

(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2017-191050
(P2017-191050A)

(43) 公開日 平成29年10月19日(2017. 10. 19)

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

GO 1 N 27/22 (2006. 01)

GO 1 N 27/22 Z 2 G O 6 O

GO 1 N 15/06 (2006. 01)

GO 1 N 15/06 D

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2016-81543 (P2016-81543)	(71) 出願人	000000170
(22) 出願日	平成28年4月14日 (2016. 4. 14)		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	100105050
			弁理士 鷲田 公一
		(72) 発明者	内山 正
			神奈川県藤沢市土棚8番地 いすゞ自動車株式会社 藤沢工場内
		(72) 発明者	古川 貴幸
			神奈川県藤沢市土棚8番地 いすゞ自動車株式会社 藤沢工場内
		Fターム(参考)	2G060 AA03 AE20 AF10 AG06 AG08 AG11 HB01 HC07 HC15 HC24

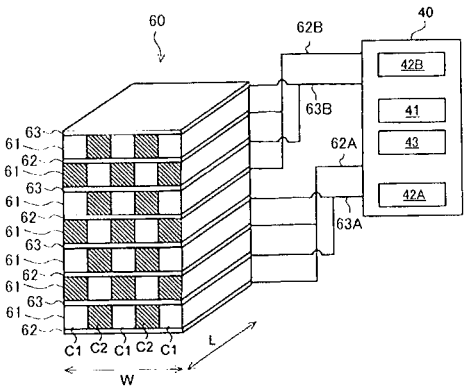
(54) 【発明の名称】 センサ

(57) 【要約】

【課題】 自己診断機能を搭載したPMセンサを提供する。

【解決手段】 PMセンサは、排気中の粒子状物質を捕集する複数のセルを有するフィルタ部材と、セルを挟んで対向配置される複数対の電極と、複数対の電極間の電気的特性値に基づいて粒子状物質量を推定する推定部と、複数対の電極間の粒子状物質量の差の大きさと予め定めた閾値との比較を行い、該比較の結果に基づいて、異常が発生したか否かの診断を行う診断部と、を備える。

【選択図】 図3A



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

排気中の粒子状物質を捕集する複数のセルを有するフィルタ部材と、
前記セルを挟んで対向配置される複数対の電極と、
前記複数対の電極間の電気的特性値に基づいて粒子状物質量を推定する推定部と、
前記複数対の電極間の前記粒子状物質量の差の大きさと予め定めた閾値との比較を行い、
該比較の結果に基づいて異常が発生したか否かの診断を行う診断部と、
を備え、
前記診断部は、前記フィルタ部材の再生処理に連動させて前記診断を実行するセンサ。

【請求項 2】

前記診断部は、前記フィルタ部材の再生処理の実行直前に前記診断を実行する請求項 1 に記載のセンサ。

【請求項 3】

前記診断部は、前記フィルタ部材の再生処理の実行直後に前記診断を実行する請求項 1 に記載のセンサ。

【請求項 4】

前記電気的特性値は静電容量である請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載のセンサ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本開示は、センサに関し、特に PM（粒子状物質）センサに関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、内燃機関から排出される排気ガス中の PM を検出する PM センサが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。特許文献 1 に記載の電気抵抗型 PM センサは、絶縁性基板の表面に一对の導電性電極を対向配置し、これら電極に付着する導電性の PM（主に、スート成分）によって電気抵抗値が変化することを利用して PM 量を推定している。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開 2012-83210 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

近年、環境汚染防止の観点から、内燃機関から排出される排気ガス中の PM 値の上限値が法令により定められている。法令を遵守するために、排気ガス中の PM 値を PM センサにより測定し、測定された PM 値が PM 値の上限値を超えないように排気ガスを監視する必要がある。

【0005】

しかしながら、何らかの原因により PM センサが正常に機能しなくなると、排気ガスを適切に監視することができなくなる。このため、国によっては、PM センサが正常に機能しているか否かを自己診断するために、PM センサ自体に自己診断機能の搭載を義務づける法規もある。

【0006】

本開示の目的は、自己診断機能を搭載した PM センサを提供することである。

【課題を解決するための手段】**【0007】**

本開示の一態様に係るセンサは、排気中の粒子状物質を捕集する複数のセルを有するフィルタ部材と、前記セルを挟んで対向配置される複数対の電極と、前記複数対の電極間の電気的特性値に基づいて粒子状物質量を推定する推定部と、前記複数対の電極間の粒子状

10

20

30

40

50

物質量の差の大きさと予め定めた閾値との比較を行い、該比較の結果に基づいて異常が発生したか否かの診断を行う診断部と、を備え、前記診断部は、前記フィルタ部材の再生処理に連動させて前記診断を実行する構成を採る。

【発明の効果】

【0008】

本開示によれば、自己診断機能を搭載したPMセンサを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】第1の実施形態のPMセンサが適用されたディーゼルエンジンの排気系の一例を示す概略構成図である。

10

【図2】第1の実施形態のPMセンサの説明図である。

【図3A】第1の実施形態のPMセンサのセンサ部およびコントロールユニットの説明図である。

【図3B】第1の実施形態のPMセンサのセンサ部の分解斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本開示の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0011】

(第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態のPMセンサ10が適用されたディーゼルエンジン（以下、単にエンジンという）100の排気系の一例を示す概略構成図である。エンジン100の排気管110内には、排気上流側から順に酸化触媒210、DPF220、NO_x浄化触媒230等が設けられている。本実施形態のPMセンサ10は、例えば、DPF220よりも上流側の排気管110およびDPF220よりも下流側の排気管110のいずれかに設けられる。

20

【0012】

図2は、第1の実施形態のPMセンサ10の説明図である。図3Aは、第1の実施形態のPMセンサ10のセンサ部60およびコントロールユニット40の説明図である。図3Bは、第1の実施形態のPMセンサ10のセンサ部60の分解斜視図である。

【0013】

30

PMセンサ10は、排気管110内に挿入されたケース部材11と、ケース部材11を排気管110に取り付ける台座部20と、ケース部材11内に収容されたセンサ部60と、センサ部60と電氣的に接続されたコントロールユニット40とを備えている。

【0014】

ケース部材11は、底部側（図示例では下端側）を閉塞した有底円筒状に形成されている。ケース部材11の筒軸方向の長さLは、その底部側の筒壁部が排気管110の軸中心CL近傍まで突出するように、排気管110の半径Rと略同一の長さで形成されている。なお、以下の説明では、ケース部材11の底部側を先端側、底部側とは反対側をケース部材11の基端側とする。ケース部材11は、有底円筒状の内側ケース部11Aと、内側ケース部11Aの円筒外周面を囲む円筒状の外側ケース部11Bとを備えた二重管構造を有する。

40

【0015】

内側ケース部11Aは、先端側が外側ケース部11Bよりも突出するように、その軸方向長さが外側ケース部11Bよりも長くなるよう形成されている。また、内側ケース部11Aの底部には、内側ケース部11A内の排気ガスを排気管110内に導出する導出口13が設けられている。さらに、内側ケース部11Aの基端側の筒壁部には、周方向に間隔を隔てて配置された複数の通過口14が設けられている。この通過口14は、内側ケース部11Aの外周面と外側ケース部11Bの内周面とで区画された流路15内の排気ガスを内側ケース部11A内に通過させる。

【0016】

50

流路 15 の上流端には、内側ケース部 11A の先端側筒壁部と外側ケース部 11B の先端部とにより区画された円環状の導入口 12 が形成されている。導入口 12 の開口面積 S_{12} は、導出口 13 の開口面積 S_{13} よりも小さく形成されている ($S_{12} < S_{13}$)。

【0017】

すなわち、排気管 110 を流れる排気ガスは、外側ケース部 11B よりも突出した内側ケース部 11A の筒壁面に当たり、排気管 110 の軸中心 CL 近傍に配置された導入口 12 から流路 15 内に円滑に取り込まれる。さらに、流路 15 内を流れる排気ガスは、通過口 14 から内側ケース部 11A に取り込まれ、センサ部 60 を通過した後に、排気管 110 の軸中心 CL 近傍に配置された導出口 13 から排気管 110 内に円滑に導出されるようになっている。PM センサ 10 においては、導入口 12 と導出口 13 とを、排気管 110 内で排気流速が最も速くなる軸中心 CL 近傍に配置した。これにより、フィルタ部材 61 を通過する排気流量を効果的に高めることが可能になる。

【0018】

台座部 20 は、雄ネジ部 21 と、ナット部 22 とを備えている。雄ネジ部 21 はケース部材 11 の基端部に設けられており、ケース部材 11 の基端側開口部を閉塞する。この雄ネジ部 21 は、排気管 110 に形成されたボス部 110A の雌ネジ部 21 と螺合される。ナット部 22 は、例えば六角ナットであって、雄ネジ部 21 の上端部に固定されている。これら雄ネジ部 21 およびナット部 22 には、第 1 の導電線 62A、第 2 の導電線 63A、第 3 の導電線 62B、および第 4 の導電線 63B 等を挿通させる貫通孔（不図示）が形成されている。

【0019】

センサ部 60 は、複数のフィルタ層 61 と、複数枚の第 1 の電極板 62 および第 2 の電極板 63 とを備えている。

【0020】

フィルタ層 61 は、排気中の粒子状物質を捕集する複数のセルを有するフィルタ部材として機能する。フィルタ層 61 は、例えば、多孔質セラミックス等の隔壁で区画されて排気流路をなす複数のセルの上流側と下流側とを交互に目封止し、これらセルを一方方向に並列に配置した直方体状に形成されている。排気ガス中に含まれる PM は、図 3B 中に破線矢印で示すように、排気ガスが下流側を目封止されたセル C1 から上流側を目封止されたセル C2 に流れ込むことで、セル C1 の隔壁（図 3B では隔壁は図を見やすくするため省略されている。）表面や細孔に捕集される。なお、以下の説明では、セル流路方向をセンサ部 60 の長さ方向（図 3A 中の矢印 L）とし、セル流路方向と直交する方向をセンサ部 60 の幅方向（図 3A 中の矢印 W）とする。

【0021】

第 1 の電極板 62 および第 2 の電極板 63 は、例えば、平板状の導電性部材であって、その長さ方向 L および幅方向 W の外形寸法がフィルタ層 61 と略同一に形成されている。第 1 の電極板 62 および第 2 の電極板 63 は、フィルタ層 61 を挟んで交互に積層される。

【0022】

第 1 の電極板 62 と第 2 の電極板 63 とを対向配置し、第 1 の電極板 62 と第 2 の電極板 63 間にフィルタ層 61 を挟持させたことでコンデンサを形成するようになっている。平板状の第 1 の電極板 62 と第 2 の電極板 63 によりコンデンサを形成することで、電極表面積 S を効果的に確保することが可能となり、検出可能な静電容量の絶対値を高めることが可能になる。また、電極間距離 d がセルピッチとなり均一化されることで、初期の静電容量のバラツキを効果的に抑制することができる。

【0023】

第 1 の電極板 62 は、第 1 の導電線 62A または第 3 の導電線 62B を介してコントロールユニット 40 にそれぞれ接続されている。同様に、第 2 の電極板 63 は、第 2 の導電線 63A または第 4 の導電線 63B を介してコントロールユニット 40 にそれぞれ接続されている。

【0024】

コントロールユニット40は、フィルタ再生制御部41と、第1のPM量推定演算部42Aと、第2のPM量推定演算部42Bと、診断部43とを備える。

【0025】

フィルタ再生制御部41は、静電容量検出回路（図示せず）によって検出される第1の電極板62および第2の電極板63間の静電容量に応じて電気ヒータ（図示せず）に通電する。通電した電気ヒータから発生する熱が、セルC1に堆積したPMを燃焼除去する。こうして、フィルタ再生制御部41は、フィルタ層61のフィルタ再生を制御する。これに代えて、フィルタ再生制御部41は、第1の電極板62および第2の電極板63に電圧を直接印加し、第1の電極板62および第2の電極板63から発生した熱によりセルC1に堆積したPMを燃焼除去させることにより、フィルタ層61のフィルタ再生を制御してもよい。

10

【0026】

第1のPM量推定演算部42Aおよび第2のPM量推定演算部42Bは、フィルタ再生終了から次のフィルタ再生開始までの再生インターバルにおける静電容量の変化量に基づいて、エンジン100から排出される排気ガス中の総PM量を推定する。ここで、第1のPM量推定演算部42Aおよび第2のPM量推定演算部42Bは、複数対の電極間の電気的特性値に基づいて粒子状物質量を推定する推定部として機能する。

【0027】

以下に、総PM量の推定方法の一例について具体的に説明する。電極間の静電容量Cpは、電極板62、63間の媒体の誘電率をε、電極板62、63の表面積をS、電極板62、63間の距離をdとして以下の数式1で表される。

20

【0028】

【数1】

$$Cp = \sum (\epsilon \times \frac{S}{d})$$

【0029】

数式1において、電極板62、63の表面積Sは一定であり、セルC1に捕集されたPMによって誘電率ε及び距離dが変化すると、それに伴い静電容量Cpも変化する。電極板62、63間の静電容量Cpとフィルタ層61のPM堆積量との間には略比例関係が成立することが知られている。

30

【0030】

セルC1に捕集されたPMの堆積量が上限値を超えると、電極板62、63間の静電容量CpとPM堆積量との比例関係が崩れ、電極板62、63間の静電容量Cpの推定精度が低下する。そこで、フィルタ再生制御部41は、電極板62、63の静電容量CpがPM上限堆積量を示す所定の静電容量上限閾値Cp_{MAX}に達すると、電気ヒータに通電するフィルタ再生制御を開始する。このフィルタ再生制御は、静電容量CpがPMの完全除去を示す所定の静電容量下限閾値Cp_{min}に低下するまで継続される。

【0031】

40

PM量推定演算部42A、42Bは、再生インターバルT_n間（フィルタ再生制御終了から次のフィルタ再生制御開始まで）における静電容量変化量ΔCpに基づいて、エンジン100から排出される排気ガス中の総PM量m_{PM SUM}を推定する。再生インターバルT_n間にフィルタ層61で捕集されるPM量m_{PM n}は、静電容量変化量ΔCpに一次の係数βを乗算した以下の数式2で得られる。

【0032】

【数2】

$$m_{PMn} = \beta \cdot \Delta Cp_n$$

【0033】

50

PM量推定演算部42A、42Bは、数式2から算出される各再生インターバル T_n 間のPM量 m_{PMn} を順次積算する以下の数式3に基づいて、エンジン100から排出される排気ガス中の総PM量 m_{PMSUM} をリアルタイムに演算する。

【0034】

【数3】

$$m_{PMSUM} = \beta \cdot \Delta Cp_1 + \beta \cdot \Delta Cp_2 + \dots + \beta \cdot \Delta Cp_n = \beta \cdot \sum_{T=1}^n \Delta Cp_T$$

【0035】

なお、PM量の推定は、上記の手法に限られず、様々な手法を採用することができる。例えば、予め実験等により静電容量 Cp とPM量 m_{PM} との関係を求めてマップを作成しておき、このマップを参照することで総PM量や瞬時のPM量を推定することもできる。

10

【0036】

診断部43は、第1のPM量推定演算部42Aが推定する粒子状物質質量および第2のPM量推定演算部42Bが推定する粒子状物質質量との差の大きさを予め定めた閾値と比較し、比較の結果に基づいてPMセンサ10に異常が発生したか否かの診断を行う。ここで、予め定めた閾値は、PMセンサ10に異常が発生したか否かを診断することができる限りにおいて、その大きさに制限はない。例えば、異常が発生していないPMセンサ10を用いて、第1のPM量推定演算部42Aが推定する粒子状物質質量および第2のPM量推定演算部42Bが推定する粒子状物質質量との差の分布を予め実験等に基づき求めておき、当該分布に基づき閾値を予め定める。こうすると、PMセンサ10は、自己診断機能を備えることができる。

20

【0037】

診断部43は、フィルタ層61の再生処理に連動させて、PMセンサ10に異常が発生したか否かを診断する。一例において、診断部43は、フィルタ層61が再生された直後に、第1のPM量推定演算部42Aが推定する粒子状物質質量および第2のPM量推定演算部42Bが推定する粒子状物質質量との差の大きさを予め定めた閾値と比較する。ここで、フィルタ層61が再生された直後とは、フィルタ層61が再生された後の所定の時間後であるが、フィルタ層61に付着した粒子状物質を無視することができる限りにおいて、その時点に特に制限はない。診断部43は、フィルタ層61が再生された直後にPMセンサ10を診断することにより、例えば、粒子状物質の燃焼不良や、電気ヒータの不具合に起因するPMセンサ10の異常が発生したか否かを診断することができる。

30

【0038】

一例において、診断部43は、フィルタ層61が再生される直前に、第1のPM量推定演算部42Aが推定する粒子状物質質量および第2のPM量推定演算部42Bが推定する粒子状物質質量との差の大きさを予め定めた閾値と比較する。ここで、フィルタ層61が再生される直前の時点は、フィルタ層61が再生される時点の所定の時間前であるが、フィルタ層61が再生される時点と近ければ近いほど良い。診断部43は、フィルタ層61が再生される直前にPMセンサ10を診断することにより、例えば、粒子状物質の付着の仕方の不均一性や、フィルタ層61の目詰まり等に起因するPMセンサ10の異常が発生したか否かを診断することができる。

40

【0039】

一例において、診断部43は、フィルタ層61が再生された直後およびフィルタ層61が再生される直前の双方において、第1のPM量推定演算部42Aおよび第2のPM量推定演算部42Bが推定する粒子状物質質量の差の大きさを予め定めた閾値と比較する。こうすると、診断部43は、より正確な診断を行うことができる。

【0040】

一例において、第1のPM量推定演算部42Aおよび第2のPM量推定演算部42Bは、同一のPM量推定演算部である。1つのPM量推定演算部が、ある時点において第1のPM量推定演算部42Aとして機能し、他のある時点において第2のPM量推定演算部4

50

2 Bとして機能する。こうすると、コントロールユニット40の構成をより簡易にすることができる。

【0041】

(他の実施形態)

第1の実施形態においては、コントロールユニット40は、フィルタ再生制御部41と、第1のPM量推定演算部42Aと、第2のPM量推定演算部42Bと、診断部43とを備えているが、これに代えて、フィルタ再生制御部41と、第1のPM量推定演算部42Aと、第2のPM量推定演算部42Bと、診断部43との少なくとも1つを別体のハードウェアに設けてもよい。

【0042】

10

第1の実施形態においては、PMセンサ10は、第1の電極板62および第2の電極板63間の静電容量に基づいて、エンジン100から排出される排気ガス中の総PM量を推定している。これに代えて、PMセンサ10は、第1の電極板62および第2の電極板63間の電気抵抗値などの他の電気的特性値の変化に基づいて、エンジン100から排出される排気ガス中の総PM量を推定してもよい。

【0043】

第1の電極板62の少なくとも1つが第1の導電線62Aに接続されており、第1の電極板62のその他の少なくとも1つが第3の導電線62Bに接続されている限りにおいて、第1の電極板62とコントロールユニット40との接続の仕方は特に限定されない。また、第2の電極板63の少なくとも1つが第2の導電線63Aに接続されており、第1の電極板63のその他の少なくとも1つが第4の導電線63Bに接続されている限りにおいて、第1の電極板63とコントロールユニット40との接続の仕方は特に限定されない。したがって、接続の仕方は、図3Aにおいて示されたものに限定されない。

20

【産業上の利用可能性】

【0044】

本開示に係るPM（粒子状物質）センサは、ディーゼルエンジンを搭載した車両において使用するのに好適である。

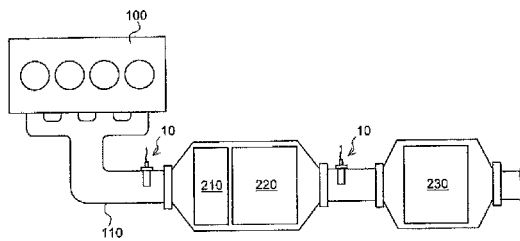
【符号の説明】

【0045】

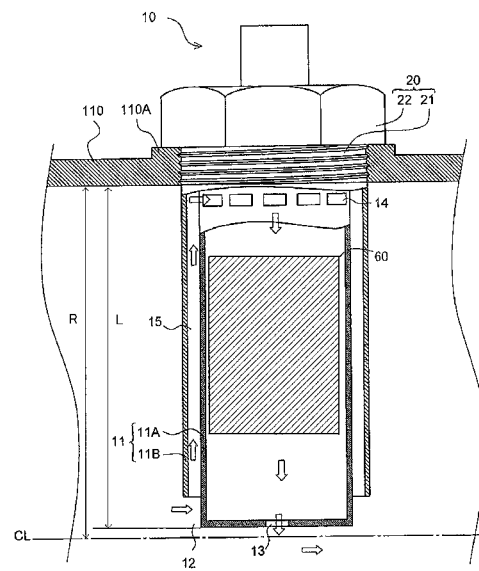
10	PMセンサ	30
11	ケース部材	
11A	内側ケース部	
11B	外側ケース部	
12	導入口	
13	導出口	
14	通過口	
15	流路	
20	台座部	
21	雄ネジ部	
22	ナット部	40
40	コントロールユニット	
41	フィルタ再生制御部	
42A	第1のPM量推定演算部	
42B	第2のPM量推定演算部	
43	診断部	
60	センサ部	
61	フィルタ層	
62	第1の電極板	
62A	第1の導電線	
62B	第3の導電線	50

- 6 3 第 2 の電極板
 6 3 A 第 2 の導電線
 6 3 B 第 4 の導電線

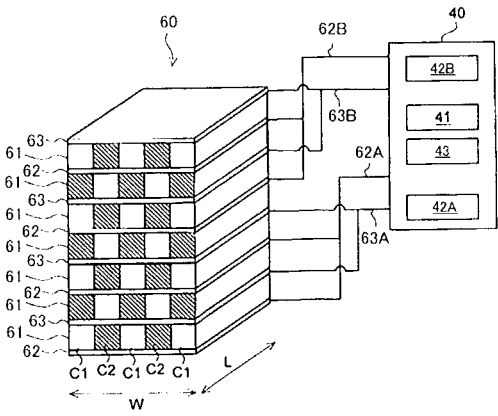
【図 1】



【図 2】



【図 3 A】



【図 3 B】

