

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5774516号
(P5774516)

(45) 発行日 平成27年9月9日(2015.9.9)

(24) 登録日 平成27年7月10日(2015.7.10)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 N 27/68 (2006.01)

GO 1 N 27/00 (2006.01)

GO 1 N 27/68 A

GO 1 N 27/00 Z

請求項の数 6 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2012-34611 (P2012-34611)	(73) 特許権者	000004547
(22) 出願日	平成24年2月21日 (2012.2.21)		日本特殊陶業株式会社
(65) 公開番号	特開2013-170913 (P2013-170913A)		愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
(43) 公開日	平成25年9月2日 (2013.9.2)	(74) 代理人	110000028
審査請求日	平成25年11月19日 (2013.11.19)		特許業務法人明成国際特許事務所
		(72) 発明者	本村 雅幸
			名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社内
		(72) 発明者	杉山 武史
			名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社内
		(72) 発明者	田島 佳祐
			名古屋市瑞穂区高辻町14番18号 日本特殊陶業株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 微粒子センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

導電性を有する配管に取りつけられて前記配管内を流通するガス中の微粒子の量を検出することができる微粒子センサであって、

センサユニットを備え、

前記センサユニットは、

イオンを発生させるイオン発生部と、

微粒子を含むガス中の少なくとも一部の前記微粒子を、前記イオンを用いて帯電させる帯電部と、

前記微粒子の帯電に使用されなかった前記イオンの少なくとも一部を捕捉する捕捉部と、

前記捕捉部に接続され、前記捕捉部に捕捉された前記イオンの量に応じた第1のフローティング電位を有するセンサグランド部と、

複数のセラミック層を積層してなる絶縁セラミックで構成され、前記イオン発生部、前記帯電部、前記捕捉部、前記センサグランド部が設けられた構造体であって、内部に前記ガスが流れる流路を有する構造体と、を備え、

前記センサグランド部の電位に応じて前記ガス中の前記微粒子の量を検出することができ、

前記流路の一部が、前記帯電部をなしており、

前記センサグランド部は、前記センサユニットの外部であって前記センサユニットが前

10

20

記ガスに接触する部分において、前記構造体を構成する絶縁セラミックに覆われている、微粒子センサ。

【請求項 2】

請求項 1 記載の微粒子センサであって、

前記イオン発生部は、

前記第 1 のフローティング電位とは異なる第 2 のフローティング電位を有する第 1 の電極と、

前記センサグランド部に接続され前記第 1 のフローティング電位を有する第 2 の電極と、を備え、

前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間で放電を生じさせることにより前記イオンを発生させ、

前記センサユニットは、さらに、

前記第 1 の電極に接続され、前記第 2 のフローティング電位を有する放電電位部を備え、

前記センサグランド部は、前記第 1 の電極と前記放電電位部とを囲んでいる、微粒子センサ。

【請求項 3】

請求項 2 記載の微粒子センサであって、

前記放電電位部は、前記構造体に設けられており、前記構造体を構成する絶縁セラミックで覆われており、

前記帯電部は、前記構造体を構成する絶縁セラミックで設けられている、微粒子センサ。

【請求項 4】

請求項 3 記載の微粒子センサであって、

前記センサユニットは、さらに、

前記第 1 および第 2 の電極ならびに前記捕捉部において前記微粒子を燃焼させることができる温度に、前記第 1 および第 2 の電極ならびに前記捕捉部を昇温させるためのヒータを備える、微粒子センサ。

【請求項 5】

請求項 4 記載の微粒子センサであって、

前記センサユニットは、

前記帯電部において前記微粒子を燃焼させることができる温度に、前記帯電部を昇温させるためのヒータを備える、微粒子センサ。

【請求項 6】

請求項 4 または 5 記載の微粒子センサであって、さらに、

前記構造体の外部のうち前記ガスに接触する部分を囲み、前記微粒子を含む前記ガスを透過させることができるプロテクタを備える、微粒子センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、排ガス中に含まれる煤などの微粒子量を検出するセンサに関する。

【背景技術】

【0002】

ディーゼルエンジンなどの内燃機関の排ガスには、煤などの微粒子が含まれる。内燃機関から大気中に排出される排ガスに含まれる微粒子の量を制御または抑制するために、内燃機関の排ガス管には、排ガス中の微粒子の量を検出するための微粒子センサが取り付けられる場合がある。そのような微粒子センサには、コロナ放電によってイオンを生成し、そのうちの一部のイオンによって排ガス中の微粒子を帯電させることにより、排ガス中の微粒子の量を検出するものが知られている（下記特許文献 1 等）。

【0003】

10

20

30

40

50

上記の微粒子センサは、微粒子への帯電に使用されたイオンの量に応じて電位が変化するフローティング電位部と、微粒子センサが取り付けられる金属製の排ガス管などの配管と同じシャーシグラウンドの電位を有するシャーシグラウンド部と、を有する。この微粒子センサは、フローティング電位部と、シャーシグラウンド部との間に流れる電流の量を検出することにより、排ガス中の微粒子量を検出する。フローティング電位部とシャーシグラウンド電位部とは、上記の電流を検出する部位以外の部位においては、絶縁部材で絶縁されている。

【0004】

しかし、従来の微粒子センサにおいては、主要な構成部分は導電性の部材で構成されており、それらの部分は、帯電に使用されたイオンの量に応じて電位が変化する。すなわち、主要な構成部分はフローティング電位部である。さらに、そのような導電性部材の一部は、排ガス管内において露出している。このため、フローティング電位部のうち排ガス管内において露出している部分と、導電性部材で構成される排ガス管に、排ガス中の微粒子や水、オイルなどが付着すると、両者が短絡されてしまう。そのような状態においては、フローティング電位部の電位が、帯電に使用されたイオンの量を正確に反映しなくなる。その結果、微粒子センサは、排ガス中の微粒子の量を正確に検出することができなくなる。

10

【0005】

このような問題は、内燃機関の排ガス中の煤の検出に用いられる微粒子センサだけでなく、微粒子を含むガス中の微粒子の量を、微粒子の帯電に使用されたイオンの量、または微粒子の帯電に使用されなかったイオンの量に応じて電位が変化する構成を利用して、検出する微粒子センサについて、広く存在する。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特表2007-514923号公報

【特許文献2】国際公開WO2009/109688号パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明は、微粒子を含むガス中の微粒子の量を、微粒子の帯電に使用されたイオンの量、または微粒子の帯電に使用されなかったイオンの量に応じて電位が変化する構成を利用して、検出する微粒子センサにおいて、その寿命を長くすることを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態または適用例として実現することが可能である。

導電性を有する配管に取り付けられて前記配管内を流通するガス中の微粒子の量を検出することができる微粒子センサであって、

センサユニットを備え、

40

前記センサユニットは、

イオンを発生させるイオン発生部と、

微粒子を含むガス中の少なくとも一部の前記微粒子を、前記イオンを用いて帯電させる帯電部と、

前記微粒子の帯電に使用されなかった前記イオンの少なくとも一部を捕捉する捕捉部と、

前記捕捉部に接続され、前記捕捉部に捕捉された前記イオンの量に応じた第1のフローティング電位を有するセンサグラウンド部と、

複数のセラミック層を積層してなる絶縁セラミックで構成され、前記イオン発生部、前記帯電部、前記捕捉部、前記センサグラウンド部が設けられた構造体であって、内部に

50

前記ガスが流れる流路を有する構造体と、を備え、

前記センサグランド部の電位に応じて前記ガス中の前記微粒子の量を検出することができ、

前記流路の一部が、前記帯電部をなしており、

前記センサグランド部は、前記センサユニットの外部であって前記センサユニットが前記ガスに接触する部分において、前記構造体を構成する絶縁セラミックに覆われている、微粒子センサ。

【 0 0 0 9 】

[適用例 1]

導電性を有する配管に取りつけられて前記配管内を流通するガス中の微粒子の量を検出することができる微粒子センサであって、

センサユニットを備え、

前記センサユニットは、

イオンを発生させるイオン発生部と、

微粒子を含むガス中の少なくとも一部の前記微粒子を、前記イオンを用いて帯電させる帯電部と、

前記微粒子の帯電に使用されなかった前記イオンの少なくとも一部を捕捉する捕捉部と、

前記捕捉部に接続され、前記捕捉部に捕捉された前記イオンの量に応じた第 1 のフローティング電位を有するセンサグランド部と、を備え、

前記センサグランド部の電位に応じて前記ガス中の前記微粒子の量を検出することができ、

前記センサグランド部は、前記センサユニットの外部であって前記センサユニットが前記ガスに接触する部分において、絶縁セラミックに覆われている、微粒子センサ。

【 0 0 1 0 】

このような態様とすれば、センサユニットがガスに接触する部分に、ガス中の微粒子が堆積した場合にも、センサグランド部は、ガスが流通する配管と短絡することではなく、センサユニットは、微粒子の帯電に使用されたイオンの量、または、微粒子の帯電に使用されなかったイオンの量に応じた出力を正確に得ることができる。このため、微粒子を含むガス中の微粒子の量を、微粒子の帯電に使用されたイオンの量、または微粒子の帯電に使用されなかったイオンの量に応じて出力が変化する構成を利用して検出する微粒子センサにおいて、その寿命を長くすることができる。

【 0 0 1 1 】

[適用例 2]

適用例 1 の微粒子センサであって、

前記イオン発生部は、

前記第 1 のフローティング電位とは異なる第 2 のフローティング電位を有する第 1 の電極と、

前記センサグランド部に接続され、前記第 1 のフローティング電位を有する第 2 の電極と、を備え、

前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間で放電を生じさせることにより前記イオンを発生させ、

前記センサユニットは、さらに、

前記第 1 の電極に接続され、前記第 2 のフローティング電位を有する放電電位部を備え、

前記センサグランド部は、前記第 1 の電極と前記放電電位部とを囲んでいる、微粒子センサ。

【 0 0 1 2 】

このような態様においては、センサグランド部がファラデーシールドを構成する。そして、第 1 の電極と放電電位部から漏れだした電流は、第 1 の電極と放電電位部とを囲むセ

10

20

30

40

50

ンサグランド部に流入する。その結果、センサグランド部は、捕捉部に捕捉されたイオンの量を正確に反映した電位を有することができる。よって、微粒子センサは、センサグランド部の電位に基づいてガス中の微粒子の量を正確に検出することができる。

【 0 0 1 3 】

[適用例 3]

適用例 2 記載の微粒子センサであって、

絶縁セラミックで構成され、前記イオン発生部、前記帯電部、前記捕捉部、前記センサグランド部、および前記放電電位部が設けられた構造体を備え、

前記放電電位部は、前記構造体を構成する絶縁セラミックで覆われており、

前記帯電部は、前記構造体を構成する絶縁セラミックで設けられている、微粒子センサ

10

【 0 0 1 4 】

このような態様とすれば、センサグランド部、放電電位部などのセンサユニットの各導電部間で、微粒子などの付着により短絡が生じる可能性を低減することができる。

【 0 0 1 5 】

[適用例 4]

適用例 3 記載の微粒子センサであって、

前記センサユニットは、さらに、

前記第 1 および第 2 の電極ならびに前記捕捉部において前記微粒子を燃焼させることができる温度に、前記第 1 および第 2 の電極ならびに前記捕捉部を昇温させるためのヒータを備える、微粒子センサ。

20

【 0 0 1 6 】

このような態様とすれば、第 1 および第 2 の電極ならびに捕捉部に微粒子が堆積して、それらの構成が機能を十分に発揮できなくなってしまう事態を防止することができる。

【 0 0 1 7 】

[適用例 5]

適用例 4 記載の微粒子センサであって、

前記帯電部において前記微粒子を燃焼させることができる温度に、前記帯電部を昇温させるためのヒータを備える、微粒子センサ。

【 0 0 1 8 】

30

このような態様とすれば、帯電部を構成する構造の表面に微粒子が堆積して、帯電部が機能を十分に発揮できなくなってしまう事態を防止することができる。

【 0 0 1 9 】

[適用例 6]

適用例 4 または 5 記載の微粒子センサであって、さらに、

前記構造体の外部のうち前記ガスに接触する部分を囲み、前記微粒子を含む前記ガスを透過させることができるプロテクタを備える、微粒子センサ。

【 0 0 2 0 】

上記のようなプロテクタを備えない態様においては、検出対象の微粒子を含むガスが水滴を含む場合には、ヒータによって構造が昇温されている状況下では、昇温された構造体にその水滴が付着し、局所的な急激な温度変化により構造体が破壊される可能性がある。しかし、上記のような態様とすれば、ガスが水滴を含む場合にも、構造体への水滴の付着により構造体が水滴の付着によって破壊される可能性を低減することができる。

40

【 0 0 2 1 】

なお、本発明は、種々の形態で実現することが可能であり、微粒子センサに用いるセンサユニット、そのセンサを排ガス配管に備えた内燃機関、その内燃機関を備えた車両等の形態で実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 2 】

【図 1】微粒子センサを搭載する車両の構成、および微粒子センサを制御するセンサ駆動

50

部の構成を示す概略図。

【図２】微粒子センサの構成を示す概略断面図。

【図３】微粒子センサの構成を示す概略断面図。

【図４】微粒子センサの構成を示す分解斜視図。

【図５】微粒子センサに接続されるケーブルの構成を示す概略断面図。

【図６】センサユニットの構成を示す分解斜視図。

【図７】排ガス中の微粒子量を検出するためのセンサユニットの機能を説明するための模式図。

【図８】センサ制御部１１１による微粒子センサ１００を用いた排ガス中の煤量の検出を説明するためのブロック図。

10

【発明を実施するための形態】

【００２３】

A．第１実施例：

A１．微粒子センサの構成：

図１は、本発明の一実施例としての微粒子センサを搭載する車両の構成、および微粒子センサを制御するセンサ駆動部の構成を示す概略図である。図１（Ａ）に示すように、車両４９０は、内燃機関４００と、燃料供給部４１０と、車両制御部４２０とを備える。内燃機関４００は、車両４９０の動力源であり、例えばディーゼルエンジンによって構成することができる。

【００２４】

20

燃料供給部４１０は、燃料配管４１１を介して内燃機関４００に燃料を供給する。内燃機関４００には、排ガス配管４１５が接続されており、内燃機関４００からの排ガスは、排ガス配管４１５を介して車両４９０の外部へと排出される。排ガス配管４１５には、排ガス中に含まれる煤などの微粒子を除去するためのフィルタ装置４１６（例えば、DPF（Diesel particulate filter）：ディーゼル微粒子捕集フィルタ）が設けられている。

【００２５】

車両制御部４２０は、マイクロコンピュータによって構成され、車両４９０全体の運転状態を制御する。具体的には、車両制御部４２０は、燃料供給部４１０からの燃料の供給量や、内燃機関４００の燃焼状態などを制御する。

【００２６】

30

車両４９０には、さらに、図１（Ｂ）に示す微粒子センサ１００と、センサ駆動部１１０とが搭載されている。微粒子センサ１００は、排ガス配管４１５のフィルタ装置４１６より下流側に取り付けられており、ケーブル１２０を介してセンサ駆動部１１０と接続されている。

【００２７】

微粒子センサ１００は、その構成要素であるセンサユニット３００の一部およびプロテクタ５０１が排ガス配管４１５の内部に挿入された状態で、排ガス配管４１５の外表面に固定的に取り付けられる。より具体的には、微粒子センサ１００は、取付用ボス４１７を介して、排ガス配管４１５の外表面に取り付けられる。微粒子センサ１００は、断面が矩形形状をなす四角柱状のセンサユニット３００が、微粒子センサ１００の取付部位における排ガス配管４１５の延伸方向ＤＬに対してほぼ垂直に排ガス配管４１５内に挿入されるように、取り付けられる。

40

【００２８】

センサユニット３００には、詳細は後述するが、排ガスをセンサユニット３００に取り込むための流入孔４５と、取り込んだ排ガスをセンサユニット３００から排出するための排出孔３５とが設けられている。センサユニット３００が排ガス配管４１５に取り付けられた状態において、流入孔４５と排出孔３５とは、排ガス配管４１５内に位置する。センサユニット３００は、流入孔４５を介して内部に取り込んだ排ガス中に含まれる微粒子の量に基づいて、排ガス中に含まれる微粒子の濃度を測定する。なお、流入孔４５は、本実施の形態の微粒子センサ１００では、排ガス配管４１５内における排ガスの流れの下流側

50

に配される。排ガスの流れの向きを図 1 において矢印 F で示す。

【 0 0 2 9 】

微粒子センサ 1 0 0 の後端側（センサユニット 3 0 0 とは逆の側）には、複数の配線 1 2 1 , 1 2 2 , 1 2 4 , 1 2 5 , 1 2 6 や空気供給管 1 2 3 など内部に一体的に収容したケーブル 1 2 0 が接続されている。ケーブル 1 2 0 の他端は、センサ駆動部 1 1 0 に接続されている。ケーブル 1 2 0 は可撓性を有しているため、比較的自由に車両 4 9 0 内に配設することが可能である。

【 0 0 3 0 】

センサ駆動部 1 1 0 は、微粒子センサ 1 0 0 を駆動し、微粒子センサ 1 0 0 の検出信号に基づき排ガス中の微粒子量を検出する。排ガス中の微粒子量は、例えば、微粒子の表面積を基準とする量として評価することもでき、微粒子の質量を基準とする量として評価することもできる。あるいは、排ガス中の微粒子量は、単位体積量の排ガス中の微粒子の個数を基準とする量として評価することもできる。センサ駆動部 1 1 0 は、排ガス配管 4 1 5 から離隔して設置されている。

10

【 0 0 3 1 】

センサ駆動部 1 1 0 は、センサ制御部 1 1 1 と、電気回路部 1 1 2 と、エア供給部 1 1 3 とを備えている。センサ制御部 1 1 1 は、マイクロコンピュータによって構成される。センサ制御部 1 1 1 は、電気回路部 1 1 2 と、エア供給部 1 1 3 とを制御する。また、センサ制御部 1 1 1 は、微粒子センサ 1 0 0 を用いて検出した排ガス中の微粒子量を車両制御部 4 2 0（図 1（A）参照）に送信する。

20

【 0 0 3 2 】

電気回路部 1 1 2 は、ケーブル 1 2 0 に収容されている絶縁電線 1 2 1 , 1 2 2 , 1 2 5 , 1 2 6 を介して微粒子センサ 1 0 0 を駆動するための電力を供給する。また、電気回路部 1 1 2 は、同じくケーブル 1 2 0 に収容されている信号線 1 2 4 を介して微粒子センサ 1 0 0 のセンサ信号を受信する。そして、電気回路部 1 1 2 は、そのセンサ信号に基づく計測結果をセンサ制御部 1 1 1 に送信する。

【 0 0 3 3 】

エア供給部 1 1 3 は、ポンプ（図示は省略）を備えている。エア供給部 1 1 3 は、センサ制御部 1 1 1 からの指令に基づき、微粒子センサ 1 0 0 の駆動の際に用いられる高圧空気を、ケーブル 1 2 0 内の空気供給管 1 2 3 を介して、微粒子センサ 1 0 0 に供給する。なお、微粒子センサ 1 0 0 は、空気供給管 1 2 3 を介して、他の種類の圧縮気体の供給を受けるものとしてもよい。

30

【 0 0 3 4 】

図 1（A）に示す車両制御部 4 2 0 は、センサ制御部 1 1 1（図 1（B）参照）から送信された排ガス中の微粒子量が、所定量より多い場合には、フィルタ装置 4 1 6 の劣化や異常を車両 4 9 0 の運転手に警告する態様とすることができる。また、車両制御部 4 2 0 は、センサ制御部 1 1 1 の検出値に基づき、内燃機関 4 0 0 における燃焼状態を調整する態様とすることもできる。

【 0 0 3 5 】

図 2 および図 3 はそれぞれ、90 度、異なる方向から見た微粒子センサ 1 0 0 の概略断面図である。図 4 は微粒子センサ 1 0 0 の分解斜視図である。図 2 ~ 図 4 には、センサユニット 3 0 0 側（単に「先端側」とも呼ぶ）を紙面下側とし、ケーブル 1 2 0 側（単に「後端側」とも呼ぶ）を紙面上側として、微粒子センサ 1 0 0 が図示されている。また、図 2 ~ 図 4 には、微粒子センサ 1 0 0 の仮想中心軸 C L を一点鎖線で示す。参考のために、微粒子センサ 1 0 0 が排ガス配管 4 1 5 に取り付けられた際の、排ガス配管 4 1 5 および取付用ボス 4 1 7 の断面の位置を、図 2 において破線で示す。また、排ガスの流れ方向を示す矢印 F（図 1（B）参照）を示す。

40

【 0 0 3 6 】

図 2 ~ 図 4 には、さらに、各図が対応するように三次元の各軸を示す矢印 X , Y , Z を示す。具体的には、矢印 Z は、微粒子センサ 1 0 0 の仮想中心軸 C L に沿った方向を示し

50

ており、紙面下方向を示している。矢印 Y は、流入孔 4 5 が開口している向きとは逆の向きを示している。矢印 Y は、図 2 では紙面右方向を示し、図 3 では紙面手前方向を示し、図 4 では紙面左奥の方向を示している。矢印 X は、矢印 Z に垂直でかつ流入孔 4 5 の開口面に沿った方向を示している。矢印 X は、図 2 では、紙面手前方向を示し、図 3 では紙面左方向を示し、図 4 では紙面右奥の方向を示している。

【 0 0 3 7 】

なお、以下では、微粒子センサ 1 0 0 の構成を順に説明する。しかし、その説明の順番は、微粒子センサ 1 0 0 の製造工程において各構成が取り付けられる順番を示すものではない。

【 0 0 3 8 】

微粒子センサ 1 0 0 は、絶縁セラミックで設けられた略四角柱状のセンサユニット 3 0 0 を有する（図 2 および図 3 の下段、ならびに図 4 の左中段参照）。センサユニット 3 0 0 は、略四角形の穴を有する円柱状の滑石（滑石リング）5 0 6 に通されている。そして、滑石 5 0 6 は主体金具 5 0 3 内に配置されると共にセンサユニット 3 0 0 の所定位置に配置された状態で仮想中心軸 C L の先端側に向かって圧縮されることにより、主体金具 5 0 3 の内周面とセンサユニット 3 0 0 の外周面との間で圧縮充填され、センサユニット 3 0 0 を主体金具 5 0 3 に対して気密に保持する。滑石 5 0 6 に対して先端側の位置には、やはり略四角形の穴を有する円柱状の第 1 のセラミックリング 5 0 5 が配される。センサユニット 3 0 0 のうち、第 1 のセラミックリング 5 0 5 よりも前に位置する部分 3 0 0 e が、排ガス配管 4 1 5 内を流通する排ガスに接触する部分である（図 2 の下段参照）。

【 0 0 3 9 】

一方、滑石 5 0 6 に対して後端側の位置には、略四角形の穴を有する段付き円柱状の第 2 のセラミックリング 5 0 7 が配される。第 1 のセラミックリング 5 0 5 および第 2 のセラミックリング 5 0 7 は、アルミナ等の絶縁性セラミックで構成される。センサユニット 3 0 0 は、滑石 5 0 6 、第 1 のセラミックリング 5 0 5 、および第 2 のセラミックリング 5 0 7 に設けられた略四角形の穴を貫通している。

【 0 0 4 0 】

第 1 のセラミックリング 5 0 5 、センサユニット 3 0 0 を保持する滑石 5 0 6 、第 2 のセラミックリング 5 0 7 は、主体金具 5 0 3 （図 2 および図 3 の下段、ならびに図 4 の右下部参照）に設けられた、先端に向かうにつれて順に細くなる段付き円柱状の穴の中に配される。第 1 のセラミックリング 5 0 5 と主体金具 5 0 3 の穴内の段の間には、環状の板パッキン 5 0 4 が配される。

【 0 0 4 1 】

主体金具 5 0 3 は、後端に向かうにつれて順に外径が大きくなる略 3 段の段付き円柱状の外形を有しており、2 番目と 3 番目の円柱の間には、3 番目の円柱よりもさらに半径方向に大きい六角柱状のフランジが設けられている。また、2 番目に細い円柱の外側には主体金具 5 0 3 、ひいては微粒子センサ 1 0 0 を取付用ボス 4 1 7 （図 2 の下段参照）にねじ込んで装着するためのネジ部が形成されている。主体金具 5 0 3 の段付き円柱状の穴の軸は、主体金具 5 0 3 の段付き円柱状の外形の軸と一致する。主体金具 5 0 3 は、導電性を有し、また、取付用ボス 4 1 7 も導電性を有するため、主体金具 5 0 3 は、車両 4 9 0 のグラウンドであるシャーシグラウンドの電位を有する。

【 0 0 4 2 】

主体金具 5 0 3 の先端側の最も細い円柱状の外側には、先端側に底を有する円筒状のプロテクタ 5 0 1 がはめ込まれる。センサユニット 3 0 0 の先端は、主体金具 5 0 3 よりも先端側に突出しており、円筒状のプロテクタ 5 0 1 内部に位置する（図 2 および図 3 の下段参照）。プロテクタ 5 0 1 は、プロテクタ 5 0 1 の円筒の中心軸が、仮想中心軸 C L と一致するように配される。

【 0 0 4 3 】

プロテクタ 5 0 1 の側壁には、複数の通気孔が設けられている。また、プロテクタ 5 0 1 の底にも、円筒の中心軸上に、通気孔が設けられている。これらの通気孔は、微粒子セ

10

20

30

40

50

ンサ１００の検出対象である煤を伴って排ガスが流通できる大きさおよび形状で設けられている。主体金具５０３の２番目に細い円柱状の外側部分であって、六角柱状のフランジとの境界部分には、環状のガスケット５０２が取り付けられる。

【００４４】

一方、主体金具５０３の段付き穴内の第２のセラミックリング５０７（図２および図３の中段、ならびに図４の右上部参照）の後端側には、円弧状の線パッキン５０８が配される。線パッキン５０８、第１のセラミックリング５０５、滑石５０６、および第２のセラミックリング５０７は、主体金具５０３の段付き円柱状の穴の中に配される。そして、主体金具５０３のうち３番目の円柱の後端側を径方向内側に向けてかしめることにより、主体金具５０３の内側に、板パッキン５０４、第１のセラミックリング５０５、滑石５０６、第２のセラミックリング５０７、および、線パッキン５０８が固定され、その結果、センサユニット３００が主体金具５０３に対して固定される。

10

【００４５】

センサユニット３００の後端側には、セパレータ５１０が配される（図２および図３の中段、ならびに図４の左下部参照）。セパレータ５１０の先端側には、略四角柱状の凹部が設けられており、センサユニット３００の後端は、この凹部にはめ込まれる。セパレータ５１０は、略十字形状の断面を有する柱状の部材である。セパレータ５１０は、その柱の軸が、微粒子センサ１００の仮想中心軸ＣＬと一致するように配される。セパレータ５１０には、その柱の軸に一致するように貫通孔５１０ｈが設けられている。貫通孔５１０ｈは、先端側において、前述の略四角柱状の凹部と接続されている。また、セパレータ５１０の十字状の外形のうち、前述の略四角柱状の凹部が設けられている先端側の部分は、後端側よりも厚く設けられている。

20

【００４６】

セパレータ５１０の略十字形の断面によって仕切られる四つの空間には、それぞれケーブル１２０の絶縁電線１２１，１２２，１２５，１２６（図１（Ｂ）参照）の先端部分が配される。ケーブル１２０の先端部分においては、ケーブル１２０の外側の構成部分が除かれて、絶縁電線１２１，１２２，１２５，１２６が露出している。絶縁電線１２１，１２２，１２５，１２６の先端部分には、それぞれ端子１２１ｔ，１２２ｔ，１２５ｔ，１２６ｔが取り付けられている（図２の中段、ならびに図４の左下部参照）。端子１２１ｔ，１２２ｔ，１２５ｔ，１２６ｔの先端側は、セパレータ５１０よりも先端側に位置する。そして、端子１２１ｔ，１２２ｔ，１２５ｔ，１２６ｔの先端側は、センサユニット３００の表面および裏面に設けられた電極パッドと接触している（図２の中段参照）。

30

【００４７】

セパレータ５１０および端子１２１ｔ，１２２ｔ，１２５ｔ，１２６ｔは、先端に向かって細くなる段付きの円筒形状を有する内筒５０９内に収容されている（図２および図３の中段、ならびに図４の左下部参照）。センサユニット３００は、内筒５０９の細い方の円筒を通して、セパレータ５１０の略四角柱状の凹部内に至っている。内筒５０９は、導電性を有する。内筒５０９の先端側の細い方の円筒には、一対の端子１２４ｔ，１２４ｔが取り付けられている（図２の中段、および図４左下部参照）。一対の端子１２４ｔ，１２４ｔは、センサユニット３００を両側から挟んでいる。一方の端子１２４ｔは、センサユニット３００の表面に設けられた電極パッドと接触している。

40

【００４８】

内筒５０９は、後端側において、外側の二層を剥離されたケーブル１２０とかしめられている。図２および図３の上段において、かしめ部５０９ｃを示す。内筒５０９のかしめ部５０９ｃは、ケーブル１２０の外側から数えて３番目の層を貫通し、４番目の層である第１のシールド線ＳＬ１（図５参照）と導通している。この第１のシールド線ＳＬ１は、電気回路部１１２と微粒子センサ１００との間で信号を送受信するための信号線１２４（図１（Ｂ）参照）として機能する。

【００４９】

ケーブル１２０と、主体金具５０３のうちの最も後端側（３番目）の円柱の外側とは、

50

外筒 5 1 2 によって接続されている。すなわち、主体金具 5 0 3 のうちの最も後端側の円柱の外側には、外筒 5 1 2 の先端部がはめ込まれている。そして、外筒 5 1 2 の後端部は、ケーブル 1 2 0 とかしめられている。図 2 および図 3 の上段において、かしめ部 5 1 2 c を示す。外筒 5 1 2 の後端部がかしめられている部分において、ケーブル 1 2 0 は、外層を剥離されていない。外筒 5 1 2 のかしめ部 5 1 2 c は、ケーブル 1 2 0 の最外層を貫通し、ケーブル 1 2 0 の外側から数えて 2 番目の層である第 2 のシールド線 S L 2 (図 5 参照) と導通している。その結果、この第 2 のシールド線 S L 2 は、外筒 5 1 2 を介して主体金具 5 0 3、排ガス配管 4 1 5 等と導通することとなり、シャーシグラウンドの電位を有することとなる。

【 0 0 5 0 】

10

図 2 の上段に示すように、ケーブル 1 2 0 のうち、絶縁電線 1 2 1, 1 2 2, 1 2 5, 1 2 6 が露出している部分の端面 1 2 0 e には、空気供給管 1 2 3 (図 1 (B) 参照) が開口している。その結果、空気供給管 1 2 3 から供給された圧縮空気は、内筒 5 0 9 内に充満し、セパレータ 5 1 0 の貫通孔 5 1 0 h からセンサユニット 3 0 0 に向かって供給される。なお、空気供給管 1 2 3 から供給された圧縮空気は、内筒 5 0 9 の底部の開口から外筒 5 1 2 内部にも充満する。しかし、外筒 5 1 2 内の空間の後端側はグロメット 5 1 1 およびかしめ部 5 1 2 c によってほぼ密封されており、先端側は、主体金具 5 0 3、ならびに滑石 5 0 6 および板パッキン 5 0 4 によって密封されている。このため、ほとんどの圧縮空気は、セパレータ 5 1 0 の貫通孔 5 1 0 h を介して、センサユニット 3 0 0 に供給される。

20

【 0 0 5 1 】

図 5 は、本実施例の微粒子センサ 1 0 0 に接続されるケーブル 1 2 0 の構成を示す概略断面図である。ケーブル 1 2 0 には、第 1 の絶縁電線 1 2 1 と、第 2 の絶縁電線 1 2 2 と、第 3 の絶縁電線 1 2 5 と、第 4 の絶縁電線 1 2 6 と、空気供給管 1 2 3 と、信号線 1 2 4 とが一体的に収容されている (図 1 (B) も参照)。このような構成とすることにより、微粒子センサ 1 0 0 に接続される配線および配管の取り回しが容易となる。よって、微粒子センサ 1 0 0 の車両 4 9 0 への搭載が容易になる。

【 0 0 5 2 】

第 1 の絶縁電線 1 2 1 は、その中心に導電線である芯線 1 2 1 0 を有している。芯線 1 2 1 0 の外周には樹脂被覆層 1 2 1 1 が設けられている。第 2 ~ 第 4 の絶縁電線 1 2 2, 1 2 5, 1 2 6 も同様の構成を有する。図 5 において、芯線 1 2 2 0, 1 2 5 0, 1 2 6 0、ならびに樹脂被覆層 1 2 2 1, 1 2 5 1, 1 2 6 1 を示す。

30

【 0 0 5 3 】

なお、ここでは、図 5 に示すケーブル 1 2 0 の断面図を使用して第 1 ~ 第 4 の絶縁電線 1 2 1, 1 2 2, 1 2 5, 1 2 6 の構成を説明した。しかし、第 1 ~ 第 4 の絶縁電線 1 2 1, 1 2 2, 1 2 5, 1 2 6 が、ガラス繊維部 1 2 0 1 およびその外側の層に覆われておらず、露出している部分 (図 2 および図 3 の中段、および図 4 左側上段参照) においても、第 1 ~ 第 4 の絶縁電線 1 2 1, 1 2 2, 1 2 5, 1 2 6 の被覆層は、上述の構成を有する。

【 0 0 5 4 】

40

図 5 に示す空気供給管 1 2 3 は、樹脂部材によって中空筒状に構成される。空気供給管 1 2 3 の外周は、補強部材 1 2 3 s によって被覆されている。補強部材 1 2 3 s は、可撓性を有しつつ、樹脂部材よりも高い剛性を有するように構成されていることが好ましく、例えば、金属線を編み組みすることによって構成されるものとすることができる。この補強部材 1 2 3 s によって、温度上昇に伴って空気供給管 1 2 3 を構成する樹脂部材が少なからず軟化した場合であっても、空気圧による空気供給管 1 2 3 の膨張変形が抑制される。すなわち、このケーブル 1 2 0 を用いれば、高温環境下においても微粒子センサ 1 0 0 に、より高い圧力の空気を供給することが可能である。

【 0 0 5 5 】

絶縁電線 1 2 1, 1 2 2, 1 2 5, 1 2 6 と空気供給管 1 2 3 の補強部材 1 2 3 s の外

50

周には、ガラス繊維が充填されたガラス繊維部 1 2 0 1 が形成されている。そして、ガラス繊維部 1 2 0 1 の外周は、第 1 のケーブル被覆層 1 2 0 2 によって被覆されている。第 1 のケーブル被覆層 1 2 0 2 は、樹脂によって構成することができる。

【 0 0 5 6 】

第 1 のケーブル被覆層 1 2 0 2 の外周には、導電線が編み組された第 1 のシールド線 S L 1 が配設されている。そして、第 1 のシールド線 S L 1 の外側には、樹脂によって構成された第 2 のケーブル被覆層 1 2 0 3 が設けられている。さらに、第 2 のケーブル被覆層 1 2 0 3 の外周には、導電線が編み組みされた第 2 のシールド線 S L 2 が配設されている。そして、第 2 のシールド線 S L 2 の外周は、樹脂で構成された外皮 1 2 0 4 によって被覆されている。

10

【 0 0 5 7 】

第 1 のシールド線 S L 1 は、前述のように、内筒 5 0 9 を介して、センサユニット 3 0 0 と電氣的に接続される（図 2 および図 3 の中段参照）。このような構成とすることにより、第 1 のシールド線 S L 1 は、上述したように、微粒子センサ 1 0 0 のセンサユニット 3 0 0 と電気回路部 1 1 2 とを接続する信号線 1 2 4 として機能する。

【 0 0 5 8 】

一方、第 2 のシールド線 S L 2 は、前述のように、外筒 5 1 2 と導通する（図 2 および図 3 の上段参照）。その結果、第 2 のシールド線 S L 2 は、それぞれ導電性を有する外筒 5 1 2、主体金具 5 0 3、取付用ボス 4 1 7、排ガス配管 4 1 5 を介して、車両 4 9 0 のシャーシ（図示せず）と電氣的に接続される。その結果、第 2 のシールド線 S L 2 は、接

20

【 0 0 5 9 】

図 6 は、センサユニット 3 0 0 の構成を示す分解斜視図である。図 6 にも、図 2 ～図 4 と対応するように三次元矢印 X、Y、Z を図示す。図 6 において、矢印 X は、図面の右奥の方向を示し、矢印 Y は、図面左奥の方向を示し、矢印 Z は、微粒子センサ 1 0 0 の仮想中心軸 C L（図 2 ～図 4 参照）に沿った方向を示している。

【 0 0 6 0 】

センサユニット 3 0 0 の中央には、第 1 のセラミック層 3 1 0 が設けられている。第 1 のセラミック層 3 1 0 は、一対の外周部 3 1 2、3 1 4 と、外周部 3 1 2、3 1 4 の間に配される柱状部 3 1 6 とを備える。

30

【 0 0 6 1 】

互いに線対称の形状を有する一対の外周部 3 1 2、3 1 4 は、センサユニット 3 0 0 内において高圧空気、イオン、および排ガスが流れる流路を定める。流路は、外周部 3 1 2 と外周部 3 1 4 の間に構成される。排ガスなどの流体は、主に、図 6 の上から下に向かって、より具体的には、微粒子センサ 1 0 0 の後端側から先端側に向かって、流路を流れる。なお、一対の外周部 3 1 2、3 1 4 は、略長方形の外形を形成するように形成および配置される。

【 0 0 6 2 】

外周部 3 1 2 と外周部 3 1 4 の間に構成される流路は、センサユニット 3 0 0 の後端側から先端側に向かって順に、流路 6 1 1 ～6 1 8 である。流路 6 1 1 ～6 1 8 は、微粒子センサ 1 0 0 の仮想中心軸 C L を含むように構成される（図 4 参照）。なお、流路 6 1 1 ～6 1 8 は、センサユニット 3 0 0 の「内部」である。

40

【 0 0 6 3 】

流路 6 1 1 の後端は、セパレータ 5 1 0 の貫通孔 5 1 0 h に接続される（図 2 の中段、ならびに図 4 の左下部および右上部参照）。流路 6 1 1 は、セパレータ 5 1 0 の貫通孔 5 1 0 h を介して圧縮空気を受け取る。この圧縮空気は、流路 6 1 1 ～6 1 8 を流れて、センサユニット 3 0 0 の先端側に設けられた排出孔 3 5（図 3 の下段参照）から、排ガスとともに排出される。流路 6 1 8 の下流端の開口が排出孔 3 5 である。なお、流路 6 1 1 の先端部 6 1 1 n は、流れの方向に沿って流路の断面積が小さくなるように構成されている。すなわち、流路 6 1 1 の先端部 6 1 1 n は、ノズル（オリフィス）として機能する。ま

50

た、柱状部 3 1 6 は、流路 6 1 6 と流路 6 1 7 の接続部分に配されて、圧縮空気が先端側に向かう直線状の流れを阻害する。柱状部 3 1 6 の機能については、後に説明する。

【 0 0 6 4 】

第 1 のセラミック層 3 1 0 に対して Y 軸負の側（以下、「表側」という）には、図 6 に示すように、放電パターン 3 2 0 とトラップパターン 3 2 5 とが配されている。なお、放電パターン 3 2 0 とトラップパターン 3 2 5 は、実際には第 2 のセラミック層 3 3 0 の Y 軸正の側の表面にパターン印刷されることで形成されている。放電パターン 3 2 0 の先端部 3 2 2 は、流路 6 1 1 の先端部 6 1 1 n 上に位置し、一方の放電電極として機能する。以下では、放電パターン 3 2 0 の先端部 3 2 2 を「第 1 の電極 3 2 2」とも表記する。放電パターン 3 2 0 のうち先端部 3 2 2 以外の部分 3 2 3 は、第 1 のセラミック層 3 1 0 の外周部 3 1 2 上に配される。

10

【 0 0 6 5 】

トラップパターン 3 2 5 の先端部 3 2 6 は、捕捉部の一部を構成する流路 6 1 6 , 6 1 7 上に位置し、同様に捕捉部の一部として機能する。トラップパターン 3 2 5 のうち先端部 3 2 6 以外の部分 3 2 7 は、第 1 のセラミック層 3 1 0 の外周部 3 1 4 上に配される。

【 0 0 6 6 】

放電パターン 3 2 0 とトラップパターン 3 2 5 に対してさらに表側には、第 2 のセラミック層 3 3 0 が配される。第 2 のセラミック層 3 3 0 は、Y 軸方向に投影したときに外周部 3 1 2 , 3 1 4 が形成する外形と重なるような略長方形の外形を有する。第 2 のセラミック層 3 3 0 は、混合部として機能する流路 6 1 2 上に、開口 3 3 0 h を有する。開口 3 3 0 h は、排ガスをセンサユニット 3 0 0 内に導入するための流入孔 4 5 の一部として機能する（図 1（B）、ならびに図 2 および図 3 の下段参照）。

20

【 0 0 6 7 】

放電パターン 3 2 0 とトラップパターン 3 2 5 は、第 2 のセラミック層 3 3 0 に覆われる。より詳細には、放電パターン 3 2 0 のうち先端部 3 2 2 以外の部分 3 2 3 と、トラップパターン 3 2 5 のうち先端部 3 2 6 以外の部分 3 2 7 とは、第 1 のセラミック層 3 1 0 と第 2 のセラミック層 3 3 0 によって挟まれて、それらによって覆われている。その結果、放電パターン 3 2 0 の部分 3 2 3 と、トラップパターン 3 2 5 の部分 3 2 7 とは、流路 6 1 1 ~ 6 1 8 において露出しない。また、放電パターン 3 2 0 とトラップパターン 3 2 5 は、センサユニット 3 0 0 の外部において露出しない。なお、実際の製造工程においては、放電パターン 3 2 0 とトラップパターン 3 2 5 は、たとえば、上述したように、第 1 のセラミック層 3 1 0 と向かい合う側の第 2 のセラミック層 3 3 0 の面上に、あらかじめパターン印刷することで設けられている。

30

【 0 0 6 8 】

第 2 のセラミック層 3 3 0 に対してさらに表側には、第 1 のグランドパターン 3 4 0 が配される。第 1 のグランドパターン 3 4 0 は、第 2 のセラミック層 3 3 0 の外形より小さい略長方形の外形を有する。第 1 のグランドパターン 3 4 0 は、Y 軸方向に投影したときに第 2 のセラミック層 3 3 0 の領域に含まれる位置に、配される。

【 0 0 6 9 】

第 1 のグランドパターン 3 4 0 は、混合部として機能する流路 6 1 2 上に、開口 3 4 0 h を有する。開口 3 4 0 h は、Y 軸方向に投影したときに第 2 のセラミック層 3 3 0 の開口 3 3 0 h と重なる位置に、配される。ただし、開口 3 4 0 h は開口 3 3 0 h よりも大きい。開口 3 4 0 h は、開口 3 3 0 h とともに、流入孔 4 5 の一部として機能する（図 1（B）、ならびに図 2 および図 3 の下段参照）。また、第 1 のグランドパターン 3 4 0 は、Y 軸方向に投影したときに放電パターン 3 2 0 の後端部 3 2 4 と重なる位置に、開口 3 4 2 を備える。そして、第 1 のグランドパターン 3 4 0 は、Y 軸方向に投影したときにトラップパターン 3 2 5 の後端部 3 2 8 と重なる位置に、開口 3 4 4 を備える。

40

【 0 0 7 0 】

第 1 のグランドパターン 3 4 0 に対してさらに表側には、第 3 のセラミック層 3 5 0 が配される。第 3 のセラミック層 3 5 0 は、Y 軸方向に投影したときに第 2 のセラミック層

50

３３０と重なる略長方形の外形を有する。第３のセラミック層３５０は、混合部として機能する流路６１２上に、開口３５０ｈを有する。開口３５０ｈは、Ｙ軸方向に投影したときに、第２のセラミック層３３０の開口３３０ｈ、第１のグランドパターン３４０の３４０ｈと重なる位置に、配される。ただし、開口３５０ｈは開口３４０ｈよりも小さい。開口３５０ｈは、開口３３０ｈ、３４０ｈとともに、流入孔４５の一部として機能する（図１（Ｂ）、ならびに図２および図３の下段参照）。

【００７１】

第１のグランドパターン３４０は、開口３４０ｈの端面も含めて、第３のセラミック層３５０に覆われる。すなわち、第１のグランドパターン３４０は、第２のセラミック層３３０と第３のセラミック層３５０によって挟まれ、それらによって覆われている。その結果、第１のグランドパターン３４０は、流路６１１～６１８およびセンサユニット３００の外部において露出しない。

10

【００７２】

第２のセラミック層３３０と、第３のセラミック層３５０は、Ｙ軸方向に投影したときに放電パターン３２０の後端部３２４と重なる位置に、それぞれビア３３０ｖ１、３５０ｖ１を２個ずつ備える。ビア３３０ｖ１は、第２のセラミック層３３０を貫通している。ビア３５０ｖ１は、第３のセラミック層３５０を貫通している。２組のビア３３０ｖ１、３５０ｖ１には導電部材が充填されている。それら導電部材は、第１のグランドパターン３４０と絶縁された状態で当該第１のグランドパターン３４０の開口３４２を通過して、放電パターン３２０の後端部３２４と導通している。さらに、第３のセラミック層３５０の表側には、ビア３５０ｖ１と導通するように電極パッド３５２が設けられる。

20

【００７３】

電極パッド３５２には、絶縁電線１２１に接続された端子１２１ｔが接触する（図４左下部参照）。放電パターン３２０は、絶縁電線１２１、端子１２１ｔ、電極パッド３５２、ビア３５０ｖ１、３３０ｖ１を介して、電気回路部１１２（図１（Ｂ）参照）から電力を供給される。

【００７４】

同様に、第２のセラミック層３３０と、第３のセラミック層３５０は、Ｙ軸方向に投影したときにトラップパターン３２５の後端部３２８と重なる位置に、それぞれビア３３０ｖ２、３５０ｖ２を２個ずつ備える。ビア３３０ｖ２は、第２のセラミック層３３０を貫通している。ビア３５０ｖ２は、第３のセラミック層３５０を貫通している。ビア３３０ｖ２、３５０ｖ２には導電部材が充填されている。そして、それら導電部材は、第１のグランドパターン３４０と絶縁された状態で当該第１のグランドパターン３４０の開口３４４を通過して、トラップパターン３２５の後端部３２８と導通している。第３のセラミック層３５０の表側には、ビア３５０ｖ２と導通するように電極パッド３５４が設けられる。

30

【００７５】

電極パッド３５４には、絶縁電線１２２に接続された端子１２２ｔが接触する（図２中段および図４左下部参照）。トラップパターン３２５は、絶縁電線１２２、端子１２２ｔ、電極パッド３５４、ビア３５０ｖ２、３３０ｖ２を介して、電気回路部１１２（図１（Ｂ）参照）から電力を供給される。

40

【００７６】

さらに、第３のセラミック層３５０は、Ｙ軸方向に投影したときに第１のグランドパターン３４０と重なる位置に、２個のビア３５０ｖ３を備える。ビア３５０ｖ３は、第３のセラミック層３５０を貫通している。ビア３５０ｖ３には導電部材が充填されている。そして、それら導電部材は、第１のグランドパターン３４０と導通している。第３のセラミック層３５０の表側には、ビア３５０ｖ３と導通するように電極パッド３５６が設けられる。

【００７７】

電極パッド３５６には、導電性の内筒５０９等を介して信号線１２４（第１のシールド線ＳＬ１）に接続された端子１２４ｔが接触する（図２中段および図４左下部参照）。第

50

1のグランドパターン340の電位は、ビア350v3、電極パッド356、端子124t、内筒509等、信号線124を介して、センサ駆動部110の電気回路部112に伝えられる。

【0078】

なお、センサユニット300が微粒子センサ100に組み込まれた状態において、電極パッド352, 354, 356は、主体金具503、および第2のセラミックリング507よりも後端側に位置する(図4の右側中段および図3の中段参照)。このため、電極パッド352, 354, 356は、排ガスに接触しない。

【0079】

一方、第1のセラミック層310に対してY軸正の側(以下、「裏側」という)には、図6に示すように、第2のグランドパターン360が配される。第2のグランドパターン360は、Y軸方向に投影したときに第1のセラミック層310の外周部312, 314が形成する略長方形の外形より小さい略長方形の外形を有する。第2のグランドパターン360は、Y軸方向に投影したときに外周部312, 314が形成する略長方形の外形に含まれる位置に、配される。第2のグランドパターン360は、流路611~618に対して露出しており、流路611~618の底面を構成する。

【0080】

第2のグランドパターン360に対してさらに裏側には、第4のセラミック層370が配される。第4のセラミック層370は、Y軸方向に投影したときに外周部312, 314が形成する略長方形の外形と重なる略長方形の外形を有する。

【0081】

第2のグランドパターン360は、第4のセラミック層370に覆われる。すなわち、第2のグランドパターン360は、第1のセラミック層310と第4のセラミック層370によって挟まれ、それらによって覆われている。その結果、第2のグランドパターン360は、センサユニット300の外部に露出しない。

【0082】

第4のセラミック層370に対してさらに裏側には、ヒータパターン380が、配されている。ヒータパターン380は、センサユニット300の後端側に両端を有する一続きの電熱線のパターンである。ヒータパターン380は、電力を供給されることにより、第2のグランドパターン360の第2の電極362、トラップパターン325の先端部326、放電パターン320の第1の電極322などを含むセンサユニット300全体を、550~600度に昇温させる。その結果、第2のグランドパターン360のうち流路611~618において露出している部分、流路616, 617において露出している先端部326、流路613において露出した第1の電極322などに付着した煤は、燃焼される。このため、それらの構成は、煤に覆われることなく長期にわたって性能を発揮できる。

【0083】

なお、第2のグランドパターン360のうち流路611~618において露出している部分、流路616, 617において露出している先端部326、流路613において露出している第1の電極322は、白金で構成されることが好ましい。そのような態様とすることにより、電極自身の耐酸化性を向上させることができる。

【0084】

ヒータパターン380に対してさらに裏側には、第5のセラミック層390が配される。第5のセラミック層390は、Y軸方向に投影したときに第4のセラミック層370と重なる略長方形の外形を有する。ヒータパターン380は、第5のセラミック層390に覆われる。すなわち、ヒータパターン380は、第4のセラミック層370と第5のセラミック層390によって挟まれて、それらによって覆われている。その結果、ヒータパターン380は、流路611~618およびセンサユニット300外において露出しない。

【0085】

なお、第1~第5のセラミック層310, 330, 350, 370, 390は、絶縁セラミック(例えば、アルミナ)で構成されている。第1~第5のセラミック層310, 3

10

20

30

40

50

30, 350, 370, 390で構成される構造が、「課題を解決するための手段」における「構造体」に相当する。構造体STを図6に示す。構造体STの外側が、センサユニット300の「外部」である。

【0086】

第5のセラミック層390は、Y軸方向に投影したときにヒータパターン380の二つの後端部382, 384とそれぞれ重なる位置に、それぞれビア390v1, 390v2を2個ずつ備える。ビア390v1, 390v2は、第5のセラミック層390を貫通している。ビア390v1, 390v2には導電部材が充填されている。そして、それら導電部材は、ヒータパターン380の二つの後端部382, 384とそれぞれ導通している。さらに、第5のセラミック層390の裏側には、ビア390v1と導通するように電極パッド392が設けられる。そして、第5のセラミック層390の裏側には、同様に、ビア390v2と導通するように電極パッド394が設けられる。

10

【0087】

電極パッド392には、絶縁電線125に接続された端子125tが接触する(図4左下部参照)。電極パッド394には、絶縁電線126に接続された端子126tが接触する(図2中段および図4左下部参照)。ヒータパターン380は、絶縁電線125、端子125t、電極パッド392、ビア390v1、ならびに絶縁電線126、端子126t、電極パッド394、ビア390v2を介して、電気回路部112(図1(B)参照)から電力を供給される。

【0088】

20

なお、センサユニット300が微粒子センサ100に組み込まれた状態において、電極パッド392, 394は、主体金具503、および第2のセラミックリング507よりも後端側に位置する(図4の右側中段および図3の中段参照)。このため、電極パッド392, 394は、排ガスに接触しない。

【0089】

前述のように、ヒータパターン380によりセンサユニット300全体が550~600度に昇温される。このため、たとえば、表面に露出している第3のセラミック層350や第5のセラミック層390に、排ガス中に含まれる水滴が付着した場合には、第3のセラミック層350や第5のセラミック層390が熱衝撃によって損傷する可能性がある。

【0090】

30

しかし、本実施例においては、センサユニット300は、排ガス管415内においてプロテクタ501に覆われている(図1(B)、図2および図3参照)。また、排ガス配管415内を流通する排ガスに接触する部分300eのうち、排ガス管415の外部に位置する部分は、プロテクタ501および主体金具503の先端部に覆われている。このため、センサユニット300に直接、水滴が付着する可能性は低い。よって、上記のような事態が生じる可能性を低減することができる。なお、プロテクタ501には、通気孔が設けられている。このため、センサユニット300は、プロテクタ501の通気孔を通った排ガスを取り込むことができる。

【0091】

図6中央に示す第1のセラミック層310は、外周部312, 314が形成する略長方形の外形の辺に沿って、Y軸方向に投影したときに第1のグランドパターン340および第2のグランドパターン360と重なる位置に、複数のビア310vを備える。これらの複数のビア310vは、流路611~618、ならびに放電パターン320、およびトラップパターン325を囲む位置に配される。ビア310vは、第1のセラミック層310を貫通している。

40

【0092】

また、第2のセラミック層330は、略長方形の外形の辺に沿って、Y軸方向に投影したときに第1のセラミック層310のビア310vと重なる位置に、複数のビア330v3を備える。ビア330v3は、第2のセラミック層330を貫通している。

【0093】

50

第1のセラミック層310のビア310vおよび第2のセラミック層330のビア330v3には、導電部材が充填されている。そして、それら導電部材は、第1のグランドパターン340および第2のグランドパターン360と導通している。

【0094】

放電パターン320およびトラップパターン325は、第1のグランドパターン340および第2のグランドパターン360、ならびにそれらを結ぶ複数のビア310v、330v3内の導電部材で囲まれている。これら第1および第2のグランドパターン340、360、ならびに複数のビア310v、330v3内の導電部材は、後述するように、煤の帯電に使用されなかったイオンの量に応じた電位を有する。この電位は、後述するように、センサユニット300における基準電位である。その結果、第1および第2のグランドパターン340、360、ならびにそれらを結ぶ複数のビア310v、330v3内の導電部材は、放電パターン320およびトラップパターン325に対するファラデーケージとして機能する。すなわち、放電パターン320およびトラップパターン325は外部の電場から遮断される。その結果、放電パターン320およびトラップパターン325は、外部のノイズによって電位を変動されることなく、正確に機能することができる。

【0095】

第2のグランドパターン360、および、第1のグランドパターン340、ならびに第1のグランドパターン340と第2のグランドパターン360とを結ぶ複数のビア310v、330v3内の導電部材が、「課題を解決するための手段」における「センサグランド部」として機能する。センサグランド部SGを図6に示す。第2のグランドパターン360、および、第1のグランドパターン340、ならびに第1のグランドパターン340と第2のグランドパターン360とを結ぶ複数のビア310v、330v3内の導電部材の電位が、「第1のフローティング電位」に相当する。

【0096】

A2. 微粒子センサの機能：

図7は、排ガス中の微粒子量を検出するためのセンサユニット300の機能を説明するための模式図である。図7においては、排ガス配管415内に挿入されたセンサユニット300の内部構造が模式的に図示されている。ただし、図7においては、特にx軸方向およびy軸方向の各部の配置については、技術の理解を容易にするため、実際の状態が反映されていない。

【0097】

センサユニット300は、後端側である上流側から、先端側である下流側に向かって、流路611～618を有する（図6の中央部も参照）。流路611は、空気供給管123から供給される高圧空気を受け取る（図2中段参照）。なお、図7において、センサユニット300が受け取る高圧空気の流れを矢印faで示す。

【0098】

流路612の流路断面は、図4、図6および図7に示すように、流路611の流路断面よりも大きい。流路612においては、流入孔45（図6の開口330h、340h、350h）から供給される、煤Sを含んだ排ガスと、流路611から供給される高圧空気とが、混合される。なお、図7において、センサユニット300に取り込まれる排ガスの流れを矢印fiで示す。

【0099】

流路611の先端部611nの流路断面は、下流にいくほど小さくなっており（図6の中央部、図7の上段参照）、先端において、流路611よりも流路の断面積が大きい流路612に接続されている。流路611の先端部611nは、ノズルとして機能する。

【0100】

流路611の底面には、第2のグランドパターン360が露出している。流路611においては、第2のグランドパターン360のうち流路611の底を形成する電極部分361と、放電パターン320の先端部322（第1の電極322）と、の間で放電が行われる。その放電の結果、陽イオンPIが生成される。陽イオンPIは、高圧空気とともに流

流路 6 1 1 から流路 6 1 2 に流入する。流路 6 1 1 の先端部 6 1 1 n において生成された陽イオン P I と、流路 6 1 2 において流入孔 4 5 から導入された排ガスとは、主に流路 6 1 2 において混合される。その際、一部の陽イオン P I は、排ガス中の煤 S に付着し、煤を帯電させる。そして、帯電した煤、イオンは排ガスと共に、流路 6 1 3、6 1 4、6 1 5 の順に流れる。なお、以下では、第 2 のグランドパターン 3 6 0 のうち流路 6 1 1 の先端部 6 1 1 n の底を形成する電極部分 3 6 1 を、「第 2 の電極 3 6 1」とも表記する。

【 0 1 0 1 】

流路 6 1 1 と、第 2 のグランドパターン 3 6 0 の電極部分 3 6 1 (第 2 の電極 3 6 1) と、放電パターン 3 2 0 の先端部 3 2 2 (第 1 の電極 3 2 2) とは、「課題を解決するための手段」における「イオン発生部」として機能する。放電パターン 3 2 0 の第 1 の電極 3 2 2 の電位が、「第 2 のフローティング電位」に相当する。イオン発生部 I G を図 7 に示す。

10

【 0 1 0 2 】

また、放電パターン 3 2 0 のうち先端部 3 2 2 以外の部分 3 2 3 が、「課題を解決するための手段」における「放電電位部」に相当する。

流路 6 1 2 は、「課題を解決するための手段」における「帯電部」として機能する。帯電部 E C を図 7 に示す。

【 0 1 0 3 】

流路 6 1 6 , 6 1 7 の流路断面は、流路 6 1 4 , 6 1 5 の流路断面よりも大きい。流路 6 1 6 , 6 1 7 の底面には、前述のように、第 2 のグランドパターン 3 6 0 が露出している (図 6 の中央部参照)。流路 6 1 6 , 6 1 7 の上面には、トラップパターン 3 2 5 の先端部 3 2 6 が露出している。そして、流路 6 1 6 , 6 1 7 の接続部分であって、流路の底面としての第 2 のグランドパターン 3 6 0 と、流路の上面としての先端部 3 2 6 の間には、柱状部 3 1 6 が配されている。流路 6 1 4 および柱状部 3 1 6 は、それぞれ、微粒子センサ 1 0 0 の仮想中心軸 C L を含む位置に配される (図 6 の中央部参照)。

20

【 0 1 0 4 】

トラップパターン 3 2 5 の先端部 3 2 6 は、絶縁電線 1 2 2 を介して、電気回路部 1 1 2 により第 2 のグランドパターン 3 6 0 よりも高い電位とされている。このため、陽イオンと、陽イオンの付着により帯電された煤とは、トラップパターン 3 2 5 の先端部 3 2 6 から斥力を受ける。その結果、質量の小さい陽イオンは、底面側に進路を変更され、先端部 3 2 6 と向かい合う第 2 のグランドパターン 3 6 0 に捕捉される。トラップパターン 3 2 5 の先端部 3 2 6 と向かい合う第 2 のグランドパターン 3 6 0 の部分を、捕捉領域 3 6 2 として図 6 および図 7 に示す。

30

【 0 1 0 5 】

一方で、帯電された煤は、質量が大きいいため、先端部 3 2 6 からの斥力による進路の変更の程度が少ない。このため、帯電された煤は、捕捉領域 3 6 2 に捕捉されることなく、そのまま、流路 6 1 8 から排出孔 3 5 を経て、センサユニット 3 0 0 外部に排出される。なお、図 7 において、センサユニット 3 0 0 から排出される排ガスの流れを矢印 f o で示す。

【 0 1 0 6 】

なお、柱状部 3 1 6 は、流路 6 1 4 の下流側の正面に配される。このため、流路 6 1 3 ~ 6 1 5 を通過した排ガスおよび空気は、直接、流路 6 1 7 , 6 1 8 に向かわず、柱状部 3 1 6 によって進路を乱される。よって、本実施例によれば、柱状部 3 1 6 が設けられず、流路 6 1 3 ~ 6 1 5 を通過した排ガスおよび空気がそのまま下流の流路 6 1 7 , 6 1 8 に向かう態様に比べて、陽イオンを効率的に捕捉領域 3 6 2 で捕捉することができる。

40

【 0 1 0 7 】

流路 6 1 6 , 6 1 7 と、柱状部 3 1 6 と、トラップパターン 3 2 5 の先端部 3 2 6 と、捕捉領域 3 6 2 とは、「課題を解決するための手段」における「捕捉部」として機能する。捕捉部 C P を図 7 に示す。

【 0 1 0 8 】

50

図 8 は、センサ制御部 1 1 1 による微粒子センサ 1 0 0 を用いた排ガス中の煤量の検出を説明するためのブロック図である。電気回路部 1 1 2 は、一次側電源部 2 1 0 と、二次側電源部 2 2 0 と、第 3 電流供給回路 2 2 3 と、電流差計測部 2 3 0 とを備える。一次側電源部 2 1 0 は、センサ制御部 1 1 1 (図 1 (B) 参照) の指令に従って、トランスを介して二次側電源部 2 2 0 に高圧電力を供給する。二次側電源部 2 2 0 は、第 1 電流供給回路 2 2 1 と、第 2 電流供給回路 2 2 2 とを備えている。

【 0 1 0 9 】

第 1 電流供給回路 2 2 1 は、第 2 の絶縁電線 1 2 2 を介して、トラップパターン 3 2 5 の先端部 3 2 6 (図 6 の中段および図 7 の下段参照) に接続されている。トラップパターン 3 2 5 の先端部 3 2 6 は、第 1 電流供給回路 2 2 1 から、陽イオン P I に斥力を付与するための電力 (1 0 0 V) を供給される。

10

【 0 1 1 0 】

第 2 電流供給回路 2 2 2 は、第 1 の絶縁電線 1 2 1 を介して放電パターン 3 2 0 の第 1 の電極 3 2 2 (図 6 の中段、および図 7 の上段参照) と接続されている。第 1 の電極 3 2 2 は、第 2 電流供給回路 2 2 2 から、コロナ放電のための電力 (2 ~ 3 k V 、 1 0 0 k H z) が供給される。なお、第 2 電流供給回路 2 2 2 は、定電流回路であり、コロナ放電に際して、例えば 5 μ A 程度の一定の電流 I_{in} を放電パターン 3 2 0 の第 1 の電極 3 2 2 に供給する。

【 0 1 1 1 】

第 3 電流供給回路 2 2 3 は、第 3 および第 4 の絶縁電線 1 2 5 , 1 2 6 等を介してヒータパターン 3 8 0 (図 6 の左上参照) と接続されている。ヒータパターン 3 8 0 は、第 3 電流供給回路 2 2 3 から、センサユニット 3 0 0 を昇温させるための電力を供給される。なお、第 3 電流供給回路 2 2 3 、第 3 および第 4 の絶縁電線 1 2 5 , 1 2 6 、ならびにヒータパターン 3 8 0 で構成される回路は、放電パターン 3 2 0 、トラップパターン 3 2 5 、第 2 のグランドパターン 3 6 0 とは独立に構成される。

20

【 0 1 1 2 】

電流差計測部 2 3 0 は、信号線 1 2 4 (第 1 のシールド線 S L 1) 等を介して、捕捉領域 3 6 2 (第 2 のグランドパターン 3 6 0 に接続されている捕捉領域 3 6 2) と電気的に接続されている。また、電流差計測部 2 3 0 は、排ガス配管 4 1 5 または車両 4 9 0 のシャシーを介して接地されている。

30

【 0 1 1 3 】

第 2 電流供給回路 2 2 2 から放電パターン 3 2 0 の第 1 の電極 3 2 2 に入力電流 I_{in} が流れると、コロナ放電により、第 1 の電極 3 2 2 から第 2 の電極 3 6 1 を介して第 2 のグランドパターン 3 6 0 に放電電流 I_{dc} が流れるとともに、陽イオン P I が生成される。その陽イオン P I の一部は、図 7 に示すように、煤 S の帯電に用いられ、煤 S の帯電に用いられなかった残りの陽イオン P I は、捕捉領域 3 6 2 において捕捉される。

【 0 1 1 4 】

ここで、煤 S の帯電に用いられてセンサユニット 3 0 0 の外部へと漏洩する陽イオン P I の流れに相当する電流を「漏洩電流 I_{esc} 」と呼ぶ。一方、捕捉領域 3 6 2 に捕捉される陽イオン P I の流れに相当する電流を「捕捉電流 I_{trp} 」と呼ぶ。このとき、コロナ放電によって流れるこれらの 4 つの電流 I_{in} , I_{dc} , I_{esc} , I_{trp} について、以下の関係式 (1) が成り立つ。

40

$$I_{in} = I_{dc} + I_{trp} + I_{esc} \dots (1)$$

【 0 1 1 5 】

これらの電流のうち、放電電流 I_{dc} と、捕捉電流 I_{trp} とは、第 2 のグランドパターン 3 6 0 に流れる電流である。また、放電パターン 3 2 0 の第 1 の電極 3 2 2 への入力電流 I_{in} は、前述のように、第 2 電流供給回路 2 2 2 によって一定に制御されている。従って、入力電流 I_{in} と、第 2 のグランドパターン 3 6 0 に流れる 2 つの電流 I_{dc} , I_{trp} の合計との差をとることにより、漏洩電流 I_{esc} を得ることができる (下記 (2) 式)。

$$I_{esc} = I_{in} - (I_{dc} + I_{trp}) \dots (2)$$

50

【 0 1 1 6 】

第2のグラウンドパターン360では、入力電流 I_{in} に対して漏洩電流 I_{esc} の分が不足する分だけ、その電位が、外部の基準電位（車両490のシャーシの電位）より低下する。これに対し、電流差計測部230からは、その低下分を補償するように、補償電流 I_c が信号線124に流れる。この補償電流 I_c は漏洩電流 I_{esc} に相当する電流である。電流差計測部230は、この補償電流 I_c の計測値を漏洩電流 I_{esc} の計測値として、センサ制御部111に送信する。

【 0 1 1 7 】

漏洩電流 I_{esc} は、煤Sの帯電に用いられた陽イオンPIの量と相関関係を有する電流である（図7の下段参照）。そして、煤Sの帯電に用いられた陽イオンPIの量は、排ガス中の単位流量当たりの煤Sの量と相関関係を有する量である。従って、上記のように漏洩電流 I_{esc} を計測（検出）することにより、排ガス中の単位流量当たりの煤Sの量を求めることができる。センサ制御部111は、予め記憶されたマップや演算式などを用いて、電流差計測部230において検出された漏洩電流 I_{esc} に対する排ガス中の煤Sの量を取得する。

【 0 1 1 8 】

このように、センサ制御部111は、煤Sの帯電に用いられてセンサユニット300の外部へと漏洩した陽イオンPIの量に応じて変化する第2のグラウンドパターン360の電位に起因して、第2のグラウンドパターン360に流れる電流の量に基づいて、排ガス中の煤Sの量を検出する。言い換えれば、センサ制御部111は、煤Sの帯電に用いられず、捕捉領域362（第2のグラウンドパターン360に接続されている）に捕捉された陽イオンPIの量に応じて変化する第2のグラウンドパターン360の電位に起因して、第2のグラウンドパターン360に流れる電流の量に基づいて、排ガス中の煤Sの量を検出する、と表現することもできる。

【 0 1 1 9 】

なお、本実施例において、放電パターン320およびトラップパターン325は、第1のグラウンドパターン340および第2のグラウンドパターン360、ならびにそれらを結ぶ複数のビア310v, 330v3内の導電部材で囲まれている。このため、放電パターン320およびトラップパターン325から漏れだした電流は、第1のグラウンドパターン340および第2のグラウンドパターン360、ならびにそれらを結ぶ複数のビア310v, 330v3内の導電部材に流入する。よって、上記の第1の電極322から第2の電極361への放電電流 I_{dc} が電流の漏出による誤差を含んでいたとしても、その誤差分は、第2のグラウンドパターン360における捕捉電流 I_{trp} に吸収される。このため、放電パターン320およびトラップパターン325から電流が漏れだしていても、式（2）の右辺が含む誤差はごく小さなものとなるか、または0となる。よって式（2）から得られる漏洩電流 I_{esc} は、正確な値となる。その結果、微粒子センサ100の出力値は正確なものとなる。

【 0 1 2 0 】

本実施例の微粒子センサ100によれば、簡易かつ小型な構成で、内燃機関400から排出される排ガスに含まれる煤Sなどの微粒子の量を検出することができる。

【 0 1 2 1 】

B．変形例：

なお、この発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

【 0 1 2 2 】

B1．変形例1：

上記実施例においては、イオン発生部IGにおいて生じたイオンPIを帯電部ECおよび捕捉部CPへと流入させるために利用される気体は、空気である。しかし、イオンPIを帯電部ECおよびイオン捕捉部CPへと流入させるために利用される気体は、検出対象

10

20

30

40

50

である微粒子を含まない他の気体とすることもできる。イオン P I を帯電部 E C および捕捉部 C P へと流入させるために利用される気体は、微粒子センサ 1 0 0 が使用される環境下において電離しにくいものであることが好ましい。そして、イオン P I を帯電部 E C および捕捉部 C P へと流入させるために利用される気体は、コロナ放電により、電離されるものであることが、より好ましい。さらに、微粒子センサ 1 0 0 が使用される環境において微粒子センサ 1 0 0 やセンサ駆動部 1 1 0 の周囲に存在する気体であることが好ましい。

【 0 1 2 3 】

B 2 . 変形例 2 :

上記実施例では、
センサユニット 3 0 0 内部の流路 6 1 1 の先端部 6 1 1 n には、ノズルが形成されている。しかし、センサユニット 3 0 0 内の流路にはノズルは形成されていなくともよい。ただし、ノズルを設けることにより、ノズルからの噴流によって下流の空間に負圧を発生させることができる。流入孔 4 5 をノズルの下流の空間の壁部に設けることにより、外部から排ガスを効率的に取り込むことができる。

【 0 1 2 4 】

B 3 . 変形例 3 :

上記実施例では、コロナ放電により放電パターン 3 2 0 の第 1 の電極 3 2 2 と第 2 のグラウンドパターン 3 6 0 の第 2 の電極 3 6 1 との間で陽イオンを発生させ、トラップパターン 3 2 5 の先端部 3 2 6 にて陽イオンとの間で斥力を生じさせる構成としたが、これに限定されるものではない。例えば、第 1 の電極 3 2 2 と第 2 の電極 3 6 1 の正負の接続先を変更し、トラップパターン 3 2 5 の極性を逆にすることで、コロナ放電により陰イオンを発生させ、トラップパターン 3 2 5 の先端部 3 2 6 にて陰イオンとの間で斥力を生じさせる構成を採って被検出ガス中に含まれる微粒子の量を検出するようにしてもよい。

【 0 1 2 5 】

より具体的には、上記実施例においては、第 2 のフローティング電位としての放電パターン 3 2 0 の第 1 の電極 3 2 2 の電位は、第 1 のフローティング電位としてのセンサグラウンド部 S G の電位よりも 2 ~ 3 k V 高い電位である。そして、第 2 の電極 3 6 1 は、センサグラウンド部 S G に接続されている。しかし、イオンを生じさせるための一方の電極の電位である第 2 のフローティング電位は、第 1 のフローティング電位よりも低い電位とすることもできる。また、イオンを生じさせるための他方の電極の電位は、第 2 のフローティング電位よりも高い電位とすることができ、また、第 2 のフローティング電位よりも低い電位とすることができ、ただし、イオンを生じさせるための他方の電極の電位は、第 1 のフローティング電位とすることが好ましい。

【 0 1 2 6 】

B 4 . 変形例 4 :

また、上記実施例においては、イオン発生部 I G では、2 ~ 3 k V の電圧を、1 0 0 k H z で断続的に第 1 の電極 3 2 2 に印加する。しかし、イオンを生成するために電極に電圧を印加する態様は、他の電圧や他の周波数とするなど、他の態様であってもよい。ただし、断続的に電圧が印加されたり、交流電圧が印加される態様において、絶縁電線の被覆の劣化は顕著である。このため、本発明は、そのような態様に適用するとより好適である。

【 0 1 2 7 】

B 5 . 変形例 5 :

上記実施例においては、放電パターン 3 2 0 のうち先端部 3 2 2 以外の部分 3 2 3 、トラップパターン 3 2 5 のうち先端部 3 2 6 以外の部分 3 2 7 、第 1 のグラウンドパターン 3 4 0 、第 1 のセラミック層 3 1 0 のピア 3 1 0 v 、第 2 のセラミック層 3 3 0 のピア 3 3 0 v 3 は、絶縁セラミック製の構造体 S T 内部に設けられている。しかし、検出対象である粒子を含むガスに接触しない部位においては、それらの導電部材は、構造体の外部に露出していてもよい。

【 0 1 2 8 】

B 6 . 変形例 6 :

上記実施例においては、第 1 のセラミック層 3 1 0 のビア 3 1 0 v、および第 2 のセラミック層 3 3 0 のビア 3 3 0 v は、センサユニット 3 0 0 の構造体 S T の断面形状である長方形の 3 辺に沿って設けられている。そして、第 1 のグラウンドパターン 3 4 0 は、四角柱状の構造体 S T の内部にあって、ビア 3 1 0 v、3 3 0 v と垂直な面を形成している。上記実施例においては、これらがセンサグラウンド部 S G を構成し、放電パターン 3 2 0 およびトラップパターン 3 2 5 を囲むファラデーケージを形成する。すなわち、放電パターン 3 2 0 およびトラップパターン 3 2 5 に対して、X 軸方向の正の側および負の側、Y 軸方向の負の側、ならびに Z 軸方向の負の側に、センサグラウンド部 S G を構成する部材が配

10

【 0 1 2 9 】

しかし、放電電位部としての放電パターン 3 2 0 の一部 3 2 3 を囲むセンサグラウンド部は、他の構成とすることもできる。ただし、センサグラウンド部を構成する部材間を平面でつないで閉じた空間を形成した際に、その空間内に第 1 の電極と放電電位部が位置するように、センサグラウンド部が構成されることが好ましい。

【 0 1 3 0 】

B 7 . 変形例 7 :

上記実施例においては、柱状部 3 1 6 は、流路 6 1 6 と流路 6 1 7 の接続部分において、流路の底部から天井部に至る構成として設けられている。しかし、流路においてガスの直線状の流れを阻害し、イオンの捕捉を促すための構成は、他の形状および構造とすることもできる。たとえば、流路においてガスの直線状の流れを阻害する構成としては、流路の底部において、天井部には至らない坂を形成する構成とすることもできる。また、板状の構成を流路内に配することもできる。

20

【 0 1 3 1 】

B 8 . 変形例 8 :

上記実施例においては、ヒータパターン 3 8 0 は、センサユニット 3 0 0 全体を 5 5 0 ~ 6 0 0 度に昇温させる。しかし、ヒータは、検出対象である微粒子を含むガスに接触する導電部分を、その導電部分に付着する微粒子やその他の不純物を燃焼できる温度に、加熱することができるものであればよい。加熱温度は、ガスに接触する導電部分の素材、ならびにその導電部分に付着する微粒子やその他の不純物の組成に応じて定めることができる。

30

【 0 1 3 2 】

そして、ヒータは、単一のヒータであってもよく、第 1 および第 2 の電極、捕捉部ならびに帯電部の任意の一つまたはそれらの任意の組み合わせをそれぞれ昇温させることができる複数のヒータであってもよい。

【 0 1 3 3 】

B 9 . 変形例 9 :

上記実施例では、微粒子センサ 1 0 0 のうち、排ガス配管 4 1 5 内に配置されるセンサユニット 3 0 0 に、イオン発生部 I G と、帯電部 E C と、捕捉部 C P とが配列されていた。しかし、センサユニットには、帯電部 E C と捕捉部 C P が設けられていればよい。イオン発生部 I G については、例えば、微粒子センサ 1 0 0 のうち排ガス配管 4 1 5 の外側に配置される部位に離隔して設けられるものとしてもよい。

40

【 符号の説明 】

【 0 1 3 4 】

3 5 ... 排出孔

4 5 ... 流入孔

1 0 0 ... 微粒子センサ

1 1 0 ... センサ駆動部

1 1 1 ... センサ制御部

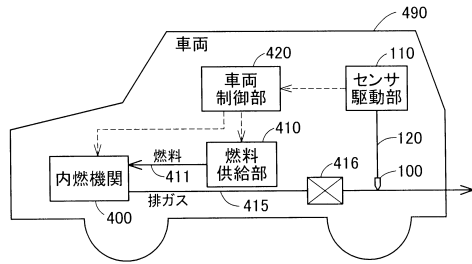
50

1 1 2 ... 電気回路部	
1 1 3 ... エア供給部	
1 2 0 ... ケーブル	
1 2 0 1 ... ガラス繊維部	
1 2 0 2 ... 第 1 のケーブル被覆層	
1 2 0 3 ... 第 2 のケーブル被覆層	
1 2 0 4 ... 外皮	
1 2 0 e ... ケーブルの端面	
1 2 1 , 1 2 2 , 1 2 5 , 1 2 6 ... 絶縁電線	
1 2 1 0 , 1 2 2 0 , 1 2 5 0 , 1 2 6 0 ... 芯線	10
1 2 1 1 , 1 2 2 1 , 1 2 5 1 , 1 2 6 1 ... 樹脂被覆層	
1 2 1 t , 1 2 2 t , 1 2 5 t , 1 2 6 t ... 端子	
1 2 3 ... 空気供給管	
1 2 3 s ... 補強部材	
1 2 4 ... 信号線	
1 2 4 t ... 端子	
2 1 0 ... 一次側電源部	
2 2 0 ... 二次側電源部	
2 2 1 ... 第 1 電流供給回路	
2 2 2 ... 第 2 電流供給回路	20
2 2 3 ... 第 3 電流供給回路	
2 3 0 ... 電流差計測部	
3 0 0 ... センサユニット	
3 1 0 ... 第 1 のセラミック層	
3 1 0 v ... ビア	
3 1 2 , 3 1 4 ... 外周部	
3 1 6 ... 柱状部	
3 2 0 ... 放電パターン	
3 2 2 ... 放電パターンの先端部 (第 1 の電極)	
3 2 3 ... 放電パターンのうち先端部以外の部分	30
3 2 4 ... 放電パターンの後端部	
3 2 5 ... トラップパターン	
3 2 6 ... トラップパターンの先端部	
3 2 7 ... トラップパターンのうち先端部以外の部分	
3 2 8 ... トラップパターンの後端部	
3 3 0 ... 第 2 のセラミック層	
3 3 0 h , 3 4 0 h , 3 5 0 h ... 開口	
3 3 0 v 1 ~ 3 3 0 v 3 ... ビア	
3 4 0 ... 第 1 のグランドパターン	
3 4 2 , 3 4 4 ... 開口	40
3 5 0 ... 第 3 のセラミック層	
3 5 0 v 1 ~ 3 5 0 v 2 ... ビア	
3 5 2 ... 電極パッド	
3 5 4 ... 電極パッド	
3 5 6 ... 電極パッド	
3 6 0 ... 第 2 のグランドパターン	
3 6 1 ... 第 2 のグランドパターンの電極部分 (第 2 の電極)	
3 6 2 ... 捕捉領域	
3 7 0 ... 第 4 のセラミック層	
3 8 0 ... ヒータパターン	50

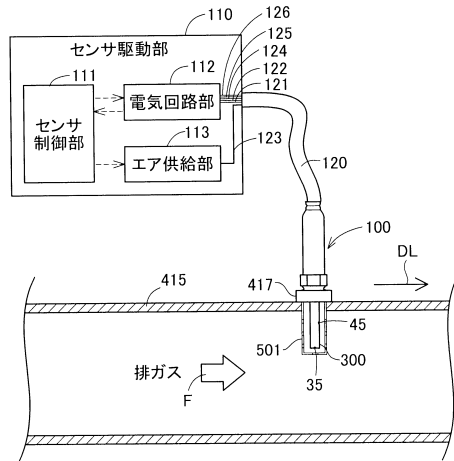
3 8 2 , 3 8 4 ... ヒータパターンの後端部	
3 9 0 ... セラミック層	
3 9 0 v 1 , 3 9 0 v 2 ... ビア	
3 9 2 ... 電極パッド	
3 9 4 ... 電極パッド	
4 0 0 ... 内燃機関	
4 1 0 ... 燃料供給部	
4 1 1 ... 燃料配管	
4 1 5 ... 排ガス配管	
4 1 6 ... フィルタ装置	10
4 1 7 ... 取付用ボス	
4 2 0 ... 車両制御部	
4 9 0 ... 車両	
5 0 1 ... プロテクタ	
5 0 2 ... ガスケット	
5 0 3 ... 主体金具	
5 0 4 ... 板パッキン	
5 0 5 ... 第 1 のセラミックリング	
5 0 6 ... 滑石	
5 0 7 ... 第 2 のセラミックリング	20
5 0 8 ... 線パッキン	
5 0 9 ... 内筒	
5 0 9 c ... かしめ部	
5 1 0 ... セパレータ	
5 1 0 h ... 貫通孔	
5 1 1 ... グロメット	
5 1 2 ... 外筒	
5 1 2 c ... かしめ部	
6 1 1 ~ 6 1 8 ... 流路	
C L ... 仮想中心軸	30
C P ... 捕捉部	
D L ... 排ガス管の延伸方向	
E C ... 帯電部	
F ... 排ガスの流れを示す矢印	
I c ... 補償電流	
I dc ... 放電電流	
I esc ... 漏洩電流	
I in ... 入力電流	
I trp ... 捕捉電流	
I G ... イオン発生部	40
P I ... 陽イオン	
S ... 微粒子 (煤)	
S G ... センサグランド部	
S L 1 ... 第 1 のシールド線	
S L 2 ... 第 2 のシールド線	
f a ... 空気の流れを示す矢印	
f i ... センサユニットに取り込まれる排ガスの流れを示す矢印	
f o ... センサユニットから排出される排ガスの流れを示す矢印	

【 図 1 】

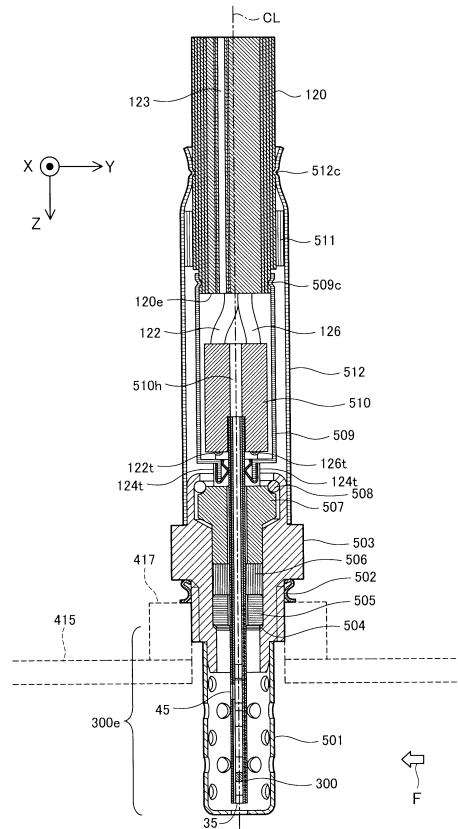
(A)



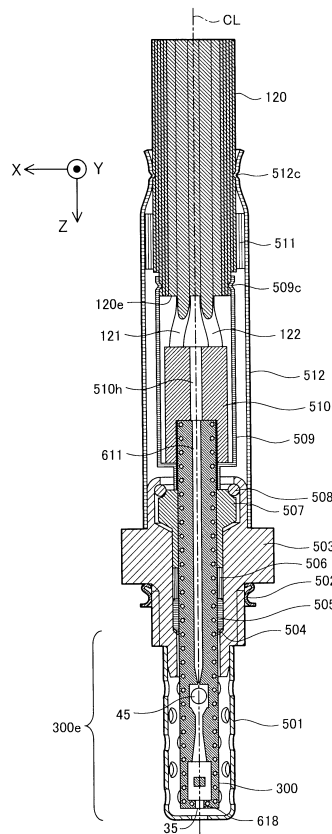
(B)



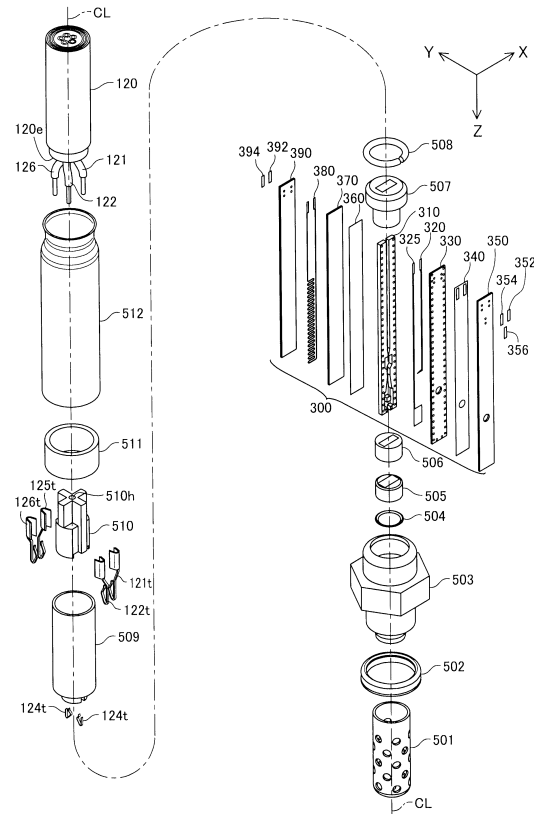
【 図 2 】



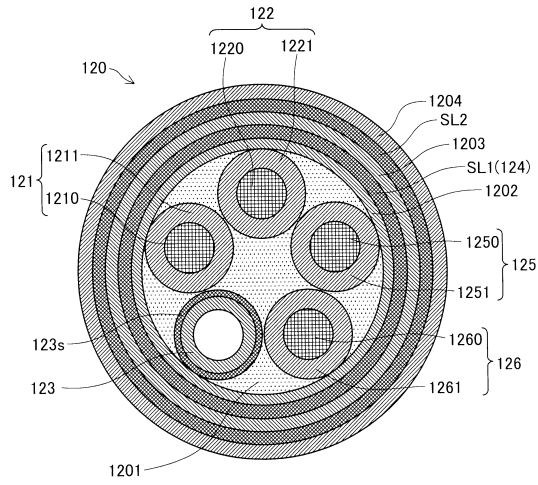
【圖 3】



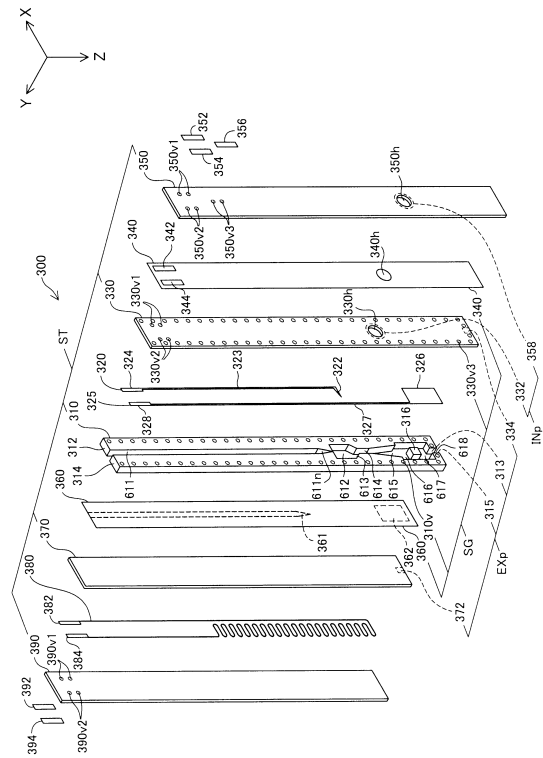
【 図 4 】



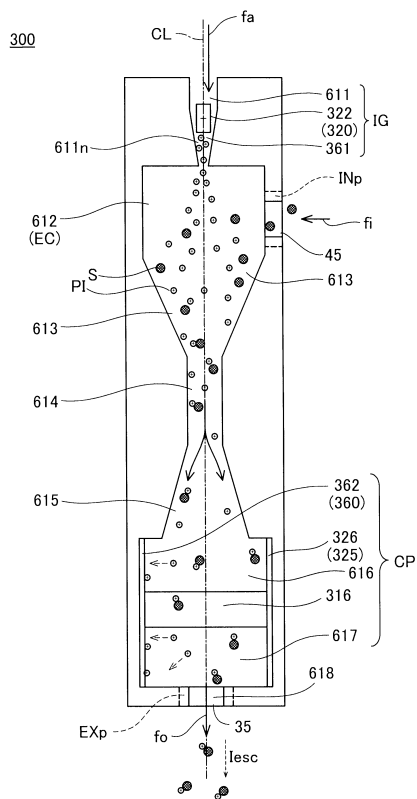
【 図 5 】



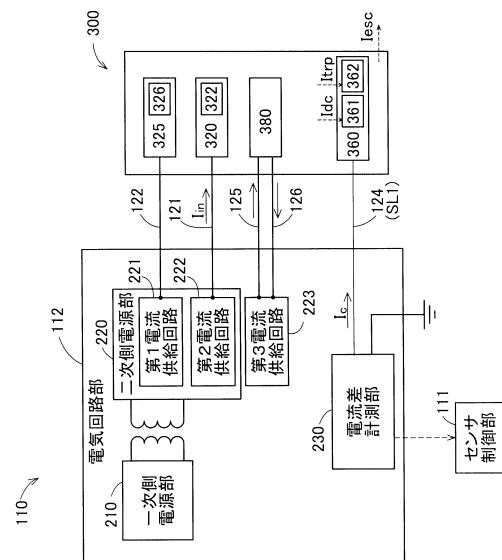
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

- (72)発明者 大澤 敬正
名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号 日本特殊陶業株式会社内
- (72)発明者 松岡 俊也
名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号 日本特殊陶業株式会社内
- (72)発明者 横井 等
名古屋市瑞穂区高辻町 1 4 番 1 8 号 日本特殊陶業株式会社内

審査官 南 宏輔

- (56)参考文献 特表 2 0 1 1 - 5 1 3 7 4 2 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 0 7 8 4 2 9 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 2 1 0 5 3 6 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 2 2 9 9 5 7 (J P , A)
実公平 0 2 - 0 1 9 9 0 2 (J P , Y 2)
特開 2 0 1 2 - 1 9 4 0 7 8 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 1 / 1 0 4 4 2 6 (W O , A 1)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|-----------------------|
| G 0 1 N | 2 7 / 6 0 - 2 7 / 7 0 |
| G 0 1 N | 1 5 / 0 6 |