(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年1月17日(17.01.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/013342 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 27/41 (2006.01)　*G01N 27/409* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2018/026584

(22) 国際出願日：　2018年7月13日(13.07.2018)

(25) 国際出願の言語：　日本語

(26) 国際公開の言語：　日本語

(30) 優先権データ：
特願 2017-138355　2017年7月14日(14.07.2017)　JP

(71) 出願人: 株式会社デンソー (**DENSO CORPORATION**) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 Aichi (JP).

(72) 発明者: 守田 晃児(**MORITA Kouji**); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 小柳 禎彦(**KOYANAGI Yoshihiko**); 〒4578545 愛知県名古屋市南区大同町二丁目３０ 大同特殊鋼株式会社内 Aichi (JP). 高林 宏之 (**TAKABAYASHI Hiroyuki**); 〒4578545 愛知県名古屋市南区大同町二丁目３０ 大同特殊鋼株式会社内 Aichi (JP).

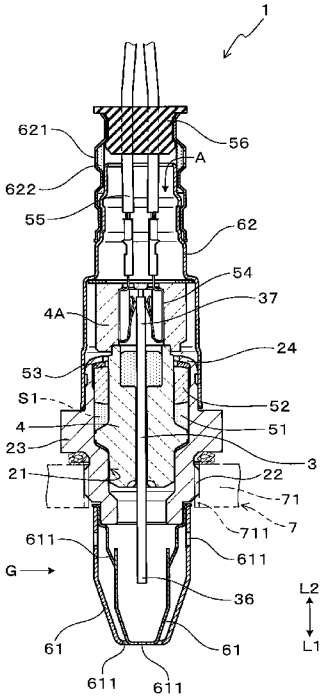
(74) 代理人: 特許業務法人あいち国際特許事務所 (**AICHI, TAKAHASHI, IWAKURA & ASSOCIATES**); 〒4500002 愛知県名古屋市中村区名駅３丁目２６番１９号 名駅永田ビル Aichi (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) **Title:** GAS SENSOR

(54) 発明の名称： ガスセンサ

(図１)



(57) **Abstract:** This gas sensor (1) is provided with a housing (2) which has a retaining hole (21), a sensor element (3) which has a solid electrolyte body and an electrode, an insulator (4) which retains the sensor element (3) and is arranged in the retaining hole (21), and a sealing member (51) which is made from a ceramic powder filled into the gap (S1) between the retaining hole (21) and the insulator (4). In the gas sensor (1), a sealing member (51) is compressed by a crimped part (24) of the housing (2), and the gap (S1) is sealed by the sealing member (51). The housing (2) is formed from ferrite stainless steel, and at 650° C, the 0.2% proof stress thereof is greater than or equal to 80 MPa.

(57) 要約：ガスセンサ（１）は、保持穴（２１）を有するハウジング（２）と、固体電解質体及び電極を有するセンサ素子（３）と、センサ素子（３）を保持して保持穴（２１）に配置された絶縁碍子（４）と、保持穴（２１）と絶縁碍子（４）との隙間（Ｓ１）に充填されたセラミック粉末からなるシール材（５１）とを備える。ガスセンサ（１）においては、ハウジング（２）のかしめ部（２４）によってシール材（５１）が圧縮されており、このシール材（５１）によって隙間（Ｓ１）が封止されている。ハウジング（２）は、６５０℃における０．２％耐力が８０ＭＰａ以上であるフェライト系ステンレス鋼からなる。

WO 2019/013342 A1

［続葉有］

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

明　細　書

発明の名称 ： ガスセンサ

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、２０１７年７月１４日に出願された日本の特許出願番号２０１７－１３８３５５号に基づくものであり、その記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、固体電解質体に電極が設けられたセンサ素子を有するガスセンサに関する。

背景技術

[0003] ガスセンサには、内燃機関から排気される排ガスの空燃比、酸素濃度、ＮＯｘ等の特定ガス成分濃度を検出するものとして、空燃比センサ、酸素センサ、ＮＯｘセンサ等がある。

[0004] ガスセンサにおいては、ハウジングの保持穴に、単独で又は絶縁碍子を介してセンサ素子が配置される。そして、ハウジングのかしめ部によって、保持穴とセンサ素子又は絶縁碍子との隙間に充填されたタルク等のシール材が圧縮されている。これにより、センサ素子をハウジングに保持するとともに、シール材が配置された隙間の気密性を確保している。

[0005] また、大気を基準ガスとして用いるガスセンサにおいては、ハウジングから突出するセンサ素子の検知部には、内燃機関の排気管を流れる排ガスが導入される一方、センサ素子の内部には、排気管の外部から取り込まれる大気が導入される。そして、排ガスの圧力は大気圧よりも高い状態にあるため、シール材が配置された隙間の気密性を確保することにより、この隙間を介して排ガスがセンサ素子内の大気に混入しないようにしている。

[0006] ハウジングの組成に工夫をした技術としては、例えば、特許文献１に開示されたものがある。特許文献１においては、ハウジングは、Ｆｅを主成分とし、少なくともＣを０．０２質量％以上０．１５質量％以下、Ｃｒを１１．５質量％以上１８．０質量％以下、及びＮｂをＣに対して質量で２倍以上含

有することが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開２００９－１９８４２２号公報

発明の概要

[0008] 排ガスが存在する環境下で用いられる排気センサとしてのガスセンサの搭載環境は、車両燃費効率向上のためのダウンサイジング化、排気浄化触媒を、早期昇温のためにエンジンに近接して搭載すること等の影響を受けて、高温化している。一方で、一般的に、ハウジングの熱膨張率と、フェライト系ステンレス鋼から構成される排気管の熱膨張率とを合わせるために、ハウジングには、ＳＵＳ４３０等のフェライト系ステンレス鋼が用いられる。ＳＵＳ４３０から形成されたハウジングは、加工性に優れるものの、５５０℃以上での強度低下が著しくなるといった欠点を有する。

[0009] そのため、例えば、ハウジングのかしめ部の温度が６５０℃に達する環境下においては、かしめ部等におけるハウジングの永久変形により、タルク等のシール材への圧縮力が低下する。そして、場合によっては、排気管内の排ガスが、シール材が配置された隙間を介して、センサ素子の内部に導入される大気に混入するおそれがある。

[0010] 空燃比センサには、センサ素子の内部へ大気を導入する大気ダクトを有するものがある。この空燃比センサにおいては、空燃比が燃料リッチ側にあるときには、排ガスに晒される電極において未燃ガスが化学反応する。これに伴い、固体電解質体を介して、大気に晒される電極から排ガスに晒される電極へ酸化物イオン（O^{2-}）が移動することにより、燃料リッチ側の空燃比が検出される。

[0011] 大気ダクトを有する空燃比センサにおいては、空燃比が燃料リッチ側にあるときに、センサ素子の内部に導かれる大気へ排ガスが混入すると、この大気中の酸素濃度の低下が生じ、固体電解質体を介して、大気に晒される電極から排ガスに晒される電極へ酸化物イオン（O^{2-}）を送り込めなくなるおそれ

がある。この場合には、燃料リッチ側の空燃比を検出可能とする検出レンジの保証範囲を狭めるおそれがある。

[0012] また、ガスセンサの内部には、接点端子が配置されている。接点端子は、センサ素子、及びセンサ素子を加熱するヒータを、ガスセンサの外部に電気的に接続するものである。そして、センサ素子の内部に導かれる大気へ排ガスが混入すると、この排ガスが接点端子に到達するおそれがある。この場合には、接点端子が排ガス中の水分、窒素化合物等によって腐食するおそれがある。

[0013] 従って、燃料リッチ側の空燃比を検出可能とする検出レンジの保証範囲を確保するため、又は接点端子の耐食性を確保するためには、５５０℃以上の高温環境下においても、シール材が配置された隙間の気密性を確保することが重要になる。そして、ハウジングのかしめ部の強度低下を抑制するために、ハウジングを構成する材料の組成に更なる工夫が必要であることが分かった。

[0014] 本開示は、ハウジングの永久変形を抑制し、ガスセンサの高温環境下における気密性を確保することができるガスセンサを提供しようとして得られたものである。

[0015] 本開示の一態様は、保持穴を有するハウジングと、

固体電解質体及び前記固体電解質体の両面に設けられた電極を有し、前記保持穴に単独で又は絶縁碍子を介して挿通されたセンサ素子と、

前記保持穴と、前記センサ素子又は前記絶縁碍子との隙間に充填されたセラミック粉末からなるシール材と、を備え、

前記ハウジングの一部によって前記シール材が圧縮されて、前記隙間が封止されたガスセンサにおいて、

前記ハウジングは、６５０℃における０．２％耐力が８０ＭＰａ以上であるフェライト系ステンレス鋼からなる、ガスセンサにある。

[0016] 本開示の他の態様は、保持穴を有するハウジングと、

固体電解質体及び前記固体電解質体の両面に設けられた電極を有し、前記

保持穴に単独で又は絶縁碍子を介して挿通されたセンサ素子と、

前記保持穴と、前記センサ素子又は前記絶縁碍子との隙間に充填されたセラミック粉末からなるシール材と、を備え、

前記ハウジングの一部によって前記シール材が圧縮されて、前記隙間が封止されたガスセンサにおいて、

前記ハウジングを構成する材料は、Ｃｒを１５～２５質量%、Ｎｂを０．０１～１．０質量%、W及びＭｏの少なくとも一方を単独又は合計で０．５～４質量%含有し、残部が、Ｆｅ、並びにC、N、Ｍｎ及びＳｉを含む不可避的不純物からなるフェライト系ステンレス鋼によって構成されている、ガスセンサにある。

発明の効果

[0017] 前記一態様のガスセンサは、ハウジングが、６５０℃における０．２%耐力（以下、単に耐力ということがある。）が８０ＭＰａ以上であるフェライト系ステンレス鋼からなることにより、５５０℃以上の高温環境下における、ハウジングの強度低下を抑制することができるものである。そして、このハウジングの構成により、５５０℃以上の高温環境下においても、ハウジングの一部がシール材を圧縮する力を維持することができ、シール材による、ハウジングの保持穴とセンサ素子又は絶縁碍子との隙間の気密性を維持することができる。

[0018] それ故、前記一態様のガスセンサによれば、ハウジングの永久変形を抑制し、ガスセンサの高温環境下における気密性を確保することができる。

[0019] また、前記他の態様のガスセンサは、ハウジングの組成に工夫をし、５５０℃以上の高温環境下における、ハウジングの強度低下を抑制することができるものである。また、ハウジングを構成する材料は、Ｆｅ（鉄）中にＣｒ（クロム）を１５～２５質量%含有するフェライト系ステンレス鋼が有する、加熱されても膨張しにくい性質である低熱膨張性を維持しつつ、５５０℃以上の高温時における材料の降伏点を上げることができるものである。

[0020] 具体的には、５５０℃以上の高温時における材料の降伏点を上げるために

、ハウジングを構成する材料のＦｅ中には、Ｃｒの他に、Ｎｂ（ニオブ）が０．０１～１．０質量%、Ｗ（タングステン）及びＭｏ（モリブデン）の少なくとも一方が単独又は合計で０．５～４質量%含有されている。これにより、５５０℃以上の高温時におけるハウジングの永久変形を抑制することができる。その結果、５５０℃以上の高温環境下においても、ハウジングの一部がシール材を圧縮する力を維持することができ、シール材による、ハウジングの保持穴とセンサ素子又は絶縁碍子との隙間の気密性を維持することができる。

[0021] それ故、前記他の態様のガスセンサによっても、ハウジングの永久変形を抑制し、ガスセンサの高温環境下における気密性を確保することができる。

[0022] なお、本開示の一態様において示す各構成要素のカッコ書きの符号は、実施形態における図中の符号との対応関係を示すが、各構成要素を実施形態の内容のみに限定するものではない。

図面の簡単な説明

[0023] 本開示についての目的、特徴、利点等は、添付の図面を参照する下記の詳細な記述により、より明確になる。本開示の図面を以下に示す。

[図1]実施形態にかかる、ガスセンサの断面を示す説明図。

[図2]実施形態にかかる、ガスセンサの断面の一部を拡大して示す説明図。

[図3]実施形態にかかる、ガスセンサのセンサ素子の断面を示す説明図。

[図4]実施形態にかかる、他のガスセンサの断面を示す説明図。

[図5]確認試験の試験１にかかる、ハウジングを構成する材料と降伏点との関係を示すグラフ。

[図6]確認試験の試験３にかかる、ハウジングの温度と降伏点との関係を示すグラフ。

[図7]確認試験の試験４にかかる、ハウジングの熱処理温度と常温における降伏点との関係を示すグラフ。

[図8]確認試験の試験５にかかる、焼鈍温度とラーベス相の析出量との関係を示すグラフ。

[図9]確認試験の試験７にかかる、ハウジングに生じた漏れ量を示すグラフ。

発明を実施するための形態

[0024] 前述したガスセンサにかかる好ましい実施形態について説明する。

高温強度としての高温時の材料の降伏点を上げるための手法として、析出強化法や置換型の固溶強化法が有効であることが一般的に知られている。析出強化法としては、Ｎｂ，Ｍｏ，Ｗ，Ｓｉ、Ｃｕ等の元素の添加により、炭化物又は窒化物を析出させることによって材料を強化することが一般的に知られている。析出強化法によれば、高温強度を大きく上げることができるため、高温環境下における気密性を上げるために有効である。

[0025] ただし、析出強化法によると、排気センサとしてのガスセンサが使用される高温環境下において、ハウジングを構成する材料の析出が進み、材料が脆化していく懸念がある。また、析出強化法によると、ハウジングにおいて、通電加熱を用いたかしめ工程が行われる場合には、析出物の固溶により、材料の高温強度向上の効果が得られないことがある。さらに、析出強化法によると、高温時の材料の降伏点が上がる一方、常温時の材料の変形抵抗・伸び・靭性等の加工性が著しく悪化する。そのため、冷鍛加工によるハウジングの製造が困難となり、ハウジングの生産コストが高くなるおそれがある。

[0026] 置換型の固溶強化法においては、高温環境下での材料の脆化、及び材料の高温強度向上効果の喪失の懸念が小さく、さらには材料の加工性の悪化を抑えることができる。そして、ハウジングに必要とされる冷鍛加工性の悪化を抑えることができる。

冷鍛加工性の指標には、常温での変形抵抗・伸び・靭性などがある。置換型の固溶強化をする元素としては、Ｎｂ、Ｗ、Ｍｏ、Ｔａ、Ｖ等がある。また、低炭素化、低窒素化の他、焼きなますことによって常温における加工性を改善することができる。

[0027] また、温間鍛造や切削加工等の方法によれば、ハウジングの製造は容易になる。しかし、この方法は、製造コストの観点から、量産を前提とするガスセンサには好適でなく、冷鍛加工によってハウジングを製造する方が製造コ

ストの観点で好適である。また、ガスセンサを排気管等に取り付ける際の締付力に対して、ハウジングのねじ部や六角部の形状を破損しないためにも、ハウジングを冷鍛加工によって製造して、そのかたさ（硬さ）を上げておくことが有効である。冷間鍛造によれば、ハウジングの材料の加工硬化によって、ハウジングの少なくとも一部がＨｖ２２０以上のかたさを呈するようにすることができる。従って、常温における加工性の確保が重要となる。

[0028] 前記一態様のガスセンサにおいて、ハウジングを構成する材料は、Ｃｒを１５～２５質量％、Ｎｂを０．０１～１．０質量％、W及びＭｏの少なくとも一方を単独又は合計で０．５～２質量％を含有し、残部が、Ｆｅ、並びにＣ、Ｎ、Ｍｎ及びＳｉを含む不可避的不純物から構成することができる。

[0029] この場合には、ハウジングの組成に工夫をすることにより、６５０℃における耐力が８０ＭＰａ以上である材料を構成することができる。ハウジングを構成する材料は、Ｆｅ（鉄）中にＣｒ（クロム）を１５～２５質量％含有するフェライト系ステンレス鋼が有する、加熱されても膨張しにくい性質である低熱膨張性を維持しつつ、５５０℃以上の高温時における材料の降伏点を上げることができるものである。

[0030] 具体的には、５５０℃以上の高温時における材料の降伏点を上げるために、ハウジングを構成する材料のＦｅ中には、Ｃｒの他に、Ｎｂ（ニオブ）が０．０１～１．０質量％、Ｗ（タングステン）及びＭｏ（モリブデン）の少なくとも一方が単独又は合計で０．５～２質量％含有されている。これにより、５５０℃以上の高温時における耐力が向上し、さらに高温環境下における耐力又は耐リラクセーション性（応力緩和・耐へたり性）が高まることによって、ハウジングの永久変形を抑制することができる。その結果、５５０℃以上の高温環境下においても、ハウジングのかしめ部がシール材を圧縮する力を維持することができ、シール材による、ハウジングの保持穴とセンサ素子又は絶縁碍子との隙間の気密性を維持することができる。

[0031] それ故、前述したハウジングを構成する材料の構成により、ハウジングの永久変形を抑制し、ガスセンサの高温環境下における気密性を確保すること

ができる。そして、この気密性の確保により、燃料リッチ側の空燃比を検出可能とする検出レンジの保証範囲を確保すること、接点端子の耐食性を確保すること等が可能になる。

[0032] ところで、固溶強化元素添加鋼を固溶処理しても、元の材料からの加工性の悪化は避けられない。変形抵抗・伸びに対しては、加工を容易にするために、冷鍛加工時の中間焼鈍しが有効であることが知られている。しかし、中間焼鈍しによると、加工に必要なエネルギーが増加して加工費が増加し、また、部品状態でのかたさが出ないために、組付け時の外力によって変形するおそれが生じるという背反がある。

[0033] また、靭性を改善する手段として、ハウジングの加工前素材に対する複数回の伸線加工によって、結晶を微細化することが有効であることが一般に知られている。しかし、この場合にも、加工費が増加するといった背反がある。靭性を改善する手段として、鍛造前に加温等をすることが有効であることも知られている。しかし、この場合にも、加工費が増加し、温度の管理にコストが掛かるといった背反がある。

[0034] また、ハウジングの材料に０．１５～０．６質量％のＮｉを添加することによっても靭性を改善できる。しかし、この場合には、変形抵抗が大きくなるため、鍛造加工時の加工率を上げられず、製造コストが増加するといった懸念がある。

従って、前述したいずれの手段を選択するかは、いずれも設計的事象である。

[0035] 以下に、化学組成について説明する。

（Ｃｒの含有量）

ハウジングを構成する材料全体におけるＣｒの含有量は、１５～２５質量％であることにより、フェライト系ステンレス鋼による耐酸化性、耐食性、低熱膨張性等を確保することができる。Ｃｒの含有量が１５質量％未満である場合には、耐酸化性、耐食性等を十分に発揮できないおそれがある。一方、Ｃｒの含有量が２５質量％を超える場合には、変形抵抗が増加するとも

に靭性が低下し、加工性が悪化するおそれがある。冷鍛加工によってハウジングを成形することを考慮すると、Ｃｒの含有量は、２１質量％以下、より好ましくは１８質量％以下であることが好ましい。なお、Ｃｒの含有量は、耐酸化性、加工性等を確保できる範囲で適宜設定される設計的事項である。

[0036] （Ｎｂの含有量）

ハウジングを構成する材料がＮｂを含有することにより、５５０℃以上の高温時における材料の降伏点を上げることができる。また、ハウジングを構成する材料がＮｂを含有することにより、鋭敏化を抑制することもできる。耐鋭敏化には、量論的にはＣ及びＮの含有量と等しいＮｂの含有量が必要となるが、ＮｂとＣ及びＮとの化学結合は確率的な事象となるため、ある程度過剰となるＮｂの含有量が必要となる。例えば、Ｎｂの含有量は、Ｃ及びＮの合計含有量の３倍程度が好適であると、ＳＵＳ４３０ＬＸの条件として一般に知られている。

[0037] また、ハウジングを構成する材料がＮｂを含有することにより、ＮｂＣの微細結晶が形成される。そして、この微細結晶が起点となって、熱処理時の組織の粗大化が抑制され、靭性の悪化が抑制される。

[0038] Ｎｂを含有することによる、５５０℃以上の高温時における材料の耐力の向上は、１．０質量％程度で飽和することが知られている。Ｎｂの含有量が多いほど変形抵抗が増加し、ハウジングの加工性が悪化するため、必要以上のＮｂは含有しない方が好ましい。冷間加工によってハウジングを成形することを考慮すると、Ｎｂの含有量は１．０質量％以下とすることが好ましく、０．５質量％以下とすることがより好ましい。

また、Ｎｂの含有量が０．０１質量％未満になると、Ｎｂを含有することの効果が得られないおそれがある。

[0039] （Ｗ及びＭｏの含有量）

ハウジングを構成する材料がＷ及びＭｏの少なくとも一方を含有することにより、５５０℃以上の高温時における材料の耐力を上げることができる。

Ｗ及びＭｏの少なくとも一方の単独又は合計の含有量が０．３質量％未満

である場合には、５５０℃以上の高温時における材料の降伏点を上げる効果が十分に得られない。一方、W及びＭｏの少なくとも一方の単独又は合計の含有量が２質量％を超える場合には、材料の変形抵抗が増加し、ハウジングの加工性が悪化するおそれがある。

[0040] また、Ｍｏの酸化物（Mo_3O）の昇華温度は、７００℃程度であるのに対し、Wの酸化物（WO_3）の昇華温度は、１０００℃程度である。従って、ハウジングを構成する材料としては、昇華温度がより高いWを用いることが好ましい。さらに、Wの原子量はＭｏの原子量よりも大きく、WはＭｏに比べて拡散しにくい傾向にあり、材料がWを含有することにより、材料の耐クリープ性の向上が期待でき、また、耐リラクセーション性についても改善が期待できる。

[0041] ハウジングを構成する材料の高温時の降伏点を上げる元素としては、Ｔａ（タンタル）、Ｖ（バナジウム）等も知られている。ただし、入手性、経済的事情より、ハウジングを構成する材料は、Ｎｂ、W、Ｍｏのいずれかを、単独又は複合で含有することが好ましい。

[0042] （Ｍｎ及びＳｉの含有量）

Ｍｎ（マンガン）及びＳｉ（ケイ素）は、酸化膜の剥離を抑制し、耐高温酸化性を向上させる作用を有する。特に、耐高温酸化性を重視する場合には、ハウジングを構成する材料におけるＭｎ及びＳｉの含有量は、それぞれ０．０５質量％以上とすることが効果的である。一方、Ｍｎ及びＳｉの含有量を多くすると脆性を悪化させることが知られている。そのため、冷間加工性を維持したい、本ハウジングの材料の場合には、少量であることが望ましい。Ｍｎ及びＳｉの合計含有量は、２．０質量％以下とすることが好ましく、１．５質量％以下とすることがより好ましい。

[0043] （Ｐ及びＳの含有量）

Ｓ（硫黄）は、切削加工時の開削成分として知られている一方、低減が困難な不可避不純物である。Ｐ（リン）及びＳは、多量に含有すると、耐食性の低下及び溶接時のブローホールの発生要因となるため、少量を含有するこ

とが望ましい。ハウジングを構成する材料におけるＰ及びＳの含有量は、０．０７質量％以下、より好ましくは０．０５質量％以下に管理されることが望ましい。

[0044]（Ｃ及びＮの含有量）

Ｃ（炭素）は代表的な固溶元素である。また、Ｃは、ＮｂやＴｉなどの元素と炭化物を形成し、結晶粒成長を抑制する効果がある。この効果を得るためには、ハウジングを構成する材料におけるＣの含有量は、０．００１質量％以上であることが必要となる。一方、ＣやＮ（窒素）は、低減が困難な不可避不純物であり、冷間加工性や靭性の悪化、耐食性の悪化を引き起こす。よって、Ｃ及びＮの含有量は、合計で０．１２質量％以下、より好ましくはそれぞれ単独で０．０３質量％以下とすることが望ましい。

[0045]（Ｎｉの含有量）

Ｎｉ（ニッケル）は、Ｃｕと同様に低温靭性を改善する元素である。言い換えれば、ハウジングを構成する材料の延性脆性遷移温度を低くして、ハウジングの切断加工及び冷間鍛造加工を容易にすることができる。このような効果を得るためには、Ｎｉの含有量は０．１質量％以上とすることが望ましい。

[0046] 一方、Ｎｉの含有量が多くなると、変形抵抗が増加し加工性を悪化させる。さらにＮｉは、オーステナイト安定化元素であるため、含有量が過大な場合には、材料の一部においてオーステナイト組織を発生させるおそれが生じる。そのため、熱膨張率が大きくなる懸念があるとともに、フェライト組織にオーステナイト組織が混合された２相ステンレス化が生じる懸念があり、材料の加工性を著しく悪化させるおそれがあるため。以上から前記ハウジングを構成する材料は、Ｎｉを０．１～０．６質量％含有していてもよい。

[0047]（ＡＩの含有量）

前記ハウジングを構成する材料は、さらにＡＩ及びＴｉの少なくとも一方を単独又は合計で０．１５～０．６質量％含有していてもよい。

ハウジングを構成する材料がＡＩ（アルミニウム）又はＴｉ（チタン）の

少なくとも一方を含有することにより、材料の耐酸化性を向上させることができる。また、ハウジングを構成する材料がＭｏを含有する場合には、ハウジングを構成する材料がＡｌ又はＴｉの少なくとも一方を含有することにより、材料におけるＭｏの拡散を抑制し、材料の耐クリープ性を向上させることができる。

[0048] ＜実施形態＞

本形態のガスセンサ１は、図１～図３に示すように、保持穴２１を有するハウジング２と、固体電解質体３１及び固体電解質体３１の両面に設けられた電極３２Ａ，３２Ｂを有するセンサ素子３と、センサ素子３を保持して保持穴２１に配置された絶縁碍子４と、保持穴２１と絶縁碍子４との隙間Ｓ１に充填されたセラミック粉末からなるシール材５１とを備える。ガスセンサ１においては、ハウジング２のかしめ部２４によってシール材５１が圧縮されており、このシール材５１によって隙間Ｓ１が封止されている。

[0049] （内燃機関）

ガスセンサ１は、車両の内燃機関（エンジン）の排気管７内に配置されて、排気管７内を流れる排ガスＧのガス検出を行うものである。本形態のガスセンサ１は、排ガスＧの組成から求まる内燃機関の空燃比を検出するＡ／Ｆ（空燃比）センサとして使用される。また、ガスセンサ１は、排気管７における触媒の配置箇所よりも上流側に設けることができる。

[0050] 図３に示すように、Ａ／Ｆセンサにおいては、固体電解質体３１の一方の表面に設けられた、排ガスＧに晒される検出電極３２Ａと、固体電解質体３１の他方の表面に設けられた、大気Ａに晒される基準電極３２Ｂとの間に、限界電流特性を示すための所定の電圧が印加される。そして、排ガスＧの酸素濃度が変化したときに、検出電極３２Ａと基準電極３２Ｂとの間における酸化物イオン（O^{2-}）の移動量及び移動方向が変化し、燃料リッチ側及び燃料リーン側の空燃比が、所定の検出レンジ内において検出される。

[0051] Ａ／Ｆセンサにおいては、検出電極３２Ａと基準電極３２Ｂとの間に電圧が印加されていることにより、空燃比が燃料リーン側にあるときには、固体

電解質体３１を介して、検出電極３２Ａから基準電極３２Ｂへ酸化物イオン（O^{2-}）が移動する。一方、空燃比が燃料リッチ側にあるときには、検出電極３２Ａにおいて未燃ガスが化学反応することに伴い、固体電解質体３１を介して、基準電極３２Ｂから検出電極３２Ａへ酸化物イオン（O^{2-}）が移動する。

[0052] ガスセンサ１に取り込まれる排ガスＧの圧力は、ガスセンサ１に取り込まれる大気圧よりも高いことが多い。そのため、ハウジング２の保持穴２１と絶縁碍子４との隙間Ｓ１は、ガスセンサ１に取り込まれた排ガスＧが、ガスセンサ１に取り込まれた大気Ａに混入しないように、シール材５１によって封止されている。

[0053] ガスセンサ１は、排ガスＧの組成から求められる空燃比が、理論空燃比に対して燃料リッチ側にあるのか燃料リーン側にあるのかをＯＮ－ＯＦＦで判別する酸素センサとしてもよい。

[0054]（センサ素子３）

本形態のガスセンサ１においては、排気管７内に配置される側を先端側Ｌ１といい、先端側Ｌ１と反対側を基端側Ｌ２という。

図３に示すように、センサ素子３の固体電解質体３１は、ジルコニアを主成分とするものであり、希土類金属元素又はアルカリ土類金属元素によってジルコニアの一部を置換させた安定化ジルコニア又は部分安定化ジルコニアからなる。固体電解質体３１は、例えば、イットリア安定化ジルコニア又はイットリア部分安定化ジルコニアから構成することができる。固体電解質体３１は、所定の活性化温度において、酸化物イオン（O^{2-}）を伝導させるイオン伝導性を有するものである。各電極３２Ａ，３２Ｂは、酸素に対する触媒活性を示す白金、及び固体電解質体３１を構成する材料と同質の材料を含有している。

[0055] 本形態のセンサ素子３は、板状の固体電解質体３１の両面に電極３２Ａ，３２Ｂが設けられ、固体電解質体３１にヒータ３５が積層された積層型のものである。センサ素子３は、絶縁碍子４に挿通された状態で、ハウジング２

に保持されている。ヒータ３５は、セラミック基板３５１に対して、通電によって発熱する発熱体３５２を配置して構成されている。

[0056] 図１及び図２に示すように、本形態のハウジング２の保持穴２１と絶縁碍子４との隙間Ｓ１に充填されたシール材５１としてのセラミック粉末は、タルクからなる。また、シール材５１の基端側Ｌ２にはセラミック等の絶縁部材５２が配置され、絶縁部材５２の基端側Ｌ２には金属リング５３が配置されている。そして、シール材５１と絶縁部材５２と金属リング５３とは、ハウジング２の基端部２４０を内側に屈曲して形成したかしめ部２４によって、基端側Ｌ２から先端側Ｌ１に向かって押圧された状態でかしめ固定されている。

[0057] また、図４に示すように、センサ素子３は、有底筒状の固体電解質体３１の外側及び内側の両面に電極３２Ａ，３２Ｂが設けられ、固体電解質体３１の内側にヒータ３５が配置されるコップ型のものとすることもできる。この場合には、絶縁碍子４は使用されず、センサ素子３がハウジング２の保持穴２１に直接保持される。そして、保持穴２１とセンサ素子３との隙間Ｓ１が、ハウジング２のかしめ部２４による圧縮力を受けたシール材５１によって封止される。図４のガスセンサ１のその他の構成は、図１のガスセンサ１と同様である。

[0058] （ハウジング２の形状）

図１に示すように、ハウジング２は、ガスセンサ１の筐体を構成し、ガスセンサ１を排気管７に取り付けるための部材である。ハウジング２は、中心部に保持穴２１を有する筒形状に形成されており、排気管７の取付ボス部７１に設けられたネジ穴７１１に螺合されるネジ部２２と、ネジ部２２の基端側Ｌ２に隣接して形成され、外周側に最も突出した外周面を構成する六角形状のフランジ部２３と、フランジ部２３の基端側Ｌ２に隣接して形成されたかしめ部２４とを有する。

[0059] 図２に示すように、ハウジング２の保持穴２１は、小径穴部２１１と、小径穴部２１１の基端側Ｌ２に形成されて小径穴部２１１よりも拡大した大径

穴部２１２と、小径穴部２１１と大径穴部２１２との間に形成された段部２１３とを有する。かしめ部２４は、大径穴部２１２を形成しており、シール材５１、絶縁部材５２、金属リング５３は、大径穴部２１２に配置される。

[0060]（絶縁碍子４）

絶縁碍子４は、センサ素子３を挿通するための挿通穴４１と、挿通穴４１の基端側Ｌ２に隣接して形成された凹部４２と、外周側に最も突出した外周面を構成する突出部４３とを有する。絶縁碍子４がハウジング２の保持穴２１に配置されたときには、突出部４３が大径穴部２１２に配置されるとともに、突出部４３が金属材４３１等を介して段部２１３に対向する。また、大径穴部２１２には、シール材５１、絶縁部材５２及び金属リング５３が配置され、かしめ部２４が内側に屈曲されることによって、突出部４３とかしめ部２４との間に、シール材５１、絶縁部材５２及び金属リング５３が圧縮される。また、センサ素子３が挿通穴４１に挿通された状態で、凹部４２には、セラミック粉末等の絶縁粒子４４が配置される。そして、センサ素子３は、絶縁粒子４４によって絶縁碍子４に保持される。

[0061] 図２に示すように、ガスセンサ１においては、センサ素子３と絶縁碍子４の挿通穴４１との隙間Ｓ２は、絶縁粒子４４によって封止されており、絶縁碍子４とハウジング２の保持穴２１との隙間Ｓ１は、シール材５１によって封止されている。そして、絶縁碍子４の先端側Ｌ１に流入する排ガスＧは、絶縁粒子４４及びシール材５１の配置によって、絶縁碍子４の先端側Ｌ１から基端側Ｌ２へ、各隙間Ｓ１，Ｓ２を通って流入することが防止される。

[0062] 図１及び図３に示すように、センサ素子３の先端部３６には、一対の電極３２Ａ，３２Ｂが配置されて、ガス検出を行うための検知部３６１が形成されている。検知部３６１には、検出電極３２Ａに所定の拡散速度で排ガスＧを導入するための拡散抵抗部３３１が形成されている。検出電極３２Ａは、拡散抵抗部３３１が繋がるガス室３３内に配置されている。図示は省略するが、検知部３６１の周囲には、多孔質のセラミックスからなる保護層が形成されている。また、センサ素子３の先端部３６は、排ガスＧに晒される。

[0063] 図２及び図３に示すように、一対の電極３２Ａ，３２Ｂにそれぞれ繋がるリード部３２１、及びヒータ３５の発熱体３５２のリード部３５３は、センサ素子３の基端部３７まで引き出されている。また、センサ素子３の先端部３６は、絶縁碍子４及びハウジング２から先端側Ｌ１に突出し、センサ素子３の基端部３７は、絶縁碍子４及びハウジング２から基端側Ｌ２に突出している。

[0064] （接点端子５４）

絶縁碍子４の基端側Ｌ２には、別の絶縁碍子４Ａが配置されており、別の絶縁碍子４Ａには、センサ素子３及びヒータ３５の電気接続を行うための複数の接点端子５４が配置されている。センサ素子３の先端部３６から基端部３７には、センサ素子３の電極３２Ａ，３２Ｂのリード部３２１及びヒータ３５の発熱体３５２のリード部３５３が引き出されている。接点端子５４には、電極３２Ａ，３２Ｂのリード部３２１に接触するものと、発熱体３５２のリード部３５３に接触するものとがある。

[0065] 各接点端子５４は、導電性を有する金属によって形成されており、弾性変形による押圧力を作用させてセンサ素子３に接触している。センサ素子３の内部には、基準電極３２Ｂへ大気Ａを導入するためのダクト３４が形成されている。このダクト３４は、センサ素子３の基端部３７において開口しており、基準電極３２Ｂへは、センサ素子３の基端部３７から大気Ａが導入される。

[0066] （保護カバー６１及び基端側カバー６２）

図１に示すように、ハウジング２の先端側Ｌ１には、センサ素子３の先端部３６を覆って、センサ素子３を保護する保護カバー６１が装着されている。ハウジング２の基端側Ｌ２には、接点端子５４、別の絶縁碍子４Ａ、接点端子５４に繋がるリード線５５等を内部に配置するための基端側カバー６２が装着されている。保護カバー６１には、排ガスＧが流通するための複数の排ガス流通孔６１１が設けられている。排ガスＧは、排ガス流通孔６１１を通って保護カバー６１内に流入して、センサ素子３の検出電極３２Ａに導か

れるとともに、排ガス流通孔６１１を通って保護カバー６１の外部に流出する。

[0067] 基端側カバー６２には、大気導入孔６２１が形成されており、大気導入孔６２１には、水の通過を阻止する一方、大気Ａを通過させるフィルタ６２２が配置されている。基端側カバー６２内に導入される大気Ａは、センサ素子３の基端部３７からダクト３４に取り込まれ、ダクト３４内の基準電極３２Ｂに導かれる。また、基端側カバー６２は、ハウジング２における、かしめ部２４が形成された基端部２４０の外周に装着されている。また、基端側カバー６２の基端部内には、リード線５５を保持するブッシュ５６が配置されている。

[0068] （ハウジング２の組成）

本形態のハウジング２は、６５０℃における０．２％耐力が８０ＭＰａ以上であるフェライト系ステンレス鋼からなる。また、ハウジング２は、Ｆｅ中にＣｒを１５～２５質量％含有するフェライト系ステンレス鋼が有する低熱膨張性を維持しつつ、５５０℃以上の高温時における材料の降伏点を上げることができるものである。

本形態のハウジング２は、Ｆｅ（鉄）、Ｃｒ（クロム）、Ｎｂ（ニオブ）、Ｎｉ（ニッケル）及びＡｌ（アルミニウム）を構成元素とし、不可避的不純物としてＭｎ（マンガン）、Ｓｉ（ケイ素）、Ｃ（炭素）、Ｎ（窒素）を含有する。

[0069] ハウジング２を構成する材料は、Ｃｒ：１５～２５質量％、Ｎｂ：０．０１～１．０質量％、Ｗ：０．５～４質量％、Ｍｎ及びＳｉ：１．５質量％以下、Ｎｉ：０．１～０．６質量％、Ａｌ：０．１５～０．６質量％、Ｃ及びＮの合計：０．０３質量％以下、残部：Ｆｅの組成を有する。Ｃ、Ｎ、Ｍｎ及びＳｉは、不可避的不純物として扱われる。また、Ｗの代わりにＭｏが用いられてもよく、Ｗ及びＭｏが混合して用いられてもよい。

[0070] ハウジング２を構成する材料の結晶構造は、フェライト組織を有する体心立方格子構造である。フェライト組織は、オーステナイト組織に比べて熱に

よって膨張しにくい性質を有する。ガスセンサ１は、ハウジング２のネジ部２２が排気管７の取付ボス部７１のネジ穴７１１に螺合されることによって、排気管７に取り付けられる。排気管７内を通過する排ガスＧは５５０℃以上の高温になっており、ネジ部２２及びネジ穴７１１は５５０℃以上の高温に加熱される。

[0071] 排気管７の取付ボス部７１の多くはフェライト系ステンレス鋼によって形成されている。そのため、ハウジング２の結晶構造をフェライト組織とすることにより、ネジ部２２及びネジ穴７１１を構成する金属の組織がフェライト組織となる。これにより、ネジ部２２の熱膨張率とネジ穴７１１の熱膨張率とを近似させることができ、ネジ部２２とネジ穴７１１とが熱によって付着すること、言い換えれば熱によって焼き付くことを防止することができる。

[0072] 本形態のハウジング２は、鍛造前の素材状態において固溶化熱処理を行って形成する。固溶化熱処理とは、Ｎｂ、Ｗ、Ｍｎ、Ｓｉ、Ｎｉ、ＡＩ等の炭化物等析出物を母材であるＦｅ中に溶け込ませることをいう。固溶化熱処理は、ハウジング２の素材を、所定の熱処理温度に加熱し、その後冷却することによって行われる。この熱処理温度が低ければ、素材加工時における徐冷中に発生した析出物を、Ｆｅ中に十分に固溶させることができない。また、この熱処理温度が高すぎれば、フェライト結晶が粗大化し、材料の伸びや靭性が悪化するおそれがある。

[0073] また、ハウジング２の母相中には、Fe_2W、Fe_2Mo、Fe_2Nbなどの金属間化合物として知られるラーベス相（ｌａｖｅｓ）が形成されている。ラーベス相は、常温及び高温時の耐力を向上させるものの、変形抵抗を増加させるとともに靭性を低下させるため、その含有量は少ない方が望ましい。ハウジング２の母材中にラーベス相を固溶するための熱処理は、８５０℃以上、より好ましくは８５０～１０００℃とすることができる。発明者らの研究の結果、ハウジング２の素材を８５０℃以上の熱処理温度に加熱することにより、ラーベス相含有量を低減でき、ハウジング２の材料の常温における加

工性が改善することが見出された。この熱処理の温度は、ハウジング２における複数の金属間の平衡状態の計算から予測することができ、ハウジング２における添加物の組成により、ラーベス成分は適宜調整される。

[0074] ハウジング２の母相中におけるラーベス相の析出量は、０．１質量％未満であることが好ましい。この析出量が０．１質量％以上になると、材料の靭性が著しく低下するおそれがある。

[0075] ハウジング２の素材を加熱する熱処理の温度が低すぎる場合には、ラーベス成分を十分に固溶できないため、靭性が悪化する懸念がある。ただし、熱処理の温度が高すぎる場合には、ＮｂＣの析出物やフェライト結晶粒が粗大化して、材料の靭性を悪化させる。また、この場合には、熱処理時にスケール等の異物が発生する懸念もあり、熱処理のために必要な投入エネルギーが大きくなって製造コストを悪化させるおそれもある。

[0076] 熱処理の温度を、さらに高温の１２５０℃以上とすれば、ハウジング２の材料中にＮｂＣを固溶することができる。しかし、フェライト結晶の粗大化がより懸念されるうえに、伸線加工が行われたハウジング２の素材においては、１２５０℃以上の熱処理を行うことは困難である。

[0077] （製造方法）

次に、ハウジング２及びガスセンサ１の製造方法について簡単に説明する。

本形態のハウジング２を製造する際には、Ｆｅ、Ｎｂ、Ｗ、Ｍｎ、Ｓｉ、Ｎｉ、ＡＩ等の金属材料を溶解する工程、金属材料を所定の断面形状を有する長尺材に引き伸ばす工程、金属材料に固溶化熱処理を行う工程、長尺状の金属材料をせん断して、個々の金属素材を形成する工程、金属素材に冷間鍛造を行って、金属素材をハウジング２の形状に形成する工程、及びハウジング２の形状の金属素材に切削を行って、組付前のハウジング２の最終形状を形成する工程が行われる。特に、ＦｅにＮｉが含有されていることにより、金属材料の靭性が改善されており、金属材料のせん断を行う工程及び冷間鍛造を行う工程の実施を容易にすることができる。

[0078] ガスセンサ１を製造する際には、ハウジング２のかしめ部２４を変形させることによるかしめ固定が行われる。ガスセンサ１の製造において、ハウジング２の組付を行うときには、図２に示すように、センサ素子３が保持された絶縁碍子４が、ハウジング２の保持穴２１内に配置される。そして、絶縁碍子４とハウジング２の保持穴２１との隙間Ｓ１に、シール材５１、絶縁部材５２、金属リング５３が配置され、ハウジング２の基端部２４０の全周が内側に折り曲げられて、かしめ固定が行われる。このかしめ固定は、熱かしめによって行うことができ、基端部２４０を高温に加熱してその変形を容易にすることができる。

[0079] 基端部２４０の加熱は、ハウジング２の基端部２４０に電流を流し、この基端部２４０における肉厚縮小部２４１を、５５０℃以上１０００℃以下の温度に発熱させることによって行う。このとき、ハウジング２を構成する材料が適量のＮｂを含有し、Ｃ及びＮの添加量が抑えられていることにより、Ｆｅ中のＣｒの濃度が低下することが抑制され、基端部２４０を構成する材料が鋭敏化することが抑制される。これにより、ハウジング２を構成する材料の耐食性が維持される。

[0080] また、ハウジング２のかしめ部２４の外周に基端側カバー６２を装着した後には、基端側カバー６２の装着部６２３（図２参照）をハウジング２に溶接する場合がある。この場合には、かしめ部２４は、溶接時の熱によって５５０℃以上１０００℃以下に加熱される。このときにも、ハウジング２を構成する材料が適量のＮｂを含有し、Ｃ及びＮの添加量が抑えられていることにより、Ｆｅ中のＣｒの濃度が低下することが抑制され、基端部２４０を構成する材料が鋭敏化することが抑制される。これにより、ハウジング２を構成する材料の耐食性が維持される。

[0081] （ハウジング２のかたさ）

本形態のハウジング２のかしめ部２４のかたさは、少なくともガスセンサ１の製品出荷状態において、ビッカースかたさでＨｖ２２０～Ｈｖ４００の範囲内にある。これにより、ハウジング２を構成する材料の耐力が高く、ハ

ウジング２の永久変形を抑制することができる。このビッカースかたさは、ＪＩＳ　Ｚ　２２４４の「ビッカースかたさ試験」に準拠して求めた値とする。このＪＩＳ　Ｚ　２２４４は、ＩＳＯ規格のＩＳＯ６５０７に相当する。

[0082] 冷間鍛造が行われて製造されたハウジング２のかたさがＨｖ２２０未満である場合には、常温でも耐力が低いため、ガスセンサ１の排気管への組付け時などにおいて、ネジ部２２やフランジ部（六角部）２３の破損が懸念される。また、かしめ部２４のかたさがＨｖ２２０未満である場合には、かしめ時において、かしめ部２４以外の部分の意図しない変形が起こるおそれがある。一方、かしめ部２４のかたさがＨｖ４００を超えるようにすることは、製造上難しく、変形に対して割れが発生する懸念があるため望ましくない。

[0083] ハウジング２を形成するための金属材料に対して、７８０℃程度の温度に加熱する焼鈍を行った場合に得られるビッカースかたさは、Ｈｖ１６０～Ｈｖ１８０程度である。これに対し、本形態のハウジング２を形成するための金属材料は、８５０～１０００℃に加熱して固溶化熱処理を行う。これにより、ハウジング２において、Ｈｖ２２０以上のビッカースかたさを得ることができる。

[0084] ハウジング２を構成する材料が、前述した配合量のＮｂ、Ｗ、Ｎｉ等を溶け込ませたものであることにより、その高温強度が改善される。また、ハウジング２が冷間鍛造を行って形成されることによって、ハウジング２を構成する材料の金属組織には鍛流線（ファイバーフロー）が現れる。これにより、ハウジング２のかたさを高く維持することができる。

[0085]（作用効果）

本形態のガスセンサ１においては、ハウジング２を構成する材料が前述した組成を有することにより、５５０℃以上の高温環境下における、ハウジング２のかしめ部２４の強度低下を抑制することができる。ハウジング２を構成する材料のＦｅ中には、Ｃｒの他に、Ｎｂが０．０１～１．０質量％、Ｗが０．５～４質量％含有されている。これにより、５５０℃以上の高温時に

おけるハウジング２の永久変形を抑制することができる。その結果、５５０℃以上の高温環境下においても、ハウジング２のかしめ部２４がシール材５１を圧縮する力を維持することができ、シール材５１による、ハウジング２の保持穴２１とセンサ素子３又は絶縁碍子４との隙間Ｓ１の気密性を維持することができる。

[0086] それ故、本形態のガスセンサ１によれば、ハウジング２の永久変形を抑制し、ガスセンサ１の高温環境下における気密性を確保することができる。

[0087] また、本形態のガスセンサ１は、Ａ／Ｆセンサとして用いられるため、ガスセンサ１の気密性が保たれることにより、次の効果が得られる。

Ａ／Ｆセンサにおいては、ハウジング２のかしめ部２４の高温強度が保たれることにより、排ガスＧが、センサ素子３の内部に取り込まれた大気Ａへ混入することが防止される。これにより、センサ素子３のダクト３４内が、大気Ａではなく排ガスＧによって満たされることが防止される。そのため、特に、排ガスＧから求まる内燃機関の空燃比が燃料リッチ側にあるときにおいて、固体電解質体３１を介して、基準電極３２Ｂから検出電極３２Ａへ酸化物イオン（O^{2-}）を送り込めなくなる事態が発生しなくなる。その結果、Ａ／Ｆセンサが燃料リッチ側の空燃比を検出する際に、この燃料リッチ側の検出レンジの保証範囲を広く維持することが可能になる。検出レンジの保証範囲とは、燃料リッチ側の空燃比を、所定の誤差範囲内において検出できるレンジ（スケール）のことをいう。

[0088] また、ガスセンサ１がＡ／Ｆセンサとして用いられない場合であっても、ガスセンサ１の気密性が保たれることにより、次の効果が得られる。

ガスセンサ１においては、ハウジング２のかしめ部２４の高温強度が保たれることにより、排ガスＧが、センサ素子３の内部に取り込まれた大気Ａへ混入することが防止される。これにより、排ガスＧが、センサ素子３に接触する金属製の接点端子５４に直接接触することが防止される。そのため、接点端子５４が排ガスＧ中の水分、窒素化合物等によって腐食することが防止される。なお、この効果は、Ａ／Ｆセンサ及び酸素センサのいずれにおいて

も得られる。

[0089] ＜確認試験＞

（試験１）

試験１においては、ハウジング２を構成する材料と耐力との関係を測定した。図５は、Ｆｅ中に、Ｃｒ：１７質量％及びＮｂ：０．３５質量％を含有する合金鋼において、Ｗの含有量を、０質量％、１質量％、２質量％、４質量％と変化させた場合の、６５０℃における耐力（ＭＰａ）の変化を示す。同図において、Ｗの含有量が増加するに従って耐力が上昇していることが分かる。

[0090] ここで、耐力とは、弾性限度（降伏点）を意図する。材料の中には、明確な降伏点を示さない材料も含まれるため、材料の強度の尺度として、降伏点の代わりに、０．２％耐力を用いる。０．２％耐力は、ＪＩＳ　Ｚ　２２４１（対応国際規格：ＩＳＯ６８９２－１）又はＪＩＳ　Ｇ　０５６７（対応国際規格：ＩＳＯ６８９２－２）に準拠して計測した。

[0091] ただし、Ｗの含有量が２質量％を超える場合には、降伏点が上昇しなくなり、２質量％において降伏点の上昇が飽和していることが分かる。また、Ｗの含有量が増加すると、延性等の加工性が悪化する。そのため、ハウジング２を構成する材料におけるＷの含有量は、２質量％以下とすることが好ましいことが分かった。一方、Ｗの含有量が少なくなり過ぎると降伏点も低下するため、Ｗの含有量は０．３質量％以上であることが好ましい。

[0092] なお、Ｍｏも、Ｗと同様の性質を有している。ハウジング２を構成する材料がＷの代わりにＭｏを含有する場合には、Ｍｏの含有量も０．３～２質量％とすることが好ましい。

[0093] （試験２）

試験２においては、Ｆｅ中に、Ｃｒ：１７質量％、Ｎｂ：０．３５質量％、Ｗ：２質量％を含有する合金鋼を用いて形成した試験品のハウジング２と、Ｆｅ中にＣｒ：１７質量％を含有するステンレス鋼（ＳＵＳ４３０）を用いて形成した比較品のハウジング２とについて、気密性の確認を行った。試

験２においては、それぞれのハウジング２を用いてガスセンサ１を形成し、各ガスセンサ１における、ハウジング２の保持穴２１と絶縁碍子４との隙間Ｓ１に排ガスＧの漏洩が生じたか否かを確認した。

[0094] 試験２においては、ハウジング２の加熱及び冷却を行うサイクルを３０００サイクル実施した。このサイクルは、ハウジング２の六角部（最も外径が大きい部分）を、６５０℃に加熱した後、エア冷却によって５０℃以下に冷却するサイクルとした。また、ハウジング２の六角部が６５０℃に加熱保持される状態を形成し、センサ素子３側の圧力を０．４ＭＰａにした状態で、ハウジング２の保持穴２１と絶縁碍子４との隙間Ｓ１における漏れ量を計測した。そして、隙間Ｓ１に１ｃｃ／ｍｉｎ以上の漏洩が生じた場合には、気密性がないとした。一方、この隙間Ｓ１に生じる排ガスＧの漏洩が１ｃｃ／ｍｉｎ未満である場合には、気密性があるとした。

[0095] 試験を行った結果、比較品のハウジング２の場合は、気密性がないと判定され、試験品のハウジング２の場合は、気密性があると判定された。この結果より、試験品のハウジング２によれば、ハウジング２の保持穴２１と絶縁碍子４との隙間Ｓ１の気密性を良好に維持できることが分かった。

[0096]（試験３）

試験３においては、Ｆｅ中に、Ｃｒ：１７質量％、Ｎｂ：０．３５質量％、Ｗ：２質量％を含有する合金鋼を用いて形成した試験品のハウジング２と、Ｆｅ中にＣｒ：１７質量％を含有するステンレス鋼（ＳＵＳ４３０）を用いて形成した比較品のハウジング２とについて、温度を変化させたときの耐力の変化について確認した。また、試験品のハウジング２については、ハウジング２の素材に、約７８０℃に加熱した後冷却する焼鈍処理を行った試験品１と、ハウジング２の素材に、約９５０℃に加熱した後冷却する固溶化熱処理を行った試験品２とを準備した。比較品のハウジング２については、約７８０℃に加熱した後冷却する焼鈍処理を行った。試験品１，２及び比較品の耐力のグラフは、室温から７００℃までの間の温度範囲について求めたものである。

[0097] 図６に示すように、焼鈍処理を行った試験品１のハウジング２の場合には、広い温度範囲において、比較品のハウジング２の場合に比べて耐力が上昇している。しかし、常温における耐力も上昇していることにより、常温における加工性が悪くなる。これに対し、固溶化熱処理を行った試験品２のハウジング２の場合には、温度が高い範囲においてのみ、比較品のハウジング２の場合に比べて耐力が上昇している。そして、試験品２のハウジング２の場合には、常温における耐力が小さく抑えられていることにより、常温における加工性が良好である。従って、固溶化熱処理を行ったハウジング２を用いることにより、ガスセンサ１の高温環境下における気密性を確保することができるとともに、常温において冷間鍛造等を行う際のハウジング２の加工性を向上させることができることが分かった。

[0098] （試験４）

試験４においては、Ｆｅ中に、Ｃｒ：１７．１質量％、Ｎｂ：０．３５質量％、Ｗ：２．００質量％を含有する合金鋼を用いて形成した試験品のハウジング２について、ハウジング２の素材の熱処理を行う温度を変化させたときの、常温における耐力（ＭＰａ）の変化について確認した。図７に示すように、常温における耐力は、熱処理を行った温度が７５０℃付近である場合に高く、熱処理を行った温度が９００℃に近づくに連れて低くなる。そして、熱処理を行った温度が９００℃を超える場合には、耐力は変化していない。

[0099] 常温における耐力が低い方が、ハウジング２を常温において冷間鍛造するときの加工性が良いと言える。なお、比較のために、Ｆｅ中にＣｒ：１６．８質量％を含有するステンレス鋼（ＳＵＳ４３０）を用いて形成した比較品のハウジング２について、７５０℃付近における耐力を確認した場合も示す。比較品においては、Ｎｂ及びWが添加されていないため、常温における耐力がもともと低い。

[0100] そして、比較品のハウジング２に冷間鍛造を行う際の最大成形荷重を基準としたときに、試験品のハウジング２に冷間鍛造を行う際の最大成形荷重を

どれだけ小さく抑えられるかを確認した。熱処理温度を、焼鈍を行う場合の温度である７８０℃にした場合には、冷間鍛造を行う際の最大成形荷重は、比較品に比べて１．１倍に増加することが分かった。一方、熱処理温度を、固溶化熱処理を行う場合の温度である９００℃にした場合には、冷間鍛造を行う際の最大成形荷重は、比較品の場合の最大成形荷重に近い荷重まで抑えられることが分かった。

[0101] 従って、ハウジング２を形成するための素材は、８５０℃以上、より好ましくは９００℃以上の温度で固溶化熱処理を行うことにより、冷間鍛造を行う際の加工性を向上させることができると言える。この理由は、高温の熱処理により、Fe_2WやFe_2Moからなる金属間化合物の一種であるラーベス相（ｌａｖｅｓ）を、ハウジング２の母相内に固溶するためである。ラーベス相の生成は高温強度の向上に寄与するものの、靭性を著しく低下させることが知られている。そのため、ハウジング２の素材におけるラーベス相の析出量は、０．１質量％未満であることが好ましい。

[0102]（試験５）

材料評価試験である試験５においては、固溶化熱処理（焼鈍処理）によるラーベス相の固溶状態を確認した。評価対象である材料の組成は、Ｃｒ：１７質量％、Ｎｂ：０．３５質量％、Ｗ：２質量％、Ｃ＋Ｎ：０．０２質量％、Ｐ＋Ｓ：０．０２質量％、Ｓｉ、Ｍｎ等のその他の不可避的不純物：０．９質量％、残部：Ｆｅの組成である。また、評価対象である材料は、熱間鍛造によって、伸線材相当の粒度である、粒度番号がＮｏ．５～Ｎｏ．９の粒度に調整し、この粒度の調整を行ったものを再び熱処理（焼鈍処理）し、所定の温度において４時間保持した後、ラーベス相の固溶量を定量分析した。粒度番号は、ＪＩＳ　Ｇ　０５５１において規定される。また、ＪＩＳ　Ｇ　０５５１は、ＩＳＯ規格のＩＳＯ６４３に相当する。

[0103] 図８には、熱処理温度を７００～９００℃に変化させたときに、母相中に、ラーベス相がどれだけ析出されたかを示す。同図に示すように、熱処理温度が高くなるに連れて、ラーベス相の析出量（質量％）が減少し、母相中に

ラーベス相がより多く固溶されることが分かる。特に、熱処理温度が８５０℃以上になると、ラーベス相の析出量が０．１質量％未満に小さくなることが分かった。そのため、熱処理温度を８５０℃以上にすることにより、母相中により多くのラーベス相を固溶させて、常温における加工性を向上させることができると考える。

[0104] なお、ラーベス相を母相中に固溶する温度は、２つの金属間の平衡状態の計算からも予測が可能である。また、熱処理温度は、ハウジング２を構成する材料の組成によって変わるため、適宜、８５０℃よりも高い温度にすることができる。

[0105] ラーベス相の定量分析方法については種々知られているが、以下にその方法の一例を示す。

ラーベス相の定量分析方法の一つとして、抽出残渣分析法がある。この抽出残渣分析法においては、受入材及び時効材に対して試料中の析出物を抽出分離し、さらにラーベス相とその他の析出物（炭化物や窒化物など）に分離して、定量分析する。また、抽出残渣分析法においては、電解抽出を行い、具体的には、電解液として１０％アセチルアセトン－１％テトラメチルアンモニウムクロライド－メタノール溶液を用い、電流密度２０ｍＡ／ｃｍ^{2}とする定電流電解法を用いる。この電解を行った後は、孔径０．２μｍのニュークリポアフィルターを用いたろ過を行い、ろ液と残渣とに分離した。残渣の重量分析及びＸＲＤ分析（Ｘ線回析分析）により、ＮｂＣ等の析出物とラーベス相とを分離した。

[0106] （試験６）

また、組成を検討する試験である試験６においては、評価対象である試料１～７の組成を適宜変化させ、この組成と、０．２％耐力及び常温加工性との関係を確認した。評価対象である材料の組成及び材料への熱処理の仕方は、試験５の場合と同じである。

[0107] 試料１～７の基本的な組成は、Ｃｒ：１６．８～１７．１質量％、Ｎｂ：０又は０．３５質量％、Ｗ：０～４質量％、Ｃ＋Ｎ：０．０２質量％、Ｐ＋

Ｓ：０．０２質量％、Ｓｉ、Ｍｎ等のその他の不可避的不純物：０．９質量％、残部：Ｆｅの組成である。また、試料１～７においては、Ｗの含有量を変化させ、適宜、Ｍｏ又はＮｉを含有させた。

[0108] 試料１～７の組成及び試験結果を、表１に示す。

[表1]

（表1）

	組成[質量%]					熱処理温度[℃]	650℃における0.2%耐力[MPa]	判定	常温加工性		判定
	Cr	Nb	W	Mo	Ni				変形抵抗[MPa]	伸び[%]	延性脆性遷移温度[℃]	
試料1	16.8	—	—	—	—	780	60	×	620	44	10	○
試料2	17.1	0.35	2.00	—	—	780	114	○	880	30	40	×
試料3	17.0	0.35	1.02	—	—	900	85	○	720	42	20	○
試料4	17.1	0.35	2.00	—	—	900	102	○	740	41	20	○
試料5	17.0	0.35	3.99	—	—	900	108	○	820	38	40	×
試料6	17.0	0.35	—	2.01	—	900	100	○	740	42	20	○
試料7	17.0	0.35	2.00	—	1.12	900	104	○	790	42	10	○

[0109] ６５０℃における０．２％耐力は、ＪＩＳ４号試験片による静的引張を行った値として示す。０．２％耐力は、気密維持に必要な耐力として、８０ＭＰａ以上である場合を良品（〇）として判定し、それ以外を良品でない（×）として判定した。この０．２％耐力の判定基準は、製品形状に依存しており、絶対的なものではない。

[0110] 常温加工性は、常温（２０℃）における変形抵抗、常温における伸び及び延性脆性遷移温度として測定した。

常温における変形抵抗は、冷鍛加工を模擬した円柱圧縮試験（歪み速度６．０／秒）による７０％圧縮時の値として示す。変形抵抗は、８００ＭＰａ未満である場合を良品（〇）として判定し、それ以外を良品でない（×）として判定した。この変形抵抗の判断基準は、鍛造工程に依存しており、絶対的なものではない。

[0111] 常温における伸びは、ＪＩＳ４号試験片による静的引張を行った値として示す。伸びは、鍛造加工において割れない場合を良品として判定した。この伸びの判定基準は、鍛造工程に依存しており、絶対的なものではない。

[0112] 靭性遷移温度は、シャルピー衝撃試験（２ｍｍＶノッチ、１０℃毎評価）を行った値として示す。靭性遷移温度は、伸線材の切断・鍛造加工時に割れないことを基準として、室温である２５℃よりも低い場合を良品（〇）として判定し、それ以外を良品でない（×）として判定した。なお、延性脆性遷移温度は、材料が一定の温度以下になると粘り強さを失い、衝撃に弱くなる温度のことをいう。シャルピー衝撃試験においては、５０Ｊ／ｃｍ^{2}のエネルギーを与えて試験を行った。

[0113] 試験６の結果を示す表１において、現行のガスセンサ１のハウジング２の組成であり、Ｎｂ及びＷを含まない試料１は、０．２％耐力の判定が×となった。また、Ｎｂ及びＷの含有量が適切であっても、熱処理温度が７８０℃である試料２は、常温における伸びの判定が×となった。また、Ｎｂ及びＷを含んでいても、Ｗの含有量が２質量％よりも多い試料５は、常温における伸びの判定が×となった。

[0114] 一方、Wの含有量が１質量％又は２質量％として適切であり、熱処理温度が９００℃として適切である試料３，４，７については、０．２％耐力及び常温加工性に優れることが分かった。また、Wの代わりにＭｏを含有する試料６、及びWと共にＮｉを含有する試料７についても、０．２％耐力及び常温加工性に優れることが分かった。

[0115] また、試験６の結果において、現行のガスセンサ１のハウジング２に用いられることが多い組成である試料１に比べ、適切なＮｂ及びWを含有する試料２によれば、６５０℃における０．２％耐力が向上することが分かった。しかし、試料２においては、熱処理温度が７８０℃と低く、材料の組織内にラーベス相が残るため、常温加工性、特に靭性の悪化が著しい。

[0116] 試料２に比べ、熱処理温度を９００℃とした試料３，４においては、６５０℃における０．２％耐力の低下があったものの、常温における変形抵抗の低下、伸びの改善及び靭性遷移温度の低下による常温加工性の改善が見られた。また、試料３～５においては、Wの含有量を変更しているが、Wの含有量が２質量％になるときに６５０℃における０．２％耐力が飽和し、Wの含有量が２質量％を超えると常温加工性の悪化が著しくなることが分かった。

[0117] また、試料６においては、Wの代わりにＭｏを２質量％含有していることにより、Wを含有する試料４と同様の０．２％耐力及び常温加工性が得られることが分かった。また、試料７においては、Wを２質量％、Ｎｉを１質量％含有することにより、常温における変形抵抗の増加があったものの、靭性遷移温度が改善されることが分かった。

[0118] （試験７）

製品評価としての試験７においては、試験６における試料１，３，４の組成を有するハウジング２の気密性を確認する試験を行った。各組成のハウジング２は冷間鍛造を行って製造した。また、各組成のハウジング２を用いたガスセンサ１を配管に装着し、配管中に、６５０℃であって０．４ＭＰａ（ゲージ圧）の気体を通過させたときに、ガスセンサ１のハウジング２のかしめ部２４における気体の漏れ量を測定した。

[0119] 図９には、試料１，３，４の組成を有する各ガスセンサ１について、漏れ量の測定を行った結果を示す。漏れ量は、標準状態における値として示す。同図に示すように、試料３，４については、漏れ量が１．０ｍＬ／ｍｉｎよりも少なくなり、ハウジング２における気密性が確保できることが分かった。一方、試料１については、漏れ量が１．０ｍＬ／ｍｉｎを超えて多くなり、ハウジング２における気密性が悪いことが分かった。従って、試料３，４として、ハウジング２を構成する材料がＷを１．０２質量％又は２．００質量％含有することにより、６５０℃における０．２％耐力が高く、ハウジング２の気密性を高く維持できることが分かった。なお、ハウジング２を構成する材料がＷを４質量％含有する場合には、常温における加工性が悪いため、ハウジング２を構成する材料におけるＷの含有量は２質量％以下であることが好ましい。

[0120] 本開示は、各実施形態のみ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さらに異なる実施形態を構成することが可能である。また、本開示は、様々な変形例、均等範囲内の変形例等を含む。

請求の範囲

[請求項1] 保持穴（２１）を有するハウジング（２）と、

固体電解質体（３１）及び前記固体電解質体の両面に設けられた電極（３２Ａ，３２Ｂ）を有し、前記保持穴に単独で又は絶縁碍子（４）を介して挿通されたセンサ素子（３）と、

前記保持穴と、前記センサ素子又は前記絶縁碍子との隙間（Ｓ１）に充填されたセラミック粉末からなるシール材（５１）と、を備え、

前記ハウジングの一部によって前記シール材が圧縮されて、前記隙間が封止されたガスセンサ（１）において、

前記ハウジングは、６５０℃における０．２％耐力が８０ＭＰａ以上であるフェライト系ステンレス鋼からなる、ガスセンサ。

[請求項2] 保持穴（２１）を有するハウジング（２）と、

固体電解質体（３１）及び前記固体電解質体の両面に設けられた電極（３２Ａ，３２Ｂ）を有し、前記保持穴に単独で又は絶縁碍子（４）を介して挿通されたセンサ素子（３）と、

前記保持穴と、前記センサ素子又は前記絶縁碍子との隙間（Ｓ１）に充填されたセラミック粉末からなるシール材（５１）と、を備え、

前記ハウジングの一部によって前記シール材が圧縮されて、前記隙間が封止されたガスセンサ（１）において、

前記ハウジングを構成する材料は、Ｃｒを１５～２５質量％、Ｎｂを０．０１～１．０質量％、W及びＭｏの少なくとも一方を単独又は合計で０．５～４質量％含有し、残部が、Ｆｅ、並びにＣ、Ｎ、Ｍｎ及びＳｉを含む不可避的不純物からなるフェライト系ステンレス鋼によって構成されている、ガスセンサ。

[請求項3] 前記ハウジングを構成する材料は、前記Ｃを０．０５質量％以下含有する、請求項２に記載のガスセンサ。

[請求項4] 前記ハウジングの母相中におけるラーベス相の析出量は、０．１質量％未満である、請求項２又は３に記載のガスセンサ。

[請求項5] 前記ハウジングを構成する材料は、さらにＮｉを０．１～０．６質量％含有する、請求項２～４のいずれか１項に記載のガスセンサ。

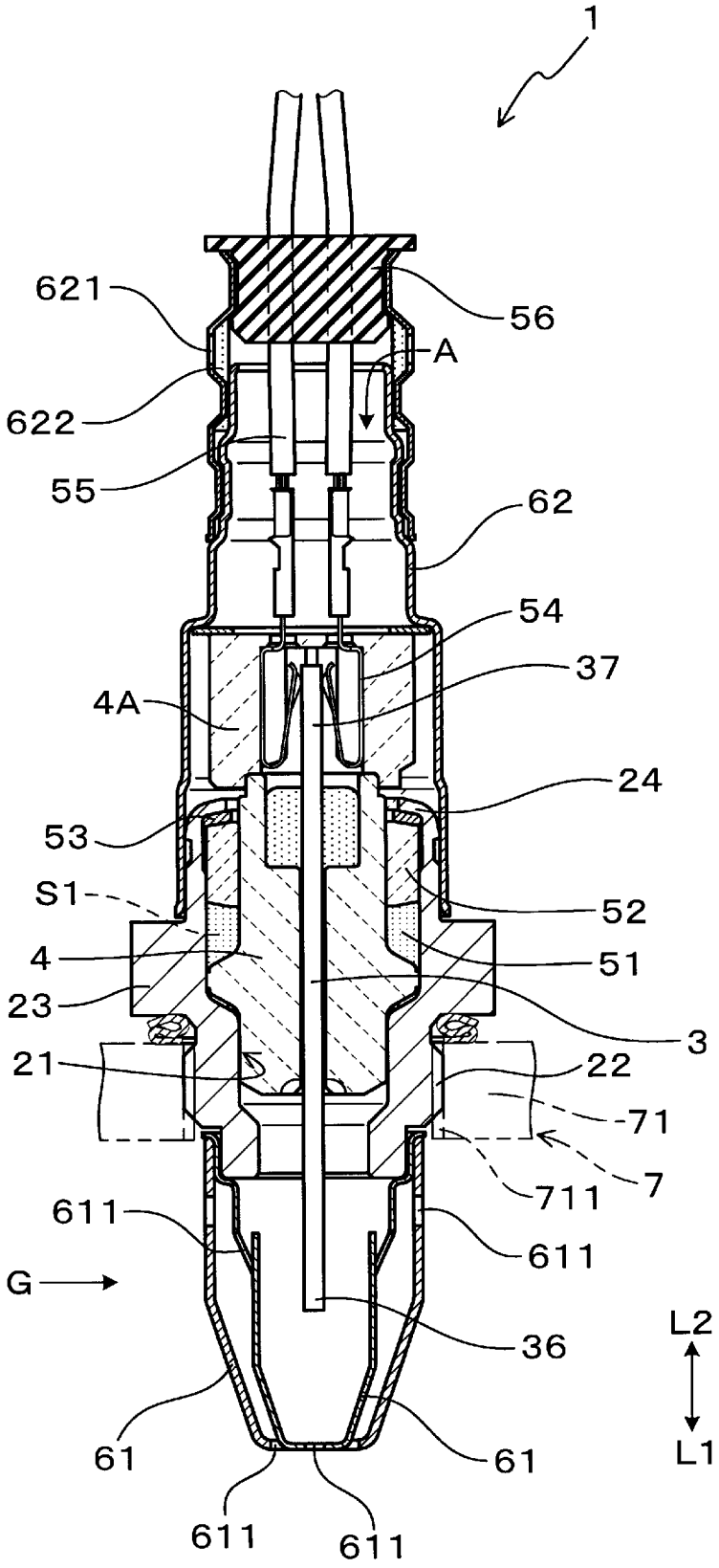
[請求項6] 前記シール材を圧縮する前記ハウジングの一部であるかしめ部のかたさは、ビッカースかたさでＨｖ２２０～Ｈｖ４００の範囲内にある、請求項１～５のいずれか１項に記載のガスセンサ。

[請求項7] 前記センサ素子を加熱する発熱体（３５２）を有するヒータ（３５）と、

前記センサ素子における前記電極のリード部（３２１）、又は前記発熱体のリード部（３５３）に接触する接点端子（５４）と、をさらに備える、請求項１～６のいずれか１項に記載のガスセンサ。

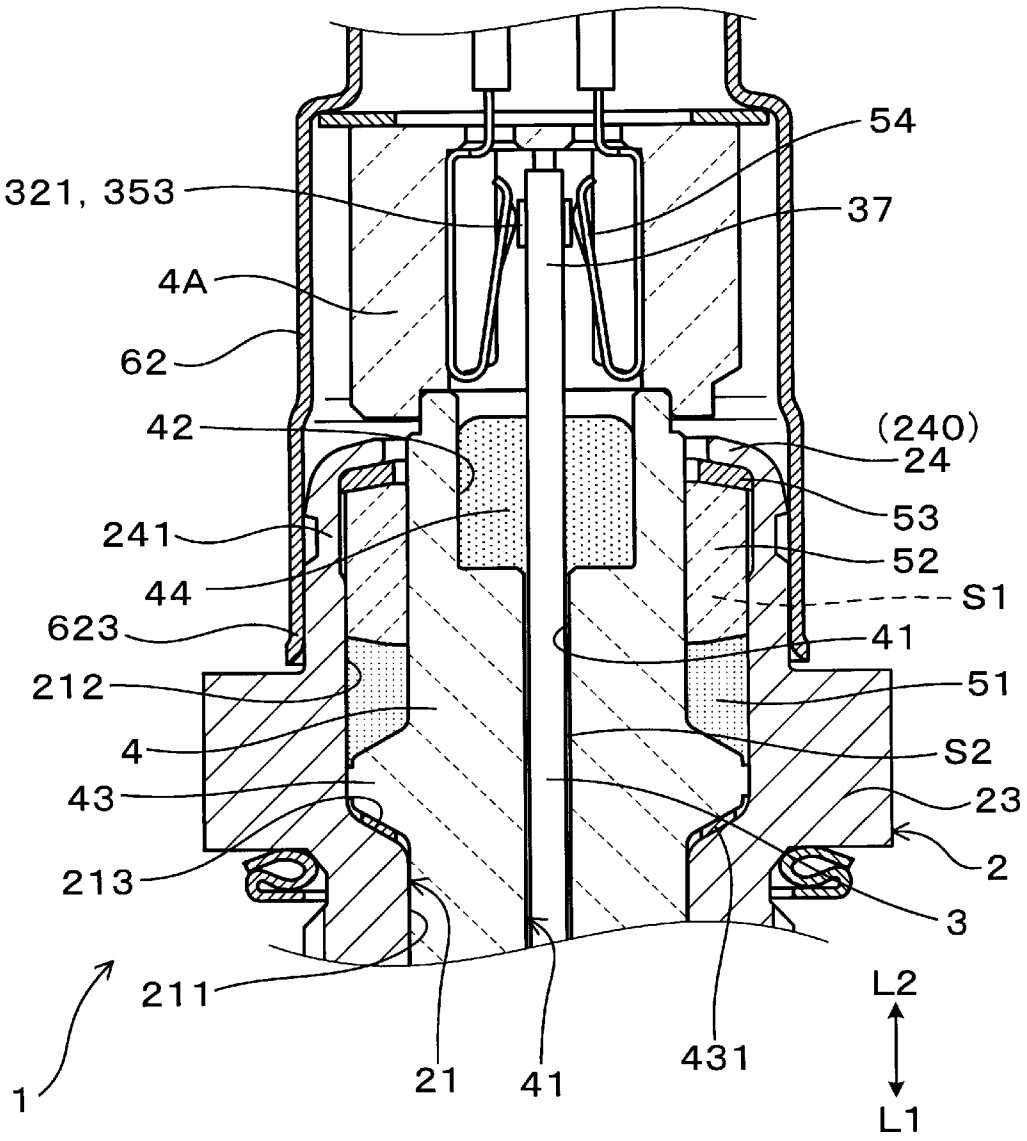
[図1]

（図１）


1
621
56
A
622
55
62
54
37
4A
24
53
S1
52
4
51
23
3
21
22
71
7
711
611
611
G
36
L2
L1
61
61
611
611

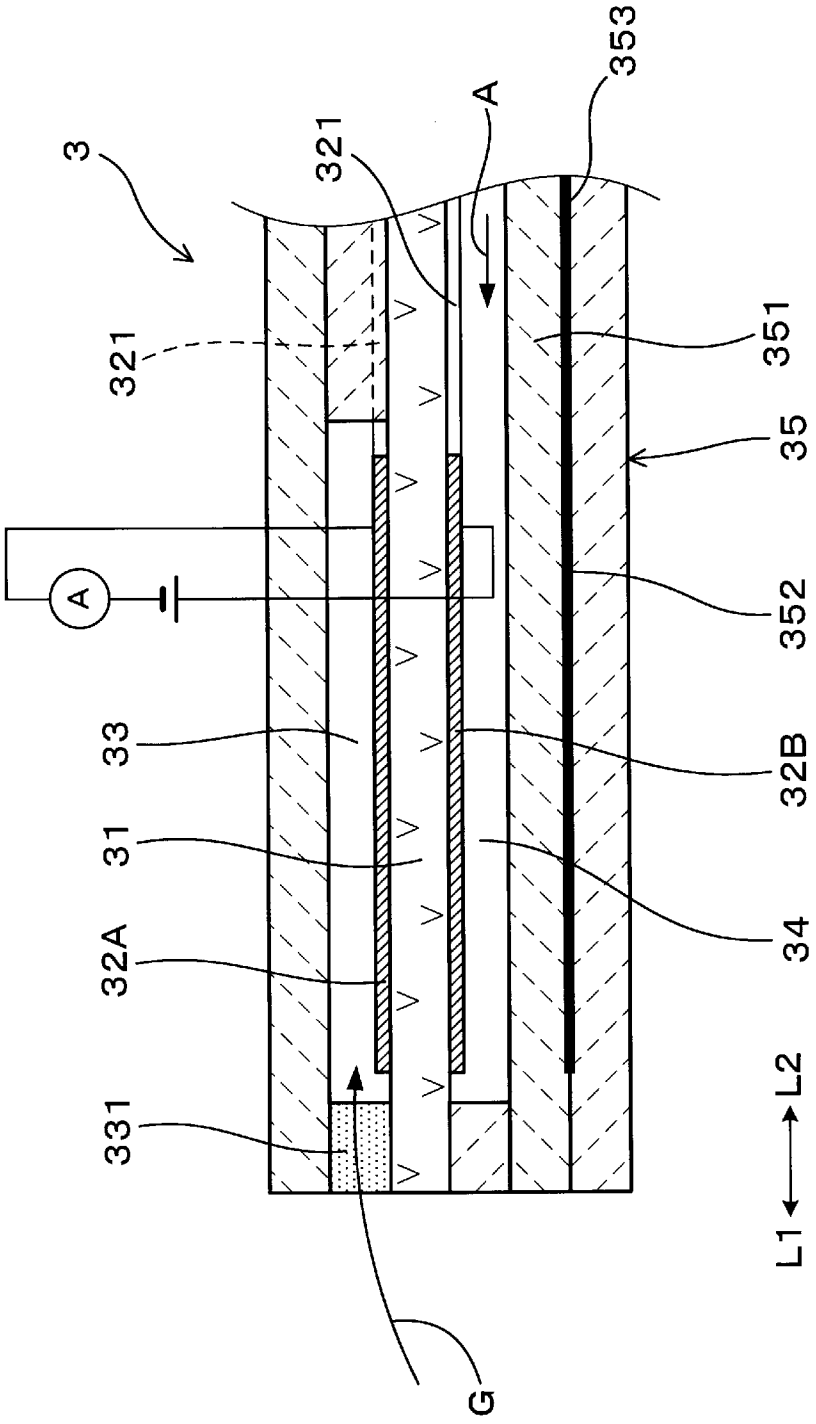
[図2]

（図２）


54
321, 353
37
4A
62
42
(240)
24
53
241
52
44
S1
623
41
212
51
4
S2
43
23
213
2
3
211
L2
L1
1
21
41
431

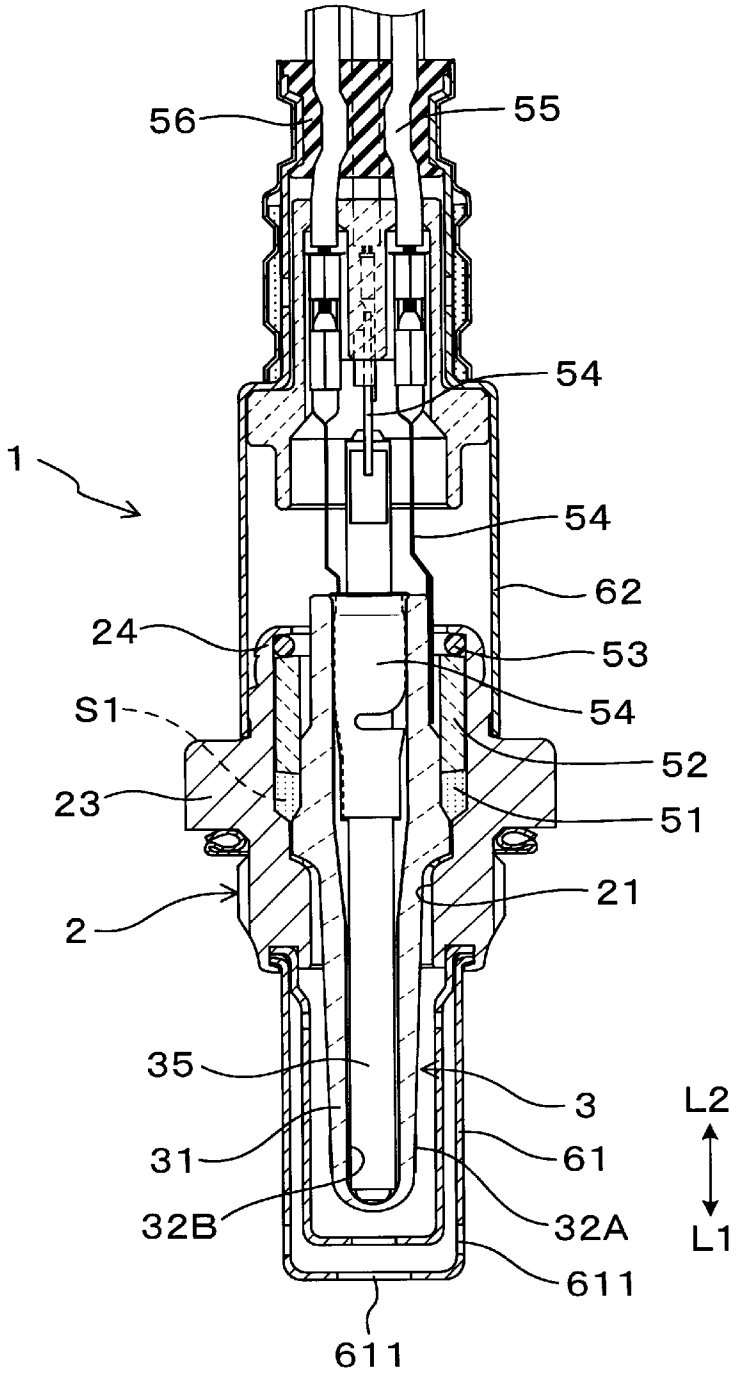
[図3]

(図３)



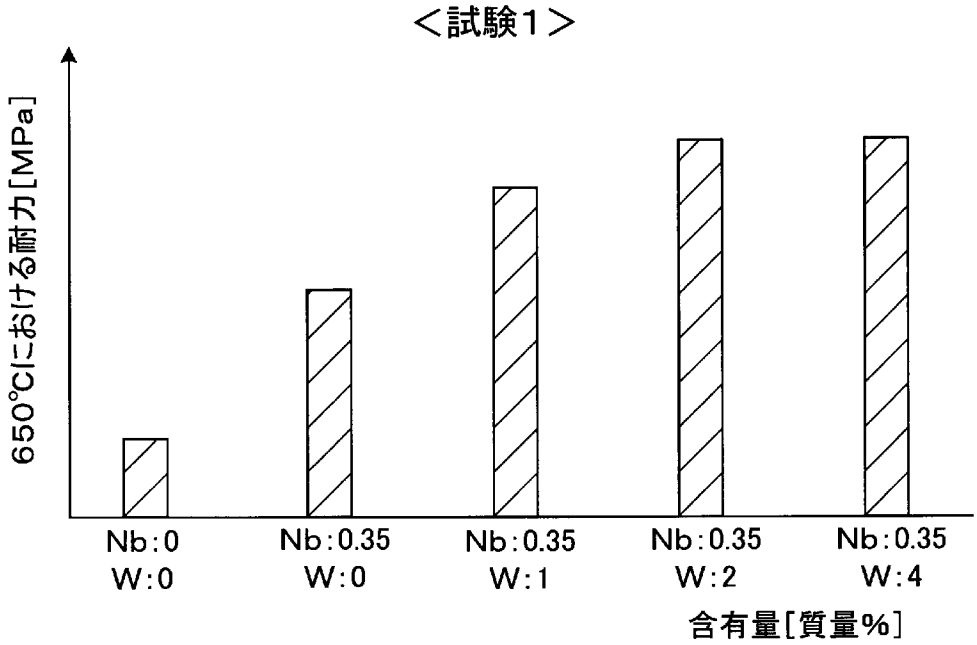
[図4]

（図４）


56
55
54
1
54
62
24
53
S1
54
52
23
51
21
2
35
3
L2
31
61
32B
32A
L1
611
611

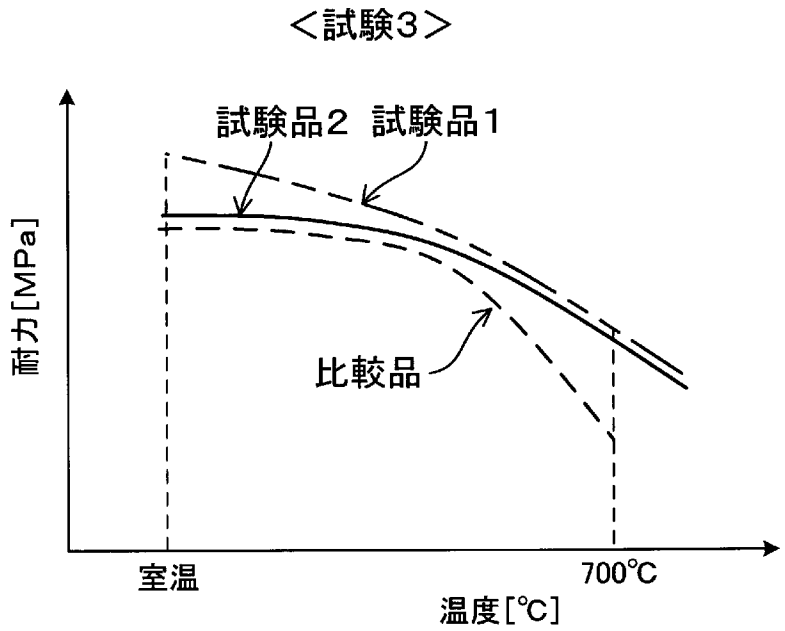
[図5]

（図５）


＜試験1＞
650℃における耐力[MPa]
Nb:0
W:0
Nb:0.35
W:0
Nb:0.35
W:1
Nb:0.35
W:2
Nb:0.35
W:4
含有量[質量%]

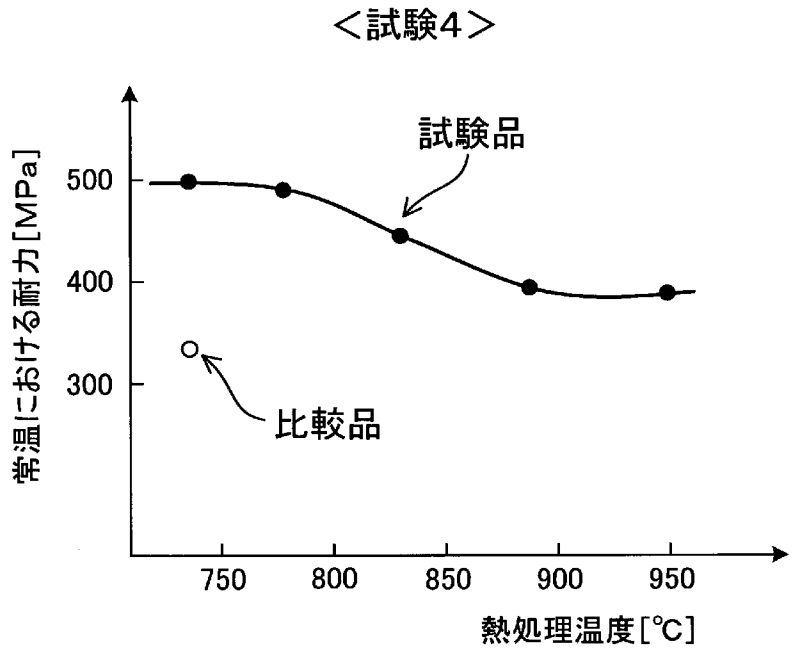
[図6]

（図６）


＜試験3＞
試験品2
試験品1
耐力[MPa]
比較品
室温
700℃
温度[℃]

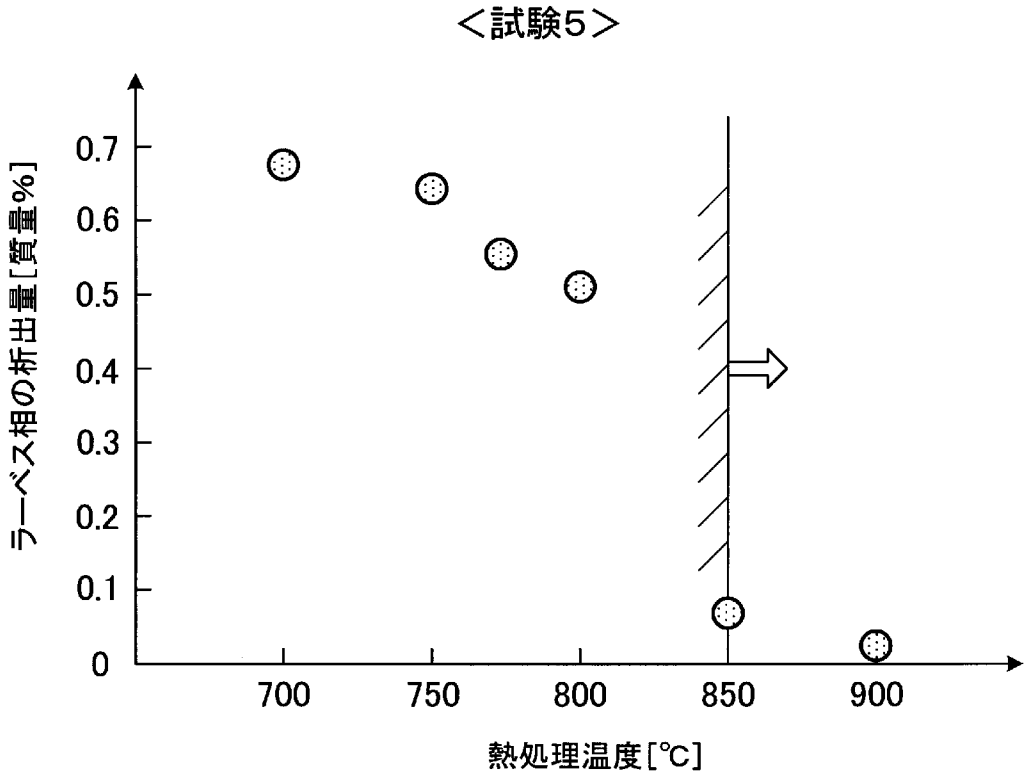
[図7]

（図７）


<試験4>
常温における耐力[MPa]
500
400
300
試験品
比較品
750
800
850
900
950
熱処理温度[℃]

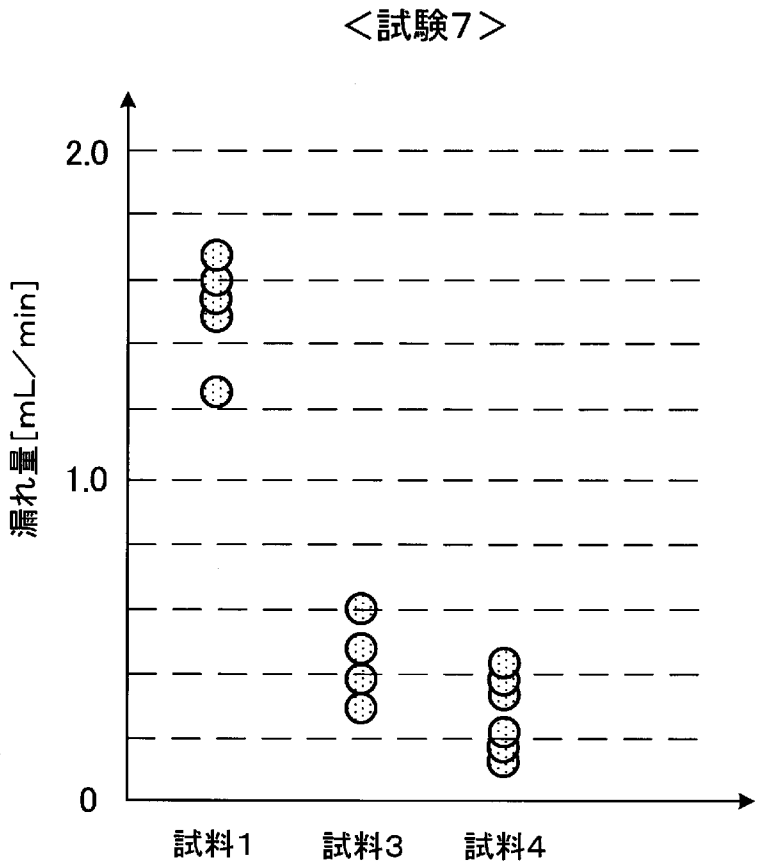
[図8]

（図８）


<試験5>
ラーベス相の析出量[質量%]
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
700
750
800
850
900
熱処理温度[℃]

[図9]

（図９）



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/026584

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G01N27/41(2006.01)i, G01N27/409(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. G01N27/41, G01N27/409, G01N27/419, G01N27/416

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2010-19729 A (DENSO CORP.) 28 January 2010, paragraphs [0019]-[0027], [0031]-[0039], fig. 1, 3-5 (Family: none)	1-4, 6-7 5
A	JP 11-160274 A (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) 18 June 1999, paragraphs [0027]-[0029], fig. 1 (Family: none)	1-7
A	JP 2009-198422 A (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) 03 September 2009, entire text, all drawings & US 2009/0214389 A1, whole document & DE 102009010590 A	1-7
A	JP 2009-2846 A (DENSO CORP.) 08 January 2009, entire text, all drawings & US 2008/0314117 A1, whole document	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
04 October 2018 (04.10.2018)	16 October 2018 (16.10.2018)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０２６５８４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01N27/41(2006.01)i, G01N27/409(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01N27/41, G01N27/409、G01N27/419, G01N27/416

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１８年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X A	JP 2010-19729 A（株式会社デンソー）2010.01.28, ［００１９］－［００２７］、［００３１］－［００３９］、第１，３－５図（ファミリーなし）	1-4,6-7 5
A	JP 11-160274 A（日本特殊陶業株式会社）1999.06.18, ［００２７］－［００２９］、第１図（ファミリーなし）	1-7
A	JP 2009-198422 A（日本特殊陶業株式会社）2009.09.03, 全文、全図 & US 2009/0214389 A1,Whole Document & DE 102009010590 A	1-7

☑ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０４．１０．２０１８	１６．１０．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｊ　９２１８
黒田　浩一
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５２

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2009-2846 A (株式会社デンソー) 2009.01.08, 全文、全図 & US 2008/0314117 A1, Whole Document	1-7