のフランジ 8 9 によってブロックされることを意図している。

【 0 0 8 5 】

図 8 の流量調節サーボ弁 5 の動作は、図 4 および図 5 の実施形態のものと同様であり、ここでは説明を省略する。開閉エレメントまたはボール 8 4 が閉鎖状態になるように移動

10

20

30

40

50

する際に、これは、板 8 6 およびステム 8 5 と一緒にリバウンドを被り易い。次いで、アーマチュア 1 7 は、ステム 8 5 の肩部 9 7 に衝撃を与え、こうしてそのリバウンドを減衰させ、もしくは除去する。

【 0 0 8 6 】

燃料噴射器が、直径が約 1 . 3 3 mm、封着径が 0 . 6 5 mm、アーマチュアの重量が約 2 g、ステム 8 5 の重量が約 3 g、ばね 2 3 の予圧が 8 0 N、その剛性が 5 0 N / mm である球状の開閉エレメント 8 4 を有する、図 8 の燃料噴射器の特定の例において、開閉エレメント 8 4 のストローク I が 3 0 ~ 4 5 μ m である図 1 1 の線図に従った動作を得ることが可能である。さらに、ここでは余裕 G が約 1 0 μ m であると仮定すると、4 0 ~ 5 5 μ m のストローク C が得られるので、比 C / I は 1 . 2 ~ 1 . 3、比 I / G は 3 ~ 4 . 5 ということになる。図 8 の場合も、図面を見易くするために、ストローク I、G、および C は、規定の値の範囲とは比例させていない。

10

【 0 0 8 7 】

これまで説明してきたことから、公知技術の燃料噴射器と比較した本発明に係る燃料噴射装置の利点は明らかである。第 1 に、図 1 3 の線図の領域 Z から主燃料噴射が開始するような態様で休止時間 D T を選択すれば、上記の限界内で、燃料噴射器 1 が高い再現性で動作することが保証される。開閉エレメントから独立し、それとは無関係に変位可能なアーマチュア 1 7 により、閉鎖ストローク終了時に開閉エレメントのリバウンドを低減し、もしくは除去することができ、流量調節サーボ弁のコンポーネントの磨耗を大幅に低減する。特に、アーマチュア 1 7 および開閉エレメントのストロークの寸法を適切な寸法にすることにより、最初のリバウンド終了時にアーマチュア 1 7 が開閉エレメントに与える衝撃によって、最初のリバウンドに続くリバウンド列を除去すること、および噴射燃料量の変動が制限され、長期間にわたる燃料噴射器の動作の安定性が向上する領域 Z を得ることが可能になる。

20

【 0 0 8 8 】

本発明の範囲から逸脱せずに、他の変更および改良を上記の燃料噴射装置および該当の燃料噴射器 1 に加えてもよいことは、明らかである。特に、燃料噴射器 1 に平衡型の流量調節サーボ弁 5 を設けてもよい。この平衡型では、例えば、アーマチュア 1 7 のストローク C が開閉エレメント 4 7 のストローク I と一致させ、もしくは開閉エレメントをアーマチュア 1 7 と一緒に一体物で作製することで、アーマチュア 1 7 は固定的態様で開閉エレメント 4 7 と一緒に移動する。この場合、開閉エレメント 4 7 は、流量調節サーボ弁 5 が閉じると自由に最初のリバウンドを実行し、それによって、実質的に上記限界内の休止時間 D T で、噴射燃料量 Q を表す図 1 3 の線図に、前記量 Q の変動が最小となる領域 Z が発生する。

30

【符号の説明】

【 0 0 8 9 】

- 1 燃料噴射器
- 2 筐体
- 3 長手方向軸
- 4 側部吸口
- 4 a ダクト
- 5 流量調節サーボ弁
- 6 空洞
- 7 弁本体
- 9 空孔
- 1 0 棒材
- 1 2 ピン
- 1 3 薄片
- 1 4 空洞
- 1 5 電気アクチュエータ

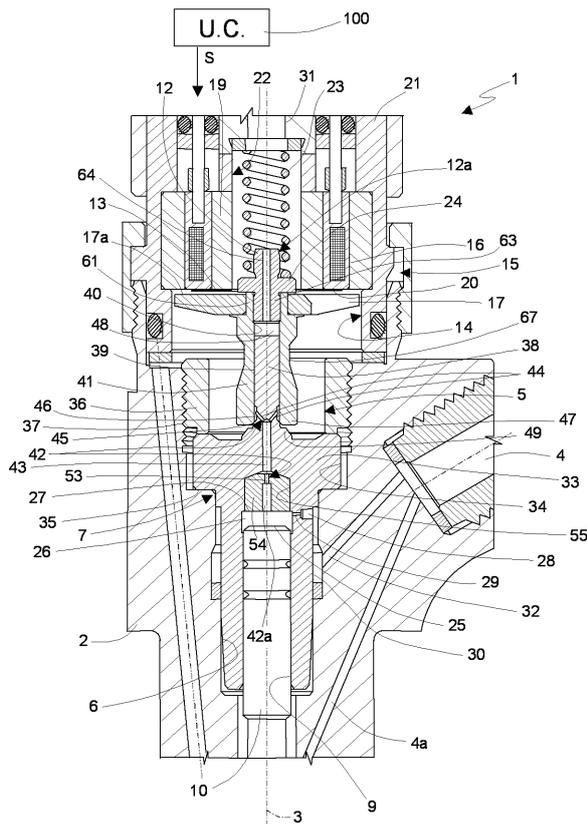
40

50

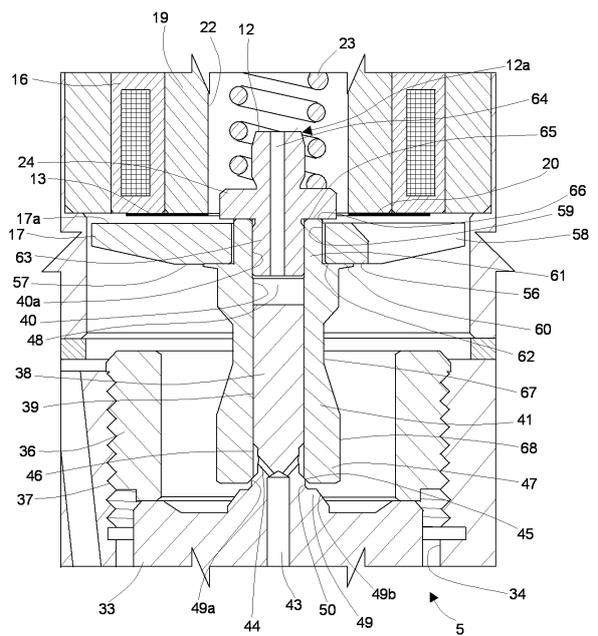
1 6	電磁石	
1 7	アーマチュア	
1 9	磁性体コア	
2 0	極性表面	
2 1	支持体	
2 2	空洞	
2 3	圧縮コイルばね	
2 4	フランジ	
2 5	端面	
2 6	制御チャンバ	10
2 7	端壁	
2 8	吸口ダクト	
2 9	燃料用適合化吸口	
3 0	環状チャンバ	
3 2	ダクト	
3 3	フランジ	
3 5	肩部	
3 6	雄ねじリングナット	
3 7	雌ねじ	
3 8	軸方向のステム	20
3 9	円筒側面	
4 0	円筒内面	
4 1	プッシング	
4 2	放出ダクト	
4 2 a	排出通路	
4 3	軸方向の延長部	
4 4	延長部	
4 5	錐状面	
4 6	環状チャンバ	
4 7	開閉エレメント	30
4 8	区画室	
4 9	連結体	
5 0	環状溝	
5 1	凹部	
5 2	圧縮コイルばね	
5 3	適合化延長部	
5 9	空孔	
6 0	フランジ	
6 1	首部	
6 2	肩部	40
6 3	結合ピン	
6 4	空孔	
6 7	中間部	
7 4	リム	
7 7	環状凹部	
7 8	リング	
7 9	環状溝	
8 1	スペーサ	
8 2	軸部	
8 3	錐状凹部	50

- 8 4 開閉エレメント
- 8 5 ステム
- 8 6 誘導板
- 8 8 スリーブ
- 8 9 フランジ
- 9 0 空孔
- 9 1 雄ねじ付リングナット
- 9 3 圧縮ばね
- 9 4 C字状リング
- 9 5 溝
- 9 7 環状肩部
- 9 8 底部フランジ
- 1 0 0 制御ユニット

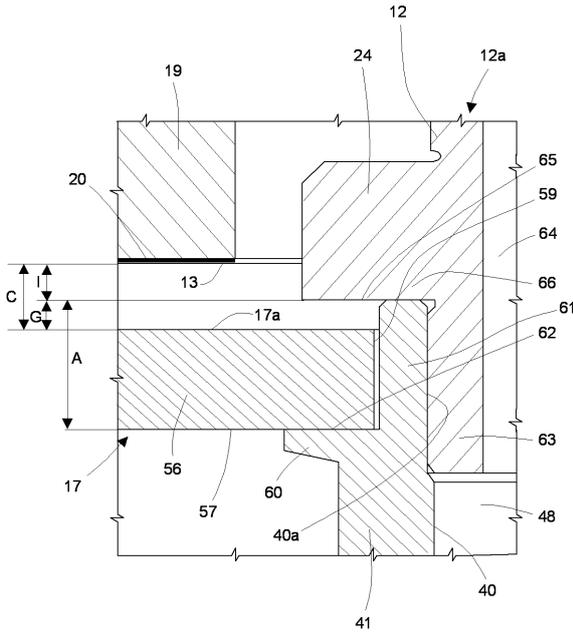
【図1】



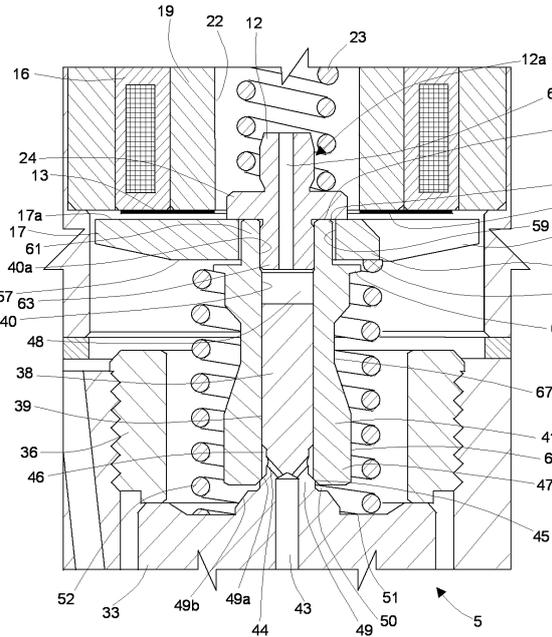
【図2】



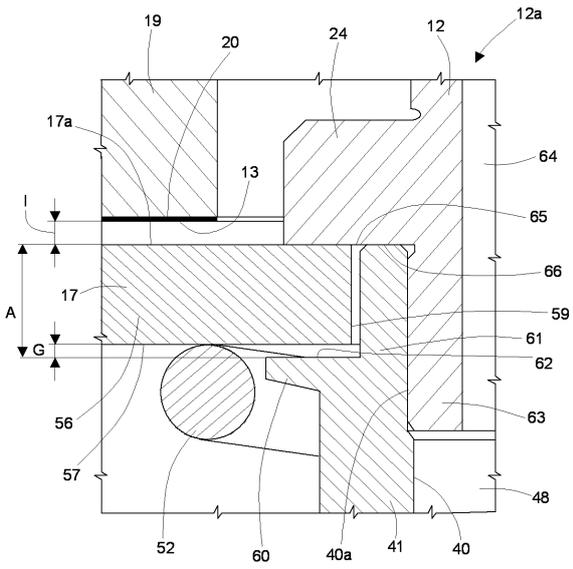
【図3】



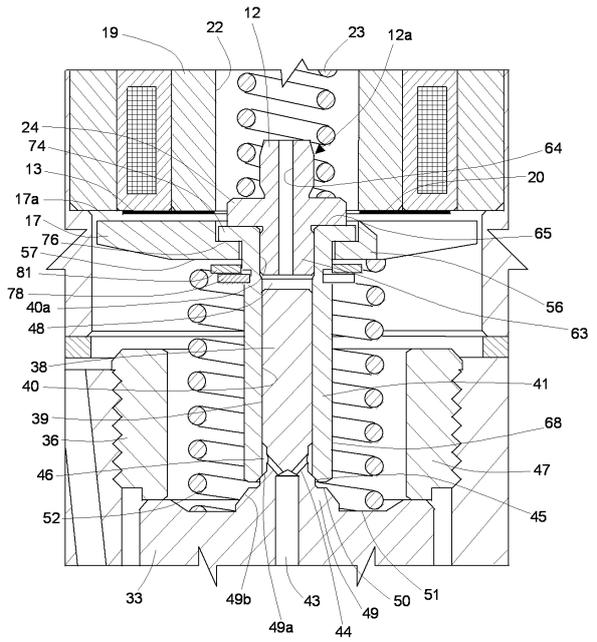
【図4】



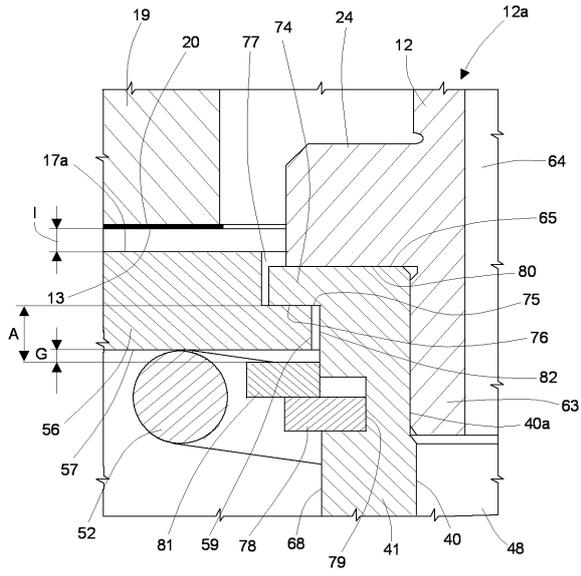
【図5】



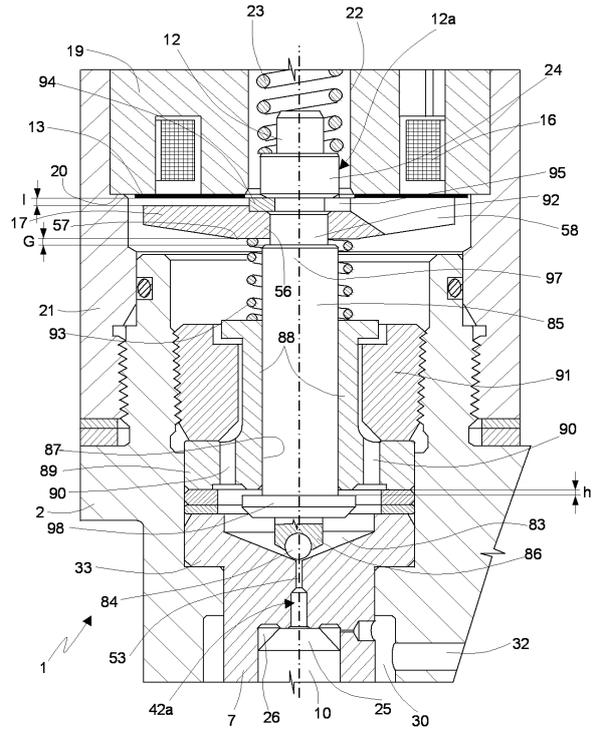
【図6】



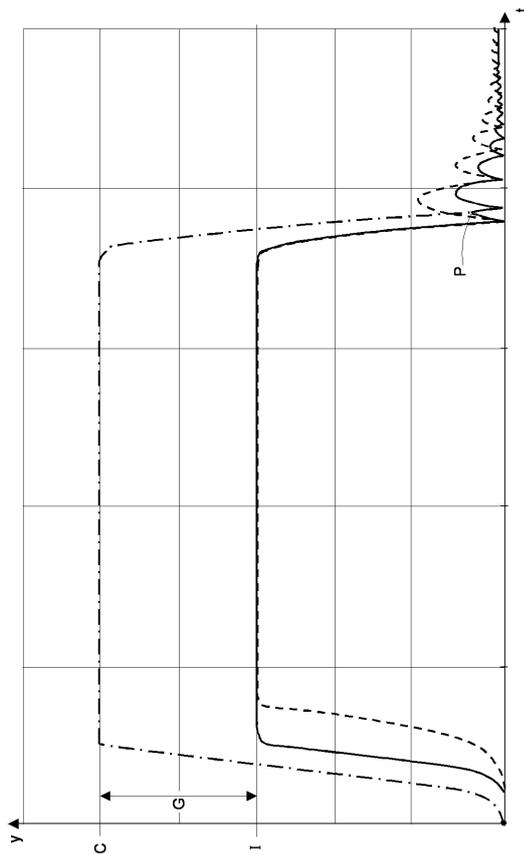
【図7】



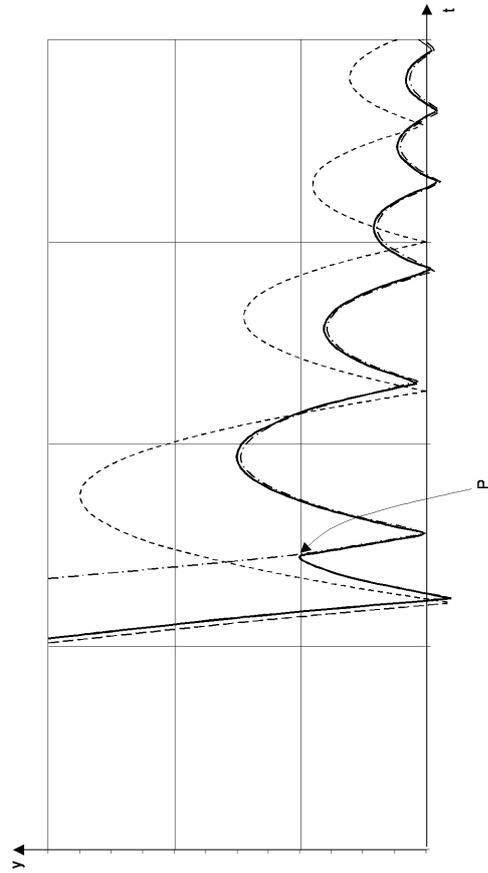
【図8】



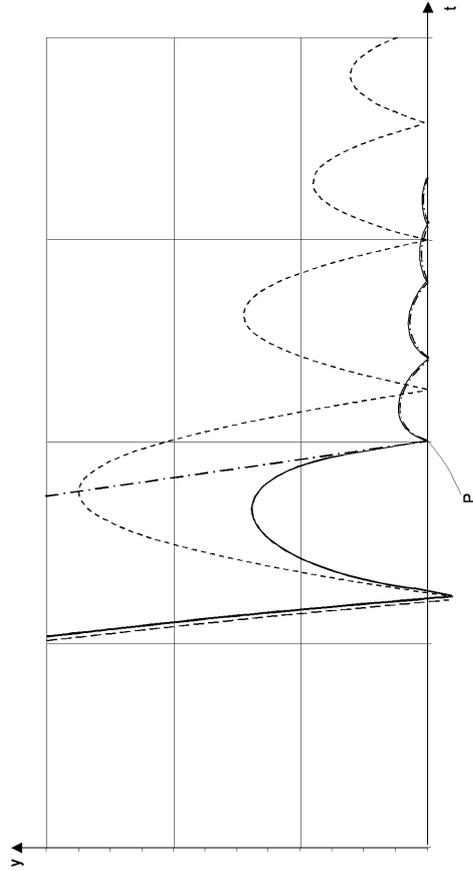
【図9】



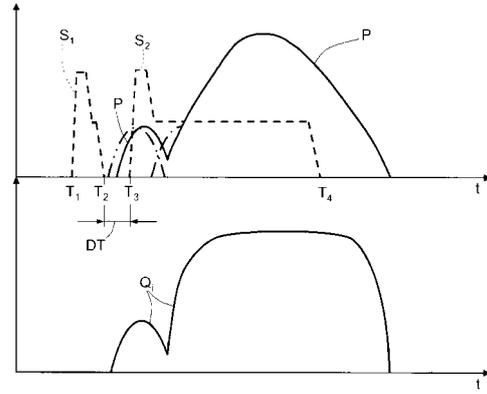
【図10】



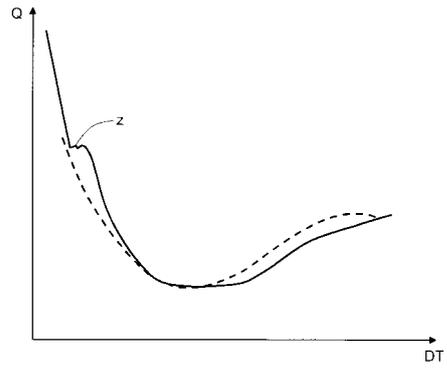
【 1 1】



【 1 2】



【 1 3】



フロントページの続き

- (72)発明者 セルジオ・ストウッキ
イタリア国、70010 ヴァレンツァーノ、エス・ピー・カッサマッシマ、キロメトロ3、シー
・アール・エフ・ソチエタ・コンソルティーレ・ペル・アツィオニ内
- (72)発明者 ラファエレ・リッコ
イタリア国、70010 ヴァレンツァーノ、エス・ピー・カッサマッシマ、キロメトロ3、シー
・アール・エフ・ソチエタ・コンソルティーレ・ペル・アツィオニ内
- (72)発明者 オノフリオ・デ・ミシエレ
イタリア国、70010 ヴァレンツァーノ、エス・ピー・カッサマッシマ、キロメトロ3、シー
・アール・エフ・ソチエタ・コンソルティーレ・ペル・アツィオニ内
- (72)発明者 キアラ・アルタムラ
イタリア国、70010 ヴァレンツァーノ、エス・ピー・カッサマッシマ、キロメトロ3 シー
・アール・エフ・ソチエタ・コンソルティーレ・ペル・アツィオニ内
- (72)発明者 ドメニコ・レポーレ
イタリア国、70010 ヴァレンツァーノ、エス・ピー・カッサマッシマ、キロメトロ3 シー
・アール・エフ・ソチエタ・コンソルティーレ・ペル・アツィオニ内

審査官 谷川 啓亮

- (56)参考文献 特開2007-162674(JP,A)
特開2003-269228(JP,A)
特開2006-017101(JP,A)
特開2006-097659(JP,A)
特開2006-258097(JP,A)
米国特許第6305355(US,B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02M 39/00 - 71/04
F02D 41/00 - 41/40
F02D 43/00 - 45/00