

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6578184号
(P6578184)

(45) 発行日 令和1年9月18日(2019.9.18)

(24) 登録日 令和1年8月30日(2019.8.30)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 L 23/26 (2006.01) GO 1 L 23/26
FO 2 D 45/00 (2006.01) FO 2 D 45/00 3 6 8 S

請求項の数 7 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2015-204738 (P2015-204738)	(73) 特許権者	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(22) 出願日	平成27年10月16日(2015.10.16)	(73) 特許権者	000166948 シチズンファインデバイス株式会社 山梨県南都留郡富士河口湖町船津6663番地の2
(65) 公開番号	特開2017-75913 (P2017-75913A)	(73) 特許権者	000001960 シチズン時計株式会社 東京都西東京市田無町六丁目1番12号
(43) 公開日	平成29年4月20日(2017.4.20)	(74) 代理人	100105119 弁理士 新井 孝治
審査請求日	平成29年12月29日(2017.12.29)	(74) 代理人	100095566 弁理士 高橋 友雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 筒内圧検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関の燃焼室内に燃料を噴射する燃料噴射装置に装着される圧力検出素子と、該圧力検出素子から出力される信号を増幅して圧力検出信号を出力する増幅回路を含む増幅回路ユニットとを備え、前記燃焼室内の圧力を筒内圧として検出する筒内圧検出装置において、

前記圧力検出素子、前記増幅回路ユニット、及び前記圧力検出素子と前記増幅回路ユニットとを接続する接続部材を含む筒内圧検出ユニットが前記燃料噴射装置と一体化されており、

前記増幅回路ユニットの周囲が金属薄膜によってシールドされており、

前記増幅回路ユニットは、前記筒内圧が比較的高い範囲を検出するための第1増幅回路部と、前記筒内圧が比較的低い範囲を検出するための第2増幅回路部とを備え、前記第2増幅回路部はローパスフィルタまたはバンドパスフィルタを備えることを特徴とする筒内圧検出装置。

【請求項2】

前記金属薄膜は、透磁率が高い金属を含むことを特徴とする請求項1に記載の筒内圧検出装置。

【請求項3】

前記第1増幅回路部から出力される圧力検出信号に基づく高压側筒内圧と、前記第2増幅回路部から出力される圧力検出信号に基づく低压側筒内圧とを比較することによって、

故障検知を行う故障検知手段を備えることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の筒内圧検出装置。

【請求項 4】

前記第 1 及び第 2 増幅回路部から出力される圧力検出信号に基づく高圧側筒内圧及び低圧側筒内圧の一方を選択し、該選択した高圧側筒内圧及び低圧側筒内圧の一方を、前記機関の出力トルク及び/または前記燃焼室内における発生熱量の演算に使用する制御演算手段を備えることを特徴とする請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の筒内圧検出装置。

【請求項 5】

前記制御演算手段は、前記燃料噴射装置が装着されている気筒の圧縮行程及び膨張行程では前記高圧側筒内圧を選択し、前記気筒の吸気行程及び排気行程では、前記低圧側筒内圧を選択することを特徴とする請求項 4 に記載の筒内圧検出装置。

10

【請求項 6】

前記制御演算手段は、前記高圧側筒内圧が所定圧より高いときは、前記高圧側筒内圧を選択し、前記高圧側筒内圧が前記所定圧以下であるときは、前記低圧側筒内圧を選択することを特徴とする請求項 4 に記載の筒内圧検出装置。

【請求項 7】

前記制御演算手段は、前記機関のクランク軸の回転角度が設定範囲内にあるときは、前記高圧側筒内圧を選択し、前記クランク軸の回転角度が前記設定範囲外にあるときは、前記低圧側筒内圧を選択することを特徴とする請求項 4 に記載の筒内圧検出装置。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の燃焼室内の圧力である筒内圧を検出する筒内圧検出装置に関し、特に燃焼室内に燃料を噴射する燃料噴射装置に装着された圧力検出素子を備える筒内圧検出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、燃焼室内に燃料を噴射する燃料噴射装置の先端部に圧力検出素子を装着し、この圧力検出素子を用いて筒内圧を検出する筒内圧検出装置が示されている。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】国際公開 W O 2 0 1 2 / 1 1 5 0 3 6 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記特許文献 1 に示されるように、燃料噴射装置の、燃焼室内に挿入される部分の先端部に圧力検出素子を配置する場合には、ノイズの影響を抑制する観点から、圧力検出素子の出力信号を増幅する増幅回路は圧力検出素子にできるだけ近接して配置すること望ましい。そこで、本発明の発明者は燃料噴射装置の近傍に増幅回路を配置する構成を検討しており、増幅回路を燃料噴射装置の近傍に配置することで、圧力検出素子と増幅回路とを接続する接続部材を短くすることができる。すなわち、ノイズの影響が大きくなる低レベルの信号が通過する接続部材を短くことができ、ノイズの影響を低減することが可能となる。しかし、ノイズ源である燃料噴射装置に増幅回路が近づくことによるため、増幅回路へのノイズの影響を増加させる要因ともなる。

40

【0005】

本発明はこの点に着目してなされたものであり、燃料噴射装置に圧力検出素子を装着して筒内圧を検出し、燃料噴射装置から発生するノイズの影響を低減することができる筒内圧検出装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

50

【0006】

上記目的を達成するため請求項1に記載の発明は、内燃機関の燃焼室内に燃料を噴射する燃料噴射装置(1)に装着される圧力検出素子(2)と、該圧力検出素子(2)から出力される信号を増幅して圧力検出信号を出力する増幅回路を含む増幅回路ユニット(81)とを備え、前記燃焼室内の圧力を筒内圧として検出する筒内圧検出装置において、前記圧力検出素子(2)、前記増幅回路ユニット(81)、及び前記圧力検出素子と前記増幅回路ユニットとを接続する接続部材(12)を含む筒内圧検出ユニット(201)が前記燃料噴射装置(1)と一体化されており、前記増幅回路ユニット(81)の周囲が金属薄膜(100)によってシールドされており、前記増幅回路ユニット(81)は、前記筒内圧が比較的高い範囲を検出するための第1増幅回路部(42, 43)と、前記筒内圧が比較的低い範囲を検出するための第2増幅回路部(44, 45)とを備え、前記第2増幅回路部はローパスフィルタ(45)またはバンドパスフィルタを備えることを特徴とする。

10

【0007】

この構成によれば、圧力検出素子及び増幅回路ユニットを含む筒内圧検出ユニットが燃料噴射装置と一体化され、さらに増幅回路ユニットの周囲が金属薄膜でシールドされているので、燃料噴射装置から発生するノイズが増幅回路を介して圧力検出信号に与える影響を低減することができる。また、第2増幅回路部ではローパスフィルタまたはバンドパスフィルタによって圧力検出信号に重畳したノイズを除去または低減できるので、ノイズの影響が相対的に大きくなる筒内圧の低い範囲におけるノイズの影響を効果的に低減できる。筒内圧が比較的高い範囲を検出するための第1増幅回路部にローパスフィルタまたはバンドパスフィルタを設けると、比較的高い周波数成分からなるノッキング信号を検出できなくなるが、筒内圧が比較的低い範囲では筒内圧の変化が比較的小さいことから、第2増幅回路部にローパスフィルタまたはバンドパスフィルタを設けることで、筒内圧変化が大きい範囲で悪影響を与えることを回避しつつ、ノイズの影響を効果的に低減できる。

20

【0008】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の筒内圧検出装置において、前記金属薄膜(100)は、透磁率が高い金属を含むことを特徴とする。

この構成によれば、金属薄膜は透磁率の高い金属を含むので、燃料噴射装置で発生する電磁ノイズの影響をより確実に低減することができる。

【0011】

請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の筒内圧検出装置において、前記第1増幅回路部(42, 43)から出力される圧力検出信号(S D E T H)に基づく高圧側筒内圧(P C Y L H)と、前記第2増幅回路部(44, 45)から出力される圧力検出信号(S D E T L)に基づく低圧側筒内圧(P C Y L L)とを比較することによって、故障検知を行う故障検知手段を備えることを特徴とする。

30

【0012】

この構成によれば、第1及び第2増幅回路部から出力される2つの圧力検出信号に基づく高圧側筒内圧と低圧側筒内圧とを、同じタイミングで比較することが可能となり、例えば高圧側筒内圧と低圧側筒内圧との比が許容範囲外となる場合には第1または第2増幅回路部において故障が発生していると判定できる。

40

【0013】

請求項4に記載の発明は、請求項1から3の何れか1項に記載の筒内圧検出装置において、前記第1及び第2増幅回路部から出力される圧力検出信号(S D E T H, S D E T L)に基づく高圧側筒内圧(P C Y L H)及び低圧側筒内圧(P C Y L L)の一方を選択し、該選択した高圧側筒内圧及び低圧側筒内圧の一方を、前記機関の出力トルク及び/または前記燃焼室内における発生熱量の演算に使用する制御演算手段を備えることを特徴とする。

【0014】

この構成によれば、第1及び第2増幅回路部から出力される圧力検出信号に基づく高圧側筒内圧及び低圧側筒内圧の一方が選択され、該選択された一方が、機関の出力トルク及

50

び/または燃焼室内における発生熱量の演算に使用されるので、演算に適した検出筒内圧を使用することによって、特に筒内圧が比較的低い範囲における筒内圧検出精度を高めて、出力トルク及び/または発生熱量の演算精度を高めることができる。

【0015】

請求項5に記載の発明は、請求項4に記載の筒内圧検出装置において、前記制御演算手段は、前記燃料噴射装置が装着されている気筒の圧縮行程及び膨張行程では前記高圧側筒内圧（PCYLH）を選択し、前記気筒の吸気行程及び排気行程では、前記低圧側筒内圧（PCYLL）を選択することを特徴とする。

【0016】

この構成によれば、燃料噴射装置が装着されている気筒の圧縮行程及び膨張行程では高圧側筒内圧が選択され、当該気筒の吸気行程及び排気行程では、低圧側筒内圧が選択されるので、出力トルク及び/または発生熱量の演算に適した検出筒内圧が選択され、特に筒内圧が比較的低い範囲における筒内圧検出精度を高めて、出力トルク及び/または発生熱量の演算精度を高めることができる。

10

【0017】

請求項6に記載の発明は、請求項4に記載の筒内圧検出装置において、前記制御演算手段は、前記高圧側筒内圧（PCYLH）が所定圧（PCYLTH）より高いときは、前記高圧側筒内圧（PCYLH）を選択し、前記高圧側筒内圧が前記所定圧（PCYLTH）以下であるときは、前記低圧側筒内圧（PCYLL）を選択することを特徴とする。

【0018】

この構成によれば、高圧側筒内圧が所定圧より高いときは、高圧側筒内圧が選択され、高圧側筒内圧が所定圧以下であるときは、低圧側筒内圧が選択されるので、出力トルク及び/または発生熱量の演算に適した検出筒内圧が選択され、特に筒内圧が比較的低い範囲における筒内圧検出精度を高めて、出力トルク及び/または発生熱量の演算精度を高めることができる。

20

【0019】

請求項7に記載の発明は、請求項4に記載の筒内圧検出装置において、前記制御演算手段は、前記機関のクランク軸の回転角度（CA）が設定範囲（CA1～CA2）内にあるときは、前記高圧側筒内圧（PCYLH）を選択し、前記クランク軸の回転角度が前記設定範囲外にあるときは、前記低圧側筒内圧（PCYLL）を選択することを特徴とする。

30

【0020】

この構成によれば、クランク軸の回転角度が設定範囲内にあるときは、高圧側筒内圧が選択され、クランク軸の回転角度が設定範囲外にあるときは、低高圧側筒内圧が選択されるので、例えば筒内圧検出対象気筒の圧縮行程及び膨張行程を含み、両行程より若干広い角度範囲を設定範囲とすることにより、出力トルク及び/または発生熱量の演算に適した検出筒内圧が選択され、特に筒内圧が比較的低い範囲における筒内圧検出精度を高めて、出力トルク及び/または発生熱量の演算精度を高めることができる。また、吸気弁（及び排気弁）の作動位相を変更可能な機構を備える内燃機関においては、吸気弁及び/または排気弁の作動位相の変更に対応して、設定範囲を変更することによって、吸気弁及び/または排気弁の作動位相が変更されても上記演算を正確に行うことができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の一実施形態にかかる筒内圧検出ユニット付き燃料噴射装置の構成を説明するための図である。

【図2】図1に示す筒内圧検出ユニットの構成を説明するための図である。

【図3】図1に示す接続部材（12）の構造を説明するための図である。

【図4】筒内圧検出ユニット付き燃料噴射装置の先端部近傍の構造を示す断面図である。

【図5】図1に示す増幅回路ユニットの構成を示すブロック図である。

【図6】図1に示すコネクタピン（21～23）と、電子制御ユニットとの接続を説明するための図である。

50

【図 7】第 1 及び第 2 増幅回路部から出力される圧力検出信号 (S D E T H , S D E T L) の電圧レベル (V D E T) と、検出される筒内圧 (P C Y L) との関係を示す図である。

【図 8】第 1 及び第 2 増幅回路部から出力される圧力検出信号に基づく高圧側筒内圧 (P C Y L H) 及び低圧側筒内圧 (P C Y L L) の推移を示す図である。

【図 9】高圧側筒内圧 (P C Y L H) 及び低圧側筒内圧 (P C Y L L) の一方を選択する手法を説明するための図である。

【図 10】図 9 に示す第 1 ~ 第 3 の選択方法に対応する選択処理のフローチャートを示す図である。

【図 11】故障検知を行う処理のフローチャートである。

10

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 2 】

以下本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

図 1 (a) は本実施形態の筒内圧検出ユニット付き燃料噴射装置の側面図であり、図 1 (b) は、図 1 (a) に示す燃料噴射装置に合成樹脂モールドが被覆された状態を説明するための図であり、図 1 (c) は図 1 (b) において矢印 B の方向からみた本体コネクタ部 70 を説明するための図である。図 1 (a) は、説明のために合成樹脂モールドが無い状態を示している (ただし、増幅回路ユニット 81 は、合成樹脂モールド 81 a によって封止成形されたものが示されている)。また、図 2 は、燃料噴射装置に装着される前の筒内圧検出ユニット 201 の構成を説明するための図である。

20

【 0 0 2 3 】

燃料噴射装置 1 は、内燃機関の燃焼室内に燃料を噴射する装置であり、内部に周知の構成要素である弁体、弁体を駆動するソレノイド (駆動回路)、弁体を付勢するスプリングなどを有する。燃料噴射装置 1 は、先端部の噴射口 5 が燃焼室内に露出するように内燃機関の気筒に装着され、噴射口 5 から燃焼室内に燃料が噴射される。燃料噴射装置 1 は、ソレノイドが内蔵される金属製の径部ケーシング 3 と、先端部に噴射口 5 が設けられた金属製の小径部ケーシング 4 とを有する。なお、径部ケーシング 3 は、小径部ケーシング 4 より径が大きい部分全体を含むものとする。

【 0 0 2 4 】

筒内圧検出ユニット 201 は、圧力検出素子 2 と、圧力検出素子 2 が先端部に固定された円筒状のセンサ固定部材 13 と、増幅回路ユニット 81 と、圧力検出素子 2 と増幅回路ユニット 81 を接続する接続部材 12 とを予め組み上げることによって構成され、センサ固定部材 13 を、燃料噴射装置 1 の小径部ケーシング 4 の先端側 (噴射口 5 側) に嵌め込むことによって、筒内圧検出ユニット 201 が燃料噴射装置 1 に装着される。したがって、圧力検出素子 2 は、燃料噴射装置 1 の先端部 (噴射口 5 を囲む位置) に装着され、接続部材 12 によって増幅回路ユニット 81 に接続されている。増幅回路ユニット 81 は、耐熱性の合成樹脂モールド 81 a によって被覆 (封止成形) されている。増幅回路ユニット 81 には、サブコネクタピン 91 ~ 93 が固定されており、合成樹脂モールド 81 a によってサブコネクタピン 91 ~ 93 を含むサブコネクタ部 82 が形成される。

30

【 0 0 2 5 】

図 2 (a) は筒内圧検出ユニット 201 の斜視図であり、図 2 (b) は、合成樹脂モールド 81 a (増幅回路ユニット 81 を内蔵する部分) の横断面図である。図 2 (b) に示す湾曲する底面 83 が径部ケーシング 3 の外周面に接触するように燃料噴射装置 1 に装着される。本実施形態では、図 2 (a) にハッチングを付して示す部分、すなわち合成樹脂モールド 81 a (サブコネクタ部 82 のサブコネクタピン 91 ~ 93 を除く部分を含む)、及び接続部材 12 の全表面 (図 2 において裏側に位置する面を含む、図 2 (b) 及び図 3 (b) 参照) が、金属薄膜 100 で被覆 (シールド) される。なお、図 2 (b) は、説明のために金属薄膜 100 の厚さを実際より大きく表示している。またサブコネクタ部 82 においては、金属薄膜 100 がサブコネクタピン 91 ~ 93 に接触しないように被覆される。

40

50

【 0 0 2 6 】

金属薄膜 1 0 0 の厚さは、2 0 μ m 程度とし、金属薄膜 1 0 0 の材料としては例えば銀が使用される。具体的には、銀ペーストを対象部材に塗布することによって金属薄膜 1 0 0 が形成される。金属薄膜 1 0 0 は、銀だけでなく鉄あるいはニッケルなどの透磁率が高い金属を含む合金を使用して形成することが望ましい。透磁率の高い金属を含む合金を使用することによって、燃料噴射装置 1 で発生する電磁ノイズの影響をより確実に低減することが可能となる。金属薄膜 1 0 0 は、筒内圧検出ユニット 2 0 1 が燃料噴射装置 1 に装着されると、大径部ケーシング 3 と接触して電氣的に導通する状態となる。また燃料噴射装置 1 の筐体（小径部ケーシング 4 及び大径部ケーシング 3 を含む）は、内燃機関に装着されるとシリンダヘッドと電氣的に導通する。

10

【 0 0 2 7 】

燃料噴射装置 1 には、合成樹脂モールド 2 0 3 の一部によって構成され、電子制御ユニット（以下「ECU」という）6 0（図 5，6 参照）からの接続線が接続される本体コネクタ部 7 0 が固定されている。ECU 6 0 は、燃料噴射装置 1 の駆動制御を行うとともに、筒内圧検出ユニット 2 0 1 による筒内圧 P C Y L の検出、検出した筒内圧 P C Y L を用いた機関出力トルクの演算、及びロックアップの検出などを行う。

【 0 0 2 8 】

本体コネクタ部 7 0 は、図 1（c）に示すように、ECU 6 0 から駆動信号が供給される駆動信号線が接続される第 1 コネクタピン 2 1 ~ 2 3 と、圧力検出信号を ECU 6 0 に供給するための検出信号線、電源接続線、及びアース接続線が接続される第 2 コネクタピン 7 1 ~ 7 3 とを備えている。第 2 コネクタピン 7 1 ~ 7 3 は、本体コネクタ部 7 0 においてサブコネクタピン 9 1 ~ 9 3 と接続されている。

20

【 0 0 2 9 】

本体コネクタ部 7 0 の第 1 コネクタピン 2 1 ~ 2 3 及び第 2 コネクタピン 7 1 ~ 7 3 と嵌合可能なコネクタ部材（図示せず）が、ECU 6 0 からの接続線の先端部に固定され、そのコネクタ部材が本体コネクタ部 7 0 と嵌合することによって、接続線と各コネクタピン 2 1 ~ 2 3，7 1 ~ 7 3 とが接続される。

【 0 0 3 0 】

筒内圧検出ユニット 2 0 1 と燃料噴射装置 1 とが一体化された後に、合成樹脂モールド 8 1 a が被覆された増幅回路ユニット 8 1、接続部材 1 2、及びセンサ固定部材 1 3 の一部（増幅回路ユニット 8 1 に近い側）が合成樹脂モールド 2 0 2 によって被覆される（図 1（b）参照）。なお、筒内圧検出ユニット 2 0 1 と燃料噴射装置 1 とが一体化された後であって、合成樹脂モールド 2 0 2 による被覆を行う前に、サブコネクタピン 9 1 ~ 9 3 がそれぞれ第 2 コネクタピン 7 1 ~ 7 3 と抵抗溶接される。

30

【 0 0 3 1 】

図 1（b）において右下がりのハッチングを付して示す部分が、燃料噴射装置 1 の本体コネクタ部 7 0 を構成する合成樹脂モールド 2 0 3 に相当し、右上がりのハッチングを付して示す部分が、最後に被覆される合成樹脂モールド 2 0 2 に相当する。

【 0 0 3 2 】

図 3 は、接続部材 1 2 の構造を説明するための図であり、図 3（a）は平面図、図 3（b）は、図 3（a）の A - A 線断面図である。接続部材 1 2 は、銅線 1 7 a 及び 1 7 b を接着剤 1 6（エポキシ系樹脂）を介してポリイミド製の被覆部材 1 4，1 5 によって被覆して構成される、フレキシブル配線基板として知られる構造を有し、断線することなく容易に折り曲げ可能なものである。銅線 1 7 a は、圧力検出素子 2 の出力信号の伝達に使用され、銅線 1 7 b はアース線として使用される。

40

【 0 0 3 3 】

さらに本実施形態では、接続部材 1 2 が金属薄膜 1 0 0 によって全表面が被覆される。なお、図 3（b）は、説明のために構成部品 1 4 ~ 1 7 a，1 7 b 及び金属薄膜 1 0 0 の厚さを実際より大きく表示している。接続部材 1 2 は、圧力検出素子 2 に接続される先端部近傍（図 3（a）に R I N で示す部分）は、図 4 に示すように金属製のセンサ固定部材

50

13の内側を通り、先端部近傍部分R I Nと、増幅回路ユニット81との間は、燃料噴射装置1の小径部ケーシング4及び大径部ケーシング3の外周面に沿うように配置されている。

【0034】

図5は増幅回路ユニット81の構成を示すブロック図であり、増幅回路ユニット81は、コンデンサ41、チャージアンプ42、第1増幅回路43、第2増幅回路44、ローパスフィルタ45、及びサブコネクタ部82を構成するサブコネクタピン91～93を備えている。サブコネクタピン91には本体コネクタ部70（コネクタピン71）及び電源接続線61を介して直流電源電圧（例えば5V）が供給され、サブコネクタピン92, 93は、本体コネクタ部70（コネクタピン72, 73）及び信号接続線62, 63を介して、ECU60の2つのAD変換回路（図示せず）に接続される。

10

【0035】

サブコネクタピン91に接続された電源線51は、チャージアンプ42と、第1及び第2増幅回路43, 44に接続されている。また、増幅回路ユニット81のアース線（グラウンド）40は、燃料噴射装置1の筐体に接続されている。サブコネクタピン92は、第1増幅回路43の出力に接続されており、高圧側圧力検出信号S D E T Hが、サブコネクタピン92から信号接続線62を介して、ECU60に供給される。サブコネクタピン93は、ローパスフィルタ45の出力に接続されており、低圧側圧力検出信号S D E T Lが、サブコネクタピン93から信号接続線63を介して、ECU60に供給される。

【0036】

ECU60は、高圧側圧力検出信号S D E T H及び低圧側圧力検出信号S D E T LをAD変換回路によってそれぞれデジタル信号値（高圧側筒内圧P C Y L H及び低圧側筒内圧P C Y L L）に変換して、後述する演算処理を実行する。

20

【0037】

コンデンサ41により、圧力検出素子2から接続部材12を介して、入力される検出信号の直流成分がカットされ、入力検出信号の交流成分のみがチャージアンプ42に入力される。チャージアンプ42は、入力信号を積分しつつ増幅することによって、圧力変化率を示す入力信号を圧力値を示す圧力検出信号に変換する。第2増幅回路44は、高圧側圧力検出信号S D E T Hを7.5倍程度増幅する。ローパスフィルタ45は、燃料噴射装置1の作動に起因する燃料噴射ノイズを減衰させるために設けられており、カットオフ周波数は、燃料噴射ノイズを低減できる周波数（例えば500Hz程度）に設定される。

30

【0038】

図6は、第1コネクタピン21～23の接続を説明するための図であり、燃料噴射装置1の駆動ソレノイド24の両端は本体コネクタ部70の第1コネクタピン22, 23を介してECU60と接続されている。第1コネクタピン21は、アース接続線25を介してECU60のアースに接続されるとともに、燃料噴射装置1の筐体に接地されている。アース接続線25（第1コネクタピン21）は、圧力検出素子2による圧力検出信号S D E T H, S D E T Lのアース（センサ用アース）として機能するものであり、駆動ソレノイド24と接続される第1コネクタピン22及び23とは絶縁されている。

【0039】

図7は、高圧側圧力検出信号S D E T H及び低圧側圧力検出信号S D E T Lの電圧レベルV D E Tと、筒内圧P C Y Lとの関係を示す図であり、実線が高圧側圧力検出信号S D E T Hに対応し、破線が低圧側圧力検出信号S D E T Lに対応する。この図に示すP C Y L 1及びP C Y L 2は、それぞれ大気圧（100kPa）及び15000kPa程度の圧力値に相当し、V 1及びV 2は、それぞれ0.9V及び5.0V程度の電圧値に相当する。すなわち、低圧側圧力検出信号S D E T Lは、第2増幅回路44のゲインに相当する分だけ高圧側圧力検出信号S D E T Hより信号レベルが増幅され、破線の傾きは実線に比べて大きくなっている。

40

【0040】

図8は、検出筒内圧の推移を示す図（横軸はクランク角C Aで、圧縮行程終了角度を0

50

度とする)であり、同図(a)は高圧側圧力検出信号S D E T Hから得られる高圧側筒内圧P C Y L Hに対応し、同図(b)は低圧側圧力検出信号S D E T Lから得られる低圧側筒内圧P C Y L Lに対応する。図8(a)に示す高圧側筒内圧P C Y L HのC部(クランク角C Aが-270度近傍の範囲)には、燃料噴射装置1の燃料噴射動作に起因する燃料噴射ノイズが破線で示されている。燃料噴射ノイズは、金属薄膜100によるシールドを行わない場合に圧力検出信号に重畳する。

【0041】

本実施形態では、金属薄膜100によって、接続部材12、増幅回路ユニット81、及び合成樹脂モールド81a(サブコネクタ部82のコネクタピン以外の部分を含む)をシールドするようにしたので、破線で示す燃料噴射ノイズを除去または低減することができる。また、低圧側圧力検出信号S D E T Lに含まれる燃料噴射ノイズはローパスフィルタ45によって除かれるため、図8(b)に拡大して示される低圧側筒内圧P C Y L Lにおいても燃料噴射ノイズを除去することができる。

10

【0042】

図8から明らかなように、高圧側筒内圧P C Y L Hは、低い筒内圧から燃焼によって発生する最大筒内圧までの圧力値を示し、低圧側筒内圧P C Y L Lは、図8(b)に示す角度範囲R C A S Tでは、低圧側圧力検出信号S D E T Lの増幅率が大きいため検出圧力値が飽和して正しい圧力値は得られないが、2000kPa程度より低い圧力値を精度良く示す。したがって、本実施形態では、筒内圧P C Y Lが比較的低いクランク角範囲では、低圧側筒内圧P C Y L Lを用いて制御に必要な演算(例えば内燃機関の出力トルクの演算、あるいは対象気筒における熱発生量の演算など)を実行し、筒内圧P C Y Lが比較的高いクランク角範囲では、高圧側筒内圧P C Y L Hを用いて制御に必要な演算(ノッキングの検出を含む)を実行する。

20

【0043】

例えば機関の出力トルクT R Qを算出する場合には、圧縮行程及び膨張行程における図示平均有効圧力I M E Pと、吸気行程及び排気行程における図示平均有効圧力P M E P(負値)とを加算することにより、正味図示平均有効圧力N M E Pを算出し、正味図示平均有効圧力N M E Pを用いて出力トルクT R Qが算出される。したがって、図8(a)に破線で示すような吸気行程中に重畳するノイズの影響を除去することによって、吸気行程及び排気行程における図示平均有効圧力P M E Pを精度良く算出することができる。その結果、正味図示平均有効圧力N M E Pを精度良く算出し、機関出力トルクT R Qの算出精度を高めることができる。

30

【0044】

図9は、上述した高圧側筒内圧P C Y L H及び低圧側筒内圧P C Y L Lのうち、何れを選択して出力トルク演算などに適用するか(選択方法)を説明するための図であり、同図(a)~(e)は、それぞれ筒内圧P C Y Lの推移、対象気筒の行程、第1の選択方法による選択、第2の選択方法による選択、及び第3の選択方法による選択を示す。

【0045】

すなわち、第1の選択方法では、対象気筒の圧縮行程及び膨張行程において高圧側筒内圧P C Y L Hを選択し、吸気行程及び排気行程において低圧側筒内圧P C Y L Lを選択する。また第2の選択方法では、高圧側筒内圧P C Y L Hが所定圧P C Y L T H(低圧側筒内圧P C Y L Lが飽和する圧力値より若干低い圧力値、例えば1900kPaに設定される)以上であるときに高圧側筒内圧P C Y L Hを選択し、高圧側筒内圧P C Y L Hが所定圧P C Y L T H以下であるときに低圧側筒内圧P C Y L Lを選択する。また第3の選択方法では、クランク角C Aが第1クランク角C A 1(例えば-210度)より大きくかつ第2クランク角C A 2(例えば255度)より小さい設定クランク角範囲内では、高圧側筒内圧P C Y L Hを選択し、設定クランク角範囲外(-360度以上でC A 1以下の範囲内、及びC A 2以上で360以下の範囲内)では、低圧側筒内圧P C Y L Lを選択する。設定クランク角範囲は、図8(b)に示す角度範囲R C A S Tを含み、角度範囲R C A S Tより広い範囲に設定される。

40

50

【 0 0 4 6 】

吸気弁（及び排気弁）の作動位相を変更可能な機構を備える内燃機関では、第3の選択方法を採用することが望ましい。第3の選択方法によれば、吸気弁及び/または排気弁の作動位相の変更に対応して、設定クランク角範囲を変更することが可能となり、そのような設定クランク角範囲の変更を行うことにより、吸気弁及び/または排気弁の作動位相が変更されても上記演算を正確に行うことができる。

【 0 0 4 7 】

図10(a)～(c)は、それぞれ上述した第1、第2、第3の選択方法に対応し、高圧側筒内圧PCYLH及び低圧側筒内圧PCYLLの一方を選択する処理のフローチャートである。この処理は、ECU60で所定クランク角度毎に実行される。

10

【 0 0 4 8 】

図10(a)では、対象気筒が排気行程または吸気行程にあるか否かを判別し（ステップS11）、その答が肯定（YES）であるときは、筒内圧PCYLを低圧側筒内圧PCYLLに設定する（ステップS12）。ステップS11の答が否定（NO）であって、圧縮行程または膨張行程では、筒内圧PCYLを高圧側筒内圧PCYHに設定する（ステップS13）。

【 0 0 4 9 】

図10(b)では、高圧側筒内圧PCYLHが所定圧PCYLTHより低いかなかを判別し（ステップS21）、その答が肯定（YES）であるときは、筒内圧PCYLを低圧側筒内圧PCYLLに設定する（ステップS22）。ステップS21の答が否定（NO）であって、高圧側筒内圧PCYLHが所定圧PCYLTH以上であるときは、筒内圧PCYLを高圧側筒内圧PCYHに設定する（ステップS23）。

20

【 0 0 5 0 】

図10(c)では、クランク角センサ（図示せず）によって検出されるクランク角CAが第1クランク角CA1より大きくかつ第2クランク角CA2より小さいかなかを判別し（ステップS31）、その答が肯定（YES）であるときは、筒内圧PCYLを高圧側筒内圧PCYLHに設定する（ステップS33）。ステップS31の答が否定（NO）であって、クランク角CAが-360度から第1クランク角CA1の角度範囲または第2クランク角CA2から360度の角度範囲では、筒内圧PCYLを低圧側筒内圧PCYLLに設定する（ステップS32）。

30

【 0 0 5 1 】

高圧側筒内圧PCYLH及び低圧側筒内圧PCYLLの何れか一方に設定される筒内圧PCYLは、図示しない処理によって、内燃機関の出力トルク及び/または燃焼室内における発生熱量の演算に適用される。

【 0 0 5 2 】

図11は、故障検知処理のフローチャートである。この処理は、ECU60において例えば、対象気筒の1燃焼サイクルに1回実行される。

ステップS41では、クランク角CAが所定クランク角度CAF D（例えば-120度であるタイミング（対象気筒の圧縮行程終了上死点前120度））であるタイミングにおける筒内圧を示す高圧側判定筒内圧PCYLHXと、同じタイミングの筒内圧を示す低圧側判定筒内圧PCYLLXとの比である筒内圧比RPCYL（=PCYLHX/PCYLLX）を算出する。

40

【 0 0 5 3 】

ステップS42では、筒内圧比RPCYLが上側閾値RTHH（例えば1.2）より大きいかな、または下側閾値RTHL（0.8）より小さいかなかを判別する。この答が否定（NO）、すなわち筒内圧比RPCYLが上側閾値RTHH以下でかつ下側閾値RTHL以上であるときは直ちに処理を終了する。ステップS42の答が肯定（YES）であるときは、故障が発生したと判定する（ステップS43）。

【 0 0 5 4 】

所定クランク角度CAF Dは、低圧側筒内圧PCYLLが飽和するクランク角度範囲R

50

C A S T以外の角度範囲内に設定され、故障が発生していないときは、高圧側判定筒内圧 P C Y L H X と、低圧側判定筒内圧 P C Y L L X とはほぼ等しくなる。したがって、筒内圧比 R P C Y L が上側閾値 R T H H より大きいとき、または下側閾値 R T H L より小さいときは、何らかの故障（例えば第 2 増幅回路 4 4 の故障）が発生したと判定できる。

【 0 0 5 5 】

以上のように本実施形態では、圧力検出素子 2 及び増幅回路ユニット 8 1 を含む筒内圧検出ユニット 2 0 1 が燃料噴射装置 1 と一体化され、さらに接続部材 1 2、増幅回路ユニット 8 1、及び合成樹脂モールド 8 1 a（サブコネクタ部 8 2 のコネクタピン 9 1 ~ 9 3 以外の部分を含む）の全表面が金属薄膜 1 0 0 でシールドされるので、燃料噴射装置 1 から発生するノイズが増幅回路ユニット 8 1 を介して圧力検出信号に与える影響を低減することができる。

10

【 0 0 5 6 】

また第 2 増幅回路 4 4 及びローパスフィルタ 4 5 によって構成される第 2 増幅回路部では、ローパスフィルタ 4 5 によって圧力検出信号に重畳したノイズが除去または低減されるので、ノイズの影響が相対的に大きくなる筒内圧の低い範囲におけるノイズの影響を効果的に低減できる。筒内圧 P C Y L が比較的高い範囲を検出するための第 1 増幅回路部（本実施形態では、チャージアンプ 4 2 及び第 1 増幅回路 4 3 によって構成される）にローパスフィルタまたはバンドパスフィルタを設けると、比較的高い周波数成分（1 3 k H z 程度）からなるロッキング信号を検出できなくなるが、筒内圧 P C Y L が比較的低い範囲では筒内圧 P C Y L の変化が比較的小さい（時間変化率が比較的小さい）ことから、第 2 増幅回路部にローパスフィルタ 4 5 を設けることで、筒内圧変化が大きい範囲で悪影響を与えることを回避しつつ、ノイズの影響を効果的に低減できる。

20

【 0 0 5 7 】

また第 1 増幅回路部から出力される高圧側圧力検出信号 S D E T H 及び第 2 増幅回路部から出力される低圧側圧力検出信号 S D E T L をデジタル値に変換することにより、高圧側筒内圧 P C Y L H 及び低圧側筒内圧 P C Y L L が取得され、上述した第 1 ~ 第 3 の何れかの選択方法によって、高圧側筒内圧 P C Y L H 及び低圧側筒内圧 P C Y L L の何れか一方を選択して、内燃機関の出力トルクの演算及び/または燃焼室内における発生熱量の演算に適用するようにしたので、特に低圧側筒内圧 P C Y L L の精度を高めて、出力トルク及び/または発生熱量の演算精度を高めることができる。吸気弁（及び排気弁）の作動位相を変更可能な機構を備える内燃機関においては、第 3 の選択方法を適用し、吸気弁及び/または排気弁の作動位相の変更に対応して、設定クランク角範囲を変更することによって、吸気弁及び/または排気弁の作動位相が変更されても上記演算を正確に行うことができる。

30

【 0 0 5 8 】

本実施形態では、チャージアンプ 4 2 及び第 1 増幅回路 4 3 によって第 1 増幅回路部が構成され、第 2 増幅回路 4 4 及びローパスフィルタ 4 5 によって第 2 増幅回路部が構成される。また、E C U 6 0 が制御演算手段及び故障検知手段を構成する。

【 0 0 5 9 】

なお本発明は上述した実施形態に限るものではなく、種々の変形が可能である。例えば、金属薄膜 1 0 0 でシールドする範囲は、図 2 にハッチングを付して示す範囲が望ましいが、増幅回路ユニット 8 1 のみ、あるいは増幅回路ユニット 8 1 及び接続部材 1 2 のみをシールドするようにしてもよい。そのような範囲のシールドによっても、ノイズの影響を低減する効果は得られる。また、ローパスフィルタ 4 5 によって低圧側筒内圧 P C Y L L へのノイズの影響を低減することができるので、ローパスフィルタ 4 5 によって十分なノイズ低減効果が得られる場合には、金属薄膜 1 0 0 によるシールドを無くしてもよい。さらに金属薄膜 1 0 0 によるシールドを行うことによって十分なノイズ低減効果が得られる場合には、ローパスフィルタ 4 5 は削除してもよい。

40

【 0 0 6 0 】

また、増幅回路ユニット 8 1 のローパスフィルタ 4 5 は、バンドパスフィルタに代えて

50

もよい。その場合、バンドパスフィルタの通過帯域は、燃料噴射ノイズを減衰できる帯域（例えば300Hzから500Hzの範囲）に設定される。

【0061】

また、圧力検出素子2を金属製のセンサケースに收容し、金属薄膜100をそのセンサケースにハンダ付けするようにしてもよい。また、上述した図11の故障検知処理では、筒内圧比 $RP CYL (= PCY L H X / PCY L L X)$ が許容範囲外にあるときに（下側閾値 $RT H L$ より小さいか、上側閾値 $RT H H$ より大きいときに）、故障が発生したと判定するようにしたが、高圧側判定筒内圧 $PCY L H X$ と低圧側判定筒内圧 $PCY L L X$ の差分が判定閾値より大きいときに故障が発生したと判定するようにしてもよい。

【符号の説明】

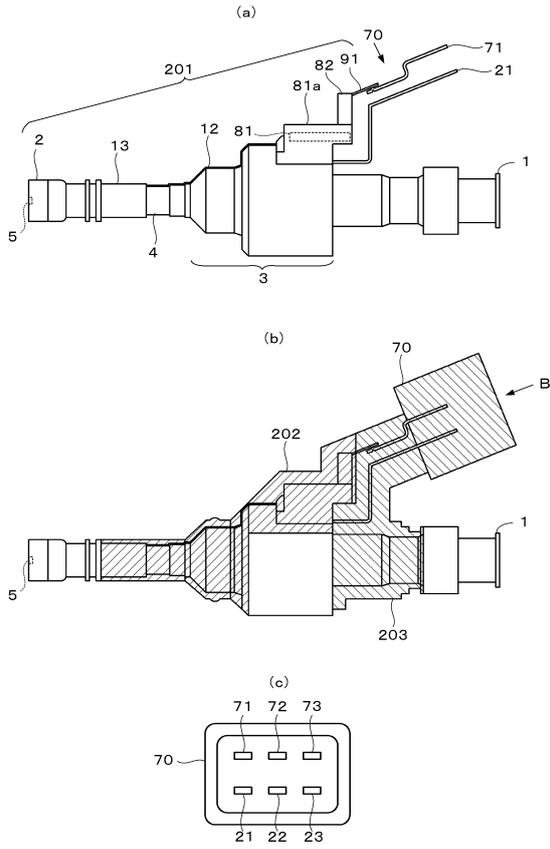
10

【0062】

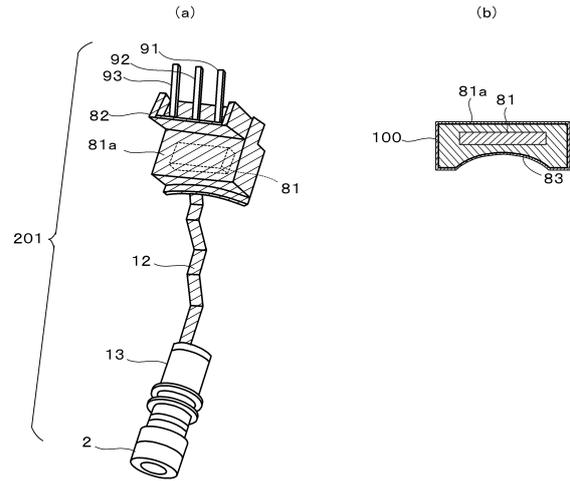
- 1 燃料噴射装置
- 2 圧力検出素子
- 12 接続部材
- 21 ~ 23 第1コネクタピン
- 42 チャージアンプ（第1増幅回路部）
- 43 第1増幅回路（第1増幅回路部）
- 44 第2増幅回路（第2増幅回路部）
- 45 ローパスフィルタ（第2増幅回路部）
- 60 電子制御ユニット（制御演算手段、故障検知手段）
- 81 増幅回路ユニット
- 81a 合成樹脂モールド
- 82 サブコネクタ部
- 91 ~ 93 サブコネクタピン
- 100 金属薄膜
- 201 筒内圧検出ユニット

20

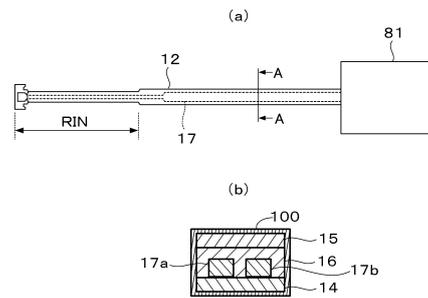
【図1】



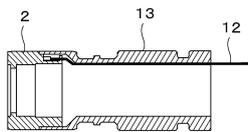
【図2】



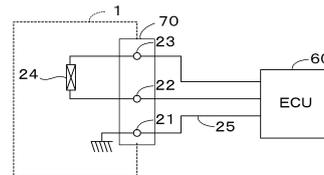
【図3】



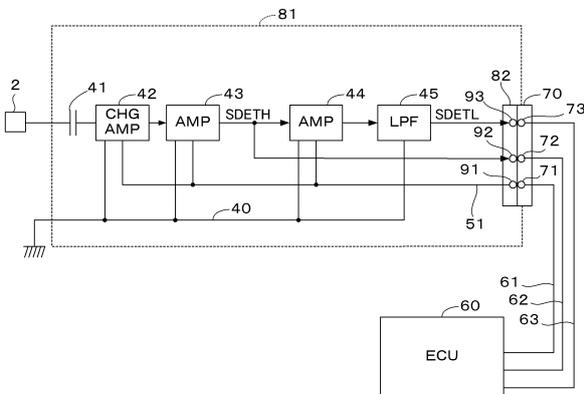
【図4】



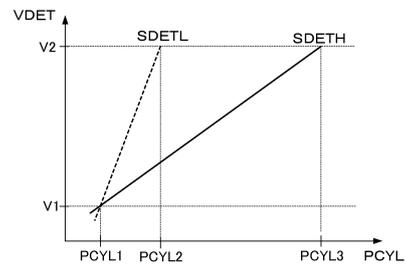
【図6】



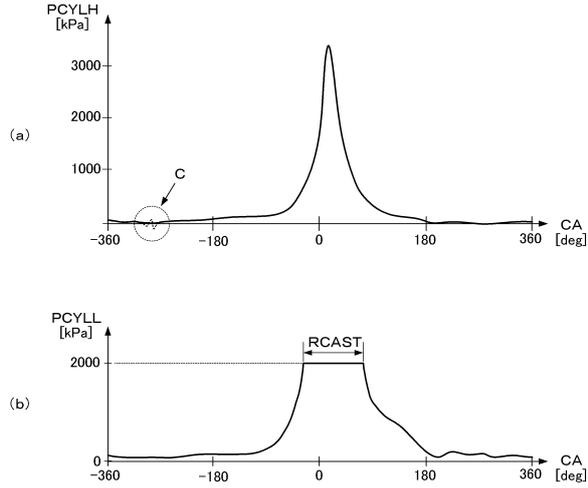
【図5】



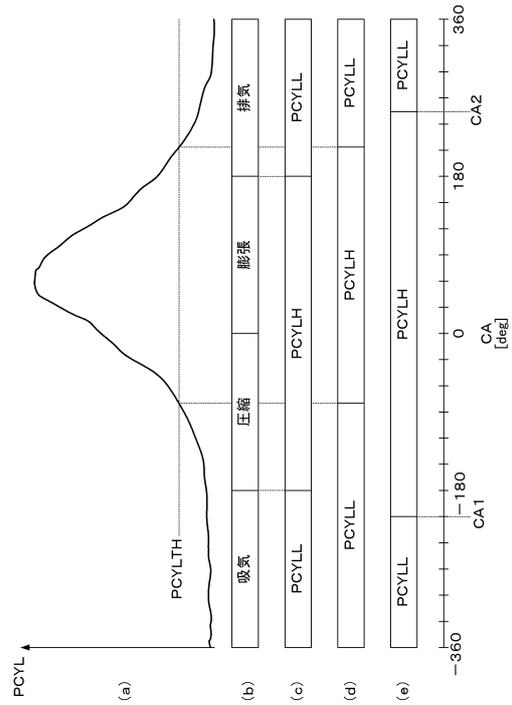
【図7】



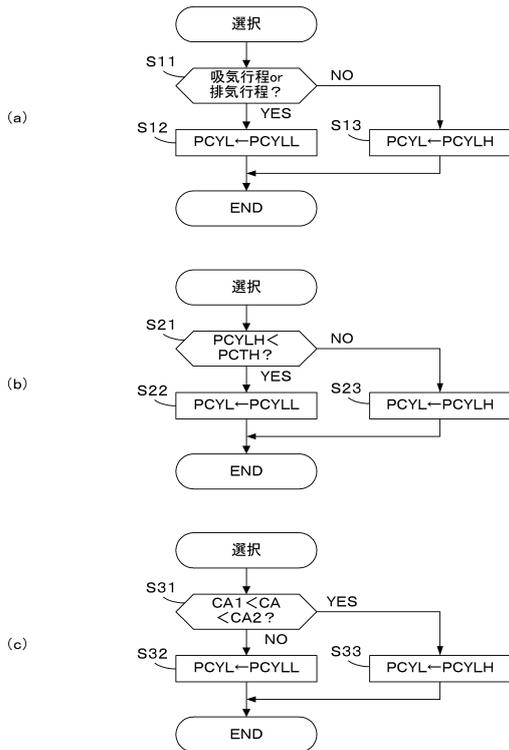
【 図 8 】



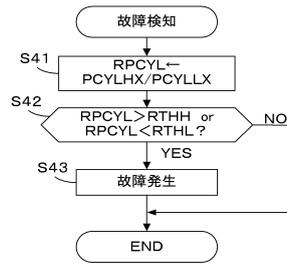
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



フロントページの続き

(74)代理人 100187805

弁理士 毛利 弘人

(72)発明者 赤崎 修介

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

(72)発明者 高橋 和生

山梨県南都留郡富士河口湖町船津6663番地の2 シチズンファインデバイス株式会社内

(72)発明者 四方山 正徳

山梨県南都留郡富士河口湖町船津6663番地の2 シチズンファインデバイス株式会社内

(72)発明者 饗場 哲也

山梨県南都留郡富士河口湖町船津6663番地の2 シチズンファインデバイス株式会社内

(72)発明者 須江 聡

山梨県南都留郡富士河口湖町船津6663番地の2 シチズンファインデバイス株式会社内

審査官 岡田 卓弥

(56)参考文献 特開2012-237614(JP, A)

特開昭59-108930(JP, A)

中国特許出願公開第1945248(CN, A)

特開平8-232700(JP, A)

特開昭63-148137(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01L 7/00 - 23/32

G01L 27/00 - 27/02

F02D 43/00 - 45/00