

(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2012-177638

(P2012-177638A)

(43) 公開日 平成24年9月13日(2012.9.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 N 27/419 (2006.01)	GO 1 N 27/46 3 2 7 H	2 G 0 0 4
GO 1 N 27/409 (2006.01)	GO 1 N 27/46 3 2 7 K	
	GO 1 N 27/58 B	
	GO 1 N 27/46 3 2 7 C	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2011-41209 (P2011-41209)	(71) 出願人	000004547
(22) 出願日	平成23年2月28日 (2011. 2. 28)		日本特殊陶業株式会社
		(74) 代理人	110000028
			特許業務法人明成国際特許事務所
		(72) 発明者	林 裕之
			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	水谷 正樹
			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	鬼頭 隆行
			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

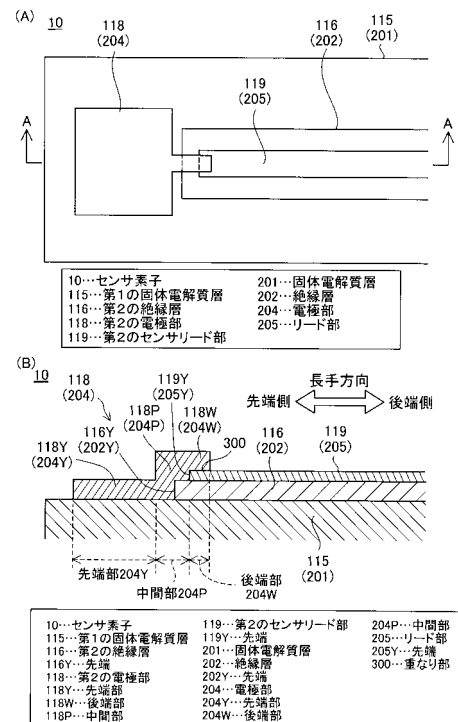
(54) 【発明の名称】 センサ素子、及び、センサ素子を備えるガスセンサ

(57) 【要約】

【課題】センサ素子において、電極部よりも緻密なリード部を形成しつつ、センサ素子にクラックが生じる可能性を低減する技術を提供することを目的とする。

【解決手段】センサ素子は、長手方向に延びる板状の固体電解質層と、長手方向先端側の固体電解質層上に設けられた電極部と、電極部に電氣的に接続され長手方向後端側に延びるリード部と、固体電解質層上に設けられた絶縁層と、を有する。リード部は、絶縁層を挟んで固体電解質層上に設けられ、かつ、電極部よりも緻密な層である。また、電極部の後端側には、絶縁層上に設けられ、かつ、リード部に重ね合わされた接続部を有する。また、長手方向について、リード部の先端は絶縁層の先端と同じ位置、又は、絶縁層の先端よりも後端側の位置に配置されている。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

長手方向に延びる板状の固体電解質層と、前記長手方向先端側の前記固体電解質層上に設けられた電極部と、前記電極部に電氣的に接続され前記長手方向後端側に延びるリード部と、前記固体電解質層上に設けられた絶縁層と、を有する積層型のセンサ素子であって、

前記リード部は、前記絶縁層を挟んで前記固体電解質層上に設けられ、かつ、前記電極部よりも緻密な層であり、

前記電極部の後端側には、前記絶縁層上に設けられ、かつ、前記リード部に重ね合わされた接続部を有しており、

前記長手方向について、前記リード部の先端は前記絶縁層の先端と同じ位置、又は、前記絶縁層の先端よりも後端側の位置に配置されている、ことを特徴とするセンサ素子。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のセンサ素子であって、

前記電極部の前記接続部は、前記リード部上に設けられている、ことを特徴とするセンサ素子。

【請求項 3】

被測定ガス中の特定成分の濃度を検出するためのセンサ素子と、該センサ素子を保持するハウジングとを有するガスセンサであって、

前記センサ素子は、請求項 1 又は請求項 2 に記載のセンサ素子であるガスセンサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、センサ素子、及び、センサ素子を備えるガスセンサに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、内燃機関の燃焼制御を行うためにガスセンサが用いられている。ガスセンサは、内燃機関から排出される排気ガス中の特定成分の濃度を検出信号として出力するセンサ素子を備える（例えば、特許文献 1）。

【0003】

特許文献 1 に開示のセンサ素子は、例えばジルコニアを主体とする板状の固体電解質層と、固体電解質層上に形成された一対の電極部と、一対の電極部に接続された一対のリード部と、を有する。このガスセンサは、排気ガスと基準ガス（大気）とによりセンサ素子の一対の電極部間に発生する電位差に基づき、電極部で発生する信号を、リード部を介して外部回路に出力することで、特定成分の濃度を検出する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2010-38904 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、従来のセンサ素子は、電極部とリード部との電氣的信頼性を向上させるために、リード部の先端部が電極部の後端部の一部（以下、「接続部」ともいう。）に重なるように配置されている。つまり、リード部の先端部は直接、もしくは電極部を介して固体電解質層上に形成されている。このため、リード部を介して電極部に電流を流す場合、一対のリード部の先端部間においても電流が流れる。固体電解質層の部分のうち、リード部と直接に導通する部分にも電流が流れる。よって、電極部の接続部とリード部の先端部とが重なる位置に設けられた固体電解質層の一部（以下、「重ね合わせ部」ともいう。）においても、特定成分イオン（例えば、酸素イオン）の移動が行われようとする。

【0006】

ここで、リード部は電極部とは異なり、電極部と外部制御機器との信号を伝達するためのみに利用されるため、電気抵抗を小さくすることが好ましい。よって、自身の内部に排気ガスを取り込むために多孔質とする必要がある電極部に比べ、リード部は緻密にして電気抵抗を小さくすることが好ましい。

【0007】

しかしながら、電極部に比べリード部が緻密となる場合には、一对のリード部の先端部間に電流が流れるものの、固体電解質層の重ね合わせ部では、特定成分イオンの移動が十分に行われない場合がある。詳細には、緻密なリード部の先端部を覆うように電極部の接続部が配置されると、電極部の接続部に排気ガスが取り込まれるものの、電極部の接続部と固体電解質層とが離間することになるため、固体電解質層の重ね合わせ部での特定成分イオンの移動が十分に行われなくなる。また、電極部の接続部を覆うように緻密なリード部の先端部が配置されると、電極部の接続部に排気ガスが取り込まれなくなり、固体電解質層の重ね合わせ部での特定成分イオンの移動が十分に行われなくなる。これにより、センサ素子（特に、固体電解質層）が脆くなり、センサ素子にクラック（亀裂）が生じる場合があった。そして、センサ素子にクラックが生じるとガスセンサの検出精度が低下する場合がある。なお、このような問題は、排ガス中の酸素濃度を検出するために利用されるセンサ素子に限らず、電極部の接続部とリード部の先端部とが固体電解質層上にて重ね合わされたセンサ素子に共通する問題であった。

【0008】

従って本発明は、センサ素子において、電極部よりも緻密なリード部を形成しつつ、センサ素子にクラックが生じる可能性を低減する技術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】

【0009】

〔適用例1〕長手方向に延びる板状の固体電解質層と、前記長手方向先端側の前記固体電解質層上に設けられた電極部と、前記電極部に電氣的に接続され前記長手方向後端側に延びるリード部と、前記固体電解質層上に設けられた絶縁層と、を有する積層型のセンサ素子であって、

前記リード部は、前記絶縁層を挟んで前記固体電解質層上に設けられ、かつ、前記電極部よりも緻密な層であり、

前記電極部の後端側には、前記絶縁層上に設けられ、かつ、前記リード部に重ね合わされた接続部を有しており、

前記長手方向について、前記リード部の先端は前記絶縁層の先端と同じ位置、又は、前記絶縁層の先端よりも後端側の位置に配置されている、ことを特徴とするセンサ素子。

【0010】

適用例1に記載のセンサ素子によれば、電極部の接続部を、絶縁層上まで延ばしてリード部と重ね合わせると共に、長手方向についてリード部の先端を絶縁層の先端と同じ位置、又は、絶縁層の先端よりも後端側の位置に配置させている。つまり、リード部は絶縁層上にのみ配置されることになる。これにより、一对のリード部間全体において、固体電解質層を介して電流が流れることを防止できる。よって、固体電解質層の重ね合わせ部において、イオンの移動が行われることを抑制できるため、センサ素子にクラックが生じる可能性を低減できる。また、適用例1に記載のセンサ素子は、リード部を電極部よりも緻密にできることから、リード部の電気抵抗をより小さくできる。よって、電極部と外部制御機器との信号の伝達がリード部を介して良好に行われる。

【0011】

〔適用例2〕適用例1に記載のセンサ素子であって、

前記電極部の前記接続部は、前記リード部上に設けられている、ことを特徴とするセンサ素子。

一般に、固体電解質層上に各構成部材の一部分同士を重ねて形成する場合、厚さの大きい構成部材を厚さの小さい構成部材の上に形成する方が、一方の構成部材を跨いで形成さ

れた他方の構成部材に亀裂が生じる可能性を低減できる。適用例 2 に記載のセンサ素子によれば、電極部の接続部がリード部よりも上方に位置するように電極部を形成している。これにより、リード部を電極部よりも薄くした場合でも、固体電解質層上の電極部とリード部（特に電極部）に亀裂が生じる可能性を低減できる。また、長手方向に延びるリード部の厚さを電極部の厚さよりも小さくすることで、リード部の材料（特に導電性材料）の使用量を低減でき、センサ素子の製造コストを低減できる。

【0012】

〔適用例 3〕被測定ガス中の特定成分の濃度を検出するためのセンサ素子と、該センサ素子を保持するハウジングとを有するガスセンサであって、前記センサ素子は、適用例 1 又は適用例 2 に記載のセンサ素子であるガスセンサ。

適用例 3 に記載のガスセンサによれば、クラックが生じる可能性を低減したセンサ素子を用いることができることから、ガスセンサの検出精度の低下を抑制できる。

【0013】

なお、本発明は、種々の形態で実現することが可能であり、例えば、センサ素子、センサ素子の製造方法、センサ素子を備えるガスセンサ、センサ素子を備えるガスセンサの製造方法及びガスセンサを被測定ガスが流れる通路に装着した車両等の態様で実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図 1】本発明の第 1 実施例のガスセンサ 1 の断面図である。

【図 2】ガスセンサ 1 に用いられるセンサ素子 10 の分解斜視図である。

【図 3】固体電解質層 201 上に積層される各層の積層態様について説明するための図である。

【図 4】センサ素子 10 の製造方法を示すフローである。

【図 5】第 2 実施例のセンサ素子 10a の積層態様を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

次に、本発明の実施の形態を以下の順序で説明する。

A. 第 1 実施例：

B. 第 2 実施例：

C. 変形例：

【0016】

A. 第 1 実施例：

A-1. ガスセンサの全体構成：

図 1 は、本発明の第 1 実施例のガスセンサ 1 の断面図である。ガスセンサ 1 は、自動車や各種内燃機関における空燃比フィードバック制御に使用するために、それらの排気管に装着される全領域空燃比センサである。なお、図 1 に示すガスセンサ 1 において、下側を先端側、上側を後端側とする。

【0017】

ガスセンサ 1 は、軸線方向に延びる板状のセンサ素子 10 と、センサ素子 10 を内部に保持する筒状の主体金具（「ハウジング」ともいう。）11 とを備える。センサ素子 10 は、測定対象気体となる排ガス中の特定ガス（例えば、酸素）の濃度を検出するための信号を外部に出力する。センサ素子 10 は、主体金具 11 の両側（先端側と後端側）から突出するように保持されている。センサ素子 10 の部分のうち、主体金具 11 の先端側から突出する実質的な検出部分となる先端部には多孔質の保護層 19 が形成されている。

【0018】

主体金具 11 の径方向外側には、排気管にガスセンサ 1 を固定するためのネジ部 11a が設けられている。また、主体金具 11 の径方向内側には、軸線方向に垂直な平面に対して傾きを有するテーパ面を形成する棚部 11b が設けられている。

【0019】

主体金具 11 の内部には、センサ素子 10 の外周を取り囲むように環状のセラミックホルダ 12 と、粉末充填層 13, 14 (以下、滑石リング 13, 14 ともいう。)と、セラミックスリブ 15 とが、この順に先端側から後端側にかけて配置されている。セラミックホルダ 12 や滑石リング 13 の外周には金属ホルダ 16 が配置されている。セラミックホルダ 12 によって主体金具 11 の先端側の気密性が維持される。また、セラミックスリブ 15 の後端側には加締パッキン 17 が配置されている。主体金具 11 の後端は、加締パッキン 17 を介してセラミックスリブ 15 を先端側に押し付けるようにして加締められている。

【0020】

主体金具 11 の先端側には、センサ素子 10 の先端側を囲むように、複数の孔部を有する金属製 (例えば、ステンレス等) のプロテクタ 20 が溶接等によって取り付けられている。プロテクタ 20 は、外側に位置する筒状の外部プロテクタ 21 と、内側に位置する筒状の内部プロテクタ 22 とを備える。ガスセンサ 1 のうち、プロテクタ 20 を含む先端側が排ガス中に晒される。排ガスはプロテクタ 20 の孔部を通過してプロテクタ 20 内部に導入される。内部に導入された排ガスを利用して、センサ素子 10 が特定ガスの濃度を検出するための信号を外部制御機器に出力する。

【0021】

主体金具 11 の後端側には、センサ素子 10 を囲むようにして外筒 26 が固定されている。外筒 26 の後端側の開口には、該開口を塞ぐグロメット 29 が配置されている。グロメット 29 には、5 個の貫通孔 29a (図 1 では 1 個図示) が形成されている。ここで、ガスセンサ 1 は、5 本のリード線 28 (図 1 では 3 本図示) によって外部制御機器と電氣的に接続される。リード線 28 の一部は貫通孔 29a を通ってガスセンサ 1 の内部に配置されている。また、リード線 28 の先端側はガスセンサ 1 の内部に配置された接続端子 27 と電氣的に接続され、後端側は外部制御機器と電氣的に接続されている。

【0022】

外筒 26 の内部には、センサ素子 10 の電極端子部 41 およびヒータ端子部 42 と接続端子 27 とを電氣的に接続させつつ、センサ素子 10 の後端側を取り囲む絶縁コンタクト部材 31 が配置されている。絶縁コンタクト部材 31 は軸線方向に貫通する挿通孔 31a を有する筒状である。また、絶縁コンタクト部材 31 の内部には、センサ素子 10 と接続端子 27 とが挿入されている。センサ素子 10 の電極端子部 41 およびヒータ端子部 42 に接続端子 27 が押圧されて、各構成部材 41, 42, 27 が電氣的に接続されている。以上のように、センサ素子 10 の電極端子部 41 およびヒータ端子部 42 と外部制御機器との間に電流経路が形成されている。

【0023】

絶縁コンタクト部材 31 の径方向外側には鏝部 31b が形成されており、この鏝部 31b が外筒 26 内に設けられた保持部材 32 に支持されることで、絶縁コンタクト部材 31 が外筒 26 の内部に保持されている。

【0024】

A-2. センサ素子の構成：

図 2 は、ガスセンサ 1 に用いられるセンサ素子 10 の分解斜視図である。なお、図 2 では説明の便宜上、保護層 19 の図示は省略している。また、図 2 の左側がガスセンサ 1 の先端側になり、右側が後端側になる。

【0025】

センサ素子 10 は、軸線方向 (長手方向、図 2 中では左右方向) に延びる板状の素子本体 100 と、同じく軸線方向に延びる板状のヒータ 160 と、が積層されることにより一体化されている。素子本体 100 は、表面保護層 140 と、酸素濃度検出セル 110 と、酸素ポンプセル 130 と、層間調整層 120 と、を備える。

【0026】

酸素濃度検出セル 110 は、長手方向 (軸線方向) に延びる板状の第 1 の固体電解質層 115 と、第 1 の固体電解質層 115 を挟む一対の第 1 と第 2 の電極部 112, 118 と

10

20

30

40

50

、第1と第2の電極部112, 118にそれぞれ接続される第1と第2のセンサリード部113, 119と、第1と第2のセンサリード部113, 119と第1の固体電解質層115の間にそれぞれ配置された第1と第2の絶縁層114, 116とを備える。酸素濃度検出セル110は、第1と第2の電極部112, 118との間に定電流が供給されることにより、第1の電極部112を酸素基準電極として機能させる。

【0027】

第1の電極部112は、例えば略四角形状とされ、第1の固体電解質層115の一方の主面（図中、下側の主面）上に形成されている。第1の電極部112は、組み込まれる酸素が充填できる程度の空隙（気孔）を有する。

【0028】

第1のセンサリード部113の先端側（一端側）は、第1の電極部112の後端側（他端側）に接続されている。第1のセンサリード部113は、第1の固体電解質層115の長手方向（ガスセンサ1の軸線方向）に沿って延びている。また、第1のセンサリード部113は、第1の電極部112よりも緻密である。言い換えれば、第1のセンサリード部113は、第1の電極部112よりも気孔率が小さい。さらに言い換えれば、第1のセンサリード部113は、第1の電極部112よりも単位体積当たりの気体透過量が小さい。一般に、同じ材料で形成された導電性部材は、緻密な層ほど電気抵抗は低くなる。よって、第1のセンサリード部113を第1の電極部112よりも緻密な層にすることで、緻密の程度が第1の電極部112と同じ場合よりも、第1のセンサリード部113を介した信号の伝達を良好に行うことができる。

【0029】

第1の絶縁層114は、第1の固体電解質層115上に直接に形成され、第1の固体電解質層115の長手方向に沿って延びる。また、第1の絶縁層114は、第1の固体電解質層115と第1のセンサリード部113との間に位置することで両者115, 113を互いに絶縁させる。すなわち、第1のセンサリード部113は、第1の絶縁層114を挟んで第1の固体電解質層115上に形成されている。

【0030】

第1のセンサリード部113の後端側（他端側）は、第1の絶縁層114に設けられる第1のスルーホール114a、第1の固体電解質層115に設けられる第2のスルーホール115a、層間調整層120に設けられる第3のスルーホール120a、第2の固体電解質層135に設けられる第6のスルーホール135a及び表面保護層140に設けられる第8スルーホール140aを介して電極端子部41に電氣的に接続されている。

【0031】

第2の電極部118は、例えば略四角形状とされ、第1の固体電解質層115の他方の主面（図中、上側の主面）上に形成されている。第2の電極部118は、外部からの排ガスを拡散（通過）できる程度に空隙（気孔）を有する。

【0032】

第2のセンサリード部119の先端側（一端側）は、第2の電極部118の後端側（他端側）に接続されている。第2のセンサリード部119は、第1の固体電解質層115の長手方向（ガスセンサ1の軸線方向）に沿って延びている。また、第2のセンサリード部119は、第1のセンサリード部113と同様に、第2の電極部118よりも緻密である。言い換えれば、第2のセンサリード部119は、第2の電極部118よりも気孔率が小さい。さらに言い換えれば、第2のセンサリード部119は、第2の電極部118よりも単位体積当たりの気体透過量が小さい。一般に、同じ組成で形成された導電性部材は、緻密な層ほど電気抵抗は低くなる。よって、第2のセンサリード部119は、第2の電極部118よりも緻密な層にすることで、緻密の程度が第2の電極部118と同じ場合よりも、第2のセンサリード部119を介した信号の伝達を良好に行うことができる。

【0033】

第2の絶縁層116は、第1の固体電解質層115上に直接に形成され、第1の固体電解質層115の長手方向に沿って延びる。また、第2の絶縁層116は、第1の固体電解

10

20

30

40

50

質層 115 と第 2 のセンサリード部 119 との間に位置することで両者 116, 119 を互いに絶縁させる。すなわち、第 2 のセンサリード部 119 は、第 2 の絶縁層 116 を挟んで第 1 の固体電解質層 115 上に形成されている。

【0034】

第 2 のセンサリード部 119 の後端側（他端側）は、層間調整層 120 に設けられる第 4 のスルーホール 120b、第 3 の絶縁層 134 に設けられる第 5 のスルーホール 134a、第 2 の固体電解質層 135 に設けられる第 7 のスルーホール 135b 及び表面保護層 140 に設けられる第 9 のスルーホール 140b を介して電極端子部 41 に電氣的に接続される。

【0035】

酸素ポンプセル 130 は、長手方向（軸線方向）に延びる板状の第 2 の固体電解質層 135 と、第 2 の固体電解質層 135 を挟む一対の第 3 と第 4 の電極部 132, 138 と、第 3 と第 4 の電極部 132, 138 にそれぞれ接続される第 3 と第 4 のセンサリード部 133, 139 と、第 3 と第 4 のセンサリード部 133, 139 と第 2 の固体電解質層 135 の間にそれぞれ配置された第 3 と第 4 の絶縁層 134, 136 とを備える。酸素ポンプセル 130 は、第 3 と第 4 の電極部 132, 138 間に流れる電流を制御することで、後述する検出室 120c 内に酸素を汲み入れたり、検出室 120c から外部へと酸素分子を汲み出したりする。

【0036】

第 3 の電極部 132 は、例えば略四角形状とされ、第 2 の固体電解質層 135 の一方の主面（図中、下側の主面）上に形成されている。第 3 の電極部 132 は、外部からの排ガスが拡散（通過）できる程度の空隙（気孔）を有する。

【0037】

第 3 のセンサリード部 133 の先端側（一端側）は、第 3 の電極部 132 の後端側（他端側）に接続されている。第 3 のセンサリード部 133 は、第 2 の固体電解質層 135 の長手方向（ガスセンサ 1 の軸線方向）に沿って延びている。また、第 3 のセンサリード部 133 は、第 3 の電極部 132 よりも緻密である。言い換えれば、第 3 のセンサリード部 133 は、第 3 の電極部 132 よりも気孔率が小さい。さら言い換えれば、第 3 のセンサリード部 133 は、第 3 の電極部 132 よりも単位体積当たりの気体透過量が小さい。よって、緻密の程度が同じ場合に比べ、第 3 の電極部 132 と外部制御機器との信号の伝達を第 3 のセンサリード部 133 を介して良好に行うことができる。

【0038】

第 3 の絶縁層 134 は、第 2 の固体電解質層 135 上に直接に形成され、第 2 の固体電解質層 135 の長手方向に沿って延びる。また、第 3 の絶縁層 134 は、第 2 の固体電解質層 135 と第 3 のセンサリード部 133 との間に位置することで両者 133, 135 を互いに絶縁する。すなわち、第 3 のセンサリード部 133 は、第 3 の絶縁層 134 を挟んで第 2 の固体電解質層 135 上に形成されている。

【0039】

第 3 のセンサリード部 133 の後端側（他端側）は、第 3 の絶縁層 134 に設けられる第 5 のスルーホール 134a、第 2 の固体電解質層 135 に設けられる第 7 のスルーホール 135b 及び表面保護層 140 に設けられる第 9 のスルーホール 140b を介して電極端子部 41 と電氣的に接続されている。なお、第 2 のセンサリード部 119 と第 3 のセンサリード部 133 とは第 4 のスルーホール 120b を介して同電位となっている。

【0040】

第 4 の電極部 138 は、例えば略四角形状とされ、第 2 の固体電解質層 135 の他方の主面（図中、上側の主面）上に形成されている。第 4 の電極部 138 は、第 3 の電極部 132 と同様、外部からの排ガスが拡散（通過）できる程度の空隙（気孔）を有する。

【0041】

第 4 のセンサリード部 139 の先端側（一端側）は、第 4 の電極部 138 の後端側（他端側）に接続されている。第 4 のセンサリード部 139 は、第 2 の固体電解質層 135 の

10

20

30

40

50

長手方向（ガスセンサ１の軸線方向）に沿って延びる。また、第４のセンサリード部１３９は、第３のセンサリード部１３３と同様に、第４の電極部１３８よりも緻密である。言い換えれば、第４のセンサリード部１３９は、第４の電極部１３８よりも気孔率が小さい。さらに言い換えれば、第４のセンサリード部１３９は、第４の電極部１３８よりも単位体積当たりの気体透過量が小さい。よって、緻密の程度が第４の電極部１３８と同じ第４のセンサリード部よりも、第４の電極部１３８と外部制御機器との信号の伝達を第４のセンサリード部１３９を介して良好に行うことができる。なお、第１～第４の電極部１１２，１１８，１３２，１３８の緻密の程度は同程度であり、第１～第４のセンサリード部１１３，１１９，１３３，１３９の緻密の程度は同程度である。

【００４２】

第４の絶縁層１３６は、第２の固体電解質層１３５上に直接に形成され、第２の固体電解質層１３５の長手方向に沿って延びる。また、第４の絶縁層１３６は、第２の固体電解質層１３５と第４のセンサリード部１３９の間に位置することで両者１３５，１３９を互いに絶縁する。すなわち、第４のセンサリード部１３９は、第４の絶縁層１３６を挟んで第２の固体電解質層１３５上に形成されている。

【００４３】

第４のセンサリード部１３９の後端側（他端側）は、表面保護層１４０に設けられている第１０のスルーホール１４０ｃを介して電極端子部４１と電気的に接続されている。

【００４４】

酸素濃度検出セル１１０と酸素ポンプセル１３０との間に配置される層間調整層１２０には、第２の電極部１１８と第３の電極部１３２とによって挟まれる部分に検出室１２０ｃとなる空間部が設けられている。そして、検出室１２０ｃの幅方向の両側に、測定ガスをその素子外部における流速に関係なく一定の速度に律速させて導入する拡散律速部１２１が配置されている。拡散律速部１２１は、測定ガスを導入できる程度に多孔質なものとなっている。

【００４５】

また、第２の固体電解質層１３５の表面には、第４の電極部１３８と第４のセンサリード部１３９とを挟み込むようにして、表面保護層１４０が積層されている。表面保護層１４０のうち第４の電極部１３８に重なる部分には貫通孔１４０ｄが設けられており、この貫通孔１４０ｄに電極保護部１４１が嵌め込まれるようにして設けられている。

【００４６】

一方、ヒータ１６０は、アルミナを主体とする第１の基層１６１および第２の基層１６７と、これらに挟まれる発熱抵抗体１６５とを有する。発熱抵抗体１６５は、白金を主体とする発熱部１６３と、この発熱部１６３から第１の基層１６１等の長手方向に沿って延びる一对のヒータリード部１６４とを有している。また、ヒータリード部１６４の末端は、第１の基層１６１に形成されたスルーホール１６９ａ，ｂを介してヒータ端子部４２に接続されている。

【００４７】

以上のように構成されたガスセンサ１の通常利用時（被測定ガス中の特定成分検出時）の動作を参考までに説明する。ガスセンサ１の通常利用時には、外部制御機器のヒータ制御回路によって素子本体１００が活性化する温度（例えば、６００℃以上）までヒータ１６０を加熱する。更に、電極端子部４１を通じて酸素濃度検出セル１１０に微小電流（例えば１５μＡ）を流して、第１の電極部１１２を酸素基準電極（「酸素準備室」とも呼ぶ。）として機能させる。この状態において、検出室１２０ｃ内の雰囲気は理論空燃比に保たれるとき、酸素濃度がほぼ一定に保たれている酸素準備室と第２の電極部１１８との間には、約４５０ｍＶの電圧が発生する。そこで、公知の構成である所定の電気回路を用いて、酸素濃度検出セル１１０の電圧 V_s が４５０ｍＶになるように酸素ポンプセル１３０に流す電流 I_p を適時調整して、検出室１２０ｃ内の雰囲気を理論空燃比に保つ制御を行う。このように、ガスセンサ１を動作させれば、検出室１２０ｃ内を理論空燃比に保つための電流 I_p の値に基づいて、被測定ガス中の酸素の濃度を測定することが可能になる。

10

20

30

40

50

また、上記のような制御を行う際には、外部の酸素（酸素分子）が各電極部 112, 118, 132, 138 でイオン状態となり各固体電解質層 115, 135 を移動する。すなわち、第 1 の固体電解質層 115 を挟む 1 対の電極部 112, 118、第 2 の固体電解質層 135 を挟む 1 対の電極部 132, 138 によって、外部から酸素を各固体電解質層 115, 135 内に取り込み、厚さ方向に酸素イオンの移動を行わせる。

【0048】

なお、以下では、第 1 の固体電解質層 115 および第 2 の固体電解質層 135 を総称して固体電解質層 201 と呼ぶ。また、第 1 の絶縁層 114、第 2 の絶縁層 116、第 3 の絶縁層 134、および第 4 の絶縁層 136 を総称して絶縁層 202 と呼ぶ。また、第 1 の電極部 112、第 2 の電極部 118、第 3 の電極部 132、および第 4 の電極部 138 を総称して電極部 204 と呼ぶ。また、第 1 のセンサリード部 113、第 2 のセンサリード部 119、第 3 のセンサリード部 133、および第 4 のセンサリード部 139 を総称してリード部 205 と呼ぶ。

【0049】

図 3 は、固体電解質層 201 上に積層される各層の積層態様について説明するための図である。図 3 (A) は、固体電解質層 201 の主面を各層の積層方向から見た図である。図 3 (B) は、図 3 (A) の A-A 断面図である。ここでは、代表して第 1 の固体電解質層 115 上に積層される第 2 の電極部 118, 第 2 の絶縁層 116, 第 2 のセンサリード部 119 を図示している。なお、他の電極部や絶縁層やセンサリード部についても同様の積層態様である。

【0050】

図 3 (A) に示すように、固体電解質層 201 上には電極部 204、リード部 205、絶縁層 202 が積層されている。

【0051】

図 3 (B) に示すように、絶縁層 202 は、固体電解質層 201 上に直接に形成されている。リード部 205 は、絶縁層 202 上に直接に形成されており、固体電解質層 201 上には直接に形成されていない。すなわち、リード部 205 は絶縁層 202 を挟んで固体電解質層 201 上に形成されている。また、長手方向（図 3 (B) では左右方向）について、リード部 205 の先端 205 Y は絶縁層 202 の先端 202 Y よりも後端側に配置されている。電極部 204 は、先端側に位置する先端部 204 Y が固体電解質層 201 上に直接に形成され、後端側に位置する後端部 204 W（「特許請求の範囲の「接続部」に相当する）がリード部 205 上に直接に重ね合わされている。すなわち、後端部 204 W は、絶縁層 202 とリード部 205 を挟んで固体電解質層 201 上に形成されている。さらに言い換えれば、先端部 204 Y が固体電解質層 201 の表面に接して配置され、後端部 204 W がリード部 205 上の表面に接して配置され、先端部 204 Y と後端部 204 W を繋ぐ中間部 204 P が固体電解質層 201 から絶縁層 202 に乗り上げるように配置されている。また、リード部 205 の厚さは、電極部 204 の厚さよりも小さい。ここで、上記の厚さの大小関係は各層の部分のうち、最も薄い部分同士を比較した場合の関係である。また、上述のごとく、リード部 205 は電極部 204 よりも緻密な層である。なお、図 3 では図示を省略しているが、長手方向について、リード部 205 の後端は絶縁層 202 の後端よりも先端側に配置されている。

【0052】

A-3. センサ素子の製造方法：

図 4 は、センサ素子 10 の製造方法を示すフローである。まず、部材ごとに焼成前部材を準備する（ステップ S10）。次に、準備した焼成前部材を図 2 及び図 3 に示す順になるように積層し（ステップ S20）、所定圧で加圧して圧着し（ステップ S30）、焼成前のセンサ素子 10 を得る。そして、焼成前のセンサ素子 10 に対し、樹脂抜きと焼成を施すことでセンサ素子 10 は作製される（ステップ S40）。以下では、焼成後の部材とこれに対応する焼成前の部材とは、便宜上、同一符号を用いて説明する。

【0053】

焼成前の第1と第2の基層161, 167 (図2) は、例えば以下の手順により作製する (ステップS10)。まず、アルミナ粉末97質量%及びシリカ3質量%からなる粉末と、バインダ及び可塑剤とを湿式混合により分散したスラリーを準備する。そして、ドクターブレード装置を使用したシート成形法により、このスラリーをシート状 (板状) 部材に成形する。そして、シート状部材を所定の大きさに切断することで、焼成前の第1と第2の基層161, 167が作製できる。焼成前の第1の基層161にはスルーホール169a, 169bを形成する。

【0054】

また焼成前の発熱抵抗体165 (図2) は、例えば白金を主成分とするペーストを準備し (ステップS10)、スクリーン印刷により未焼前の第1の基層161上に作製する (ステップS20)。

10

【0055】

また焼成前の層間調整層120 (図2) は、例えば以下の手順により作製する (ステップS10)。まず、上記第1と第2の基層161, 167の作製時に成形したシート状部材を所定の大きさに切断する。そして、切断したシート状部材の所定位置に検出室120cとスルーホール120a, bを形成する。また、アルミナ粉末とカーボン粉末とバインダと可塑剤とを湿式混合により分散させたスラリーを準備する。そして、準備したスラリーを用いて、焼成前の拡散律速部121を形成する。

【0056】

また焼成前の表面保護層140 (図2) は、例えば以下の手順により作製する (ステップS10)。まず、上記第1と第2の基層の作製時に成形したシート状部材を所定の大きさに切断する。そして、切断したシート状部材の所定位置に貫通孔140dとスルーホール140a, b, cを形成する。また、アルミナ粉末63質量%、シリカ3質量%、カーボン粉末34質量%からなる原料粉末と、バインダと可塑剤とを湿式混合により分散させたスラリーを準備する。そして、準備したスラリーを用いて焼成前の電極保護部141を形成する。

20

【0057】

また焼成前の固体電解質層201 (図2) は、例えば以下の手順により作製する (ステップS10)。まず、ジルコニア粉末97質量%とシリカ3質量%とからなる原料粉末と、バインダと、可塑剤とを湿式混合に分散させたスラリーを準備する。そして、このスラリーをシート状 (板状) 部材に成形し、所定の大きさに切断することで、焼成前の固体電解質層201が作製できる。また、焼成前の固体電解質層201には必要に応じてスルーホール135a, bを形成する。

30

【0058】

また焼成前の絶縁層202 (図2) は、例えば以下の手順により作製する (ステップS10)。まず、シリカ粉末とアルミナ粉末との合計を100質量%とした場合にシリカが3質量%であり、アルミナ粉末が97質量%となるように配合したスラリーを作製する。また、バインダ、可塑剤及びアセトンを混合したバインダ溶液と有機溶剤とを準備する。そして、バインダ溶液と有機溶剤を作製したスラリーに加え、混練しながらアセトンを蒸発させて絶縁層用ペーストを調製する。得られた絶縁層用ペーストを積層体 (例えば、第2の絶縁層116を作製する場合は、第1の固体電解質層115上に板状にスクリーン印刷する。これにより焼成前の絶縁層202が作製できる。

40

【0059】

また焼成前のリード部205 (図2) は、例えば以下の手順により作製できる (ステップS10)。まず導電性材料 (例えば、白金や金等の貴金属) と、ジルコニア粉末やアルミナ粉末を配合したスラリーを作製する。本実施例では、導電性材料として白金粒子を用いている。また、バインダ、可塑剤及びアセトンを混合したバインダ溶液と有機溶剤とを準備する。そして、バインダ溶液と有機溶剤を作製したスラリーに加え、混練しながらアセトンを蒸発させてリード部用ペーストを調製する。得られたリード部用ペーストを絶縁層202上にスクリーン印刷する。これにより焼成前のリード部205が作製できる。

50

【0060】

また焼成前の電極部204（図2）は、例えば以下の手順により作製できる（ステップS10）。まず電極材料（例えば、白金や金等の貴金属）と、ジルコニア粉末とを混合したスラリーを作製する。本実施例では、電極材料としては白金粒子を用いている。また、バインダ、可塑剤及びアセトンを混合したバインダ溶液と有機溶剤とを準備する。そして、バインダ溶液と有機溶剤を作製したスラリーに加え、混練しながらアセトンを蒸発させて電極用ペーストを調整する。得られた電極用ペーストを固体電解質層201上からリード部205上に亘ってスクリーン印刷する。具体的には、固体電解質層201の部分のうち、絶縁層202やリード部205が積層されていない先端側部分からリード部205の先端側が積層されている部分までスクリーン印刷する。これにより、焼成前の電極部204が作製できる。また、これにより電極部204とリード部205とが接続される。

10

【0061】

ここで、焼成前及び焼成後のリード部205の厚さが、焼成前及び焼成後の電極部204の厚さよりも小さくなるように各ペーストはスクリーン印刷される。

【0062】

また、焼成後のリード部205が焼成後の電極部204よりも緻密になるように、焼成前のリード部205と焼成前の電極部204は作製される。このような緻密の程度が異なる電極部204とリード部205は、例えば、ペースト中のバインダの割合をペースト毎に代えることで作製できる。具体的には、リード部用ペースト中のバインダの割合を、電極部用ペースト中のバインダの割合よりも低くする。こうすることで、焼成時等にバインダを焼失するため（脱バインダ）、電極部204よりもリード部205が緻密になる。また、例えば、電極部204で用いられる電極材料に比べ融点の低い導電性材料を用いてリード部用ペーストを作製する。例えば、電極材料に白金粉末を用いる場合は、導電性材料に銅粉末を用いる。こうすることで、焼成時に銅電性材料を溶解させることで、電極部204よりもリード部205が緻密になる。さらに、例えば、電極部204で用いられる電極材料に比べ粒径が小さい導電性材料や、粒子の形状がより真円形状である導電性材料を用いてリード部用ペーストを作製する。こうすることで、電極部204よりもリード部205が緻密になる。

20

【0063】

なお、電極部204やリード部205の緻密度合いは、例えば、Heリークディテクター(Vacuum Instrument Corporation製 MS-50)等を用いたリーク試験によって測定できる。

30

【0064】

焼成前の電極端子部41及びヒータ端子部42（図2）は、例えばジルコニア粉末と白金粉末とを配合したペーストを準備し（ステップS10）、所定のスルーホール内に流入するようにスクリーン印刷し、乾燥させることで作製する（ステップS20）。

【0065】

積層した焼成前部材は、加圧圧着され（ステップS30）、樹脂抜きと焼成が施されセンサ素子10が作製される（ステップS40）。

【0066】

上記のように、第1実施例のガスセンサ1は、電極部204の後端部204Wを絶縁層202上まで延ばしてリード部205と重ね合わせると共に、リード部205の先端205Yを絶縁層202の先端202Yよりも後端側に配置している（図3（B））。つまり、ガスセンサ1は、リード部205が固体電解質層201に直接に接しておらず、絶縁層202上のみ配置されたセンサ素子10を備える（図3）。すなわち、リード部205は、リード部205が積層された絶縁層202によって固体電解質層200と絶縁されている。これにより、リード部205を介して電極部204に電流を流した場合に、酸素イオンの移動は一对の電極部204のみ（電極部204のうち、絶縁層202上に配置された部分を除く）に対応する固体電解質層201の部分において行われる。すなわち、電極部204よりも緻密な層である一对のリード部205と、固体電解質層201の部分のう

40

50

ち一对のリード部205間全体において固体電解質層201を介して電流が流れることを防止できる。よって、リード部205に対応する固体電解質層201において、酸素イオンの移動が行われることがないため、固体電解質層201のブラックニング（黒化現象）の発生を抑制でき、固体電解質層201が脆くなる可能性を低減できる。以上より、センサ素子10にクラックが生じる可能性を低減でき、ガスセンサ1の検出精度の低下を抑制できる。また、リード部205を電極部204よりも緻密にでき、これにより、リード部205の電気抵抗をより小さくでき、電極部204と外部制御機器との信号の伝達を良好に行うことができる。

【0067】

また一般に、スクリーン印刷等により、ある層上に他の層の一部分を重ねて形成する場合、厚さの小さい層上に厚さの大きい層を配置する方が、ある層を跨いで形成された他の層に亀裂が生じる可能性を低減できる。ここで本実施例では、リード部205と電極部204との接続（導通）は、リード部205上にリード部205よりも厚さの大きい電極部204の後端部204Wが覆うようにして行われている（図3（B））。すなわち、電極部204の後端部204Wが、絶縁層202とリード部205を挟んで固体電解質層201上に形成されることで、リード部205と電極部204とが接触する重なり部300が形成されている。よって、電極部204上にリード部205が覆うようにして両者204、205の接続を図るよりも、電極部204とリード部205に亀裂が生じる可能性を低減できる。これにより、電極部204とリード部205との電氣的接続を安定に維持できる。また、電極部204よりもリード部205が薄いことから、長手方向に延びるリード部205の材料（特に、導電性材料）の使用量を低減でき、センサ素子10の製造コストを低減できる。

【0068】

B. 第2実施例：

図5は、第2実施例のセンサ素子10aの積層態様を示す図である。第1実施例のセンサ素子10と異なる点は、電極部204aとリード部205aの積層の順番と、電極部204aとリード部205aの厚さの関係である。電極部204aとリード部205aは同じ厚さである。その他のセンサ素子10aの構成（例えば、表面保護層140やヒータ160）については、第1実施例のセンサ素子10の構成と同様であるため、図示及び説明を省略する。また、第2実施例のセンサ素子10aは、第1実施例と同様にガスセンサ1

【0069】

センサ素子10aは、第1実施例と同様に、リード部205aが絶縁層202aを挟んで固体電解質層201a上に形成されており、リード部205aの先端205Yaが絶縁層202aの先端202Yaよりも後端側に配置されている。さらに、第1実施例と同様に、リード部205aの後端は絶縁層202aの後端よりも先端側に配置されている。このように、第1実施例と同様に固体電解質層201aとリード部205aとの間には必ず絶縁層202aが位置している。

【0070】

ここで、電極部204aの後端部204Waは絶縁層202a上に直接に形成されている。また、リード部205aの先端部205Yaは他端部204Wa上に形成されている。これにより、リード部205aと電極部204aとが接触する重なり部300aが形成されている。このような積層態様のセンサ素子10aは、例えば以下のようにして作製できる。まず、焼成前の固体電解質層201a上に絶縁層用ペーストをスクリーン印刷することで、焼成前の絶縁層202aを形成する。そして、電極用ペーストを焼成前の固体電解質層201aから焼成前の絶縁層202aに亘ってスクリーン印刷することで、焼成前の電極部204aを形成する。そして、リード部用ペーストを焼成前の絶縁層202aから焼成前の電極部204aの他端部204Waに亘ってスクリーン印刷することで焼成前のリード部205aを形成する。また、第1実施例と同様に、他の構成部材（例えば、表面保護層140等）を積層し、焼成前のセンサ素子10aを得る。そして、焼成前のセン

サ素子 10 a を所定圧で加圧して圧着した後に、樹脂抜きと焼成を施すことでセンサ素子 10 a は作製できる。

【0071】

第 2 実施例のセンサ素子 10 a は、リード部 205 a が固体電解質層 201 a に直接に接しておらず、絶縁層 202 a 上のみ形成されている。よって、第 1 実施例と同様に、一対のリード部 205 a 間全体において固体電解質層 201 a を介して電流が流れることを防止できる。よって、リード部 205 a に対応する固体電解質層 201 a において、酸素イオンの移動が行われることがないため、固体電解質層 201 a が脆くなる可能性を低減できる。よって、第 1 実施例と同様に、センサ素子 10 a にクラックが生じる可能性を低減でき、ガスセンサの検出精度の低下を抑制できる。

10

【0072】

C. 変形例：

なお、上記実施例における構成要素の中の、特許請求の範囲の独立項に記載した要素以外の要素は、付加的な要素であり、適宜省略可能である。また、本発明の上記実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の形態において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

【0073】

C-1. 第 1 変形例：

上記第 1 実施例のセンサ素子 10 は、リード部 205 の厚さが電極部 204 の厚さよりも小さい関係を有していたが（図 3（B））、これに限定されるものではない。また、第 2 実施例のセンサ素子 10 a は、リード部 205 a と電極部 204 a の厚さが同じであったが（図 4）、これに限定されるものではない。すなわち、センサ素子 10、10 a は、リード部 205、205 a が絶縁層 202、202 a を挟んで固体電解質層 201、201 a 上に形成されていれば、電極部 204、204 a との厚さの関係は任意で良い。このようにしても、上記実施例と同様に、リード部対応部分において電流が流れて固体電解質層 201 が脆くなる可能性を低減でき、センサ素子 10、10 a にクラックが生じる可能性を低減できる。

20

【0074】

C-2. 第 2 変形例：

上記第 1 実施例のセンサ素子 10、及び第 2 実施例のセンサ素子 10 a は、リード部 205、205 a の先端 205 Y、205 Y a が絶縁層 202、202 a の先端 202 Y、202 Y a よりも後端側に位置していたが、これに限定されるものではない。すなわち、固体電解質層 201、201 a の長手方向について、リード部 205、205 a の先端 205 Y、205 Y a と絶縁層 202、202 a の先端 202 Y、202 Y a とが同位置でもよい。このようにしても、上記実施例と同様に、固体電解質層 201、201 a が脆くなる可能性を低減でき、センサ素子 10、10 a にクラックが生じる可能性を低減できる。

30

【0075】

C-3. 第 3 変形例：

上記第 1 実施例のセンサ素子 10、及び第 2 実施例のセンサ素子 10 a は、電極部 204 の後端部 204 W、204 W a がリード部 205、205 a の先端 205 Y、205 Y a よりも幅が狭くなるように形成されていたが、これに限定されるものではない。すなわち、電極部 204 の後端部 204 W、204 W a とリード部 205、205 a の先端 205 Y、205 Y a とが同じ幅、もしくは幅が広く、更には、電極部 204 の先端部 204 Y、204 Y a と同じ幅となるように形成されていてもよい。

40

【0076】

C-4. 第 4 変形例：

上記実施例では、電極部 204、204 a の形状は略四角形状であったが、これに限定されるものではない。例えば、電極部 204、204 a の形状は、多角形状や円形状でも良い。

50

【 0 0 7 7 】

C-5. 第5変形例：

上記実施例では、センサ素子10、10aは、排気管中を流れる排ガス中の酸素濃度の検出をするためのガスセンサ1に用いられていたが、これに限定されるものではなく、測定対象気体となるガス中の特定成分を検出や、特定成分の濃度検出を行う各種ガスセンサ適用できる。例えば、センサ素子10、10aは、ガス中のNO_xの検出や、NO_x濃度を検出するNO_xセンサに用いても良い。

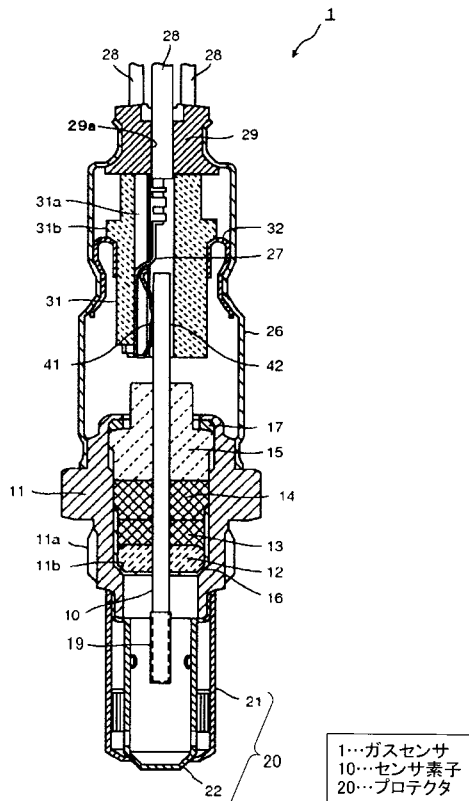
【符号の説明】

【 0 0 7 8 】

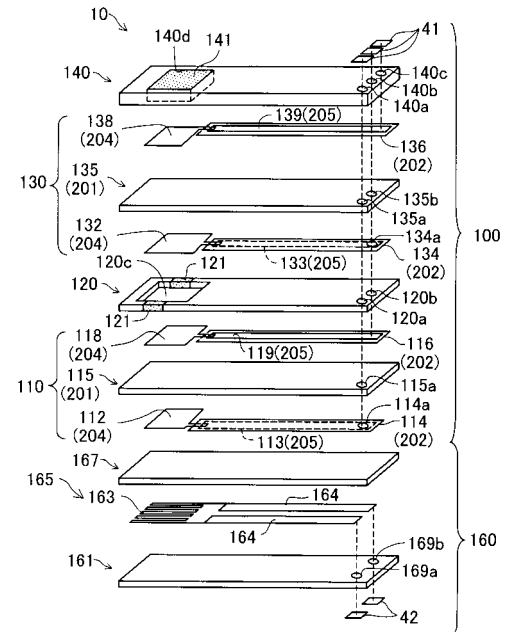
1…ガスセンサ	10
10、10a…センサ素子	
11…主体金具	
19…保護層	
20…プロテクタ	
41…電極端子部	
42…ヒータ端子部	
100…素子本体	
110…酸素濃度検出セル	
112…第1の電極部	
113…第1のセンサリード部	20
114…第1の絶縁層	
115…第1の固体電解質層	
116…第2の絶縁層	
118…第2の電極部	
118P…中間部分	
119…第2のセンサリード部	
120…層間調整層	
120c…検出室	
121…拡散律速部	
130…酸素ポンプセル	30
132…第3の電極部	
133…第3のセンサリード部	
134…第3の絶縁層	
135…第2の固体電解質層	
136…第4の絶縁層	
138…第4の電極部	
139…第4のセンサリード部	
140…表面保護層	
141…電極保護部	
160…ヒータ	40
161…第1の基層	
163…発熱部	
164…ヒータリード部	
165…発熱抵抗体	
167…第2の基層	
201、201a…固体電解質層	
202、202a…絶縁層	
202Y、202Ya…先端	
204…電極部	
204W…後端部	50

204 Y…先端部
 204 a…電極部
 204 W a…後端部
 205, 205 a…リード部
 205 Y, 205 Y a…先端
 300, 300 a…重なり部

【図 1】

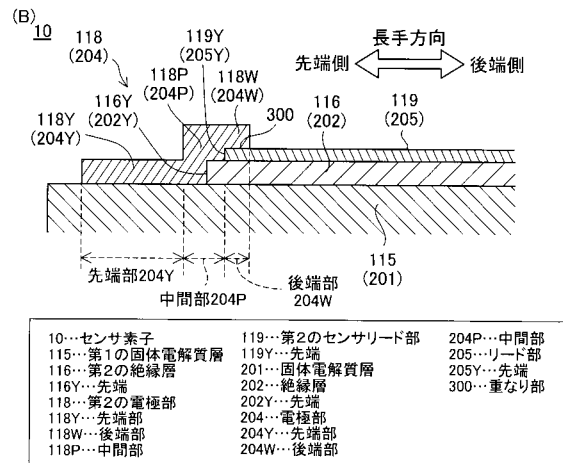
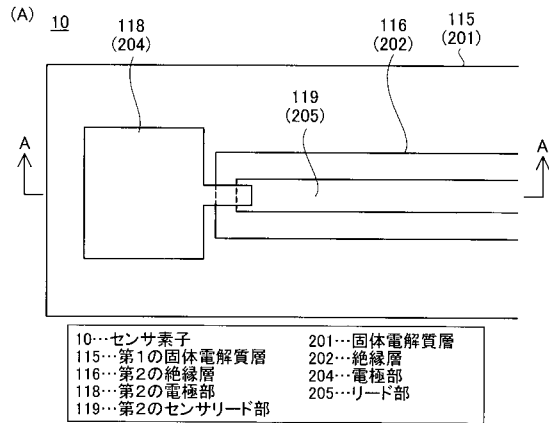


【図 2】

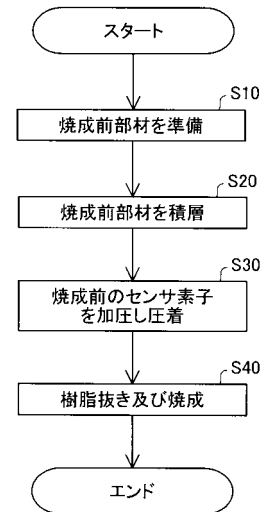


10…センサ素子	130…酸素ポンプセル
100…素子本体	132…第3の電極部
110…酸素濃度検出セル	133…第3のセンサリード部
112…第1の電極部	134…第3の絶縁層
113…第1のセンサリード部	135…第2の固体電解質層
114…第1の絶縁層	136…第4の絶縁層
115…第1の固体電解質層	138…第4の電極部
116…第2の絶縁層	139…第4のセンサリード部
118…第2の電極部	201…固体電解質層
119…第2のセンサリード部	202…絶縁層
	204…電極部
	205…リード部

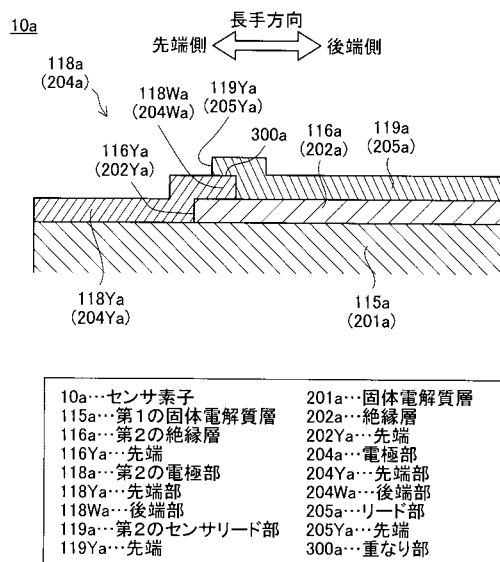
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G004 BB04 BC02 BD11 BD15 BE01 BF01 BF19 BF27 BG05 BH04
BH08 BH11 BJ02 BM07