

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5407902号  
(P5407902)

(45) 発行日 平成26年2月5日(2014.2.5)

(24) 登録日 平成25年11月15日(2013.11.15)

(51) Int. Cl.	F 1
GO 1 N 27/22 (2006.01)	GO 1 N 27/22 Z
GO 1 N 15/08 (2006.01)	GO 1 N 15/08 B
FO 1 N 3/023 (2006.01)	FO 1 N 3/02 3 2 1 K
FO 1 N 3/00 (2006.01)	FO 1 N 3/00 F

請求項の数 2 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2010-16011 (P2010-16011)	(73) 特許権者	000000170
(22) 出願日	平成22年1月27日 (2010.1.27)		いすゞ自動車株式会社
(65) 公開番号	特開2011-153931 (P2011-153931A)		東京都品川区南大井6丁目26番1号
(43) 公開日	平成23年8月11日 (2011.8.11)	(74) 代理人	100068021
審査請求日	平成24年12月7日 (2012.12.7)		弁理士 絹谷 信雄
		(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	野田 正文
			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
		審査官	豊田 直樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 PM検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

内燃機関から大気までの排気ガスの排出流路に挿入されたディーゼルパーティキュレートフィルタ(以下、DPF)における粒子状物質(以下、PM)の堆積量を検出するPM検出装置であって、

DPF内に配置された2つの電極間の静電容量がPMの堆積量によって変化するPMセンサと、

電氣的に制御される可変抵抗器と3つの固定抵抗器が順次接続され、前記可変抵抗器に前記PMセンサが並列接続され、前記可変抵抗器に隣接する固定抵抗器の1つに、電氣的に制御される可変コンデンサが並列接続されてなるブリッジ回路と、

前記ブリッジ回路の4つの接続点のうち、前記可変コンデンサ及び固定抵抗器と前記可変抵抗器及びPMセンサとが接続された接続点とその対角に位置する接続点が電圧印加点となっており、前記電圧印加点間に直流電圧と交流電圧を選択的に印加するための直流電源及び交流電源と、

前記電圧印加点間に直流電圧を印加して前記ブリッジ回路が平衡するよう前記可変抵抗器を調整し、その後、前記電圧印加点間に交流電圧を印加して前記ブリッジ回路が平衡するよう前記可変コンデンサを調整し、このときの前記可変コンデンサの静電容量からPMの堆積量を検出する検出部とを備えたことを特徴とするPM検出装置。

【請求項2】

前記ブリッジ回路の4つの接続点のうち、前記電圧印加点に挟まれた2つの接続点が測

定点となっており、前記測定点のそれぞれにプラス入力端子とマイナス入力端子が接続された差動増幅器を備え、

前記検出部は、前記電圧印加点間に直流電圧が印加されたときには前記差動増幅器の出力が0となるように前記可変抵抗器を調整し、前記電圧印加点間に交流電圧が印加されたときには前記差動増幅器の出力が0となるように前記可変コンデンサを調整することを特徴とする請求項1記載のPM検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の排気ガス中のPMを捕集し、堆積したPMを高温の排気ガスにより燃焼除去するDPFに係り、簡素な構成で、正確にPMの堆積量を検出することができるPM検出装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

ディーゼルエンジンなどの内燃機関を搭載した車両では、内燃機関から大気までの排気ガスの排出流路にディーゼルパーティキュレートフィルタ(Diesel Particulate Filter; 以下、DPFという)を設置し、排気ガスに含まれる煤、すなわち粒子状物質(Particulate Matter; 以下、PMという)を捕集している。DPFは、主としてセラミックからなり、ハニカム細孔(又は四角い細孔)を多数有するフィルタである。DPFでは、排気ガスの通路となるハニカム細孔の表面にPMが付着することでPMが捕集される。

20

【0003】

DPFに捕集されたPMが過度に多く堆積すると、内燃機関の排圧が上昇し内燃機関の特性の低下をきたす。そこで、内燃機関において必要に応じて主噴射後に追加燃料噴射を行う追加燃料噴射制御を行うことによって、排気温度を上昇させ、これによってDPFを昇温させてDPFに堆積したPMを燃焼させて除去する。この動作をDPF強制再生という。

【0004】

DPF強制再生時に、PMの堆積量が多いと、大量のPMが燃焼して温度が過度に上昇し、DPFが溶損してしまう。これを避けるためには、PMの堆積量を検出し、その検出した堆積量に基づいてDPF強制再生を開始するのが望ましい。ところが、従来は、正確に堆積量を検出できないので、安全係数を比較的多く取り、検出した堆積量があまり大きくならないうちにDPFを強制再生している。この結果、必要以上に短い間隔でDPF強制再生が実行されることになる。

30

【0005】

しかし、必要以上に短い間隔でDPF強制再生を実行すると燃料が余分に消費されることになり、燃費が悪化する。したがって、PMの堆積量を正確に検出し、最も適切な時期にDPF強制再生を行うようにするのが望ましい。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

40

【特許文献1】特開2008-139294号公報

【特許文献2】特開2009-97410号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

先に本発明者らは、DPFに複数の電極を設置すると、電極間の静電容量がPMの堆積量によって変化するという知見を得て、これによるPMセンサの出願を行った。しかしながら、DPFに電極を設置したPMセンサによる静電容量は非常に小さいため、従来の技術では安価な装置での測定が困難である。

【0008】

50

従来技術では、静電容量測定対象に対して固定コンデンサか固定抵抗器を直列に接続しておき、高周波の交流電流を流すことで静電容量測定対象の両端間に電圧を発生させ、この電圧を整流した後、ローパスフィルタに通してA/Dコンバータに入力し、A/Dコンバータで読み取られた電圧から静電容量を算出する。

【0009】

ところが、PMセンサの静電容量は非常に小さく、例えば、数pFから数百pFである。印加する交流電流の周波数を数百kHz以下とすると、非常にインピーダンスが高い。したがって、検出回路も相応に高いインピーダンスを持つ必要があるが、素子、配線の分布容量などの面から、高いインピーダンスを確保することが難しく、正確な静電容量の測定ができない。

10

【0010】

一方、インピーダンスを下げるために、交流電流の周波数を高くすると、通信に使用されている周波数帯となり、不要輻射の問題が生じると共に、PMセンサと検出回路間の配線に発生する定在波の影響のため、配線の長さ、特性インピーダンスにより、PMセンサの特性が大きく変化してしまう。さらに、読み取られた電圧から静電容量を算出するには交流電流の電圧が正確でなければならないが、正確な振幅の交流電源を得るためには、複雑な制御回路が必要となり、動作の安定性やコストの面で不利である。

【0011】

このように、電極間の静電容量がPMの堆積量によって変化するようにしたPMセンサでは、従来技術で静電容量を正確に測定することができないため、正確にPMの堆積量を検出するのが困難である。

20

【0012】

そこで、本発明の目的は、上記課題を解決し、簡素な構成で、正確にPMの堆積量を検出することができるPM検出装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記目的を達成するために本発明は、内燃機関から大気までの排気ガスの排出流路に挿入されたディーゼルパーティキュレートフィルタ（以下、DPF）における粒子状物質（以下、PM）の堆積量を検出するPM検出装置であって、DPF内に配置された2つの電極間の静電容量がPMの堆積量によって変化するPMセンサと、電氣的に制御される可変抵抗器と3つの固定抵抗器が順次接続され、前記可変抵抗器に前記PMセンサが並列接続され、前記可変抵抗器に隣接する固定抵抗器の1つに、電氣的に制御される可変コンデンサが並列接続されてなるブリッジ回路と、前記ブリッジ回路の4つの接続点のうち、前記可変コンデンサ及び固定抵抗器と前記可変抵抗器及びPMセンサとが接続された接続点とその対角に位置する接続点が電圧印加点となっており、前記電圧印加点間に直流電圧と交流電圧を選択的に印加するための直流電源及び交流電源と、前記電圧印加点間に直流電圧を印加して前記ブリッジ回路が平衡するよう前記可変抵抗器を調整し、その後、前記電圧印加点間に交流電圧を印加して前記ブリッジ回路が平衡するよう前記可変コンデンサを調整し、このときの前記可変コンデンサの静電容量からPMの堆積量を検出する検出部とを備えたものである。

30

40

【0014】

前記ブリッジ回路の4つの接続点のうち、前記電圧印加点に挟まれた2つの接続点が測定点となっており、前記測定点のそれぞれにプラス入力端子とマイナス入力端子が接続された差動増幅器を備え、前記検出部は、前記電圧印加点間に直流電圧が印加されたときには前記差動増幅器の出力が0となるよう前記可変抵抗器を調整し、前記電圧印加点間に交流電圧が印加されたときには前記差動増幅器の出力が0となるよう前記可変コンデンサを調整してもよい。

【発明の効果】

【0015】

本発明は次の如き優れた効果を発揮する。

50

## 【0016】

(1)構成が簡素である。

## 【0017】

(2)正確にPMの堆積量を検出することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0018】

【図1】本発明の一実施形態を示すPM検出装置の回路構成図である。

【図2】本発明のPM検出装置に用いるPMセンサの特性図である。

【図3】(a)~(d)は、本発明のPM検出装置に用いるPMセンサの概略構成図である。

10

【図4】本発明のPM検出装置を搭載した車両の概略構成図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0019】

以下、本発明の一実施形態を添付図面に基づいて詳述する。

## 【0020】

図1に示されるように、本発明に係るPM検出装置1は、DPF2内に配置された2つの電極間の静電容量がPMの堆積量によって変化するPMセンサ3と、電氣的に制御される可変抵抗器4と3つの固定抵抗器5,6,7が順次接続され、可変抵抗器4にPMセンサ3が並列接続され、可変抵抗器4に隣接する固定抵抗器5に電氣的に制御される可変コンデンサ8が並列接続されてなるブリッジ回路9と、ブリッジ回路9の4つの接続点のうち、可変コンデンサ8及び固定抵抗器5と可変抵抗器4及びPMセンサ3とが接続された接続点aとその対角に位置する接続点bが電圧印加点a,bとなっており、電圧印加点a,b間に直流電圧と交流電圧を選択的に印加するための直流電源10及び交流電源11と、電圧印加点a,b間に直流電圧を印加してブリッジ回路9が平衡するよう可変抵抗器4を調整し、その後、電圧印加点a,b間に交流電圧を印加してブリッジ回路9が平衡するよう可変コンデンサ8を調整し、このときの可変コンデンサ8の静電容量からPMの堆積量を検出する検出部12とを備える。

20

## 【0021】

さらに、本実施形態では、PM検出装置1は、ブリッジ回路9の4つの接続点のうち、電圧印加点a,bに挟まれた2つの接続点c,dが測定点となっており、測定点c,dのそれぞれにプラス入力端子とマイナス入力端子が接続された差動増幅器13を備え、検出部12は、電圧印加点a,b間に直流電圧が印加されたときには差動増幅器13の出力が0となるように可変抵抗器4を調整し、電圧印加点a,b間に交流電圧が印加されたときには差動増幅器13の出力が0となるように可変コンデンサ8を調整するようになっている。

30

## 【0022】

DPF2は、従来公知のもので、多数の八ニカム細孔を有するセラミックから構成される。

## 【0023】

PMセンサ3は、図2に示されるように、DPF2に捕集されたPMの堆積量が増えるとそれに比例して静電容量の増える特性を有する。

40

## 【0024】

図3(a)に示したPMセンサ3aは、円柱状のDPF2の外周の片側半分に沿わせて円筒片状の1つの電極31を設け、反対側半分に沿わせて円筒片状のもう1つの電極32を設けたものである。これにより、2つの電極31,32がDPF2を両側から挟んで互いに対向し、DPF2にPMが捕集されると、電極31,32間に存在するPMの影響で静電容量が変化する。

## 【0025】

図3(b)に示したPMセンサ3bは、円柱状のDPF2の外周全体を覆うように円筒状の1つの電極33を設け、DPF2の中心部に円筒状のもう1つの電極34を設けたも

50

のである。これにより、2つの電極33, 34がDPF2の内外に同心状に配置され、DPF2にPMが捕集されると、電極33, 34間に存在するPMの影響で静電容量が変化する。

【0026】

図3(c)に示したPMセンサ3cは、円柱状のDPF2の外周全体を覆うように円筒状の1つの電極35を設け、DPF2の中心部に線が円筒状に複数本配置されてなるもう1つの電極36を設けたものである。

【0027】

図3(d)に示したPMセンサ3dは、円柱状のDPF2の上流と下流それぞれにメッシュ状の2つの電極37, 38を設けたものである。

10

【0028】

図1の説明に戻る。

【0029】

可変抵抗器4は、検出部12から電氣的に制御されて抵抗値が変化するものである。例えば、回転式ポテンシオメータをステッピングモータで回転させるもの、回転式ポテンシオメータをDCモータで回転させて回転角センサで回転角を制御するもの、複数の抵抗器からなる梯子回路のタップを切り替えるものなどからなり、適宜な上限抵抗値と下限抵抗値の間で、無段階に、あるいは適宜なきざみで段階的に抵抗値が変化している。

【0030】

20

固定抵抗器5, 6, 7は、従来公知のものを用いる。固定抵抗器5, 6, 7の抵抗値は、互いに異なってもよく、互いに等しい抵抗値であってもよい。

【0031】

可変コンデンサ8は、回転式エアバリコンをステッピングモータで回転させるもの、回転式エアバリコンをDCモータで回転させて回転角センサで回転角を制御するもの、静電容量の異なる複数の固定コンデンサを適宜組み合わせで繋ぎ替えることにより、値の異なる複数の合成の静電容量を得るものなどからなり、適宜な上限静電容量と下限静電容量の間で、無段階に、あるいは適宜なきざみで段階的に静電容量が変化している。

【0032】

30

ブリッジ回路9は、電圧印加点a, bと測定点c, dを有するいわゆるホイートストンブリッジを構成するものであり、直流時には4つの抵抗からなる抵抗ブリッジとなり、交流時には4つの交流インピーダンスからなる交流インピーダンスブリッジとなる。

【0033】

直流電源10は、車載のバッテリー電源あるいはバッテリー電源を一次電源とする二次直流電源などが利用できる。直流電源10は、電圧印加点a, b間に直流電圧を印加するかしないかを検出部12から制御可能である。

【0034】

交流電源11は、ブリッジ回路9中のPMセンサ3と可変コンデンサ8を交流インピーダンスとして動作させるためのもので、例えば、発振器で構成される。周波数としては、不要輻射の問題が生じない低い周波数とするのが好ましく、例えば、数百kHz以下とする。交流電源11は、電圧印加点a, b間に交流電圧を印加するかしないかを検出部12から制御可能である。

40

【0035】

検出部12は、プログラム式のデジタル回路であり、直流電源10、交流電源11、可変抵抗器4、可変コンデンサ8を制御すると共に、差動増幅器13の出力電圧を読み取り、ブリッジ回路9の平衡点を検出することができる。検出部12は、車両の燃料噴射等を制御する電子制御装置(ECU)に組み込むのが好ましい。

【0036】

差動増幅器13は、プラス入力端子とマイナス入力端子の電圧の差を増幅して出力する

50

演算増幅器である。

【 0 0 3 7 】

図 4 に示されるように、本発明の P M 検出装置 1 は、車両の内燃機関 4 1 から大気までの排気ガスの排出流路 4 2 に挿入された D P F 2 における P M の堆積量を検出するものである。D P F 2 内には P M センサ 3 が設置される。ブリッジ回路 9、直流電源 1 0 (二次直流電源の場合)、交流電源 1 1、差動増幅器 1 3 は、回路基板 4 3 に搭載される。回路基板 4 3 と検出部 1 2 は、車室内、エンジンルーム内、車体下面など適宜な場所に設置することができる。

【 0 0 3 8 】

以下、本発明の P M 検出装置 1 の動作を説明する。

10

【 0 0 3 9 】

P M センサ 3 においては、2つの電極間の静電容量が捕集された P M の堆積量に応じて図 2 のようにほぼ直線的に変化する。よって、P M センサ 3 の静電容量に基づいて P M の堆積量を検出することができる。これは、電極間に導体である P M が入ることで、見かけ上、電極間距離が小さくなり静電容量が大きくなる、また、電極間の媒体中に P M が増加して誘電率が大きくなり静電容量が大きくなるからと考えられる。

【 0 0 4 0 】

本発明では、図 1 のブリッジ回路 9 において交流インピーダンスブリッジが平衡状態のとき、可変コンデンサ 8 の静電容量と P M センサ 3 の静電容量が等しくなることから、可変コンデンサ 8 の静電容量に基づいて P M の堆積量を検出する。ただし、これに先立ち、ブリッジ回路 9 において抵抗ブリッジの平衡を得る必要がある。これは、交流インピーダンスブリッジのみで平衡をとろうとすると、平衡を与える抵抗値と静電容量の組み合わせが複数存在し、静電容量が 1 つに定まらないからである。

20

【 0 0 4 1 】

検出部 1 2 は、直流電源 1 0 を制御して電圧印加点 a , b 間に直流電圧を印加する。この状態で、ブリッジ回路 9 が平衡するよう可変抵抗器 4 を調整する。具体的には、検出部 1 2 は、可変抵抗器 4 の上限抵抗値と下限抵抗値の間で抵抗値を掃引するように可変抵抗器 4 を制御しつつ、差動増幅器 1 3 の出力を読み込む。ブリッジ回路 9 の平衡がとれると、測定点 c , d 間に電圧の差が生じない状態となるので、差動増幅器 1 3 の出力が 0 又は微小となる。検出部 1 2 は、差動増幅器 1 3 の出力が 0 又は微小となる抵抗値に可変抵抗器 4 を固定する。

30

【 0 0 4 2 】

その後、検出部 1 2 は、直流電圧の印加を停止し、交流電源 1 1 を制御して電圧印加点 a , b 間に交流電圧を印加する。この状態で、ブリッジ回路 9 が平衡するよう可変コンデンサ 8 を調整する。具体的には、検出部 1 2 は、可変コンデンサ 8 の上限静電容量と下限静電容量の間で、静電容量を掃引するように可変コンデンサ 8 を制御しつつ、差動増幅器 1 3 の出力を読み込む。ブリッジ回路 9 の平衡がとれると、測定点 c , d 間に電圧の差が生じない状態となるので、差動増幅器 1 3 の出力が 0 又は微小となる。

【 0 0 4 3 】

このようにしてブリッジ回路 9 が直流と交流において平衡すると、検出部 1 2 は、可変コンデンサ 8 の静電容量に基づいて P M の堆積量を検出する。可変コンデンサ 8 の静電容量は、検出部 1 2 が制御によって与える値であるので、この値と P M の堆積量との対照表をあらかじめ検出部 1 2 に設定しておけば、検出部 1 2 は、対照表から P M の堆積量を読み出して検出結果とすることができる。

40

【 0 0 4 4 】

なお、ブリッジ回路 9 の平衡は、直流における平衡と交流における平衡を 1 回ずつ行うにとどまらず、直流における平衡と交流における平衡を交互に複数回繰り返すのが望ましい。

【 0 0 4 5 】

本発明の P M 検出装置 1 によれば、ブリッジ回路 9 が平衡となる可変コンデンサ 8 の静

50

電容量を算出することによってPMセンサ3の静電容量を知ることができる。可変コンデンサ8の静電容量は、検出部12が制御によって与えた値であるから、正確である。よって、検出されたPMの堆積量は正確となる。

【0046】

本発明のPM検出装置1によれば、交流電源11が印加する交流電圧の振幅値とは無関係にブリッジ回路9の平衡をとることができるので、交流電圧の振幅値が正確である必要はない。このため、交流電源11を構成する発振器回路は、簡素な構成とすることができる。これにより、交流電源11は安価でありながら、信頼性の高いものとすることができる。

【符号の説明】

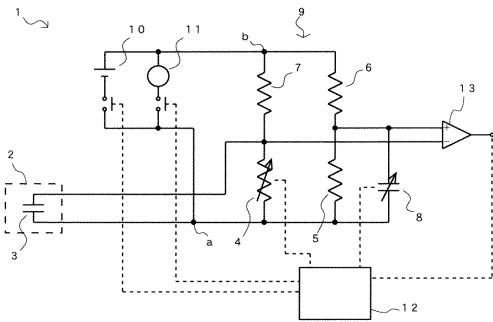
【0047】

- 1 PM検出装置
- 2 DPF（ディーゼルパーティキュレートフィルタ）
- 3 PMセンサ
- 4 可変抵抗器
- 5, 6, 7 固定抵抗器
- 8 可変コンデンサ
- 9 ブリッジ回路
- 10 直流電源
- 11 交流電源
- 12 検出部
- 13 差動増幅器

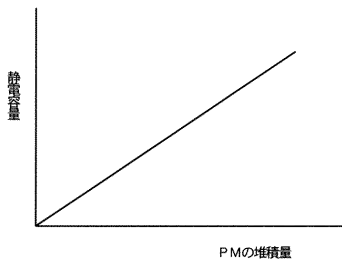
10

20

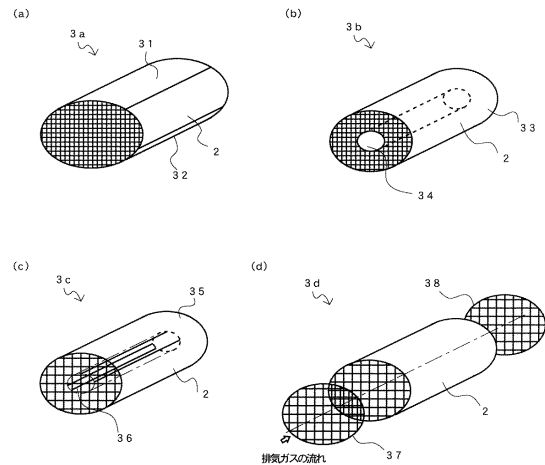
【図1】



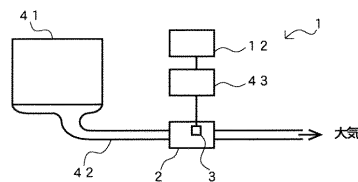
【図2】



【図3】



【図4】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2008-231930(JP,A)  
特表2007-524786(JP,A)  
特開2006-118890(JP,A)  
実開昭61-019755(JP,U)  
特開平06-222032(JP,A)  
特開2000-314712(JP,A)  
特開2010-144630(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 27/00 - 27/24  
G01R 27/26  
F01N 3/00  
F01N 3/023  
G01N 15/08