

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4130823号
(P4130823)

(45) 発行日 平成20年8月6日 (2008.8.6)

(24) 登録日 平成20年5月30日 (2008.5.30)

(51) Int.Cl.

F I

FO2M 65/00 (2006.01)

FO2M 65/00 3O2

FO2M 65/00 3O3

請求項の数 14 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2004-547363 (P2004-547363)	(73) 特許権者	390023711
(86) (22) 出願日	平成15年6月4日 (2003.6.4)		ローベルト ボツシュ ゲゼルシャフト
(65) 公表番号	特表2006-504038 (P2006-504038A)		ミット ベシユレンクテル ハフツング
(43) 公表日	平成18年2月2日 (2006.2.2)		ROBERT BOSCH GMBH
(86) 国際出願番号	PCT/DE2003/001852		ドイツ連邦共和国 シュツツトガルト (
(87) 国際公開番号	W02004/040129		番地なし)
(87) 国際公開日	平成16年5月13日 (2004.5.13)		Stuttgart, Germany
審査請求日	平成17年5月25日 (2005.5.25)	(74) 代理人	100061815
(31) 優先権主張番号	10249754.0		弁理士 矢野 敏雄
(32) 優先日	平成14年10月25日 (2002.10.25)	(74) 代理人	100114890
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		弁理士 アインゼル・フェリックス＝ライ
			ンハルト
		(74) 代理人	230100044
			弁護士 ラインハルト・アインゼル

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体噴射弁の噴射率を測定するための方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

流体、有利には液体燃料に対する噴射弁の噴射率測定方法であって、噴射弁（3）が流体を、流体の充填された測定容積（1）に噴射し、

ここで測定容積（1）はすべての側が封鎖されており、圧力センサ（20）が測定容積（1）の第1圧力固有振動の圧力節に配置されている形式の方法において、

流体を噴射弁（3）により測定容積（1）に噴射し、

測定容積（1）中の第1圧力固有振動の圧力節における圧力（p（t））を圧力センサ（20）によって噴射中に測定し、当該測定値を記録し、

測定容積（1）中の音速（c）を、前記記録された圧力測定値（p（t））から検出し

10

噴射された検査流体量（m（t）；Δm）を前記圧力測定値（p（t））と音速（c）から検出する、ことを特徴とする方法。

【請求項 2】

請求項 1 記載の方法において、噴射中の圧力測定値（p（t））を電子的計算器（28）により記録する方法。

【請求項 3】

請求項 1 記載の方法において、音速（c）を別個の測定方法により検出する方法。

【請求項 4】

請求項 3 記載の方法において、音波発生器（21）から音波受信器（20；30）まで

20

の音波信号の伝搬時間から音速を計算する方法。

【請求項 5】

請求項 1 記載の方法において、音速 (c) を測定容積 (1) の固有周波数 (ν_n) から検出する方法。

【請求項 6】

請求項 5 記載の方法において、固有周波数 (ν_n) を圧力測定値 ($p(t)$) の周波数分析により検出する方法。

【請求項 7】

請求項 6 記載の方法において、圧力測定値 ($p(t)$) をローパスフィルタによりフィルタリングする方法。

【請求項 8】

請求項 7 記載の方法において、圧力測定値 ($p(t)$) の経過から、時間的微分により噴射率 ($r(t)$) に比例するパラメータを計算する方法。

【請求項 9】

流体に対する噴射弁 (3) の噴射率 ($r(t)$) の測定装置であって、測定容積 (1) と、開口部 (10) と、圧力センサ (20) とを有し、

該測定容積はすべての側が封鎖されており、かつ検査流体が充填されており、

前記開口部 (10) は、測定容積 (1) の壁 (2) に噴射弁 (3) を収容するために設けられており、これにより噴射弁 (3) は取り付け状態において少なくとも 1 つの噴射開口部 (3) を以て測定容積 (1) に突出し、

前記圧力センサ (20) は測定容積 (1) 中に配置されている形式の装置において、

圧力センサ (20) は、測定容積 (1) の第 1 圧力固有振動の圧力節に配置されている、ことを特徴とする装置。

【請求項 10】

請求項 9 記載の装置において、測定容積 (1) はシリンダ状に構成されている装置。

【請求項 11】

請求項 10 記載の装置において、圧力センサはシリンダの 2 つの基本面 (102 ; 202) の中央にある半径面に配置されている装置。

【請求項 12】

請求項 9 記載の装置において、電子的計算器 (28) が圧力センサ (20) の測定値を検出し、記憶する装置。

【請求項 13】

請求項 12 記載の装置において、電子的計算器 (28) ではプログラムが実行され、該プログラムは記録された圧力測定値 ($p(t)$) から測定容積 (V) の固有周波数を計算する装置。

【請求項 14】

請求項 9 記載の装置において、測定容積 (V) には音波発生器および別個の音波受信器 (30) が配置されている装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

背景技術

燃料噴射要素、例えば噴射弁、コモンレールインジェクタ、およびその他の高圧噴射弁の製造および機能検査においては、量測定のために種々の検査装置および検査方法が使用される。例えば DE 10064511 A1 から測定ピストン原理が公知であり、ここでは噴射弁が燃料を、検査媒体の充填された測定容積に噴射する。測定容積内の圧力は、測定ピストンが噴射量により押し出されることによって一定に維持される。測定ピストンのスライドから直接的に噴射量を計算することができる。この方法はピストン運動が機械的であるため動的に制限されており、そのため内燃機関に対する現在の高圧噴射システムで噴射速度を時間的に高分解能で測定したいという要求を満たすことはできない。現在の噴射

10

20

30

40

50

システムでは噴射サイクルごとに複数の部分噴射が行われる。

【0002】

択一的で正確な方法が例えば、W. Zuech著： "Neue Verfahren zur Messung des Einspritzgesetzes und Einspritz-Regelmaessigkeit von Diesel-Einspritzpumpen", Motortechhnische Zeitschrift (MTZ) 22 (1961), pp.344-349, に記載されており、この方法は油圧上昇方法 (HDV) である。ここでも噴射弁は同様に流体の満たされた測定容積に噴射する。しかしここでは測定容積は一定に維持されない。これにより測定容積の圧力が上昇し、これが適切な圧力センサにより測定される。ピエゾ原理に基づく現在の圧力センサは非常に小さい応答時間を特徴とし、このことは時間的に高分解された測定を可能にする。圧力上昇の時間的経過から、噴射速度の経過と噴射量が原理的に計算される。

10

【0003】

しかし実際には、一連の要因により困難である。測定容積Vは噴射された燃料によって測定容積の相応の固有周波数で圧力振動する。このときこの固有周波数は測定容積の幾何学的寸法に依存する。基本振動の他に通常は多数の高調波振動も励起される。このとき通常は複数の振動モードが発生し得る。このことは圧力センサ測定信号のフィルタリングを困難にする。なぜなら固有振動の周波数が一部では測定信号の周波数領域にあるからである。

【0004】

さらに噴射量 Δm の絶対値の正確な測定は、圧力の測定量をまず噴射された流体量に変換しなければならないことによって困難になる。ここで変換係数は圧縮率と密度を含む。これらのパラメータはそれぞれの検査条件と履歴に依存し、従って必要な精度を先行する測定から得ることはできない。これらのパラメータを検出するために、各測定に対して別個の面倒な較正過程が必要である。このことは測定を面倒なものとし、実際には実行するのが非常に困難である。このために別個の較正シリンダを介して所定の較正容積 ΔV_k が測定容積Vにもたらされ、圧力変化 Δp_k が測定される。圧縮率Kは次式から得られる。

20

【0005】

$$K = \Delta p_k / \Delta V_k \cdot V \quad (1)$$

これにより今度は噴射された容積 ΔV が計算される。

【0006】

$$\Delta V = V / K \cdot \Delta p$$

30

最終的に噴射量を計算するために、質量への変換が必要である。このことは密度 ρ の知識を必要とする。

【0007】

$$\Delta m = \rho \cdot \Delta V = V \cdot \rho / K \cdot \Delta p$$

ここで密度は検査媒体の温度に依存する。このことを考慮するために、温度が温度センサによって測定容積内で測定され、密度が相応に補正される。ここで温度測定は逐次のものであり、測定容積に温度不均衡が生じていることは考慮しない。

【0008】

上記の式 (1) に従い圧縮率Kを検出するためには、所定の較正容積を測定容積にもたらすことが必要である。このことは別個の容積センサを必要とする。さらに較正測定のために別個の測定時間が必要であるという欠点もある。このことは順次連続する測定の可能な周波数を減少させる。

40

【0009】

発明の利点

これに対して請求項1の構成を備える本発明の方法は、圧力経過から簡単に噴射量が検出されるという利点を有する。このために測定容積中の圧力の時間的経過が噴射時に記録され、そこから噴射量の時間的経過が計算される。噴射量の絶対値を計算するための係数を求めるために、音速が検出される。圧力上昇および音速から直接的に噴射量ないしその時間的経過、すなわち量／噴射率が計算される。

【0010】

50

本発明の有利な改善形態では、音速が別個の測定過程により検出される。この測定過程では音響パルスが音波発生器から測定容積に出力され、圧力センサにより検出される。音波発生器と圧力センサとが相互に対向して配置されていれば、間隔と伝搬時間から音速が計算される。このことは、測定経過に遅延をほとんど生じさせないような非常に高速の測定方法である。

本発明の別の改善形態では、圧力経過が電子的計算器によって記憶され、この電子的計算器はデータの直接的な処理を可能にする。

【0011】

測定方法の別の有利な改善形態では、圧力測定値から測定容積の圧力固有振動の周波数が検出される。固有振動から音速が測定容積全体にわたる平均パラメータとして得られ、このときは相応の装置による別個の測定が必要ない。例えばここでは、周波数分析をフーリエ変換法により行うことができる。

10

【0012】

圧力測定値のフィルタリングは例えばローパスフィルタにより実行される。これによりノイズがほぼ除去される。圧力信号を時間的に微分することにより噴射量率が検出される。

【0013】

請求項10の構成を有する本発明の装置は従来技術に対して、測定信号がより良好にフィルタリングされるという利点を有する。このために圧力センサは第1の圧力固有振動、すなわち基本固有振動の圧力節に配置される。これにより圧力センサは基本固有振動の信号を検出しない。従って圧力測定値を平滑化するためのローパスフィルタの遮断周波数は係数2だけ上方にシフトすることができる。

20

【0014】

図面

図面には本発明の装置の実施例が示されている。

図1は、概略的に示した素子を備える測定装置の概略図である。

図2は、第1の圧力固有振動の圧力経過を伴う測定容積を示す。

図3は、圧力とその時間導関数をプロットした測定線図である。

【0015】

実施例の説明

30

図1には測定装置が部分的断面図で示されている。壁2を備えるシリンダ状の測定容積1には検査流体が完全に充填されており、測定容積1のすべての側は封鎖されている。壁2は第1基本面102と第2基本面202を有し、これらは側壁303により結合されている。測定容積1は長手軸4を有する。壁2の第1基本面102にある開口部10を通して、噴射弁3がその先端を以て測定容積1に突出している。ここで噴射弁3の貫通部は壁2により流体密に封鎖されている。噴射弁3は弁体7を有し、この弁体では孔部6内にピストン状の弁ニードル5が長手方向にスライド可能に配置されている。弁ニードル5の長手方向の運動により、複数の噴射開口部12が開放または閉鎖される。複数の噴射開口部は測定容積1に突出する噴射弁の先端に形成されている。噴射開口部12が開放すると、検査流体が、弁ニードル5と孔部6の壁の間に形成された圧力室9から噴射開口部12に流動し、そこから測定容積1に噴射され、噴射開口部12は弁ニードル5により再び閉鎖される。ここで検査流体の噴射は高圧に行われる。この圧力は使用される噴射弁に応じて200MPaまでに達する。

40

【0016】

シリンダ状壁2の側壁303には、圧力保持弁17と接続された管路16が連通しており、この管路を通して検査流体を測定容積1から図示しない漏れ容積に導くことができる。管路16にはさらに制御弁15が配置されており、この制御弁により必要な場合には管路16を閉鎖することができる。例えば検査流体を測定容積1から導出したくない場合である。圧力保持弁17により、所望の圧力が測定容積1内に維持されることが保証され、測定容積は常に完全に流体により満たされたままとなる。

50

【0017】

ホルダ22が壁2の第2基本面202を通して測定容積1に入り込んでいる。ホルダ22の端部には圧力センサ20が配置されており、圧力センサは信号線路24を介して電子計算機28と接続されている。信号線路24はホルダ22内で測定容積1から取り出される。ここでホルダ22の貫通部は壁2によって流体密に封鎖されている。圧力センサ20は壁2の2つの基本面102, 202の間の中心面に配置されており、従って2つの基本面102, 202に対して同じ間隔を有する。圧力センサ20も長手軸4上にあるから、圧力センサは側面303に対してすべての側で同じ間隔sを有する。電子的計算器28を介して圧力センサ20が送出する信号を読み出し、電子的に記憶することができる。圧力経過を高速に測定するため、圧力センサ20は例えば圧電ベースで構成されており、圧力の高速変化をほとんど遅延なしで測定することができる。壁2の側面303には音波発生器21が配置されており、この音波発生器は圧力センサ20から間隔sを有する。択一的に別個の音波受信器30を、側面303にある音波発生器21に対して直径方向に対向して配置することができる。これにより音波信号の伝搬区間を可及的に大きくすることができ、音速c検出の際の精度が向上する。

10

【0018】

検査流体の測定すべき噴射量 Δm は圧力上昇および音速から計算することができる。 ρ が検査流体の密度であり、Vが測定容積の容積であれば、噴射弁の噴射により容積Vが一定の場合、密度の変化 $\Delta \rho$ が生じ、次式が当てはまる。

【0019】

$$\Delta m = V \cdot \Delta \rho$$

既知の音響理論に従い、音速c、密度変化 $\Delta \rho$ と圧力上昇 Δp の関係は次のとおりである。

【0020】

$$\Delta \rho = \Delta p \cdot 1 / c^2$$

従って

$$\Delta m = V \cdot 1 / c^2 \cdot \Delta p = V \cdot \rho / K \cdot \Delta p \quad (2)$$

従って直接的関係が圧力上昇 Δp と量変化 Δm との間に存在する。

【0021】

圧力センサ20により圧力の時間的経過が測定され、ここから噴射率 $r(t)$ が検出される。すなわち時間単位dtあたりに噴射される検査流体の量 $dm(t)$ が検出される。上記の関係から噴射率 $r(t)$ に対して、すなわち噴射される量の時間導関数 $dm(t)/dt$ に対して次式が得られる。

30

【0022】

$$r(t) = dm(t) / dt = V / c^2 \cdot dr(t) / dt \quad (3)$$

すなわち音速cと容積Vが既知であれば、圧力の時間的経過 $p(t)$ から噴射率 $r(t)$ の絶対値を計算することができる。

【0023】

検査流体が測定容積1に噴射されると、例えば1MPaに相当する一定の圧力を最初はある測定容積の圧力が上昇する。流体は気体と比較して実質的に圧縮不可能である。従って小さな量増加であっても良好に測定可能な圧力上昇を引き起こす。検査流体を衝撃的にもたらすことにより、測定容積1では圧力固有振動が励起される。固有周波数は測定容積1の幾何的寸法に依存している。縦波が長手軸4に沿って振動するいわゆる基本振動である第1圧力固有振動に対しては、半波長 $\lambda/2$ が測定容積1の長さLに等しい。従って次式が成り立つ。

40

【0024】

$$\lambda = \lambda_e = 2 \cdot L$$

図2はこの第1圧力固有振動を概略的に示す。ここでpにより示されたラインは圧力経過を示す。この圧力経過では、縁部に圧力腹があり、シリンダ状測定容積の中央の半径面には圧力節があり、ここに圧力センサ20が配置されている。第1圧力固有振動の周波数

50

v_e は単純に音速 c から式 $\lambda_e \cdot v_e = c$ に従い計算される。

【0025】

$$v_e = c / \lambda_e = c / (2 \cdot L)$$

n 次高調波の周波数 v_n に対しては相応に次式が当てはまり、測定容積 L の長さは $\lambda / 2$ の倍数でなければならない。

【0026】

$$v_n = (n \cdot c) / (2L)$$

圧力センサ 20 は第 1 圧力固有振動には応答しない。なぜなら圧力節には圧力変化が発生しないからである。同様に 2 次、4 次およびすべての偶数高調波も圧力センサ 20 によりほとんど記録されない。

【0027】

測定を評価するためには次のように行う。検査流体の存在する測定容積 1 に噴射弁 3 が、弁ニードル 5 の高速縦方向運動によって所定の流体量を噴射する。この弁ニードルによって噴射開口部 12 は開放および再度閉鎖される。圧力センサ 20 は圧力 $p(t)$ を測定し、この圧力は所定の率、例えば 100 kHz で計算器 28 により読み出され、記憶される。

【0028】

噴射量 $dm(t)$ の時間経過、すなわち噴射率 $r(t)$ を検出するために、式 (3) を使用する。計算器に記憶された測定値 $p(t)$ は時間的に微分され、係数 V / c^2 により乗算され、噴射率 $r(t)$ が直接的に得られる。

【0029】

音速を検出する他に、別個の測定により音速を測定された圧力測定値から直接検出することもできる。計算器 28 に記録された圧力測定値には一方でノイズがのっており、他方では測定容積 1 の圧力固有振動が重畳されている。このことはさらなる錯誤の原因となる。周波数分析により圧力測定値から圧力固有振動の第 1 高調波の周波数を検出することができる。ここから上記の関係 $c = v \cdot L$ に従い音速 c が計算される。この音速は使用される検査流体における所定の条件下のものである。もちろん c の値はほぼ既知であるが、検査流体の組成変化または温度変化によって変動する。このことは測定精度の劣化につながる。圧力測定値をローパスフィルタによりフィルタリングすることによって、高周波ノイズを抑圧することができる。測定容積の中央に圧力センサ 20 を配置することによって、ローパスフィルタに対する遮断周波数 v_G を 2 倍の大きさに選択することができる。なぜなら第 1 基本振動は圧力センサ 20 により記録されないからである。平滑化された圧力測定値は続いて時間的に微分され、係数 V / c^2 との乗算後に容積 V が既知であれば噴射率 $r(t)$ が得られる。

【0030】

音速 c は別個の方法でも検出できる。このために音波発生器 21 から音響パルスが送信される。この音響パルスは音波受信器として用いる圧力センサ 20 または別個の音波受信器 30 により伝搬時間 t_L 後に記録される。音波発生器 21 と圧力センサ 20 との間の間隔 s から次式に従い音速 c が計算される。

【0031】

$$c = s / t_L$$

上記の式 (2) に従い、ただちに噴射量 Δm が得られる。

【0032】

図 3 は、圧力 $p(t)$ とその導関数 $dp(t) / dt$ を時間 t の関数として任意の時間単位 U で示す。圧力 $p(t)$ はほぼ時点 $t = 2 \text{ ms}$ で第 1 のレベルに上昇し、ほぼ時点 $t_A = 2 \text{ ms}$ で明らかに第 1 のレベルより高い第 2 のレベルに上昇する。これは、まず少量の検査流体の噴射と、約 1 ms の間隔での比較的大きな量の噴射に相当する。噴射弁が自己着火式内燃機関の直接噴射に適切に使用されるなら、これはパイロット噴射または予噴射と後続の主噴射に分けられた燃料噴射に相当する。圧力センサ 20 により測定された圧力信号 $p(t)$ が上記のように平滑化された後、導関数 $dp(t) / dt$ から噴射率 r (

10

20

30

40

50

t) に比例する値が得られる。係数 V/c^2 との乗算によりここから噴射率 $r(t)$ の絶対値が得られる。

【0033】

この測定方法は前記の測定構造と共に、圧力経過の測定、および現在の検査条件の下での音速 c の検出を可能にする。ここから噴射量および噴射率が検出される。音速 c が固有振動の周波数から計算されるなら、必要なすべてのパラメータを圧力経過から検出することができる。このことは付加的な構成部材によるエラーを排除する。圧力センサ 20 を 2 つの基本面 102, 202 のちょうど中央に配置することにより、ローパスフィルタの遮断周波数 ω_G を基本振動 ω_e の 2 倍の周波数まで上昇させることができ、フィルタによる質的劣化も生じない。従って別個の測定方法で音速を検出する較正方法は省略される。

10

【0034】

検査流体は燃料とすることができるが、その特性が噴射弁の通常の使用で使用される物質に近似する流体でもよい。測定容積 1 はシリンダ形状に構成する必要はなく、正方形の測定容積 1 または他の適切な形状、例えば球を設けることもできる。圧力センサ 20 はこの場合も、測定容積 1 の第 1 圧力固有振動の圧力節に配置され、フィルタリングのための遮断周波数をできるだけ高く選択できるようにする。

【図面の簡単な説明】

【0035】

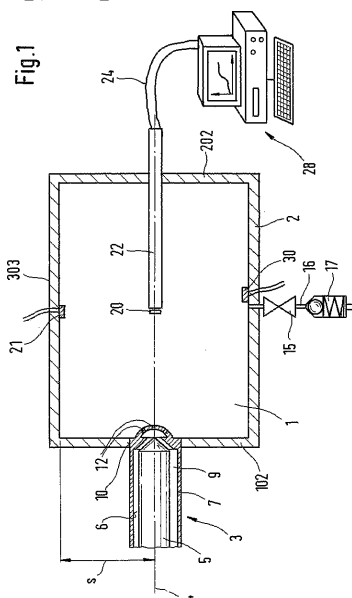
【図 1】 図 1 は、概略的に示した素子を備える測定装置の概略図である。

【図 2】 図 2 は、第 1 の圧力固有振動の圧力経過を伴う測定容積を示す。

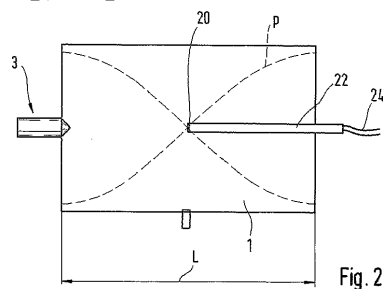
20

【図 3】 図 3 は、圧力とその時間導関数をプロットした測定線図である。

【図 1】



【図 2】



【図 3】

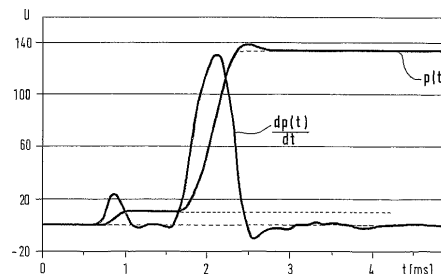


Fig. 3

フロントページの続き

(72)発明者 ウルリッヒ クーン
ドイツ連邦共和国 レニンゲン ビルケンヴェーク 5

審査官 菅野 裕之

(56)参考文献 特開昭64-063650 (JP, A)
特開平07-174040 (JP, A)
特開2000-018064 (JP, A)
特開平10-170485 (JP, A)
特開平05-296126 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F02M 65/00