

(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2011-69248

(P2011-69248A)

(43) 公開日 平成23年4月7日(2011.4.7)

(51) Int.Cl.

F 1

テーマコード (参考)

F 0 2 M 61/14 (2006.01)

F 0 2 M 61/14 3 1 0 L

3 G 0 6 6

F 0 2 M 47/02 (2006.01)

F 0 2 M 47/02

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2009-219217 (P2009-219217)
(22) 出願日 平成21年9月24日 (2009.9.24)

(71) 出願人 000000170
いすゞ自動車株式会社
東京都品川区南大井6丁目26番1号
(74) 代理人 100066865
弁理士 小川 信一
(74) 代理人 100066854
弁理士 野口 賢照
(74) 代理人 100066865
弁理士 斎下 和彦
(72) 発明者 秦 康一郎
神奈川県藤沢市土棚8番地 株式会社いすゞ中央研究所内
Fターム(参考) 3G066 AA07 AB02 BA16 BA23 CC14
CE13 DA01 DA04 DC09

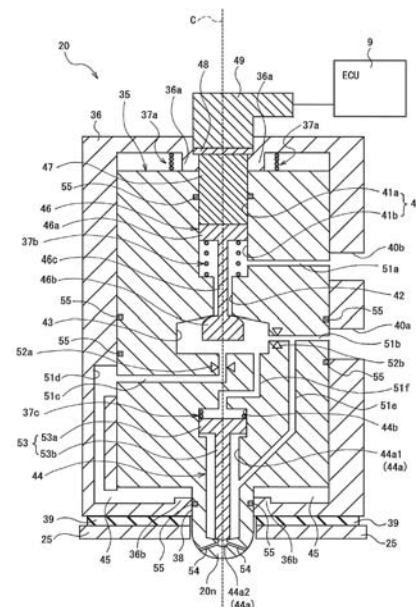
(54) 【発明の名称】 内燃機関の燃料噴射装置の制御方法、内燃機関の燃料噴射装置および内燃機関

(57) 【要約】

【課題】 小型で高性能な燃料噴射が可能な内燃機関の燃料噴射装置の制御方法、内燃機関の燃料噴射装置および内燃機関を提供する。

【解決手段】 インジェクタ20のノズル部20nの突出し量を、エンジンの運転状況(エンジン回転速度および負荷)に応じて調整する。また、ノズル部20nのノズル突出量調整機構と、燃料噴射機構とを、その各々の構成の一部を共通化させてインジェクタ20内に設けた。これにより、小型で高性能な燃料噴射が可能なインジェクタ20を提供することができる。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

燃料噴射装置本体に供給された燃料をノズル部から内燃機関の燃焼室内に噴射する燃料噴射機構と、前記ノズル部の前記燃焼室内側への突出し量を調整する突出量調整機構とを備える内燃機関の燃料噴射装置の制御方法において、

前記燃料噴射機構の構成と、前記突出量調整機構の構成とを該燃料噴射装置内に共有して備え、

前記内燃機関のエンジン回転速度および負荷に応じて、前記ノズル部の前記燃焼室内側への突出し量を調整する制御を行う内燃機関の燃料噴射装置の制御方法。

【請求項 2】

前記燃料噴射装置本体内に供給する燃料の圧力を前記突出量調整機構によって制御することにより前記ノズル部の突出し量を調整する請求項 1 記載の内燃機関の燃料噴射装置の制御方法。

【請求項 3】

前記燃料噴射機構と前記突出量調整機構とは、該燃料噴射装置本体に設けられた油圧制御室と、該油圧制御室内に設けられ、該油圧制御室内に流入する燃料の流れを制御する弁体と、該弁体を駆動する駆動部とを共有して備え、該駆動部は予め設定した移動量で弁体を移動できる装置により形成されている請求項 1 または 2 記載の内燃機関の燃料噴射装置の制御方法。

【請求項 4】

燃料噴射装置本体に供給された燃料をノズル部から内燃機関の燃焼室内に噴射する燃料噴射機構と、前記ノズル部の前記燃焼室内側への突出し量を調整する突出量調整機構とを備える内燃機関の燃料噴射装置において、

前記燃料噴射機構の構成と、前記突出量調整機構の構成とを該燃料噴射装置に共有して備え、

前記内燃機関のエンジン回転速度および負荷に応じて、前記ノズル部の前記燃焼室内側への突出し量を前記突出量調整機構により調整するための制御を行う制御部を備える内燃機関の燃料噴射装置。

【請求項 5】

前記燃料噴射装置本体内に流入する燃料の圧力を前記制御部からの指示に従い前記突出量調整機構によって制御することにより前記ノズル部の突出し量を調整する請求項 4 記載の内燃機関の燃料噴射装置。

【請求項 6】

前記燃料噴射機構と前記突出量調整機構とは、該燃料噴射装置本体に設けられた油圧制御室と、該油圧制御室内に設けられ、該油圧制御室内に流入される燃料の流路を制御する弁体と、該弁体を駆動する駆動部とを共有して備え、該駆動部は予め設定した移動量で弁体を移動できる装置により形成されている請求項 4 または 5 記載の内燃機関の燃料噴射装置。

【請求項 7】

請求項 4 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の内燃機関の燃料噴射装置を備えた内燃機関。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、内燃機関の燃料噴射装置の制御方法、内燃機関の燃料噴射装置および内燃機関に関し、更に詳しくは、小型で高性能な燃料噴射が可能な内燃機関の燃料噴射装置の制御方法、内燃機関の燃料噴射装置および内燃機関に関する。

【背景技術】**【0002】**

直噴ディーゼルエンジンは、燃料噴射ノズル部（以下、ノズル部という）からピストン頂面部に設けられた凹状の燃焼室内に燃料を直接噴射する方式のディーゼルエンジンであ

10

20

30

40

50

る。直噴ディーゼルエンジンでは、ノズル部がインジェクタと共に、シリンダヘッドに直接固定されている。

【0003】

図18に示すように、このノズル部80は、噴射された燃料噴霧Fsとシリンダヘッド81の下面との干渉を避け、かつ、燃料が燃焼室82内に噴射されるように、ノズル部80の噴孔がシリンダヘッド81の下面から一定量daだけ突き出るように取り付けられている。この噴孔は、噴射される燃料の流線同士が一定の角度（噴射角度）を形成するように穿孔されている。

【0004】

ピストン83はクランクシャフトの回転に伴いシリンダ内を上下する。燃料は、ピストン83が上死点近傍にあるタイミングを狙って燃焼室82に噴射される。したがって、図19示すように、燃焼室82に向けて噴射された燃料噴霧Fsが燃焼室82の壁面に衝突する位置はピストン83の上下位置によって変化する。符号dbは燃料噴射期間中のピストン83の動き幅を示している。燃料噴射期間中にピストン83が動く分、燃焼室82に燃料噴霧Fsが当たる位置は符号dcで示すように変化する。燃料噴霧Fsが燃焼室82に当たる位置は、ピストン83が上死点にあるとき最も下になる。

10

【0005】

ディーゼルエンジンにおいて燃料と空気との混合は噴射された燃料の持つエネルギーの強さと周囲の空気流動の強さに依るところが大きいので、シリンダ内に噴射された燃料は、空気が最も存在し、かつ、強い空気流動が得られる燃焼室内に全量噴射されることが望ましい。なお、燃料の一部が燃焼室の外に噴射される場合、特に排気ガス中の煤が増加することが知られている。

20

【0006】

ところで、ノズル部の突出し量は、ノズル部から噴射された燃料が燃焼室に当たる位置を決める重要な要素の一つである。ノズル部の突出し量は、主に、燃焼室形状、インジェクタの噴射角（各噴霧の垂直方向に対する幅、ベータ角）等の諸元値を元に出力、排気ガス、燃費、耐久の各性能を満足するように決められる。

【0007】

また、近年、排気ガス規制値は極めて厳しくなると同時に温暖化ガスである二酸化炭素（CO₂）の削減（低燃費化）の要求を満たすため、エンジンの回転速度や燃料負荷に応じて燃料の最適な噴射時期の選定が極めて重要な要素となっている。その結果、要求される燃料噴射時期の範囲が拡大している。

30

【0008】

例えば軽負荷域において低燃費と低エミッション燃焼を実現するために広く形成されている予混合圧縮着火（Premixed Compression Ignition：以下、PCIという）燃焼での燃料噴射時期は、圧縮上死点前のクランク角度で30°～20°であり、PCI燃焼を行えない従来の燃焼領域（中負荷以上の領域、以下、通常燃焼領域という）では窒素酸化物の生成を抑制するために圧縮上死点前数度～圧縮上死点後10°以上であるので、全域を通しての燃料噴射時期は圧縮上死点前30°～圧縮上死点後10°以上と幅広い範囲に拡大している。図20に、小型ディーゼルエンジンでの燃料噴射時期の範囲と、その間のピストンの変位量の一例を示す。例示したエンジンのストロークは100mmである。エンジンの全運転領域（回転領域、燃料負荷領域）において燃料噴射時期が上死点前30°から上死点後10°の範囲まで設定されている。この間にピストンは概ね8mm変位する。なお、符号Puは圧縮上死点位置を示し、符号Taは燃料噴射時期の範囲を示し、符号deはピストンの移動距離を示している。

40

【0009】

ここで、ノズル部の突出し量が固定されている場合、燃料噴霧が燃焼室において衝突する位置は、エンジン回転速度、燃焼噴射開始時期（噴射時期）、噴射圧等により常に一定の関係となっている。

【0010】

50

しかし、ノズル部の突出し量が、ある領域での性能を満足するように設定された場合、他の領域では必ずしも最適な設定であるとは限らない。

【 0 0 1 1 】

また、図 2 1 に示すように、ノズル部の突出し量を大きく設定（固定）した場合（図 2 1 の左側）、燃料噴射時期が圧縮上死点近傍の場合、ノズル部から噴射された燃料噴霧 F s は燃焼室 8 2 の底に近い位置に当たることになり、その結果、燃料拡散が不均一になり、空気との混合も良好に成されず、排ガス性能が低下する、という問題がある。

【 0 0 1 2 】

逆に、ノズル部の突出し量を少なく設定（固定）した場合（図 2 1 の右側）、噴射期間が長い、または、燃料噴射時期が圧縮上死点から離れると、ノズル部から噴射された燃料噴霧 F s が燃焼室 8 2 内に入る機会が減少し、燃焼室 8 2 内での空気流動を有効に使えず、燃料噴霧 F s と空気との混合も良好に成されず、排ガス性能が低下する、という問題がある。

【 0 0 1 3 】

排ガス対策として、上記の P C I 燃焼などのように燃料噴射時期を従来以上に大幅に進角したり、N O x 低減のため遅角量を大きく設定したりなど、燃料噴射時期の設定が広範囲になってきている。その場合、上記のように燃料噴霧が燃焼室から外れるとスモークや炭化水素（H C）の排出量が増大する問題がある。または、燃料噴霧を燃焼室内に入れるため、排ガス改善範囲および量が制限される問題がある。

【 0 0 1 4 】

ここで、図 2 2 および図 2 3 に、実機で得た同一噴射時期における突出し量とスモークおよび燃費率の関係を示す。運転条件は、低回転側が 1 3 0 0 r p m / 2 5 0 N m、高回転側が 2 4 6 0 r p m / 4 5 0 N m でそれぞれの条件においてノズル部の突出し量を 0 m m（突出し量：小）、+ 2 m m（突出し量：大）としている。

【 0 0 1 5 】

この図 2 2 から、低回転側では突出し量 2 m m に対して、0 m m の小さい方が、スモーク排出が低く、逆に高回転側では突き出し量 2 m m の大きい方が、0 m m に対してスモーク排出が低くなっており、運転条件の違いで突出し量の最適値が存在することが分かる。

【 0 0 1 6 】

また、図 2 3 から、燃費においても、同様に低回転側では突出し量の小さい方が有利、高回転側では突出し量は大きい方が有利となる。以上からノズル部の突出し量を可変とすることで、排ガスや燃費などの更なる向上が可能であることが分かる。

【 0 0 1 7 】

ノズル部の突出し量を変える技術としては、エンジンの運転状態（回転速度）に応じて、ノズル部の突出し量をカム機構により調整する技術（例えば特許文献 1 参照）やエンジンの負荷に応じて、ノズル部の突出し量を油圧により調整する技術（例えば特許文献 2 参照）などが開示されている。

【 0 0 1 8 】

しかしながら、特許文献 1、2 においては、ノズル部の突出し時期および位置（量）を燃料噴射時期に要求される適切な時期および位置（量）に高い精度で設定する上で充分とは言えず、如何に精度を高めるか、という課題がある。

【 0 0 1 9 】

また、特許文献 1 においては、ノズル部の突出し用駆動部にカム機構を用いているので、燃料噴射装置が大型化する課題がある。一方、特許文献 2 においては、ノズル部の突出し用駆動部に油圧を用いるので特許文献 1 よりは小型化できるものの、ノズル部の突出し用駆動部を燃料噴射装置本体の外部に設けているので、十分に小型化されているとは言えず、如何に小型化するか、という課題が残されている。

【 0 0 2 0 】

その他の問題点として、ノズル部の突出し量を大きくすると、ノズル部の先端が燃焼熱を受け温度（ノズル部の被熱温度）が上昇し、ある設定温度以上で長時間運転を行うとノ

10

20

30

40

50

ズル部の先端が軟化する場合がある。

【 0 0 2 1 】

図 2 4 は通常状態のノズル部 8 0 の要部拡大断面図を示し、図 2 5 は図 2 4 の場合の燃料噴射のための駆動電圧、ニードルリフト量および燃料噴射率の状態を示している。ノズル部 8 0 内には、噴孔の開閉を行うニードル 8 4 が上下動可能な状態で収容されている。これに対して、図 2 6 はノズル部 8 0 の先端が燃焼熱を受けた場合のノズル部 8 0 の要部拡大断面図を示し、図 2 7 は図 2 6 の場合の燃料噴射のための駆動電圧、ニードルリフト量および燃料噴射率の状態を示している。

【 0 0 2 2 】

ノズル部 8 0 の先端が軟化すると、ニードル 8 4 の着座面において摩耗が生じ、ニードル 8 4 がノズル部 8 0 の内壁に沈み込む（図 2 6 の符号 R a、図 2 7 の符号 N L）。この沈み込んだ量だけニードルリフト時に無噴射期間が生じる。その結果、制御指示値で与えられる噴射パルスに対して噴射開始時間が遅れ、実噴射量が減少する（図 2 7 の符号 R b）。この噴射量の減少は特にマルチ噴射時の微小噴射量に大きく影響を及ぼし、排ガス、燃費、燃焼音等の諸性能が大きく低下する不具合が発生する。このことからノズル部の被熱温度を低減する必要がある、そのためには、高回転高負荷域などの燃焼温が高くなる領域において、ノズル部 8 0 の突出し量はできるだけ小さくすることが望まれる。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 2 3 】

20

【 特許文献 1 】 実開平 3 - 1 0 0 3 4 号公報

【 特許文献 2 】 特開平 9 - 2 4 2 6 4 6 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 2 4 】

本発明の目的は、小型で高性能な燃料噴射が可能な内燃機関の燃料噴射装置の制御方法、内燃機関の燃料噴射装置および内燃機関を提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 2 5 】

上記の目的を達成するための本発明の内燃機関の燃料噴射装置の制御方法は、燃料噴射装置本体に供給された燃料をノズル部から内燃機関の燃焼室内に噴射する燃料噴射機構と、前記ノズル部の前記燃焼室内側への突出し量を調整する突出量調整機構とを備える内燃機関の燃料噴射装置の制御方法において、前記燃料噴射機構の構成と、前記突出量調整機構の構成とを該燃料噴射装置内に共有して備え、前記内燃機関のエンジン回転速度および負荷に応じて、前記ノズル部の前記燃焼室内側への突出し量を調整する制御を行うものである。

30

【 0 0 2 6 】

また、上記した内燃機関の燃料噴射装置の制御方法において、前記燃料噴射装置本体に供給する燃料の圧力を前記突出量調整機構によって制御することにより前記ノズル部の突出し量を調整する。

40

【 0 0 2 7 】

また、上記した内燃機関の燃料噴射装置の制御方法において、前記燃料噴射機構と前記突出量調整機構とは、該燃料噴射装置本体に設けられた油圧制御室と、該油圧制御室内に設けられ、該油圧制御室内に流入する燃料の流れを制御する弁体と、該弁体を駆動する駆動部とを共有して備え、該駆動部は予め設定した移動量で弁体を移動できる装置により形成されている。

【 0 0 2 8 】

また、上記の目的を達成するための本発明の内燃機関の燃料噴射装置は、燃料噴射装置本体に供給された燃料をノズル部から内燃機関の燃焼室内に噴射する燃料噴射機構と、前記ノズル部の前記燃焼室内側への突出し量を調整する突出量調整機構とを備える内燃機関

50

の燃料噴射装置において、前記燃料噴射機構の構成と、前記突出量調整機構の構成とを該燃料噴射装置に共有して備え、前記内燃機関のエンジン回転速度および負荷に応じて、前記ノズル部の前記燃焼室内側への突出し量を前記突出量調整機構により調整するための制御を行う制御部を備えるものである。

【 0 0 2 9 】

また、上記した内燃機関の燃料噴射装置において、前記燃料噴射装置本体内に流入する燃料の圧力を前記制御部からの指示に従い前記突出量調整機構によって制御することにより前記ノズル部の突出し量を調整するものである。

【 0 0 3 0 】

また、上記した内燃機関の燃料噴射装置において、前記燃料噴射機構と前記突出量調整機構とは、該燃料噴射装置本体に設けられた油圧制御室と、該油圧制御室内に設けられ、該油圧制御室内に流入する燃料の流れを制御する弁体と、該弁体を駆動する駆動部とを共有して備え、該駆動部は予め設定した移動量で弁体を移動できる装置により形成されている。

【 0 0 3 1 】

また、上記の目的を達成するための本発明の内燃機関は、前記燃料噴射装置を備えたものである。

【 発明の効果 】

【 0 0 3 2 】

本発明の内燃機関の燃料噴射装置の制御方法、内燃機関の燃料噴射装置および内燃機関によれば、内燃機関のエンジン回転速度および負荷に応じて、ノズル部の燃焼室内側への突出し量を調整することにより、ノズル部の突出し時期および位置を、燃料噴射時期に要求される適切な時期および位置に、より高い精度で設定することができる。また、燃料噴射機構の構成と、突出量調整機構の構成とを燃料噴射装置内に共有したことにより、ノズル部の突出量調整機構を備えるにもかかわらず燃料噴射装置が大型になることもない。したがって、小型で高性能な燃料噴射が可能な内燃機関の燃料噴射装置の制御方法、内燃機関の燃料噴射装置および内燃機関を提供することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 3 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施の形態における内燃機関の要部の構成図である。

【 図 2 】 図 1 の内燃機関の要部断面図である。

【 図 3 】 図 1 の燃料噴射装置の要部拡大断面図である。

【 図 4 】 図 3 の燃料噴射装置の燃料噴射開始前の要部拡大断面図である。

【 図 5 】 図 3 の燃料噴射装置の燃料噴射時（ノズルリフト無し）の要部拡大断面図である。

【 図 6 】 図 5 の場合における、ピエゾアクチュエータ部の駆動電圧、ピエゾアクチュエータ部の伸縮量、コマンドピストンの変位量、ノズルリフト量、ニードルリフト量および燃料噴射率を示す波形図である。

【 図 7 】 図 3 の燃料噴射装置の燃料噴射時（ノズルリフト有り）の要部拡大断面図である。

【 図 8 】 図 7 の場合における、ピエゾアクチュエータ部の駆動電圧、ピエゾアクチュエータ部の伸縮量、コマンドピストンの変位量、ノズルリフト量、ニードルリフト量および燃料噴射率を示す波形図である。

【 図 9 】 図 3 の燃料噴射装置の燃料噴射停止直後（ノズルリフト有り）の要部拡大断面図である。

【 図 1 0 】 図 3 の燃料噴射装置の燃料噴射停止時（ノズルリフト無し）の要部拡大断面図である。

【 図 1 1 】 図 1 の内燃機関の燃料噴射装置のノズル部の突出し量切り換えマップを示す図である。

【 図 1 2 】 図 1 1 の領域 R L の運転域において、図 1 の内燃機関の燃料噴射装置のアクチ

10

20

30

40

50

ュエータ部に印加する駆動電圧の波形図である。

【図 1 3】図 1 1 の領域 R H の運転域において、図 1 の内燃機関の燃料噴射装置のアクチュエータ部に印加する駆動電圧の波形図である。

【図 1 4】図 1 の内燃機関の燃料噴射装置のアクチュエータ部への通電回数（１回）とアクチュエータ部のストローク量との関係を示す波形図である。

【図 1 5】図 1 の内燃機関の燃料噴射装置のアクチュエータ部への通電回数（２回）とアクチュエータ部のストローク量との関係を示す波形図である。

【図 1 6】本発明の第 2 の実施の形態の内燃機関の燃料噴射装置の要部拡大断面図である。

【図 1 7】本発明の第 3 の実施の形態の内燃機関の燃料噴射装置の要部拡大断面図である。

10

【図 1 8】従来の内燃機関のシリンダヘッド、燃料噴射ノズル部およびピストンの位置関係を示す要部断面図である。

【図 1 9】従来の内燃機関のピストン位置変位による燃料噴霧の位置変位の状態を示すピストンの要部断面図である。

【図 2 0】従来の小型ディーゼルエンジンでの燃料噴射時期の範囲と、その間のピストンの変位量の一例を示すグラフ図である。

【図 2 1】従来の内燃機関の燃料噴射ノズル部の突出し位置による燃料噴霧の状態を示すピストンの要部断面図である。

【図 2 2】内燃機関の実機で得た同一噴射時期における突出し量とスモークとの関係を示すグラフ図である。

20

【図 2 3】内燃機関の実機で得た同一噴射時期における突出し量と燃費率との関係を示すグラフ図である。

【図 2 4】従来の内燃機関の通常状態の燃料噴射ノズル部の要部拡大断面図である。

【図 2 5】図 2 4 の場合の燃料噴射のための駆動電圧、ニードルリフト量および燃料噴射率の状態を示すグラフ図である。

【図 2 6】従来の内燃機関において燃料噴射ノズル部の先端が燃焼熱を受けた場合の燃料噴射ノズル部の要部拡大断面図である。

【図 2 7】図 2 6 の場合の燃料噴射のための駆動電圧、ニードルリフト量および燃料噴射率の状態を示すグラフ図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0034】

以下、本発明の実施の形態の内燃機関について添付の図面を参照しながら詳細に説明する。

【0035】

図 1 に第 1 の実施の形態の内燃機関の要部の構成を示し、図 2 に図 1 の内燃機関の要部断面図を示す。なお、図 1 の符号 A e は排気ガスを示し、符号 A i は吸気ガスを示し、符号 F は燃料を示し、符号 S は信号を示し、矢印はその流れを示している。また、図 1 の破線は配線を示している。

【0036】

40

第 1 の実施の形態の内燃機関は、例えばトラックのような自動車に搭載される直列 4 気筒のコモンレール式のディーゼルエンジン（以下、エンジンという）1 として構成され、エンジン本体（内燃機関本体）2 と、吸気マニホールド 3 と、排気マニホールド 4 と、過給機 5 と、インタークーラ 6 と、排気後処理装置 7 と、燃料噴射システム 8 と、E C U（Engine Control Unit：制御部）9 とを有している。

【0037】

エンジン本体 2 は、例えば 4 個のシリンダ 1 0 を備えており、各シリンダ 1 0 内のピストン 1 1 の頂面の燃焼室 1 2 内において圧縮され高温になった空気に燃料を供給して自己着火させ、この自己着火による燃焼で生じる膨張ガスによりシリンダ 1 0 内のピストン 1 1 を駆動する構成を有している。

50

【 0 0 3 8 】

ピストン 1 1 は、その軸心 C をシリンダ 1 0 の軸心 C に設計上一致させ、シリンダ 1 0 内において往復運動が可能な状態で設置されている。このピストン 1 1 の頂面中央には、上記した燃焼室 1 2 が凹設されている。特に限定されないが、燃焼室 1 2 の底面中央には、上方に隆起する凸部が形成されており、燃焼室 1 2 の深さが中央に向かって次第に浅くなるように形成されている。

【 0 0 3 9 】

また、このピストン 1 1 の下部は、コネクティングロッド（図示せず）を通じてクランクシャフト（図示せず）に接続されており、ピストン 1 1 の往復運動がクランクシャフトにより回転運動に変換される。クランクシャフトの近傍には、エンジン回転速度を検出する回転速度センサ 1 3 が設置されている。回転速度センサ 1 3 は、E C U 9 に電氣的に接続されており、検出情報を電気信号に変換して E C U 9 に送信するようになっている。

10

【 0 0 4 0 】

各シリンダ 1 0 内の燃焼室 1 2 は、各シリンダ 1 0 の吸気口 1 4 a の吸気用のバルブ 1 5 a を介して吸気管 1 6 a に接続され、これを通じて図 1 に示した吸気マニホールド 3 に接続されている。吸気マニホールド 3 は吸気管 1 6 b を通じてインタークーラ 6 に接続され、これを介してさらに吸気管 1 6 c を通じて過給機 5 のコンプレッサ 5 a の出口に接続されている。

【 0 0 4 1 】

一方、各シリンダ 1 0 の燃焼室 1 2 は、図 2 に示した各シリンダ 1 0 の排気口 1 4 b の排気用のバルブ 1 5 b を介して排気管 1 7 a に接続され、これを通じて図 1 に示した排気マニホールド 4 に接続されている。この排気マニホールド 4 は、排気管 1 7 b を通じて過給機 5 のタービン 5 b の入口に接続されている。

20

【 0 0 4 2 】

過給機 5 は、互いに一体的に形成されたコンプレッサ（圧縮機）5 a およびタービン 5 b を有している。過給機 5 のタービン 5 b の出口は排気管 1 7 c を通じて、エンジン本体 2 で浄化しきれなかった排気ガスを浄化する排気後処理装置 7 に接続されている。

【 0 0 4 3 】

燃料噴射システム 8 は、インジェクタ（燃料噴射装置）2 0 と、コモンレール（蓄圧室）2 1 と、高圧サプライポンプ（圧力調整ポンプ）2 2 と、燃料タンク（燃料供給源）2 3 とを有している。

30

【 0 0 4 4 】

インジェクタ 2 0 は、燃料を各燃焼室 1 2 内に直接噴射する装置であり、各シリンダ 1 0 に 1 個ずつ配置されている。各インジェクタ 2 0 は、図 2 に示すように、シリンダ 1 0 上のシリンダヘッド 2 5 において、吸気用および排気用のバルブ 1 4 a , 1 4 b の間であってピストン 1 1 の頂面中央に対向する位置に、インジェクタ 2 0 の軸心 C をシリンダ 1 0 およびピストン 1 1 の軸心 C に設計上一致させた状態で設置されている。

【 0 0 4 5 】

また、各インジェクタ 2 0 のノズル部 2 0 n は、シリンダヘッド 2 5 の下面（燃焼室 1 2 の天井面）から突出されている。第 1 の実施の形態のインジェクタ 2 0 においては、後述するように、ノズル部 2 0 n が軸心 C に沿って上下に移動可能な構造になっており、これによりノズル部 2 0 n の突出し量（シリンダヘッド 2 5 の下面から突き出すノズル部 2 0 n の長さ）を調整することが可能な構造になっている。

40

【 0 0 4 6 】

このノズル部 2 0 n には、複数の微細な噴孔が形成されており、その複数の微細な噴孔から燃料が放射状に同時に噴射される。このノズル部 2 0 n の各噴孔から噴射される燃料の噴射軸 F C は、上記した軸心 C に対して予め設定された噴射角度 だけ傾くように設定されている。この噴射角度 は、燃料が燃料噴射期間の全期間に亘って燃焼室 1 2 内に収まる角度に設定されている。

【 0 0 4 7 】

50

各インジェクタ 20 の燃料流入口には、図 1 に示す配管 26 a を通じて介してコモンレール 21 の燃料流出口が接続されている。また、各インジェクタ 20 の燃料流出口には、配管 26 b を通じて燃料タンク 23 の燃料流入口に接続されている。また、各インジェクタ 20 は、ECU 9 に電氣的に接続されており、燃料噴射動作が ECU 9 によって制御される。

【0048】

コモンレール 21 は、高圧サプライポンプ 22 で高圧にされ、配管 26 c を通じて供給された高圧燃料を蓄える部分である。このコモンレール 21 は、プレッシャーリミッタ 27 を介して配管 26 b に接続され、さらにこれを通じて燃料タンク 23 の燃料流入口に接続されている。また、コモンレール 21 には、コモンレール 21 内の燃料圧力を検出する圧力センサ 28 が設置されている。圧力センサ 28 は、ECU 9 に電氣的に接続されており、検出情報を電気信号に変換して ECU 9 に送信するようになっている。

【0049】

高圧サプライポンプ 22 は、燃料タンク 23 からフィルタ 29 を介して供給された燃料を、燃焼室 12 内に噴射するのに適した圧力まで高める圧力調整ポンプである。高圧サプライポンプ 22 の電磁バルブは、ECU 9 に電氣的に接続されており、燃料の圧力調整が制御される。

【0050】

ECU 9 は、コモンレール 21 内の燃料圧力を圧力センサ 28 によりモニタし、目標圧力になるように高圧サプライポンプ 22 の電磁バルブを制御する。燃料圧力が異常に上昇した場合は、燃料をプレッシャーリミッタ 27 により燃料タンク 23 に戻す。

【0051】

また、ECU 9 は、例えばアクセル 30 のアクセル開度センサ 31 で検出されたアクセル開度と、上記した回転速度センサ 13 で検出されたエンジン回転速度とから燃料の噴射時期と噴射量を決める。そして、ECU 9 は、各インジェクタ 20 を制御することにより、高圧サプライポンプ 22 で高圧にされコモンレール 21 内に蓄えられた高圧燃料を各インジェクタ 20 から各燃焼室 12 内にタイミング良く適切な噴射量で噴射する。

【0052】

次に、図 3 に、第 1 の実施の形態のインジェクタ 20 の燃料噴射前（ノズル部 20 n：閉止、ノズル引き込み状態）の要部拡大断面図を示す。

【0053】

インジェクタ 20 は、インジェクタ本体（燃料噴射装置本体）35 に供給された燃料をノズル部 20 n からエンジン 1 の燃焼室 12 内に噴射する燃料噴射機構と、ノズル部 20 n の燃焼室 12 内側への突出し量を調整するノズル突出量調整機構とを各々の構成の一部を共有させた状態で備えている。このため、インジェクタ 20 にノズル突出量調整機構を設けたからといってインジェクタ 20 が大型になることもない。

【0054】

また、インジェクタ 20 を制御する ECU 9 は、エンジン 1 のエンジン回転速度および負荷に応じて、インジェクタ 20 のノズル突出量調整機構を制御することによりノズル部 20 n の燃焼室 12 内側への突出し量を調整する。これにより、エンジン 1 の運転中に、ノズル部 20 n の突出し時期および位置を、燃料噴射時期に要求される適切な時期および位置に、より高い精度で設定することができる。したがって、小型で高性能な燃料噴射が可能なインジェクタ 20 を提供することができる。以下、インジェクタ 20 の各構成を詳細に説明する。

【0055】

インジェクタ 20 は、インジェクタ本体 35 と、これを収容するアウターケース（筐体）36 とを有している。インジェクタ本体 35 は、その外周がアウターケース 36 の内周に接した状態で軸心 C に沿って図 3 の上下方向に移動可能なようにアウターケース 36 内に収容されている。

【0056】

10

20

30

40

50

インジェクタ本体 3 5 の上面とアウターケース 3 6 の内側天井面との間には、アウターケース 3 6 の内側天井面から軸心 C に沿って下方に延びるストッパ 3 6 a が形成されている。このストッパ 3 6 a は、ノズル部 2 0 n の引き込み量（位置）の上限を決めるための突部である。

【 0 0 5 7 】

また、インジェクタ本体 3 5 の上面とアウターケース 3 6 の内側天井面との間には、ストッパ 3 6 a を取り囲むように、ノズル突出し用のスプリング 3 7 a が設置されている。このスプリング 3 7 a により、インジェクタ本体 3 5 はノズル部 2 0 n が外部に突出す方向に付勢されている。

【 0 0 5 8 】

インジェクタ本体 3 5 の底面中心（軸心 C 上）には上記したノズル部 2 0 n が一体的に形成されている。このノズル部 2 0 n は、アウターケース 3 6 の底面中心（軸心 C 上）に形成された開口部 3 8 を通じてアウターケース 3 6 の外部に突出されている。

【 0 0 5 9 】

アウターケース 3 6 の底面とシリンダヘッド 2 5 との間には、シリンダヘッド 2 5 とノズル部 2 0 n との間のガス漏れを防ぐためのノズルパッキン 3 9 が設置されている。ノズル部 2 0 n の設定突出し量は、ノズルパッキン 3 9 の厚さおよびストッパ 3 6 a によって引き込み側の初期値（突出し量の初期値）を設定し、ストッパ 3 6 b によってストローク量を調整することによって設定されている。第 1 の実施の形態のインジェクタ 2 0 のノズル部 2 0 n の設定突出し量は、初期の突出し量（最も引き込んだ状態）から、ストローク量だけ突き出た 2 段階とされている。

【 0 0 6 0 】

また、インジェクタ 2 0 の側面には、上記した燃料流入口 4 0 a および燃料流出口 4 0 b がアウターケース 3 6 の内外を連通するように開口形成されている。この燃料流入口 4 0 a は、図 1 に示したコモンレール 2 1 に接続され、燃料流出口 4 0 b は、図 1 に示した燃料タンク 2 3 の燃料流入口に接続されている。

【 0 0 6 1 】

このようなインジェクタ 2 0 において、インジェクタ本体 3 5 には、駆動室 4 1 と、連通孔 4 2 と、油圧制御室 4 3 と、ニードル室 4 4 とが軸心 C に沿って図 3 の上から順に形成されているとともに、インジェクタ本体 3 5 の底面とアウターケース 3 6 の内側底面との間には、ノズルリフト用の油圧室 4 5 が形成されている。

【 0 0 6 2 】

駆動室 4 1 と油圧制御室 4 3 とは、これらよりも小径の連通孔 4 2 を通じて互いに接続されており、この駆動室 4 1、連通孔 4 2 および油圧制御室 4 3 で形成される空間には、コマンドピストン 4 6 が軸心 C に沿って図 3 の上下方向に移動可能な状態で收容されている。このコマンドピストン 4 6 は、燃料噴射機構とノズル突出量調整機構とで共通する構成であり、受圧部 4 6 a と、バルブ（弁体） 4 6 b と、これらを接続する連結部 4 6 c とを一体的に有している。受圧部 4 6 a およびバルブ 4 6 b は、連結部 4 6 c および連通孔 4 2 よりも大径とされている。

【 0 0 6 3 】

駆動室 4 1 は、コマンドピストン 4 6 の受圧部 4 6 a により第 1、第 2 駆動室 4 1 a、4 1 b に分かれている。第 1 駆動室 4 1 a には、例えば圧電素子で構成されるピエゾアクチュエータ部（駆動部） 4 7 が收容されている。このピエゾアクチュエータ部 4 7 は、ピエゾ圧電効果（逆圧電効果）を応用した位置決め機能を持ち、予め設定した移動量でバルブ 4 6 b を移動できる駆動装置である。ピエゾアクチュエータ部 4 7 は、燃料噴射機構とノズル突出量調整機構とで共通する構成である。

【 0 0 6 4 】

また、ピエゾアクチュエータ部 4 7 は、フランジ 4 8 を介してコネクターボディ 4 9 に電氣的に接続され、さらにこれを通じて E C U 9 に電氣的に接続されており、E C U 9 により目的の燃料噴射量およびノズル部 2 0 n の突出量を得るための指示値を与えられ駆動

10

20

30

40

50

するようになっている。このようなピエゾアクチュエータ部 4 7 を用いることにより、ソレノイドを用いたアクチュエータよりも位置精度、応答性、エネルギー効率および耐摩耗性を向上させることができる。

【0065】

一方、駆動室 4 1 の第 2 駆動室 4 1 b には、スプリング 3 7 b が設置されている。このスプリング 3 7 b により、コマンドピストン 4 6 の受圧部 4 6 a はピエゾアクチュエータ部 4 7 側に付勢され、コマンドピストン 4 6 のバルブ 4 6 b は連通孔 4 2 を閉止する方向に付勢されている。スプリング 3 7 b も燃料噴射機構とノズル突出量調整機構とで共通する構成である。

【0066】

また、第 2 駆動室 4 1 b は、その側面からアウターケース 3 6 の燃料流出口 4 0 b に達する燃料出口流路 5 1 a を通じて燃料流出口 4 0 b に接続されている。燃料流出口 4 0 b は、インジェクタ本体 3 5 内の燃料を外部に流出するための出口であり、インジェクタ本体 3 5 が上下動しても、インジェクタ本体 3 5 内の燃料出口流路 5 1 a との接続（連通）が維持されるように燃料出口流路 5 1 a よりも大径とされている。これにより、インジェクタ本体 3 5 の移動位置にかかわらず、燃料流出口 4 0 b と燃料出口流路 5 1 a との接続がなされ、燃料の流出が可能になっている。

【0067】

また、第 2 駆動室 4 1 b は、その底面中心（軸心 C 上）から油圧制御室 4 3 に達する連通孔 4 2 を通じて油圧制御室 4 3 に直接接続されている。油圧制御室 4 3 は、その側面からアウターケース 3 6 の燃料流入口 4 0 a に達する燃料入口流路 5 1 b を通じて燃料流入口 4 0 a に接続されている。燃料流入口 4 0 a は、燃料をインジェクタ本体 3 5 内に流入するための入口であり、インジェクタ本体 3 5 が上下動しても、インジェクタ本体 3 5 内の燃料入口流路 5 1 b との接続（連通）が維持されるように燃料入口流路 5 1 b よりも大径とされている。これにより、インジェクタ本体 3 5 の移動位置にかかわらず、燃料流出口 4 0 a と燃料入口流路 5 1 b との接続がなされ、燃料の流入が可能になっている。なお、駆動室 4 1、連通孔 4 2、油圧制御室 4 3、燃料出口流路 5 1 a、燃料入口流路 5 1 b は、燃料噴射機構およびノズル突出量調整機構に共有の部屋および流路である。

【0068】

また、油圧制御室 4 3 は、燃料流路 5 1 c を通じて、アウターケース 3 6 の側部内に形成されたノズルリフト用流路（燃料流路）5 1 d に接続されている。燃料経路 5 1 c は、油圧制御室 4 2 の底面中心（軸心 C 上）から軸心 C に沿って下方に延在し、途中で軸心 C に交差する方向に延在してノズルリフト用流路 5 1 d に接続されている。この燃料流路 5 1 c において軸心 C に沿う箇所には、ノズルリフト用のオリフィス 5 2 a が設置されている。

【0069】

ノズルリフト用流路 5 1 d において、燃料流路 5 1 c との接続部位の径は、インジェクタ本体 3 5 が移動しても、燃料流路 5 1 c との接続（連通）が維持されるように燃料経路 5 1 c よりも大径とされている。これにより、インジェクタ本体 3 5 の移動位置にかかわらず、ノズルリフト用流路 5 1 d と燃料流路 5 1 c との接続が維持されるようになっている。

【0070】

ノズルリフト用流路 5 1 d は、上記したノズルリフト用の油圧室 4 5 に接続されている。すなわち、油圧制御室 4 3 は、燃料流路 5 1 c およびノズルリフト用流路 5 1 d を通じてノズルリフト用の油圧室 4 5 に接続されている。

【0071】

ノズルリフト用の油圧室 4 5 には、アウターケース 3 6 の内側底面から軸心 C に沿って上方に延びるストッパ 3 6 b が形成されている。このストッパ 3 6 b は、ノズル部 2 0 n の突出し量（位置）の上限を決めるとともに、インジェクタ本体 3 5 が下方に移動してもノズルリフト用の油圧室 4 5 を確保するための突部である。なお、燃料流路 5 1 c、ノズ

10

20

30

40

50

ルリフト用流路 5 1 d、ノズルリフト用の油圧室 4 5 は、スプリング 3 7 a はノズル突出量調整機構を構成する部分である。

【 0 0 7 2 】

次に、ニードル室 4 4 は、断面 T 字状に形成され、その下部が上記したノズル部 2 0 n の先端内部まで延びている。ニードル室 4 4 には、断面 T 字状のニードル 5 3 が軸心 C に沿って図 3 の上下方向に移動可能な状態で収容されている。ニードル 5 3 は、燃料噴射機構を構成する部分であり、受圧部 5 3 a とバルブ 5 3 b とを一体的に有している。そして、ニードル室 4 4 は、ニードル 5 3 の受圧部 5 3 a により燃料噴射室 4 4 a と背圧室 4 4 b とに分かれている。

【 0 0 7 3 】

さらに燃料噴射室 4 4 a は、大径室 4 4 a 1 と、その下部に連通する小径室 4 4 a 2 とを有している。大径室 4 4 a 1 は、その側面から燃料入口流路 5 1 b に達する燃料流路 5 1 e を通じて燃料入口流路 5 1 b に接続されている。燃料入口流路 5 1 b において燃料流路 5 1 e の接続位置と油圧制御室 4 3 との間には、制御室入口用のオリフィス 5 2 b が設置されている。

【 0 0 7 4 】

燃料噴射室 4 4 a の小径室 4 4 a 2 は、ノズル部 2 0 n の最先端内部に形成されている。この小径室 4 4 a 2 の径は、ニードル 5 3 のバルブ 5 3 b の底面の径よりも小さい。また、この小径室 4 4 a 2 は、上記した複数の噴孔 5 4 を通じて外部と接続されている。噴孔 5 4 は、小径室 4 4 a 2 の側面から軸心 C に対して傾斜した状態で外部まで延在している。燃料噴射室 4 4 a 内に供給された燃料は、その噴孔 5 4 を通じて外部に噴射される。

【 0 0 7 5 】

一方、背圧室 4 4 b は、燃料流路 5 1 f を通じて油圧制御室 4 3 に接続されている。燃料流路 5 1 f は、背圧室 4 4 b の上面中心（軸心 C 上）から軸心 C に沿って上方に延在し、途中で軸心 C に交差する方向に延在し、さらに途中で軸心 C に沿って延在して油圧制御室 4 3 の底面の燃料入口流路 5 1 b の接続位置の近傍に接続されている。

【 0 0 7 6 】

また、背圧室 4 4 b には、スプリング 3 7 c が設置されている。このスプリング 3 7 c により、ニードル 5 3 は、そのバルブ 5 3 b の先端で小径室 4 4 a 2 を塞ぐ方向に付勢されている。なお、ニードル室 4 4、燃料流路 5 1 e、5 1 f、噴孔 5 4 およびスプリング 3 7 c は、燃料噴射機構を構成する部分である。

【 0 0 7 7 】

このようなインジェクタ 2 0 のインジェクタ本体 3 5 とアウターケース 3 6 との間には高圧燃料が漏れ出ないように金属リング 5 5 によりシールされている。図 3 では、例として、燃料入口流路 5 1 b の上下、ピエゾアクチュエータ部 4 7 およびノズル部 2 0 n に金属リング 5 5 を設置し、それぞれ高燃料圧力時に燃料漏れ無いにされている。

【 0 0 7 8 】

次に、インジェクタ 2 0 の燃料噴射動作およびノズル突出動作について図 4 ~ 図 1 0 を参照しながら説明する。

【 0 0 7 9 】

図 4 は、燃料噴射前のインジェクタ 2 0 の状態を示している。ここでは、ピエゾアクチュエータに負の駆動電圧を印加することにより、ピエゾアクチュエータ部 4 7 を収縮する。コマンドピストン 4 6 のバルブ 4 6 b は、油圧制御室 4 3 にかかるコモンレール 2 1 で設定された燃圧と同等の圧力と、コマンドピストン戻し用のスプリング 3 7 b とによって、油圧制御室 4 3 の上方に押し付けられている。このため、連通孔 4 2 はバルブ 4 6 b により閉止されている。

【 0 0 8 0 】

ニードル 5 3 のバルブ 5 3 b 下部には、燃料噴射用の燃料流路 5 1 e を通じて流れてきた燃料 F によりコモンレール 2 1 で設定された燃料圧力がかかる。一方、ニードル 5 3 の受圧部 5 3 a にも燃料流路 5 1 f を通じて背圧室 4 4 b に流れてきた燃料 F による燃料圧

10

20

30

40

50

力がかかるとともに、スプリング 3 7 c による付勢力が合わさり、ニードル 5 3 が下方に押し付けられる。これにより、ニードル 5 3 の上昇が押さえられ、燃料 F は噴射されない。

【 0 0 8 1 】

この時、インジェクタ本体 3 5 は、ノズルリフト用流路 5 1 d を通じてノズルリフト用の油圧室 4 5 に流れてきた燃料 F の燃料圧力により、上方にリフトし、ノズル部 2 0 n は引き込み側に設定される。

【 0 0 8 2 】

次に、図 5 は、ノズル部 2 0 n はリフトさせずに（突き出さないで）燃料を噴射するときの状態を示している。また、図 6 は、図 5 の場合における、ピエゾアクチュエータ部 4 7 に印加した駆動電圧、ピエゾアクチュエータ部 4 7 の伸縮量、コマンドピストン 4 6 の変位量、ノズル部 2 0 n（インジェクタ本体 3 5）のリフト量、ニードル 5 3 のリフト量および燃料噴射率を示している。

10

【 0 0 8 3 】

ここでは、インジェクタ 2 0 のピエゾアクチュエータ部 4 7 に正の駆動電圧を印加する（図 6 の S 1 は噴射開始信号を示し、S 2 は噴射停止信号を示す）。これにより、ピエゾアクチュエータ部 4 7 が最大限に伸長する（図 6 の L a m）。このため、コマンドピストン 4 6 はスプリング 3 7 b の付勢力に抗して最大限に下降する（図 6 の L p m）。その結果、コマンドピストン 4 6 は下方に押し付けられ、燃料流路 5 1 c を遮断する。

20

【 0 0 8 4 】

この時、油圧制御室 4 3 の上方の出口（連通孔 4 2）が開放され、油圧制御室 4 3 内の燃料 F が連通孔 4 2 および燃料出口流路 5 1 a を通じて燃料流出口 4 0 b に流れる。ここで、油圧制御室 4 3 の入口のオリフィス 5 2 b により油圧制御室 4 3 および背圧室 4 4 b の圧力が燃料流路 5 1 e 内の圧力よりも先に減圧される結果、ニードル 5 3 は圧力バランスから上方に移動する。これにより、大径室 4 4 a 1 と小径室 4 4 a 2 とが連通し、噴孔 5 4 から燃料 F が噴射される。

【 0 0 8 5 】

ノズルリフト用の油圧室 4 5 にかかる燃料圧力は、オリフィス 5 2 a によって油圧制御室 4 3 よりも圧力の低下が遅れるため、維持され、そのときのインジェクタ本体 3 5 のリフトも維持される（減圧はしない。すなわち、ノズル部 2 0 n は変位しない）。

30

【 0 0 8 6 】

次に、図 7 は、ノズル部 2 0 n をリフトさせて（突出して）燃料を噴射するときの状態を示している。また、図 8 は、図 7 の場合における、ピエゾアクチュエータ部 4 7 に印加した駆動電圧、ピエゾアクチュエータ部 4 7 の伸縮量、コマンドピストン 4 6 の変位量、ノズル部 2 0 n（インジェクタ本体 3 5）のリフト量、ニードル 5 3 のリフト量および燃料噴射率を示している。

【 0 0 8 7 】

ここでは、インジェクタ 2 0 のピエゾアクチュエータ部 4 7 に、図 5 で説明したノズル部 2 0 n をリフトさせない時の場合よりも低い正の駆動電圧を印加する。この場合、ピエゾアクチュエータ部 4 7 の伸縮量は最大量よりも小さくなり（図 8 の符号 L a）、コマンドピストン 4 6 のバルブ 4 6 b の変位量も最大量よりも小さくなり（図 8 の符号 L p）、バルブ 4 6 b は油圧制御室 4 3 の中間位置（軸心 C に沿う方向の中間位置）で停止する。これにより、ノズルリフト用流路 5 1 c は開放され、ノズルリフト用の油圧室 4 5 の圧力が低下する結果、ノズル突出し用のスプリング 3 7 a の付勢力によりインジェクタ本体 3 5 が下方に移動し、ノズル部 2 0 n の先端が燃焼室 1 2 側に突き出る方向に移動する。燃料噴射については図 5 で説明したのと同じである。したがって、ノズル部 2 0 n が突き出た状態で、噴孔 5 4 から燃料 F が噴射される。

40

【 0 0 8 8 】

次に、図 9 は、ノズル部 2 0 n をリフトしたまま、燃料噴射を停止した直後の状態を示している。

50

【 0 0 8 9 】

ここでは、ピエゾアクチュエータ部 4 7 に、マイナスの印加電圧を印加すると、ピエゾアクチュエータ部 4 7 は収縮し、コマンドピストン戻し用のスプリング 3 7 b の付勢力によりコマンドピストン 4 6 が上昇する。これにより、油圧制御室 4 3 の出口（連通孔 4 2）がコマンドピストン 4 6 のバルブ 4 6 b により閉じる。

【 0 0 9 0 】

油圧制御室 4 3 には、コモンレール 2 1 で設定された燃料圧力がかかり、内圧が上昇する。その時、オリフィスの無いノズルニードル押し付け用の燃料流路 5 1 f を介して背圧室 4 4 b に圧力がかかるとともに、背圧室 4 4 b 内のスプリング 3 7 c の付勢力が合わさって、ニードル 5 3 を押し下げ、燃料 F の噴射が終了する。

10

【 0 0 9 1 】

次に、図 1 0 は、ノズル部 2 0 n をリフトさせず燃料噴射を停止した状態を示している。

【 0 0 9 2 】

ここでは、オリフィス 5 2 a により噴射終了動作に少し遅れて、ノズルリフト用流路 5 1 d を介してノズルリフト用の油圧室 4 5 の圧力が上昇することにより、インジェクタ本体 3 5 が押し上げられる。その結果、ノズル部 2 0 n の先端が燃焼室 1 2 内から遠ざかる方向に移動し、ノズル部 2 0 n の突出し量が減少する。

【 0 0 9 3 】

次に、ノズル部 2 0 n の突き出し量の切り換え制御方法について図 1 1 ~ 図 1 5 を参照しながら説明する。

20

【 0 0 9 4 】

ノズル部 2 0 n の突出し量の切り換えは、ピエゾアクチュエータ部 4 7 に印加する駆動電圧量を、エンジン回転速度と燃料噴射量とで与えられる三次元マップに基づいて調整すれば良い。

【 0 0 9 5 】

図 1 1 は、ノズル部 2 0 n の突出し量切り換えマップを示している。また、図 1 2 および図 1 3 は図 1 1 の各領域 R H , R L においてピエゾアクチュエータ部 4 7 に印加する駆動電圧波形を示している。

【 0 0 9 6 】

30

例えば図 1 1 において、低回転低中負荷域（斜線の下領域 R L）では、排気ガス低減のためノズル部 2 0 n を突き出す要求があるので、ピエゾアクチュエータ部 4 7 の伸長量を小さくするため、図 1 2 に示すように、ピエゾアクチュエータ部 4 7 に印加する駆動電圧を低くして、ノズル部 2 0 n の突出し量を大きくする。すなわち、低中負荷域におけるノズル 2 0 n の突出し量を最適化することによって排ガスおよび燃費等の性能を向上させることができる。

【 0 0 9 7 】

一方、図 1 1 において、高回転高負荷領域（斜線の領域 R H）では、燃焼温度が高くなるので、ノズル部 2 0 n の被熱温度を低下させるために、図 1 3 に示すように、ピエゾアクチュエータ部 4 7 に印加する駆動電圧を高くして、ノズル部 2 0 n の突出し量を小さくする。これにより、ノズル部 2 0 n の被熱温度を低減することができるので、インジェクタ 2 0 の耐久信頼性を向上させることができる。

40

【 0 0 9 8 】

また、ピエゾアクチュエータ部 4 7 の伸縮を駆動電圧量で行う代わりに、印加電圧は変えずに同一にして、通電回数を制御量としてピエゾアクチュエータ部 4 7 を伸縮させても良い。

【 0 0 9 9 】

図 1 4 および図 1 5 は、ピエゾアクチュエータ部 4 7 への通電回数とピエゾアクチュエータ部 4 7 のストローク量との関係を示している。図 1 4 は通電回数が 1 回の場合を示し、図 1 5 は通電回数が 2 回の場合を示している。通電回数が多いほど、ピエゾアクチュエ

50

ータ部 47 の伸縮量が大きくなる。

【0100】

したがって、上記のノズル切り換えマップにおける駆動電圧を通電回数に置き換え制御することも可能である。

【0101】

さらに、ノズル部 20 n の突出し量は、コマンドピストン 46 が燃料流路 51 c を閉塞するまでの時間に依存し、その時間は、ピエゾアクチュエータ部 47 の伸縮時間による。そこで、ノズル部 20 n の突出し量を調整するには、例えばピエゾアクチュエータ部 47 を上記のように複数回作動させ、その作動間のインターバルを調整することにより、コマンドピストン 46 が燃料流路 51 c を閉塞するまでの時間を調整でき、ノズル部 20 n の突出し量を無段階に制御することができる。

10

【0102】

このように第 1 の実施の形態のエンジン 1 のインジェクタ 20 によれば、ノズル 20 n の突出し量をエンジンの運転状態（回転速度および負荷）によって要求される適切な位置に変更することにより、燃料噴射期間中の燃料噴霧を燃焼室 12 内に当て易くすることができる。このため、燃料噴霧の拡散を促進でき、かつ、燃焼室 12 内の空気流動を有効に使い燃料と空気との混合を良化することができるので、排ガス、燃費、出力の各性能を向上させることができる。

【0103】

また、全負荷域など燃焼温度の高い運転領域などでは、ノズル部 20 n の突出し量を小さくすることにより、ノズル部 20 n の被熱温度を低減でき、ノズル部 20 n のニードル 53 の着座面における磨耗量を低減できるので、インジェクタ 20 の耐久信頼性を向上させることができる。

20

【0104】

また、燃料噴射機構とノズル突出量調整機構との各々の構成の一部を共通化するとともに、これらの機構部を同じ燃料の圧力調整により駆動する構成として、ノズル突出量調整機構をインジェクタ 20 内に組み込むことにより、ノズル突出量調整機構を持つインジェクタ 20 を小型にすることができる。

【0105】

また、ノズル突出量調整機構をインジェクタ 20 内に組み込むことにより、インジェクタ 20 の外観を従来のインジェクタと同様にできるので、インジェクタ 20 の設置および取り付け方法等も従来のインジェクタと同様に行うことができ、また、シリンダヘッド 25 やヘッドカバー等のインジェクタ取り付けに関する部分の設計変更も最小限にできる。

30

【0106】

また、ノズル 20 n の突出し量の調整駆動源としてピエゾアクチュエータ部 47 を用いたことにより、ソレノイドアクチュエータを用いた場合よりも、ノズル部 20 n の突出し量の設定精度、突出し動作の応答性を向上させることができる。したがって、上記した排ガス、燃費、出力の各性能およびインジェクタ 20 の耐久信頼性をさらに向上させることができる。

【0107】

また、ノズル 20 n の突出し量の調整駆動源としてピエゾアクチュエータ部 47 を用いたことにより、ソレノイドアクチュエータを用いた場合よりも、小型軽量化することができる。

40

【0108】

第 2 の実施の形態

図 16 は、第 2 の実施の形態のエンジン 1 のインジェクタ 20 の要部拡大断面図であって、ノズル部 20 の突出し量の初期値を大の状態にしてから小の状態にする（引き込む）場合（ノズル部 20：閉止、ノズルリフト突き出し）を示している。

【0109】

前記第 1 の実施の形態では、インジェクタ 20 のノズルリフト用の油圧室 45 が、ノズ

50

ル部 20n 側に形成されているため、油圧室 45 に高圧が印加された際に、油圧室 45 内の燃料が燃焼室 12 に漏れる可能性がある。

【0110】

そこで、第 2 の実施の形態においては、ノズルリフト用の油圧室 45 を、インジェクタ本体 35 の長手方向の長さ分だけ燃焼室 12 から離れた位置に設けた。すなわち、ノズルリフト用の油圧室 45 を、インジェクタ本体 35 の上面とアウターケース 36 の内側天井面との間に設けた。

【0111】

この場合、インジェクタ本体 35 の下面とアウターケース 36 の内側底面との間には、インジェクタ本体 35 のノズル部 20n を燃焼室 12 から遠ざける方向に付勢するスプリング 37d が設置されている。

10

【0112】

また、この場合、初期のノズル部 20n の位置は突出し方向に設定し、ノズルリフト用の油圧室 45 の圧力を抜くことによりノズル部 20n を燃焼室 12 から遠ざかる方向に引き込ませる。

【0113】

このような第 2 の実施の形態のインジェクタ 20 によれば、ノズルリフト用の油圧室 45 の燃料が燃焼室 12 に漏れ出る可能性を低減することができる。これ以外は、前記第 1 の実施の形態で説明した構成および効果と同じである。

【0114】

20

第 3 の実施の形態

図 17 は、第 3 の実施の形態のエンジン 1 のインジェクタ 20 の要部拡大断面図を示している。

【0115】

エンジン / 実車の開発の場において、インジェクタのノズル部の突出し量を変更する場合、通常、ノズル部とシリンダヘッドとの間のガス漏れをシールしているノズルパッキンの厚さを変更して行う。その際、条件変更毎にインジェクタを外す必要があり、それは工数の増大を伴う。それを回避するためには、インジェクタを外さずにノズル部の突出し量を変更できる機構を如何にして提供するかが課題となる。

【0116】

30

そこで、第 3 の実施の形態のエンジン 1 のインジェクタ 20 においては、前記第 1 の実施の形態のストッパ 36a (図 3 参照) を、ネジ機構部 58 に置き換えている。ネジ機構部 58 は、軸心 C を中心にしてネジを回転することで、ネジ機構部 58 を軸心 C に沿う方向 (図 17 の上下方向) に移動することが可能になっている。すなわち、ネジ機構部 58 のネジの回転微調整により、ノズル部 20n の設定突出し量を微調整することが可能となっている。この場合、ノズル部 20 の突出し量は、ネジの回転角にて置き換えることができる。

【0117】

このような第 3 の実施の形態のインジェクタ 20 によれば、インジェクタ 20 をシリンダヘッド 25 に取り付けた後でも、インジェクタ 20 を取り出す作業をすることなく、外部からノズル部 20n の設定突出し量を容易に変更することができる。このため、エンジン 1 の開発工数を削減できるので、エンジン 1 の開発期間を短縮することができる。これ以外は、前記第 1 の実施の形態で説明した構成および効果と同じである。

40

【産業上の利用可能性】

【0118】

本発明の内燃機関の燃料噴射装置の制御方法、内燃機関の燃料噴射装置および内燃機関は、燃料噴射機構の構成と、突出量調整機構の構成とを共有させて備え、内燃機関のエンジン回転速度および負荷に応じて、ノズル部の燃焼室内側への突出し量を調整することにより、小型で高性能な燃料噴射が可能な燃料噴射技術を提供することができるので、自動車等の内燃機関の燃料噴射装置の制御方法、内燃機関の燃料噴射装置および内燃機関に利

50

用できる。

【符号の説明】

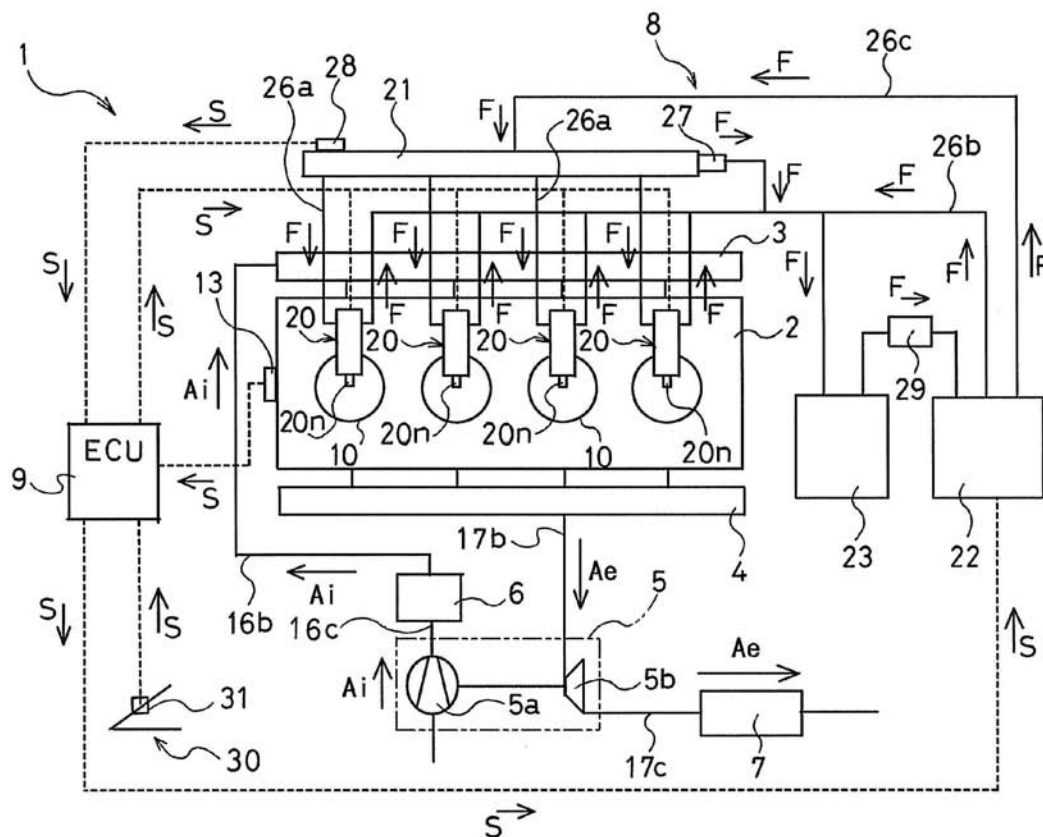
【0119】

1	ディーゼルエンジン（内燃機関）	
2	エンジン本体（内燃機関本体）	
3	吸気マニホールド	
4	排気マニホールド	
5	過給機	
6	インタークーラ	
7	排気後処理装置	10
8	燃料噴射システム	
9	E C U（制御部）	
10	シリンダ	
11	ピストン	
12	燃焼室	
13	回転速度センサ	
14 a	吸気口	
14 b	排気口	
15 a	吸気用のバルブ	
15 b	排気用のバルブ	20
16 a ~ 16 c	吸気管	
17 a ~ 17 c	排気管	
20	インジェクタ（燃料噴射装置）	
20 n	ノズル部	
21	コモンレール（蓄圧室）	
22	高圧サプライポンプ（圧力調整ポンプ）	
23	燃料タンク（燃料供給源）	
25	シリンダヘッド	
26 a , 26 b	配管	
27	プレッシャーリミッタ	30
28	圧力センサ	
29	フィルタ	
30	アクセル	
31	アクセル開度センサ	
35	インジェクタ本体（燃料噴射装置本体）	
36	アウターケース（筐体）	
36 a	ストッパ	
37 a ~ 37 c	スプリング	
38	開口部	
39	ノズルパッキン	40
40 a	燃料流入口	
40 b	燃料流出口	
41	駆動室	
42	連通室	
43	油圧制御室	
44	ニードル室	
45	ノズルリフト用の油圧室	
46	コマンドピストン	
46 a	受圧部	
46 b	バルブ（弁体）	50

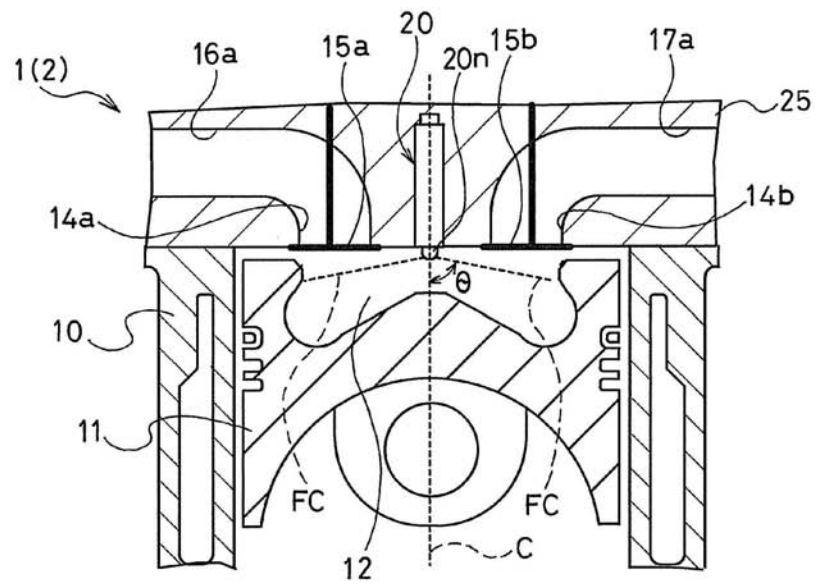
- 4 6 c 連結部
- 4 7 ピエゾアクチュエータ部（圧電素子、駆動部）
- 4 8 フランジ
- 4 9 コネクターボディ
- 5 1 a 燃料出口流路
- 5 1 b 燃料入口流路
- 5 1 c 燃料流路
- 5 1 d リフト用流路（燃料流路）
- 5 1 e 燃料流路
- 5 1 f 燃料流路
- 5 2 a , 5 2 b オリフィス
- 5 3 ニードル
- 5 3 a 受圧部
- 5 3 b バルブ
- 5 4 噴孔
- 5 5 金属Ｏリング
- 5 8 ネジ機構部

10

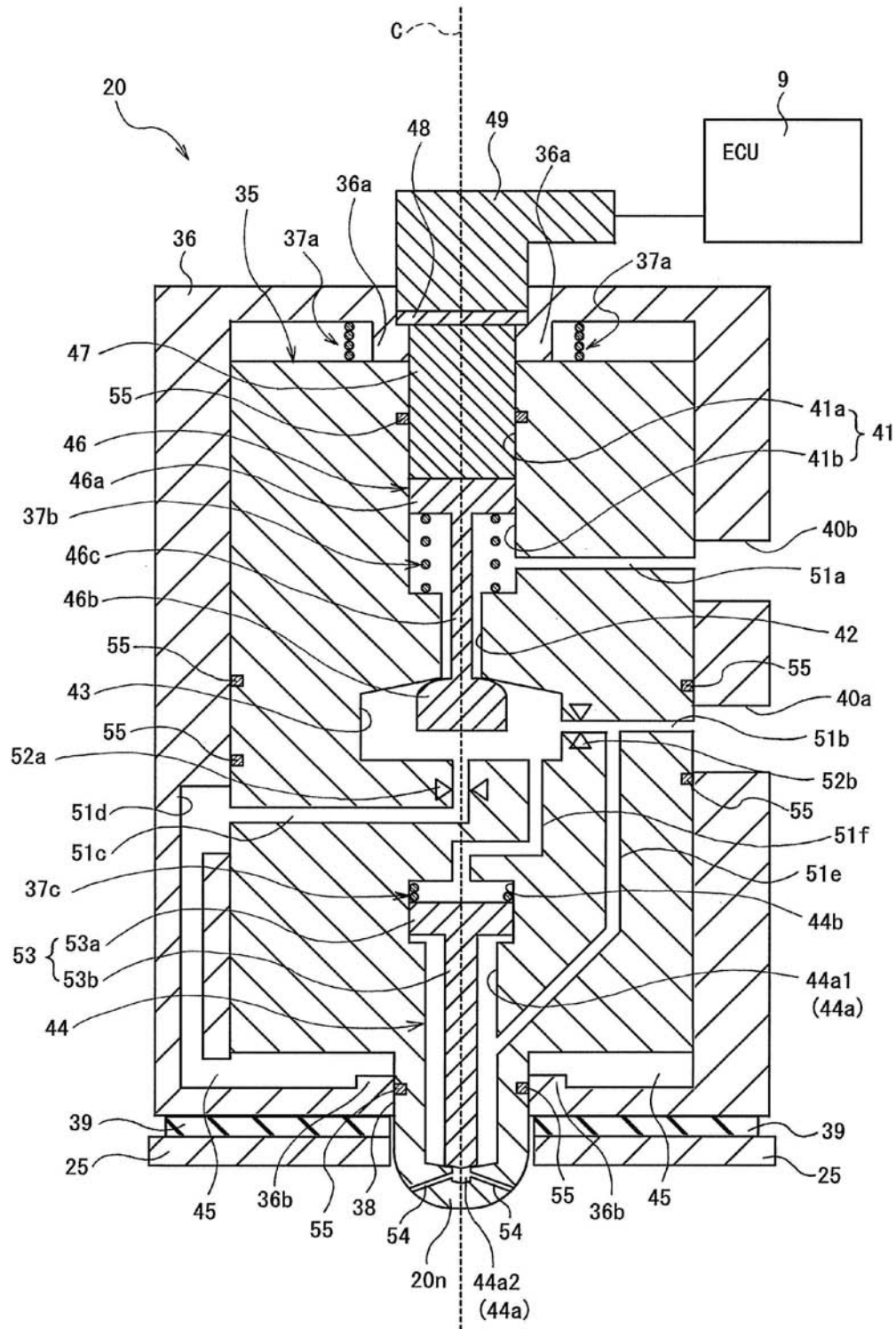
【図 1】



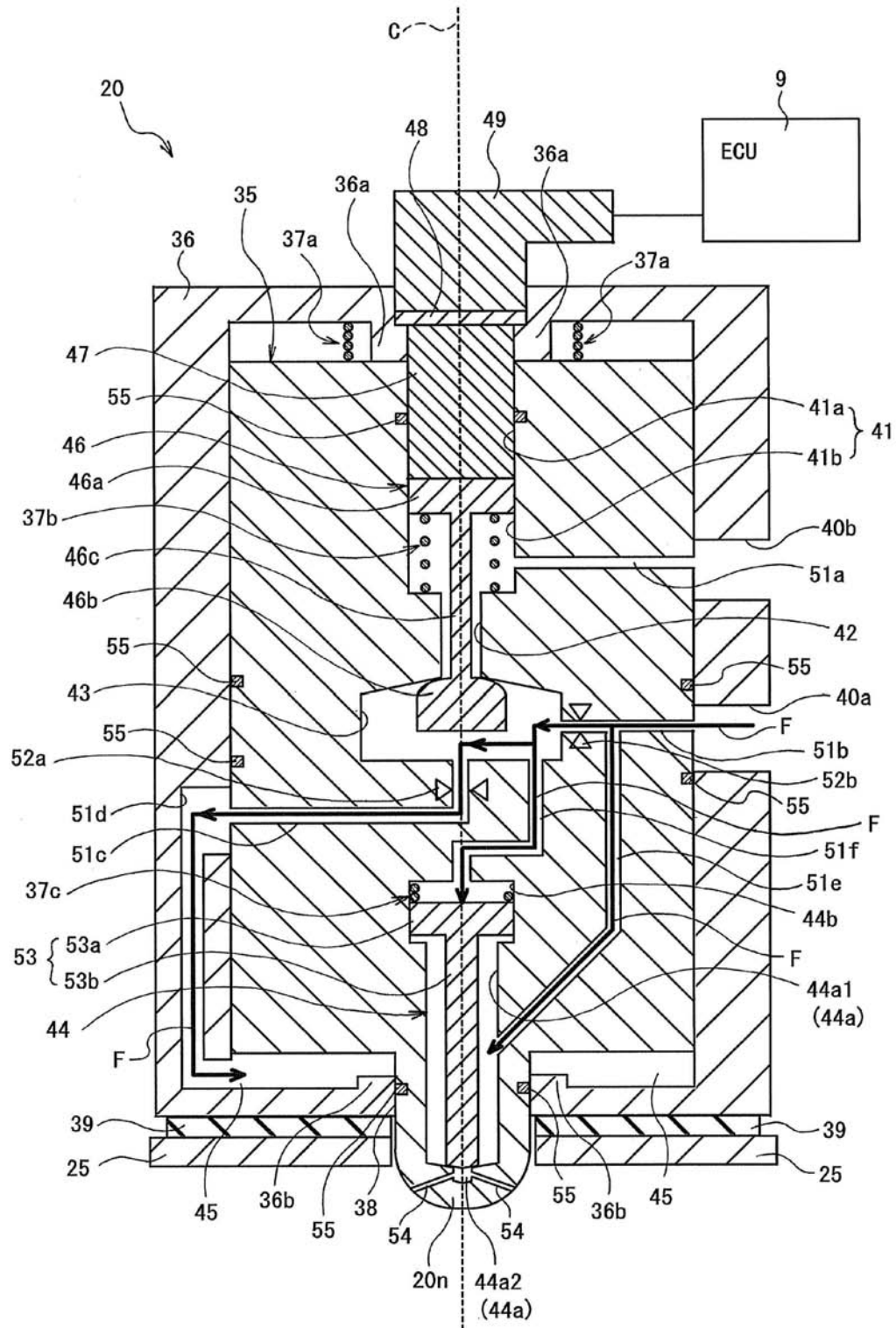
【図 2】



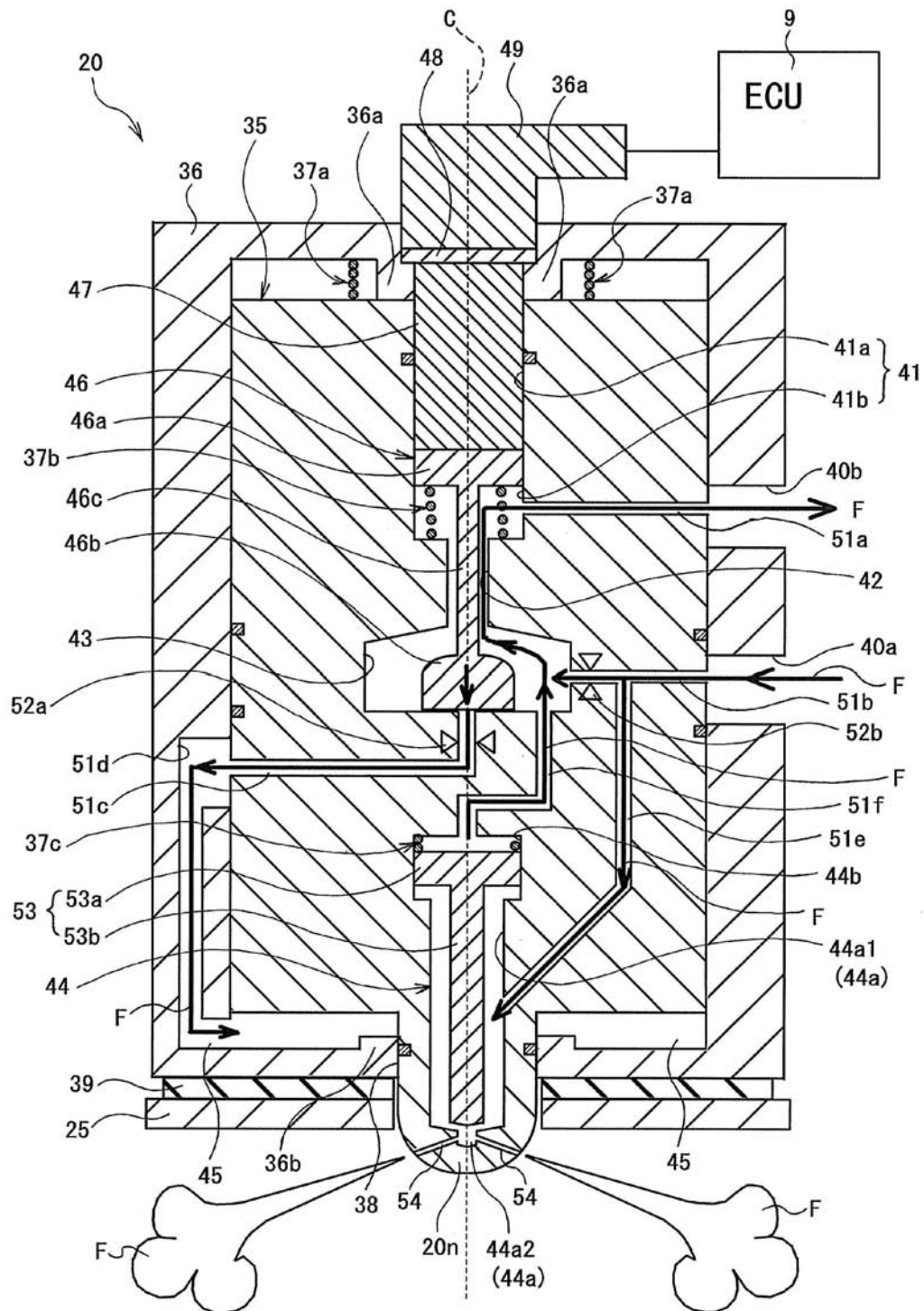
【図 3】



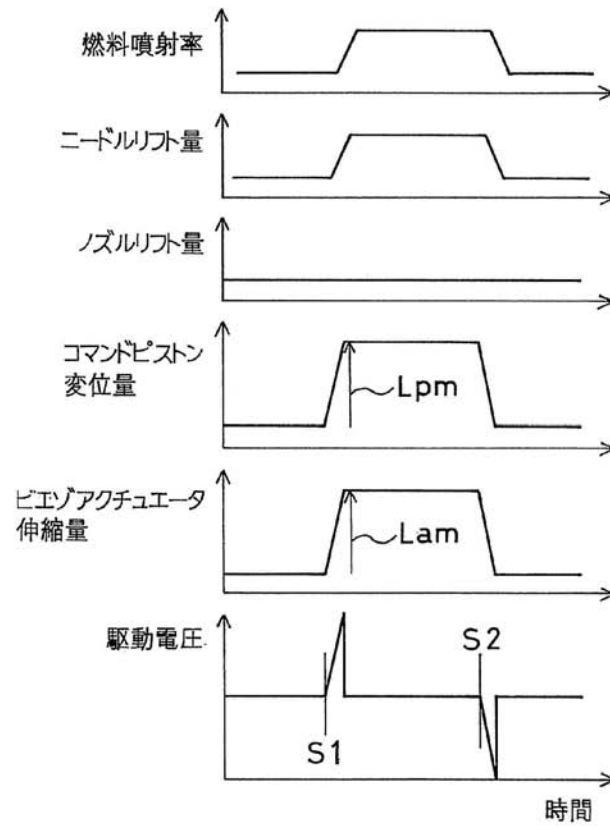
【図 4】



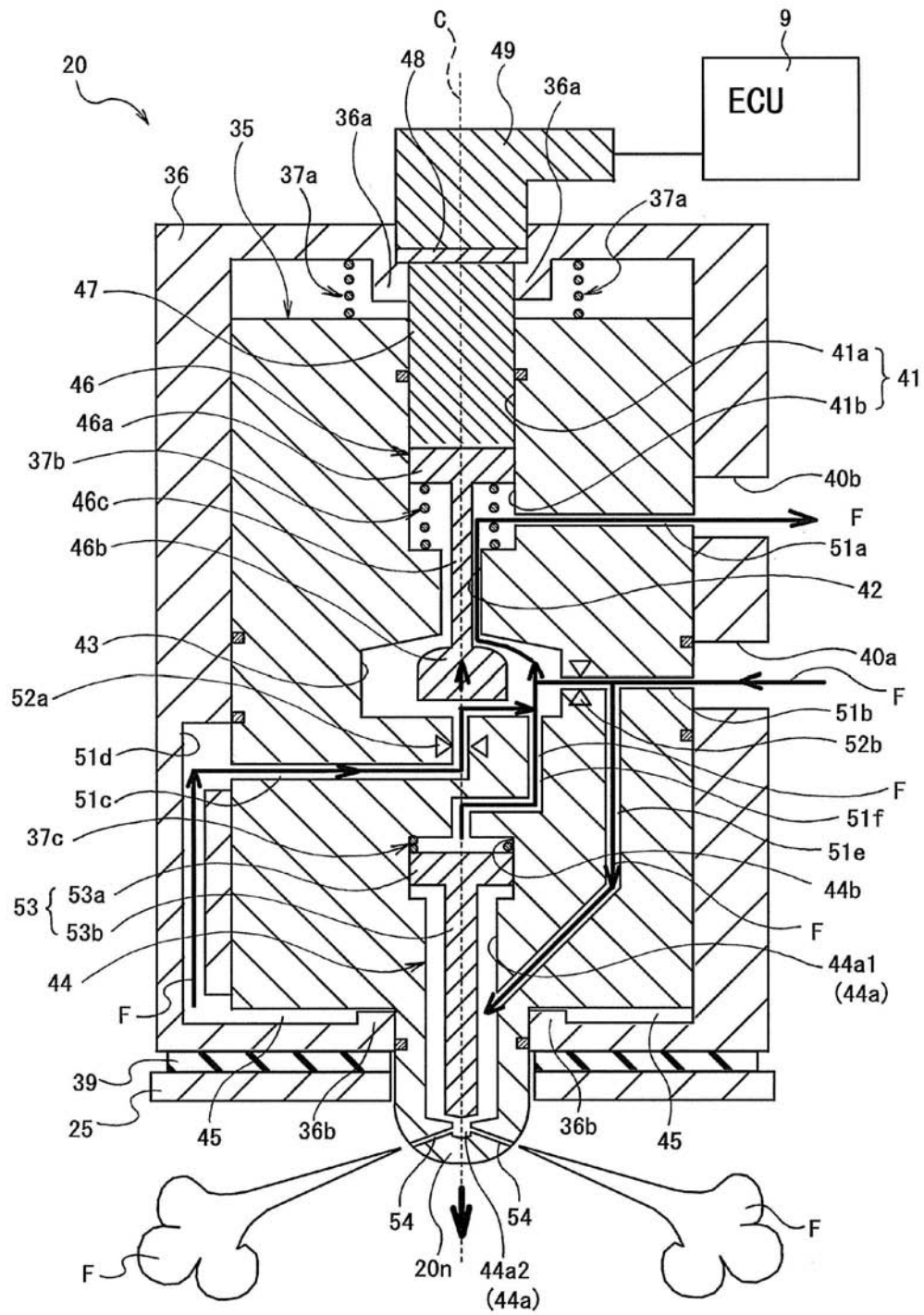
【図5】



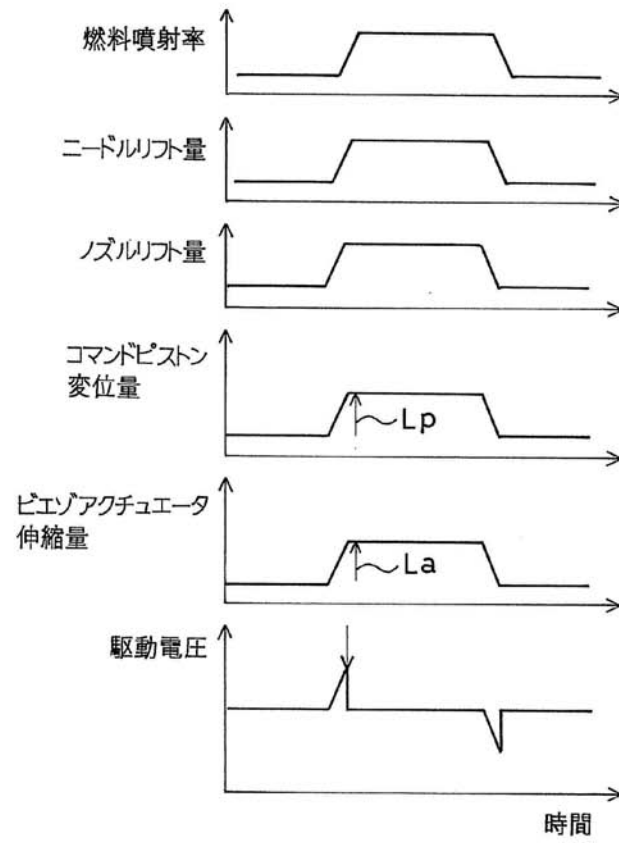
【 図 6 】



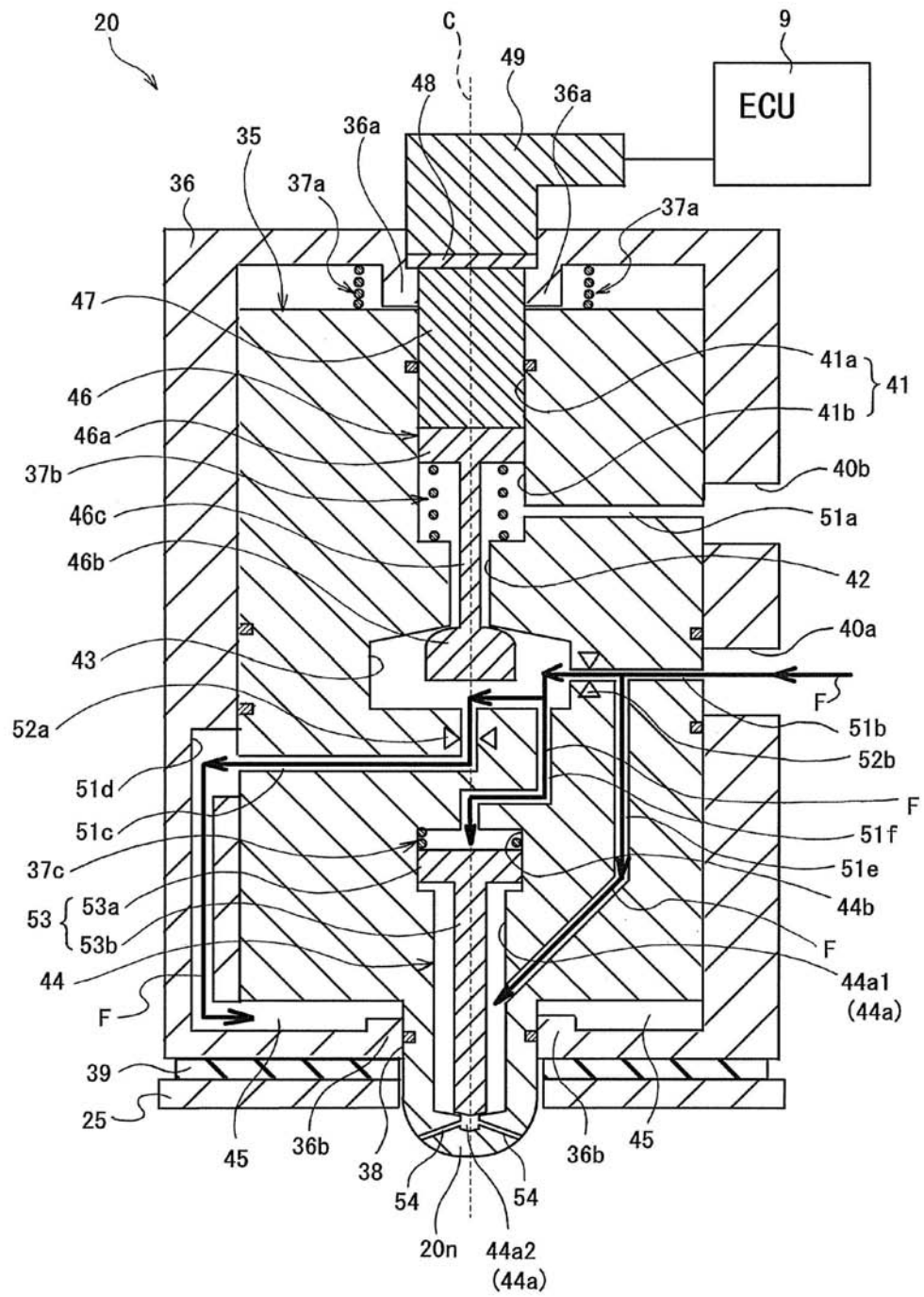
【図 7】



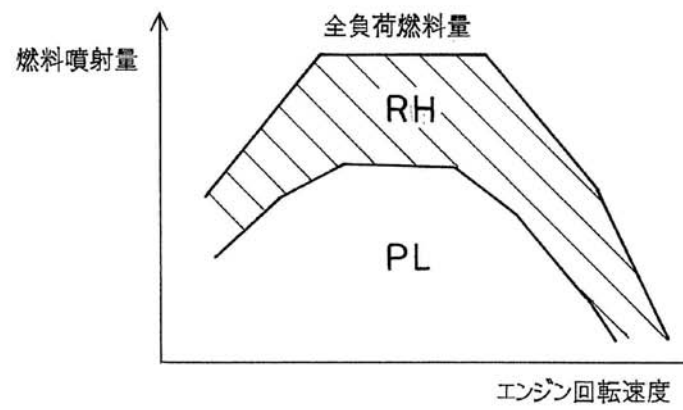
【 図 8 】



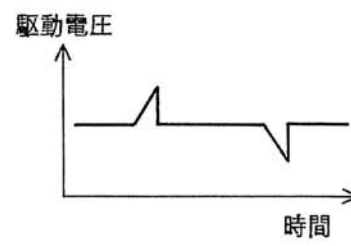
【図10】



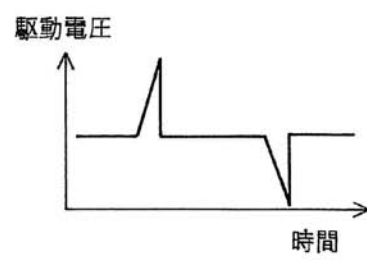
【図 1 1】



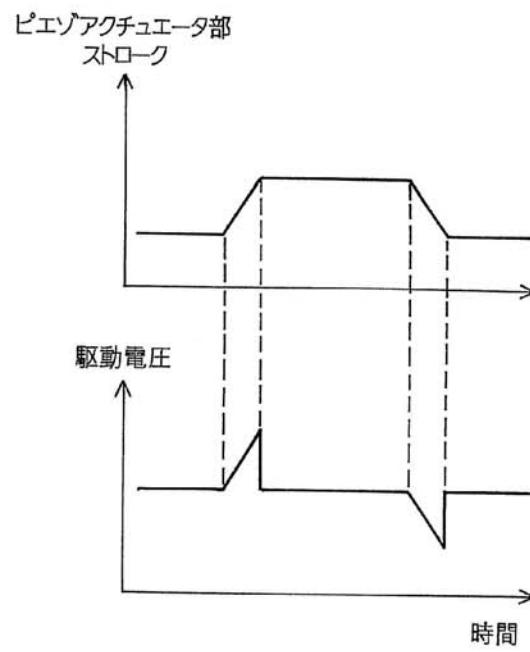
【図 1 2】



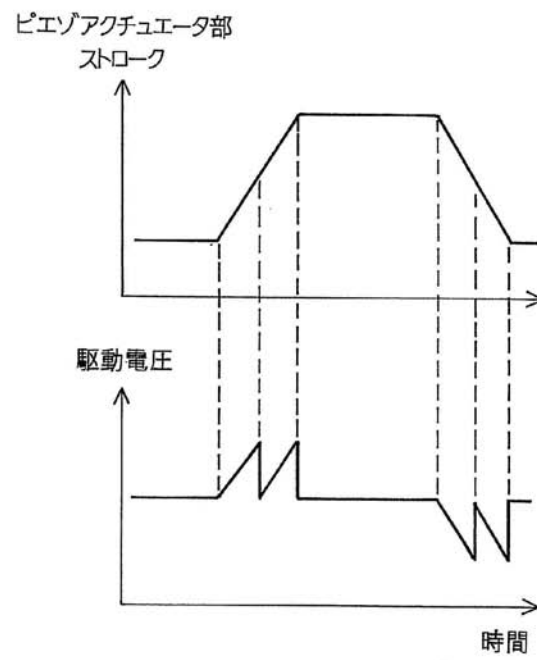
【図 1 3】



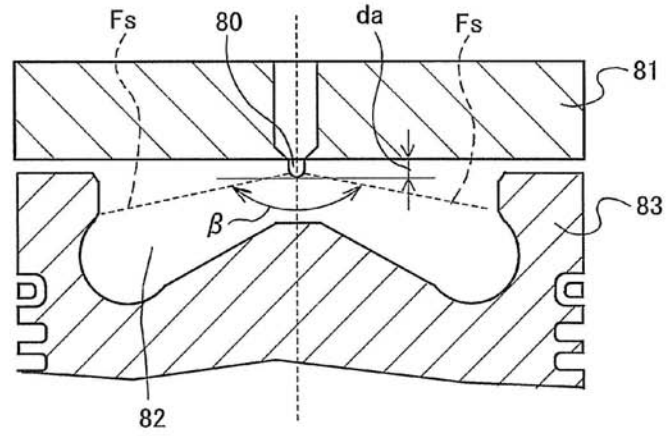
【図 1 4】



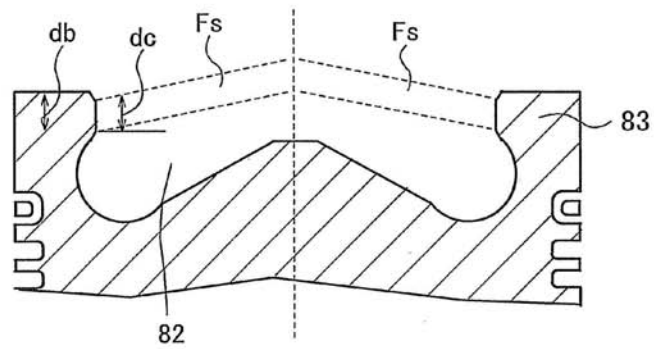
【図 1 5】



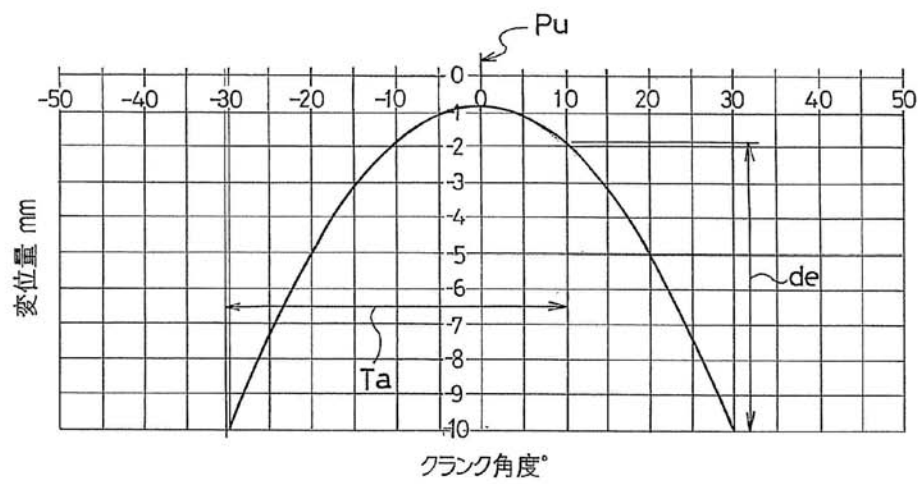
【図 18】



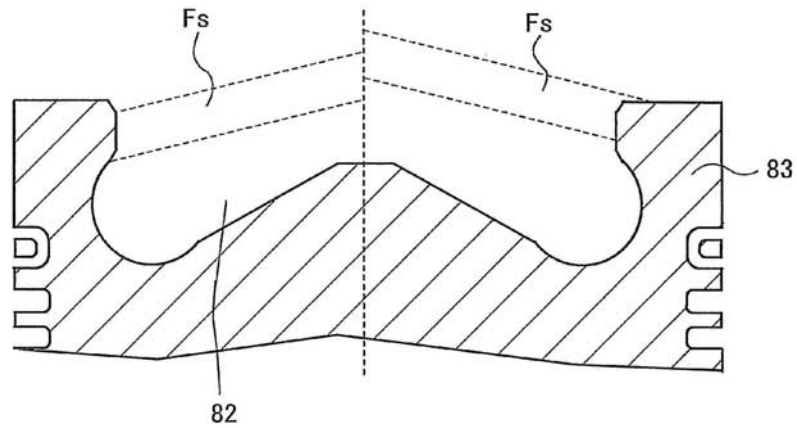
【図 19】



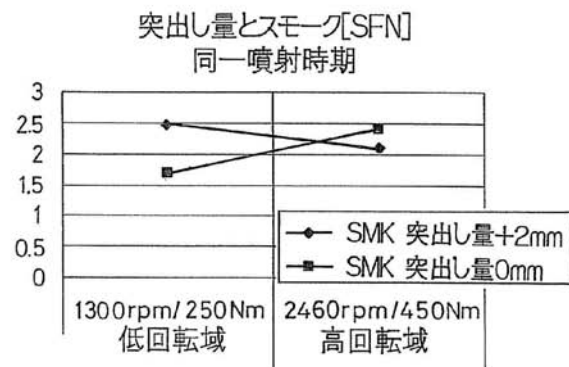
【図 20】



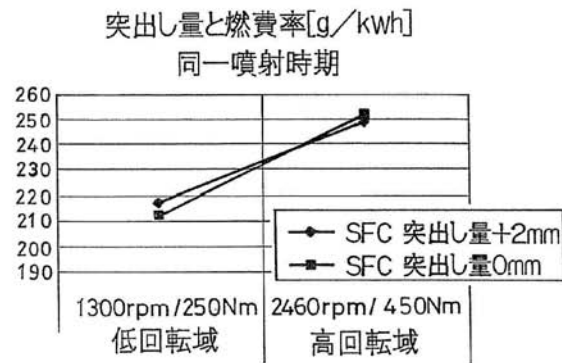
【図 2 1】



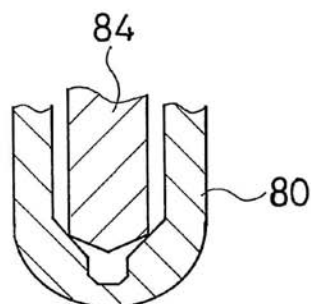
【図 2 2】



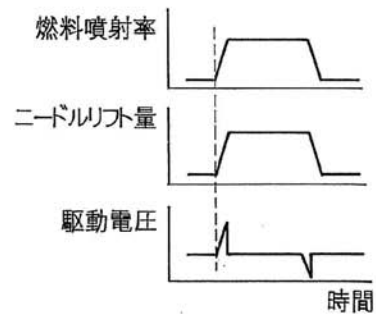
【図 2 3】



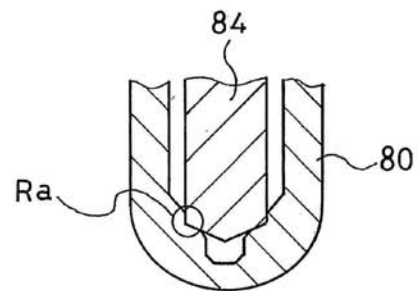
【図 2 4】



【図 2 5】



【図 2 6】



【図 2 7】

