

(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2019-158350

(P2019-158350A)

(43) 公開日 令和1年9月19日(2019.9.19)

(51) Int.Cl.

G 0 1 N 27/409 (2006.01)

F I

G 0 1 N 27/409 1 0 0

テーマコード (参考)

2 G 0 0 4

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2018-40447 (P2018-40447)
 (22) 出願日 平成30年3月7日(2018.3.7)

(71) 出願人 000004547
 日本特殊陶業株式会社
 愛知県名古屋市瑞穂区高辻町14番18号
 (74) 代理人 100113022
 弁理士 赤尾 謙一郎
 (74) 代理人 100110249
 弁理士 下田 昭
 (74) 代理人 100116090
 弁理士 栗原 和彦
 (72) 発明者 水谷 健介
 愛知県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 宮田 大輔
 愛知県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

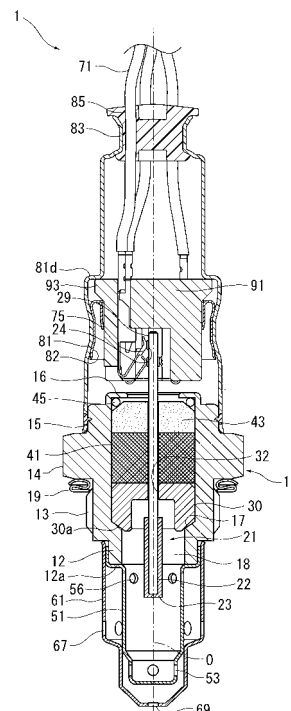
(54) 【発明の名称】 ガスセンサ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 センサ素子と主体金具との間のシール性の低下を抑制することができるガスセンサ及びガスセンサの製造方法を提供する。

【解決手段】 軸線O方向に延びるセンサ素子21と、センサ素子の径方向周囲を取り囲んで保持する筒状の主体金具11と、センサ素子と主体金具との間に配置されるシール部材41と、を備えたガスセンサ1であって、主体金具はステンレス鋼からなり、径方向外側に突出する鐳部14を有すると共に、自身の後端側に加締め部16を有し、加締め部は、径方向内側に曲げられてシール部材の後端を先端側に向かって直接的または間接的に押圧し、加締め部の軸線方向に沿う断面のマイクロビッカース硬度が140～210HVである。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

軸線方向に延び、先端側にガスを検知する検知部が形成されたセンサ素子と、
前記センサ素子の径方向周囲を取り囲んで保持する筒状の主体金具と、
前記センサ素子と前記主体金具との間に配置されるシール部材と、
を備えたガスセンサであって、
前記主体金具はステンレス鋼からなり、径方向外側に突出する鏝部を有すると共に、自身の後端側に加締め部を有し、
前記加締め部は、径方向内側に曲げられて前記シール部材の後端を先端側に向かって直接的または間接的に押圧し、
前記加締め部の前記軸線方向に沿う断面のマイクロビッカース硬度が 1 4 0 ~ 2 1 0 H v であることを特徴とするガスセンサ。

10

【請求項 2】

軸線方向に延び、先端側にガスを検知する検知部が形成されたセンサ素子と、
前記センサ素子の径方向周囲を取り囲んで保持する筒状の主体金具と、
前記センサ素子と前記主体金具との間に配置されるシール部材と、
を備えたガスセンサの製造方法であって、
筒状のステンレス鋼素材を鍛造し、前記主体金具の粗形状を示す鍛造体を製造する鍛造工程と、
前記鍛造体を仕上げ加工し、径方向外側に突出する鏝部と、自身の後端側に延びる加締め素形部を有する主体金具素形体を製造する主体金具素形体製造工程と、
前記鍛造体又は前記主体金具素形体に対して熱処理を施す熱処理工程と、
前記センサ素子と前記熱処理後の前記主体金具素形体との間に前記シール部材を配置するシール部材配置工程と、
前記加締め素形部を径方向内側に曲げて前記加締め部を形成し、前記シール部材の後端を先端側に向かって押圧し、前記センサ素子を前記主体金具に組み付ける組付け工程と、
を有することを特徴とするガスセンサの製造方法。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、センサ素子を保持する主体金具を備えたガスセンサ及びガスセンサの製造方法に関する。

30

【背景技術】**【0002】**

従来から、筒状の主体金具にセンサ素子を組み付けることでガスセンサの製造が行われている（特許文献 1）。この組み付けは、センサ素子と主体金具との間に滑石等のシール部材を充填し、さらにシール部材の後端にセラミックスリーブ等を配置し、主体金具の後端を径方向内側に加締めて行っている。

そして、主体金具の加締め部にてセラミックスリーブを先端側に向かって押圧することで、シール部材を圧縮してセンサ素子と主体金具との間を気密に保持する。

40

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開 2 0 0 1 - 2 4 9 1 0 5 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

ところで、主体金具は、筒状の素材を鍛造することで、切削加工等に比べて材料を無駄にすることなく形成することができる。

しかしながら、主体金具を鍛造して製造すると残留応力が生じ、特に加締め部に生じた

50

残留応力は、その後にガスセンサが高温に曝された際に解放され、加締めが緩んでセンサ素子と主体金具との間のシール性が低下する可能性がある。

本発明は、かかる現状に鑑みてなされたものであって、センサ素子と主体金具との間のシール性の低下を抑制することができるガスセンサ及びガスセンサの製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明のガスセンサは、軸線方向に延び、先端側にガスを検知する検知部が形成されたセンサ素子と、前記センサ素子の径方向周囲を取り囲んで保持する筒状の主体金具と、前記センサ素子と前記主体金具との間に配置されるシール部材と、を備えたガスセンサであって、前記主体金具はステンレス鋼からなり、径方向外側に突出する鍔部を有すると共に、自身の後端側に加締め部を有し、前記加締め部は、径方向内側に曲げられて前記シール部材の後端を先端側に向かって直接的または間接的に押圧し、前記加締め部の前記軸線方向に沿う断面のマイクロビッカース硬度が140～210HVであることを特徴とする。

10

【0006】

主体金具が鍛造で製造された場合、そのままでは加締め部にも残留応力が生じ、その後にガスセンサが高温に曝された際に残留応力が解放されて加締めが緩む。

そこで、鍛造で製造された主体金具に対し、加締める前の加締め部に予め熱処理を施して残留応力を解放した後に、加締めることで、ガスセンサ使用時に高温に曝されても、加締めが緩んでセンサ素子1と主体金具との間のシール部材のシール性が低下することが抑制される。

20

そして、加締め部の熱処理の程度として、加締め部の断面のマイクロビッカース硬度を140～210HVに規定する。加締め部を熱処理しない場合、加締め部は鍛造後の強度が高い状態であるため、ガスセンサ使用時に高温に曝された際に、加締めが緩んでセンサ素子と主体金具との間のシール性が低下する可能性がある。しかしながら、加締め部を熱処理し過ぎると、軟化し過ぎて硬度が低過ぎることになる。

【0007】

本発明のガスセンサの製造方法は、軸線方向に延び、先端側にガスを検知する検知部が形成されたセンサ素子と、前記センサ素子の径方向周囲を取り囲んで保持する筒状の主体金具と、前記センサ素子と前記主体金具との間に配置されるシール部材と、を備えたガスセンサの製造方法であって、筒状のステンレス鋼素材を鍛造し、前記主体金具の粗形状を示す鍛造体を製造する鍛造工程と、前記鍛造体を仕上げ加工し、径方向外側に突出する鍔部と、自身の後端側に延びる加締め素形部を有する主体金具素形体を製造する主体金具素形体製造工程と、前記鍛造体又は前記主体金具素形体に対して熱処理を施す熱処理工程と、前記センサ素子と前記熱処理後の前記主体金具素形体との間に前記シール部材を配置するシール部材配置工程と、前記加締め素形部を径方向内側に曲げて前記加締め部を形成し、前記シール部材の後端を先端側に向かって押圧し、前記センサ素子を前記主体金具に組み付ける組付け工程と、を有することを特徴とする。

30

【0008】

主体金具が鍛造で製造された場合、そのままでは加締め部にも残留応力が生じ、ガスセンサ使用時に高温に曝された際に残留応力が解放されて加締めが緩む。

40

そこで、主体金具を鍛造で製造する際、加締める前の加締め部に予め熱処理を施して残留応力を解放した後に、加締めることで、ガスセンサ使用時に高温に曝されても、加締めが緩んでセンサ素子1と主体金具との間のシール部材のシール性が低下することが抑制される。

【発明の効果】

【0009】

この発明によれば、ガスセンサのセンサ素子と主体金具との間のシール性の低下を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 1 0 】

【 図 1 】 本発明の実施形態にかかるガスセンサの断面図である。

【 図 2 】 本発明の実施形態にかかるガスセンサの製造工程を示す図である。

【 図 3 】 図 2 に続く図である。

【 図 4 】 本発明の実施形態にかかるガスセンサの製造工程を示すフロー図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 1 】

本発明の実施形態にかかるガスセンサについて、図 1 に基づいて説明する。図 1 は、本発明の実施形態にかかるガスセンサ 1 の断面図である。

【 0 0 1 2 】

図 1 において、ガスセンサ（全領域空燃比ガスセンサ）1 は、センサ素子 2 1 と、軸線 O 方向に貫通してセンサ素子 2 1 を挿通させる貫通孔 3 2 を有するホルダ（セラミックホルダ）3 0 と、セラミックホルダ 3 0 の径方向周囲を取り囲む主体金具 1 1 と、を備えている。

センサ素子 2 1 のうち、検知部 2 2 が形成された先端寄り部位が、セラミックホルダ 3 0 より先端に突出している。このように貫通孔 3 2 を通されたセンサ素子 2 1 は、セラミックホルダ 3 0 の後端面側（図示上側）に配置されたシール部材（本例では滑石）4 1 を、絶縁材からなるスリーブ 4 3、リングワッシャ 4 5 を介して先後方向に圧縮することによって、主体金具 1 1 の内側において先後方向に気密を保持して固定されている。

なお、センサ素子 2 1 の後端 2 9 を含む後端 2 9 寄り部位はスリーブ 4 3 及び主体金具 1 1 より後方に突出しており、その後端 2 9 寄り部位に形成された各電極端子 2 4 に、弾性部材 8 5 を通して外部に引き出された各リード線 7 1 の先端に設けられた端子金具 7 5 が圧接され、電氣的に接続されている。また、この電極端子 2 4 を含むセンサ素子 2 1 の後端 2 9 寄り部位は、外筒 8 1 でカバーされている。以下、さらに詳細に説明する。

【 0 0 1 3 】

センサ素子 2 1 は軸線 O 方向に延びると共に、測定対象に向けられる先端側（図示下側）に、検知用電極等（図示せず）からなり被検出ガス中の特定ガス成分を検出する検知部 2 2 を備えた帯板状（板状）をなしている。センサ素子 2 1 の横断面は、先後において一定の大きさの長方形（矩形）をなし、セラミック（固体電解質等）を主体として細長いものとして形成されている。このセンサ素子 2 1 自体は、従来公知のものと同一ものであり、固体電解質（部材）の先端寄り部位に検知部 2 2 をなす一对の検知用電極が配置され、これに連なり後端寄り部位には、検知用出力取り出し用のリード線 7 1 接続用の電極端子 2 4 が露出形成されている。

また、本例では、センサ素子 2 1 のうち、固体電解質（部材）に積層状に形成されたセラミック材の先端寄り部位内部にヒータ（図示せず）が設けられており、後端寄り部位には、このヒータへの電圧印加用のリード線 7 1 接続用の電極端子 2 4 が露出形成されている。なお、図示はしないが、これら電極端子 2 4 は縦長矩形に形成され、例えばセンサ素子 2 1 の後端 2 9 寄り部位において、帯板の幅広面（両面）に 3 つ又は 2 つの電極端子が横に並んでいる。

なお、センサ素子 2 1 の検知部 2 2 に、アルミナ又はスピネル等からなる多孔質の保護層 2 3 が被覆されている。

【 0 0 1 4 】

主体金具 1 1 は、先後において同心異径の筒状をなすステンレス鋼からなり、先端側が小径で、後述するプロテクタ 5 1、6 1 を外嵌して固定するための円筒状の円環状部（以下、円筒部ともいう）1 2 を有し、その後方（図示上方）の外周面には、それより大径をなす、エンジンの排気管への固定用のネジ部 1 3 が設けられている。そして、その後方には、このネジ部 1 3 によってセンサ 1 をねじ込むための多角形の鏝部 1 4 を備えている。

また、この鏝部 1 4 の後方には、ガスセンサ 1 の後方をカバーする保護筒（外筒）8 1 を外嵌して溶接する円筒部 1 5 が連設され、その後方には外径がそれより小さく薄肉の加締め部（折り曲げ部）1 6 を備えている。なお、この加締め部 1 6 は、図 1 では、加締め

10

20

30

40

50

後のために内側に曲げられている。なお、鍰部 14 の下面には、ねじ込み時におけるシール用のガスケット 19 が取付されている。

一方、主体金具 11 は、軸線 O 方向に貫通する内孔 18 を有している。内孔 18 の内周面は後端側から先端側に向かって径方向内側に先細るテーパ状の段部 17 を有している。

主体金具 11 を構成するステンレス鋼としては、SUS430 等が挙げられる。

【0015】

主体金具 11 の内側には、絶縁性セラミック（例えばアルミナ）からなり、概略短円筒状に形成されたセラミックホルダ 30 が配置されている。セラミックホルダ 30 は、先端に向かって先細りのテーパ状に形成された先端向き面 30a を有している。そして、先端向き面 30a の外周寄りの部位が段部 17 に係止されつつ、セラミックホルダ 30 が後端側からシール部材 41 で押圧されることで主体金具 11 内にセラミックホルダ 30 が位置決めされ、かつ隙間嵌めされている。

一方、貫通孔 32 は、セラミックホルダ 30 の中心に設けられると共に、センサ素子 21 が略隙間なく通るように、センサ素子 21 の横断面とほぼ同一の寸法の矩形の開口とされている。

【0016】

セラミックホルダ 30 の後端側におけるセンサ素子 21 の外面と主体金具 30 の内面との間に生じる空隙に、シール部材 41 が充填されている。さらに、圧縮粉末体 37 の後端にスリーブ 43 が配置されている。

そして、主体金具 30 の加締め部 16 が径方向内側に向かって折り曲げるように加締められ、加締め部 16 はリングワッシャ 45、スリーブ 43 を介してシール部材 41 を先端側に押圧している。これにより、シール部材 41 はスリーブ 43 とセラミックホルダ 30 との間で圧縮充填され、センサ素子 21 と主体金具 30 との間のシール及び固定を行うようになっている。

【0017】

センサ素子 21 は、セラミックホルダ 30 の貫通孔 32 に通され、センサ素子 21 の先端をセラミックホルダ 30 及び主体金具 11 の先端 12a よりも先方に突出させている。

一方、センサ素子 21 の先端部位は、本形態では、2 層構造からなり、共にそれぞれ通気孔（穴）56、67 を有する有底円筒状のプロテクタ（保護カバー）51、61 で覆われている。このうち内側のプロテクタ 51 の後端が、主体金具 11 の円筒部 12 に外嵌され、溶接されている。なお、通気孔 56 はプロテクタ 51 の後端側で周方向において例えば 8 箇所設けられている。一方プロテクタ 51 の先端側にも、周方向において例えば 4 箇所、排出穴 53 が設けられている。

また、外側のプロテクタ 61 は、内側のプロテクタ 51 に外嵌して、同時に円筒部 12 に溶接されている。外側のプロテクタ 61 の通気孔 67 は、先端寄り部位に、周方向において例えば 8 箇所設けられており、また、プロテクタ 61 先端の底部中央にも排出孔 69 が設けられている。

【0018】

又、図 1 に示すように、センサ素子 21 の後端 29 寄り部位に形成された各電極端子 24 には、外部に弾性部材 85 を通して引き出された各リード線 71 の先端に設けられた各端子金具 75 がそのパネ性により圧接され、電氣的に接続されている。そして、この圧接部を含む各端子金具 75 は、本例ガスセンサ 1 では、外筒 81 内に配置された絶縁性のセパレータ 91 内に設けられた各収容部内に、それぞれ対向配置で設けられている。なお、セパレータ 91 は、外筒 81 内に加締め固定された保持部材 82 を介して径方向及び先端側への動きが規制されている。そして、この外筒 81 の先端部を、主体金具 11 の後端寄り部位の円筒部 15 に外嵌して溶接することで、ガスセンサ 1 の後方が気密状にカバーされている。

なお、リード線 71 は外筒 81 の後端部の内側に配置された弾性部材（例えばゴム）85 を通されて外部に引き出されており、この小径筒部 83 を縮径加締めしてこの弾性部材 85 を圧縮することにより、この部位の気密が保持されている。

【 0 0 1 9 】

因みに、外筒 8 1 の軸線 O 方向の中央よりやや後端側には、先端側が径大の段部 8 1 d が形成され、この段部 8 1 d の内面がセパレータ 9 1 の後端を先方に押すように支持する。一方、セパレータ 9 1 はその外周に形成されたフランジ 9 3 を外筒 8 1 の内側に固定された保持部材 8 2 の上に支持させられており、段部 8 1 d と保持部材 8 2 とによってセパレータ 9 1 が軸線 O 方向に保持されている。

【 0 0 2 0 】

ところで、本発明は主体金具 1 1 が鍛造で製造されることを前提とし、主体金具 1 1 を鍛造せずに切削のみで製造した場合を含まない。主体金具 1 1 を鍛造せずに切削のみで製造した場合も、加締め部 1 6 の断面のマイクロビッカース硬度が 1 4 0 ~ 2 1 0 H v になることがあるが、この場合は、主体金具 1 1 が鍛造で製造されていないので加締め部 1 6 の残留応力が小さく、ガスセンサが高温に曝されて加締めが緩むという課題を有さないもので、本発明の適用外である。

なお、主体金具 1 1 が鍛造で製造されたことは、主体金具 1 1 の内孔 1 8 の中ほどに形成されるツールマークや、主体金具 1 1 の内孔 1 8 の先端近傍に後述する打ち抜き加工痕が形成されているかどうかで判別することができる。

【 0 0 2 1 】

次に、図 2 ~ 図 4 を参照し、本発明の実施形態にかかるガスセンサ 1 の製造方法について説明する。

図 2、図 3 は本発明の実施形態にかかるガスセンサ 1 の製造工程を示す図、図 4 はガスセンサ 1 の製造工程を示すフロー図である。

まず、図 2 に示すように、柱状のステンレス鋼素材 1 0 を用意し（図 2（a））、ステンレス鋼素材 1 0 を鍛造して鍛造体 1 1 x 0 を製造する（鍛造工程；図 2（b）、図 4 の工程 1 0 2）。この鍛造体 1 1 x 0 は、少なくとも鏝部 1 4 の粗形状を示す粗形鏝部 1 4 x 0 を有し、さらに本例では鍛造体 1 1 x 0 の先端近傍に円環状部 1 2 の粗形状を示す粗形円環状部 1 2 x 0 を有する。

鍛造体 1 1 x 0 の内周面の軸線方向中央付近には、複数回にわたってパンチングを施したことを示すツールマーク T が形成されている。又、鍛造体 1 1 x 0 の先端側の内面は貫通せずに余肉 E が径方向に蓋状に広がって形成されている。

【 0 0 2 2 】

次に、鍛造体 1 1 x 0 の内面に打ち抜き加工を施して余肉 E を打ち抜き、打ち抜き体 1 1 x 1 を製造する（打ち抜き工程；図 2（c）、図 4 の工程 1 0 3）。なお、粗形円環状部 1 2 x 1 及び粗形鏝部 1 4 x 1 は、それぞれ粗形円環状部 1 2 x 0 及び粗形鏝部 1 4 x 0 と略同一である。又、粗形円環状部 1 2 x 1 の内周面には、切断面と破断面とが連なった打ち抜き加工痕 P が形成されている。

次に、打ち抜き体 1 1 x 1 の外面に切削加工 M を施し、さらにねじ部 1 3 となる部位に転造加工 R L を施して仕上げ加工し、主体金具素形体 1 1 x 2 を製造する（主体金具素形体製造工程：図 2（d）、（e）、図 4 の工程 1 0 4）。この主体金具素形体 1 1 x 2 は、少なくとも主体金具 1 1 と同一形状の鏝部 1 4 を有し、さらに本例では主体金具 1 1 と同一形状の環状部 1 2 及びねじ部 1 3 を有するが、加締め素形部 1 6 x は加締められずに軸線 O 方向に延びた円筒形状となっている点がガスセンサ 1 に組付け後の主体金具 1 1 の加締め部 1 6 と異なる。

【 0 0 2 3 】

次に、主体金具素形体 1 1 x 2 に対して熱処理を施す（熱処理工程：図 4 の工程 1 0 6）。熱処理条件は上述の通りとすることができる。又、熱処理は、鍛造後であればいつの時点で行ってもよく、鍛造体 1 1 x 1 に熱処理した後に仕上げ加工してもよいが、仕上げ加工時に材料が軟化していると切削や転造がし難い場合があるので、仕上げ加工後の主体金具素形体 1 1 x 2 に対して熱処理するのが好ましい。

【 0 0 2 4 】

次に、センサ素子 2 1 と熱処理後の主体金具素形体 1 1 x 2 との間に、セラミックホル

10

20

30

40

50

ダ 3 0、シール部材 4 1、スリーブ 4 3 を先端側から配置し、さらにスリーブ 4 3 の後端にリングワッシャ 4 5 を配置する（シール部材配置工程：図 3、図 4 の工程 1 0 8）。

次に、加締め素形部 1 6 x を径方向内側に曲げて加締め部 1 6（図 1 参照）を形成し、シール部材 4 1 の後端を、スリーブ 4 3 を介して先端側に向かって押圧し、センサ素子 2 1 を主体金具 1 1 に組み付ける（組付け工程；図 3、図 4 の工程 1 1 0）。

組付け工程は具体的には、センサ素子 2 1 と熱処理後の主体金具素形体 1 1 x 2 との間にシール部材 4 1 を配置し、予めシール部材 4 1 を圧縮しておく。そして、スリーブ 4 3 の後端にリングワッシャ 4 5 を配置し、この状態でセンサ素子 2 1 を保持した主体金具素形体 1 1 x 2 を、据え付け治具 2 1 0 にて位置決め支持させる。そして、この支持の際には、主体金具 1 1 の鍔部 1 4 の下面を据え付け治具 2 1 0 の上面の位置決め部 2 1 0 a に当接させる。その後、加締め用金型 2 1 2 で、加締め素形部 1 6 x を先端側に圧縮して内側に折り曲げる。これにより、シール部材 4 1 がさらに圧縮され、センサ素子 2 1 及びスリーブ 4 3 等を含む部品は主体金具 1 1 の内側に固定される。

10

【 0 0 2 5 】

最後に、図示はしないが、外筒 8 1 内に弾性部材 8 5、端子金具 7 5、リード線 7 1、セパレータ 9 1、保持部材 8 2 を収容して保持したアセンブリを、主体金具 1 1 の後端側の円筒部 1 5 に嵌め込み、外筒 8 1 と共に保持部材 8 2 を加締める。

そして、外筒 8 1 の先端部に対して、主体金具 1 1 の外周面の全周にわたってレーザ溶接し、外筒 8 1 を主体金具 1 1 に対して固定する一方、弾性部材 8 5 を外筒 8 1 の後端に組み付けた後に加締める。

20

このようにして、本実施形態のガスセンサが完成する（図 4 の工程 1 1 2）。

【 0 0 2 6 】

本発明のガスセンサは、本発明の要旨を逸脱しない限りにおいて、適宜にその構造、構成を設計変更して具体化できる。

センサ素子としては、酸素の濃度を測定するものに限定されず、窒素酸化物（ NO_x ）又は炭化水素（ HC ）等の濃度を測定するものを用いてもよい。センサ素子は筒型であってもよい。

主体金具素形体製造工程の仕上げ加工は、切削及び転造に限定されず、主体金具の外形に仕上げる加工であればよい。

シール部材は滑石に限定されず、加締め部によって押圧されて変形し、シールするものであればよい。

30

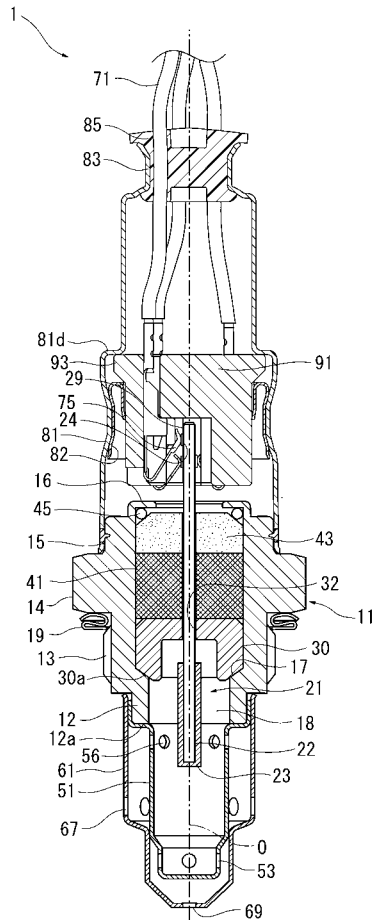
【符号の説明】

【 0 0 2 7 】

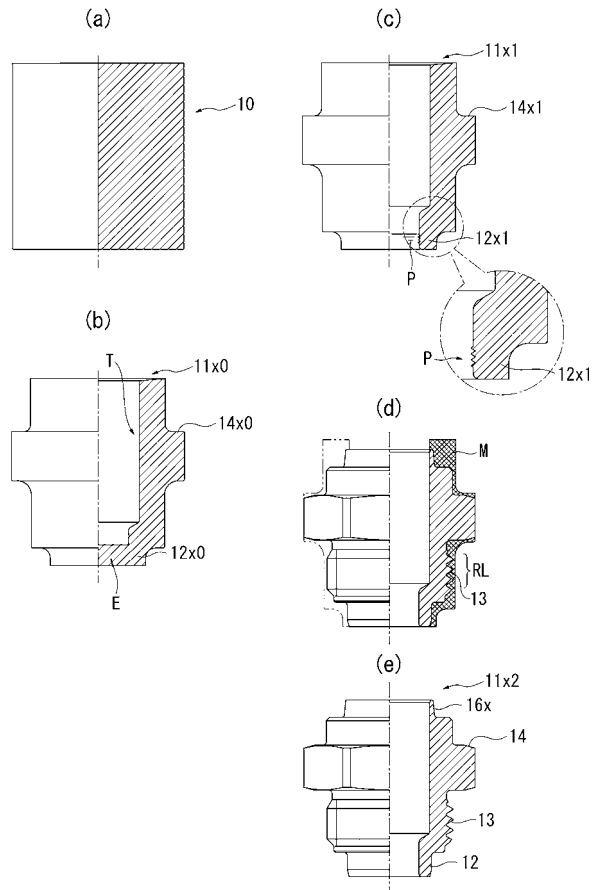
- 1 ガスセンサ
- 1 1 主体金具
- 1 1 x 0 鍛造体
- 1 1 x 2 主体金具素形体
- 1 4 鍔部
- 1 4 L 鍛流線
- 1 6 加締め部
- 1 6 x 加締め素形部
- 2 1 センサ素子
- 2 2 検知部
- 4 1 シール部材
- O 軸線

40

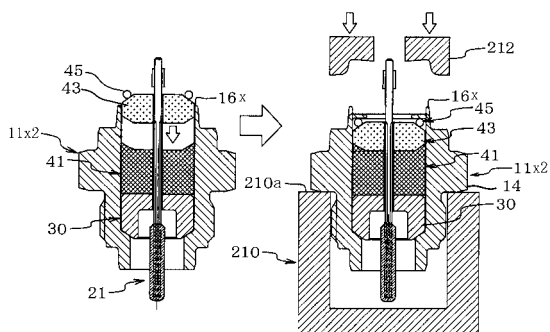
【図 1】



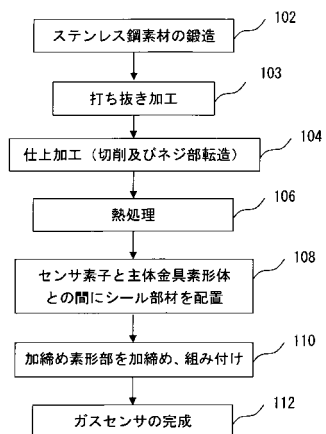
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 清水 健吾
愛知県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 杉原 尚佑紀
愛知県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 藤井 康寛
愛知県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
- F ターム(参考) 2G004 BB04 BC02 BD04 BF18 BF27 BM10