

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-19214

(P2010-19214A)

(43) 公開日 平成22年1月28日(2010.1.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO2M 51/06 (2006.01)	FO2M 51/06 N	3G066
FO2M 61/10 (2006.01)	FO2M 61/10 A	
FO2M 45/08 (2006.01)	FO2M 45/08 A	
FO2M 47/00 (2006.01)	FO2M 47/00 A	
FO2M 47/02 (2006.01)	FO2M 47/00 P	
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 20 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2008-182401 (P2008-182401)
 (22) 出願日 平成20年7月14日 (2008.7.14)

(71) 出願人 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 100093779
 弁理士 服部 雅紀
 (72) 発明者 本江 勇介
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内
 (72) 発明者 野村 重夫
 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
 社デンソー内
 Fターム(参考) 3G066 AA07 AB02 AC09 BA43 BA49
 CC14 CE27 DA08 DC09

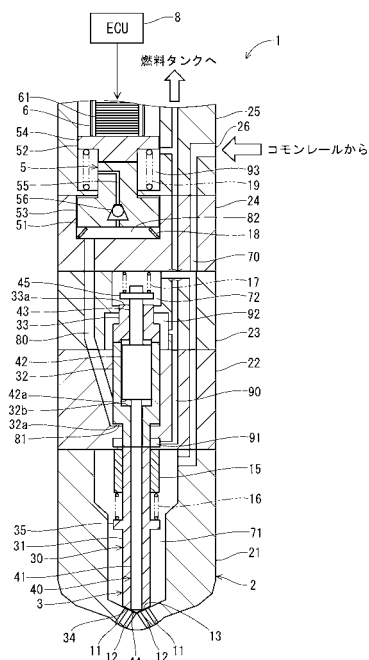
(54) 【発明の名称】 燃料噴射装置

(57) 【要約】

【課題】本発明の目的は、部材の摩耗を抑制し、噴射性能の経時劣化を抑制する燃料噴射装置を提供する。

【解決手段】圧力制御室8 1は、内部の燃料の圧力が高まるとニードル3を離座方向へ付勢する。加圧室8 2は、圧力制御室8 1に連通し、ピストン5によって内部の燃料が加圧される。ピエゾ駆動体6は、電圧を印加されて伸長することにより、加圧室8 2を昇圧する方向にピストン5を押圧する。ECU 8は、ピエゾ駆動体6に印加する電圧を変化させることにより、加圧室8 2および圧力制御室8 1の圧力を変化させる。また、ECU 8は、ニードル3が離座位置から着座位置まで移動する途中、ピエゾ駆動体6に印加する電圧を減少させる度合いを変化させてピエゾ駆動体6の単位時間あたりの収縮率を変化させることにより、ニードル3の着座方向への移動速度を低減する速度低減手段を有している。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

噴孔、弁座、および前記噴孔に連絡する燃料通路を有するノズルボディと、
前記ノズルボディの内部を軸方向に往復移動し、前記弁座に着座することにより前記燃料通路を遮断し、前記弁座から離座することにより前記燃料通路を開放するニードルと、
前記ニードルを着座方向へ付勢するニードル付勢部材と、
前記ノズルボディの内部を往復移動するピストンと、
内部の燃料の圧力が高まると前記ニードルを前記ニードル付勢部材の付勢力に抗して離座方向へ付勢する圧力制御室と、当該圧力制御室に連通し前記ピストンによって内部の燃料が加圧される加圧室と、を有する燃料圧力制御系統と、
前記加圧室の圧力が低下する方向に前記ピストンを付勢するピストン付勢部材と、
電圧を印加されて伸長することにより、前記ピストン付勢部材の付勢力に抗して前記加圧室を昇圧する方向に前記ピストンを押圧する駆動体と、
前記駆動体に印加する電圧を変化させることにより、前記加圧室および前記圧力制御室の圧力を変化させる制御部とを備え、
前記制御部は、前記ニードルが離座位置から着座位置まで移動する途中、前記駆動体に印加する電圧を減少させる度合いを変化させて前記駆動体の単位時間あたりの収縮率を変化させることにより、前記ニードルの着座方向への移動速度を低減する速度低減手段を有することを特徴とする燃料噴射装置。

10

【請求項 2】

20

前記ノズルボディの噴孔は、第 1 噴孔群と、前記第 1 噴孔群より軸中心に近い第 2 噴孔群とからなり、
前記ニードルは、前記第 1 噴孔群を開閉する円筒状の OUTER ニードルと、前記 OUTER ニードルの内側に収容され前記第 2 噴孔群を開閉する INNER ニードルとからなることを特徴とする請求項 1 記載の燃料噴射装置。

【請求項 3】

前記制御部は、前記速度低減手段による前記 INNER ニードルの着座方向への移動速度の低減の度合いよりも前記 OUTER ニードルの着座方向への移動速度の低減の度合いのほうが大きくなるように、前記駆動体を制御することを特徴とする請求項 2 記載の燃料噴射装置。

30

【請求項 4】

前記制御部は、前記ニードルが離座位置から着座位置へ移動する途中、前記ニードルが前記弁座に当接する直前の時点で、前記駆動体に印加する電圧を上昇させて前記駆動体を伸長させることにより、前記ニードルの着座方向への移動速度を前記時点において変化させることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項記載の燃料噴射装置。

【請求項 5】

前記駆動体は、 piezo 素子を複数積層することにより構成される piezo 駆動体であることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか一項記載の燃料噴射装置。

【請求項 6】

前記 OUTER ニードルは、前記弁座に当接可能な第 1 当接部と、前記弁座に当接可能で前記第 1 当接部とともに前記弁座に当接することにより前記第 1 噴孔群を閉塞可能な第 2 当接部とを有し、

40

前記制御部は、前記 OUTER ニードルが離座位置から着座位置へ移動する途中、前記第 1 当接部または前記第 2 当接部の少なくとも一方が前記弁座に当接したときに、前記 OUTER ニードルの着座方向への移動速度の低減を開始することを特徴とする請求項 2 から 5 のいずれか一項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、エンジンの気筒に燃料を噴射する燃料噴射装置に関し、特に、加圧した燃料

50

によりニードルの離座および着座を制御する燃料噴射装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、噴孔を開閉するニードルを、燃料の圧力を介して離座方向または着座方向へ移動させる燃料噴射装置が知られている。例えば特許文献1に開示された燃料噴射装置では、ピストンを押圧する駆動体を制御し、ピストンにより加圧される燃料の圧力を変化させることによってニードルを離座方向または着座方向へ移動させている。

【0003】

また、特許文献1の燃料噴射装置では、ニードルは、円筒状のアウトーニードルと、アウトーニードルの内側に設けられるインナーニードルとから構成されている。これにより、それぞれのニードルが段階的に別々の噴孔を開閉することで、燃料の噴射量が少ないときでも微粒化した燃料噴霧をエンジンの気筒に噴射することを可能としている。

【0004】

特許文献1の燃料噴射装置では、ニードルを離座位置から着座位置へ移動させるとき、ニードルが一定の速度で着座方向へ移動するように駆動体を制御している。なお、ここで、ニードルが弁座から離れた状態にあるニードルの位置を「離座位置」と表現し、ニードルが弁座に当接し噴孔を塞いで停止している状態にあるニードルの位置を「着座位置」と表現する。また、ニードルが離座位置から着座位置へ向かうときのニードルの移動方向を「着座方向」と表現し、ニードルが着座位置から離座位置へ向かうときのニードルの移動方向を「離座方向」と表現する。以下、同様の表現を用いる。上述のように駆動体を制御する場合、弁座に当接するときのニードルの速度が大きいため、当接時の衝撃が大きくなることがある。その結果、ニードルの破損やニードルおよび弁座の摩耗を招くおそれがある。ニードルおよび弁座が摩耗すると、開弁時期や開弁時間などが変化することにより燃料噴射装置の噴射性能が経時劣化するという問題が生じる。

【0005】

特に、アウトーニードルは、円筒状のため強度が低く、弁座に当接するときの衝撃が大きいと破損または摩耗しやすい。また、アウトーニードルは、着座方向へ移動するとき、一部が弁座に当接した後、弁座に対して滑りながら自身が撓むことにより、2箇所あるいは複数の箇所では弁座に当接し噴孔を閉塞する。この時の滑りの速度が大きいと、アウトーニードルおよび弁座の摩耗が促進されるおそれがある。

【特許文献1】特開2007-138852号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の目的は、部材の摩耗を抑制し、噴射性能の経時劣化を抑制する燃料噴射装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

請求項1記載の発明では、ノズルボディは、噴孔、弁座、および噴孔に連絡する燃料通路を有している。ニードルは、ノズルボディの内部を軸方向に往復移動し、弁座に着座することにより燃料通路を遮断し、弁座から離座することにより燃料通路を開放する。ニードル付勢部材は、ニードルを着座方向へ付勢する。ピストンは、ノズルボディの内部を往復移動可能に設けられている。燃料圧力制御系統は、内部の燃料の圧力が高まるとニードルをニードル付勢部材の付勢力に抗して離座方向へ付勢する圧力制御室と、当該圧力制御室に連通しピストンによって内部の燃料が加圧される加圧室と、を有する。ピストン付勢部材は、加圧室の圧力が低下する方向にピストンを付勢する。駆動体は、電圧を印加されて伸長することにより、ピストン付勢部材の付勢力に抗して加圧室を昇圧する方向にピストンを押圧する。制御部は、駆動体に印加する電圧を変化させることにより、加圧室および圧力制御室の圧力を変化させる。また、制御部は、ニードルが離座位置から着座位置まで移動する途中、駆動体に印加する電圧を減少させる度合いを変化させて駆動体の単位時

10

20

30

40

50

間あたりの収縮率を変化させることにより、ニードルの着座方向への移動速度を低減する速度低減手段を有している。速度低減手段により、ニードルが弁座に当接するときのニードルの速度、またはニードルが弁座に当接した後のニードルの滑りの速度を低減することができる。これにより、ニードルが弁座に当接するときの衝撃を緩和すること、またはニードルおよび弁座の摩耗を抑制することができる。その結果、ニードルおよび弁座が摩耗することによる燃料噴射装置の開弁時期や開弁時間などの経時的な変化を抑制できる。したがって、燃料噴射装置の噴射性能の経時劣化を抑制することができる。

【 0 0 0 8 】

請求項 2 記載の発明では、ノズルボディの噴孔は、第 1 噴孔群と、第 1 噴孔群より軸中心に近い第 2 噴孔群とからなる。また、ニードルは、第 1 噴孔群を開閉する円筒状のアウトニードルと、アウトニードルの内側に収容され第 2 噴孔群を開閉するインナーニードルとからなる。本発明では、請求項 1 記載の発明と同様、速度低減手段により、アウトニードルおよびインナーニードルが弁座に当接するときの各ニードルの速度、または各ニードルが弁座に当接した後の各ニードルの滑りの速度を低減することができる。これにより、各ニードルが弁座に着座するときの衝撃を緩和すること、または各ニードルおよび弁座の摩耗を抑制することができる。その結果、燃料噴射装置の開弁時期や開弁時間などの経時的な変化を抑制できる。したがって、燃料噴射装置の噴射性能の経時劣化を抑制することができる。

10

【 0 0 0 9 】

請求項 3 記載の発明では、制御部は、速度低減手段によるインナーニードルの着座方向への移動速度の低減の度合いよりもアウトニードルの着座方向への移動速度の低減の度合いのほうが大きくなるように、駆動体を制御する。これにより、アウトニードルへの弁座からの衝撃またはアウトニードルの摩耗を効果的に抑制することができる。特に、アウトニードルは、円筒状のためインナーニードルに比べて強度が低く、また、弁座に当接した後の滑りの量が多い。したがって、本発明では、アウトニードルの摩耗による開弁時期や開弁時間などの経時的な変化を効果的に抑制でき、燃料噴射装置の噴射性能の経時劣化を抑制することができる。

20

【 0 0 1 0 】

請求項 4 記載の発明では、制御部は、ニードルが離座位置から着座位置へ移動する途中、ニードルが弁座に当接する直前の時点で、駆動体に印加する電圧を上昇させて駆動体を伸長させることにより、ニードルの着座方向への移動速度を前記時点において変化させる。すなわち、前記時点後のニードルの移動速度は、前記時点までのニードルの移動速度に比べて小さくなる。これにより、ニードルが弁座に当接するときの衝撃を緩和することができる。したがって、ニードルの破損や摩耗を効果的に抑制することができる。

30

【 0 0 1 1 】

請求項 5 記載の発明では、駆動体は、ピエゾ素子を複数積層することにより構成されるピエゾ駆動体である。ピエゾ駆動体は、印加される電圧に応じて伸長し、印加される電圧に対する応答性が高いという特徴を有する。そのため、制御部は、駆動体の作動を高精度に制御することができる。これにより、制御部がニードルの着座方向への移動速度を低減させるとき、所定のタイミングで、かつ、高精度に移動速度を低減させることができる。したがって、ニードルが離座位置から着座位置まで移動するときのニードルの破損や摩耗を効果的に抑制することができる。

40

【 0 0 1 2 】

請求項 6 記載の発明では、アウトニードルは、弁座に当接可能な第 1 当接部と、弁座に当接可能で第 1 当接部とともに弁座に当接することにより第 1 噴孔群を閉塞可能な第 2 当接部とを有している。アウトニードルは、離座位置から着座位置まで移動する途中、第 1 当接部または第 2 当接部が弁座に当接した後、弁座に対して滑りながら自身が撓むことにより、第 1 当接部および第 2 当接部の 2 箇所でも弁座に当接し第 1 噴孔群を閉塞する。制御部は、第 1 当接部または第 2 当接部の少なくとも一方が弁座に当接したときに、アウトニードルの着座方向への移動速度の低減を開始する。これにより、アウトニードル

50

が弁座に対して滑るときの移動速度を低減することができる。したがって、滑りにより生じ得るアウターニードルおよび弁座の摩耗を効果的に抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明の複数の実施形態による燃料噴射装置を図に基づいて説明する。

(第1実施形態)

本発明の第1実施形態による燃料噴射装置を図1に示す。燃料噴射装置1は、例えばディーゼルエンジンの各気筒に取り付けられ、コモンレールに蓄圧状態で蓄えられた高圧の燃料を各気筒に噴射する。燃料噴射装置1は、ノズルボディ2、ニードル3、ピストン5、

10

、ピエゾ駆動体6および電子制御ユニット(以下、ECUという。)8などを備えている。ノズルボディ2の内部に、ニードル3、ピストン5およびピエゾ駆動体6などが設けられ、燃料通路70、燃料溜り室71、背圧室72、圧力制御室81、加圧室82などが形成されている。

【0014】

ノズルボディ2は、略円筒状に形成された第1ボディ21、第2ボディ22、第3ボディ23、第4ボディ24および第5ボディ25が、この順で接続することにより構成されている。第1ボディ21の反第2ボディ22側の端部には、噴孔11および噴孔12がそれぞれ複数形成されている。噴孔11は第1ボディ21の周方向に所定の間隔で複数形成され、第1噴孔群を構成している。噴孔12も第1ボディ21の周方向に所定の間隔で複数形成され、第2噴孔群を構成している。第2噴孔群は、第1噴孔群よりも第1ボディ21の軸中心に近い位置に形成されている。噴孔11および噴孔12は、第1ボディ21の内壁と外壁とを連通している。第1ボディ21の噴孔11および噴孔12の入口側に、燃料溜り室71が形成されている。第1ボディ21の内壁には、噴孔11および噴孔12の入口近傍に、ニードル3が着座可能な弁座13が形成されている。

20

【0015】

第1ボディ21、第2ボディ22、第3ボディ23、第4ボディ24および第5ボディ25の内部には、燃料通路70が形成されている。燃料通路70は、第5ボディ25に形成された流入口26を経由して図示しないコモンレールに連通している。そのため、燃料通路70には、コモンレールの内部と概ね同一の圧力の燃料が供給される。なお、燃料溜り室71は、燃料通路70の一部を構成している。

30

【0016】

ニードル3は、ノズルボディ2の内部に往復移動可能に収容されている。ニードル3は、アウターニードル30とインナーニードル40とからなる。アウターニードル30は、略円筒状に形成され、内側にインナーニードル40を収容している。

本実施形態では、アウターニードル30は、3つの部材により構成されている。すなわち、アウターニードル30は第1アウターニードル31、第2アウターニードル32および第3アウターニードル33により構成され、各アウターニードルはこの順で当接している。第1アウターニードル31、第2アウターニードル32および第3アウターニードル33は、いずれも略円筒状に形成され、それぞれ第1ボディ21、第2ボディ22および第3ボディ23の内側に、軸方向へ往復移動可能に収容されている。

40

【0017】

第1アウターニードル31の噴孔11側の端部には、弁座13に着座可能なシート部34が形成されている。シート部34が弁座13に着座すると、燃料通路70と噴孔11との間は遮断され、噴孔11を通じた燃料の噴射が停止する。一方、シート部34が弁座13から離座すると、燃料通路70と噴孔11とは連絡し、噴孔11を通じて燃料が噴射される。このように、アウターニードル30は、シート部34が弁座13に着座することにより第1噴孔群を閉塞し、シート部34が弁座13から離座することにより第1噴孔群を開放する。

【0018】

第1アウターニードル31の軸方向の途中には、径外方向へ環状に突出する突出部35

50

が形成されている。第 1 アウターニードル 3 1 の反噴孔 1 1 側端部の外周には、略円筒状のシリンダ 1 5 が設けられている。シリンダ 1 5 は、一方の端部が第 2 ボディ 2 2 に接しており、内壁が第 1 アウターニードル 3 1 の外壁と摺接することにより第 1 アウターニードル 3 1 の往復移動を案内する。突出部 3 5 とシリンダ 1 5 との間には、ニードル付勢部材としてのスプリング 1 6 が設けられている。スプリング 1 6 は、突出部 3 5 を押圧することにより第 1 アウターニードル 3 1 を弁座 1 3 側、すなわち着座方向へ付勢している。

【 0 0 1 9 】

第 2 アウターニードル 3 2 は、軸方向の途中から反第 1 アウターニードル 3 1 側端部にかけて外径および内径が大きくなるように形成されている。これにより、第 2 アウターニードル 3 2 には、外壁に略環状の段差面 3 2 a が形成され、内壁に略環状の段差面 3 2 b が形成されている。

10

インナーニードル 4 0 は第 1 インナーニードル 4 1、第 2 インナーニードル 4 2 および第 3 インナーニードル 4 3 の 3 つの部材により構成され、各インナーニードルはこの順で当接している。第 1 インナーニードル 4 1、第 2 インナーニードル 4 2 および第 3 インナーニードル 4 3 は、いずれも略円柱状に形成され、それぞれ第 1 アウターニードル 3 1、第 2 アウターニードル 3 2 および第 3 アウターニードル 3 3 の内側に、軸方向へ往復移動可能に収容されている。

【 0 0 2 0 】

第 1 インナーニードル 4 1 の噴孔 1 2 側の端部には、弁座 1 3 に着座可能なシート部 4 4 が形成されている。シート部 4 4 が弁座 1 3 に着座すると、燃料通路 7 0 と噴孔 1 2 との間は遮断され、噴孔 1 2 を通じた燃料の噴射が停止する。一方、シート部 4 4 が弁座 1 3 から離座すると、燃料通路 7 0 と噴孔 1 2 とは連絡し、噴孔 1 2 を通じて燃料が噴射される。このように、インナーニードル 4 0 は、シート部 4 4 が弁座 1 3 に着座することにより第 2 噴孔群を閉塞し、シート部 4 4 が弁座 1 3 から離座することにより第 2 噴孔群を開放する。

20

【 0 0 2 1 】

第 2 インナーニードル 4 2 は、軸方向の途中から反第 1 インナーニードル 4 1 側端部にかけて外径が大きくなるように形成されている。これにより、第 2 インナーニードル 4 2 には、外壁に略環状の段差面 4 2 a が形成されている。第 2 アウターニードル 3 2 が離座方向へ移動するとき、段差面 4 2 a と段差面 3 2 b とは当接可能である。

30

【 0 0 2 2 】

第 3 インナーニードル 4 3 には、軸方向の途中、反第 2 インナーニードル 4 2 側に、径外方向へ環状に突出する突出部 4 5 が形成されている。突出部 4 5 は、第 3 ボディ 2 3 の内壁と第 4 ボディ 2 4 とに囲まれて形成される背圧室 7 2 内に位置している。背圧室 7 2 には、コモンレールから燃料通路 7 0 を経由して燃料が流入する。突出部 4 5 と第 4 ボディ 2 4 との間には、ニードル付勢部材としてのスプリング 1 7 が設けられている。スプリング 1 7 は、突出部 4 5 を押圧することにより、第 3 インナーニードル 4 3 を弁座 1 3 側へ付勢している。これにより、第 2 インナーニードル 4 2 および第 1 インナーニードル 4 1 も弁座 1 3 側へ付勢されている。すなわち、インナーニードル 4 0 は、スプリング 1 7 によって着座方向へ付勢されている。

40

【 0 0 2 3 】

図 2 (A) に示すように、第 1 アウターニードル 3 1 と第 1 インナーニードル 4 1 との間には、略円筒状の隙間が形成されている。シート部 3 4 は、壁面 3 4 a および壁面 3 4 b を有している。壁面 3 4 a および壁面 3 4 b は、ともにテーパ状に形成されている。壁面 3 4 b は、壁面 3 4 a に対して第 1 アウターニードル 3 1 の径外方向側に位置し、テーパ角度が壁面 3 4 a のテーパ角度とは異なるように形成されている。壁面 3 4 a と壁面 3 4 b との間には、第 1 アウターニードル 3 1 の径内方向へ環状に窪む凹溝 3 6 が形成されている。ここで、壁面 3 4 a は特許請求の範囲における「第 1 当接部」を構成し、壁面 3 4 b は特許請求の範囲における「第 2 当接部」を構成している。

【 0 0 2 4 】

50

図 1 に示すように、第 2 ボディ 2 2 の内壁と第 2 アウターニードル 3 2 との間には、低圧室 9 1 が形成されている。低圧室 9 1 には、シリンダ 1 5 と第 1 アウターニードル 3 1 と第 2 ボディ 2 2 との間を通じて、第 1 ボディ 2 1 の燃料溜り室 7 1 からリークした燃料が流入する。そのため、低圧室 9 1 内の燃料圧力は、燃料溜り室 7 1 内の燃料圧力に比べて小さい。低圧室 9 1 に流入した燃料は、第 2 ボディ 2 2、第 3 ボディ 2 3 および第 4 ボディ 2 4 の内部に形成された低圧燃料通路 9 0 を経由して燃料噴射装置 1 の外部へ排出される。低圧燃料通路 9 0 は、図示しない燃料タンクに連通している。これにより、燃料溜り室 7 1 からリークした燃料は、燃料タンクに排出される。

【 0 0 2 5 】

第 3 ボディ 2 3 の内壁と第 3 アウターニードル 3 3 および第 2 アウターニードル 3 2 と第 2 ボディ 2 2 との間には、低圧室 9 2 が形成されている。低圧室 9 2 には、第 3 アウターニードル 3 3 と第 3 ボディ 2 3 との間を通じて、背圧室 7 2 からリークした燃料が流入する。そのため、低圧室 9 2 内の燃料圧力は、背圧室 7 2 内の燃料圧力に比べて小さい。低圧室 9 2 に流入した燃料は、低圧燃料通路 9 0 を経由して燃料タンクに排出される。

【 0 0 2 6 】

第 4 ボディ 2 4 および第 5 ピストン 2 5 の内部には、ピストン 5 が往復移動可能に設けられている。ピストン 5 は、第 1 ピストン 5 1 と、第 1 ピストン 5 1 の反第 3 ボディ 2 3 側に設けられる第 2 ピストン 5 2 とからなる。第 1 ピストン 5 1 は、略円柱状に形成され、第 2 ピストン 5 2 とは反対側に、外径の大きな大径部 5 3 を有している。一方、第 2 ピストン 5 2 は、第 1 ピストン 5 1 とは反対側の端部から径外方向へ環状に突出する突出部 5 4 を有している。

【 0 0 2 7 】

大径部 5 3 は、第 4 ボディ 2 4 の内壁と第 5 ボディ 2 5 との間に形成される空間内に位置している。第 1 ピストン 5 1 の反大径部 5 3 側端部、および第 2 ピストン 5 2 は、第 5 ボディ 2 5 の内壁に囲まれて形成される空間内に位置している。

第 2 ボディ 2 2 の内壁と第 2 アウターニードル 3 2 の段差面 3 2 a との間には、圧力制御室 8 1 が形成されている。第 1 ピストン 5 1 の大径部 5 3 と第 4 ボディ 2 4 の内壁との間には、加圧室 8 2 が形成されている。圧力制御室 8 1 と加圧室 8 2 とは、第 2 ボディ 2 2、第 3 ボディ 2 3 および第 4 ボディ 2 4 の内部に形成された連通路 8 0 によって連通している。圧力制御室 8 1 と加圧室 8 2 とは、特許請求の範囲における「燃料圧力制御系統」を構成している。

【 0 0 2 8 】

加圧室 8 2 には、ピストン付勢部材としての皿ばね 1 8 が設けられている。皿ばね 1 8 は、第 1 ピストン 5 1 を第 2 ピストン 5 2 側、すなわち加圧室 8 2 の容積が増大する方向へ付勢している。皿ばね 1 8 の付勢力によって、第 1 ピストン 5 1 が加圧室 8 2 の容積が増大する方向へ移動すると、加圧室 8 2 の圧力は低下する。

【 0 0 2 9 】

第 5 ボディ 2 5 の内壁と第 2 ピストン 5 2 および第 1 ピストン 5 1 との間には、燃料室 9 3 が形成されている。燃料室 9 3 には、燃料溜り室 7 1 または背圧室 7 2 からリークした燃料が、低圧室 9 1、低圧室 9 2 および低圧燃料通路 9 0 を経由して流入する。燃料室 9 3 には、ピストン付勢部材としてのスプリング 1 9 が設けられている。スプリング 1 9 は、第 2 ピストン 5 2 の突出部 5 4 を押圧することにより、第 2 ピストン 5 2 を反第 1 ピストン 5 1 側へ付勢している。

【 0 0 3 0 】

駆動体としてのピエゾ駆動体 6 は、第 2 ピストン 5 2 の反第 1 ピストン 5 1 側に設けられている。ピエゾ駆動体 6 は、略円柱状に形成され、一方の端部が第 2 ピストン 5 2 に接し、他方の端部が第 5 ボディ 2 5 の反弁座 1 3 側内壁に固定されている。ピエゾ駆動体 6 は、ピエゾスタック 6 1 を有している。ピエゾスタック 6 1 は、充電または放電されることにより伸縮する容量性のピエゾ素子が複数積層されることによって構成されている。ピエゾスタック 6 1 は、E C U 8 の指令によって電圧を印加されて電氣的なエネルギーが充

電されることにより軸方向に伸長する。一方、ピエゾスタック 6 1 に印加される電圧が減少して電氣的なエネルギーが放電されると、ピエゾスタック 6 1 は軸方向に収縮する。ピエゾ駆動体 6 に印加される電圧とピエゾ駆動体 6 の伸長量とは、ほぼ比例している。また、ピエゾ駆動体 6 は、電圧を印加されてからの応答性に優れている。

【 0 0 3 1 】

ピエゾスタック 6 1 が伸長したとき、ピエゾ駆動体 6 は、皿ばね 1 8 およびスプリング 1 9 の付勢力に抗してピストン 5 を第 3 ボディ 2 3 側、すなわち加圧室 8 2 の容積が減少する方向へ押圧する。ピエゾ駆動体 6 の押圧により、ピストン 5 が加圧室 8 2 の容積が減少する方向へ移動すると、加圧室 8 2 の圧力は上昇する。

【 0 0 3 2 】

第 1 ピストン 5 1 の内部には、燃料室 9 3 と加圧室 8 2 とを連通する通路 5 5 が形成されている。通路 5 5 の途中には、逆止弁 5 6 が設けられている。逆止弁 5 6 は、通路 5 5 において燃料室 9 3 から加圧室 8 2 へ向かう燃料の流通を許容し、加圧室 8 2 から燃料室 9 3 へ向かう燃料の流通を規制する。皿ばね 1 8 およびスプリング 1 9 の付勢力によってピストン 5 が反第 3 ボディ 2 3 側へ移動するとき、燃料室 9 3 の圧力よりも加圧室 8 2 の圧力のほうが小さくなるため、燃料が燃料室 9 3 から通路 5 5 を経由して加圧室 8 2 へ流入する。一方、ピエゾ駆動体 6 の押圧によってピストン 5 が第 3 ボディ 2 3 側へ移動するとき、加圧室 8 2 から燃料室 9 3 への燃料の流出が規制され、加圧室 8 2 の圧力が上昇する。

【 0 0 3 3 】

上述のように、加圧室 8 2 と圧力制御室 8 1 とは、連通路 8 0 によって連通している。これにより、加圧室 8 2 内の燃料は圧力制御室 8 1 に流入し、圧力制御室 8 1 内の燃料圧力は加圧室 8 2 内の燃料圧力と概ね同一となる。そのため、加圧室 8 2 内の燃料が加圧されると、これにともなって圧力制御室 8 1 内の燃料圧力が上昇する。

【 0 0 3 4 】

制御部としての ECU 8 は、図示しない CPU、ROM および RAM を有するマイクロコンピュータによって構成されている。また、ECU 8 は、ROM に記録されているプログラムにしたがって燃料噴射装置 1 および燃料噴射装置 1 が搭載されている車両を統合して制御する。ECU 8 には、ピエゾ駆動体 6 が接続している。また、ECU 8 には、図示しないコモンレール圧センサ、アクセルセンサ、クランク角センサおよび水温センサなどが接続している。また、ECU 8 は、特許請求の範囲における「速度低減手段」として機能する。

【 0 0 3 5 】

ECU 8 は、アクセルセンサ、クランク角センサおよび水温センサ等からの検出信号に基づいてエンジンの負荷を予測する。そして、ECU 8 は、予測したエンジンの負荷に基づいて、エンジンへ供給すべき燃料量を算出する。ECU 8 は、コモンレール圧センサによって所定の周期でコモンレール圧を検出しつつ、算出した燃料量に基づいて、コモンレール圧が所定の圧力となるように、燃料タンクからコモンレールへ供給する燃料の流量を調整する。これとともに、ECU 8 は、燃料噴射装置 1 の開弁時間を調整して所定量の燃料をエンジンへ供給する。

【 0 0 3 6 】

燃料噴射装置 1 は、ECU 8 からの電氣的な制御信号によってエンジンの各気筒へ燃料を噴射する。すなわち、燃料噴射装置 1 のピエゾ駆動体 6 は、ECU 8 によって制御信号に基づく電圧を印加されると伸長し、これによりピストン 5 で加圧室 8 2 および圧力制御室 8 1 を加圧してニードル 3 を離座方向へ移動させる。その結果、燃料噴射装置 1 の噴孔が開放され、噴孔から燃料が噴射される。

【 0 0 3 7 】

ECU 8 は、上述のように各センサからの検出信号によりエンジンの負荷を予測し、予測した負荷に基づいて、最適な目標噴射量および目標噴射時期になるように制御信号としての噴射パルスを生成するパルス幅およびパルスの立ち上がり時期と運転状態との対応を

10

20

30

40

50

、マップとしてＲＡＭに記憶している。通常運転時、ＥＣＵ８は、マップに基づいて燃料噴射装置１を制御し、エンジンの負荷に応じた量の燃料を燃料噴射装置１からエンジンの気筒に噴射する。

【００３８】

ＲＡＭには、ピエゾ駆動体６に印加される電圧とピエゾ駆動体６の伸長量との対応関係が特性データとして記憶されている。圧力制御室８１内の燃料圧力はピエゾ駆動体６の伸長量とほぼ比例するため、ＥＣＵ８は、ピエゾ駆動体６に印加する電圧値に基づいて、アウターニードル３０およびインナーニードル４０のリフト量を推定することができる。これにより、ＥＣＵ８は、ピエゾ駆動体６に印加する電圧値に対応する、アウターニードル３０およびインナーニードル４０の弁座１３からの距離等を推定することができる。

10

【００３９】

次に、燃料噴射装置１の作動について説明する。

図１に示すように、ピエゾスタック６１が充電されていないとき、ピエゾスタック６１は収縮している。このとき、第１アウターニードル３１は、スプリング１６の付勢力により弁座１３に着座している。また、第１インナーニードル４１は、スプリング１７の付勢力により弁座１３に着座している。そのため、燃料溜り室７１と噴孔１１との間、および燃料溜り室７１と噴孔１２との間は遮断されており、噴孔１１および噴孔１２からの燃料の噴射は停止されている。なお、このとき、第３アウターニードル３３の端面３３ａには、背圧室７２内の燃料圧力が作用している。これにより、第３アウターニードル３３、第２アウターニードル３２および第１アウターニードル３１は、弁座１３側へ付勢されている。

20

【００４０】

制御信号に基づく電圧がＥＣＵ８によりピエゾ駆動体６に印加されてピエゾスタック６１の充電が開始されると、ピエゾスタック６１は軸方向に伸長する。これにより、ピエゾ駆動体６は、皿ばね１８およびスプリング１９の付勢力に抗してピストン５を第３ボディ２３側、すなわち加圧室８２の容積が減少する方向へ押圧する。その結果、加圧室８２内の燃料が加圧される。加圧室８２内の燃料が加圧されると、連通路８０によって加圧室８２に連通する圧力制御室８１内の燃料圧力が上昇する。圧力制御室８１内の燃料圧力は、第２アウターニードル３２の段差面３２ａに作用する。段差面３２ａに作用する圧力が、第３アウターニードル３３の端面３３ａに作用する圧力を上回ると、第２アウターニードル３２および第３アウターニードル３３は、反弁座１３側へリフトする。このとき、第２アウターニードル３２と第１アウターニードル３１との間にリンキング力が生じることにより、第１アウターニードル３１は、スプリング１６の付勢力に抗して第２アウターニードル３２とともに反弁座１３側へリフトする。これにより、第１アウターニードル３１は弁座１３から離座し、燃料溜り室７１と噴孔１１とが連絡する。その結果、噴孔１１から燃料が噴射される。

30

【００４１】

ピエゾ駆動体６に印加される電圧がさらに高まると、圧力制御室８１内の燃料圧力が上昇することにより第２アウターニードル３２が反弁座１３側へさらに移動する。第２アウターニードル３２が反弁座１３側へ移動すると、第２アウターニードル３２の段差面３２ｂは、第２インナーニードル４２の段差面４２ａに当接する。段差面３２ｂが段差面４２ａに当接した状態で圧力制御室８１内の燃料圧力がさらに上昇すると、第２アウターニードル３２および第２インナーニードル４２は、スプリング１７の付勢力に抗して反弁座１３側へリフトする。このとき、第２インナーニードル４２と第１インナーニードル４１との間にリンキング力が生じることにより、第１インナーニードル４１は、第２インナーニードル４２とともに反弁座１３側へリフトする。これにより、第１インナーニードル４１は弁座１３から離座し、燃料溜り室７１と噴孔１２とが連絡する。その結果、噴孔１２から燃料が噴射される。この状態では、噴孔１１で構成される第１噴孔群、および噴孔１２で構成される第２噴孔群から燃料が噴射されている。

40

【００４２】

50

その後、ピエゾ駆動体 6 に印加される電圧が減少することによってピエゾスタック 6 1 の放電が開始されると、ピエゾスタック 6 1 は軸方向に収縮する。これにより、ピエゾ駆動体 6 がピストン 5 を押圧する力が弱まる。そのため、ピストン 5 は、皿ばね 1 8 およびスプリング 1 9 の付勢力により弁座 1 3 側へ移動する。このとき、第 1 ピストン 5 1 は、加圧室 8 2 の容積が増大する方向へ移動する。その結果、加圧室 8 2 内の燃料圧力が低下するとともに、連通路 8 0 を経由して燃料室 9 3 から加圧室 8 2 に燃料が流入する。加圧室 8 2 内の燃料圧力が低下すると、加圧室 8 2 に連通する圧力制御室 8 1 内の燃料圧力も低下する。圧力制御室 8 1 内の燃料圧力が低下することで、第 2 アウターニードル 3 2 の段差面 3 2 a に作用する力が、第 3 アウターニードル 3 3 の端面 3 3 a に作用する背圧室 7 2 の燃料圧力、スプリング 1 7 の付勢力およびスプリング 1 6 の付勢力の和よりも小さくなると、インナーニードル 4 0 はアウターニードル 3 0 とともに着座方向へ移動する。そして、第 1 インナーニードル 4 1 が弁座 1 3 に着座し、噴孔 1 2 からの燃料の噴射が停止する。なお、このとき弁座 1 3 と第 1 インナーニードル 4 1 のシート部 4 4 との間には、滑りが生じることがある。

10

【0043】

第 1 インナーニードル 4 1 が弁座 1 3 に着座した状態で圧力制御室 8 1 内の燃料圧力がさらに低下すると、第 2 アウターニードル 3 2 の段差面 3 2 b が第 2 インナーニードル 4 2 の段差面 4 2 a から離れ、アウターニードル 3 0 は着座方向へさらに移動する。そして、第 1 アウターニードル 3 1 が弁座 1 3 に着座し、噴孔 1 1 からの燃料の噴射が停止する。

20

【0044】

このように、本実施形態では、ピエゾ駆動体 6 に印加する電圧を調節することによりアウターニードル 3 0 およびインナーニードル 4 0 を段階的にリフトさせて噴孔 1 1 および噴孔 1 2 を開閉する。これにより、燃料の噴射量が少ないときでも微粒化した燃料噴霧をエンジンの気筒に噴射することができる。

また、本実施形態では、第 1 アウターニードル 3 1 が離座位置から着座位置まで移動するとき、図 2 (A) に示すように先ず第 1 当接部としての壁面 3 4 a が弁座 1 3 に当接する。第 1 アウターニードル 3 1 がさらに着座方向へ移動すると、図 2 (B) に示すように第 1 アウターニードル 3 1 は、壁面 3 4 a が弁座 1 3 に接して滑りながら、壁面 3 4 a 側端部が径内方向へ撓む。これにより、第 2 当接部としての壁面 3 4 b は、弁座 1 3 に当接し、壁面 3 4 a とともに噴孔 1 1 を閉塞する。図 2 (B) は、第 1 アウターニードル 3 1 のシート部 3 4 が噴孔 1 1 を閉塞し、第 1 アウターニードル 3 1 の着座方向への移動が停止している状態、すなわち第 1 アウターニードル 3 1 の着座状態を示している。なお、図 2 (B) 中の波線は、図 2 (A) での第 1 アウターニードル 3 1 の位置を示している。

30

【0045】

このように、アウターニードル 3 0 およびインナーニードル 4 0 が弁座 1 3 に着座することによって、第 1 噴孔群および第 2 噴孔群に連絡する燃料通路 7 0 は遮断され、第 1 噴孔群および第 2 噴孔群からの燃料の噴射は終了する。

次に、ECU 8 によるニードル 3 の駆動制御処理について図 3 および図 4 を用いて説明する。

40

【0046】

図 3 に示すニードル 3 の駆動制御処理のフローは、車両の運転開始時、すなわち例えば運転者が車両のイグニッションキーをオンしたときに開始される。また、ニードル 3 の駆動制御処理は、図 3 に示す一連の処理を実行することにより一旦終了するが、終了後、再び処理の先頭から開始される。

ニードル 3 の駆動制御処理が開始されると、ECU 8 は、先ずステップ S 1 0 1 (以下、「ステップ」を省略し、単に記号「S」で示す。) を実行する。

【0047】

S 1 0 1 では、ECU 8 は、ピエゾ駆動体 6 に印加される電圧 (以下、ピエゾ駆動体 6 に印加される電圧を、単に「印加電圧」という。) が時間の経過にともなって減少してい

50

るかどう、すなわち印加電圧の勾配が負であるかどうかを判断する。印加電圧の勾配が負であると判断した場合（S 1 0 1 : Y）、処理はS 1 0 2へ移行する。一方、印加電圧の勾配は負ではないと判断した場合（S 1 0 1 : N）、処理はS 1 0 1へ戻る。すなわち、印加電圧の勾配が0または正の場合、S 1 0 1が繰り返し実行される。

【0048】

このときの処理について、図4を用いて説明する。図4において、L 1は、印加電圧の時間経過にともなう変化を示している。L 2は、アウターニードル30のニードルリフト量、すなわちアウターニードル30の着座位置からの距離の時間経過にともなう変化を示している。L 3は、インナーニードル40のニードルリフト量、すなわちインナーニードル40の着座位置からの距離の時間経過にともなう変化を示している。

10

【0049】

時刻t 1からt 2にかけて印加電圧が増大すると、これにともなって圧力制御室81の燃料圧力が上昇し、アウターニードル30が離座方向へ移動する。これにより、第1噴孔群からの燃料の噴射が開始される。時刻t 2からt 3にかけては、印加電圧は一定であり、アウターニードル30の着座位置からの距離も一定である。このとき、第1噴孔群からの燃料の噴射は継続されている。時刻t 3からt 4にかけて、印加電圧が増大すると、インナーニードル40は、アウターニードル30とともに離座方向へ移動する。これにより、第2噴孔群からも燃料の噴射が開始される。時刻t 4からt 5にかけては、印加電圧は一定であり、アウターニードル30およびインナーニードル40の着座位置からの距離も一定である。このとき、第1噴孔群および第2噴孔群からの燃料の噴射が継続されている。時刻t 5からt 6にかけて印加電圧が減少すると、これにともなって圧力制御室81の燃料圧力が低下し、アウターニードル30およびインナーニードル40が着座方向へ移動する。

20

【0050】

時刻t 1からt 5までは、印加電圧の勾配は正または0であるため、ECU 8によりS 1 0 1が繰り返し実行される。時刻t 5以降では、印加電圧の勾配は負であるため、ECU 8による処理はS 1 0 2へ移行する。

S 1 0 2では、ECU 8は、印加電圧の値が閾値V 1以下かどうかを判断する。印加電圧の値は閾値V 1以下であると判断した場合（S 1 0 2 : Y）、処理はS 1 0 3へ移行する。一方、印加電圧の値は閾値V 1以下ではない、すなわちV 1よりも大きいと判断した場合（S 1 0 2 : N）、処理はS 1 0 2へ戻る。つまり、印加電圧の値が閾値V 1よりも大きい間は、S 1 0 2が繰り返し実行される。ここで、閾値V 1とは、インナーニードル40が弁座13に当接する直前の時点における印加電圧の値である。閾値V 1は、RAMに記憶された印加電圧とニードルリフト量との対応関係を示す特性データから推定される、印加電圧に対するインナーニードル40の着座位置からの距離に基づいて設定されている。

30

【0051】

S 1 0 3では、ECU 8は、印加電圧を瞬間的に上昇させる。これにより、収縮途中であったピエゾ駆動体6は伸長動作に転じる。そのため、圧力が低下途中であった圧力制御室81の燃料圧力は上昇し、インナーニードル40はアウターニードル30とともに離座方向へ付勢される。その結果、インナーニードル40の着座方向への移動速度が変化する。

40

【0052】

例えば図4のL 1に示すように、時刻t 6の時点（インナーニードル40が弁座13に当接する直前の時点）で印加電圧が閾値V 1以下となったことが判断される（S 1 0 2 : Y）と、ECU 8は印加電圧を上昇させる（S 1 0 3）。これにより、L 2およびL 3からわかるように、アウターニードル30およびインナーニードル40の着座方向への移動速度が変化する。すなわち、時刻t 6後のインナーニードル40の移動速度は、時刻t 6までの移動速度に比べて小さくなる。これにより、インナーニードル40が弁座13に当接するときの衝撃を緩和することができる。

50

S 1 0 3 の後、処理は S 1 0 4 へ移行する。

【 0 0 5 3 】

S 1 0 4 では、E C U 8 は、印加電圧を所定の期間一定に保ち、その後、インナーニードル 4 0 が着座位置に位置する時点（時刻 t 9）まで印加電圧を徐々に減少させる。図 4 の L 1 に示すように、時刻 t 7 から t 8 にかけて印加電圧は一定に保たれ、時刻 t 8 から t 9 にかけて印加電圧は徐々に減少される。

上述のように、E C U 8 は、印加電圧を減少させる度合いを、時刻 t 5 から t 6 までの期間と時刻 t 6 から t 9 までの期間との間で変化させることによりピエゾ駆動体 6 の単位時間あたりの収縮率を変化させる。そのため、時刻 t 6 から t 9 までの期間のインナーニードル 4 0 の着座方向への移動速度は、時刻 t 5 から t 6 までの期間の移動速度に比べて小さくなる。すなわち、このとき、E C U 4 0 は、速度低減手段として機能する。これにより、インナーニードル 4 0 が弁座 1 3 に当接してから（時刻 t 6 の直後）、インナーニードル 4 0 が着座位置に位置するまで（時刻 t 9）の期間のインナーニードル 4 0 の滑りの速度を低減することができる。

10

S 1 0 4 の後、処理は S 1 0 5 へ移行する。

【 0 0 5 4 】

S 1 0 5 では、E C U 8 は、印加電圧の値が閾値 V 2 以下かどうかを判断する。印加電圧の値は閾値 V 2 以下であると判断した場合（S 1 0 5 : Y）、処理は S 1 0 6 へ以降する。一方、印加電圧の値は閾値 V 2 以下ではない、すなわち V 2 よりも大きいと判断した場合（S 1 0 5 : N）、処理は S 1 0 5 へ戻る。つまり、印加電圧の値が閾値 V 2 よりも大きい間は、S 1 0 5 が繰り返し実行される。ここで、閾値 V 2 とは、アウターニードル 3 0 が弁座 1 3 に当接する直前の時点における印加電圧の値である。閾値 V 2 は、閾値 V 1 と同様、R A M に記憶された印加電圧とニードルリフト量との対応関係を示す特性データから推定される、印加電圧に対するアウターニードル 3 0 の着座位置からの距離に基づいて設定されている。

20

【 0 0 5 5 】

S 1 0 6 では、E C U 8 は、S 1 0 3 での処理と同様、印加電圧を瞬間的に上昇させる。これにより、収縮途中であったピエゾ駆動体 6 は伸長動作に転じる。これにより、アウターニードル 3 0 の着座方向への移動速度が変化する。

図 4 の L 1 に示すように、時刻 t 9 の時点でインナーニードル 4 0 は着座位置にあるため、第 2 噴孔群からの燃料の噴射は停止する。時刻 t 9 以降は第 1 噴孔群のみから燃料が噴射される。時刻 t 1 0 以降に印加電圧が減少され、時刻 t 1 1 の時点（アウターニードル 3 0 が弁座 1 3 に当接する直前の時点）で印加電圧が閾値 V 2 以下となったことが判断される（S 1 0 5 : Y）と、E C U 8 は印加電圧を上昇させる（S 1 0 6）。これにより、L 2 および L 3 からわかるように、アウターニードル 3 0 の着座方向への移動速度が変化する。すなわち、時刻 t 1 1 後のアウターニードル 3 0 の移動速度は、時刻 t 1 1 までの移動速度に比べて小さくなる。これにより、アウターニードル 3 0 が弁座 1 3 に当接するときの衝撃を緩和することができる。

30

S 1 0 6 の後、処理は S 1 0 7 へ移行する。

【 0 0 5 6 】

S 1 0 7 では、E C U 8 は、印加電圧を所定の期間一定に保ち、その後、アウターニードル 3 0 が着座位置に位置する時点（時刻 t 1 4）まで印加電圧を徐々に減少させる。図 4 の L 1 に示すように、時刻 t 1 2 から t 1 3 にかけて印加電圧は一定に保たれ、時刻 t 1 3 から t 1 4 にかけて印加電圧は徐々に減少される。

40

上述のように、E C U 8 は、印加電圧を減少させる度合いを、時刻 t 1 0 から t 1 1 までの期間と時刻 t 1 1 から t 1 4 までの期間との間で変化させることによりピエゾ駆動体 6 の単位時間あたりの収縮率を変化させる。そのため、時刻 t 1 1 から t 1 4 までの期間のアウターニードル 3 0 の着座方向への移動速度は、時刻 t 1 0 から t 1 1 までの期間の移動速度に比べて小さくなる。すなわち、このとき、E C U 4 0 は、速度低減手段として機能する。これにより、アウターニードル 3 0 が弁座 1 3 に当接してから（時刻 t 1 1 の

50

直後)、アウターニードル30が着座位置に位置するまで(時刻 t_{14})の期間のアウターニードル30の滑りの速度を低減することができる。つまり、第1アウターニードル31の、第1当接部としての壁面34aが弁座13に当接した位置(図2(A)参照)から第2当接部としての壁面34bが弁座13に当接して着座位置に位置する(図2(B)参照)までの期間のシート部34の滑りの速度を低減することができる。

【0057】

なお、S106およびS107において印加電圧を瞬間的に上昇させ、その後印加電圧を一定に保ち、さらにアウターニードル30が着座位置に位置する時点まで印加電圧を徐々に減少させる期間(時刻 t_{11} から t_{14} までの期間)は、S103およびS104において印加電圧を瞬間的に上昇させ、その後印加電圧を一定に保ち、さらにインナーニードル40が着座位置に位置する時点まで印加電圧を徐々に減少させる期間(時刻 t_6 から t_9 までの期間)よりも長くなるように設定されている。すなわち、ECU8は、インナーニードル40の着座方向への移動速度の低減の度合いよりもアウターニードル30の着座方向への移動速度の低減の度合いのほうが大きくなるように、ピエゾ駆動体6を制御する。

10

【0058】

時刻 t_{14} の時点でアウターニードル30が弁座13に着座すると、第1噴孔群からの燃料噴射が停止する。これにより、燃料噴射装置1からの燃料の噴射が終了する。

S107の処理が完了すると、ニードル3の駆動制御処理が終了する。その後、引き続きニードル3の駆動制御を行うために、再び図3に示すニードル3の駆動制御処理が開始され、S101の処理が実行される。

20

【0059】

上述のように、第1実施形態では、アウターニードル30およびインナーニードル40のそれぞれについて、離座位置から着座位置へ移動するとき、弁座13との衝撃を緩和する制御を行うとともに、弁座13に当接してから着座位置まで滑るときの移動速度を低減する制御を行う。

以上説明したように、第1実施形態では、ECU8は、ニードル3が離座位置から着座位置まで移動する途中、ピエゾ駆動体6に印加する電圧を減少させる度合いを変化させてピエゾ駆動体6の単位時間あたりの収縮率を変化させることにより、ニードル3の着座方向への移動速度を低減する速度低減手段として機能する。これにより、ニードル3が弁座13に当接するときのニードル3の速度、またはニードル3が弁座13に当接した後のニードル3の滑りの速度を低減することができる。そのため、ニードル3が弁座13に当接するときの衝撃を緩和すること、またはニードル3および弁座13の摩耗を抑制することができる。その結果、ニードル3を構成するアウターニードル30およびインナーニードル40と弁座13とが摩耗することによる、燃料噴射装置1の開弁時期や開弁時間などの経時的な変化を抑制できる。したがって、燃料噴射装置1の噴射性能の経時劣化を抑制することができる。

30

【0060】

また、第1実施形態では、ECU8は、インナーニードル40の着座方向への移動速度の低減の度合いよりもアウターニードル30の着座方向への移動速度の低減の度合いのほうが大きくなるように、ピエゾ駆動体6を制御する。これにより、アウターニードル30への弁座13からの衝撃またはアウターニードル30の摩耗を効果的に抑制することができる。特に、アウターニードル30は、円筒状のためインナーニードル40に比べて強度が低く、また、弁座13に当接した後の滑りの量が多い。したがって、本実施形態では、アウターニードル30の摩耗による開弁時期や開弁時間などの経時的な変化を効果的に抑制でき、燃料噴射装置1の噴射性能の経時劣化を抑制することができる。

40

【0061】

また、第1実施形態では、ECU8は、ニードル3が離座位置から着座位置へ移動する途中、ニードル3が弁座13に当接する直前の時点で、ピエゾ駆動体6に印加する電圧を上昇させてピエゾ駆動体6を伸長させることにより、ニードル3の着座方向への移動速度

50

を前記時点において変化させる。すなわち、前記時点後のニードル 3 の移動速度は、前記時点までのニードル 3 の移動速度に比べて小さくなる。これにより、ニードル 3 が弁座 13 に当接するときの衝撃を緩和することができる。したがって、ニードル 3 の破損や摩耗を効果的に抑制することができる。

【0062】

また、第 1 実施形態による燃料噴射装置の駆動体は、ピエゾ素子を複数積層することにより構成されるピエゾ駆動体 6 である。ピエゾ駆動体 6 は、印加される電圧に比例して伸長し、印加される電圧に対する応答性が高いという特徴を有する。そのため、ECU 8 は、ピエゾ駆動体 6 の作動を高精度に制御することができる。これにより、ECU 8 がニードル 3 の着座方向への移動速度を低減させるとき、所定のタイミングで、かつ、高精度に移動速度を低減させることができる。したがって、ニードル 3 が離座位置から着座位置まで移動するときのニードル 3 の破損や摩耗を効果的に抑制することができる。

10

【0063】

さらに、第 1 実施形態では、ECU 8 は、第 1 当接部としての端面 34a または第 2 当接部としての端面 34b の少なくとも一方が弁座 13 に当接したときに、アウターニードル 30 の着座方向への移動速度の低減を開始する。これにより、アウターニードル 30 が弁座 13 に対して滑るとき、移動速度を低減することができる。したがって、滑りにより生じ得るアウターニードル 30 および弁座 13 の摩耗を効果的に抑制することができる。

【0064】

(第 2 実施形態)

20

本発明の第 2 実施形態による燃料噴射装置を図に基づいて説明する。なお、第 1 実施形態と実質的に同一の構成部位には同一の符号を付し、説明を省略する。

図 5 に第 2 実施形態による燃料噴射装置の一部を示す。第 2 実施形態では、ニードル 47 は、第 1 実施形態のインナーニードルに相当する。すなわち、第 2 実施形態では、ニードル 47 は、第 1 実施形態のようにアウターニードルとインナーニードルとからなる構成ではなく、インナーニードルに相当する部材のみからなる。

【0065】

ニードル 47 は、ノズルボディ 2 の内部を軸方向に往復移動可能に設けられている。ニードル 47 は、圧力制御室 81 の燃料圧力が上昇すると離座方向へリフトする。ニードル 47 の噴孔 12 側端部には、シート部 48 が形成されている。ニードル 47 は、シート部 48 がノズルボディ 2 の弁座 13 に着座することにより、噴孔 12 に連絡する燃料溜り室 71 を遮断する。これにより、噴孔 12 からの燃料の噴射が停止される。また、ニードル 47 は、シート部 48 が弁座 13 から離座することにより、燃料溜り室 71 を開放する。これにより、噴孔 12 から燃料が噴射される。

30

【0066】

次に、ECU 8 によるニードル 47 の駆動制御処理について図 6 および図 7 を用いて説明する。

図 6 に示すニードル 47 の駆動制御処理のフローは、第 1 実施形態のニードルの駆動制御処理と同様、車両の運転を開始したときに開始される。また、ニードル 47 の駆動制御処理は、図 6 に示す一連の処理を実行することにより一旦終了するが、終了後、再び処理の先頭から開始される。

40

【0067】

ニードル 47 の駆動制御処理が開始されると、ECU 8 は、まず S201 を実行する。

S201 では、ECU 8 は、印加電圧が時間の経過にともなって減少しているかどうか、すなわち印加電圧の勾配が負であるかどうかを判断する。印加電圧の勾配が負であると判断した場合 (S201: Y)、処理は S202 へ移行する。一方、印加電圧の勾配は負ではないと判断した場合 (S201: N)、処理は S201 へ戻る。すなわち、印加電圧の勾配が 0 または正の場合、S201 が繰り返し実行される。

【0068】

このときの処理について、図 7 を用いて説明する。図 7 において、L4 は、印加電圧の

50

時間経過にともなう変化を示している。L 5 は、ニードル 4 7 のニードルリフト量、すなわちニードル 4 7 の着座位置からの距離の時間経過にともなう変化を示している。

時刻 t_{21} から t_{22} にかけて印加電圧が増大すると、これにともなって圧力制御室 8 1 の燃料圧力が上昇し、ニードル 4 7 が離座方向へ移動する。これにより、噴孔 1 2 からの燃料の噴射が開始される。時刻 t_{22} から t_{23} にかけては、印加電圧は一定であり、ニードル 4 7 の着座位置からの距離も一定である。時刻 t_{23} から t_{24} にかけて印加電圧が減少すると、これにともなって圧力制御室 8 1 の燃料圧力が低下し、ニードル 4 7 が着座方向へ移動する。

【0069】

時刻 t_{21} から t_{23} までは、印加電圧の勾配は正または 0 であるため、ECU 8 により S 2 0 1 が繰り返し実行される。時刻 t_{23} 以降では、印加電圧の勾配は負であるため、ECU 8 による処理は S 2 0 2 へ移行する。

S 2 0 2 では、ECU 8 は、印加電圧の値が閾値 V_3 以下かどうかを判断する。印加電圧の値は閾値 V_3 以下であると判断した場合 (S 2 0 2 : Y)、処理は S 2 0 3 へ移行する。一方、印加電圧の値は閾値 V_3 以下ではない、すなわち V_3 よりも大きいと判断した場合 (S 2 0 2 : N)、処理は S 2 0 2 へ戻る。つまり、印加電圧の値が閾値 V_3 よりも大きい間は、S 2 0 2 が繰り返し実行される。ここで、閾値 V_3 とは、ニードル 4 7 が弁座 1 3 に当接する直前の時点における印加電圧の値である。閾値 V_3 は、RAM に記憶された印加電圧とニードルリフト量との対応関係を示す特性データから推定される、印加電圧に対するニードル 4 7 の着座位置からの距離に基づいて設定されている。

【0070】

S 2 0 3 では、ECU 8 は、印加電圧を瞬間的に上昇させる。これにより、収縮途中であったピエゾ駆動体 6 は伸長動作に転じる。そのため、圧力が低下途中であった圧力制御室 8 1 の燃料圧力は上昇し、ニードル 4 7 は離座方向へ付勢される。その結果、ニードル 4 7 の着座方向への移動速度が変化する。

例えば図 7 の L 4 に示すように、時刻 t_{24} の時点 (ニードル 4 7 が弁座 1 3 に当接する直前の時点) で印加電圧が閾値 V_3 以下となったことが判断される (S 2 0 2 : Y) と、ECU 8 は印加電圧を上昇させる (S 2 0 3)。これにより、L 5 からわかるように、ニードル 4 7 の着座方向への移動速度が変化する。すなわち、時刻 t_{24} 後のニードル 4 7 の移動速度は、時刻 t_{24} までの移動速度に比べて小さくなる。これにより、ニードル 4 7 が弁座 1 3 に当接するときの衝撃を緩和することができる。

S 2 0 3 の後、処理は S 2 0 4 へ移行する。

【0071】

S 2 0 4 では、ECU 8 は、印加電圧を所定の期間一定に保ち、その後、ニードル 4 7 が着座位置に位置する時点 (時刻 t_{27}) まで印加電圧を徐々に減少させる。図 7 の L 4 に示すように、時刻 t_{25} から t_{26} にかけて印加電圧は一定に保たれ、時刻 t_{26} から t_{27} にかけて印加電圧は徐々に減少される。

上述のように、ECU 8 は、印加電圧を減少させる度合いを、時刻 t_{23} から t_{24} までの期間と時刻 t_{24} から t_{27} までの期間との間で変化させることによりピエゾ駆動体 6 の単位時間あたりの収縮率を変化させる。そのため、時刻 t_{24} から t_{27} までの期間のニードル 4 7 の着座方向への移動速度は、時刻 t_{23} から t_{24} までの期間の移動速度に比べて小さくなる。すなわち、このとき、ECU 4 0 は、速度低減手段として機能する。これにより、ニードル 4 7 が弁座 1 3 に当接してから (時刻 t_{24} の直後)、ニードル 4 7 が着座位置に位置するまで (時刻 t_{27}) の期間のニードル 4 7 の滑りの速度を低減することができる。

【0072】

時刻 t_{27} の時点でニードル 4 7 が弁座 1 3 に着座すると、噴孔 1 2 からの燃料噴射が停止する。これにより、燃料噴射装置からの燃料の噴射が終了する。

S 2 0 4 の処理が完了すると、ニードル 4 7 の駆動制御処理が終了する。その後、引き続きニードル 4 7 の駆動制御を行うために、再び図 6 に示すニードル 4 7 の駆動制御処理

が開始され、S 2 0 1 の処理が実行される。

【 0 0 7 3 】

上述のように、第 2 実施形態では、ニードル 4 7 が離座位置から着座位置へ移動するとき、ニードル 4 7 と弁座 1 3 との衝撃を緩和する制御を行うとともに、ニードル 4 7 が弁座 1 3 に当接してから着座位置まで滑るときの移動速度を低減する制御を行う。

以上説明したように、第 2 実施形態では、E C U 8 は、ニードル 4 7 が離座位置から着座位置まで移動する途中、ピエゾ駆動体 6 に印加する電圧を減少させる度合いを変化させてピエゾ駆動体 6 の単位時間あたりの収縮率を変化させることにより、ニードル 4 7 の着座方向への移動速度を低減する速度低減手段として機能する。これにより、ニードル 4 7 が弁座 1 3 に当接するときのニードル 4 7 の速度、またはニードル 4 7 が弁座 1 3 に当接した後のニードル 4 7 の滑りの速度を低減することができる。そのため、ニードル 4 7 が弁座 1 3 に当接するときの衝撃を緩和すること、またはニードル 4 7 および弁座 1 3 の摩耗を抑制することができる。その結果、ニードル 4 7 と弁座 1 3 とが摩耗することによる、燃料噴射装置の開弁時期や開弁時間などの経時的な変化を抑制できる。したがって、第 1 実施形態と同様、燃料噴射装置の噴射性能の経時劣化を抑制することができる。

【 0 0 7 4 】

また、第 2 実施形態では、E C U 8 は、ニードル 4 7 が離座位置から着座位置へ移動する途中、ニードル 4 7 が弁座 1 3 に当接する直前の時点で、ピエゾ駆動体 6 に印加する電圧を上昇させてピエゾ駆動体 6 を伸長させることにより、ニードル 4 7 の着座方向への移動速度を前記時点において変化させる。すなわち、前記時点後のニードル 4 7 の移動速度は、前記時点までのニードル 4 7 の移動速度に比べて小さくなる。これにより、ニードル 4 7 が弁座 1 3 に当接するときの衝撃を緩和することができる。したがって、ニードル 4 7 の破損や摩耗を効果的に抑制することができる。

【 0 0 7 5 】

(その他の実施形態)

上述の第 1 実施形態では、インナーニードルおよびアウターニードルに対して、弁座との衝撃を緩和する制御、および弁座に当接してから着座位置まで滑るときの移動速度を低減する制御を行う例を示した。本発明のその他の実施形態では、インナーニードルに対しては上記制御を行わず、アウターニードルに対してのみ上記制御を行うこととしてもよい。アウターニードルは、その形状により、インナーニードルに比べて摩耗しやすい。そのため、アウターニードルに対してのみ上記制御を行うこととしても、ニードルの摩耗を抑制する効果は十分に発揮することができる。

【 0 0 7 6 】

上述の複数の実施形態では、ニードルに対して、弁座との衝撃を緩和する制御、および弁座に当接してから着座位置まで滑るときの移動速度を低減する制御の二つの制御を行う例を示した。本発明のその他の実施形態では、ニードルと弁座との衝撃を緩和する制御、すなわちニードルが弁座に当接する直前に印加電圧を瞬間的に上昇させる処理を行わず、ニードルが弁座に当接してから着座位置まで滑るときの移動速度を低減する制御、すなわち印加電圧を減少させる度合いを変化させて駆動体の単位時間あたりの収縮率を変化させる制御のみを行うこととしてもよい。この制御のみ行うこととしても、ニードルと弁座との摩耗を抑制することができる。

【 0 0 7 7 】

また、上述の複数の実施形態では、駆動体としてピエゾスタックを用いた例について説明した。本発明のその他の実施形態では、印加される電圧に応じて変位量が増加するその他の電歪素子、磁歪素子あるいはリニアソレノイドなどを適用してもよい。

さらに、上述の複数の実施形態では、燃料噴射装置をコモンレール式のディーゼルエンジンに適用した例について説明した。本発明のその他の実施形態では、他の形式のディーゼルエンジンまたはガソリンエンジンに適用してもよい。

【 0 0 7 8 】

このように、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しな

10

20

30

40

50

い範囲で種々の実施形態に適用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図1】本発明の第1実施形態による燃料噴射装置を示す断面図。

【図2】本発明の第1実施形態による燃料噴射装置の噴孔の近傍を示す部分断面図。

【図3】本発明の第1実施形態による燃料噴射装置のニードルの駆動制御処理を示すフローチャート。

【図4】本発明の第1実施形態による燃料噴射装置の駆動体に印加する電圧の時間経過にともなう変化、およびニードルのリフト量の時間経過にともなう変化を示すタイミングチャート。

10

【図5】本発明の第2実施形態による燃料噴射装置の噴孔の近傍を示す部分断面図。

【図6】本発明の第2実施形態による燃料噴射装置のニードルの駆動制御処理を示すフローチャート。

【図7】本発明の第2実施形態による燃料噴射装置の駆動体に印加する電圧の時間経過にともなう変化、およびニードルのリフト量の時間経過にともなう変化を示すタイミングチャート。

【符号の説明】

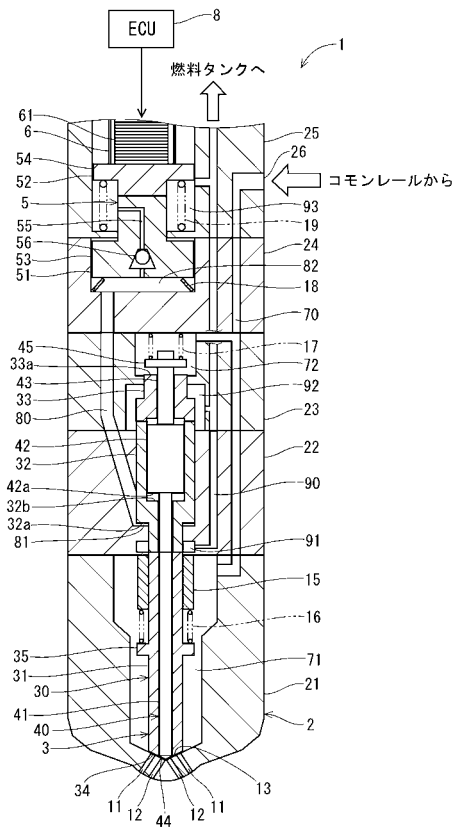
【0080】

1：燃料噴射装置、2：ノズルボディ、3：ニードル、5：ピストン、6：ピエゾ駆動体（駆動体）、8：ECU（制御部、速度低減手段）、11、12：噴孔、13：弁座、16、17：スプリング（ニードル付勢部材）、18：皿ばね（ピストン付勢部材）、19：スプリング（ピストン付勢部材）、21：第1ボディ（ノズルボディ）、22：第2ボディ（ノズルボディ）、23：第3ボディ（ノズルボディ）、24：第4ボディ（ノズルボディ）、25：第5ボディ（ノズルボディ）、30：アウターニードル（ニードル）、31：第1アウターニードル（ニードル）、32：第2アウターニードル（ニードル）、33：第3アウターニードル（ニードル）、40：インナーニードル（ニードル）、41：第1インナーニードル（ニードル）、42：第2インナーニードル（ニードル）、43：第3インナーニードル（ニードル）、51：第1ピストン（ピストン）、52：第2ピストン（ピストン）、70：燃料通路、81：圧力制御室（燃料圧力制御系統）、82：加圧室（燃料圧力制御系統）

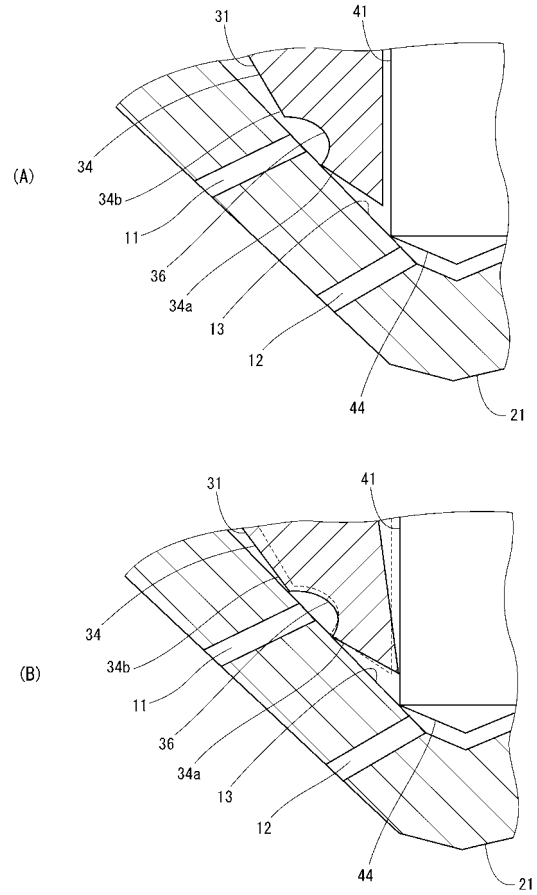
20

30

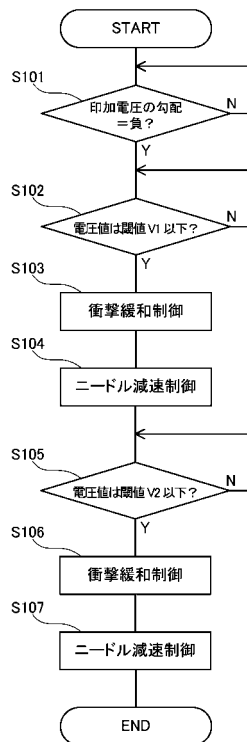
【図 1】



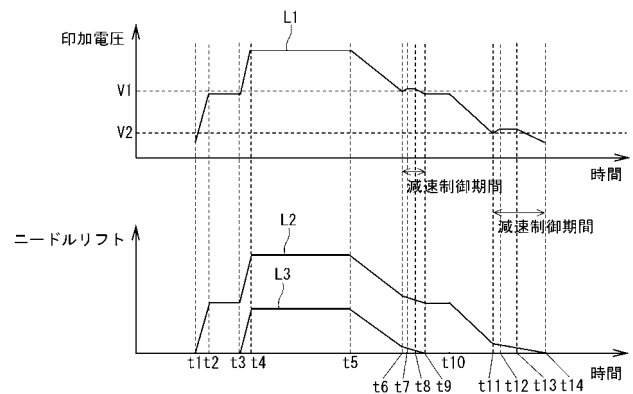
【図 2】



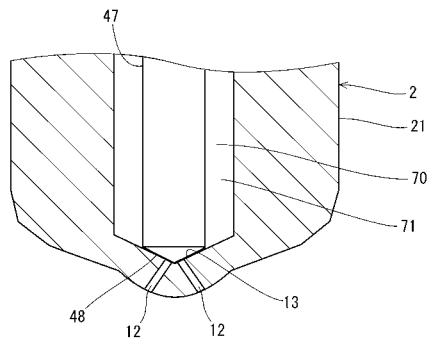
【図 3】



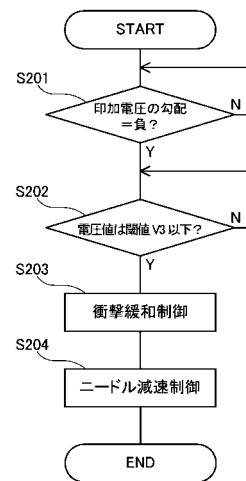
【図 4】



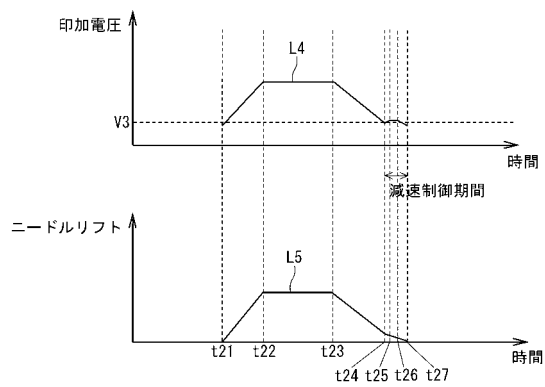
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.

F I

テーマコード (参考)

F 0 2 M 47/02