

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7261718号
(P7261718)

(45)発行日 令和5年4月20日(2023.4.20)

(24)登録日 令和5年4月12日(2023.4.12)

(51)国際特許分類

F I

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 8 (全21頁)

(21)出願番号	特願2019-183076(P2019-183076)	(73)特許権者	000004064
(22)出願日	令和1年10月3日(2019.10.3)		日本碍子株式会社
(65)公開番号	特開2021-60220(P2021-60220A)		愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
(43)公開日	令和3年4月15日(2021.4.15)	(74)代理人	110000017
審査請求日	令和4年7月22日(2022.7.22)		弁理士法人アイテック国際特許事務所
		(72)発明者	高橋 史哉
			愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
			日本碍子株式会社内
		(72)発明者	大森 文史
			愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号
			日本碍子株式会社内
		審査官	黒田 浩一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ガスセンサ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

被測定ガスを導入するガス導入口を有し、該ガス導入口から内部に流入した該被測定ガスの特定ガス濃度を検出可能なセンサ素子と、

前記センサ素子の先端及び前記ガス導入口が内部に配置されるセンサ素子室を内側に有し、該センサ素子室への入口である1以上の素子室入口と該センサ素子室からの出口である1以上の素子室出口とが配設された筒状の内側保護カバーと、

前記被測定ガスの外部からの入口である1以上の外側入口と、前記被測定ガスの外部への出口である1以上の外側出口と、が配設され、前記内側保護カバーの外側に配設された筒状の外側保護カバーと、

を備え、

前記外側保護カバー及び前記内側保護カバーは、両者の間の空間として、前記外側入口と前記素子室入口との間の前記被測定ガスの流路として機能する入口側ガス流路と、前記外側出口と前記素子室出口との間の前記被測定ガスの流路として機能し前記入口側ガス流路と直接には連通していない出口側ガス流路と、を形成しており、

前記センサ素子の中心軸に沿いかつ前記センサ素子の幅方向に平行な断面を幅方向断面とし、前記内側保護カバーの軸方向に平行かつ前記センサ素子の後端から前記先端に向かう方向を下方向とし、前記センサ素子の前記先端から前記後端に向かう方向を上方向とした場合に、前記内側保護カバーのうち前記素子室入口よりも前記下方向側にある部分と前記センサ素子との前記幅方向断面における最短距離XWが2.64mm以上であり、

前記素子室出口及び前記外側出口は、前記外側保護カバーの外部から前記外側出口の軸線方向に平行な仮想光を前記外側出口に照射したときに、前記仮想光が前記センサ素子室の内部に到達しないような位置関係で配置され、前記出口側ガス流路の最小流路幅 Y が 0.67 mm 以上 2.60 mm 以下である、

ガスセンサ。

【請求項 2】

前記内側保護カバーは、筒状の第 1 部分と、該第 1 部分よりも前記下方向側かつ前記素子室入口よりも前記下方向側に設けられ前記第 1 部分よりも内径の小さい第 2 部分と、前記第 1 部分と前記第 2 部分とを接続する段差部とを備えている、

請求項 1 に記載のガスセンサ。

10

【請求項 3】

前記内側保護カバーは、有底筒状の先端部を備え、

前記素子室出口は、前記先端部の底部ではなく側部に配設されている、

請求項 1 または 2 に記載のガスセンサ。

【請求項 4】

前記外側出口は、前記外側保護カバーの底部に配設されている、

請求項 3 に記載のガスセンサ。

【請求項 5】

前記最短距離 XW が 2.80 mm 以上である、

請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載のガスセンサ。

20

【請求項 6】

前記最小流路幅 Y が 0.80 mm 以上 2.00 mm 以下である、

請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載のガスセンサ。

【請求項 7】

前記内側保護カバーは、第 1 部材と第 2 部材とを有しており、

前記第 1 部材及び前記第 2 部材は、両者の間の隙間として、前記素子室入口を形成しており、

前記素子室入口は、前記センサ素子室側の開口部である素子側開口部が前記下方向に向けて開口している、

請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載のガスセンサ。

30

【請求項 8】

前記第 1 部材は、前記センサ素子を囲む第 1 円筒部を有しており、

前記第 2 部材は、前記第 1 円筒部よりも大径の第 2 円筒部を有しており、

前記素子室入口は、前記第 1 円筒部の外周面と前記第 2 円筒部の内周面との間の筒状の隙間である、

請求項 7 に記載のガスセンサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガスセンサに関する。

40

【背景技術】

【0002】

従来、自動車の排気ガスなどの被測定ガスにおける NO_x や酸素などの所定のガス濃度を検出するガスセンサが知られている。ガスセンサは、例えば、センサ素子と、センサ素子が配置されるセンサ素子室を有し素子室入口及び素子室出口が配設された内側保護カバーと、外側入口と外側出口とが配設された外側保護カバーと、を備えている。被測定ガスは、ガスセンサの外部から外側入口及び素子室入口を通してセンサ素子室に到達し、一部がセンサ素子内に導入される。センサ素子室に到達した被測定ガスはその後、素子室出口及び外側出口を通して外部に排出される。ところで、ガスセンサはセンサ素子の活性化する温度（例えば 850°C ）で使用されるため、センサ素子が被水すると熱衝撃によってセ

50

ンサ素子にクラックが生じることがある。このため、センサ素子の被水を抑制することが検討されている。例えば特許文献1では、素子室入口を外側入口と軸線方向に重ならないように内側保護カバーの側部に配置するとともに、素子室出口を内側保護カバーの底部ではなく側部に配置し内側保護カバーの底部と外側出口とが軸線方向に重なるようにして、ガスセンサの外部からセンサ素子室に直接水が進入するのを防止している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2015-99142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では、内側保護カバーと外側保護カバーとの間に水が存在する場合に、そうした水がセンサ素子室に進入しやすいという問題があった。また、センサ素子室に水が進入した場合にセンサ素子が被水しやすいという問題があった。

【0005】

本発明はこのような課題を解決するためになされたものであり、センサ素子の被水を抑制することを主目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、上述した主目的を達成するために以下の手段を採った。

【0007】

本発明のガスセンサは、

被測定ガスを導入するガス導入口を有し、該ガス導入口から内部に流入した該被測定ガスの特定ガス濃度を検出可能なセンサ素子と、

前記センサ素子の先端及び前記ガス導入口が内部に配置されるセンサ素子室を内側に有し、該センサ素子室への入口である1以上の素子室入口と該センサ素子室からの出口である1以上の素子室出口とが配設された筒状の内側保護カバーと、

前記被測定ガスの外部からの入口である1以上の外側入口と、前記被測定ガスの外部への出口である1以上の外側出口と、が配設され、前記内側保護カバーの外側に配設された筒状の外側保護カバーと、

を備え、

前記外側保護カバー及び前記内側保護カバーは、両者の間の空間として、前記外側入口と前記素子室入口との間の前記被測定ガスの流路として機能する入口側ガス流路と、前記外側出口と前記素子室出口との間の前記被測定ガスの流路として機能し前記入口側ガス流路と直接には連通していない出口側ガス流路と、を形成しており、

前記センサ素子の中心軸に沿いかつ前記センサ素子の幅方向に平行な断面を幅方向断面とし、前記内側保護カバーの軸方向に平行かつ前記センサ素子の後端から前記先端に向かう方向を下方向とし、前記センサ素子の前記先端から前記後端に向かう方向を上方向とした場合に、前記内側保護カバーのうち前記素子室入口よりも前記下方向側にある部分と前記センサ素子との前記幅方向断面における最短距離XWが2.64mm以上であり、

前記素子室出口及び前記外側出口は、前記外側保護カバーの外部から前記外側出口の軸線方向に平行な仮想光を前記外側出口に照射したときに、前記仮想光が前記センサ素子室の内部に到達しないような位置関係で配置され、前記出口側ガス流路の最小流路幅Yが0.67mm以上2.60mm以下である。

【0008】

このガスセンサでは、素子室入口よりも下方向側（先端方向側）において、内側保護カバーとセンサ素子との最短距離XWが2.64mm以上であるため、センサ素子室に水が進入しても、センサ素子が被水しにくい。その理由は、以下のように推察される。センサ素子室に進入した水は下方向側に流れるため内側保護カバーのうち素子室入口よりも下方

10

20

30

40

50

向側にある部分にたまりやすく、たまった水が振動や突発的なガスの流れなどによってセンサ素子に向けて飛散するおそれがある。そこで、最短距離 XW を 2.64 mm 以上とすれば、内側保護カバーのうち素子室入口よりも下方向側にある部分とセンサ素子との間の隙間が広がるため、内側保護カバーにたまった水が飛散してもセンサ素子に到達しにくい。また、このガスセンサでは、外側保護カバーの外部から外側出口の軸線方向に平行な仮想光を外側出口に照射したときに、仮想光がセンサ素子室の内部に到達しないような位置関係で素子室出口及び外側出口が配置されている。このため、ガスセンサの外側出口からセンサ素子室に直接水が進入するのを抑制できる。さらに、このガスセンサでは、出口側ガス流路の最小流路幅 Y が 0.67 mm 以上であるため、センサ素子室から素子室出口を通して出口側ガス流路に排出された水が外側出口に到達しやすい。このため、ガスセンサの外部に水が排出されやすい。また、出口側ガス流路の最小流路幅 Y が 2.60 mm 以下であるため、ガスセンサの外部から外側出口を通して出口側ガス流路に水が進入しても、その水が素子室出口に到達しにくい。このため、外側出口からセンサ素子室に水が進入しにくい。以上により、本発明のガスセンサは、センサ素子の被水を抑制できる。なお、「最小流路幅 Y 」とは、外側保護カバー及び内側保護カバーの少なくとも一方で周囲を囲まれかつ素子室出口から外側出口に至る被測定ガスが必ず通過する面のうち、流路幅が最も狭い面（幅狭面とも称する）における流路幅をいう。幅狭面は、例えば、外側保護カバーと内側保護カバーとで挟まれた環状面である。幅狭面は1面だけでもよいし、2面以上が連続してまたは離間して存在していてもよい。「最小流路幅 Y が 0.67 mm 以上 2.60 mm 以下である」は、「素子室出口から外側出口に到達できる最大の球の直径が 0.67 mm 以上 2.60 mm 以下である」と言い換えることもできる。

10

20

【0009】

本発明のガスセンサにおいて、前記内側保護カバーは、筒状の第1部分と、該第1部分よりも前記下方向側かつ前記素子室入口よりも前記下方向側に設けられ前記第1部分よりも内径の小さい第2部分と、前記第1部分と前記第2部分とを接続する段差部とを備えているものとしてもよい。段差部には水がたまりやすいが、上述した最短距離 XW が 2.64 mm 以上であれば段差部とセンサ素子との距離が少なくとも 2.64 mm 以上あるため、段差部にたまった水が飛散してもセンサ素子に到達しにくい。このため、内側保護カバーが段差部を有していても、センサ素子の被水を抑制できる。本発明のガスセンサは、前記第1部分、前記第2部分及び前記段差部で構成された段構造を1つ以上有していてもよい。段構造を複数有する場合には、隣合う段構造のうち一方の第1部分が他方の第2部分となってもよい。前記段構造を1つ以上有するガスセンサにおいて、前記段差部のうち、少なくとも前記センサ素子との距離が最も近い段差部、好ましくは全ての段差部は、前記センサ素子の先端面よりも前記下方向側に配置されていることが好ましい。例えばガスセンサを鉛直方向に対して傾けて用いる場合、段差部のうち第2部分よりも内径の大きい第1部分との接続部付近に水がたまりやすいが、段差部がセンサ素子の先端面よりも上方向側ではなく下方向側に配置されていれば、接続部とセンサ素子との距離が大きくなるため、センサ素子の被水をさらに抑制できる。

30

【0010】

本発明のガスセンサにおいて、前記内側保護カバーは、有底筒状の先端部を備え、前記素子室出口は、前記先端部の底部ではなく側部に配設されているものとしてもよい。素子室出口を底部ではなく側部に配設すれば、素子室出口の外側から突発的にガスが流入したとしても、ガスの流れがセンサ素子方向に集中しにくいため、ガス流れにのって水がセンサ素子に到達するのを抑制できる。こうしたガスセンサにおいて、前記外側出口は、前記外側保護カバーの底部に配設されているものとしてもよい。素子室出口が側部に配設されている場合に、外側出口を底部に配設すれば、ガスセンサの外部からセンサ素子室に水が進入するのをより抑制できる。

40

【0011】

本発明のガスセンサは、前記最短距離 XW が 2.80 mm 以上であるものとしてもよい。こうすれば、素子室入口からセンサ素子室に水が進入したとしても、センサ素子がより

50

被水しにくい。

【0012】

本発明のガスセンサは、前記最小流路幅 Y が 0.80 mm 以上 2.00 mm 以下であるものとしてもよい。出口側ガス流路の最小流路幅 Y が 0.80 mm 以上であれば、センサ素子室から排出された水がガスセンサの外部により排出されやすい。また、出口側ガス流路の最小流路幅 Y が 2.00 mm 以下であれば、ガスセンサの外部から外側出口を通して水が進入したとしても、その水が素子室出口により到達しにくい。

【0013】

本発明のガスセンサにおいて、前記内側保護カバーは、第1部材と第2部材とを有しており、前記第1部材及び前記第2部材は、両者の間の隙間として、前記素子室入口を形成しており、前記素子室入口は、前記センサ素子室側の開口部である素子側開口部が前記下方向に向けて開口しているものとしてもよい。こうすれば、第1部材によってセンサ素子と隔てられた素子室入口からセンサ素子室内に下方向に向けて被測定ガスが流入するため、被測定ガスに水が含まれていてもその水がセンサ素子に到達しにくい。ここで、「素子側開口部が下方向に向けて開口する」とは、下方向と平行に開口している場合と、下方向に向かうにつれてセンサ素子に近づくように下方向から傾斜して開口している場合とを含む。

10

【0014】

本発明のガスセンサにおいて、前記第1部材は、前記センサ素子を囲む第1円筒部を有しており、前記第2部材は、前記第1円筒部よりも大径の第2円筒部を有しており、前記素子室入口は、前記第1円筒部の外周面と前記第2円筒部の内周面との間の筒状の隙間であってもよい。

20

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】配管20へのガスセンサ100の取り付け状態の概略説明図。

【図2】図1のA-A断面図。

【図3】図2のB-B断面図。

【図4】図3のC-C断面図。

【図5】図3の外側保護カバー140のC-C断面図。

【図6】図3のD視図。

30

【図7】図3の部分拡大図。

【図8】変形例のガスセンサ200の縦断面図。

【図9】変形例の素子室入口327を示す断面図。

【図10】変形例のガスセンサ400の縦断面図。

【発明を実施するための形態】

【0016】

次に、本発明を実施するための形態を図面を用いて説明する。図1は配管20へのガスセンサ100の取り付け状態の概略説明図である。図2は、図1のA-A断面図である。図3は、図2のB-B断面図である。図4は、図3のC-C断面図である。図5は、図3の外側保護カバー140のC-C断面図である。なお、図5は、図4から第1円筒部134、第2円筒部136、先端部138及びセンサ素子110を除いた図に相当する。図6は、図3のD視図である。図7は、図3の部分拡大図である。なお、保護カバー120の軸方向に平行且つセンサ素子110の先端から後端に向かう方向（図3，7の上方向）を上方向とし、保護カバー120の軸方向に平行且つセンサ素子110の後端から先端に向かう方向（図3，7の下方向）を下方向と称する。

40

【0017】

図1に示すように、ガスセンサ100は車両のエンジンからの排気経路である配管20内に取り付けられており、エンジンから排出された被測定ガスとしての排気ガスに含まれる NO_x 、アンモニア、 O_2 等のガス成分のうち少なくともいずれか1つの特定ガスの濃度である特定ガス濃度を検出するようになっている。このガスセンサ100は、図2に示す

50

ように、ガスセンサ１００の中心軸が配管２０内の被測定ガスの流れに垂直な状態で配管２０内に固定されている。なお、ガスセンサ１００の中心軸が配管２０内の被測定ガスの流れに垂直且つ鉛直方向に対して所定の角度（例えば４５°～８０°の間に含まれるいずれかの角度）だけ傾いた状態で配管２０内に固定されていてもよい。

【００１８】

ガスセンサ１００は、図３に示すように、被測定ガス中の特定ガス濃度（ NO_x ，アンモニア， O_2 等の濃度）を検出する機能を有するセンサ素子１１０と、このセンサ素子１１０を保護する保護カバー１２０とを備えている。また、ガスセンサ１００は、金属製のハウジング１０２及び外周面におねじが設けられた金属製のボルト１０３を備えている。ハウジング１０２は配管２０に溶接され内周面にめねじが設けられた固定用部材２２内に挿入されており、さらにボルト１０３が固定用部材２２内に挿入されることでハウジング１０２が固定用部材２２内に固定されている。これにより、ガスセンサ１００が配管２０内に固定されている。なお、配管２０内の被測定ガスの流れる向きは、図３における左から右に向かう方向である。

【００１９】

センサ素子１１０は、細長な長尺の板状体形状の素子であり、ジルコニア（ ZrO_2 ）等の酸素イオン伝導性固体電解質層を複数積層した構造の素子本体１１０ｂを有している。素子本体１１０ｂは、被測定ガスを自身の内部に導入するガス導入口１１１を有しており、ガス導入口１１１から内部に流入した被測定ガスの特定ガス濃度を検出可能に構成されている。本実施形態では、ガス導入口１１１は、素子本体１１０ｂの先端面（図３における素子本体１１０ｂの下面）に開口しているものとした。センサ素子１１０は、センサ素子１１０を加熱して保温する温度調整の役割を担うヒーターを内部に備えている。このようなセンサ素子１１０の構造や特定ガス濃度を検出する原理は公知であり、例えば特開２００８－１６４４１１号公報に記載されている。センサ素子１１０は、先端（図３の下端）及びガス導入口１１１がセンサ素子室１２４内に配置されている。なお、センサ素子１１０の後端から先端に向かう方向（下方向）を先端方向とも称する。

【００２０】

また、センサ素子１１０は、素子本体１１０ｂの表面の少なくとも一部を覆う多孔質保護層１１０ａを備えている。本実施形態では、多孔質保護層１１０ａは、素子本体１１０ｂの６つの表面のうち５面に形成されて、センサ素子室１２４内に露出した表面のほとんどを覆っている。具体的には、多孔質保護層１１０ａは、素子本体１１０ｂのうちガス導入口１１１が形成された先端面（下面）を全て覆っている。また、多孔質保護層１１０ａは、素子本体１１０ｂの先端面に接続される４つの表面（図４の素子本体１１０ｂにおける上下左右の面）のうち素子本体１１０ｂの先端面に近い側を覆っている。多孔質保護層１１０ａの下端面がセンサ素子１１０の先端面１１０ｃとなる。多孔質保護層１１０ａは、例えば、被測定ガス中の水分等が付着して素子本体１１０ｂにクラックが生じるのを抑制する役割を果たす。また、多孔質保護層１１０ａは、被測定ガスに含まれるオイル成分等が素子本体１１０ｂの表面の図示しない電極等に付着するのを抑制する役割を果たす。多孔質保護層１１０ａは、例えばアルミナ多孔質体、ジルコニア多孔質体、スピネル多孔質体、コージェライト多孔質体、チタニア多孔質体、マグネシア多孔質体などの多孔質体からなる。多孔質保護層１１０ａは、例えばプラズマ溶射、スクリーン印刷、ディッピングなどにより形成することができる。なお、多孔質保護層１１０ａは、ガス導入口１１１も覆っているが、多孔質保護層１１０ａが多孔質体であるため、被測定ガスは多孔質保護層１１０ａの内部を流通してガス導入口１１１に到達可能である。多孔質保護層１１０ａの厚さは例えば１００μｍ～７００μｍである。

【００２１】

保護カバー１２０は、センサ素子１１０の周囲を取り囲むように配置されている。この保護カバー１２０は、センサ素子１１０の先端を覆う有底筒状の内側保護カバー１３０と、内側保護カバー１３０を覆う有底筒状の外側保護カバー１４０とを有している。また、内側保護カバー１３０と外側保護カバー１４０とに囲まれた空間として入口側ガス流路１

10

20

30

40

50

52, 出口側ガス流路156が形成され、内側保護カバー130に囲まれた空間としてセンサ素子室124が形成されている。なお、ガスセンサ100, センサ素子110, 内側保護カバー130, 外側保護カバー140の中心軸は同軸になっている。保護カバー120は、金属(例えばSUS310Sなどのステンレス鋼)で形成されている。

【0022】

内側保護カバー130は、第1部材131と、第2部材135と、を備えている。第1部材131は、円筒状の大径部132と、円筒状で大径部132よりも径の小さい第1円筒部134と、大径部132と第1円筒部134とを接続する段差部133と、を有している。第1円筒部134は、センサ素子110の周囲を囲んでいる。第2部材135は、第1円筒部134よりも径が大きい第2円筒部136と、第2円筒部136よりもセンサ素子110の先端方向(下方向)に位置する先端部138と、第2円筒部136の下端と先端部138とを接続する接続部137と、を有している。接続部137は、第2円筒部136より径が小さく先端部138より径が大きい第3円筒部137aと、第2円筒部136と第3円筒部137aとを接続する第1段差部137bと、第3円筒部137aと先端部138とを接続する第2段差部137cと、を有している。第1段差部137b及び第2段差部137cは、いずれもセンサ素子110の先端面110cよりも下方向側に配置されている。先端部138は、側部138dと底部138eとを有している。先端部138には、センサ素子室124と出口側ガス流路156とに通じ、センサ素子室124からの被測定ガスの出口である1以上の素子室出口138aが形成されている。素子室出口138aは、側部138dに等間隔に形成された複数(本実施形態では4個)の円形の横孔138bを有している。素子室出口138aは、先端部138の底部138eには配設されていない。素子室出口138aの径は、例えば0.5mm~2.6mmである。本実施形態では、複数の横孔138bの径はいずれも同じ値とした。素子室出口138aは、ガス導入口111よりもセンサ素子110の先端方向(下方向)の位置に形成されている。換言すると、素子室出口138aは、センサ素子110の後端(図3におけるセンサ素子110の図示しない上端)から見てガス導入口111よりも遠く(下方向)に位置している。

【0023】

大径部132, 第1円筒部134, 第2円筒部136, 先端部138は中心軸が同一である。大径部132は、ハウジング102に内周面が当接しており、これにより第1部材131がハウジング102に固定されている。第2部材135は、第1段差部137bが外側保護カバー140の段差部143bと当接しており溶接などにより固定されている。なお、第3円筒部137aの先端側(下端側)の外径を外側保護カバー140の先端部146の内径よりわずかに大きく形成し、第3円筒部137aの先端部分を先端部146内に圧入することで、第2部材135を固定してもよい。

【0024】

第2円筒部136の内周面には、第1円筒部134の外周面に向けて突出してこの外周面に接している複数の突出部136aが形成されている。図4に示すように、突出部136aは3個設けられ、第2円筒部136の内周面の周方向に沿って均等に配置されている。突出部136aは、略半球形状に形成されている。このような突出部136aが設けられていることで、突出部136aによって第1円筒部134と第2円筒部136との位置関係が固定されやすくなっている。なお、突出部136aは、第1円筒部134の外周面を径方向内側に向けて押圧していることが好ましい。こうすれば、突出部136aによって第1円筒部134と第2円筒部136との位置関係をより確実に固定できる。なお、突出部136aは、3個に限らず2個や4個以上としてもよい。なお、第1円筒部134と第2円筒部136との固定が安定化しやすいため、突出部136aは3個以上とすることが好ましい。

【0025】

この内側保護カバー130は、第1部材131と第2部材135との隙間でありセンサ素子室124への被測定ガスの入口である素子室入口127(図3, 4, 7参照)を形成

している。素子室入口127は、より具体的には、第1円筒部134の外周面と第2円筒部136の内周面との間の円筒状の隙間（ガス流路）として形成されている。素子室入口127は、外側入口144aの配置された空間である入口側ガス流路152側の開口部である外側開口部128と、ガス導入口111の配置された空間であるセンサ素子室124側の開口部である素子側開口部129と、を有している。外側開口部128は、素子側開口部129よりもセンサ素子110の後端側（上側）に形成されている。そのため、外側入口144aからガス導入口111に達するまでの被測定ガスの経路中で、素子室入口127はセンサ素子110の後端側（上側）から先端側（下側）へ向かう流路となっている。また、素子室入口127は、センサ素子110の後端－先端方向に平行な流路（上下方向に平行な流路）となっている。

10

【0026】

素子側開口部129は、センサ素子110の後端から先端へ向かう方向（下方向）に開口し且つセンサ素子110の後端－先端方向（上下方向）に平行に開口している。すなわち、素子側開口部129は、下方向と平行に開口している。そのため、センサ素子110は、素子側開口部129から素子室入口127を仮想的に延長した領域（図3，7における素子側開口部129の真下の領域）以外の位置に、配置されている。これにより、素子側開口部129から流出した被測定ガスがセンサ素子110の表面に直接当たることを抑制でき、ガス流れに乗って水がセンサ素子110に到達することを抑制できる。

【0027】

この内側保護カバー130は、センサ素子110の中心軸に沿いかつセンサ素子110の幅方向に平行な幅方向断面において、素子室入口127よりも下方向側（先端方向側）にある部分とセンサ素子110との最短距離XWが2.64mm以上となるように配置されている。本実施形態では、第1段差部137bの第3円筒部137a側の端とセンサ素子110の先端側の角との間の距離（図7に示す仮想線160の長さ）が最短距離XWとなり、この最短距離XWが2.64mm以上となるように内側保護カバー130が配置されている。なお、本実施形態では、センサ素子110は、図4に示すように中心軸に垂直な断面が長方形であるため、この長方形の長辺の方向が幅方向であり、短辺の方向は厚さ方向となる。つまり、幅方向断面は、図4のE-E断面に相当し、このE-E断面を示す図3，7には、センサ素子110をその中心軸に沿って厚さ方向に2等分した幅方向の断面が現れる。また、素子室入口127よりも下方向側にある部分とは、素子室入口127

20

30

【0028】

外側保護カバー140は、図3に示すように、円筒状の胴部143と、有底筒状で胴部143よりも内径の小さい先端部146とを有している。また、胴部143は、外側保護カバー140の中心軸方向（上下方向）に沿った側面をもつ側部143aと、胴部143の底部であり側部143aと先端部146とを接続する段差部143bと、を有している。なお、胴部143，先端部146の中心軸はいずれも内側保護カバー130の中心軸と同一である。胴部143のうち上端周辺の部分は、ハウジング102及び大径部132に内周面が当接しており、これにより外側保護カバー140がハウジング102に固定されている。胴部143は、大径部132，第1円筒部134，第2円筒部136の外周を覆うように位置している。先端部146は、先端部138を覆うように位置していると共に、内周面が第3円筒部137aの外周面と接している。先端部146は、外側保護カバー140の中心軸方向（上下方向）に沿った側面を有し外径が側部143aの内径よりも小さい側部146aと、外側保護カバー140の底部である底部146bと、側部146aと底部146bとを接続し側部146aから底部146bに向けて縮径するテーパ部146cと、を有している。先端部146は、胴部143よりも先端方向側（下側）に位置している。この外側保護カバー140は、胴部143に形成され被測定ガスの外部からの入口である1以上（本実施形態では複数であり、具体的には12個）の外側入口144a

40

50

と、先端部 1 4 6 に形成され被測定ガスの外部への出口である 1 以上の外側出口 1 4 7 a とを有している。

【0029】

外側入口 1 4 4 a は、外側保護カバー 1 4 0 の外側（外部）と入口側ガス流路 1 5 2 とに通じる孔である。外側入口 1 4 4 a は、側部 1 4 3 a に等間隔に形成された複数（本実施形態では 6 個）の横孔 1 4 4 b と、段差部 1 4 3 b に等間隔に形成された複数（本実施形態では 6 個）の縦孔 1 4 4 c とを有している（図 3 ～ 6）。この外側入口 1 4 4 a（横孔 1 4 4 b 及び縦孔 1 4 4 c）は、円形に開けられた孔である。この 1 2 個の外側入口 1 4 4 a の径は、例えば 0.5 mm ～ 2 mm である。外側入口 1 4 4 a の径は、1.5 mm 以下としてもよい。なお、本実施形態では、複数の横孔 1 4 4 b の径はいずれも同じ値とし、複数の縦孔 1 4 4 c の径はいずれも同じ値とした。また、横孔 1 4 4 b の径は縦孔 1 4 4 c の径よりも大きい値とした。なお、外側入口 1 4 4 a は、図 4, 5 に示すように、外側保護カバー 1 4 0 の周方向に沿って横孔 1 4 4 b と縦孔 1 4 4 c とが交互に等間隔に位置するように形成されている。すなわち、図 4, 5 における横孔 1 4 4 b の中心と外側保護カバー 1 4 0 の中心軸とを結んだ線と、その横孔 1 4 4 b に隣接する縦孔 1 4 4 c の中心と外側保護カバー 1 4 0 の中心軸とを結んだ線と、のなす角が 30°（360°／12 個）となっている。

【0030】

外側出口 1 4 7 a は、外側保護カバー 1 4 0 の外側（外部）と出口側ガス流路 1 5 6 とに通じる孔である。この外側出口 1 4 7 a は、先端部 1 4 6 の底部 1 4 6 b の中心に形成された 1 以上（本実施形態では 1 個）の縦孔 1 4 7 c を有している（図 3, 5, 6 参照）。この外側出口 1 4 7 a（ここでは縦孔 1 4 7 c）は、円形に開けられた孔である。この外側出口 1 4 7 a の径は、例えば 0.5 mm ～ 2.5 mm である。外側出口 1 4 7 a の径は、1.5 mm 以下としてもよい。なお、本実施形態では、縦孔 1 4 7 c の径は、横孔 1 4 4 b や縦孔 1 4 4 c の径よりも大きい値とした。外側出口 1 4 7 a は、外側保護カバー 1 4 0 の外部から外側出口 1 4 7 a の軸線方向に平行な仮想光を外側出口 1 4 7 a に照射したときに、仮想光がセンサ素子室 1 2 4 の内部に到達しないように素子室出口 1 3 8 a との位置関係を調整して配置されている。本実施形態では、上述した仮想光は内側保護カバー 1 3 0 の底部 1 3 8 e にあたるため、センサ素子室 1 2 4 の内部には到達しない。なお、本実施形態では、外側出口 1 4 7 a と素子室出口 1 3 8 a とが異なる向きに開口するように、外側出口 1 4 7 a は側部 1 4 6 a ではなく底部 1 4 6 b に配置されている。外側出口 1 4 7 a は、外側入口 1 4 4 a とは異なり、外側保護カバー 1 4 0 の側部（ここでは先端部 1 4 6 の側部 1 4 6 a）には配置されていない。また、本実施形態では、上述した仮想光があたる領域から外れるように素子室出口 1 3 8 a が底部 1 3 8 e ではなく側部 1 3 8 d に配置されている。

【0031】

外側保護カバー 1 4 0 及び内側保護カバー 1 3 0 は、胴部 1 4 3 と内側保護カバー 1 3 0 との間の空間として入口側ガス流路 1 5 2 を形成している。より具体的には、入口側ガス流路 1 5 2 は、段差部 1 3 3, 第 1 円筒部 1 3 4, 第 2 円筒部 1 3 6, 側部 1 4 3 a、段差部 1 4 3 b により囲まれた空間である。入口側ガス流路 1 5 2 は、外側入口 1 4 4 a と素子室入口 1 2 7 との間の被測定ガスの流路として機能する。外側保護カバー 1 4 0 及び内側保護カバー 1 3 0 は、先端部 1 4 6 と内側保護カバー 1 3 0 との間の空間として出口側ガス流路 1 5 6 を形成している。より具体的には、出口側ガス流路 1 5 6 は、先端部 1 3 8 と第 2 段差部 1 3 7 c と先端部 1 4 6 とに囲まれた空間である。なお、先端部 1 4 6 の内周面が接続部 1 3 7 の外周面と当接しているため、入口側ガス流路 1 5 2 と出口側ガス流路 1 5 6 とは直接には連通していない。出口側ガス流路 1 5 6 は、外側出口 1 4 7 a と素子室出口 1 3 8 a との間の被測定ガスの流路として機能する。外側保護カバー 1 4 0 及び内側保護カバー 1 3 0 は、出口側ガス流路 1 5 6 の最小流路幅 Y が 0.67 mm 以上 2.60 mm 以下となるように配置されている。つまり、外側保護カバー 1 4 0 及び内側保護カバー 1 3 0 は、素子室出口 1 3 8 a から外側出口 1 4 7 a に到達できる最大の球

の直径が0.67mm以上2.60mm以下となるように配置されている。本実施形態では、外側保護カバー140及び内側保護カバー130は、内側保護カバー130の先端部138の底部138eの外周と、外側保護カバー140のテーパ部146cのうち底部138eの外周と対向する部分との間の円錐台側面形状の仮想環状面162の幅（例えば図3, 7に現れる直線の長さ）が最小流路幅Yとなり、この最小流路幅Yが0.67mm以上2.60mm以下となるように配置されている。なお、素子室出口138a及び外側出口147aは、直径が最小流路幅Y以上でもよく、直径が最小流路幅Yよりも大きくてもよい。

【0032】

ここで、ガスセンサ100が特定ガス濃度を検出する際の保護カバー120内の被測定ガスの流れについて説明する。配管20内を流れる被測定ガスは、まず、複数の外側入口144a（横孔144b及び縦孔144c）の少なくともいずれかを通して入口側ガス流路152内に流入する。次に、被測定ガスは、入口側ガス流路152から外側開口部128を経て素子室入口127に流入し、素子室入口127を経て素子側開口部129から流出して、センサ素子室124に流入する。素子側開口部129からセンサ素子室124内に流入した被測定ガスは、少なくとも一部がセンサ素子110のガス導入口111に到達する。被測定ガスがガス導入口111に到達してセンサ素子110の内部に流入すると、この被測定ガス中の特定ガス濃度に応じた電気信号（電圧又は電流）をセンサ素子110が発生させ、この電気信号に基づいて特定ガス濃度が検出される。また、センサ素子室124内の被測定ガスは、素子室出口138a（ここでは横孔138b）の少なくともいずれかを通して出口側ガス流路156に流入し、そこから外側出口147a（ここでは縦孔147c）を通して外部に流出する。なお、センサ素子110は、所定の温度を保つように内部のヒーターの出力が例えば図示しないコントローラによって制御される。

【0033】

ところで、自動車の排気ガスなどが流れる配管20内には凝縮水が発生することがある。こうした凝縮水は、上述した被測定ガスの流れや、エンジン始動時の突発的なガス流れなどによって外側入口144aや外側出口147aから外側保護カバー140内に進入し、さらに素子室入口127や素子室出口138aからセンサ素子室124に進入することがある。センサ素子室124に進入した水は自重によって下方向側に流れるため、内側保護カバー130のうち素子室入口127よりも下方向側にある部分にたまりやすい。内側保護カバー130内にたまった水は、エンジン始動時の突発的なガス流れや振動などによってセンサ素子110に向けて飛散するおそれがある。そこで、上述したガスセンサ100では、素子室入口127よりも下方向（先端方向）側において、内側保護カバー130とセンサ素子110との最短距離XWが2.64mm以上となるようにした。なお、本実施形態では、センサ素子110は中心軸に垂直な断面が長方形であるため、幅方向断面において最短距離XWが2.64mm以上であれば、厚さ方向断面（センサ素子110の中心軸に沿いかつ図4においてE-E断面に直交する断面）において、素子室入口127よりも下方向側にある部分とセンサ素子110との最短距離（最短距離XHとも称する）は2.64mmより大きくなる。こうしたガスセンサ100では、内側保護カバー130のうち素子室入口127よりも下方向側にある部分とセンサ素子110との間の隙間が広い。このため、内側保護カバー130にたまった水が飛散してもセンサ素子110に到達しにくい。また、このガスセンサ100では、外側保護カバー140の外部から外側出口147aの軸線方向に平行な仮想光を外側出口147aに照射したときに、仮想光がセンサ素子室124の内部に到達しないような位置関係で素子室出口138a及び外側出口147aが配置されている。このため、ガスセンサ100の外側出口147aからセンサ素子室124に直接水が進入するのを抑制できる。さらに、このガスセンサ100では、出口側ガス流路156の最小流路幅Yが0.67mm以上であるため、センサ素子室124から素子室出口138aを通して出口側ガス流路156に排出された水が外側出口147a側に到達しやすい。このため、ガスセンサ100の外部に水が排出されやすい。また、出口側ガス流路156の最小流路幅Yが2.60mm以下であるため、ガスセンサ100の

10

20

30

40

50

外部から外側出口１４７ａを通過して出口側ガス流路１５６に水が進入しても、その水が素子室出口１３８ａに到達しにくい。このため、外側出口１４７ａからセンサ素子室１２４に水が侵入しにくい。以上により、本実施形態のガスセンサ１００では、センサ素子１１０の被水が抑制される。最短距離ＸＷは、２．８０ｍｍ以上であることが好ましい。最小流路幅Ｙは、０．８０ｍｍ以上２．００ｍｍ以下であることが好ましい。

【００３４】

また、このガスセンサ１００では、内側保護カバー１３０は、筒状の第２円筒部１３６と、第３円筒部１３７ａ（第２円筒部１３６を本発明の第１部分とした場合の第２部分に相当）と、第２円筒部１３６と第３円筒部１３７ａとを接続する第１段差部１３７ｂ（第２円筒部１３６を本発明の第１部分とした場合の段差部に相当）とで構成された段構造を有している。また、内側保護カバー１３０は、筒状の第３円筒部１３７ａと、側部１３８ｄ（第３円筒部１３７ａを本発明の第１部分とした場合の第２部分に相当）と、第３円筒部１３７ａと側部１３８ｄとを接続する第２段差部１３７ｃ（第３円筒部１３７ａを本発明の第１部分とした場合の段差部に相当）とで構成された段構造を有している。ところで、段差部には水がたまりやすい。本実施形態のガスセンサ１００では、第１段差部１３７ｂと第２段差部１３７ｃの２つの段差部を有するものとしたが、第１段差部１３７ｂとセンサ素子１１０との最短距離が上述した最短距離ＸＷとなり、最短距離がＸＷが２．６４ｍｍ以上となるようにした。これにより、第１段差部１３７ｂや第２段差部１３７ｃとセンサ素子１１０との距離が少なくとも２．６４ｍｍ以上となるため、第１段差部１３７ｂや第２段差部１３７ｃにたまった水が飛散してもセンサ素子１１０に到達しにくい。また、ガスセンサは中心軸を鉛直方向に対して傾けて用いる場合が多く、その場合、段差部のうち第１部分との接続部付近に水がたまりやすい。そこで、こうした接続部とセンサ素子１１０との距離が大きくなるように、第１段差部１３７ｂ及び第２段差部１３７ｃをセンサ素子１１０の先端面１１０ｃより上方向側ではなく下方向側に配置した。このため、センサ素子１１０の被水がさらに抑制される。

【００３５】

以上詳述した本実施形態のガスセンサ１００によれば、素子室入口１２７よりも下方向側において、内側保護カバー１３０とセンサ素子１１０との最短距離ＸＷが２．６４ｍｍ以上である。また、外側保護カバー１４０の外部から外側出口１４７ａの軸線方向に平行な仮想光を外側出口１４７ａに照射したときに、仮想光がセンサ素子室１２４の内部に到達しないような位置関係で素子室出口１３８ａ及び外側出口１４７ａが配置されている。さらに、出口側ガス流路１５６の最小流路幅Ｙが０．６７ｍｍ以上２．６０ｍｍ以下である。このため、センサ素子１１０の被水を抑制できる。

【００３６】

また、素子室出口１３８ａは、先端部１３８の底部１３８ｅではなく側部１３８ｄに配設されている。このため、素子室出口１３８ａの外側から突発的にガスが流入したとしても、ガスの流れがセンサ素子１１０方向に集中しにくく、ガス流れによって水がセンサ素子１１０に到達しにくい。また、素子室出口１３８ａが側部１３８ｄに配設されているだけでなく、外側出口１４７ａが外側保護カバー１４０の底部１４６ｂに配設されている。このため、ガスセンサ１００の外部からセンサ素子室１２４に水がより進入しにくい。

【００３７】

さらに、最短距離ＸＷを２．８０ｍｍ以上とすれば、素子室入口１２７からセンサ素子室１２４に水が進入したとしても、センサ素子１１０がより被水しにくい。また、最小流路幅Ｙを０．８０ｍｍ以上とすれば、センサ素子室１２４から排出された水がガスセンサ１００の外部により排出されやすい。また、最小流路幅Ｙを２．００ｍｍ以下とすれば、ガスセンサ１００の外部から外側出口１４７ａを通過して水が進入したとしても、その水が素子室出口１３８ａにより到達しにくい。

【００３８】

さらにまた、ガスセンサ１００において、第１部材１３１及び第２部材１３５は、素子側開口部１２９が下方向に向けて開口するように素子室入口１２７を形成している。これ

により、第1部材131によってセンサ素子110と隔てられた素子室入口127からセンサ素子室124内に下向きに被測定ガスが流入するため、被測定ガスに水が含まれていてもその水がセンサ素子110に到達しにくい。

【0039】

なお、本発明は上述した実施形態に何ら限定されることはなく、本発明の技術的範囲に属する限り種々の態様で実施しうることは言うまでもない。

【0040】

例えば、上述した実施形態では、内側保護カバー130は、2つの段差部（第1段差部137b及び第2段差部137c）を有するものとしたが、段差部を有さないものとしてもよいし、段差部の数を1つ又は3つ以上としてもよい。例えば、後述する図8のガスセンサ200のように第2段差部137cを省略してもよいし、後述する図10のガスセンサ400のように第1段差部137bを省略してもよい。また、上述した実施形態では、第1段差部137bとセンサ素子110との間の距離が最短距離XWとなるようにしたが、第2段差部137cとセンサ素子110との間の距離が最短距離XWとなるようにしてもよいし、段差部以外の部分とセンサ素子110との間の距離が最短距離XWとなるようにしてもよい。

【0041】

上述した実施形態では、内側保護カバー130の先端部138は、側部138dの外径が一定で側部138dと底部138eとが同径となるような形状としたが、例えば、後述する図8に示す円錐台を逆さにした形状など、側部138dの外径が底部138eに近づくほど小さくなるような形状としてもよい。言い換えると、内側保護カバー130の先端部138がテーパ部を有していてもよい。

【0042】

上述した実施形態では、外側保護カバー140の先端部146は、有底筒状で、側部146aと底部146bとテーパ部146cとを有するものとしたが、後述する図8に示すようにテーパ部146cを省略した円筒形状としてもよい。

【0043】

上述した実施形態では、外側入口144aは横孔144bと縦孔144cとを有するものとしたが、いずれか一方のみを有するものとしてもよい。また、横孔144b及び縦孔144cに加えて又は代えて、側部143aと段差部143bとの境界の角部に角孔を形成してもよい。素子室出口138a及び外側出口147aについても、同様に横孔、縦孔、角孔のいずれか1以上を有するものとしてもよい。また、外側出口147aは、テーパ部146cに設けられた貫通孔を有するものとしてもよい。素子室出口138aについても、同様にテーパ部（例えば後述するテーパ部238d）に設けられた貫通孔を有するものとしてもよい。さらに、素子室出口138a、外側入口144a、外側出口147aは、孔に限らず、素子室入口127のように保護カバー120を構成する複数の部材の隙間であってもよいし、各々の数は1以上であればよい。

【0044】

上述した実施形態では、最小流路幅Yは、外側保護カバー140及び内側保護カバー130で挟まれた、円錐台側面形状の仮想環状面162における流路幅としたが、これに限定されない。例えば、仮想環状面の形状は円板形状でもよいし筒形状でもよい。また、最小流路幅Yは、外側保護カバー140のみ又は内側保護カバー130のみで外周を囲われた環状でない面における流路幅としてもよい。

【0045】

上述した実施形態では、突出部136aは第2円筒部136の内周面に形成されているが、これに限られない。第1円筒部134の外周面と第2円筒部136の内周面との少なくとも一方の面に、他方の面に向けて突出してその面に接する複数の突出部が形成されていればよい。また、上述した実施形態では、図3、4に示すように、第2円筒部136のうち突出部136aが形成されている部分の外周面は内側に窪んでいるが、これに限らず外周面が窪んでいなくてもよい。また、突出部136aは半球形状に限らずどのような形

状であってもよい。なお、第1円筒部134の外周面及び第2円筒部136の内周面に突出部136aが形成されていなくてもよい。

【0046】

図8は、変形例のガスセンサ200の縦断面図である。図8では、ガスセンサ100と同じ構成要素については同じ符号を付して、詳細な説明を省略する。図8に示すように、ガスセンサ200の保護カバー220は、内側保護カバー130に代えて内側保護カバー230を備え、外側保護カバー140に代えて外側保護カバー240を備えている。内側保護カバー230の第2部材235は、図3の先端部138及び接続部137に代えて円錐台を逆さにした形状の先端部238と、第2段差部137cを省略した形状の接続部237とを有している。先端部238は、内側保護カバー230の底部である底部238eと、第3円筒部137aから底部238eに向けて縮径するテーパ部238dと、を有している。また、先端部238には、センサ素子室124と出口側ガス流路156とに通じ、センサ素子室124からの被測定ガスの出口である素子室出口238aが形成されている。素子室出口238aは、先端部238の底部238eの中心に形成された1個の円形の縦孔である。外側保護カバー240は、胴部143よりも上側に、胴部143よりも径の大きい円筒状の大径部242を有している。外側保護カバー240は、胴部143ではなく大径部242の内周面がハウジング102及び大径部132に当接している。外側保護カバー240は、図3の先端部146に代えて、テーパ部146cを省略した有底筒状（円筒形状）の先端部246を有している。先端部246は、外側保護カバー240の中心軸方向（図8の上下方向）に沿った側面を有し外径が側部143aの内径よりも小さい側部246aと、外側保護カバー240の底部である底部246bと、を有している。また、先端部246には、被測定ガスの外部への出口である外側出口247aが形成されている。外側出口247aは、先端部246の側部246aに外側保護カバー240の周方向に沿って等間隔に形成された3個の横孔247b（図8では2個のみ図示）と、底部246bに外側保護カバー240の周方向に沿って等間隔に形成された3個の縦孔247c（図8では1個のみ図示）と、を有している。横孔247bと縦孔247cとは、外側保護カバー240の周方向に沿って交互に等間隔に位置しており、隣接する横孔247bと縦孔247cとのなす角（位相）は60°である。ガスセンサ200では、ガスセンサ100と同様に、第1段差部137bの第3円筒部137a側の端とセンサ素子110の先端側の角との間の距離（図8に示す仮想線260の長さ）が最短距離XWとなり、この最短距離XWが2.64mm以上となるように内側保護カバー230が配置されている。また、ガスセンサ200では、外側保護カバー240の外部から外側出口247aの軸線方向に平行な仮想光を外側出口247aに照射したときに、仮想光がセンサ素子室124の内部に到達しないように素子室出口238aと外側出口247aとの位置関係が調整されている。具体的には、素子室出口238aは、外側出口247aのうち横孔247bから照射された仮想光があたる領域から外れるように、横孔247bの上端よりも上方向側に配置された底部238eに、横孔247bに対して垂直に開口するように配置されている。素子室出口238aは、外側出口247aのうち縦孔247cと同じ向きに開口するように配置されているが、縦孔247cから照射された仮想光があたる領域から外れるように、縦孔247cを軸線方向に伸ばした領域からはずれた位置に配置されている。また、ガスセンサ200では、外側保護カバー240及び内側保護カバー230は、内側保護カバー230の先端部238の底部238eのうち素子室出口238aの周囲の環状の部分と、外側保護カバー240の底部246bのうちその環状の部分に対向する部分との間の仮想環状面262の幅（例えば図8に現れる直線の長さ）が最小流路幅Yとなり、この最小流路幅Yが0.67mm以上2.60mm以下となるように配置されている。仮想環状面262は筒形状である。このガスセンサ200でも、上述したガスセンサ100と同様の特性により、同様の効果が得られる。つまり、最短距離XWが2.64mm以上であり、素子室出口238a及び外側出口247aが上述した位置関係で配置されており、最小流路幅Yが0.67mm以上2.60mm以下であるため、センサ素子110の被水を抑制できる。

10

20

30

40

50

【0047】

上述した実施形態では、素子室入口127は第1円筒部134の外周面と第2円筒部136の内周面との間の筒状の隙間としたが、これに限られない。例えば、第1円筒部の外周面と第2円筒部の内周面との少なくとも一方に凹部（溝）が形成されており、素子室入口は、凹部により形成された第1円筒部と第2円筒部との隙間としてもよい。図9は、変形例の素子室入口327を示す断面図である。図9では、ガスセンサ100と同じ構成要素については同じ符号を付して、詳細な説明を省略する。図9に示すように、第1円筒部334の外周面と第2円筒部336の内周面とは接しており、第1円筒部334の外周面には複数（図9では4個）の凹部334aが等間隔に形成されている。この凹部334aと第2円筒部336の内周面との間の隙間が、素子室入口327となっている。

10

【0048】

上述した実施形態では、素子室入口127は、センサ素子110の後端－先端方向に平行な流路（図3における上下方向に平行な流路）としたが、素子室入口127は、下方に向かうにつれてセンサ素子110に近づくように上下方向から傾斜した流路としてもよい。図10は、この場合の変形例のガスセンサ400の縦断面図である。図10では、ガスセンサ100と同じ構成要素については同じ符号を付して、詳細な説明を省略する。図10に示すように、ガスセンサ400の保護カバー420は、内側保護カバー130に代えて内側保護カバー430を備えている。内側保護カバー430は、第1部材431と、第2部材435と、を備えている。第1部材431は、第1部材131と比べて、第1円筒部134を備えない代わりに、円筒状の胴部434aと、下方に向かうにつれて縮径する円筒状の第1円筒部434bと、を備えている。第1円筒部434bは、上端部で胴部434aと接続されている。第2部材435は、第2部材135と比べて、第2円筒部136を備えない代わりに、下方に向かうにつれて縮径する円筒状の第2円筒部436を備えているとともに、接続部137に代えて、第1段差部137bを省略した接続部437を有している。第1円筒部434bの外周面と第2円筒部436の内周面とは接しておらず、両者により形成される隙間が素子室入口427となっている。素子室入口427は、入口側ガス流路152側の開口部である外側開口部428と、センサ素子室124側の開口部である素子側開口部429と、を有している。この素子室入口427は、第1円筒部434b及び第2円筒部436の形状によって、下方に向かうにつれてセンサ素子110に近づくように（内側保護カバー430の中心軸に近づくように）上下方向から傾斜した流路となっている。同様に、素子側開口部429は、下方に向かうにつれてセンサ素子110に近づくように上下方向から傾斜して開口している（図10の拡大図参照）。このため、素子室入口427よりも下方向側にある部分とは、素子側開口部429の下端を含む仮想平面Pよりも下方向側にある部分を示すこととなる。この場合も、素子室入口427よりも下方向側にある部分には、第1部材431は含まれない。なお、素子側開口部429の開口の向きは、開口周辺の第1円筒部434bの外周面及び第2円筒部436の内周面に基づいて定まる開口の軸方向とする。また、素子側開口部429の開口面は、開口の軸方向に対して垂直な面とする。センサ素子110は、素子側開口部429から素子室入口427を仮想的に延長した領域以外の位置に配置されている。これにより、素子側開口部429から流出した被測定ガスがセンサ素子110の表面に直接当たることを抑制でき、ガス流れに乗って水がセンサ素子110に到達することを抑制できる。ガスセンサ400では、第2円筒部436と第3円筒部137aとの接続部と、センサ素子110の先端側の角との間の距離（図10に示す仮想線460の長さ）が最短距離XWとなり、この最短距離XWが2.64mm以上となるように、内側保護カバー430及びセンサ素子110が配置されている。また、ガスセンサ400では、ガスセンサ100と同様に、外側保護カバー140及び内側保護カバー430は、最小流路幅Yが0.67mm以上2.60mm以下となるように配置されている。このガスセンサ400でも、上述したガスセンサ100と同様の特性により、同様の効果が得られる。つまり、最短距離XWが2.64mm以上であり、素子室出口138a及び外側出口147aが上述した位置関係で配置されており、最小流路幅Yが0.67mm以上2.60mm以下であるため、センサ素子110

20

30

40

50

の被水を抑制できる。

【0049】

図10のガスセンサ400のように素子室入口427が上下方向に対して傾斜した流路である場合や素子側開口部429が上下方向に対して傾斜して開口している場合、素子室入口427からセンサ素子室124に流出する被測定ガスの流れる向きは上下方向から傾斜した向きになる。これにより、上述した実施形態の素子室入口127や素子側開口部129と同様の効果が得られる。すなわち、第1部材431によってセンサ素子110と隔てられた素子室入口427からセンサ素子室124内に下向きに被測定ガスが流入するため、被測定ガスに水が含まれていてもその水がセンサ素子110に到達しにくい。また、図10では、素子室入口427の流路幅は、センサ素子110の下方に向かうにつれて狭くなっている。そのため、素子側開口部429の開口面積は外側開口部428の開口面積よりも小さい。これにより、被測定ガスが外側開口部428から流入して素子側開口部429から流出することで流入時と比べて流出時の被測定ガスの流速が高まる。そのため、特定ガス濃度検出の応答性を向上させることができる。なお、図10では、素子室入口427が上下方向から傾斜した流路となっており、素子側開口部429が上下方向から傾斜して開口し、且つ素子側開口部429の開口面積が外側開口部428の開口面積よりも小さくなるようにしているが、これらの3つの特徴のうち1以上を省略してもよいし、ガスセンサがこれらの3つの特徴のうち1以上の特徴を有するようにしてもよい。

10

【0050】

上述した実施形態では、内側保護カバー130は、第1部材131と第2部材135との2つの部材を備えていたが、第1部材131と第2部材135とは一体化された部材であってもよい。

20

【0051】

上述した実施形態では、センサ素子110は中心軸に垂直な断面が長方形であるものとしたが、中心軸に垂直な断面が正方形や円形であるものとしてもよい。この場合、センサ素子110の幅方向の寸法と厚さ方向の寸法が同じになるため、幅方向断面において最短距離XWが2.64mm以上であれば、最短距離XHも2.64mm以上となる。

【0052】

上述した実施形態では、ガス導入口111は、素子本体110bの先端面（図3における素子本体110bの下面）に開口しているものとしたが、これに限られない。例えば、素子本体110bの側面（図4における素子本体110bの上下左右の面）に開口していてもよい。

30

【0053】

上述した実施形態では、センサ素子110は多孔質保護層110aを備えているが、多孔質保護層110aを備えていなくてもよい。その場合は、素子本体110bの下面がセンサ素子110の先端面となる。

【実施例】

【0054】

以下には、ガスセンサを具体的に作製した例を実施例として説明する。なお、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

40

【0055】

【実施例1】

図3～7に示したガスセンサ100を実施例1とした。実施例1では、最短距離XWが3.24mm、最小流路幅Yが1.06mmとなるようにした。

【0056】

【実施例2～4】

実施例2は、最短距離XWが2.89mmとなるようにセンサ素子110の位置を保護カバー120に対して下方向側に移動した以外は、実施例1のガスセンサ100と同様とした。実施例3は、最短距離XWが2.64mmとなるようにセンサ素子110の位置を保護カバー120に対して下方向側に移動し、最小流路幅Yが0.67mmとなるように

50

側部 138d の長さを長くした以外は、実施例 1 のガスセンサ 100 と同様とした。実施例 4 は、最短距離 XW が 2.64 mm となるようにセンサ素子 110 の位置を保護カバー 120 に対して下方向側に移動し、最小流路幅 Y が 2.60 mm となるように側部 138d の長さを短くした以外は、実施例 1 のガスセンサ 100 と同様とした。

【0057】

〔比較例 1〕

図 8 に示すガスセンサ 200 を比較例 1 とした。比較例 1 では、最短距離 XW を 2.64 mm とし、最小流路幅 Y を 2.88 mm とした。なお、比較例 1 では、保護カバー 220 に対するセンサ素子 110 の相対位置を図 8 よりも下方向側に移動させ、第 1 段差部 137b がセンサ素子 110 の先端面 110c よりも上側にあり、第 1 段差部 137b の第 3 円筒部 137a 側の端がセンサ素子 110 の先端面 110c を含む仮想平面上に位置するようにした。

【0058】

〔比較例 2, 3〕

比較例 2 は、最小流路幅 Y が 0.48 mm となるように側部 138d の長さを長くした以外は、実施例 3 のガスセンサ 100 と同様とした。比較例 3 は、最短距離 XW が 2.46 mm となるようにセンサ素子 110 の位置を保護カバー 120 に対して下方向に移動した以外は、実施例 1 のガスセンサ 100 と同様とした。

【0059】

〔被水量の評価〕

被水量の評価には、特開 2019-185615 号公報に記載された被水試験装置を用いた。この被水試験装置は、内部にガスの流路を有し水平かつ直線状に配置された配管と、配管の上流に設けられた送風機（ブローア）と、配管の下流側に設けられた圧力変動発生器と、送風機と圧力変動発生器との間の配管の一部でありガスセンサが取り付けられるチャンバと、を備えている。チャンバには、チャンバに振動を加える加振機が接続されている。この被水試験装置では、エンジンからの排気ガスを模したガスにより水分をガスセンサに向けて飛散させることができる。被水試験では、まず、被水試験装置のチャンバ内に、ガスセンサの中心軸が配管の軸に垂直かつ水平方向に対して 10° 傾いた状態でガスセンサを配置した。次に、送風機とチャンバとの間の配管内に所定量の水分を供給した。続いて、送風機を用いて配管内にガス（大気）を供給し、圧力変動発生器を用いてガスの圧力を変動させるとともに、加振機によりチャンバに振動を加えた。これにより、配管内に供給された水分が、圧力変動するガスによって、チャンバ内に配置されたガスセンサに向けて飛散する。この状態で、センサ素子に内蔵されたヒーターを駆動して、センサ素子の温度が 100～200℃ の間の所定の目標値になるようにヒーターパワーを制御した。このときのヒーターパワーの制御値を、事前に導出したヒーターパワーと被水量との関係に当てはめて、各ガスセンサにおけるセンサ素子の被水量を求めた。そして、被水量が 10 μL 以下のものを「A（優）」、10 μL 超過 20 μL 以下のものを「B（良）」、20 μL 超過 30 μL 以下のものを「C（可）」、30 μL 超過のものを「F（不可）」として判定を行った。結果を表 1 にまとめた。

【0060】

表 1 より、最短距離 XW が 2.64 mm 以上であり、上述した仮想光がセンサ素子室の内部に到達しないように外側出口及び素子室出口が配設され、最小流路幅 Y が 0.67 mm 以上 2.60 mm 以下であれば、被水量を 30 μL 以下に抑えられることがわかった。また、最小流路幅 Y が小さい方から 1.06 mm 付近に近づくにつれて被水量が抑制されるとともに、最小流路幅 Y が大きい方から 1.06 mm に近づくにつれて被水量が抑制されることがわかった。また、最短距離 XW が大きい方が被水量を抑えられることがわかった。この結果より、最短距離 XW は 2.64 mm 以上が好ましく、2.80 mm 以上がより好ましいと推察された。また、最小流路幅 Y は 0.67 mm 以上 2.60 mm 以下が好ましく、0.80 mm 以上 2.00 mm 以下がより好ましいと推察された。

【0061】

【表 1】

	最短距離 XW	センサ素子室内への 仮想光の到達	最小流路幅 Y	評価
	mm		mm	-
実施例1	3.24	なし	1.06	A
実施例2	2.89	なし	1.06	B
実施例3	2.64	なし	0.67	C
実施例4	2.64	なし	2.60	C
比較例1	2.64	なし	2.88	F
比較例2	2.64	なし	0.48	F
比較例3	2.46	なし	1.06	F

【符号の説明】

【0062】

20 配管、22 固定用部材、100、200、400 ガスセンサ、102 ハウジング、103 ボルト、110 センサ素子、110a 多孔質保護層、110b 素子本体、110c 先端面、111 ガス導入口、120、220、420 保護カバー、124 センサ素子室、127、327、427 素子室入口、128、428 外側開口部、129、429 素子側開口部、130、230、430 内側保護カバー、131、431 第1部材、132 大径部、133 段差部、134、334 第1円筒部、334a 凹部、434a 胴部、434b 第1円筒部、135、235、435 第2部材、136、336、436 第2円筒部、136a 突出部、137、237、437 接続部、137a 第3円筒部、137b 第1段差部、137c 第2段差部、138、238 先端部、138a、238a 素子室出口、138b 横孔、138d 側部、238d テーパー部、138e、238e 底部、140、240 外側保護カバー、242 大径部、143 胴部、143a 側部、143b 段差部、144a 外側入口、144b 横孔、144c 縦孔、146、246 先端部、146a、246a 側部、146b、246b 底部、146c テーパー部、147a、247a 外側出口、247b 横孔、147c、247c 縦孔、152 入口側ガス流路、156 出口側ガス流路、160、260、460 仮想線、162、262 仮想環状面、P 仮想平面。

10

20

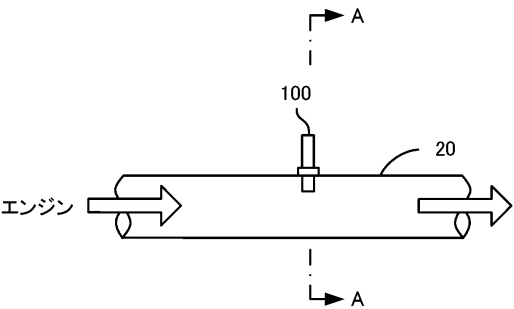
30

40

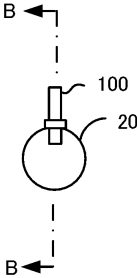
50

【図面】

【図 1】

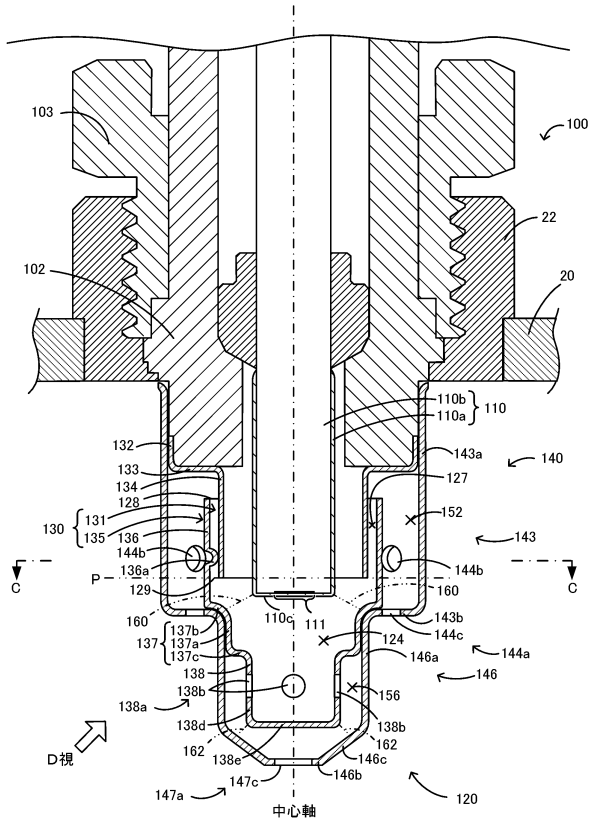


【図 2】

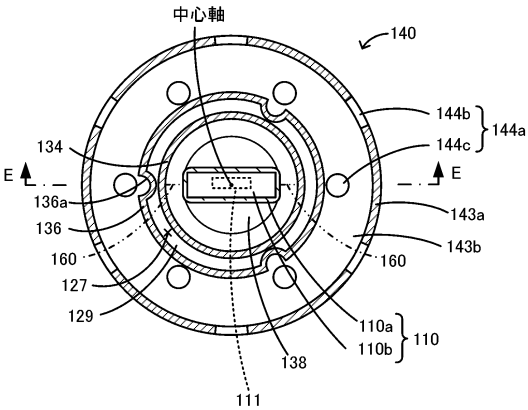


10

【図 3】



【図 4】



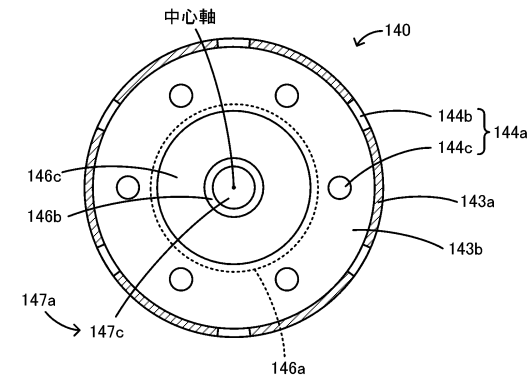
20

30

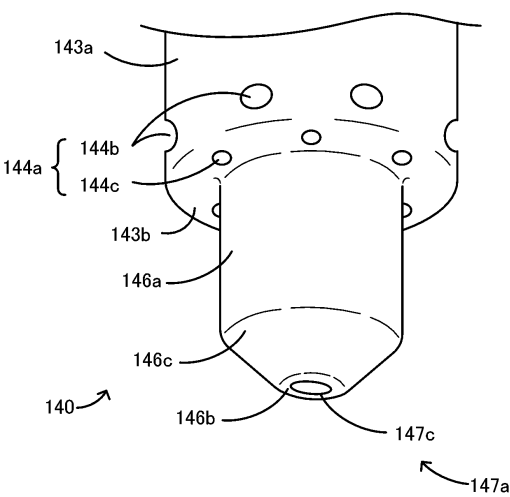
40

50

【図 5】

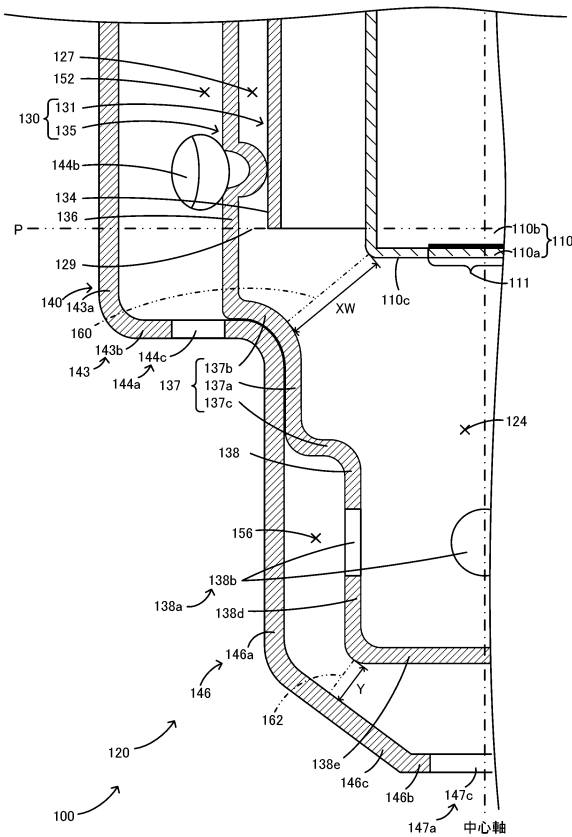


【図 6】

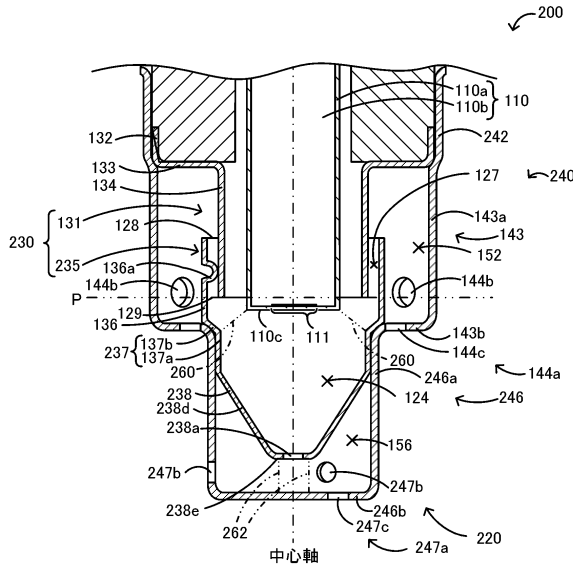


10

【図 7】



【図 8】



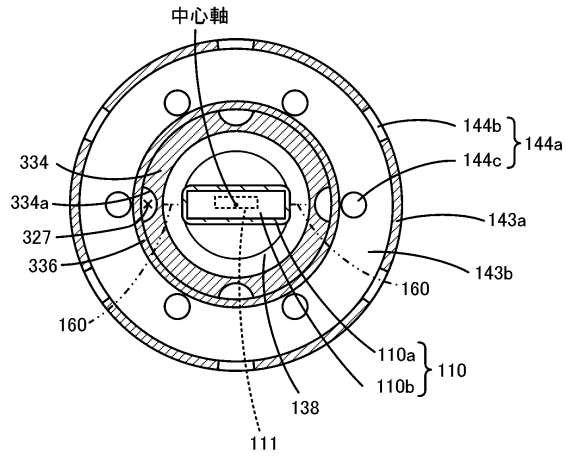
20

30

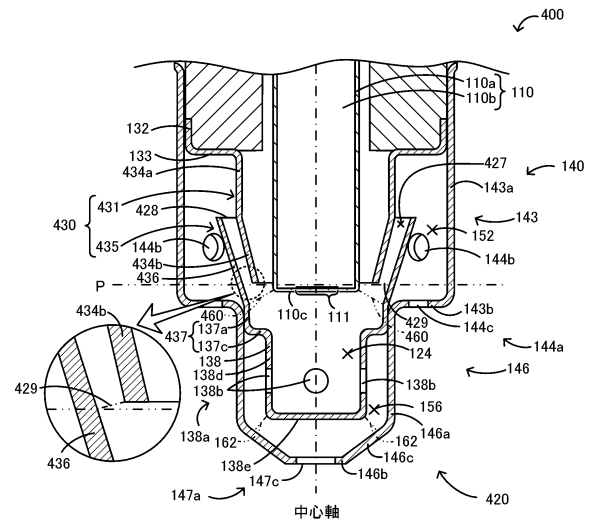
40

50

【図 9】



【図 10】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2014/192945 (WO, A1)
 特開2017-223621 (JP, A)
 特開2013-238587 (JP, A)
 特開2012-2803 (JP, A)
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 G01N 27/26-27/49