

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7151542号
(P7151542)

(45)発行日 令和4年10月12日(2022.10.12)

(24)登録日 令和4年10月3日(2022.10.3)

(51)国際特許分類

G 0 1 N	15/06 (2006.01)	F I	G 0 1 N	15/06	D
G 0 1 N	27/409 (2006.01)		G 0 1 N	27/409	1 0 0
G 0 1 N	27/416 (2006.01)		G 0 1 N	27/416	3 3 1

請求項の数 7 (全18頁)

(21)出願番号	特願2019-29816(P2019-29816)	(73)特許権者	000004260
(22)出願日	平成31年2月21日(2019.2.21)		株式会社デンソー
(65)公開番号	特開2020-134366(P2020-134366)		愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
	A)	(74)代理人	110000648
(43)公開日	令和2年8月31日(2020.8.31)		特許業務法人あいち国際特許事務所
審査請求日	令和3年5月18日(2021.5.18)	(72)発明者	鈴井 悠男 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	吉田 康一 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	木全 岳人 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内
		審査官	外川 敬之

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 センサ装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

被測定ガス中の特定成分を検出する検出部(21)を備えるセンサ素子(2)と、上記センサ素子を内側に挿通して、軸方向(X)の先端側に上記検出部が位置するよう保持するハウジング(H)と、

上記ハウジングの先端側に同軸的に配設された素子カバー(1)と、を備え、上記素子カバーは、上記センサ素子の先端側を覆うように配設されたインナカバー(11)と、上記インナカバーの外側に空間を有して配設されたアウタカバー(12)と、を有するセンサ装置(S)であって、

上記インナカバーは、側面(111)及び先端面(112)に、被測定ガスが流通するインナ側面孔(11a)及びインナ先端面孔(11b)がそれぞれ設けられると共に、先端側の上記側面がテーパ状であり、先端側の上記側面の外周において、上記インナカバーと上記アウタカバーとの間のクリアランスは、先端側から基端側へ向かうほど小さくなり、

上記アウタカバーは、側面(121)に、被測定ガスが流通する複数のアウタ側面孔(12a)が設けられると共に、基端位置が上記インナカバーの上記先端面ないしそれよりも先端側に位置する上記アウタ側面孔を複数有して、上記アウタカバーの先端面(122)の内側に形成される流路に、被測定ガスが上記インナカバーに衝突することなく流入可能に構成されており、

上記アウタカバーの上記先端面には、上記インナ先端面孔の外周縁に対向する位置よりも外側の環状面である外周部(122b)に、複数のアウタ先端面孔(12b)が設けられ

、かつ、

上記アウタカバーの上記先端面は、上記インナ先端面孔に対向する中央部(122a)が上記インナ先端面孔に向けて突出し、上記中央部よりも上記外周部が先端側に位置すると共に、上記中央部の外周に連続し上記中央部と上記アウタ先端面孔とを接続する傾斜面(123)を有する、センサ装置。

【請求項2】

上記流路は、上記アウタカバーの上記先端面の内側において上記インナカバーの上記先端面との間に形成され、上記軸方向と直交する方向をガス流れ方向とする第1流路(F1)であり、

上記インナ側面孔は、上記インナカバーの外側面と上記アウタカバーの内側面との間に設けられる第2流路(F2)に開口すると共に、

上記第2流路は、上記インナカバーの上記先端面の外周側において、最大クリアランスとなる大クリアランス部(31)を有し、上記大クリアランス部よりも基端側において、最小クリアランスとなる小クリアランス部(32)を有する、請求項1に記載のセンサ装置。

【請求項3】

上記インナカバーは、上記先端面に連続する先端側の上記側面において、上記小クリアランス部に対応する基端側から上記大クリアランス部に対応する先端側へ向けて縮経するテープ面を有する、請求項2に記載のセンサ装置。

【請求項4】

上記アウタカバーにおいて、上記先端面の上記中央部は、上記アウタ側面孔の外周縁の位置又はそれよりも先端側に位置し、上記先端面の先端側表面からの上記中央部の基端側表面の高さ(h)は、上記先端面の先端側表面と上記アウタ側面孔の外周縁との距離(d)以下である、請求項1～3のいずれか1項に記載のセンサ装置。

【請求項5】

上記アウタカバーにおいて、複数の上記アウタ先端面孔は、上記先端面の周方向に均等配置されており、排水孔として機能する、請求項1～4のいずれか1項に記載のセンサ装置。

【請求項6】

上記インナカバーには、上記インナ側面孔の先端縁部から上記インナカバー11の内方へ傾斜して延出するガイド体13が設けられる、請求項1～5のいずれか1項に記載のセンサ装置。

【請求項7】

上記被測定ガスは、内燃機関(E)の排ガスであり、上記ハウジングは、上記軸方向を鉛直方向として上記内燃機関の排ガス管(EX)に取り付けられ、上記特定成分は、排ガスに含まれる粒子状物質である、請求項1～6のいずれか1項に記載のセンサ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被測定ガスに含まれる特定成分を検出するためのセンサ装置に関する。

【背景技術】

【0002】

内燃機関の排ガス通路には、排ガス中の特定成分を検出するセンサ装置と、フィルタ装置や触媒装置等の浄化装置を備える排ガス浄化システムが設けられる。センサ装置は、例えば、粒子状物質(すなわち、Particulate Matter; 以下、適宜、PMと称する)を検出するためのPMセンサであり、PM捕集用のフィルタ装置の下流位置に配置されて、フィルタ故障の判定に用いられる。また、触媒装置の上流又は下流位置に酸素センサ等の排ガスセンサが配置される。

【0003】

このようなセンサ装置のセンサ本体は、一般に、ハウジング内に収容されるセンサ素子

10

20

30

40

50

と、ハウジングから突出するセンサ素子の外周囲を取り囲む素子カバーとを有する。センサ素子は、素子カバーに保護される先端部（突出側の端部）に検出部を備え、素子カバー内に取り込まれた排ガスに含まれる特定成分を検出する。素子カバーは、通常、一重又は二重の容器状に構成される。

【0004】

例えば、特許文献1に記載されるガスセンサにおいて、素子カバーは二重カバー構造で、インナカバーとその外側に空間を設けて配置されたアウタカバーを有する。排ガスは、アウタカバーの側面に開口するガス流通孔から両カバーの間の空間に流入し、インナカバーの側面に開口するガス流通孔から内部に導入される。インナカバー内においてセンサ素子に接触した排ガスは、インナカバーの先端面に開口するガス流通孔へ向かい、外部へ流出するガスに合流する。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2018-180002号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、エンジン停止時に排ガス通路内の温度が低下すると、排ガスに含まれる水分が結露して凝縮水が発生しやすい。特許文献1に記載されるガスセンサは、インナカバーとアウタカバーの先端面の対向位置にガス流通孔を配置せず、外部からの凝縮水の侵入を抑制可能な素子カバー構成となっている。また、インナカバーの先端側に縮径段差部を有する形状とし、インナ側面流通孔へ向かう排ガスに含まれる凝縮水を縮径段差部に衝突させて、排ガスから分離することで、インナカバーの内部への凝縮水の侵入を抑制している。

20

【0007】

一方、近年、アイドリングストップ機構を搭載した車両が増加しており、アイドリング時のエンジン停止により排ガス温度が急低下すると、センサの素子カバー内においても結露が発生することが判明した。このカバー内結露による凝縮水が滞留すると、エンジン始動時に素子カバー内に流入する排ガス流れと共に巻き上げられ、インナカバー側面のガス流通孔へ到達しやすくなる。その場合には、凝縮水がインナカバーの内部へ侵入してセンサ素子に付着し、被水による素子割れ（以下、適宜、被水割れと称する）の原因になるおそれがある。

30

【0008】

なお、素子カバー内における排ガス流速がより低くなれば、凝縮水の巻き上げも抑制されるが、センサ素子による粒子状物質等の検出性能を向上させるためには、排ガス流速を高めて、排ガスをセンサ素子まで速やかに到達させることが望ましい。

そのため、従来の素子カバーは、一般的には、インナカバーの先端面をアウタカバーの先端面と一体的に設けて、ガス交換を促す構成としたものが多く採用されている。その場合には、ガス流通孔を外部に直接開口させた構成となり、耐被水性についての対策はほとんどなされていないのが実情であった。

40

【0009】

本発明は、かかる課題に鑑みてなされたものであり、二重構造の素子カバー内にセンサ素子が収容される構成において、センサ素子の被水割れを抑制して耐被水性を向上可能であると共に、検出性能を向上させて信頼性に優れたセンサ装置を提供しようとするものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の一態様は、

被測定ガス中の特定成分を検出する検出部（21）を備えるセンサ素子（2）と、
上記センサ素子を内側に挿通して、軸方向（X）の先端側に上記検出部が位置するよう

50

に保持するハウジング(H)と、

上記ハウジングの先端側に同軸的に配設された素子カバー(1)と、を備え、

上記素子カバーは、上記センサ素子の先端側を覆うように配設されたインナカバー(1 1)と、上記インナカバーの外側に空間を有して配設されたアウタカバー(1 2)と、を有するセンサ装置(S)であって、

上記インナカバーは、側面(1 1 1)及び先端面(1 1 2)に、被測定ガスが流通するインナ側面孔(1 1 a)及びインナ先端面孔(1 1 b)がそれぞれ設けられると共に、先端側の上記側面がテープ状であり、先端側の上記側面の外周において、上記インナカバーと上記アウタカバーとの間のクリアランスは、先端側から基端側へ向かうほど小さくなり、

上記アウタカバーは、側面(1 2 1)に、被測定ガスが流通する複数のアウタ側面孔(1 2 a)が設けられると共に、基端位置が上記インナカバーの上記先端面ないしそれよりも先端側に位置する上記アウタ側面孔を複数有して、上記アウタカバーの先端面(1 2 2)の内側に形成される流路に、被測定ガスが上記インナカバーに衝突することなく流入可能に構成されており、

上記アウタカバーの上記先端面には、上記インナ先端面孔の外周縁に対向する位置よりも外側の環状面である外周部(1 2 2 b)に、複数のアウタ先端面孔(1 2 b)が設けられ、かつ、

上記アウタカバーの上記先端面は、上記インナ先端面孔に対向する中央部(1 2 2 a)が上記インナ先端面孔に向けて突出し、上記中央部よりも上記外周部が先端側に位置すると共に、上記中央部の外周に連続し上記中央部と上記アウタ先端面孔とを接続する傾斜面(1 2 3)を有する、センサ装置にある。

【発明の効果】

【0011】

上記構成によれば、センサ装置の非作動時に、素子カバー内において結露による凝縮水が発生し、自重によりインナカバーの表面からアウタカバーの先端面に落下しても、先端面の中央部が突出する形状であるので、結露水の滞留が抑制される。結露水は、先端面の中央部から傾斜面を伝って、より先端側の外周部へ速やかに移動し、外周部に設けられる複数のアウタ先端面孔から、速やかに外部に排出される。

【0012】

したがって、センサ装置の作動時に、被測定ガスが素子カバー内に導入されても、滞留水が巻き上げられることなく、インナカバーの内部へ侵入して、センサ素子が被水するのを抑制することができる。

また、素子カバーは、アウタ側面孔の先端位置がインナカバーの先端位置よりも先端側にあり、アウタ側面孔から軸方向と直交する方向に導入される被測定ガスの流れが、インナ先端面孔の近傍に負圧を発生させる。この負圧による吸い出し効果で、インナ先端面孔からアウタカバーへ流出する流れが形成されることで、センサ素子へ向かう流れが促進され、検出性能を向上させる。

【0013】

以上のごとく、上記態様によれば、二重構造の素子カバー内にセンサ素子が収容される構成において、センサ素子の被水割れを抑制して耐被水性を向上可能であると共に、検出性能を向上させて信頼性に優れたセンサ装置を提供することができる。

なお、特許請求の範囲及び課題を解決する手段に記載した括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものであり、本発明の技術的範囲を限定するものではない。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】実施形態1における、PMセンサの軸方向における主要部拡大断面図。

【図2】実施形態1における、PMセンサの素子カバーの先端面形状を示す平面図及び軸方向断面図。

【図3】実施形態1における、PMセンサの概略構成を示す軸方向断面図。

10

20

30

40

50

【図4】実施形態1における、PMセンサの素子カバー内のガス流れを説明するための径方向断面図で、図3のIV-IV線断面図。

【図5】実施形態1における、PMセンサを含む排ガス浄化システムの概略構成例を示す図。

【図6】実施形態1における、PMセンサのセンサ素子の全体斜視図。

【図7】比較形態1における、PMセンサの素子カバー内における凝縮水の滞留とガス流れによる巻き上げの様子を示す軸方向断面図。

【図8】実施形態1における、PMセンサの素子カバー形状による効果を、従来の素子カバー形状と比較して示す軸方向断面図。

【図9】比較形態1における、PMセンサのPM検出特性を示す図及びPM検出への滞留水の影響を示す軸方向の要部断面図。

【図10】実施形態1における、PMセンサのPM検出における出力立ち上がり時間と検出電流の関係を示す図。

【図11】試験例1における、PMセンサの素子カバーの先端面形状とそのA-A線断面図。

【図12】実施形態2における、PMセンサの軸方向における主要部拡大断面図。

【図13】実施形態2における、PMセンサの素子カバーの先端面形状の他の例を示す平面図及び軸方向断面図。

【発明を実施するための形態】

【0015】

(実施形態1)

以下に、センサ装置の実施形態1について、図面を参照して説明する。

図1～図4に示すように、本形態におけるセンサ装置は、粒子状物質を検出するためのPMセンサSであり、例えば、図5に示す内燃機関Eの排ガス浄化装置に適用される。図1において、PMセンサSは、検出部21を備えるセンサ素子2と、センサ素子2を内側に挿通して、軸方向Xの先端側に検出部21が位置するように保持するハウジングHと、ハウジングHの先端側に同軸的に配設された素子カバー1と、を備える。

【0016】

内燃機関Eは、例えば、自動車用ディーゼルエンジン又はガソリンエンジンであり、センサ素子2の検出部21は、被測定ガスとしての排ガス中に含まれる特定成分としての粒子状物質を検出する。なお、PMセンサSは、図1、図3の上下方向をハウジングH及び素子カバー1の軸方向Xとし、下端側を先端側、上端側を基端側としている。また、図3に示す排ガスGの流れ方向を、図の左右方向とし、図の左方を上流側、右方を下流側とする。

【0017】

図1において、素子カバー1は、ハウジングHの軸方向Xにおいて、その先端側を覆うように配設されたインナカバー11と、インナカバー11の外側に空間を有して配設されたアウタカバー12と、を有する。インナカバー11は、側面111及び先端面112に、被測定ガスが流通するインナ側面孔11a及びインナ先端面孔11bがそれぞれ設けられる。また、アウタカバー12は、側面121に、被測定ガスが流通する複数のアウタ側面孔12aが設けられると共に、アウタ側面孔12aの先端位置がインナカバー11の先端位置よりも先端側にある。

【0018】

アウタカバー12の先端面122には、インナ先端面孔11bの外周縁に対向する位置よりも外側に、複数のアウタ先端面孔12bが設けられる。アウタカバー12の先端面122は、インナ先端面孔11bに対向する中央部122aがインナ先端面孔11bに向けて突出し、中央部122aよりも、アウタ先端面孔12bが配置される外周部122bが先端側に位置すると共に、中央部122aとアウタ先端面孔12bとを接続する傾斜面123を有する。

【0019】

10

20

30

40

50

図3に示すように、アウタカバー12の先端面122の内側には、軸方向Xと直交する方向をガス流れ方向とする第1流路F1が形成される。インナ側面孔11aは、インナカバー11の外側面とアウタカバー12の内側面との間に設けられる第2流路F2に開口する。また、第2流路F2は、インナカバー11の先端面112の外周側において、最大クリアランスとなる大クリアランス部31を有し、大クリアランス部31よりも基端側において、最小クリアランスとなる小クリアランス部32を有する（例えば、図3参照）。

【0020】

好適には、インナカバー11の側面111は、小クリアランス部32に対応する基端側から大クリアランス部31に対応する先端側へ向けて縮経するテーパ面を有する。このとき、第2流路F2は、大クリアランス部31と小クリアランス部32とは、段差なく接続された流路形状を有する。

10

【0021】

図2に示すように、アウタカバー12において、先端面122の中央部122aは、アウタ側面孔12aの外周縁の位置又はそれよりも先端側に位置することが好ましい。このとき、先端面122の先端側表面からの、中央部122aの基端側表面の高さhは、先端面122の先端側表面とアウタ側面孔12aの外周縁との距離d以下となる。また、複数のアウタ先端面孔12bは、好適には、先端面122の周方向に均等配置されており、排水孔として機能する。

【0022】

また、好適には、インナカバー11には、インナ側面孔11aの先端縁部からインナカバー11の内方へ傾斜して延出するガイド体13が設けられる。

20

素子カバー1の詳細構成については、後述する。

【0023】

図3において、PMセンサSは、筒状のハウジングH内にセンサ素子2を同軸的に収容し、ハウジングHの先端開口H1を覆うように取り付けた素子カバー1によって、先端開口H1から突出するセンサ素子2の検出部21を保護している。PMセンサSは、ハウジングHの外周に設けたネジ部材H2により、例えば、図5に示す内燃機関Eの排ガス管EX壁に軸方向Xを鉛直方向としてネジ固定されて、鉛直方向の下端側となる先端側が排ガス管EX内に突出位置する。

30

【0024】

図5において、排ガス管EXの途中には、ディーゼルパーティキュレートフィルタ（以下、DPFと称する）10が設置されており、PMセンサSは、例えば、DPF10の異常診断システムの一部を構成する。PMセンサSは、DPF10の下流側に配置されて、DPF10を通過後の排ガスGに含まれる粒子状物質（すなわち、図中に示すPM）を検出し、内燃機関Eの制御装置ECUに出力する。これにより、DPF10をすり抜ける粒子状物質を検出し、DPF10の異常の有無を診断することができる。DPF10の下流位置において、排ガスGの流れ方向は、PMセンサSの軸方向Xと直交する方向となっている。

【0025】

図6に一例を示すように、センサ素子2は、積層構造を有する積層型素子であり、偏平な直方体形状の絶縁性基体22の先端面を検出面20として、この検出面20に、電極23、24が露出する検出部21が配置されている。絶縁性基体22は、例えば、絶縁性基体22となる複数の絶縁性シートの間に、電極23、24となる電極膜を交互に配設した積層体を焼成して形成される。このとき、絶縁性基体22に少なくとも一部が埋設される電極23、24の端縁部が、絶縁性基体22の先端面上に、線状に露出して、交互に極性の異なる線状電極からなる複数の電極対を構成する。

40

【0026】

絶縁性基体22の長方形形状の先端面には、外周縁部を除く表面に、複数の電極対を構成する線状電極が間隔を置いて平行配設されて、検出部21を形成している。検出部21は、例えば、図中に点線で囲んで示す領域であり、絶縁性シートを挟んで対向する複数の電極対と、複数の電極対の外周側に位置する絶縁性シートの一部を含む。絶縁性基体22の

50

内部には、電極 23、24 となる電極膜に接続されるリード部 23a、24a が配置され、リード部 23a、24a は、絶縁性基体 22 の基端側の表面に形成される端子電極 25、26 と接続される。検出部 21 は、電極 23、24 に所定の検出電圧が印加されることにより、検出部 21 の表面に到達する排ガス G 中の粒子状物質を静電捕集する。

【0027】

検出面 20 は、検出部 21 よりも一回り大きい領域であり、ここでは、検出部 21 の外側の外周縁部を含む、絶縁性基体 22 の先端面の全面を検出面 20 としている。これは、検出面 20 の外周縁部に排ガス G が到達すれば、検出部 21 の表面に沿って容易に検出部 21 に到達可能であるからで、検出面 20 となる領域は、適宜設定することができる。

【0028】

センサ素子 2 の形状は限定されるものではなく、絶縁性基体 22 の先端面が概略正方形となる直方体形状を有していてもよい。この場合も、正方形の先端面の全面が検出面 20 となり、その外周縁部を除く領域に検出部 21 が配置される。正方形の検出部 21 の表面には、例えば、図 6 に示したセンサ素子 2 より多くの線状電極が間隔をおいて平行配設されて、所定数の電極対を構成可能となる。

【0029】

絶縁性基体 22 は、例えば、アルミナ等の絶縁性セラミックス材料を用いて構成することができる。また、電極 23、24、リード部 23a、24a、端子電極 25、26 は、例えば、貴金属等の導電性材料を用いて構成することができる。

次に、本形態の素子カバー 1 の詳細構成について、説明する。

【0030】

図 1、図 3 において、素子カバー 1 は、ハウジング H 側が開口する二重容器状で、同軸配置されるインナカバー 11 とアウタカバー 12 からなる。アウタカバー 12 は、概略一定径の筒状体からなる側面 121 と、筒状体を閉鎖する先端面 122 とを有し、インナカバー 11 は、アウタカバー 12 との間に空間を有して配置される筒状体からなる側面 111 と、筒状体を閉鎖する先端面 112 とを有する。インナカバー 11 の基端部は、アウタカバー 12 の基端部に密接する拡径部となり、ハウジング H の先端部に一体的に固定される。

【0031】

アウタカバー 12 には、先端面 122 の近傍における側面 121 に、複数のアウタ側面孔 12a が設けられる。アウタカバー 12 の先端面 122 の内側には、インナカバー 11 の先端面 112 との間に、第 1 流路 F1 が形成され、軸方向 X と直交する方向を流れ方向として、排ガス G が流通する。アウタ側面孔 12a は、少なくともその先端位置がインナカバー 11 の先端位置であるインナ先端面孔 11b よりも先端側にあり、第 1 流路 F1 を排ガス G が流通可能に形成されればよい。

好適には、アウタ側面孔 12a の孔中心が、インナ先端面孔 11b よりも先端側にあるように配置すると、第 1 流路 F1 を流れる排ガス G の流量が増加して、第 2 流路 F2 へのガス流れを形成しやすい。

【0032】

本形態において、アウタ側面孔 12a は、アウタカバー 12 の側面 121 に、軸方向 X に二列に配置される。各列において、アウタ側面孔 12a は、周方向の複数個所（例えば、4 箇所以上）に配置され、ここでは、8 箇所に等間隔で均等配置されると共に、先端側から一列目と二列目のアウタ側面孔 12a は、軸方向 X において、重ならないように互い違いに位置する。ここでは、一列目のアウタ側面孔 12a は、インナ先端面孔 11a とアウタカバー 12 の間に位置し、二列目のアウタ側面孔 12a は、インナカバー 11 の先端部を取り囲んで配置され、インナ先端面孔 11b と、先端位置がほぼ一致している。

【0033】

アウタ側面孔 12a は、例えば、円形貫通孔であり、第 1 流路 F1 に排ガス G を導入する。アウタ側面孔 12a の数や配置は、必ずしも限定されないが、側面 121 の全周に均等配置されることで、ガス流れに対する指向性を有しない構成となり、組付性が向上する

10

20

30

40

50

のみならず、第2流路F2に形成されるガス流れの流量が安定する。特に、図示されるように、二列に千鳥配置されることで、16箇所のアウタ側面孔12aが、全周に均等に開口する構成となり、取付角度の影響を受けにくくなる。

なお、アウタ側面孔12aの列の数や、各列のアウタ側面孔12aの数、インナ先端面孔11aとの位置関係等は、適宜変更することができる。例えば、二列目のアウタ側面孔12aの先端位置が、インナ先端面孔11aより先端側となっていてもよい。

【0034】

図4に、CAE解析結果に基づくガス流れを模式的に示すように、二列に千鳥配置されることで、素子カバー1の取付角度によらず、良好なガス流れが形成される。本図は、二列目のアウタ側面孔12aの位置における断面（すなわち、IV-IV断面）を示しており、図4左図の取付角度が0°の場合は、軸線上に、アウタ側面孔12aが位置する。図4中図、右図は、それぞれ、取付角度が11.25°、22.5°の場合であり、アウタ側面孔12aが軸線からややずれて位置するが、図示されない一列目のアウタ側面孔12aからも排ガスGが取り込み可能であり、ガス流量は大きく低下しない。

10

【0035】

アウタカバー12の先端面122は、インナ先端面孔11bと対向する中央部122aが、インナ先端面孔11b側へ凸となる曲面状に形成されている。先端面122は、インナ先端面孔11bと対向する中央部122aと、中央部122aより外側に位置し、複数のアウタ先端面孔12bが設けられる外周部122bと、中央部122aと外周部122bのアウタ先端面孔12bとを接続する傾斜面123とを有する。外周部122bは、中央部122a及び傾斜面123よりも先端側に位置し、排ガス管に取り付けられたときに鉛直方向の最下端の位置となる。アウタ先端面孔12bは、インナ先端面孔11bの外周縁に対向する位置よりも外側であって、傾斜面123との境界部に近い外周部122bの最下端に位置する。

20

【0036】

図2に示すように、傾斜面123は、中央部122aから連続する断面山形の曲面部の一部をなしており、その外側に環状平面部からなる外周部122bが形成される。

アウタ先端面孔12bは、例えば、円形貫通孔であり、素子カバー1内における結露で発生する凝縮水、及び、素子カバー1内に導入される排ガスGに含まれる凝縮水を、外部に排出するための排水孔として機能する。中央部122a及び傾斜面123は、曲面状に形成されることで、凝縮水の滞留を防止し、自重により先端面122に落下する凝縮水を、より下端側の外周部122bへ集めて、アウタ先端面孔12bからの排出を促進する。

30

【0037】

したがって、排ガスGに凝縮水が含まれる場合やアウタカバー12の内側に凝縮水が付着している場合においても、凝縮水が排ガスGと共にインナカバー11内に侵入しセンサ素子2に到達するおそれは小さい。よって、センサ素子2が被水により割れを生じるといった不具合を抑制することができる。

アウタ先端面孔12bは、外周部122bの複数箇所（例えば、4箇所以上）に均等配置されることが好ましく、ここでは、8箇所に等間隔で配置される。このようにすると、凝縮水の排出が促進され、ガス流れに対する指向性を有しない構成となり、組付性が向上する。

40

【0038】

図3において、インナカバー11の外側面と、アウタカバー12の内側面との間には、第2流路F2が設けられる。第2流路F2は、インナカバー11の先端面112の外周側において、最大クリアランスとなる大クリアランス部31を有する。また、大クリアランス部31よりも基端側において、最小クリアランスとなる小クリアランス部32を有すると共に、大クリアランス部31と小クリアランス部32とが段差なく接続された流路形状を有する。

【0039】

インナカバー11の側面111となる筒状体は、先端面112に連続し、基端側へ向け

50

て拡径するテーパ状の第1筒部113と、第1筒部113から基端側へ連続する概略一定径の第2筒部114とを有する。第1筒部113は、一定のテーパ角度を有するテーパ面であり、先端側の端部において、アウタカバー12との間に大クリアランス部31を形成する。第2筒部114は、アウタカバー12との間に小クリアランス部32を形成する。

【0040】

このとき、インナカバー11は、小クリアランス部32に対応する位置から大クリアランス部31に対応する先端側へ向けて縮経する、テーパ状の側面形状を有する。これにより、インナカバー11の外側面に発生する結露水が、自重により先端側へ移動しながら集合し、素子カバー1の底面となるアウタカバー12の先端面122へ向けて落下しやすくなる。したがって、結露水が、排ガス流れによってインナカバー11の基端側へ移動するのを抑制し、被水を防止する効果が高まる。

【0041】

大クリアランス部31は、軸方向Xと直交する方向におけるクリアランス、すなわち、インナカバー11の外側面とアウタカバー12の内側面の距離が、最大クリアランスとなる部分である。第1筒部113に面する第2流路F2において、先端側の大クリアランス部31から基端側へ向かうほど、クリアランスは小さくなる。

【0042】

小クリアランス部32は、軸方向Xと直交する方向におけるクリアランス、すなわち、インナカバー11の外側面とアウタカバー12の内側面の距離が、最小クリアランスとなる部分である。第2筒部114に面する第2流路F2では、先端側から基端側へかけてクリアランスは一定であり、最小クリアランスの小クリアランス部32となる。

【0043】

このとき、大クリアランス部31におけるクリアランス（すなわち、最大クリアランス）をd1とし、小クリアランス部32におけるクリアランス（すなわち、最小クリアランス）をd2としたときに、それらの比率であるクリアランス比d1/d2を調整することで、検出感度を調整することができる。好適には、クリアランス比d1/d2を、2.45以上とすることが好ましく、出力の立ち上がり時間を低減して、検出感度を向上させることができる。

【0044】

インナカバー11には、基端側の側面111となる第2筒部114の軸方向Xの中間部に、複数のインナ側面孔11aが設けられる。インナ側面孔11aは、例えば、軸方向Xに細長い長孔形状の貫通孔であり、周方向の複数箇所（例えば、4箇所以上）に配置されて、第2流路F2を開口する。複数のインナ側面孔11aには、それぞれ、先端縁部と一体的に、細長い板状のガイド体13が設けられる。インナ側面孔11aの基端縁部、ガイド体13の延出端部は、いずれも幅方向の両端角部に面取りを施した丸みを有する形状となっている。

インナカバー11の先端面112には、中央部に1つのインナ先端面孔11bが設けられる。インナ先端面孔11bは、例えば、円形の貫通孔であり、第1流路F1を開口する。

【0045】

インナ側面孔11aの数や配置は、必ずしも限定されないが、側面111の全周に均等配置されることが望ましい。ここでは、例えば、インナ側面孔11aを、側面111の周方向の8箇所に等間隔で配置し、これらと一体のガイド体13は、センサ素子2の検出面20を放射状に取り囲む配置とされている。このようにすると、ガス流れに対する指向性を有しない構成となり、組付性が向上するのみならず、第2流路F2からガイド体13を経て流入する排ガスGを、速度を低下させることなく検出面20に導くことができ、検出精度が向上する。

【0046】

図1において、ガイド体13は、例えば、インナ側面孔11aの先端縁部と一体となるように、第2筒部114を切り欠いた切欠部分にて形成され、インナ側面孔11aの先端縁部を屈曲位置として、インナカバー11の内方へ屈曲傾斜している。軸方向Xにおいて

10

20

30

40

50

、センサ素子2の検出面20は、インナ側面孔11aよりも基端側にあり、ガイド体13は、その延出方向に、検出面20が位置するように構成されている。

【0047】

これにより、検出面20の外周縁部より内側に位置する検出部21に向けて、排ガスGが直接導入されるので、ガイド効果を高めて、検出感度を向上させることができる。

【0048】

次に、上記構成の素子カバー1を備えたPMセンサSについて、センサ素子2の検出精度と耐被水性の向上に対する素子カバー1の効果について説明する。

図3に矢印で示すように、排ガスGは、PMセンサSの側方から素子カバー1へ向けて流れ、アウタカバー12の側面121に開口するアウタ側面孔12aに導入される。アウタ側面孔12aは、二列配置される一方がインナカバー11の先端位置よりも先端側に位置するので、素子カバー1内において、排ガスGは、インナカバー11の先端面112とアウタカバー12の先端面122との間の第1流路F1を、十分な流速でそのまま流れ、対向方向に位置するアウタ側面孔12aへ向かう。

10

【0049】

その際、上述したように、二列配置される他方からアウタ側面孔12aに導入される排ガスGが合流することで、素子カバー1の取付角度によらず、良好なガス流れが形成される。また、排ガスGの一部は、流れ方向の下流側の大クリアランス部31において、基端側へ向きを変えて、インナカバー11の側面111とアウタカバー12の側面121との間の第2流路F2に流入する。

20

【0050】

第2流路F2は、流入側の大クリアランス部31よりも小クリアランス部32における流路面積が狭くなっているので、排ガスGは、ベンチュリ効果により、流速を向上させながら、小クリアランス部32に開口するインナ側面孔11aに向かう。また、インナカバー11は、小クリアランス部32を形成する第2筒部114より先端側の第1筒部113が、先端側へ向けて縮径するテーパ状であり、大クリアランス部31から小クリアランス部32へ至る間に、徐々に流路面積が狭くなる形状となっているので、排ガスGは、インナカバー11の側面111に沿って流れ、渦流を生じにくい。

【0051】

したがって、渦流の抑制効果により、排ガスGの流速がさらに向上し、十分な流速でインナ側面孔11aに到達する。さらに、インナ側面孔11aと一体的に設けられたガイド体13の傾斜表面に沿って、インナカバー11の内部に流入する。そして、ガイド体13は、傾斜表面の延出方向にセンサ素子2の検出面20が位置するように設けられるので、そのガイド効果により、排ガスGは、十分な流速のままセンサ素子2の先端面の検出部21に到達する。このような排ガスGの流れにより、検出部21への単位時間当たりの供給流量が増加するので、DPF10の故障時等に粒子状物質PMの検出に要する時間が短縮され、センサ素子2による検出感度を向上させることができる。

30

【0052】

その後、排ガスGは、インナカバー11の先端面112に開口するインナ先端面孔11bへ向かう。このとき、上述したように、インナカバー11の先端面112とアウタカバー12の先端面122との間の第1流路F1において、排ガスGが十分な流速を有するので、インナ先端面孔11bの近傍に負圧が発生する。

40

【0053】

ここで、アウタカバー12の先端面122、特に、インナ先端面孔11bに対向する中央部122aには、ガス流通孔となる孔が形成されないので、排ガスGの流れ方向は、軸方向Xと直交する方向となる。インナ先端面孔11bは、排ガスGの流れ方向に開口しておらず、また、上述した吸い出し効果により、インナ先端面孔11bから排ガスGへ合流する方向の流れが形成されるので、アウタカバー12内に流入した排ガスGが、インナ先端面孔11bからインナカバー11内に、直接流入することが抑制される。

【0054】

50

したがって、導入される排ガスGに凝縮水が含まれる場合や、アウタカバー12の内側面又はインナカバー11の外側面において結露で発生した凝縮水が付着している場合においても、これら凝縮水が排ガスGと共に、インナ先端面孔11bからインナカバー11内に侵入しセンサ素子2に到達するおそれは小さい。また、インナカバー11の外側面形状や、アウタカバー12のセンサ取付時の底面となる先端面122の形状の工夫により、凝縮水の滞留を抑制し、排出が促進される。

この効果について、図7に示すように、アウタカバー12の先端面122の全面が平坦面として構成されている比較形態1と対比させて、以下に説明する。

【0055】

図7左図に示すように、エンジン停止中に素子カバー1内で発生した結露水は、アウタカバー12の内側面又はインナカバー11の外側面を伝って移動し、自重により落下して、アウタカバー12の先端面122に滞留する。このとき、排ガスG中の油分により素子カバー1内において、壁面に油膜が形成されることで、発生した結露水がより落下しやすくなる。

【0056】

図7中図に示すように、この状態で、エンジンが始動すると、アウタ側面孔12aから第1流路F1に導入される排ガスGによって、先端面122の滞留水Wが飛散し、第1流路F1から第2流路F2へ向かうガス流れによって、液滴が巻き上がる。図7右図に示すように、この液滴が、第2流路F2からインナ側面孔11aを経て、インナカバー11の内部へ侵入し、ヒータ加熱により、高温になったセンサ素子2が被水すると、冷熱割れが発生するおそれがある。

【0057】

これに対して、図8左図に示す本形態の構成では、自重により先端面122に落下した結露水が中央部122aに滞留することなく、曲面状の中央部122aから傾斜面123を流れ落ちて外周部122bへ移動する。外周部122bには、全周にアウタ先端面孔12bが設けられるので、結露水は速やかに排出され、滞留水Wの巻き上げによるセンサ素子の被水を抑制することができる。

【0058】

なお、図8右図に示す従来構成のように、インナカバー11を先端側が縮径する段付きに形成した場合にも、段差部から基端側への結露水の移動が抑制されるが、段差部に排ガスGが衝突することで渦流が発生し、インナカバー11内へ向かうガス流速が低下しやすくなる。

【0059】

その場合においても、本形態の構成では、インナカバー11の先端側の第1筒部113をテーパ面としたので、第1筒部113に衝突することで排ガスGから分離される凝縮水や、第1筒部113に付着していた結露水が、テーパ面に沿って集まりやすい。したがって、インナカバー11の先端面112からの凝縮水の落下が促進され、センサ素子の被水を抑制する効果を高めることができる。

【0060】

なお、インナカバー11において、第1筒部113を構成するテーパ面は、一定のテーパ角度である必要はなく、例えば、テーパ角度の異なる複数のテーパ面が軸方向Xに接続された形状とすることもできる。

この場合も、第1筒部113の全体が滑らかに接続され、基端側から先端側へ向けて縮径する概略テーパ状に形成されることで、同様の効果が得られる。

【0061】

さらに、PMセンサSに適用される場合には、図9右図に示す比較形態1のように、アウタカバー12の先端面122が平坦面として構成されていると、結露水が滞留することで、滞留水Wに、排ガスGに含まれる粒子状物質が吸着されやすくなる。すると、図9左図に示すように、PM量に比例するセンサ素子2の検出電流が、検出開始後に速やかに上昇せず、検出感度（すなわち、応答性）が低下するおそれがある。

10

20

30

40

50

【0062】

その場合も、本形態の構成では、先端面122に滞留水Wが生じにくいので、粒子状物質の吸着が抑制され、センサ素子2へ到達するのを妨げることがない。したがって、図10に示すように、検出電流が閾値を超える出力立ち上がり時間が短縮され、検出感度が向上すると共に、出力立ち上がり時間のバラツキも抑制されるので、検出精度が向上する。

【0063】

(試験例1)

図11に示すように、実際に金属板材を絞り加工してアウタカバー12を試作し、先端面122の形状による効果を確認した。本例では、先端面122の中央部122aから外周部122bへかけてのほぼ全面が、断面山形の曲面部をなしており、外周部122bは傾斜面123に連続する傾斜状に形成されている。

このアウタカバー12を用いたPMセンサSについて、水分を含むモデルガスの導入と停止を繰り返し行い、結露水の発生と滞留の様子を観察したところ、発生する結露水はアウタ先端面孔12bから排水され、先端面122の中央部122aに滞留することはなかった。

【0064】

このアウタカバー12の先端面122は、中央部122aに近い部位の傾斜角度は比較的緩やかで、外周部122bに近い部位で傾斜角度が大きくなっている。一例として、図中に示すように、外周部122bに近い傾斜面123における傾斜角度は、 $\tan 18 \mu\text{m} / 4000 \mu\text{m}$ より、0.26度であった。したがって、例えば、少なくとも0.2度以上の傾斜角度を有するように、アウタカバー12の先端面122の傾斜面123を形成し、アウタ先端面孔12bとの位置関係が適切となるように、中央部122aや外周部122bを傾斜させることで、結露水の排出が効果的になされる。

【0065】

(実施形態2)

図12、図13により、センサ装置としてのPMセンサSの実施形態2について説明する。本形態では、素子カバー1のアウタカバー12において、先端面122の形状を変更すると共に、アウタ側面孔12aの配置を変更している。また、センサ素子2の側面に検出部21を設けた構成としている。それ以外のPMセンサSの基本構成は、上記実施形態1と同様であるので説明を省略し、以下、相違点を中心に説明する。

なお、実施形態2以降において用いた符号のうち、既出の実施形態において用いた符号と同一のものは、特に示さない限り、既出の実施形態におけるものと同様の構成要素等を表す。

【0066】

上記実施形態1では、アウタカバー12の先端面122において、中央部122a及び傾斜面123を、断面山状に連続する曲面状としたが、図12に示すように、インナ先端面孔11bに対向する中央部122aは、平坦面であってもよい。この場合も、外周部122bは中央部122aよりも先端側、すなわち、鉛直方向の下端側に位置し、中央部122aに続く傾斜面123は、例えば、外周部122bへ向けて下り傾斜するテーパ面状に設けられる。したがって、インナカバー11の側面111の先端側に集まる結露水は、自重で落下して傾斜面123を移動し、アウタ先端面孔11bから排出される。

【0067】

あるいは、図13に示すように、アウタカバー12の先端面122において、アウタ先端面孔11bを有する外周部122bの一部を、中央部122a及び傾斜面123に連続する曲面状としてもよい。その場合には、図示するように、アウタ先端面孔11bが傾斜面123に続く曲面部に配置されてもよいが、好適には、アウタ先端面孔11bが、先端面122において、鉛直方向の最下端の位置を含むように配置されることが好ましい。

【0068】

また、上記実施形態1では、アウタ側面孔12aを、軸方向Xにおいて2列に設けたが、1列としてもよい。その場合には、少なくともアウタ側面孔12aの先端位置が、イン

10

20

30

40

50

ナカバー 1 1 の先端位置であるインナ先端面孔 1 1 b よりも先端側にあり、第 1 流路 F 1 を排ガス G が流通可能に形成されていることが望ましい。好適には、アウタ側面孔 1 2 a の孔中心が、インナ先端面孔 1 1 b より先端側に位置しているとよい。

【 0 0 6 9 】

本形態では、アウタ側面孔 1 2 a は、軸方向 X において、インナ先端面孔 1 1 b と重ならない位置にあり、例えば、インナ先端面孔 1 1 b の先端位置と、アウタ側面孔 1 2 a の基端位置が同等位置にある。この構成では、アウタ側面孔 1 2 a から導入される排ガスが、インナカバー 1 1 に衝突することなく、第 1 流路 F 1 に流入するので、第 1 流路 F 1 を流れる排ガス G の流量が増加して、第 2 流路 F 2 へのガス流れを形成しやすい。

【 0 0 7 0 】

また、センサ素子 2 は、上記実施形態 1 と同様の積層型素子であり、直方体形状の絶縁性基体 2 2 の先端側の一側面に、検出部 2 1 を有している。本形態においても、検出部 2 1 には、一対の電極 2 3、2 4 が設けられ、リード部 2 3 a、2 4 a を介して、端子電極 2 5、2 6 と接続される構成を有する（例えば、図 6 参照）。また、絶縁性基体 2 2 の一側面において、検出部 2 1 の外周部を取り囲む、一回り大きな側面表面が、検出面 2 0 となる。

【 0 0 7 1 】

センサ素子 2 は、検出部 2 1 を設けた側面に、インナ側面孔 1 1 a からインナカバー 1 1 の内側へ流入する排ガス G が到達するように配置される。例えば、インナ側面孔 1 1 a に設けられるガイド体 1 3 の延長線上に、検出部 2 1 を設けた側面が位置するように配置されていればよい。

【 0 0 7 2 】

これにより、インナ側面孔 1 1 a からインナカバー 1 1 内に流入する排ガス G が、拡散することなく、対向する側面の検出面 2 0 上に位置する検出部 2 1 に、直接到達しやすくなる。したがって、低流速時においても PM センサ S の検出感度を低下させることなく、良好な検出性能を維持できる。

【 0 0 7 3 】

本発明は上記各実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の実施形態に適用することが可能である。

例えば、上記各実施形態では、積層型のセンサ素子 2 を有する PM センサ S を例示して説明したが、センサ素子 2 は、電極 2 3、2 4 が、検出部 2 1 となる表面に印刷形成された印刷型素子であってもよい。この場合は、電極 2 3、2 4 は、平板状に成形された絶縁性基体 2 2 の表面に、歯状に印刷形成され、同様に絶縁性基体 2 2 の表面に印刷形成されたリード部 2 3 a、2 4 a を介して、端子電極 2 5、2 6 と接続される。

【 0 0 7 4 】

また、上記各実施形態では、センサ装置としての PM センサ S について、主に説明したが、センサ装置は、PM センサ S に限らず、排ガス G に含まれる特定ガス成分を検出するガスセンサであってもよい。具体的には、排ガス G 中の酸素を検出する酸素センサや、空燃比を検出する空燃比センサ、NO_x を検出する NO_x センサ等の排ガスセンサが挙げられる。これらガスセンサに用いられるセンサ素子 2 は、公知の構成とすることができます、例えば、カップ型又は積層型素子の先端側に、検出用の電極を有する検出部 2 1 を備えた構成とすることができます。

【 0 0 7 5 】

上記各実施形態では、センサ装置が自動車用エンジンの排ガス浄化システムに適用される場合について説明したが、内燃機関は自動車用に限らず、各種装置からの排ガスを被測定ガスとすることができます。また、被測定ガスは内燃機関からの排ガスに限らず、各種ガス中に含まれる特定成分を検出するためのセンサ装置に適用することができます。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 6 】

S PM センサ（センサ装置）

10

20

30

40

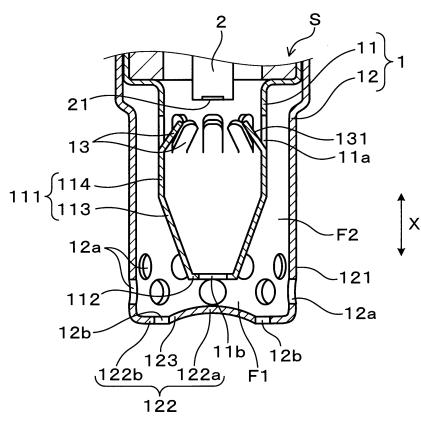
50

- 1 素子カバー
 1 1 インナカバー
 1 1 a インナ側面孔
 1 1 b インナ先端面孔
 1 2 アウタカバー
 1 2 a アウタ側面孔
 1 2 b アウタ先端面孔
 1 2 2 先端面
 2 センサ素子

【図面】

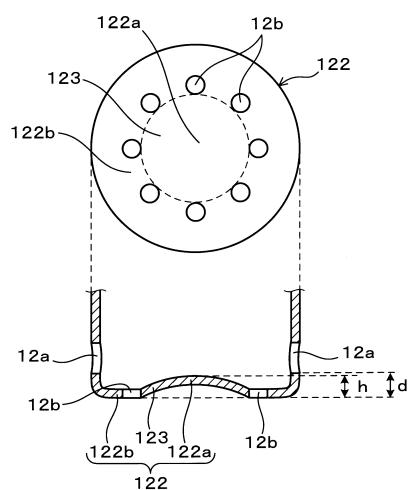
【図 1】

(図 1)



【図 2】

(図 2)



10

20

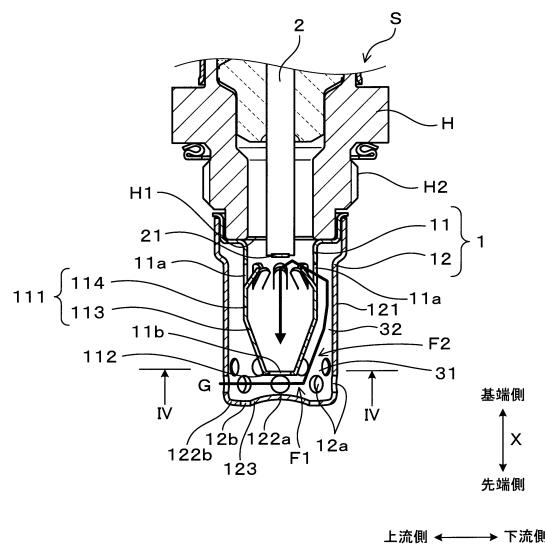
30

40

50

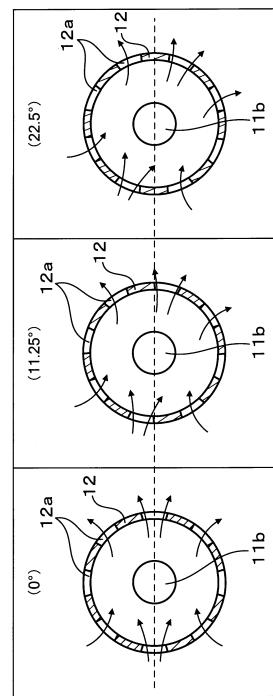
【図3】

(図3)



【図4】

(図4)

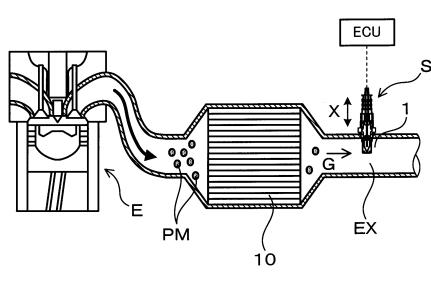


10

20

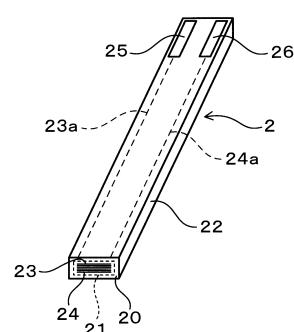
【図5】

(図5)



【図6】

(図6)



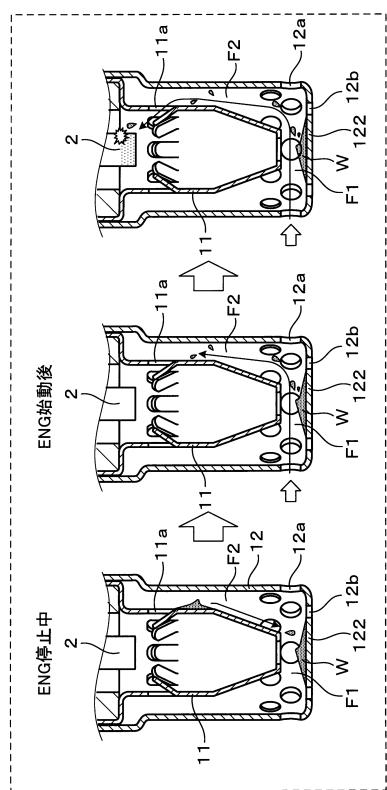
30

40

50

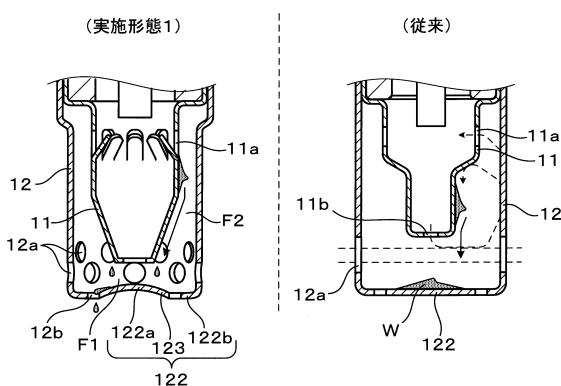
【図 7】

(図 7)



【図 8】

(図 8)

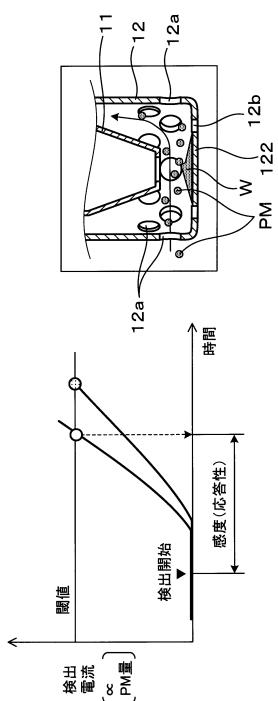


10

20

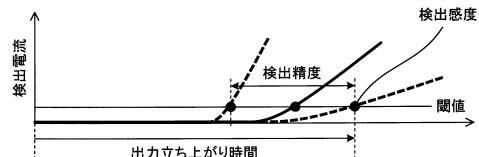
【図 9】

(図 9)



【図 10】

(図 10)



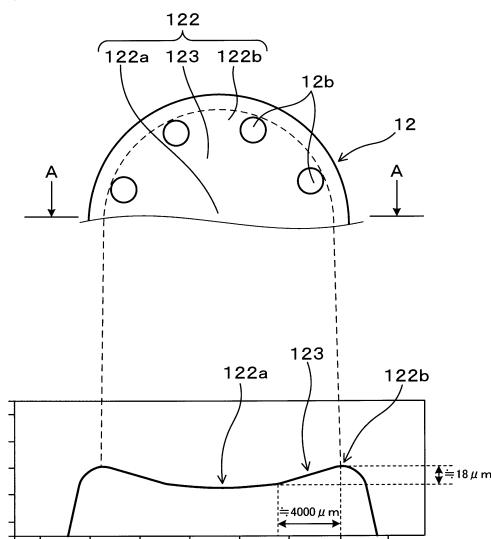
30

40

50

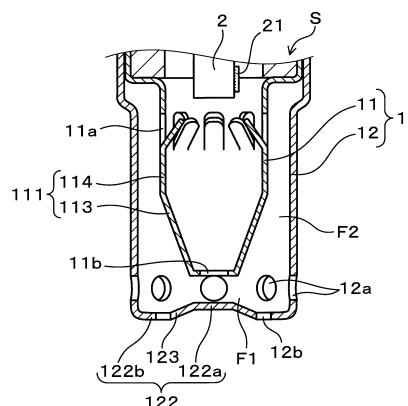
【図 1 1】

(図 1 1)



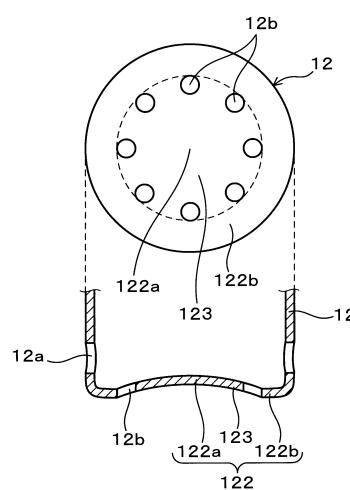
【図 1 2】

(図 1 2)



【図 1 3】

(図 1 3)



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2001-074686 (JP, A)
 特開2016-003927 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01N 15/06
G01N 27/409
G01N 27/416