

(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2017-191053

(P2017-191053A)

(43) 公開日 平成29年10月19日(2017.10.19)

(51) Int.Cl.
G01N 27/22 (2006.01)F1
G01N 27/22テーマコード (参考)
2G060

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2016-81547 (P2016-81547)
(22) 出願日 平成28年4月14日 (2016.4.14)(71) 出願人 000000170
いすゞ自動車株式会社
東京都品川区南大井6丁目2番1号
(74) 代理人 100105050
弁理士 鷲田 公一
(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
(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
Fターム(参考) 2G060 AA03 AD03 AE20 AF10 AG11
GA01 HB02 HC10 HC13 JA07
KA10

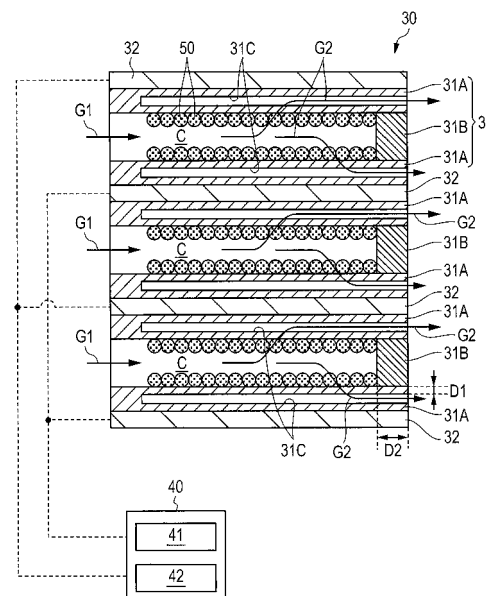
(54) 【発明の名称】 センサ

(57) 【要約】

【課題】PMの量の測定の精度を向上させることが可能なセンサを提供する。

【解決手段】センサは、排気ガスの流通方向に延在する多孔質性の隔壁により囲まれ、且つ、隔壁の延在方向の一端側が封止されている、セルを有し、排気ガス中の粒子状物質をセルにおいて捕集する捕集部材と、隔壁の外側にセルを挟んで対向配置された複数の電極部材と、を備え、セルを囲む隔壁のうち、電極部材の少なくとも一方の側に位置する電極側隔壁部は、中空部を有し、排気ガスをセルの内部から中空部の内部に流入させて捕集部材の外部に排出する。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

排気ガスの流通方向に延在する多孔質性の隔壁により囲まれ、且つ、前記隔壁の延在方向の一端側が封止されている、セルを有し、前記排気ガス中の粒子状物質を前記セルにおいて捕集する捕集部材と、

前記隔壁の外側に前記セルを挟んで対向配置された複数の電極部材と、

を備え、

前記セルを囲む前記隔壁のうち、前記電極部材の少なくとも一方の側に位置する電極側隔壁部は、中空部を有し、前記排気ガスを前記セルの内部から前記中空部の内部に流入させて前記捕集部材の外部に排出する、

センサ。

10

【請求項 2】

前記捕集部材は、それぞれ前記隔壁の外側から前記電極部材により挟まれる複数の前記セルを有し、

各セルの前記中空部は、前記延在方向の前記一端側に開口する、

請求項 1 に記載のセンサ。

【請求項 3】

前記中空部と前記セルとに挟まれる前記隔壁の厚みは、前記延在方向の一端側において前記セルを封止する封止部の厚みよりも薄い、

請求項 1 または請求項 2 に記載のセンサ。

20

【請求項 4】

前記中空部は、前記電極側隔壁部の内部に、前記電極部材から離間して設けられている、

請求項 1 ～ 3 の何れか 1 項に記載のセンサ。

【請求項 5】

前記中空部は、前記電極側隔壁部の前記延在方向の一端側から他端側まで延びている、

請求項 1 ～ 4 の何れか 1 項に記載のセンサ。

【請求項 6】

前記中空部の幅は、前記セルの幅以上の大きさである、

請求項 1 ～ 5 の何れか 1 項に記載のセンサ。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、センサに関し、特に、排気ガス中に含まれる粒子状物質（以下「PM」という。）を検出するPMセンサに関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、内燃機関の排気系に設けられ、内燃機関から排出される排気ガス中のPMを検出するセンサとして、静電容量型PMセンサが知られている（例えば、特許文献1参照）。静電容量型PMセンサは、対向配置された一对の電極の間に堆積するPMにより電極間の静電容量が変化することを利用してPMの量を測定する。

40

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献1】特開2011-89791号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、特許文献1に記載の技術では、電極に沿った方向（一对の電極が並ぶ方向に直交する方向）に排気ガスが流れるので、精度良く電極間にPMを堆積できない場合

50

がある。そのため、静電容量型 P M センサにおいて P M の量の測定の精度を向上させる技術の開発が望まれる。

【 0 0 0 5 】

本発明の目的は、P M の量の測定の精度を向上させることが可能な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】

【 0 0 0 6 】

本発明に係るセンサは、

排気ガスの流通方向に延在する多孔質性の隔壁により囲まれ、且つ、前記隔壁の延在方向の一端側が封止されている、セルを有し、前記排気ガス中の粒子状物質を前記セルにおいて捕集する捕集部材と、

10

前記隔壁の外側に前記セルを挟んで対向配置された複数の電極部材と、
を備え、

前記セルを囲む前記隔壁のうち、前記電極部材の少なくとも一方の側に位置する電極側隔壁部は、中空部を有し、前記排気ガスを前記セルの内部から前記中空部の内部に流入させて前記捕集部材の外部に排出する。

【発明の効果】

【 0 0 0 7 】

本発明によれば、P M の量の測定の精度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

20

【 0 0 0 8 】

【図 1】本実施の形態の P M センサが適用されたディーゼルエンジンの排気系を示す概略構成図である。

【図 2】本実施の形態の P M センサを示す部分断面図である。

【図 3】本実施の形態の P M センサのセンサ部を示す断面図である。

【図 4 A】センサ部を流通方向の上流側から見た図である。

【図 4 B】センサ部を流通方向の下流側から見た図である。

【図 5 A】変形例に係る P M センサのセンサ部を示す模式的な斜視図である。

【図 5 B】変形例に係る P M センサのセンサ部を示す模式的な分解斜視図である。

【発明を実施するための形態】

30

【 0 0 0 9 】

以下、本実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。図 1 は、本実施の形態の P M センサ 1 0 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。）1 0 0 の排気系を示す概略構成図である。排気管 1 1 0 には、排気上流側から順に、酸化触媒 2 1 0、D P F（ディーゼル・パーティキュレート・フィルタ）2 2 0、N O_x 浄化触媒 2 3 0 等が設けられている。本実施の形態に係るセンサの一例としての P M センサ 1 0 は、例えば、D P F 2 2 0 よりも上流側の排気管 1 1 0、又は、D P F 2 2 0 よりも下流側の排気管 1 1 0 に設けられる。

【 0 0 1 0 】

次に、図 2 に基づいて、P M センサ 1 0 の詳細構成について説明する。P M センサ 1 0 は、排気管 1 1 0 内に挿入されたケース部材 1 1 と、ケース部材 1 1 を排気管 1 1 0 に取り付け台座部 2 0 と、ケース部材 1 1 に収容されたセンサ部 3 0 とを備える。

40

【 0 0 1 1 】

ケース部材 1 1 は、有底円筒状の内側ケース部 1 1 A と、内側ケース部 1 1 A の円筒外周面を囲む円筒状の外側ケース部 1 1 B とを備えている。内側ケース部 1 1 A は、先端側が外側ケース部 1 1 B よりも突出するように、その軸方向長さを外側ケース部 1 1 B よりも長く形成されている。内側ケース部 1 1 A の軸方向長さは、内側ケース部 1 1 A の底部が排気管 1 1 0 の軸中心 C L 近傍まで突出するように、排気管 1 1 0 の半径と略同一の長さとなっている。また、本実施の形態では内側ケース部 1 1 A 及び外側ケース部 1 1 B の軸方向断面形状は円形状であるが、内側ケース部 1 1 A 及び外側ケース部 1 1 B の軸方向断

50

面形状は、排気管 110 の流路方向（図 2 における左右方向）を長軸とする楕円形状や、排気管 110 の流路方向に頂点を有するひし形形状、多角形状等、様々な軸方向断面形状とすることができる。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基端側とする。

【0012】

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。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 の先端部により区画された円環状の導入口 12 が設けられている。これにより、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。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 30 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。

10

【0013】

さらに、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。こうすることで、導入口 12 付近の排気流速 V_{12} が導出口 13 付近の排気流速 V_{13} よりも遅くなり、導入口 12 側の圧力 P_{12} は導出口 13 側の圧力 P_{13} よりも高くなる。これにより、導入口 12 からはケース部材 11 内に排気ガスが円滑に取り込まれると共に、導出口 13 からはケース部材 11 内の排気ガスが排気管 110 内に円滑に導出される。

20

【0014】

このように、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 近傍に配置すると共に、導入口 12 の開口面積 S_{12} を、導出口 13 の開口面積 S_{13} よりも小さく形成したことで、センサ部 30 を通過する排気流量を効果的に高めることが可能となる。

【0015】

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 の雌ネジ部と螺合される。雄ネジ部 21 がボス部 110A の雌ネジ部と螺合されることで、ケース部材 11 が排気管 110 に対して固定される。ナット部 22 は、例えば六角ナットであって、雄ネジ部 21 の上端部に設けられている。これら雄ネジ部 21 及びナット部 22 には、後述する導電線等を挿通させる貫通穴（不図示）が形成されている。なお、ケース部材 11 を排気管 110 に対して固定する方法については上述のネジ係合には限定されず、例えば、ケース部材 11 の基端側に排気管 110 の外形に沿った形状のフランジを形成し、該フランジを排気管 110 の外周面にボルト等を用いて固定することによってケース部材 11 を排気管 110 に対して固定するようにしても良い。

30

40

【0016】

図 3 に示すように、センサ部 30 は、捕集部材 31 と、一对の電極板 32 と、コントロールユニット 40 と、図示しない電気ヒータとを備えている。電極板 32 は、本発明の「電極部材」に対応する。

【0017】

捕集部材 31 は、排気ガスの流通方向（矢印 G1 の方向）に延在する、例えば多孔質セラミックスの隔壁 31A により囲まれた格子状の排気流路をなす複数のセル C を有している。複数のセル C は、隔壁 31A の外側から電極板 32 により挟まれる。

【0018】

50

セル C の長手方向すなわち流路方向は、センサ部 30 が収容される内側ケース部 11A の長手方向と一致しており、排気ガスが導入口 12 から導出口 13 に至る過程で、セル C の隔壁 31A 表面や細孔に排気ガスに含まれる PM50 が捕集される。捕集部材 31 の詳細については後述する。

【0019】

一对の電極板 32 は、例えば平板状の導電性部材であり、一对の電極板 32 は、隔壁 31A の外側にセル C を厚さ方向に挟んで交互に積層される。各電極板 32 を対向配置し、各電極板 32 の間にセル C を挟持させることで、セル C 全体がコンデンサを形成するようにしている。このように、平板状の各電極板 32 によりセル C 全体をコンデンサにしたことで、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を高めることができる。

10

【0020】

図 3 において記載を省略した電気ヒータは、例えば電熱線であって、通電により発熱してセル C を加熱することで、セル C 内に堆積した PM50 を燃焼除去する、いわゆる捕集部材再生を実行する。

【0021】

コントロールユニット 40 は、捕集部材再生制御部 41 と、PM 量推定演算部 42 とを各機能要素として備えており、配線によって各電極板 32 と接続されている。

【0022】

捕集部材再生制御部 41 は、静電容量検出回路（不図示）によって検出される各電極板 32 の間の静電容量 C_p に応じて電気ヒータに通電する捕集部材再生制御を実行する。

20

【0023】

各電極板 32 の間の静電容量 C_p は、各電極板 32 の間の媒体の誘電率を ε 、各電極板 32 の表面積を S、各電極板 32 の間の距離を d として以下の数式 1 で表される。

【0024】

【数 1】

$$C_p = \sum \left(\varepsilon \times \frac{S}{d} \right)$$

【0025】

数式 1 において、各電極板 32 の表面積 S は一定であり、セル C に捕集された PM50 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 C_p も変化する。各電極板 32 の間の静電容量 C_p と捕集部材 31 の PM50 の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

【0026】

セル C に捕集された PM50 の堆積量が上限値を超えると、各電極板 32 の間の静電容量 C_p と PM50 の堆積量との比例関係が崩れ、各電極板 32 の間の静電容量 C_p の推定精度が低下する。そこで、捕集部材再生制御部 41 は、各電極板 32 の間の静電容量 C_p が PM50 の上限堆積量を示す所定の静電容量上限閾値 C_{p_max} に達すると、電気ヒータに通電する捕集部材再生制御を開始する。この捕集部材再生制御は、静電容量 C_p が PM50 の完全除去を示す所定の静電容量下限閾値 C_{p_min} に低下するまで継続される。

40

【0027】

PM 量推定演算部 42 は、再生インターバル T_n 間（捕集部材再生制御終了から次の捕集部材再生制御開始まで）における静電容量変化量 ΔC_p 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 間に捕集部材 31 で捕集される PM 量 m_{PM_n} は、静電容量変化量 ΔC_p に一次の係数 β を乗算した以下の数式 2 で得られる。

【0028】

【数 2】

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

【0029】

PM量推定演算部42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。

【0030】

【数 3】

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

10

【0031】

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 C_p 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量を推定することができる。

【0032】

次に、捕集部材31について説明する。捕集部材31は、隔壁31Aの延在方向（以下、単に「延在方向」という）における一端側端部（図3における右端部）を封止する封止部31Bを有している。なお、隔壁31Aと封止部31Bは同一の部材であるが、図面の見やすさを考慮してハッチを異ならせて図示している。

20

【0033】

セルCを囲む隔壁31Aのうち各電極板32側に位置する隔壁31Aには、セルC内の排気ガスを捕集部材31の外部に排出する中空部31Cが形成されている。セルCを囲む隔壁31Aのうち各電極板32側に位置する隔壁31Aは、本発明の「電極側隔壁部」に対応する。

【0034】

中空部31Cは、隔壁31Aの内部に電極板32から離間して形成され（図4Bも参照）、延在方向（矢印G1の方向）において隔壁31Aの一端側に開口している。中空部31Cは、隔壁31Aの一端側の開口部分から延在方向の他端側まで延びている。この中空部31Cに排気ガスをセルCから流入させることで、各電極板32とセルCに挟まれる隔壁31AにPM50を捕集させやすくすることが可能となる。

30

【0035】

また、中空部31Cは、延在方向の他端側において開口していない。これにより、中空部31Cに流入した排気ガスが逆流して他端側から隔壁31Aの外部に排出されることを抑制することが可能となる。

【0036】

中空部31CとセルCとに挟まれる隔壁31Aの厚みD1は、封止部31Bの延在方向の厚みD2よりも薄くなっている。これにより、たとえ封止部31Bが、排気ガスが僅かに通過し得る材料で形成されているとしても、排気ガスが封止部31B側よりも中空部31C側に移動しやすくなるので、中空部31CとセルCとに挟まれる隔壁31AにPM50を捕集させやすくすることが可能となる。

40

【0037】

また、図4Aに示すように、中空部31CとセルCとに挟まれる隔壁31Aの厚みD1は、図示における左右方向に隣接するセルCに挟まれる隔壁31Aの厚みD3よりも薄くなっている。これにより、排気ガスが、図示における左右方向に隣接するセルCに移動することなく、中空部31Cに移動しやすくなるので、中空部31CとセルCとに挟まれる隔壁31AにPM50を捕集させやすくすることが可能となる。

【0038】

また、中空部31Cの幅は、セルCの幅と同じになっている。これにより、セルCの全

50

幅において排気ガスを中空部 3 1 C から排出させることが可能となる。

【 0 0 3 9 】

以上のように構成された P M センサ 1 0 における作用効果について説明する。

図 3 に示すように、内側ケース部 1 1 A 内に入り込んだ排気ガスは、センサ部 3 0 におけるセル C 内に矢印 G 1 の方向で流れ込む。捕集部材 3 1 には、封止部 3 1 B により延在方向の一端側端部が封止されているので、排気ガスは、セル C に入り込んで封止部 3 1 B によりセンサ部 3 0 の下流側に抜けにくい。しかし、本実施の形態では、セル C の図示における上下に中空部 3 1 C が形成されているので、排気ガスが中空部 3 1 C 側に流入しやすくなる（矢印 G 2 ）。中空部 3 1 C 側に排気ガスが流入すると、図示における上下の隔壁 3 1 A に P M 5 0 が捕集される。P M 5 0 が捕集された排気ガスは、中空部 3 1 C を通過してセンサ部 3 0 の下流側に排出される。ここで、静電容量型の P M センサ 1 0 においては、センサ部 3 0 における静電容量が例えば各電極板 3 2 の間の媒体の誘電率等に応じて変化することを考慮すると、より確実に電極板 3 2 に挟まれる部分の隔壁 3 1 A に P M 5 0 を捕集させることが望ましい。本実施の形態では、中空部 3 1 C から排気ガスを排出させることで、各電極板 3 2 とセル C とに挟まれる隔壁 3 1 A に P M 5 0 を捕集させやすくすることができるので、P M 5 0 の量を精度良く測定することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 0 】

ところで、封止部 3 1 B が捕集部材 3 1 の一部であるので、封止部 3 1 B から排気ガスを排出することが可能である。しかし、本実施の形態では、中空部 3 1 C とセル C に挟まれる隔壁 3 1 A の厚みが封止部 3 1 B の厚みよりも薄いので、排気ガスが中空部 3 1 C 側に移動しやすくなる。すなわち、中空部 3 1 C 内にセル C 内の排気ガスを積極的に流入させることができるので、中空部 3 1 C とセル C に挟まれる隔壁 3 1 A に P M 5 0 を捕集させやすくすることができるので、ひいては P M 5 0 の量を精度良く測定することができる。

【 0 0 4 1 】

また、中空部 3 1 C は、開口部分から延在方向の他端側まで延びており、つまり、セル C の略全長に亘って延びているので、延在方向におけるセル C のどの部分からも排気ガスを中空部 3 1 C に流入させることができ、延在方向における P M 5 0 の堆積量を均一にしやすいことができる。

【 0 0 4 2 】

また、図 4 A に示すように、中空部 3 1 C の幅がセル C の幅と同じになっているので、セル C の全範囲から排気ガスを排出しやすくなることができる。

【 0 0 4 3 】

ところで、中空部 3 1 C が隔壁 3 1 A と各電極板 3 2 とで形成される場合、中空部 3 1 C を通過する排気ガスにより、電極板 3 2 が腐食するおそれがある。しかし、図 4 B に示すように、本実施の形態では、中空部 3 1 C が多孔質性の隔壁 3 1 A により電極板 3 2 から離間して形成されており、つまり、電極板 3 2 が排気ガスの流路に露出しておらず隔壁 3 1 A に覆われているので、電極板 3 2 が排気ガスにより腐食することを抑制することができる。

【 0 0 4 4 】

次に、変形例に係る P M センサについて説明する。

図 5 A は、変形例に係る P M センサのセンサ部を示す模式的な斜視図である。図 5 B は、変形例に係る P M センサのセンサ部を示す模式的な分解斜視図である。

【 0 0 4 5 】

図 5 A に示すように、センサ部 5 0 A は、複数の捕集部材 5 1 と、複数枚の電極板 5 2 等とを備えている。電極板 5 2 は、上記実施の形態における電極板 3 2 と同様の構成である。

【 0 0 4 6 】

捕集部材 5 1 は、例えば多孔質セラミックスの隔壁で区画された格子状の排気流路をなす複数のセルを有している。複数のセルは、延在方向の一端側が封止された第 1 セル C 1 と、延在方向の他端側が封止された第 2 セル C 2 とを有している。捕集部材 5 1 は、第 1

セル C 1 と第 2 セル C 2 とを交互に並べて配置した直方体状に形成されている。この構成では、図 5 B に示すように、排気ガスが第 1 セル C 1 を通されるので、中空部は、第 1 セル C 1 に対応する位置に形成される。

【 0 0 4 7 】

このような構成であっても、中空部から排気ガスを排出することで P M を第 1 セル C 1 上に堆積させることができる。ただし、P M の量の測定における精度を向上させる観点からすれば、上記実施の形態のように、全てのセル C における隔壁の延在方向の一端側を封止する構成が望ましい。換言すれば、上記実施の形態では、全てのセル C の中空部 3 1 C が何れも延在方向の一端側に開口しており、全てのセル C の中空部 3 1 C 経由で捕集部材 3 1 の外部に排出させることができるので、隣接する何れかのセル C を排気専用とする必要がなく、全てのセル C に P M 捕集機能を持たせることができ、P M 捕集効率を向上させることができる。

10

【 0 0 4 8 】

なお、上記実施の形態では、セル C が隔壁 3 1 A に複数設けられていたが、本発明はこれに限定されず、複数設けられていなくても良い。

【 0 0 4 9 】

また、上記実施の形態では、中空部 3 1 C の幅がセル C の幅と同じになっていたが、本発明はこれに限定されず、セル C の幅よりも大きくても良い。

【 0 0 5 0 】

その他、上記実施の形態は、何れも本発明を実施するにあたっての具体化の一例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。すなわち、本発明はその要旨、またはその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

20

【産業上の利用可能性】

【 0 0 5 1 】

本発明は、P M の量の測定の精度を向上させることが可能なセンサとして有用である。

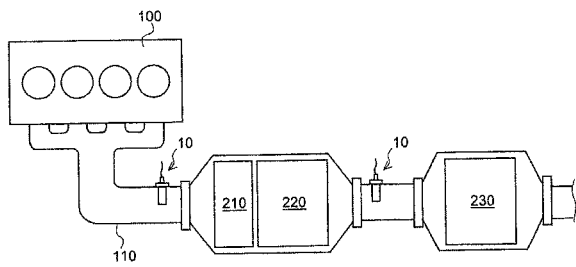
【符号の説明】

【 0 0 5 2 】

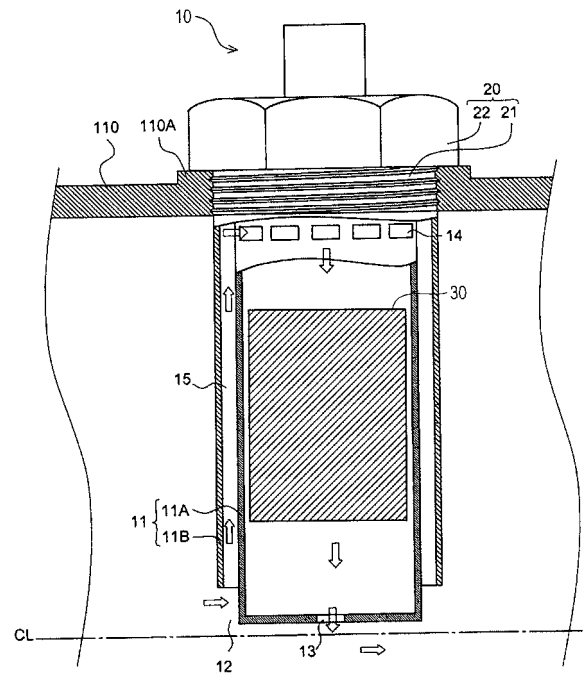
- 1 0 P M センサ
- 3 1 捕集部材
- 3 1 A 隔壁
- 3 1 B 封止部
- 3 1 C 中空部
- 3 2 電極板

30

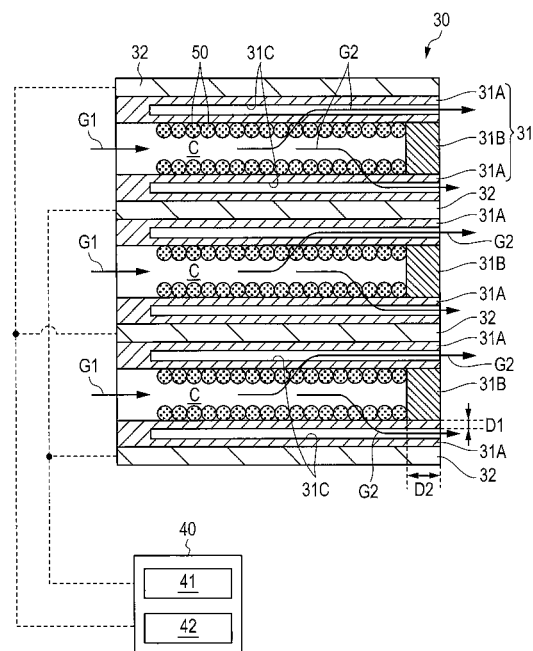
【図 1】



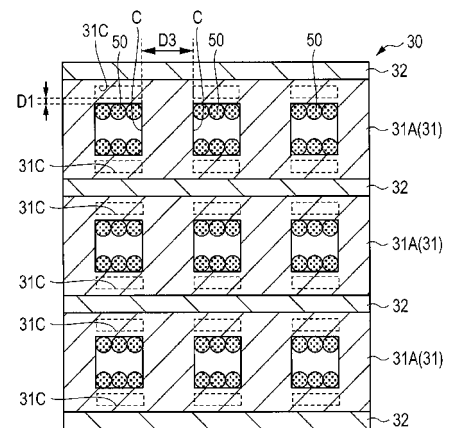
【図 2】



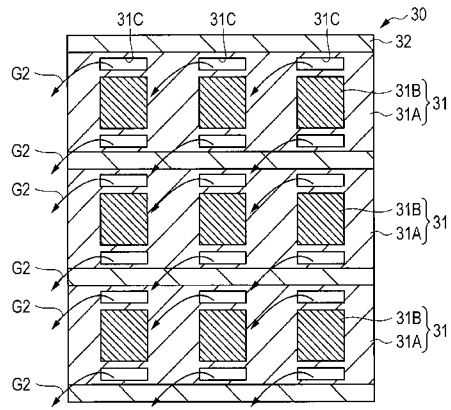
【図 3】



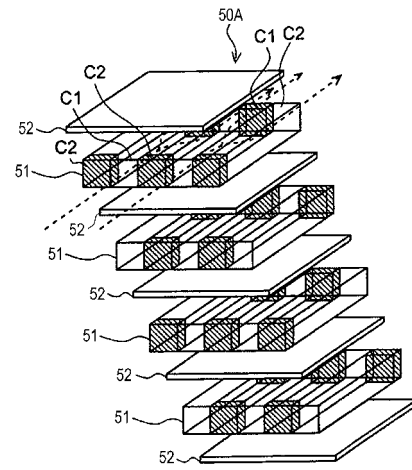
【図 4 A】



【図 4 B】



【図 5 B】



【図 5 A】

