

(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2011-80439

(P2011-80439A)

(43) 公開日 平成23年4月21日(2011.4.21)

(51) Int. Cl.		F I			テーマコード (参考)	
FO 1 N	3/02	(2006.01)	FO 1 N	3/02	3 2 1 K	3 G 0 9 0
FO 1 N	3/00	(2006.01)	FO 1 N	3/00	Z A B F	3 G 0 9 1
FO 1 N	3/18	(2006.01)	FO 1 N	3/18	C	
			FO 1 N	3/02	3 0 1 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2009-234860 (P2009-234860)	(71) 出願人	000004695
(22) 出願日	平成21年10月9日 (2009. 10. 9)		株式会社日本自動車部品総合研究所
		(71) 出願人	000004260
			株式会社デンソー
		(74) 代理人	100067596
			弁理士 伊藤 求馬
		(72) 発明者	松岡 弘芝
			愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式
			会社日本自動車部品総合研究所内
		(72) 発明者	寺西 真哉
			愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式
			会社日本自動車部品総合研究所内

最終頁に続く

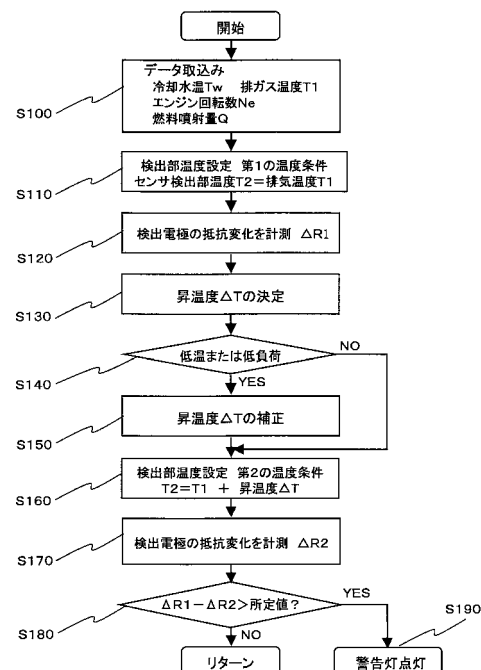
(54) 【発明の名称】 パティキュレートフィルタの異常検出装置

(57) 【要約】

【目的】 パティキュレートフィルタの異常の有無を判断するための、電気抵抗式の排出微粒子センサを用いた新規な手法を提供する。

【解決手段】 ディーゼルエンジンの排気管2にパティキュレートフィルタDPFを設け、異常時にすり抜ける微粒子状物質PMを電気抵抗式のPMセンサ1にて検出する。電子制御ユニットECUは、排出ガス温度T1とPMセンサ1の一对の検出電極11、12の温度T2が等しい第1の温度条件と、 $T2 > T1$ の第2の温度条件における検出部100の出力値とを比較して、その差分値が所定値を超えた時に異常と判定する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内燃機関の排気通路に配設されて排出ガス中の微粒子状物質を捕集するパティキュレートフィルタと、

該パティキュレートフィルタの下流に設置されて、排出ガス中の微粒子状物質の量を検出する排出微粒子センサと、

該排出微粒子センサの検出結果に基づいて、上記パティキュレートフィルタの異常を検出する異常検出部を備え、

上記排出微粒子センサは、絶縁性基体の表面に一对の検出電極を形成した検出部と、該検出部を所定温度に加熱するヒータ部を有し、上記一对の検出電極間に付着する微粒子状物質の量に応じて電気抵抗値が変化する構成であり、

10

上記異常検出部は、上記排出ガスの温度を T_1 、上記検出部の上記一对の検出電極の温度を T_2 とした時に、上記一对の検出電極の温度 T_2 と上記排出ガスの温度 T_1 が等しい第 1 の温度条件における上記検出部の出力値と、上記一对の検出電極の温度 T_2 が上記排出ガスの温度 T_1 より高い第 2 の温度条件における上記検出部の出力値とを比較し、その差分値または比の値が所定値を超えた時に、パティキュレートフィルタの異常と判定する判定手段を備えることを特徴とするパティキュレートフィルタの異常検出装置。

【請求項 2】

上記異常検出部は、上記第 2 の温度条件における上記一对の検出電極の温度 T_2 と上記排出ガスの温度 T_1 の差が、 50°C ～ 200°C の範囲となるように、上記一对の検出電極の温度 T_2 を設定する請求項 1 記載のパティキュレートフィルタの異常検出装置。

20

【請求項 3】

上記異常検出部は、上記第 2 の温度条件における上記一对の検出電極の温度 T_2 と上記排出ガスの温度 T_1 の差を、上記内燃機関の温度または負荷を含む運転条件に基づいて設定する請求項 1 記載のパティキュレートフィルタの異常検出装置。

【請求項 4】

上記排出微粒子センサは、上記排気通路に位置する上記絶縁性基体の先端部表面に、櫛歯状の上記一对の検出電極とリード部を形成して上記検出部とし、上記絶縁性基体の先端部裏面に、ヒータ電極およびリード部を形成して上記ヒータ部とする請求項 1 記載のパティキュレートフィルタの異常検出装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両用内燃機関の排出ガス中に存在する微粒子状物質を捕集するパティキュレートフィルタの異常検出装置に関し、特に、電気抵抗式の排出微粒子センサを用いて、パティキュレートフィルタをすり抜ける微粒子状物質の量を検出することにより破損等の異常を検出する装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

自動車用ディーゼルエンジン等において、排出ガスに含まれる環境汚染物質、特に微粒子状炭素 (Soot) および可溶性有機成分 (SOF) を主体とする微粒子状物質 (Particulate Matter; 以下、適宜 PM と称する) を捕集するために、排気通路にディーゼルパティキュレートフィルタ (以下、適宜 DP F と称する) を設置することが行われている。DP F は、一般に、耐熱性に優れた多孔質セラミックスからなり、多数の細孔を有する隔壁に排出ガスを通過させて PM を捕捉する。さらに、PM 捕集量が規定量を超えると、ヒータ加熱あるいはポスト噴射等により高温の燃焼排気ガスを DP F 内に導入し、PM を燃焼除去して DP F を再生させる。再生時期の判断には、例えば、PM 捕集量の増加により前後差圧が増大することを利用することができ、差圧センサの検出結果に基づいて PM 捕集量を検出している。

40

【0003】

50

一方、特許文献 1、2 には、排出ガス中の PM を直接検出するためのセンサが提案されている。特許文献 1、2 は、微粒子状炭素が導電性を有することを利用した電気抵抗式のセンサであり、絶縁性を有する基板の表面に、一対の導電性電極を形成した基本構成を有している。このセンサを、PM が含まれる排出ガスの通路に配置すると、検出部となる電極間に、微粒子状炭素が付着することによる抵抗値の変化から、PM を検出することができる。また、特許文献 1 には、基板の裏面または内部に発熱体を形成し、検出部の温度を 400℃～600℃に加熱すると、抵抗変化量が大きく、回復時間が短くなって、検出精度が向上することが開示されている。

【0004】

そこで、電気抵抗式のセンサを DPF の上流に設置して、DPF に流入する PM 量を測定し、あるいは DPF の下流に設置して、DPF をすり抜ける PM 量を測定することが検討されている。前者は差圧センサに代わる再生時期の判断に、後者は、DPF の作動状態の監視、劣化や破損等の判断に利用される。近年は、環境汚染防止のために、車載式故障診断装置 (OBD; On Board Diagnosis) の設置が義務付けられており、後者の重要性が増している。なお、PM を検出する技術としては、他に触媒と熱電対を用いて PM の酸化反応による発熱を検出するセンサや、波長可変ダイオードレーザを用いて排出ガスの化学種や温度をモニタリングする方法が知られるが、電気抵抗式のセンサは、簡易な構成で比較的安定した出力が得られる利点がある。

【0005】

故障診断について、特許文献 2 には、電気抵抗式のセンサの一対の電極間に、多孔質導電材よりなる検出電極を挿入配置し、常時微量の電流が流れる構成とすることで、より少量の PM を検出可能とすることが開示されている。また、特許文献 3、4 には、DPF から漏れ出る PM 量を測定する電気抵抗式のセンサを含む故障判定システムが提案されている。特許文献 3 の故障センサは、DPF に導入される PM 量を決定する上流センサと、DPF から漏れる PM 量を測定する下流センサを備え、上流センサによる PM 量を積算して DPF から漏れると推定される PM 量を決定し、下流センサによる測定値との比較から故障を検出する。特許文献 4 には、DPF の下流に、PM が付着する電気絶縁層に相互に離間して設けた複数の電極を有するセンサを配置し、複数の電極間の電気抵抗値に相関する指標を計測して、計測値が所定基準より小さくなると DPF 故障と判定する ECU を備えた故障判定装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特公平 2-44386 号公報

【特許文献 2】特開 2006-266961 号公報

【特許文献 3】特開 2008-298071 号公報

【特許文献 4】特開 2009-144577 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところが、電気抵抗式のセンサは、特許文献 1 に示されるように、温度依存性があり、検出部の温度に応じて抵抗値が変化する。このため、特許文献 2 においては、予め周囲の温度変化と電気抵抗の値との関係を求めておき、温度測定部によって得られた温度により検出した電気抵抗の値を補正するようになっている。また、補正した電気抵抗値と初期値との差から PM 量を算出するために、予め実験等を行って PM 堆積量と電気抵抗値（もしくは変化量）の関係を調べておく必要があり、さらに、正常な状態での検出量を予め調べて特定しておき、算出した PM 量と比較することによって、DPF による捕集が正常に行われているかどうかを判断することになる。

【0008】

しかしながら、エンジンからの排出ガスに含まれる PM 量は、運転状態（負荷や回転数

10

20

30

40

50

）によっても大きく変化する。PMが増加する傾向は、負荷が高くなるほど、例えば、エンジン始動時のような低回転数から高回転数までの全域でPM量が多くなる。また出力領域まで回転数が高くなるとPM量が増加する傾向がある。さらに運転状態によって、排出されるPMの性状や粒子分布が変動すると、DPFをすり抜けるPM量も変動する。そのため、DPFの性能低下や破損の有無を判定するには、運転状態に対して予め求めておいたPM量マップと現在のPM量を比較することになるが、全運転領域をマップ化することは容易でない。また、DPFへのPM堆積状態によっても、PMのすり抜け量は変動することから、PM堆積量との関係もマップ化する必要があり、格納するマップ量を増大する上、故障判定の工程も煩雑になる問題がある。

【0009】

また、特許文献3には、故障を判定するための具体的な方法が記載されていない。特許文献4の故障判定は、特許文献2と同様に、予め求めておいたPM堆積量と電気抵抗値との関係から、故障判定閾値を求めておくものである。そして、モニタした電極間抵抗値が閾値より小さくなったら軽微な故障とするが、この閾値については、OBD基準値を基準にするとされるものの、運転状態等の具体的な記載はなく、同様の問題が生じる懸念がある。

【0010】

そこで本発明は、内燃機関の排出ガスを処理するDPFの異常の有無を判断するための、電気抵抗式の排出微粒子センサを用いた新規な手法を提供し、簡易な構成で、大量のマップや煩雑な補正処理の必要がなく、応答性および精度の高い異常検出装置を実現することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の請求項1に記載の発明は、

内燃機関の排気通路に配設されて排出ガス中の微粒子状物質を捕集するパティキュレートフィルタと、

該パティキュレートフィルタの下流に設置されて、排出ガス中の微粒子状物質の量を検出する排出微粒子センサと、

該排出微粒子センサの検出結果に基づいて、上記パティキュレートフィルタの異常を検出する異常検出部を備え、

上記排出微粒子センサは、絶縁性基体の表面に一对の検出電極を形成した検出部と、該検出部を所定温度に加熱するヒータ部を有し、上記一对の検出電極間に付着する微粒子状物質の量に応じて電気抵抗値が変化する構成であり、

上記異常検出部は、上記排出ガスの温度を T_1 、上記検出部の上記一对の検出電極の温度を T_2 とした時に、上記一对の検出電極の温度 T_2 と上記排出ガスの温度 T_1 が等しい第1の温度条件における上記検出部の出力値と、上記一对の検出電極の温度 T_2 が上記排出ガスの温度 T_1 より高い第2の温度条件における上記検出部の出力値とを比較し、その差分値または比の値が所定値を超えた時に、パティキュレートフィルタの異常と判定する判定手段を備える。

【0012】

本発明の請求項2に記載の発明において、上記異常検出部は、上記第2の温度条件における上記一对の検出電極の温度 T_2 と上記排出ガスの温度 T_1 の差が、 $50^{\circ}\text{C} \sim 200^{\circ}\text{C}$ の範囲となるように、上記一对の検出電極の温度 T_2 を設定する。

【0013】

本発明の請求項3に記載の発明において、上記異常検出部は、上記第2の温度条件における上記一对の検出電極の温度 T_2 と上記排出ガスの温度 T_1 の差を、上記内燃機関の温度または負荷を含む運転条件に基づいて設定する。

【0014】

本発明の請求項4に記載の発明において、上記排出微粒子センサは、上記排気通路に位置する上記絶縁性基体の先端部表面に、櫛歯状の上記一对の検出電極とリード部を形成し

10

20

30

40

50

て上記検出部とし、上記絶縁性基体の先端部裏面に、ヒータ電極およびリード部を形成して上記ヒータ部とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明の請求項1に記載の発明は、電気抵抗式の排出微粒子センサを用いた新規な手法によりパティキュレートフィルタの異常検出を行う。パティキュレートフィルタに破損等の異常が生じると、排出ガス中の微粒子状物質がパティキュレートフィルタをすり抜けて、下流の排出微粒子センサに流入する。異常検出部は、排出微粒子センサの検出部をヒータ部によって加熱し、排出ガス温度 T_1 と検出電極の温度 T_2 が等しくなるようにした第1の温度条件と、これより検出電極の温度 T_2 が高くなるようにした第2の温度条件において、それぞれセンサ出力値を得る。ここで、異常時にパティキュレートフィルタをすり抜ける微粒子状物質は比較的粗大な粒子が多く、熱泳動の影響を受けやすいために、第1の温度条件よりも高い第2の温度条件では微粒子状物質が付着しにくくなる。

10

【0016】

このため、これら2水準の温度で検出されたセンサ出力値は、パティキュレートフィルタに異常がある場合、その差分値が正常な場合に比べて大きくなる。したがって、これら出力値を比較することで、パティキュレートフィルタが正常に機能しているかどうかを容易に判定することができる。よって、簡易な構成で、大量のマップや煩雑な補正処理が不要であり、応答性よく高精度な異常検出装置を実現できる。

【0017】

20

本発明の請求項2に記載の発明のように、具体的には、上記第2の温度条件にて上記一对の検出電極の温度 T_2 と上記排出ガスの温度 T_1 の差を 50°C 以上とすれば、センサ出力値の差分値に基づく異常判定が可能である。また、 200°C を超えても出力値は大きく変わらず、昇温に必要なエネルギーが大きくなるので、適切な温度差に設定することで、効果的に異常検出ができる。

【0018】

本発明の請求項3に記載の発明のように、好適には、内燃機関の温度あるいは負荷により上記一对の検出電極の温度 T_2 と上記排出ガスの温度 T_1 の差を設定する。例えば低温または低負荷運転条件では、未燃焼のHCが排出されやすく、微粒子状物質も付着しやすくなるので、上記一对の検出電極の温度 T_2 と上記排出ガスの温度 T_1 の差を小さくすることができ、効率よい検出が可能になる。逆に高負荷運転条件では温度差を大きくする方がよく、精度よい判定を行うことができる。

30

【0019】

本発明の請求項4に記載の発明のように、上記排出微粒子センサは、上記絶縁性基体の先端部に上記検出部を形成して排気通路に設置し、その裏面に上記ヒータ部を配置するとよく、効率よく検出部を加熱して高精度な異常判定が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の第1実施形態において、異常検出部となる電子制御ユニットが備える判定手段の内容を示すフローチャートである。

40

【図2】本発明の異常検出装置が適用されるディーゼルエンジンのシステム全体概略図である。

【図3】PMセンサの主要部であるPM検出素子構成を示す図である。

【図4】PMセンサを、ディーゼルエンジンの排気管に取り付けた状態を示す図である。

【図5】PM堆積量と電極間抵抗値の関係を示す図である。

【図6】PMセンサの検出部の昇温度と抵抗変化率の関係を、正常時と異常時とで比較して示す図である。

【図7】PMセンサの検出部の昇温度と抵抗変化率の関係を、排気温度の高い時と低い時とで比較して示す図である。

【発明を実施するための形態】

50

【0021】

本発明のパーティキュレートフィルタの異常検出装置を、内燃機関である自動車用ディーゼルエンジンの排ガス浄化システムへ適用した第1実施形態について、図面を参照しながら説明する。図2は、ディーゼルエンジンE/Gのシステム全体概略図で、各気筒に共通のコモンレールRに、高圧ポンプPMPにて昇圧した高圧燃料を所定の噴射圧となるように蓄圧するコモンレール燃料噴射システムを採用し、インジェクタINJによって燃焼室内に直接噴射する直噴エンジンとして構成されている。内部を排気通路とする排気管2には、パーティキュレートフィルタであるディーゼルパーティキュレートフィルタDPFと、排出微粒子センサであるPMセンサ1が設けられ、異常検出部となる電子制御ユニットECUとともに、本発明のパーティキュレートフィルタの異常検出装置を構成している。図1は、電子制御ユニットECUによる異常検出処理のフローチャートで、詳細は後述する。

10

【0022】

図2において、ディーゼルエンジンE/Gの排気マニホールドMH_{EX}には、タービンTRBが設けられ、タービンTRBに連動して過給器TRB_{CGR}が回転すると、圧縮された空気がインタクーラCLR_{INT}を通過して吸気マニホールドMH_{IN}に送られる。排気マニホールドMH_{EX}から排出される燃焼排気の一部はEGRバルブV_{EGR}およびEGRクーラCLR_{EGR}を介して吸気マニホールドMH_{IN}に還流する。過給により吸気量を増大して燃焼効率を高め、EGRにより燃焼を緩やかにしてNO_x等の排出を抑制する。

20

【0023】

排気マニホールドMH_{EX}に接続する排気管2には、ディーゼル酸化触媒DOCおよびディーゼルパーティキュレートフィルタDPFが設けられ、燃焼排気ガスを処理する。すなわち、排気管2に排出された燃焼排気ガスは、上流側のディーゼル酸化触媒DOCを通過する間に、未燃焼の炭化水素HC、一酸化炭素COおよび一酸化窒素NOが酸化され、下流側のディーゼルパーティキュレートフィルタDPFを通過する間に、微粒子状物質PMが捕集される。NO_x除去には、例えば、ディーゼルパーティキュレートフィルタDPFの後段に、図略の選択触媒還元SCR等が設けられて、NO_xをN₂とH₂Oに還元して除去する。

【0024】

ディーゼル酸化触媒DOCは公知のモノリス担体、例えばコーディエライト等のセラミックスハニカム構造体よりなる担体表面に、酸化触媒を担持してなる。ディーゼル酸化触媒DOCは、ディーゼルパーティキュレートフィルタDPFの強制再生時に、供給される燃料の酸化燃焼により排気温度を上昇させ、あるいは微粒子状物質PM中のSOF成分を酸化除去する。また、NOの酸化により生成するNO₂は、後段のディーゼルパーティキュレートフィルタDPFに堆積した微粒子状物質PMの酸化剤として使用され、連続的な酸化を可能にする。

30

【0025】

ディーゼルパーティキュレートフィルタDPFは、公知のウォールフロータイプのフィルタ構造を有する。例えば、コーディエライト等の耐熱性セラミックスよりなる多孔質セラミックスハニカム構造体を成形し、ガス流路となる多数のセルの入口側または出口側のいずれか一方を、隣接するセルで互い違いになるように目封じしてフィルタとする。この時、ガス流路を区画するセル壁を貫通して多数の細孔が形成され、ディーゼルパーティキュレートフィルタDPFに導入される排出ガス中の微粒子状物質PMを捕獲する。なお、ここでは、ディーゼル酸化触媒DOCとディーゼルパーティキュレートフィルタDPFを別体に設けているが、これらを一体化した連続再生式ディーゼルパーティキュレートフィルタとして構成することもできる。

40

【0026】

本実施形態では、ディーゼルパーティキュレートフィルタDPFに堆積した微粒子状物質PMの量(PM捕集量)を知るために、差圧センサSPが設けられる。差圧センサSPは、圧力導入管を介してディーゼルパーティキュレートフィルタDPFの上流側および下流側

50

と接続されており、その前後差圧に応じた信号を電子制御ユニット ECU に出力する。また、ディーゼル酸化触媒 DOC の上流および、ディーゼルパティキュレートフィルタ DP F の上下流には、温度センサ ST 1、ST 2、ST 3 が配設されて、各部の排気温度を監視している。電子制御ユニット ECU は、これら出力に基づいてディーゼル酸化触媒 DOC の触媒活性状態やディーゼルパティキュレートフィルタ DP F の PM 捕集状態を監視し、PM 捕集量が許容量を超えると、強制再生を行って微粒子状物質 PM を燃焼除去する再生制御を実施する。

【0027】

電子制御ユニット ECU による再生制御では、例えばポスト噴射等を行って排気中の HC を増量し、ディーゼル酸化触媒 DOC での HC 反応熱によりディーゼルパティキュレートフィルタ DP F の温度を、微粒子状物質 PM の燃焼温度以上に上昇させる。この時、ディーゼルパティキュレートフィルタ DP F の入ガス温度、出ガス温度を監視して、ディーゼルパティキュレートフィルタ DP F が所定の温度範囲となるように制御する。微粒子状物質 PM が自然燃焼可能な運転条件では、再生制御を実施しない設定とすることで、燃料消費を抑制することもできる。電子制御ユニット ECU は、さらに図示しない各種センサからの検出信号が入力しており、これら信号に基づく最適な燃料噴射量、噴射時期、噴射圧等を算出して、燃料噴射を制御する。

【0028】

ディーゼルパティキュレートフィルタ DP F の下流の排気管 2 には、PM センサ 1 が配置されて、ディーゼルパティキュレートフィルタ DP F をすり抜ける微粒子状物質 PM を検出する。図 3 は、PM センサ 1 の主要部である PM 検出素子 10 を示す図であり、図 4 は、PM 検出素子部 10 を含む PM センサ 1 を排気管 2 に取り付けた状態を示す図である。図 3 において、PM 検出素子 10 は、絶縁性基体である絶縁基板 13 表面に一对の検出電極 11、12 を形成した検出部 100 と、一对の検出電極 11、12 と外部の抵抗計測手段とを導通させるリード部 111、121 と、検出部 100 の裏面側に積層されて、これを所定温度に加熱するためのヒータ部 300 を有している。

【0029】

検出部 100 は、アルミナ等の電気絶縁性および耐熱性に優れたセラミック材料をドクターブレード法、プレス成形法等の公知の手法を用いて平板状の絶縁基板 13 に形成し、その先端部表面に、所定の電極間距離をおいて一对の楕円形状の検出電極 11、12 を対向配設させてなる。検出電極 11、12 は、例えば白金等の貴金属を含む導電性ペーストを、所定のパターンに印刷して形成される。ヒータ部 300 は、同様にして形成した平板状の絶縁基板 33 と、その先端部表面に所定パターンで形成したヒータ電極 30 からなり、リード部 31、32 によって外部の通電手段に接続されている。

【0030】

図 4 において、PM センサ 1 は、排気管 2 の管壁 20 に螺結される筒状ハウジング 50 を有し、その内部に筒状インシュレータ 60 に挿入固定された PM 検出素子 10 の上半部を保持している。PM 検出素子 10 の下半部は、筒状ハウジング 50 の下端部に固定されて排気管 2 内に突出する中空のカバー体 40 内に位置している。カバー体 40 の底部および側部には、ディーゼルパティキュレートフィルタ DP F を通過した微粒子状物質 PM を含む排出ガスが流通する孔 410、411 が穿設されている。

【0031】

この時、微粒子状物質 PM を確実に捕捉するため、図示するように、PM 検出素子 10 の検出部 100 が排気管 2 の上流側を向くように配置するとよい。また、検出部 100 を除く絶縁基板 13 の表面に、リード部 111、112 を覆って絶縁性保護層 14 を形成すると、リード部 111、112 間に微粒子状物質 PM が堆積することによる誤検出を防止することができる。

【0032】

次に、PM センサ 1 の基本作動について説明する。図 4 において、被測定ガスとなる排出ガスは、PM センサ 1 のカバー体 40 の孔 410、411 から内部に導入され、PM 検

10

20

30

40

50

出素子 10 の検出部 100 に到達する。図 3 において、検出部 100 の表面には、橢円形状の検出電極 11、12 が所定の間隙を有して形成されているので、排出ガスと接触することにより、導電性の微粒子状炭素を含む微粒子状物質 PM が付着し徐々に堆積すると、ある時点で検出電極 11、12 間が導通する。図 5 は、PM 堆積量を一定速度で増加させた時の、検出電極 11、12 間の電気抵抗値の変化を示すもので、略絶縁状態である初期状態には、電極間抵抗は $1 \times 10^7 \Omega$ 以上となっており、検出電極 11、12 間が導通すると、PM 堆積量の増加に伴い電極間抵抗は急激に低下して $1 \times 10^3 \Omega$ 程度となる。

【0033】

ここで、ディーゼルパティキュレートフィルタ DPF に、セル壁の破損、溶損といった何らかの不具合が生じて、正常な捕集が困難になると、排出ガスとともに放出される微粒子状物質 PM が増加する。そこで、従来は、PM センサ 1 の検出電極 11、12 間を流れる電流を計測し、PM 堆積量と電気抵抗値の関係に基づいて、故障判定を行っている。例えば、所定期間にディーゼルパティキュレートフィルタ DPF をすり抜ける微粒子状物質 PM が、正常時よりも明らかに多ければ、異常と判断することができる。

【0034】

ところが、前述したように、検出部 100 の温度により電極間抵抗または抵抗変化率は変動する。このため従来の方法では、ヒータ部 300 により検出部 100 の温度を一定に保持することが前提となる。ただし、運転状態により周囲の排気温度も大きく変動するので、検出部 100 を一定温度に保持するのは容易でなく、温度補正が必須となる。また、運転状態によってエンジン E/G から排出される微粒子状物質 PM の量や性質が変動するので、ディーゼルパティキュレートフィルタ DPF をすり抜ける微粒子状物質 PM の量も増減し、判定閾値を一定値とすると誤判定のおそれがある。あるいは、運転状態に応じたマップを基に補正を行ったり判定閾値を変更したりすることも可能であるが、マップ量が増大する。

【0035】

本発明のパティキュレートフィルタの異常検出装置は、このような従来の不具合を解消するために、排気温度を T_1 、検出電極 11、12 の温度を T_2 とし、 $T_2 - T_1$ を昇温度 ΔT とした時に、PM センサ 1 による微粒子状物質 PM の検出を、 $T_2 = T_1$ (昇温度 $\Delta T = 0^\circ\text{C}$) の第 1 の温度条件と、 $T_2 - T_1 > 0^\circ\text{C}$ の第 2 の温度条件において実施する。すなわち、第 1 の温度条件は、排気温度 T_1 と検出部 100 の温度 T_2 が等しい温度となるように、第 2 の温度条件は、排気温度 T_1 より検出部 100 の温度 T_2 が高い温度となるように、ヒータ部 300 を制御した場合であり、この 2 種類に設定した温度条件でのセンサ出力値を比較することで、異常の有無を判断する。

【0036】

図 6 は、PM センサ 1 の検出部 100 の昇温度 ΔT と、初期状態から一定時間経過後の PM センサ 1 の検出電極 11、12 間の抵抗変化率 ΔR の関係を示している。ここでは、破損等がない正常なディーゼルパティキュレートフィルタ DPF (正常時) と、内部のセル壁に破損が生じているディーゼルパティキュレートフィルタ DPF (DPF 破損時) を用意し、それぞれ昇温度 ΔT を $0^\circ\text{C} \sim 200^\circ\text{C}$ まで変化させて、検出部 100 の抵抗変化率 ΔR を測定した。図に明らかなように、正常時には、昇温度 ΔT が増加するのに伴い、抵抗変化率 ΔR は徐々に低下しているが、その変化の割合は小さくほぼ一定で、昇温度 ΔT が 0°C と、 200°C での抵抗変化率 ΔR の差はわずかである。

【0037】

これに対して、ディーゼルパティキュレートフィルタ DPF に破損がある時には、微粒子状物質 PM が正常時より全体に増加する。さらに、昇温度 ΔT が小さいほど、抵抗変化率 ΔR が大きくなり、かつ急激に変化している。この正常時とは異なる傾向は、ディーゼルパティキュレートフィルタ DPF をすり抜けて PM センサ 1 に堆積する微粒子状物質 PM の違いによるものと推定される。つまり、正常時であれば、ディーゼルパティキュレートフィルタ DPF の細孔に捕捉されにくい微細粒子 (例えば $0.1 \mu\text{m} \sim 0.01 \mu\text{m}$ 程度) であり、一方、クラック等の破損が生じると、微粒子状物質 PM のすり抜け量が増大

し、特に粗大粒子（例えば $1\text{ }\mu\text{m}\sim 10\text{ }\mu\text{m}$ 程度）が増加する。そして、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上の粗大粒子は、熱泳動の影響を受けやすいことから、昇温度 ΔT によって PM センサ 1 への付着率が変化すると考えられる。

【0038】

熱泳動は、温度勾配のある場に存在する微小粒子が、粒子と気体分子との相互作用により、高温側から低温側へ移動する現象である。PM センサ 1 の検出部 100 の温度が、導入される排気温度と同等で、温度差がなければ、排出ガス中の微粒子状物質 PM は検出部 100 に到達し、堆積する。ところが、PM センサ 1 の検出部 100 の温度を高くすると、付近の気体分子の運動量がより大きくなり、低温側へ向かう力となる。気体分子との衝突は、粒子が大きいほど頻度が高くなるから、微粒子状物質 PM、特に $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上の粗大粒子は、熱泳動力を受けて検出部 100 への付着率（抵抗変化率）が低下し、温度差がない場合との付着率（抵抗変化率）の差が大きくなる。一方、正常時には、微細粒子が主体であるために熱泳動力を受けにくいと推定される。

【0039】

図 7 は、排気温度が低い場合と排気温度が高い場合とで、昇温度 ΔT と抵抗変化率 ΔR の関係が変化するかどうかを調べた結果を併せて示している。図示されるように、排気温度が高い場合に比べて、排気温度が低い場合は、全体に抵抗変化率が高くなる側へシフトしている。これは、排気温度が低い条件では、未燃焼のまま排出される HC の量が増加し、微粒子状物質 PM 中の SOF の量も増加することから、これらが微粒子状物質 PM の PM センサ素子 1 の検出部 100 への付着を促進し、付着率（抵抗変化率）を増加させるものと考えられる。排気温度が低い条件とは、例えば低温始動時や低負荷の運転条件の時である。

【0040】

次に、図 1 のフローチャートに基づいて、異常検出部となる電子制御ユニット ECU が備える判定手段の一例を説明する。図 1 のステップ S100 では、まずデータ取込を行い、PM センサ 1 に導入される排気温度 T_1 として、ディーゼルパティキュレートフィルタ DP F 下流の温度センサ ST 3 出力を取り込む。また、図示しない水温センサからディーゼルエンジン E/G の冷却水温 T_w を、エンジン回転数センサからディーゼルエンジン E/G の回転数 N_E を取り込み、アクセル開度センサ等の出力に基づき燃料噴射量 Q を求める。

【0041】

ステップ S110 では、PM センサ 1 の検出部 100 を第 1 の温度条件に設定する。ここでは、ステップ S100 で取り込んだ排気温度 T_1 と、検出部 100 の検出電極 11、12 温度 T_2 が等しくなるように、ヒータ部 300 の通電制御を実施する。ヒータ部 300 は、検出部 100 の裏面に密着して配置されているので、ヒータ部 300 の温度が排気温度 T_1 と等しくなるように制御することで、検出電極 11、12 を含む検出部 100 を所定温度とすることができる。ヒータ部 300 の温度はヒータ電極 30 の抵抗値を検出することにより容易に制御できる。

【0042】

ステップ S120 では、第 1 の温度条件において、PM センサ 1 の検出電極 11、12 間の抵抗変化率 ΔR_1 を計測する。この時、一定時間経過後の検出部 100 の抵抗変化率は、検出電極 11、12 間に付着した微粒子状物質 PM の変化率（付着面積）に比例し、また、第 1 の温度条件では、熱泳動の影響がないので、ディーゼルパティキュレートフィルタ DP F に何らかの異常がある場合には、前述した図 6 に示したように、検出される抵抗変化率 ΔR_1 は正常時よりも大きくなる。

【0043】

次に、ステップ S130 では、第 2 の温度条件を設定するための昇温度 ΔT を決定する。ここで決定される昇温度 ΔT は、例えば中負荷の運転条件において、DP F 破損等の異常があった場合に、第 1 の温度条件に対して明らかな変化が検出できる温度差とする。好適には、図 7 の昇温度 ΔT と抵抗変化率 ΔR の関係から、例えば $100\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ の範

囲において、予め所定の基準値を設定しておくことができる。通常の運転時における排気温度は、例えば300℃～350℃程度であるので、100℃以上の温度差を設けることで、安定した出力が得られる温度範囲にて抵抗変化率 ΔR を精度よく検出できる。また、温度差が200℃を超えると抵抗値の変化はほとんどなくなり、微粒子状物質PMの燃焼温度に近づくので、200℃以下とすることで、昇温に必要なエネルギーを抑制し、検出誤差を防止できる。

【0044】

ステップS140では、ステップS130で設定した基準の昇温度 ΔT を補正するため、低温または低負荷の運転条件であるか否かを判定する。具体的には、ステップS100で取り込んだデータから、ディーゼルエンジンE/Gの冷却水温度 T_w が所定温度（例えば80℃）以下である時に低温と判断し、またはディーゼルエンジンE/Gの回転数NE、燃料噴射量Qが所定値以下である時に、低負荷の運転条件であると判断する。例えば、低温始動時には、排出されるHCが多くなるため、微粒子状物質PMが付着しやすくなり、図7に示したように、昇温度 ΔT と抵抗変化率 ΔR の関係が、通常運転時に対して変化する。低負荷運転時も同様である。

10

【0045】

そこで、ステップS140が肯定判断された場合は、ステップS150に進んで、ステップS130で設定した昇温度 ΔT を補正する。具体的には、微粒子状物質PMの付着量（抵抗変化率）の差が大きくなる傾向となるため、昇温度 ΔT をより小さくする。例えば、基準の昇温度 ΔT が100℃である場合には、-50℃として補正後の昇温度 ΔT を50℃とする。ステップS140が否定判断された場合は、ステップS150をスキップして、ステップ160に進む。

20

【0046】

次いで、ステップ160では、決定された昇温度 ΔT に基づいて、PMセンサ1の検出部100を第2の温度条件に設定する。ここでは、検出部100の検出電極11、12温度 T_2 ＝排気温度 T_1 ＋昇温度 ΔT となるように、ヒータ部300の通電制御を実施する。さらに、ステップS170では、第2の温度条件において、PMセンサ1の検出電極11、12間の抵抗変化率 ΔR_2 を計測する。この第2の温度条件では、検出部100が周囲の温度より高くなるので、熱泳動の影響が生じ、ディーゼルパティキュレートフィルタDPFに何らかの異常がある場合でも、前述した図6に示したように、検出される抵抗変化率 ΔR_2 は比較的小さくなる。

30

【0047】

そこで、続くステップ180において、計測された抵抗変化率 ΔR_1 、 ΔR_2 を比較して、異常判定を行う。ここでは、抵抗変化率 ΔR_1 と抵抗変化率 ΔR_2 の差を算出し、差分値 $\Delta R_1 - \Delta R_2$ が予め設定した所定値を超えたか否かを判定する。所定値は、例えば図7に示される関係に基づいて、ディーゼルパティキュレートフィルタDPFが正常に作動している場合の差分値よりも大きく、何らかの異常があると判断できる値以上であればよく、あるいは軽微な破損や性能低下または溶損といった異常の種類対応する複数の値を予め実験等によって設定しておくこともできる。

【0048】

ステップ180が肯定判断されると、ディーゼルパティキュレートフィルタDPFに何らかの異常があると判断して、ステップ190へ進み、例えば警告灯を点灯して運転者に異常を知らせる。ステップ180が否定判断された時には、ディーゼルパティキュレートフィルタDPFは正常と判断して、本処理を一旦終了する。

40

【0049】

以上のようにして、本実施形態では、PMセンサ1の検出部100温度を、排気温度 T_1 を基準とする第1の温度条件と、これより昇温度 ΔT だけ高い第2の温度条件とした時の抵抗変化率 ΔR_1 、 ΔR_2 に基づいて、ディーゼルパティキュレートフィルタDPFの異常を容易に検出することができる。したがって、電気抵抗式のPMセンサを用いた比較的簡易な構成で、大量のマップや温度補正を不要として、かつ精度よい判定が可能である

50

。

【0050】

なお、上記実施形態では、図1のステップ140、150において、低温または低負荷の運転条件の時に、昇温度 ΔT を補正するようにしたが、高負荷の運転条件で昇温度 ΔT を補正するようにしてもよい。このような運転条件の場合は、未燃焼のHCの排出が減り、微粒子状物質PMが付着しにくくなるので、逆に昇温度 ΔT を大きくすることが好ましい。この時、第1の温度条件と第2の温度条件の温度差が大きくなり、これら温度における抵抗変化率 ΔR_1 、 ΔR_2 の差が大きくなって、検出誤差を防止する。また図1のステップS180において、これら温度における抵抗変化率 ΔR_1 、 ΔR_2 の差を比較して判定しているが、各温度における抵抗変化率 ΔR_1 、 ΔR_2 の比の値 $\Delta R_1 / \Delta R_2$ にて判定を行うことも可能である。

10

【0051】

また、本発明で用いるPMセンサは、上記実施形態の構成に限らず、一对の検出電極の形状や配置、ヒータ部、カバー体その他各部構成を、適宜変更することもできる。さらに、パティキュレートフィルタの構成や、排気処理システム、燃料噴射システムの各部構成を任意に変更することができる。

【産業上の利用可能性】

【0052】

本発明のパティキュレートフィルタの異常検出装置は、ディーゼルパティキュレートフィルタを搭載した自動車への設置が義務付けられる車載式故障診断装置(OBD)等の用途に用いられて、環境汚染物質の排出を防止する。また、自動車用ディーゼルエンジンに限らず、システム構成の異なる他のエンジンや、排気通路に排出ガスに含まれる微粒子状物質を捕集するパティキュレートフィルタを備えるシステムのいずれにも好適に使用することができる。

20

【符号の説明】

【0053】

D P F ディーゼルパティキュレートフィルタ (パティキュレートフィルタ)

E C U 電子制御ユニット (異常検出部)

E / G ディーゼルエンジン (内燃機関)

E C U 電子制御ユニット (異常検出部)

30

1 PMセンサ (排出微粒子センサ)

10 PM検出素子

100 検出部

11、12 検出電極

111、121 リード部

13 絶縁性基板 (絶縁性基体)

14 絶縁性保護層

2 排気管 (排気通路)

20 管壁

30 ヒータ電極

40

31、32 リード部

300 ヒータ部

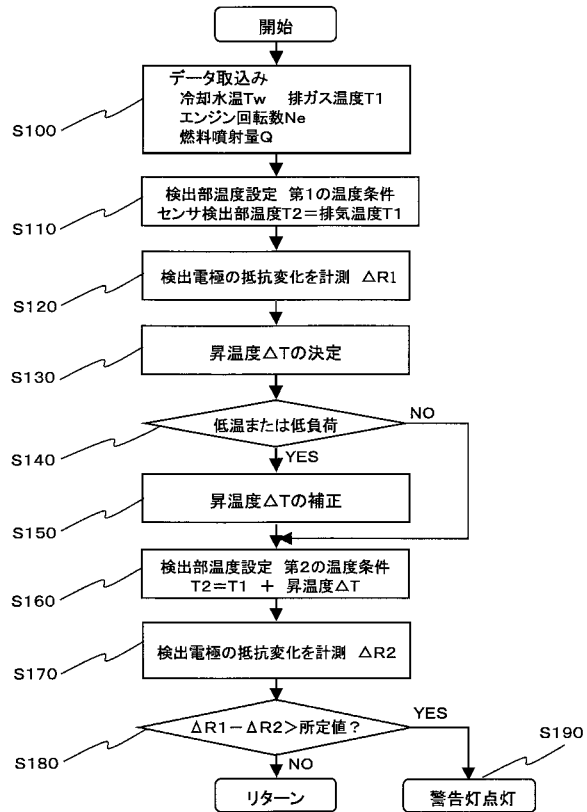
40 カバー体

410、411 孔

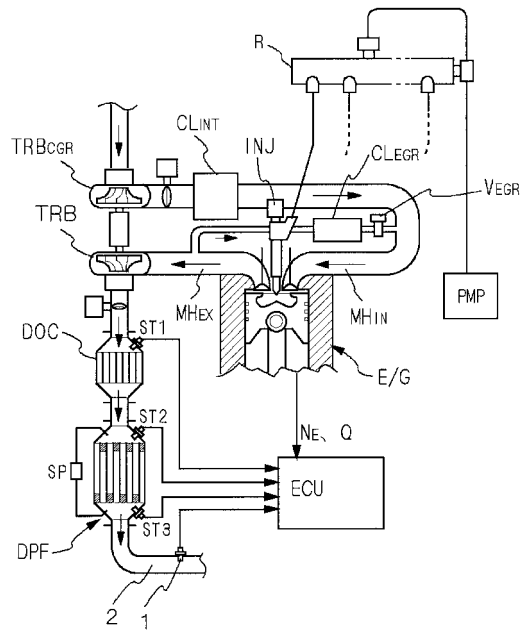
50ハウジング

60 インシュレータ

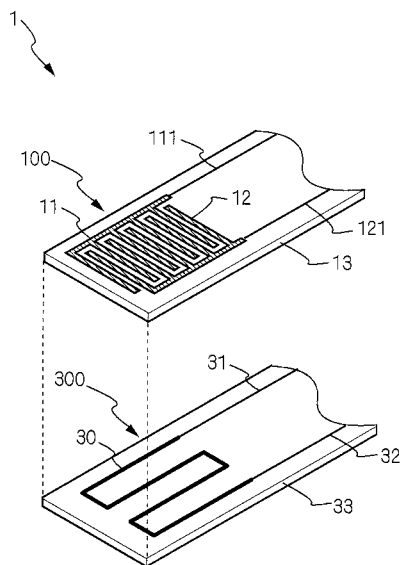
【図 1】



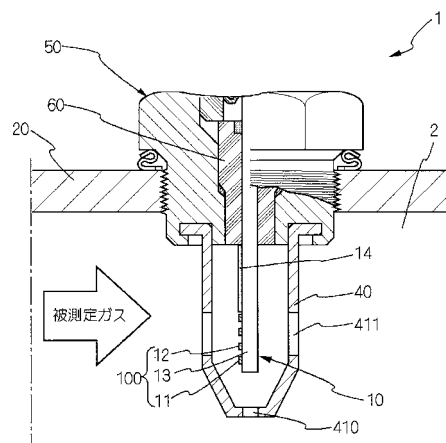
【図 2】



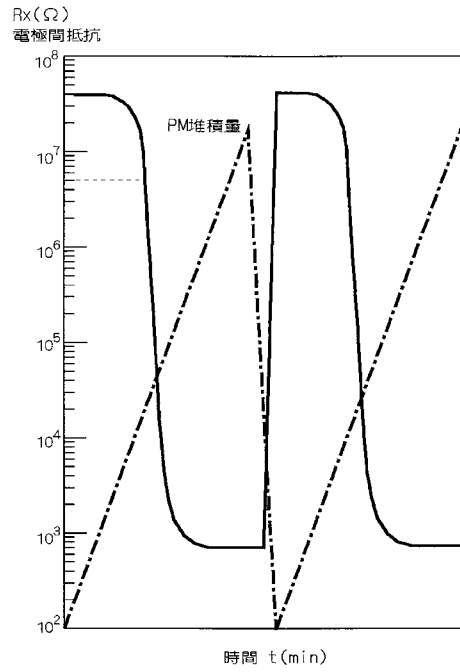
【図 3】



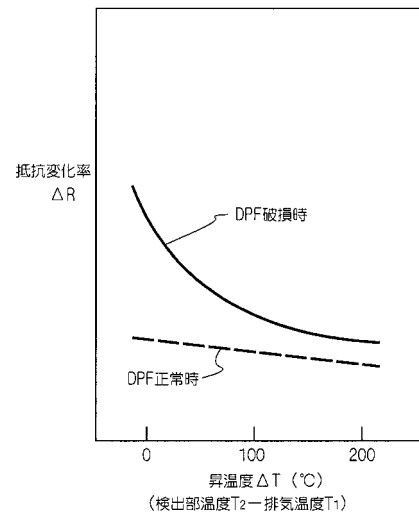
【図 4】



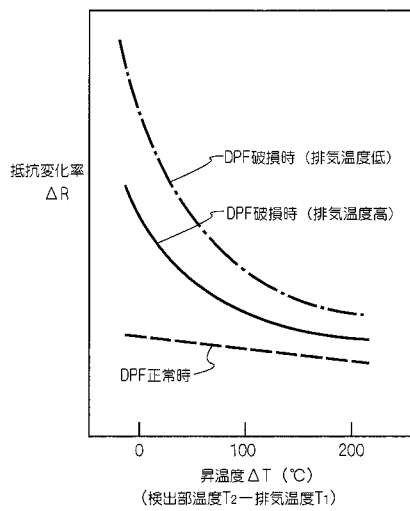
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 澤田 高志

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

(72)発明者 伊藤 英明

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

(72)発明者 武内 博文

愛知県西尾市下羽角町岩谷 1 4 番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内

F ターム(参考) 3G090 AA01 AA03 AA06 DA03 DA04 DA12 EA01 EA02

3G091 AA10 AA11 AA18 AB02 AB04 AB13 BA07 BA14 BA15 BA19

BA31 BA33 CA16 CA18 CB02 CB03 EA17 EA32 GA06 GB17X

HA10 HA12 HA15 HA16 HA36 HA37