

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4032115号  
(P4032115)

(45) 発行日 平成20年1月16日(2008.1.16)

(24) 登録日 平成19年11月2日(2007.11.2)

(51) Int.Cl.

F I

FO1N 3/00 (2006.01)

FO1N 3/00 G

FO1N 3/28 (2006.01)

FO1N 3/28 301Z

GO1F 1/48 (2006.01)

GO1F 1/48

請求項の数 3 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2002-295921 (P2002-295921)  
 (22) 出願日 平成14年10月9日(2002.10.9)  
 (65) 公開番号 特開2004-132212 (P2004-132212A)  
 (43) 公開日 平成16年4月30日(2004.4.30)  
 審査請求日 平成16年7月7日(2004.7.7)

(73) 特許権者 301028761  
 独立行政法人交通安全環境研究所  
 東京都調布市深大寺東町7丁目4番地2  
 7  
 (74) 代理人 100111970  
 弁理士 三林 大介  
 (72) 発明者 小池 章介  
 東京都調布市深大寺東町7-42-27  
 独立行政法人交通安全環境研究所内  
 審査官 亀田 貴志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 排ガス流量測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

管径が直径1mm以下の複数本の流路が25.4mm平方あたり400本ないし600本の密度で集まって構成されたフロースルー型のハニカム構造の触媒に、内燃機関から排出される排ガスを導いて、該フロースルー型の触媒を通過する前後での排ガスの圧力を測定し、その圧力差に所定の比例係数を乗算することによって、排ガス流量を求める排ガス流量測定方法。

【請求項2】

前記内燃機関から大気に排出される全ての排ガスを、前記フロースルー型の触媒に導いて、該触媒の前後の圧力差から排ガス流量を求めた後、得られた排ガス流量に排ガス濃度を乗算することにより、該排ガス流量に加えて、排ガス量も算出する請求項1に記載の排ガス流量測定方法。

【請求項3】

前記フロースルー型の触媒が、三元触媒である請求項1または請求項2に記載の排ガス流量測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ハニカム構造の触媒系を有する燃焼排ガス流、特にセラミックス又は薄膜金属で構成されたモノリス触媒コンバータを用いる自動車の排ガス流量を簡単に測定する方法

10

20

に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【 従来 の 技 術 】

近年、環境汚染の元凶として、自動車エンジンからの排気ガスをはじめとするボイラー、発電用内燃機関などについて、燃料排ガスの排出規制が一段と厳しくなり、排ガスの浄化が重要な問題となってきた。

【 0 0 0 3 】

ところで、自動車の排ガスに含まれる有害物質、例えば $\text{NO}_x$ 、炭化水素、一酸化炭素などを評価するには、被試験車を自動車排出ガス試験法に規定された走行モードに従って走行させ、その際排出される有害物質の質量 ( $\text{g} / \text{km}$ ) をC V S 装置で測定することによ

10

【 0 0 0 4 】

このC V S 法は、試験中の自動車排ガスを大量の空気希釈して、自動車の排ガス量と希釈空気量の和を一定に保ちながら大気中に排出し、この際の試験時間に大気中に排出される希釈排ガス全量 ( $Q$ ) をC V S 装置の流量定数と試験時間の積として求めるとともに、この希釈排ガスの一部を試験期間中、連続的にプラスチックバッグに捕集し、試験終了後、バッグ内の有害物質ガス濃度 ( $C$ ) を測定し、前記の $Q$ と、この $C$ の積に有害物質ガス中の各有害成分の密度を乗じ、試験中に走行した距離で除すことによって試験中に排出された有害物質の排出質量を求めるという原理に基づく方法である。

【 0 0 0 5 】

20

そして、このC V S 法は、1972年に米国で用いられるようになって以来、現在では全世界の自動車排出ガス試験法として採用されているが、度重なる自動車排出ガスの規制強化により、自動車の有害ガス濃度基準が大幅に低下した結果、最近では排ガス希釈用空気と希釈排ガスとの間の有害物質濃度の差が接近し、十分な測定精度が維持できなくなりつつある。

【 0 0 0 6 】

また、C V S 装置の最大の利点は、自動車の排出ガス量を測定することなく、有害物質の排出質量が求められることにあるが、大量の空気希釈排ガスを希釈しなければならないため、大規模な希釈トンネル装置と高感度排ガス分析計が必要となり、全体として高価なものとなる。

30

【 0 0 0 7 】

このほか、C V S 法のように自動車排ガスを希釈することをせずに、試験車の瞬時排ガス量と瞬時ガス濃度の積から有害物質の質量 ( $\text{g} / \text{km}$ ) を求める直接測定法も知られているが (非特許文献2参照)、自動車排ガス規制が開始された初期において利用できる分析装置は、体積、質量、消費電力が大きく、車載が困難であり、実用に供することはできなかった。

また、排ガス流量をエンジンに吸入する空気量から推測することも試みられたが、大規模で高価な装置を必要とする上に、動力性能を変えずに車載することがむずかしいため、実現しなかった。

【 0 0 0 8 】

40

最近に至り、排出質量測定精度を向上させることに対する要求や、様々な環境温度における実路走行状態での有害ガス瞬時排出量のデータに対する要求が高まった結果、かつての直接測定法が見なおされ、分析計を車載し、オンボードで排出量を測定することが試みられるようになったが (非特許文献3)、いずれも排出ガスの流量を直接測定することができず、現在に至るも有害ガスの瞬時排出量を求める方法は知られていない。

【 0 0 0 9 】

しかしながら、瞬時排ガス量を吸入空気量に基づいて推計することは可能であるため、この原理を利用した多数の測定方法、例えば熱線式、ピトー管式、ラミナーフロー式、カルマン渦式などの方法が試みられているが (非特許文献4参照)、装置が大きすぎたり、高価な測定機器を必要とすることがネックとなり、車載用としては実用化されていない。

50

## 【 0 0 1 0 】

他方、自動車エンジンからの排気ガスの浄化装置としては、各種メタロシリケート粉末をハニカム状に成形し、焼結して得た担体に重金属を担持させたモノリス触媒（特許文献 1 参照）、特定の構造をもつ排ガス管に接続される触媒容器とその容器内に収容されたモノリス触媒コンバータ（特許文献 2 参照）、スピネルで担体を焼成被覆したスピネルモノリス触媒（特許文献 3 参照）などモノリス触媒を用いたものが主流となっている。

また、最近では、昇温特性を向上させるため金属の薄膜を担体としたメタル触媒も用いられるようになってきている（非特許文献 1 及び非特許文献 2 参照）。

## 【 0 0 1 1 】

このモノリス触媒は、一般にハニカム構造を有しており、この中を通過するガス流量を差 10  
圧から簡単に測定し得ると思われるが、現在に至るまでこの方式はまだ実現していない。

## 【 0 0 1 2 】

## 【 特許文献 1 】

特開平 8 - 3 8 9 0 5 号公報（請求項 1 及び 2）

## 【 特許文献 2 】

特開 2 0 0 0 - 2 6 5 8 3 0 号公報（請求項 1）

## 【 特許文献 3 】

特開 2 0 0 1 - 1 4 9 7 8 2 号公報（請求項 1 及び 3）

## 【 非特許文献 1 】

「新型自動車審査関係基準集」、5 次改訂版、交文社、平成 1 0 年 3 月 2 0 日、p 3 7 6 20  
~ 5 3 8

## 【 非特許文献 2 】

「ジャーナル・オブ・エア・ポリューション・コントロール・アッセイ（J . A i r P  
o l l . C o n t r o l A s s y . ）」、（米国）、1 9 6 0 年、第 1 0 巻、p 6 0 ~  
6 8

## 【 非特許文献 3 】

矢長、「実走排出ガス測定用車載分析装置の開発」、自動車技術会講演集 2 0 0 0 5 5  
6 9、2 0 0 0 年 1 0 月 1 7 日、I S S N 0 9 1 9 ~ 1 3 6 4

## 【 非特許文献 4 】

八田、外 2 名、「内燃機関計測ハンドブック」、初版第 1 刷、朝倉書店、1 9 7 9 年 5 月 30  
2 0 日、p 2 4 9 ~ 2 5 4

## 【 0 0 1 3 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

本発明は、排気系に何の影響も与えず、自動車排気ガスを正確かつ迅速に測定することが  
できる、C V S 法に代わるべき新規な排ガス流量測定方法を提供することを目的として  
なされたものである。

## 【 0 0 1 4 】

## 【 課題を解決するための手段 】

本発明者らは、C V S 法に代わるべき排ガス流量測定方法を開発するために鋭意研究を重  
ねた結果、排ガスがハニカム構造の触媒系を通過する前後の圧力差を利用すれば、瞬時に 40  
流量測定を行うことができ、経時的に正確な排ガスを量を知ることができることを見出し、  
この知見に基づいて本発明をなすに至った。

## 【 0 0 1 5 】

すなわち、本発明は、管径が直径 1 m m 以下の複数本の流路が 2 5 . 4 m m 平方あたり  
4 0 0 本ないし 6 0 0 本の密度で集まって構成されたフロースルー型のハニカム構造の触  
媒に、内燃機関から排出される排ガスを導いて、該フロースルー型の触媒を通過する前後  
での排ガスの圧力を測定し、その圧力差に所定の比例係数を乗算することによって、排ガ  
ス流量を求める排ガス流量測定方法を提供するものである。

## 【 0 0 1 6 】

## 【 発明の実施の形態 】

一般に自動車の排気系を流れるガスは脈動を含む乱流であり、その正確な流量を求めることは非常に困難であるが、これが層流であれば、流量は圧力損失に比例するから管路の差圧から流量を求めることができる。そして、自動車に装着された触媒は、ハニカム構造をもつモノリス触媒系がほとんどであるが、このものはきわめて細い流路、すなわちセルに分割されているので、このセルを毛細管とみれば、触媒系内を流れる排気ガスのレイノルズ数は十分に小さくなり、層流を形成しているとみなすことができる。

【0017】

したがって、このような触媒系においては、その前後の圧力を測定し、その差から排ガス流量を以下のようにして求めることができる。

すなわち、所定の管内を流れる流体が層流の場合、次のアーゲン・ポアジュイ (Hagen Poiseuille) の式から、流量  $Q$  は圧力低下  $p$  に比例することが分る。 10

$$Q = d^4 n / 128 L \cdot 1 / \mu \cdot p \quad (1)$$

ただし、 $d$  : ハニカム構造を構成する各毛細管の直径 (mm)

$L$  : 同上の毛細管の長さ (mm)

$n$  : 同上の毛細管の数 (本)

$\mu$  : 排ガスの粘度係数

【0018】

普通の乗用車の場合、モノリス触媒を構成するセル数は  $25 \cdot 4 \text{ mm}$  当り  $400 \sim 600$  本であるから、毛細管の直径は  $1 \text{ mm}$  以下であり、触媒長さすなわち毛細管の長さは通常  $200 \sim 300 \text{ mm}$  の範囲である。また触媒系の断面積は  $6000 \text{ mm}^2$  程度であるから毛細管の数  $n$  は  $1000 \sim 2000$  本程度になる。そして、これらの数値のうち  $d$ 、 $L$ 、 $n$ 、 $\mu$  はそれぞれの系について定数であるから、触媒の前後における圧力差  $p$  が分れば、流量  $Q$  を求めることができる。 20

【0019】

次に添付図面に従って、本発明を詳細に説明する。

図1は、本発明方法の1例の流れ図であって、燃焼用空気は空気取入口1より吸入空気流量計2を通してエンジン3に供給され、燃焼される。燃焼により発生する排気ガスは、排気マニホールド4を通して触媒系すなわち触媒キャニスター9に送られ、浄化後、排気口10から排出される。この際の吸入空気量を吸入空気流量計2で測定し、その圧力を圧力センサー5により、また触媒系の通過前後における排ガスの圧力差を第二圧力センサー11により測定し、それぞれ第一アンプ6及び第二アンプ12により増幅して、排ガス流量信号I及び排ガス流量信号IIとして出力する。一方において、排ガスの温度を排ガス温度センサー7で検知し、温度変換器8で変換して排ガス温度信号として出力する。この図において、点線で囲まれた部分Bが、本発明方法を実施する部分である。 30

【0020】

この図1に示した流れ図に従って、シャシーダイナモに搭載した実験車の定常走行における触媒差圧と吸入空気量、排ガス温度を測定し、実際の触媒差圧と排ガス流量の関係を調べた結果をグラフとして図2に示す。この際の実験車両としては排気量  $1500 \text{ cc}$  の三元触媒系を搭載した乗用車 (トヨタカローラNCV) を用い、層流型吸入空気流量計 (司測砂LFE758) を吸気側へ取り付け、シャシーダイナモ上で、 $20$ 、 $40$ 、 $60$ 、 $80$  及び  $100 \text{ km/h}$  の定常走行における吸入空気流量 (リットル/sec) と触媒系の前後差圧とを比較した。この空気としては、温度  $20$ 、圧力  $10^2 \text{ kPa}$  のものを用いた。 40

【0021】

実験の結果、吸入空気量に対する触媒差圧は次式のべき乗の関数の線に一致した。

$$y = 6.95 x^{1.43} \quad (2)$$

また、 $r^2$  の回帰式では  $0.997$  という良好な相関が得られた。

以上の事実から実際の排気ガスについても、触媒差圧から吸入空気量を求めることができることが分る。

【0022】

ところで、実際に触媒通過前後の差圧に基づいて排ガスの体積流量を求める場合、触媒通過前後の差圧と排ガスの体積流量の関係は、ガスの組成温度、粘度、供給圧力によって変化するため、若干の補正が必要になる。

#### 【0023】

しかしながら、自動車の空燃比は始動時を除き、常に一定に制御されているため、排ガスの組成は一定になっているし、走行中の排気管内のガスの圧力は全圧に対して多くても2%程度正に変動するだけであるから、流量に及ぼされる排ガス圧力の影響は少ない。そして、正確な測定を行う場合には、排気ガス圧の測定は常に行われているので、その測定値に基づいて容易に補正することができる。

#### 【0024】

他方、排ガスはエンジン内の燃焼により生じるため、その体積は供給ガスの体積に比べ大幅に増加する。したがって触媒系を通過するガス流速が変わるので、標準状態の排ガス流量を求める場合には、温度について体積補正を行う必要がある。

#### 【0025】

通常、自動車については排ガス浄化のために空燃比を正確に制御され、その数値は燃料質量に対して14.6倍の空気が消費されている。この値から吸入空気量に対する排出ガス量を算出すると、体積基準で排出ガス量は吸入空気量の1.065倍になり、これを体積補正係数として用いることができる。

#### 【0026】

自動車の空燃比(A/F)はいずれの運転領域においても14.6であるので、組成は変らない。したがって、上記の体積補正係数はいずれの場合においても同様に用いることができる。

#### 【0027】

次に、ガス温度は粘度係数にも影響を与え、例えば空気について温度が20℃の場合、 $1.81 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ であるのが、600℃になると $3.85 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ となり、粘度係数 $\mu$ は約2倍になる。この数値は、 $\text{N}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_2$ などのガスについてもほぼ同じであり、温度上昇に対する粘度の増加の傾向も同じである。

#### 【0028】

したがって、ガス温度が20℃から触媒常用温度の600℃に上昇すると前記式(1)における触媒差圧 $p$ は1/2となるが、20℃から600℃に増加すると、シャルルの法則によりガス体積は約2倍に増加し、単位時間当りの質量流量は1/2となるので、結果的に両者は相殺され、図2のグラフに示されるように、触媒差圧と排出ガス流量とは直線関係を示すようになる。

このため、排ガス流量を吸入空気流量に基づいて校正する場合、触媒差圧 $p$ から真の排ガス流量を求める場合の補正係数は、ガス体積変化係数1.065のみとなる。

#### 【0029】

図3は、25℃、 $10^2 \text{ kPa}$ の排ガスについて、ガス温度に対する補正を加えた場合の触媒差圧に対する排ガス流量の関係を示すグラフであるが、これから分るように差圧と排ガス流速との関係はほぼ完全な直線になっている。

#### 【0030】

#### 【発明の効果】

本発明は、以下に示す効果を奏する。

- (1) 既存の触媒を利用するため吸排気系に一切負荷を与えない。
- (2) 既存のモノリス触媒を搭載した自動車であれば、差圧を取り出すだけで容易に排ガス量の信号が得られる。
- (3) 触媒を搭載していない自動車でも、排気管に触媒又は触媒をコーティングしていないモノリスサポートを付加することにより排ガス流量が測定できる。
- (4) 自動車以外の高温ガス流路における排ガス量測定一般にも適用できる。(5) 触媒の圧損増加から、触媒の事故、劣化が検知できる。
- (6) 排ガスのバイパスを設け、バイパス流量を触媒差圧とガス温度から最適流量になる

10

20

30

40

50

よう制御することにより出力の向上が図れる。

(7) 触媒差圧から得られる瞬時排ガス流量がエンジン吸入空気量と等しいとすれば、触媒差圧に比例した燃料を供給する新たな三元触媒空燃比制御システムが構築でき、従来の空燃比制御用エアフローメータ、酸素センサーが不要となるが、このようにすると始動直後から空燃比制御が可能であり、排気対策が有利になる。

(8) 直接触媒差圧でEGRバルブを駆動すれば、高精度でEGR量を負荷に比例して変えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明方法の1例を示す流れ図。

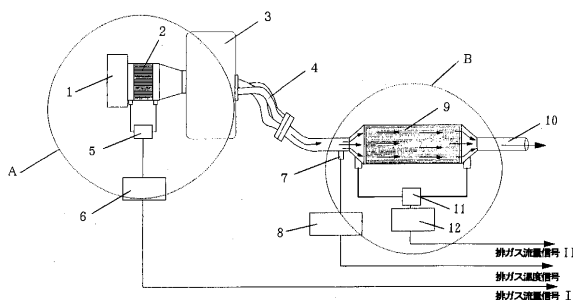
【図2】 吸入空気流量と触媒差圧の関係を示すグラフ。

【図3】 ガス温度について、補正した場合の触媒差圧と排ガス流量との関係を示すグラフ。

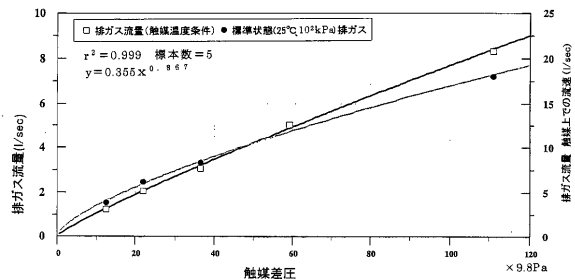
【符号の説明】

- 1 空気取入口
- 2 吸入空気流量計
- 3 エンジン
- 4 排気マニホールド
- 5, 11 圧力センサー
- 6, 12 アンプ
- 7 温度センサー
- 8 温度変換器
- 9 触媒キャニスター
- 10 排気口

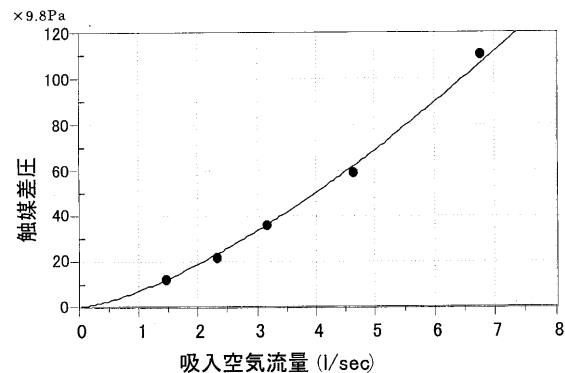
【図1】



【図3】



【図2】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平07-034858(JP,A)  
特開平07-128103(JP,A)  
特開2003-314260(JP,A)  
実開平02-003012(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01N 3/00  
F01N 3/02  
F01N 3/28  
G01F 1/48