

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6155138号
(P6155138)

(45) 発行日 平成29年6月28日(2017.6.28)

(24) 登録日 平成29年6月9日(2017.6.9)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 F 9/00 (2006.01)
GO 1 N 27/411 (2006.01)
GO 1 F 1/66 (2006.01)
FO 2 D 45/00 (2006.01)

GO 1 F 9/00 A
GO 1 N 27/411
GO 1 F 1/66 1 O 1
FO 2 D 45/00 3 6 4 N
FO 2 D 45/00 3 6 8 F

請求項の数 4 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2013-167302 (P2013-167302)
(22) 出願日 平成25年8月12日(2013.8.12)
(65) 公開番号 特開2015-4656 (P2015-4656A)
(43) 公開日 平成27年1月8日(2015.1.8)
審査請求日 平成28年6月30日(2016.6.30)
(31) 優先権主張番号 特願2013-107690 (P2013-107690)
(32) 優先日 平成25年5月22日(2013.5.22)
(33) 優先権主張国 日本国(JP)

特許法第30条第2項適用 SAE 2013 World Congress & Exhibition Technical Papers, 2013-10-1058 SAE International (平成25年4月8日) に発表

(73) 特許権者 000155023
株式会社堀場製作所
京都府京都市南区吉祥院宮の東町2番地
(74) 代理人 100121441
弁理士 西村 電平
(74) 代理人 100154704
弁理士 齊藤 真大
(72) 発明者 秋田 将伸
京都府京都市南区吉祥院宮の東町2番地
株式会社堀場製作所内
(72) 発明者 中村 博司
京都府京都市南区吉祥院宮の東町2番地
株式会社堀場製作所内

審査官 濱本 禎広

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料消費量測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

エンジンの燃料消費量を測定する燃料消費量測定装置であって、
前記エンジンから排出される排ガスが流れる排ガス流路に設けられて、当該排ガス流路を流れる排ガスの流量を測定する超音波流量センサと、
前記超音波流量センサにより得られた排ガス流量、前記排ガス流路に設けられて、前記排ガス流路を流れる排ガスの空燃比を測定する空燃比センサにより得られた空燃比及び排ガス密度を用いて、前記エンジンの燃料消費量を算出する演算装置とを備える燃料消費量測定装置。

【請求項2】

前記空燃比センサが、前記排ガス流路において前記超音波流量センサよりも下流側に設けられている請求項1記載の燃料消費量測定装置。

【請求項3】

前記空燃比センサが、前記排ガス流路に挿入して設けられる直挿型のジルコニア式センサである請求項1又は2記載の燃料消費量測定装置。

【請求項4】

排ガス導入ポート及び排ガス導出ポートが設けられた筐体と、
前記筐体内部に設けられて、前記各ポートに連通して前記排ガス流路を構成する測定用流路とを備え、

前記測定用流路に前記超音波流量センサが設けられており、

前記排ガス導入ポート又は前記排ガス導出ポートに前記空燃比センサが設けられている請求項1乃至3の何れかに記載の燃料消費量測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、エンジンの燃料消費量を測定する燃料消費量測定装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

燃費効率の向上は、車両の研究、開発において重要な課題の1つであり、さらなる改善のためにはエンジンの挙動と関連した瞬時の燃料消費量の計測が重要である。

10

【0003】

燃料消費量の瞬時計測には、燃料流量計による直接計測が一般的である。ところが、完成車では、燃料流量計を用いた計測が困難である。また、燃料系の条件を乱すことなく、燃料流路に燃料流量計を設置するのは容易ではない。

【0004】

このため、例えばCVS装置で希釈された排ガス中の各排ガス成分濃度から排出質量を求めて、その排出質量から燃料消費量を算出する方法（カーボンバランス法）が用いられている（例えば特許文献1）。ここで、カーボンバランス法は、排ガス中のCO₂、CO、HCの各成分に含まれる炭素量から燃料消費量を算出するものである。

【0005】

20

しかしながら、CVS装置で希釈された希釈排ガスをサンプリング流路により排ガス分析装置に導入して、排ガス中のCO₂、CO、HCの成分濃度を測定するものでは、サンプリング流路を通過して排ガス分析装置に導入されるまでに時間がかかり応答遅れが生じてしまう。例えば、燃料カットや電気駆動への切り替えが頻繁に行われる自動車の燃料消費量測定では、サンプリング流路によるガスのなまりによる応答遅れが特に顕著になるため、瞬時の燃料消費量の計測には適さない場合がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平2-234021号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

そこで、本発明は、排ガス流路を流れる排ガスの流量及び当該排ガスの空燃比を直接測定し、それら排ガスの流量及び空燃比から燃料消費量を算出するものにおいて、高応答速度且つ高精度に燃料消費量を測定することをその主たる課題とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

すなわち本発明に係る燃料消費量測定装置は、エンジンの燃料消費量を測定する燃料消費量測定装置であって、前記エンジンから排出される排ガスが流れる排ガス流路に設けられて、当該排ガス流路を流れる排ガスの流量を測定する超音波流量センサと、前記超音波流量センサにより得られた排ガス流量、前記排ガス流路に設けられて、前記排ガス流路を流れる排ガスの空燃比を測定する空燃比センサにより得られた空燃比及び排ガス密度を用いて、前記エンジンの燃料消費量を算出する演算装置とを備えることを特徴とする。

40

【0009】

このようなものであれば、超音波流量センサ及び空燃比センサにより、排ガス流路を流れる排ガスの流量及び空燃比を直接測定するものであり、従来のサンプリング流路を設けることにより生じていた応答遅れを解消することができる。これにより、エンジンの燃料消費量を高応答速度且つ高精度で測定することができる。また、超音波流量センサを用い

50

ているので、当該超音波流量センサを設けることによる圧力損失が無く、小流量から大流量に亘って計測精度が高く、また、脈動に対しても影響が少ない。これによっても、燃料消費量を高精度に測定することができる。さらに、直接測定であるため、従来のサンプリング流路を不要にすることで配管構成を簡略化することができ、また、C V S装置等の希釈装置が不要になるため、測定装置を小型化することができる。その上、これらにより装置のコストを削減することもできる。

【0010】

空燃比センサが超音波流量センサの上流側に設けられている場合、空燃比センサが抵抗体となり、排ガスの流速分布に乱れが生じ、超音波流量センサの計測値の誤差要因となってしまう。このため、前記空燃比センサが、前記排ガス流路において前記超音波流量センサよりも下流側に設けられていることが望ましい。このように、空燃比センサを超音波流量センサの下流側に設けることで、前記流路分布の乱れを生じることなく、正確に排ガス流量を測定することができる。

10

【0011】

前記排ガス流路における前記超音波流量センサの上流側に整流板が設けられていることが望ましい。

これならば、超音波流量センサに流入する排ガスの流れが整流板によって整流されて、超音波流量センサに流入する排ガスの流速分布の乱れを解消することができる。これにより、正確に排ガス流量を測定することができる。

【0012】

20

前記排ガス流路において前記超音波流量センサの上流が直管により構成されており、前記直管が、前記超音波流量センサが設けられた流路部分の流路径Dに対して10倍以上(10D以上)の長さを有することが望ましい。

このように超音波流量センサの上流が、前記流路径に対して10倍以上の長さを有する直管により構成されているので、超音波流量センサに流入する排ガスに乱流を生じ難くすることができる。

【0013】

前記直管にヒータが設けられていることが望ましい。

これならば、直管を流れる排ガスの温度が一定となるように加熱することができ、排ガスに含まれる水分の結露を防ぎ、超音波流量センサにより正確に排ガス流量を測定することができる。

30

【0014】

前記空燃比センサが、前記排ガス流路に挿入して設けられる直挿型のジルコニア式センサであることが望ましい。

これならば、排ガス流路に対して空燃比センサの取り付けを容易にすることができる。また、応答性に優れており、例えば過渡サイクル走行時の燃料カット前後などの急激な燃料消費量の変化に対しても、高精度に測定することができる。

【0015】

前記超音波流量センサ及び前記空燃比センサが、前記排ガス流路において前記排ガスの組成が変化しない範囲内、もしくは、測定単位時間内での流量変動が同一とみなせる範囲内に近接して設けられていることが望ましい。

40

このように2つのセンサを計測(値)の時間差が生じない範囲内に設けることで、燃料消費量の測定精度を向上させることができる。

【0016】

前記燃料消費量測定装置が、排ガス導入ポート及び排ガス導出ポートが外部に設けられた筐体と、前記筐体内部に設けられて、前記各ポートに連通して前記排ガス流路を構成する測定用流路とを備え、前記測定用流路に前記超音波流量センサが設けられており、前記排ガス導入ポート又は前記排ガス導出ポートに前記空燃比センサが設けられていることが望ましい。

これならば、燃料消費量測定装置をユニット化することができ、燃料消費量測定装置の

50

取り扱いを容易にすることができる。また、前記ジルコニア式センサ等の空燃比センサは、使用寿命が比較的短いため、上記の通り、筐体外部の排ガス導入ポート又は排ガス導出ポートに設けることにより、交換作業を容易にすることができる。さらに、上記の通り、筐体内部に超音波流量センサを設け、筐体外部のポートに空燃比センサを設けることで、それら2つのセンサが、計測の時間差を生じず、排ガスの組成が変化しない範囲内に設けられることになり、燃料消費量の測定精度を向上させることができる。

【0017】

前記空燃比センサの設定パラメータを入力するための入力パネル等の入力部が前記筐体に設けられていることが望ましい。なお、設定パラメータとしては、センサ定数等の空燃比測定に必要なパラメータである。

10

これならば、空燃比センサを交換した後に、その場で、空燃比を測定するために必要な設定パラメータを入力することができる。つまり、空燃比センサの交換作業及び空燃比センサの設定パラメータの入力作業を同一場所で行うことができ、ユーザの使い勝手を向上させることができる。

【0018】

前記排ガス導入ポート、前記排ガス導出ポート及び前記測定用流路が、直管部材により構成されており、前記直管部材が防振機構を介して前記筐体に取り付けられていることが望ましい。また、前記防振機構としては、例えば防振ゴムを用いたものが考えられる。

前記直管部材は、振動源であるエンジンの排気管に接続されるため、当該排気管からの振動によって振動する。ここで、直管部材が防振機構を介して筐体に取り付けられているため、直管部材が振動しても、その振動は筐体には伝わり難く、筐体に取り付けられた演算処理装置等のその他の機器に及ぼす振動影響を低減することができる。また、直管部材は、排気管の振動に対して管全体で振動するので、直管部材に設けられた超音波流量センサの超音波送受信器の相対位置関係が変わらず、排ガス流量の測定誤差を抑制することができる。

20

なお、前記直管部材が前記防振機構を介さずに筐体に取り付けられている場合には、排気管からの振動によって直管部材が振動するとともに直管部材に曲げモーメントが加わり変形してしまう。そうすると、直管部材に取り付けられた超音波流量センサの超音波送受信器の位置関係がずれてしまい測定誤差となってしまう。また、排気管からの振動が直管部材を介して筐体に伝わり、当該筐体に固定されている演算処理装置等のその他の機器にも振動影響を与えてしまう。

30

【0019】

前記直管部材の側壁に、前記超音波流量センサの超音波送受信器が差し込まれる差し込み孔が形成されており、前記超音波送受信器が、絶縁部材を介して前記差し込み孔に固定されていることが望ましい。

これならば、超音波送受信器と直管部材とを絶縁させることができる。これにより、直管部材から超音波送受信器に電気ノイズが伝わることを防ぐことができ、電気ノイズにより測定誤差を低減することができる。

【0020】

前記防振構造が防振ゴムからなるものであれば、当該防振ゴムが前記筐体と前記直管部材との間で絶縁機能を発揮するため、前記筐体から前記直管部材を介して前記超音波送受信器に電気ノイズが伝わることを防ぐことができ、電気ノイズにより測定誤差を低減することができる。

40

【0021】

前記燃料消費量測定装置が、前記排ガス流路を流れる排ガスに含まれる所定の測定対象成分を分析する排ガス分析装置を備えており、前記排ガス分析装置の演算部又は前記演算装置が、前記排ガス分析装置により得られた成分濃度と、前記超音波流量センサにより得られた排ガス流量とを用いて前記測定対象成分の排出質量を算出するものであることが望ましい。

これならば、超音波流量センサを燃料消費量計測及び排出質量計測（マス計測）の両方

50

に兼用することができる。

【0022】

ここで、前記排ガス分析装置が、前記排ガス流路において前記超音波流量センサの上流側を流れる排ガスに含まれる測定対象成分を測定することが望ましい。

また、前記排ガス流路において前記超音波流量センサの上流側を流れる排ガスの一部を採取して前記排ガス分析装置に導入するサンプリング配管を有する構成の場合には、当該サンプリング配管を流れるサンプリング流量を用いて、前記超音波流量センサにより得られた排ガス流量を補正することが望ましい。

【発明の効果】

【0023】

このように構成した本発明によれば、カーボンバランス法を用いることなく、排ガス流路を流れる排ガスの流量及び当該排ガスの空燃比を直接測定し、それら排ガスの流量及び空燃比から燃料消費量を算出するものにおいて、高応答速度且つ高精度に燃料消費量を測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本実施形態の燃料消費量測定装置の構成を模式的に示す図。

【図2】同実施形態の具体的な装置構成を示す模式図。

【図3】同実施形態の整流板の構成を示す正面図及び側面図。

【図4】本実施形態の燃料消費量測定装置によるリアルタイム計測とダイリュートストリーム法によるリアルタイム計測との結果等を示す図（コールドスタートフェーズの場合）。

【図5】本実施形態の燃料消費量測定装置によるリアルタイム計測とダイリュートストリーム法によるリアルタイム計測において、0秒～100秒までの燃料消費量の計測結果を示す図（コールドスタートフェーズの場合）。

【図6】本実施形態の燃料消費量測定装置によるリアルタイム計測とダイリュートストリーム法によるリアルタイム計測との結果等を示す図（トランジェントフェーズにて燃料カット直後に急加速した場合）。

【図7】変形実施形態の燃料消費量測定装置の構成を模式的に示す図。

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下に本発明に係る燃料消費量測定装置について図面を参照して説明する。

【0026】

本実施形態の燃料消費量測定装置100は、エンジンの燃料消費量（例えば燃費又は燃料消費率）を測定するものであり、図1に示すように、エンジンから排出される排ガスを流す排ガス流路Rに設けられて、当該排ガス流路Rを流れる排ガスの流量 Q_{EX} を直接測定する超音波流量センサ2と、前記排ガス流路Rに設けられて、当該排ガスを流れる排ガスの空燃比AFRを直接測定する空燃比センサ3と、前記超音波流量センサ2により得られた排ガス流量 Q_{EX} 及び前記空燃比センサ3により得られた空燃比AFRを用いて、エンジンの燃料消費量Feを算出する演算装置4とを備えている。

【0027】

超音波流量センサ2は、排ガス流路Rの流路方向に対して傾斜するように互いに対向して配置された対をなす第1超音波送受信器21及び第2超音波送受信器22とを有している。これら対をなす超音波送受信器21、22は、排ガス流路Rを形成する排ガス流通管R1の管壁に取り付けられている。なお、超音波送受信器21、22の近傍には、排ガス温度を検出する温度センサ6及び排ガス圧力を検出する圧力センサ7が設けられている。

【0028】

また、超音波流量センサ2は、一方の超音波送受信器21（又は22）に送信信号を出力するとともに、他方の超音波送受信器22（又は21）から受信信号を取得することで超音波パルスの伝播時間を検出し、排ガス流速及び排ガス流量を算出する演算部23を備

10

20

30

40

50

えている。なお、この演算部 23 の機能を後述する演算装置 4 に備えさせても良い。

【0029】

具体的に演算部 23 は、以下の式により、排ガスの流量を算出する。

【0030】

【数 1】

$$v(t) = \frac{L}{2\cos\varphi} \left(\frac{1}{T_{dn}} - \frac{1}{T_{up}} \right)$$

【0031】

ここで、 $v(t)$ は、排ガス流速 [m/s] であり、 T_{dn} は、下流方向への超音波の伝播時間 [s] であり、 T_{up} は、上流方向への超音波の伝播時間 [s] であり、 L は、送受信器間の距離 [m] であり、 φ は、流れ方向と超音波伝播軸との角度 [$^\circ$] である。

【0032】

このようにして得られた排ガス流速 $v(t)$ と排ガス流路 R の断面積を用いて、演算部 23 は、標準状態におけるガスの体積流量を以下の式により算出する。

【0033】

【数 2】

$$q_{EX}(t) = k_{profile} \times A \times v(t) \times \frac{T_0}{T_{EX}(t)} \times \frac{p_{EX}(t)}{p_0}$$

【0034】

ここで、 $q_{EX}(t)$ は、時間 t における標準状態の排ガス体積流量 [m^3/min] であり、 $k_{profile}$ は、排ガス流通管 R1 内の速度分布による補正係数であり、 A は、排ガス流通管 R1 の断面積 [m^2] であり、 T_0 は、標準温度 ($= 293.15$) [K] であり、 $T_{EX}(t)$ は、排ガス温度 [K] であり、 $p_{EX}(t)$ は、排ガス圧力 [kPa] であり、 p_0 は、標準圧力 ($= 101.3$) [kPa] である。

【0035】

前記空燃比センサ 3 は、排ガス流路 R に挿入して設けられる直挿型のものであり、具体的には、ジルコニア (ZrO_2) 固体電解質体の両面に電極を設け、その両面における酸素濃度差に応じた起電力を検出するジルコニア式センサである。具体的には、前記ジルコニア固体電解質、前記電極及び前記固体電解質を加熱するためのヒータ等が内蔵されたセンシング部 31 と、前記起電力から排ガス中の酸素濃度を測定して、当該酸素濃度から空燃比 AFR を算出する演算部 32 を備えている。なお、この演算部 32 の機能を後述する演算装置 4 に備えさせても良い。

【0036】

本実施形態の具体的な装置構成は、図 2 に示すように、排ガス導入ポート P1 及び排ガス導出ポート P2 が設けられた筐体 5 と、当該筐体 5 の内部に設けられて、各ポート P1、P2 を連通して排ガス流路 R を構成する測定用流路 Rx とを備えている。

【0037】

本実施形態では、排ガス導入ポート P1、排ガス導出ポート P2 及び測定用流路 Rx が、例えばステンレス製の直管部材 8 により構成されている。そして、この直管部材 8 により構成される排ガス導入ポート P1 は、筐体 5 の一方の側壁から外部に延出して設けられており、排ガス導出ポート P2 は、筐体 5 の他方の側壁から外部に延出して設けられている。また、直管部材 8 の外周の略全体には、ヒータ H が設けられている。このヒータ H により、直管部材 8 を流れる排ガスの温度が一定となるように加熱されて、排ガスに含まれる成分の凝集を防ぎ、超音波流量センサ 2 により正確に排ガス流量を測定できるように構成している。なお、排ガス導入ポート P1 には、エンジンに接続された排気管 (不図示) が接続されており、エンジンから排出される排ガスの全量を受け取るように構成されている。

10

20

30

40

50

【0038】

そして、筐体5の内部の測定用流路Rxに、前記超音波流量センサ2が設けられている。つまり、超音波流量センサ2は、筐体5の内部に收容されている。具体的には、筐体5の内部において直管部材8の側壁に、超音波流量センサ2の超音波送受信器21、22が差し込まれて固定されている。詳細には、直管部材8の側壁に超音波送受信器21、22を差し込むための差し込み孔81が形成されており、超音波送受信器21、22が、リング等の絶縁性を有する樹脂製の絶縁部材9を介して差し込み孔に固定されている。つまり、超音波送受信器21、22の外側周面と差し込み孔81の内側周面との間に前記絶縁部材9が位置している。これにより、超音波送受信器21、22と直管部材8とを絶縁させることができ、直管部材8から超音波送受信器21、22に電気ノイズが伝わることを防ぐことができ、電気ノイズにより測定誤差を低減することができる。

10

【0039】

また、排ガス流路Rにおける超音波流量センサ3の上流側に整流板FCが設けられている。具体的には、排ガス導入ポートP1又はその近傍の所定範囲に整流板FCが設けられている。この整流板FCは、超音波流量センサ2に流入する排ガスの流れを整流して、超音波流量センサ2に流入する排ガスの流速分布の乱れを解消するものである。整流板FCを設けることで、正確に排ガス流量を測定することができる。

【0040】

この整流板FCは、図3に示すように、排ガス流路Rを周方向に沿って複数に分割する複数の羽根FC1xを有する本体FC1と、当該本体FC1の両端面にそれぞれ設けられた端面板FC2とを備えている。

20

【0041】

本体FC1は、前記複数の羽根FC1xを周方向に等間隔に有している。本実施形態の本体FC1は、複数の羽根FC1xの一辺部を接続することにより構成されている。また、各羽根FC1xは、概略矩形状をなすものであり、複数の貫通孔FC1hが形成されている。

【0042】

端面板FC2は、前記本体FC1の両端面（上流側端面及び下流側端面）に設けられた概略円形状をなすものである。本実施形態の端面板FC2は、その周縁部に周方向に沿って規則正しく例えば三角波状をなす凹凸形状が形成されている。

30

【0043】

また、排ガス導出ポートP2に、前記空燃比センサ3が設けられている。具体的には、空燃比センサ3のセンシング部31が、排ガス導出ポートP2の管壁から排ガス流路Rの内部に挿入して設けられている。一方、空燃比センサ3の演算部32は、筐体5の内部に收容されている。そして、センシング部31から延出されたケーブルCは、前記筐体5内に收容された演算部32に接続するための接続コネクタC1に接続されている。この接続コネクタC1は、筐体5の側壁に設けられている。このように空燃比センサ3が筐体5の外部に設けられており、且つ接続コネクタC1により着脱可能に構成されているので、空燃比センサ3の交換作業を容易にすることができる。また、筐体5の側壁には、空燃比センサ3の設定パラメータを入力するための入力パネル等の入力部33が設けられている。設定パラメータとしては、例えば、空燃比センサ毎に定められるセンサ定数やその他の空燃比測定に必要なパラメータである。このように筐体5の側壁に入力部33を設けているので、空燃比センサ3を設置又は交換した後に、その場で、空燃比センサ3の設定パラメータを入力することができる。つまり、空燃比センサ3の交換作業及び空燃比センサ3の設定パラメータの入力作業を同一場所で行うことができ、ユーザの使い勝手を向上させることができる。

40

【0044】

ここで、超音波流量センサ2を測定用流路Rxに設け、空燃比センサ3を排ガス導出ポートP2に設けているので、超音波流量センサ2及び空燃比センサ3が、排ガス流路Rにおいて略同一の場所である近距離に設けられているため、それぞれの計測の時間差を生じ

50

ず、前記排ガスの組成が変化しない範囲内に設けられることになる。つまり、車両のエンジンの排ガス出口付近にも空燃比センサ（不図示）が設けられており、この値を用いて燃料消費量を算出することもできるが、この場合、エンジン下流には触媒などが存在し、排ガスの溜まりが生じるため、テールパイプから排出された排ガスを超音波流量センサ２で計測した排ガス流量値と、車両内部の空燃比センサを用いて計測した空燃比の値との間には時間差が生じることになる。そこで、本実施形態では空燃比センサ３を超音波流量センサ２の近傍に設けることにより時間差を生じることによる計測誤差をなくし、正確な瞬時の燃料消費量を求めることが可能となる。さらに、本実施形態では、超音波流量センサ２の下流側、つまり排ガス導出ポートＰ２に空燃比センサ３を設けることが好ましい。なぜなら、空燃比センサ３を超音波流量センサ２の上流側つまり、排ガス導入ポートＰ１に設ける場合、空燃比センサ３が抵抗体となり、排ガスの流速分布に乱れが生じ、超音波流量センサ２の計測値の誤差要因となってしまう。空燃比センサ３を超音波流量センサ２の下流側に設けることでこのような流速のムラを生じることなく、正確に排ガス流量を測定できる、さらに好ましくは、排ガス流路Ｒの流路径をＤとしたときに、超音波流量センサ２の上流に、その距離（長さ）が１０Ｄ（Ｄの１０倍）以上のまっすぐな直管を設けることが好ましい。なぜなら超音波流量センサ２の上流側の近い場所に曲がった管を設けると、流速分布にムラが生じ、超音波流量センサ２の計測値の誤差要因となるからである。なお、前記直管は、直管部材８により構成されている。

10

【００４５】

さらに、筐体５の内部には、演算装置４が収容されている。この演算装置４は、ＣＰＵ、メモリ、入出力インターフェイス、ＡＤ変換器等を備えた専用乃至汎用のコンピュータである。

20

【００４６】

この演算装置４は、超音波流量センサ２により得られた排ガス流量 Q_{EX} と空燃比センサ３により得られた空燃比 AFR とを用いて以下の式により、瞬時燃料消費量 $Fe(t)$ を算出するものである。

【００４７】

【数３】

$$Fe(t) = \frac{Q_{EX}(t)}{60} \times D_{EX} \times \frac{1}{AFR(t) + 1}$$

30

【００４８】

ここで、 $Fe(t)$ は、時間 t における燃料消費率 $[g/s]$ であり、 $Q_{EX}(t)$ は、時間 t における標準状態（温度２９３．１５Ｋ、圧力１０１．３ｋＰａ）の排ガス流量 $[L/min]$ であり、 $AFR(t)$ は、時間 t における空燃比であり、 D_{EX} は、排ガス密度 $[kg/m^3]$ である。

【００４９】

なお、演算装置４は、上記の式により算出した瞬時燃料消費量 $Fe(t)$ を筐体５に設けられた表示部（不図示）に表示する。その他、演算装置４により得られた瞬時燃料消費量 $Fe(t)$ を紙に印字する等の出力部を有するものであっても良い。

40

【００５０】

また、本実施形態においては、直管部材８が防振機構１０を介して筐体５に取り付けられている。具体的には、直管部材８を下側から支持する支持部材１１と筐体５との間に防振機構１０が設けられている。この防振機構１０は、支持部材１１の下面と、筐体５の底面との間に設けられた防振ゴム１０１により構成されている。この防振ゴム１０１により、排気管からの振動を受けて直管部材８が振動しても、その振動が筐体５には伝わり難い。これにより、筐体５に取り付けられた演算処理装置（例えば演算部２３、演算部３２及び演算装置４）等の機器に及ぼす振動影響を低減することができる。また、直管部材８は、排気管の振動に対して管全体で振動するので、直管部材８に設けられた超音波流量センサ２の超音波送受信器２１、２２の相対位置関係が変わらず、排ガス流量の測定誤差を抑

50

制することができる。

なお、上記構成により、直管部材 8 が排気管とともに振動する構成であるため、直管部材 8 が、振動して筐体 5 の側壁開口部 5 1、5 2 に接触しないように、筐体 5 の側壁開口部 5 1、5 2 の開口径を、直管部材 8 の外径よりも大きくしている。

【0051】

さらに、前記防振ゴム 101 が、筐体 5 と直管部材 8 との間で絶縁機能を発揮するため、筐体 5 から直管部材 8 を介して超音波送受信器 21、22 に電気ノイズが伝わることを防ぐことができ、電気ノイズにより測定誤差を低減することができる。

【0052】

次に、FTP-75 サイクルのコールドスタートフェーズ (Cold start phase) における、本実施形態の燃料消費量測定装置 100 を用いたリアルタイム計測の結果と、ダイリュートストリーム法により排ガス流量を求め、その値を用いてカーボンバランス法により燃料消費量を求めたリアルタイム計測の結果とを図 4 及び図 5 に示す。なお、ダイリュートストリーム法とは、CVS で希釈したガス濃度と希釈後の流量から排ガス重量 (流量) を求める計測手法であり、このダイリュートストリーム法を用いて求めた排ガス流量と、CVS 装置で希釈した排ガスを排ガス分析装置により連続測定して得られた各成分の濃度値からカーボンバランス法を用いて燃料消費量を求めている。

【0053】

図 4 (1) は、ダイリュートストリーム法 (従来法) を用いた計測結果を示し、図 4 (2) は、本実施形態の燃料消費量測定装置を用いた計測結果を示し、図 4 (3) は、空燃比計により得られた AFR を示し、図 4 (4) は、車速を示している。また、図 5 (1) は、従来法における 0 秒～100 秒までの燃料消費量の計測結果を示し、図 5 (2) は、本実施形態における 0 秒～100 秒までの燃料消費量の計測結果を示している。

【0054】

図 5 (1) から分かるようにダイリュートストリーム法では、始動直後の小流量時にガスの遅れが顕著であり、燃料消費量の立ち上がりがなまっていることが分かる。一方で、図 5 (2) から分かるように本実施形態の燃料消費量測定装置では、始動直後の小流量時であっても立ち上がりが急峻であり、応答遅れが低減されていることが分かる。また、燃料カット時においては、燃料消費率はほぼゼロになるはずであるが、ダイリュートストリーム法では、応答遅れが表われていることが分かる (図 4 (1) 参照)。一方で、本実施形態の燃料消費量測定装置では、燃料消費率が燃料カット時とほぼ同時にほぼゼロとなっていることが分かる (図 4 (2) 参照)。

【0055】

次に、FTP-75 サイクルのトランジェントフェーズ (Transient Phase) にて燃料カット直後に急加速した場合における、本実施形態の燃料消費量測定装置を用いたリアルタイム計測の結果とダイリュートストリーム法 (従来法) によるリアルタイム計測の結果とを図 6 に示す。

【0056】

図 6 (1) は、空燃比計により得られた AFR 及び CVS による希釈前の排ガスに含まれる CO₂ 計により得られた CO₂ 濃度を示し、図 6 (2) は、本実施形態の燃料消費量測定装置を用いた計測結果、及び、ダイリュートストリーム法により排ガス流量を求め、その値を用いてカーボンバランス法により燃料消費量を求めたを用いた計測結果を示し、図 6 (3) は、エンジンの回転数 [rpm] を示し、図 6 (4) は、車速を示している。

【0057】

この図 6 は、カーボンバランス法による燃料消費量の算出において、CO₂ 重量の寄与度が非常に高く、ひいては CO₂ 濃度が大きな影響を及ぼすことを示している。つまり、図 6 (1) の AFR を見ると、減速時に燃料カットが行われている際は、AFR が急激に上昇し、リーン状態になっている。エンジン回転数と車速が上昇し始めると燃料カットを停止し、AFR はストイキ (理論空燃比) 状態に戻る。ダイリュートストリーム法では、ガス遅れのために燃料カットが停止されて加速が始まっているにも関わらず、CO₂ 濃度

10

20

30

40

50

が低下したままである。このため、瞬時燃料消費量にもガス応答遅れの影響が現れており、本実施形態の燃料消費量測定装置の間に差異が表われている。そして、本実施形態の燃料消費量測定装置とダイリュートストリーム法とを比較した場合、本実施形態の燃料消費量測定装置の方が、より正確に瞬時燃焼消費量を測定できる。

【0058】

このように構成した本実施形態に係る燃料消費量測定装置100によれば、超音波流量センサ2及び空燃比センサ3により、排ガス流路Rを流れる排ガスの流量及び空燃比を直接且つ同時に測定するものであり、従来のサンプリング流路を設けることにより生じていた応答遅れを解消することができ、また、各センサ2、3の遅延時間や応答速度の差を考慮する必要が無い。これにより、エンジンの燃料消費量を高応答速度且つ高精度で測定することができる。また、超音波流量センサ2を用いているので、当該超音波流量センサ2を設けることによる圧力損失が無く、小流量から大流量に亘って計測精度が高く、また、脈動に対しても影響が少ない。これによっても、燃料消費量を高精度に測定することができる。さらに、直接測定であるため、従来のサンプリング流路を不要にすることで配管構成を簡略化することができ、また、CVS装置等の希釈装置が不要になるため、測定装置を小型化することができる。その上、これらにより装置のコストを削減することもできる。

10

【0059】

なお、本発明は前記実施形態に限られるものではない。

例えば、前記実施形態では、空燃比センサが、超音波流量センサの下流側である筐体の排ガス導出ポートに設けられているが、筐体の排ガス導入ポートなどの超音波流量センサの上流側に設けても良い。また、車両のエンジン排気出口付近に備えられている空燃比センサからの信号を演算装置4が受け取り、燃料消費量を算出するようなものであってもよい。

20

【0060】

また、前記実施形態では、演算装置4が筐体5内に設けられたものであったが、演算装置4が筐体5の外部に設けられたものであっても良い。この場合、筐体5の内部には、外部に設けられた演算装置4との間でデータの送受信を行う有線又は無線の送受信機器を設けることが考えられる。例えば、送受信機器は、超音波流量センサの検出信号及び空燃比センサの検出信号を演算装置5に送信する。

30

【0061】

また、前記実施形態の燃料消費量測定装置が、筐体によりユニット化されたものであったが、ユニット化されていないものであっても良い。

【0062】

さらに、前記燃料消費量測定装置100が、図7に示すように、排ガス流路Rを流れる排ガスに含まれる所定の測定対象成分を分析する排ガス分析装置12を備えたものであっても良い。そして、排ガス分析装置12の演算部が、得られた成分濃度と、超音波流量センサ3により得られた排ガス流量とを用いて、測定対象成分の排出質量を算出する。これならば、超音波流量センサ3を燃料消費量計測及び排出質量計測（マス計測）の両方に兼用することができる。なお、排ガス分析装置12の演算部では無く、燃料消費量測定装置100の演算装置4が、排ガス分析装置12により得られた成分濃度と、超音波流量センサ3により得られた排ガス流量とを用いて、測定対象成分の排出質量を算出しても良い。

40

【0063】

ここで、排ガス分析装置12が、排ガス流路Rにおいて超音波流量センサ3の上流側を流れる排ガスに含まれる測定対象成分を測定することが望ましい。具体的には、排ガス流路Rを流れる排ガスの一部を採取して排ガス分析装置12に導入するサンプリング配管13が、超音波流量センサ3の上流側に接続されている。なお、サンプリング配管13を用いて排ガスをサンプリングする構成の場合には、演算装置4は、サンプリング配管13を流れるサンプリング流量を用いて、超音波流量センサ3により得られた排ガス流量を補正することが望ましい。

50

【0064】

その他、本発明は前記実施形態に限られず、その趣旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能であるのは言うまでもない。

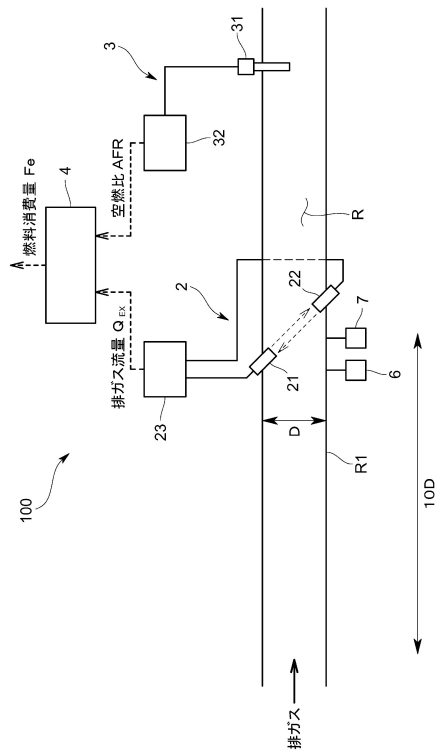
【符号の説明】

【0065】

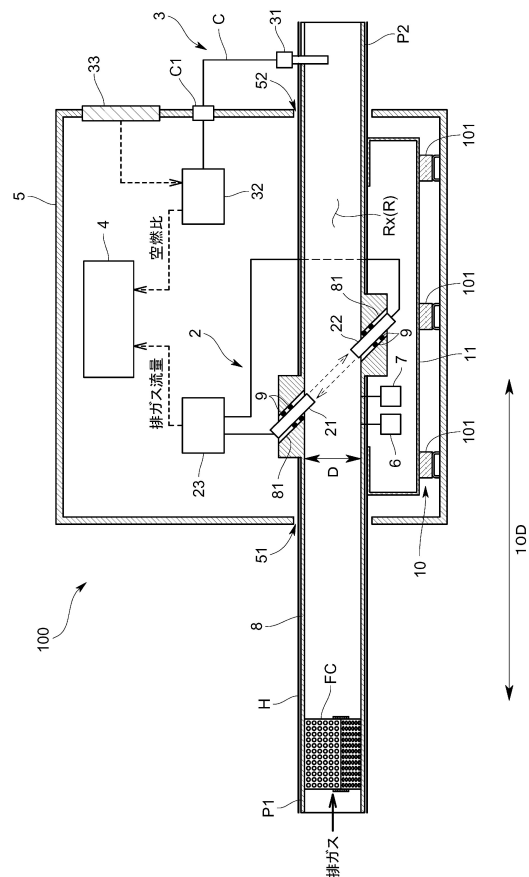
- 100・・・燃料消費量測定装置
 E・・・エンジン
 R・・・排ガス流路
 2・・・超音波流量センサ
 3・・・空燃比センサ
 4・・・演算装置
 5・・・筐体
 P1・・・排ガス導入ポート
 P2・・・排ガス導出ポート
 Rx・・・測定用流路

10

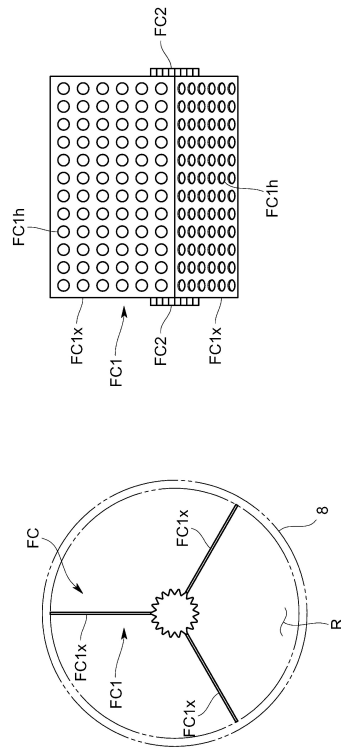
【図1】



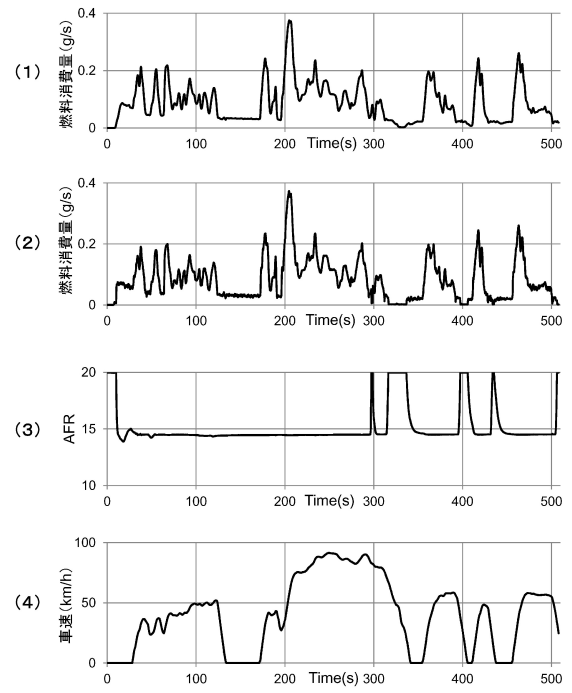
【図2】



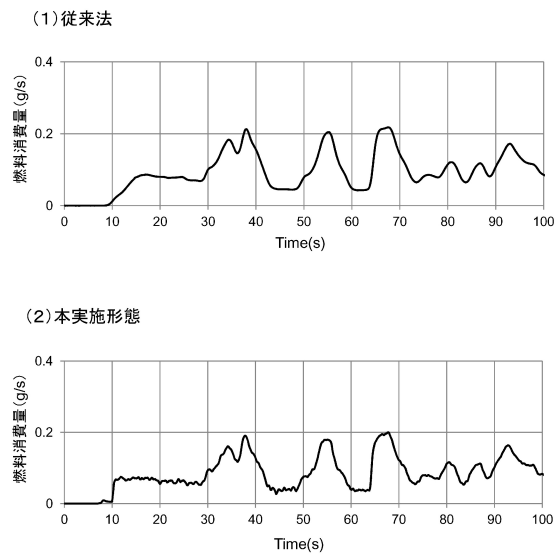
【図 3】



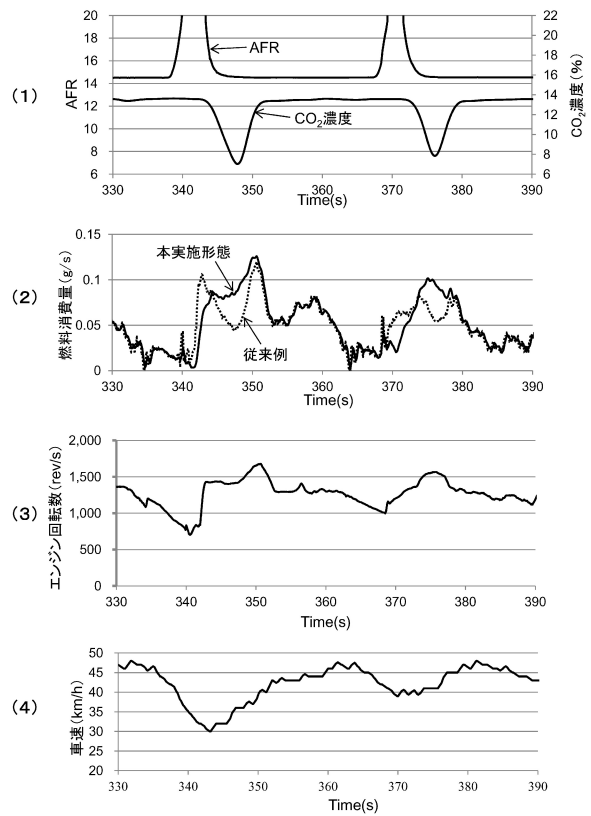
【図 4】



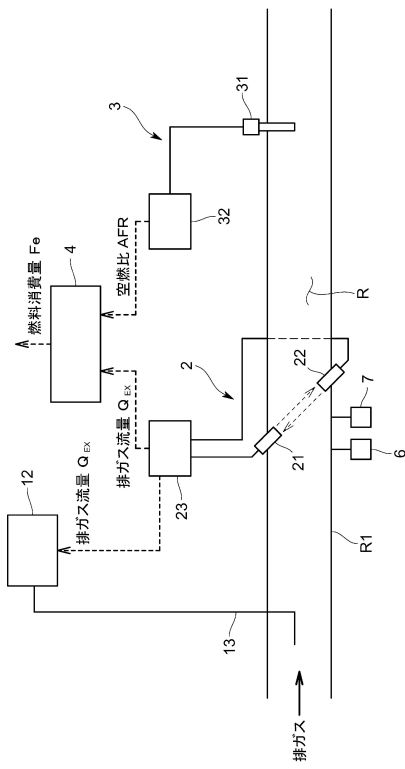
【図 5】



【図 6】



【图 7】



フロントページの続き

特許法第30条第2項適用 SAE 2013 World Congress Cobo Center (Detroit, Michigan, USA) (平成25年4月16日) に発表

特許法第30条第2項適用 SAE 2013 World Congress Technical Session Emissions Measurement and Testing Cobo Center Room W2-66 (Detroit, Michigan, USA) (平成25年4月17日) に発表

特許法第30条第2項適用 自動車技術展 人とするまのテクノロジー展2013 パシフィコ横浜・展示ホール(横浜市西区みなとみらい1-1-1) (平成25年5月22日) に発表

特許法第30条第2項適用 自動車技術会 2013年春季大会 学術講演会前刷集No. 49-13 公益社団法人自動車技術会(平成25年5月22日) に発表

(56)参考文献 特表2002-516981 (JP, A)
特開2001-208584 (JP, A)
実開昭63-181924 (JP, U)
特開2009-250935 (JP, A)
特開2012-127858 (JP, A)
特開2002-227711 (JP, A)
国際公開第2011/108586 (WO, A1)
米国特許第06553818 (US, B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01F 9/00

G01F 1/00

F02D 45/00