

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,
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： ガスセンサおよびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、被測定雰囲気中のガス濃度、例えば酸素濃度を検知するガスセンサとその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 酸素濃度を検知する検出素子として種々の材料からなる酸素センサが知られている。例えば、セラミック焼結体を用いた酸素センサの材料組成として、 $\text{LnBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ と $\text{Ln}_2\text{BaCuO}_5$ （Lnは希土類元素）とを混合した複合セラミックスを用いた酸素センサが知られている（特許文献1）。

[0003] セラミック焼結体を用いた酸素センサは、電圧を印加すると線状材（センサ素子）の一部が赤熱するホットスポット現象を用いて酸素濃度を検出している。このようなホットスポット式の酸素センサでは、酸素センサ素子の結晶構造中に取り込まれた O^{2-} イオンがプラス電極側へ移動する特性がある。一方、このときに発生するホットスポットは、 O^{2-} イオンが減少したマイナス電極側へ移動する特性がある。

[0004] 上記の特性があることから、酸素センサ素子におけるホットスポットの発生位置を制御できないが、特許文献2では、線状体等からなるセンサ素子に設けたくびれ部をホットスポット部として、それによりセンサ素子の特定位置にホットスポットを発生させている。また、特許文献3は、素子の中央部をくびれ状にして、その部分の断面積を小さくすることで他の部分よりも抵抗値を大きくして、そのくびれ部にホットスポットを出現させるようにしている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2007-85816号（特許第4714867号）公報

特許文献2：特開平10-73549号公報

特許文献3：特開2000-19143号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上述した従来のホットスポット式酸素センサは、断面積が一様な細長い直方体形状、あるいは、素子の中央部にくびれ部を有する細長い直方体状の形状を有する。このようなセンサ素材において、高熱を発するホットスポットがマイナス電極に近い位置に発生すると、その電極材料を著しく劣化させるという問題がある。

[0007] また、特許文献2、3のように素子の特定位置にホットスポットを発生させたり、あるいは、ホットスポットの出現を確実にするため素子にくびれ部を設けることは、線状体であるセンサ素子に脆弱部を形成することになり、センサ素子の強度が低下する。さらに、くびれ部を設けることはセンサ素子の製造工程を複雑にするだけでなく、そのセンサ素子を使用した酸素センサの劣化、耐久性の低下の原因となる。

[0008] 本発明は、上述した課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、脆弱部を形成することなく、ホットスポットの発生部を固定化できるガスセンサを提供することである。

課題を解決するための手段

[0009] 上記の目的を達成し、上述した課題を解決する一手段として以下の構成を備える。すなわち、本発明は、センサ素子に電圧を印加したときの電流値または抵抗値の変化をガス濃度として検出するセラミック焼結体からなるガスセンサであって、前記センサ素子は長手方向の両端に形成した一对の電極部の一方の電極側から他方の電極側に向かって断面積が変化する形状を有することを特徴とする。

[0010] 例えば、前記一方の電極側から前記他方の電極側に向かって前記断面積が一様にあるいは段階的に増加あるいは減少することを特徴とする。例えば、前記センサ素子は厚さが一定であり、前記一方の電極側から前記他方の電極側に向かって幅が一様にあるいは段階的に増加あるいは減少することを特徴

とする。また、例えば、前記センサ素子は前記一方の電極側から前記他方の電極側に向かって厚さと幅が一様にあるいは段階的に増加あるいは減少することを特徴とする。例えば、前記一对の電極部のうち前記センサ素子の断面積が大きい側に形成した電極部をマイナス電極とし、該断面積が小さい側に形成した電極部をプラス電極とすることを特徴とする。さらに例えば、前記マイナス電極と前記プラス電極は電極サイズがほぼ等しいか、あるいは該マイナス電極の電極サイズが該プラス電極の電極サイズよりも大きいことを特徴とする。また、例えば、前記マイナス電極と前記プラス電極の双方が前記センサ素子の同一面側に形成され、あるいは該マイナス電極と該プラス電極のいずれか一方が該センサ素子の上面側に形成され他方が該センサ素子の下面側に形成されていることを特徴とする。

[0011] また、本発明に係るガスセンサの製造方法は、センサ素子に電圧を印加したときの電流値または抵抗値の変化をガス濃度として検出するセラミック焼結体からなるガスセンサの製造方法であって、前記センサ素子の原材料を混合して形成したスラリーからグリーンシートを作製する工程と、前記グリーンシートを打ち抜いて所定径のパンチ穴を形成したリング状の第1のグリーンシートを作製する工程と、前記第1のグリーンシートの前記パンチ穴の周縁部と、該シートのリング外周縁部とに沿って帯状の電極を形成したリング状の第2のグリーンシートを作製する工程と、前記第2のグリーンシートを最上層にして複数枚の前記第1のグリーンシートとともに同軸状態で積層したリング状積層体を作製する工程と、前記リング状積層体の軸を中心に一定角度ごと円周方向に回転してできる該リング状積層体の直径方向の複数の仮想線に沿って該積層体を切断する工程と、前記切断により個片化されたセンサ素子を焼成後、長手方向の両端部に一对の電極を形成する工程とを備えることを特徴とする。

[0012] 例えば、前記リング状積層体の切断工程では、該積層体をその軸を中心に一定角度ごと円周方向に回転し、その回転に同期させながら、該積層体の上部に配置したカッター部を垂直下方に所定距離移動して該積層体を切断する

か、あるいは、前記リング状積層体を固定し、該積層体の上部に配置したカッター部を該積層体の軸を中心に一定角度ごと円周方向に回転させながら垂直下方に所定距離移動することで該積層体を切断することを特徴とする。

[0013] さらに、本発明に係るガスセンサの製造方法は、センサ素子に電圧を印加したときの電流値または抵抗値の変化をガス濃度として検出するセラミック焼結体からなるガスセンサの製造方法であって、前記センサ素子の原材料を混合して形成したスラリーから長尺のグリーンシートを作製する工程と、前記グリーンシートの長尺方向を横切る方向に所定間隔で該グリーンシートをジグザグ状に切断して、平面視ほぼ台形状の個片化されたセンサ素子を作製する工程と、前記個片化されたセンサ素子を焼成し、長手方向の両端部に一对の電極を形成する工程とを備えることを特徴とする。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、ガスセンサにおけるホットスポットの発生位置を固定して、ホットスポットによる電極部の劣化等を防止できる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の実施の形態例に係る酸素センサの外観斜視図である。
[図2]本実施の形態例に係る酸素センサの製造工程を時系列で示すフローチャートである。
[図3]図2の各製造工程に対応する部材の加工の様子等を示す図である。
[図4]図2の各製造工程に対応する部材の加工の様子等を示す図である。
[図5]変形例1に係るセンサ素子の作製例を示す図である。
[図6]変形例2に係るセンサ素子の外観斜視図である。
[図7]変形例3に係るセンサ素子を平面視して示す図である。
[図8]変形例3に係るセンサ素子をグリーンシートから打ち抜くパターンの一例を示す図である。
[図9]変形例4に係るセンサ素子の外観斜視図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明に係る実施の形態例について添付図面を参照して詳細に説明

する。ここでは、ガスセンサとして酸素センサを例に挙げて説明する。図1は、本発明の実施の形態例に係る酸素センサの外観斜視図である。なお、酸素センサは、耐熱ガラスからなる円筒形のガラス管等の管状体内部にセンサ素子を收容した構成をとるが、ここでは、管状体を省略している。

[0017] 図1に示す本実施の形態例に係る酸素センサ10は、センサ素子12と、そのセンサ素子12の長手方向両端部に対向して形成された一对の電極13, 15と、電極13, 15それぞれに接続されたリード線17, 19とを備える。

[0018] センサ素子12は、一方の電極側の素子断面積と他方の電極側の素子断面積とが異なる形状を有する。具体的には、プラス(+)側の電極13からマイナス(-)側の電極15に向かって、センサ素子12の断面積が一様に増大する形状を有する。

[0019] ここでは、図1のA-A'矢視線に沿ってセンサ素子12を切断したマイナス側の断面積S1と、矢視B-B'矢視線に沿ってセンサ素子12を切断したプラス側の断面積S2との比率を、例えば、1.5:1~2:1とする。

[0020] センサ素子12は、例えば $L_nBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ と L_nBaCuO_5 とを混合したセラミック焼結体からなる。この組成式において L_n は希土類元素(例えば、Sc(スカンジウム)、Y(イットリウム)、La(ランタン)、Nd(ネオジム)、Sm(サマリウム)、Eu(ユウロピウム)、Gd(ガドリニウム)、Dy(ジスプロシウム)、Ho(ホルミウム)、Er(エルビウム)、Tm(ツリウム)、Yb(イッテルビウム)、Lu(ルテチウム)等)である。また、 δ は酸素欠陥(0~1)を表している。

[0021] 次に、本実施の形態例に係る酸素センサと、プラス電極側からマイナス電極側に至る断面積が一様で、細長い直方体形状のセンサ素子からなる従来の酸素センサとを対比した結果を説明する。対比の際には、両端に銅(Cu)等からなる金属製の導電キャップ(口金)が嵌着された、耐熱ガラスからなる円筒形のガラス管の内部に酸素センサを收容し、導電キャップに電源に接

続いてセンサ素子に電流を流し、ホットスポット発現の様子を観察した。

[0022] 上記観察の結果、従来の酸素センサでは、ホットスポットがセンサ素子のマイナス側の電極付近に発生したが、本実施の形態例に係る酸素センサでは、センサ素子の中央部にホットスポットが発生することが分かった。

[0023] よって、本実施の形態例に係る酸素センサでは、ホットスポットの発生位置を、センサ素子両端部に形成した一对の電極からほぼ等しい距離にある位置とすることができる。これにより、ホットスポット熱による電極部への損傷を回避できる。また、ホットスポットの発生位置を制御するために、従来のようにセンサ素子にくびれ部を設ける必要がないため、センサ素子に脆弱部が形成されることも回避できる。

[0024] 次に、本実施の形態例に係る酸素センサの製造方法について説明する。図2は、本実施の形態例に係る酸素センサの製造工程を時系列で示すフローチャートであり、ここでは、プラス電極からマイナス電極方向に向かってセンサ素子の断面積が一様に増加する素子構造を持つ、図1に示す酸素センサの製造方法を説明する。また、図3および図4は、図2に示す酸素センサの各製造工程に対応する部材の加工の様子等を示す。

[0025] 図2のステップS1では、酸素センサのセンサ素子の原材料の混合・粉砕を行う。具体的には、酸素センサ素子の材料として $\text{LnBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ と $\text{Ln}_2\text{BaCuO}_5$ と（Lnは希土類元素）を混合し、その混合原料をボールミル等で粉砕して粒を揃える。

[0026] ステップS2において、上記の工程で得られた材料に対して、例えば900～1000℃による熱処理（仮焼き）を行う。ステップS3では、仮焼きした原料をボールミル等により粉砕して粒を揃えた後、スラリーを作製する。ここでは、仮焼きした材料にバインダ樹脂（例えば、ブチラール樹脂（PVB樹脂）、分散剤（例えば、トリオレイン酸ソルビタン）、可塑剤（例えば、フタル酸ビス（2-エチルヘキシル）、DOP）、希釈溶剤（例えば、2-エチルヘキサノール等）を混合する。

[0027] ステップS4では、ドクターブレードにより成膜して、例えば10～10

0 μ m程度のグリーンシートを作製する。続くステップS5において、例えば、図3(a)に示すように、メカニカルパンチ等によりグリーンシート20に中心円21a~21dを打ち抜く。

[0028] ステップS6は、後述する積層体の最上層に位置するリング状グリーンシート27aと、その下層に積層されるリング状グリーンシート27b~27dを同一シートに形成し、電極を印刷する工程である。具体的には、図3(a), (b)に示すように、積層体の最上層のリング状グリーンシート27aの中心円に対応する中心円21aの内周縁部に沿って、例えば銀(Ag)ペーストからなる電極材をリング状にスクリーン印刷してプラス電極25を形成する。

[0029] プラス電極の形成と同時に、中心円21aの中心からリング状グリーンシート27aの半径（つまり、センサ素子の長軸方向の長さ）に合わせた距離にある外周部22aに沿ってリング状に電極材をスクリーン印刷して、マイナス電極23を形成する。他の中心円21b~21dについては電極を形成せず、打ち抜いたままにしておく。

[0030] ステップS7では、中心円21a~21dの中心からリング状グリーンシートの半径（センサ素子の長さ）に合わせて規定した外周部22a~22d（中心円21aについては、外周部22aはマイナス電極23の外周縁となる。）に沿って、グリーンシート20をメカニカルパンチ等により打ち抜く。図3(c)は、グリーンシート20より打ち抜かれ、リング状に成形されたグリーンシート（リング状グリーンシート）27a~27dを示している。

[0031] ステップS8では、図3(d)に示すように、電極を設けていないリング状グリーンシート27b~27dの最上部に、内外の周縁部に電極部23, 25が形成されたリング状グリーンシート27aを載置し、これらのリング状グリーンシートの中心穴に棒状ピン31を挿通して位置合わせしながら積層する。そして、リング状グリーンシートの積層物を、例えば一軸プレス機で加圧して、図3(e)に示す所定厚の積層体33を作製する。

- [0032] ここでは、リング状グリーンシート 27a と、その下層に 3 枚のリング状グリーンシート 27b ~ 27d を積層して積層体を作製したが、積層枚数はこれに限定されず、作製する積層体の厚さに合わせて必要な枚数のリング状グリーンシートを積層する。
- [0033] また、ここでは同一のシートに各層のリング状グリーンシートを形成する方法を記載したが、同一のシートに最上層となる複数のリング状グリーンシート 27a をまとめて形成する方法であってもよい。
- [0034] ステップ S9 において、製品（センサ素子）のサイズに合わせて積層体 33 を切断（ダイシング）する。ここでは、図 4（a）に示すように、積層体 33 をギロチンステージ 35 に吸着して固定し、そのギロチンステージ 35 を、積層体 33 の円中心を軸として一定角度（例えば、10 度ずつ）回転させながら、カッター 37 を垂直下方に所定距離移動して、積層体 33 を切断する。
- [0035] ステップ S10 では、上記のダイシング工程で切断され、図 4（b）に示すように個片化されたセンサ素子 32 を大気中で、例えば、920℃で 10 時間、焼成する。なお、焼成前の積層体に対して脱バインダーを行い、焼成後の積層体にアニール処理をしてもよい。
- [0036] ステップ S11 では、図 4（c）に示すように、焼成後のセンサ素子 42 のプラス電極 43 とマイナス電極 45 それぞれに、例えば導電ペースト等によりリード線 47, 49 を取り付ける。リード線の取付け法は、上記に限定されず、例えば、パルスヒート電源を用いて接合部を瞬時加熱してはんだ付け、あるいは溶接してもよいし、超音波振動あるいは熱圧着によるワイヤーボンディングを使用してもよい。
- [0037] 上記のように個片化され、焼成されたセンサ素子は、例えば長さが 5 mm であり、酸素センサの外形寸法（サイズ）は、例えばガラス管の直径が 5 mm、長さが 20 mm、通気孔の径が 2.5 mm である。よって、センサ素子を上記の寸法とすることで、酸素センサにおいて、例えばガラス管の通気孔を介してセンサ素子の交換が可能となる。

[0038] なお、図1に示す酸素センサ10では、センサ素子12の長手方向の同一面（上面）側両端部に一对の電極13，15を形成しているが、これに限定されず、例えば、センサ素子12の一方端の上面側と他方端の下面側に一对の電極を形成してもよい。

[0039] また、図1の酸素センサ10の軸方向の両側面が、プラス電極とマイナス電極間において平面視直線状に延びているが、これに限定されない。センサ素子の両電極間において断面積が一様に増大するという要件を満たす限り、プラス電極とマイナス電極間の両側面が平面視曲線状に変化しても、あるいは一方側面が平面視曲線状に変化し、他方側面が平面視直線状に変化する形状であってもよい。

[0040] 上述したように、ホットスポット式のセンサ素子においては O^{2-} イオンの移動方向と逆方向側、つまり、 O^{2-} イオンの減少したマイナス電極側の抵抗値が高くなることから、本実施の形態例に係る酸素センサでは、プラス（+）の電極側からマイナス（-）の電極側に向かってセンサ素子の断面積が一様に増大する形状としたことで、マイナス電極側へ移動しようとするホットスポットを低抵抗側へ誘導できる。

[0041] その結果、センサ素子の両端部に形成した一对の電極からほぼ等しい位置をホットスポットの発生位置とすることができ、電極部にホットスポットが近づいてホットスポット熱により電極が損傷を受けたり、熱膨張による熱応力によってセンサ素子等にクラックが発生するのを防止できる。

[0042] また、センサ素子の断面積がプラス側の電極からマイナス側の電極に向かって一様に増大する形状としたことにともない、マイナス側の電極サイズをプラス側よりも大きくすることができる。これにより、センサ素子内の O^{2-} イオン濃度が変わってホットスポットがマイナス電極側へ移動しようとした場合においても、センサ素子のマイナス側でより効果的な放熱が促進される。そして、このような放熱効果により、ホットスポットの発生位置をマイナス電極側から遠ざけ、両電極からほぼ等しい位置とすることができる。

[0043] 本発明に係る酸素センサは、上記の実施の形態例に限定されず、種々の変

形が可能である。以下、変形例について説明する。

[0044] <変形例 1>

上記の実施の形態例では、リング状に成形されたグリーンシートをダイシング（切断）して、個片化されたセンサ素子を得ているが、切断前のグリーンシートの形状はリング状に限定されない。変形例 1 として、図 5（a），（b）は、形状が帯状のグリーンシートをダイシングしてセンサ素子を作製する例を示している。

[0045] すなわち、図 5（a），（b）に示す例では、センサ素子の長手方向の寸法（長軸方向の長さ）に合わせた幅 W を有する長尺グリーンシート 50 を準備し、長尺グリーンシート 50 を、その幅方向の切断線に沿って切断する。

[0046] 図 5（a）では、長尺グリーンシート 50 の幅方向に走る切断線 51 a と、幅方向に斜めに走る切断線 51 b とに沿って長尺グリーンシート 50 をダイシングする。これにより、一方端側の幅 W_1 が他方端側の幅 W_2 よりも小さく、その断面積が一方端から他方端に向かって一様に増大する形状のセンサ素子 52 a ～ 52 f を作製できる。

[0047] 一方、図 5（b）は、長尺グリーンシート 50 の幅方向に斜めに走る 2 本の切断線 53 a，53 b に沿って長尺グリーンシート 50 をダイシングする例を示している。これにより、一方端側の幅 W_3 が他方端側の幅 W_4 よりも小さく、その断面積が一方端から他方端に向かって一様に増大する形状のセンサ素子 54 a ～ 54 f を作製できる。

[0048] <変形例 2>

センサ素子の断面積が一方端から他方端に向かって一様に増大する形状を有するとの要件を満たす限り、図 1 等に出すセンサ素子のように全体形状が平板状である例に限定されない。変形例 2 として、例えば、図 6（a）に出すセンサ素子 62 は、一方端底面が他方端底面より面積が小さく、全体が角錐状の形状を有している。この例では、一方端底面と他方端底面に配置した電極（不図示）それぞれにリード線 63，65 が取り付けられている。

[0049] 図 6（b）に出すセンサ素子 64 は、一方端底面が他方端底面より面積が

小さく、全体形状が円錐状の形状を有している。この例においても、一方端底面と他方端底面それぞれに配置した不図示の電極にリード線 67, 69 が取り付けられている。

[0050] <変形例 3>

変形例 3 として、センサ素子の断面積が段階的に増大する例を説明する。

図 7 (a) は、平面視したときのセンサ素子 72 の形状が T 字状の例である。センサ素子 72 では、リード線 73 が取り付けられた側からリード線 75 が取り付けられた側に向かう断面積が段階的に増大している。

[0051] 図 7 (b) は、平面視したときのセンサ素子 74 の形状が L 字状の例であり、この例においても、リード線 77 が取り付けられた側からリード線 79 が取り付けられた側に向かう断面積が段階的に増大する。

[0052] なお、図 8 (a) は、1 枚のグリーンシート 70 から、図 7 (a) の T 字状センサ素子 72 を多数個、打ち抜く場合の打抜きパターンの一例を示している。また、図 8 (b) は、1 枚のグリーンシート 80 から、図 7 (b) の L 字状センサ素子 74 を多数個、打ち抜く場合の打抜きパターンの例である。いずれの例でも、1 枚のグリーンシートにおけるセンサ素子の取り数を最大化できる。

[0053] <変形例 4>

変形例 3 では、平板状のセンサ素子の断面積を段階的に増大させる例を説明したが、変形例 4 として、断面積が段階的に増大する立体的形状を有するセンサ素子について説明する。例えば、図 9 (a) のセンサ素子 82 は、断面積の異なる 2 個の直方体を接続してなる形状を有する。また、センサ素子 82 の両端面には、リード線 83, 85 が取り付けられている。

[0054] 一方、図 9 (b) のセンサ素子 84 は、断面積の異なる 2 個の円柱を接続した形状を有する。センサ素子 84 においても、その両端面にリード線 87, 89 が取り付けられている。よって、図 9 (a) のセンサ素子 82、図 9 (b) のセンサ素子 84 のいずれも、センサ素子の断面積が一方端から他方端に向かって段階的に増大している。

符号の説明

[0055] 10 酸素センサ

12, 42, 52a～52f, 54a～54f, 62, 64, 72, 74,

82, 84 センサ素子

13, 15, 43, 45 電極

17, 19, 47, 49, 63, 65, 67, 69, 73, 75, 87, 8

9 リード線

21a～21d 中心円

22a～22d 外周部

23 マイナス電極

25 プラス電極

27a～27d リング状グリーンシート

31 棒状ピン

33 積層体

50 長尺グリーンシート

70, 80 グリーンシート

請求の範囲

- [請求項1] センサ素子に電圧を印加したときの電流値または抵抗値の変化をガス濃度として検出するセラミック焼結体からなるガスセンサであって、
前記センサ素子は長手方向の両端に形成した一対の電極部の一方の電極側から他方の電極側に向かって断面積が変化する形状を有することを特徴とするガスセンサ。
- [請求項2] 前記一方の電極側から前記他方の電極側に向かって前記断面積が一樣にあるいは段階的に増加あるいは減少することを特徴とする請求項1に記載のガスセンサ。
- [請求項3] 前記センサ素子は厚さが一定であり、前記一方の電極側から前記他方の電極側に向かって幅が一樣にあるいは段階的に増加あるいは減少することを特徴とする請求項2に記載のガスセンサ。
- [請求項4] 前記センサ素子は前記一方の電極側から前記他方の電極側に向かって厚さと幅が一樣にあるいは段階的に増加あるいは減少することを特徴とする請求項2に記載のガスセンサ。
- [請求項5] 前記一対の電極部のうち前記センサ素子の断面積が大きい側に形成した電極部をマイナス電極とし、該断面積が小さい側に形成した電極部をプラス電極とすることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載のガスセンサ。
- [請求項6] 前記マイナス電極と前記プラス電極は電極サイズがほぼ等しいか、あるいは該マイナス電極の電極サイズが該プラス電極の電極サイズよりも大きいことを特徴とする請求項5に記載のガスセンサ。
- [請求項7] 前記マイナス電極と前記プラス電極の双方が前記センサ素子の同一面側に形成され、あるいは該マイナス電極と該プラス電極のいずれか一方が該センサ素子の上面側に形成され他方が該センサ素子の下面側に形成されていることを特徴とする請求項5または6に記載のガスセンサ。
- [請求項8] センサ素子に電圧を印加したときの電流値または抵抗値の変化をガス

濃度として検出するセラミック焼結体からなるガスセンサの製造方法であって、

前記センサ素子の原材料を混合して形成したスラリーからグリーンシートを作製する工程と、

前記グリーンシートを打ち抜いて所定径のパンチ穴を形成したリング状の第1のグリーンシートを作製する工程と、

前記第1のグリーンシートの前記パンチ穴の周縁部と、該シートのリング外周縁部とに沿って帯状の電極を形成したリング状の第2のグリーンシートを作製する工程と、

前記第2のグリーンシートを最上層にして複数枚の前記第1のグリーンシートとともに同軸状態で積層したリング状積層体を作製する工程と、

前記リング状積層体の軸を中心に一定角度ごと円周方向に回転してできる該リング状積層体の直径方向の複数の仮想線に沿って該積層体を切断する工程と、

前記切断により個片化されたセンサ素子を焼成後、長手方向の両端部に一对の電極を形成する工程と、

を備えることを特徴とするガスセンサの製造方法。

[請求項9] 前記リング状積層体の切断工程では、該積層体をその軸を中心に一定角度ごと円周方向に回転し、その回転に同期させながら、該積層体の上部に配置したカッター部を垂直下方に所定距離移動して該積層体を切断するか、あるいは、前記リング状積層体を固定し、該積層体の上部に配置したカッター部を該積層体の軸を中心に一定角度ごと円周方向に回転させながら垂直下方に所定距離移動することで該積層体を切断することを特徴とする請求項8に記載のガスセンサの製造方法。

[請求項10] センサ素子に電圧を印加したときの電流値または抵抗値の変化をガス濃度として検出するセラミック焼結体からなるガスセンサの製造方法であって、

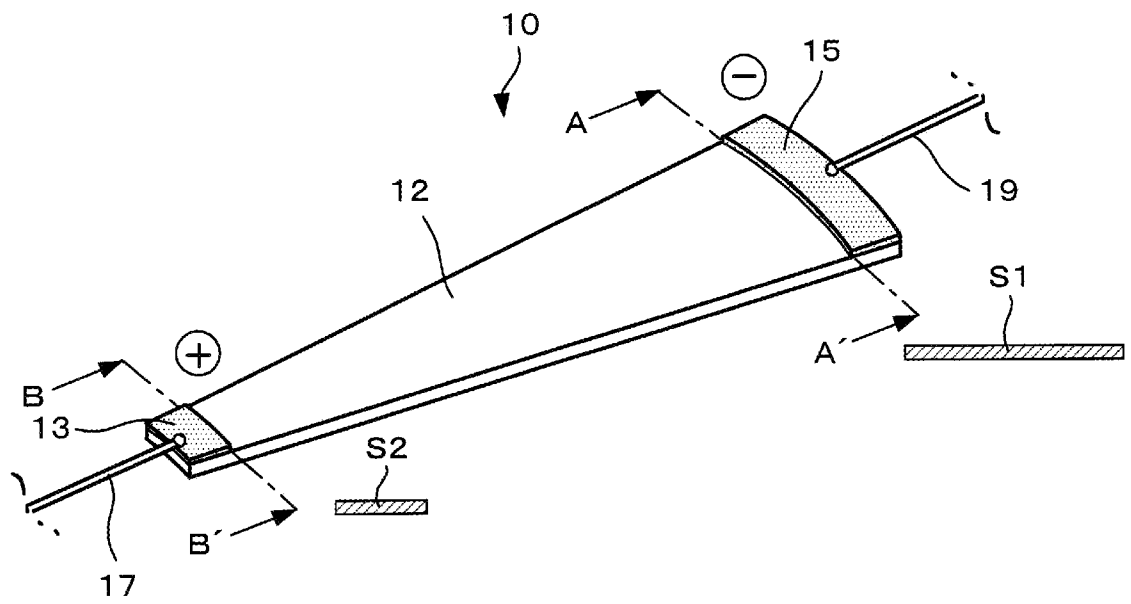
前記センサ素子の原材料を混合して形成したスラリーから長尺のグリーンシートを作製する工程と、

前記グリーンシートの長尺方向を横切る方向に所定間隔で該グリーンシートをジグザグ状に切断して、平面視ほぼ台形状の個片化されたセンサ素子を作製する工程と、

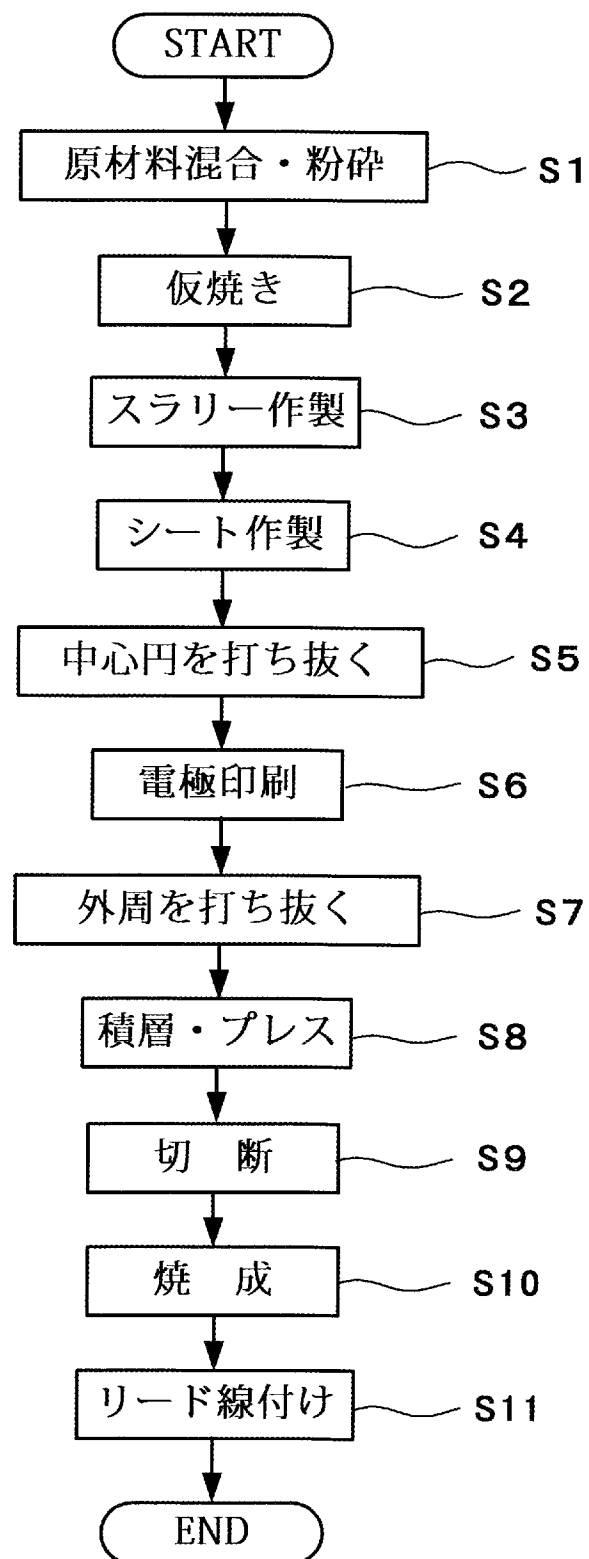
前記個片化されたセンサ素子を焼成し、長手方向の両端部に一對の電極を形成する工程と、

を備えることを特徴とするガスセンサの製造方法。

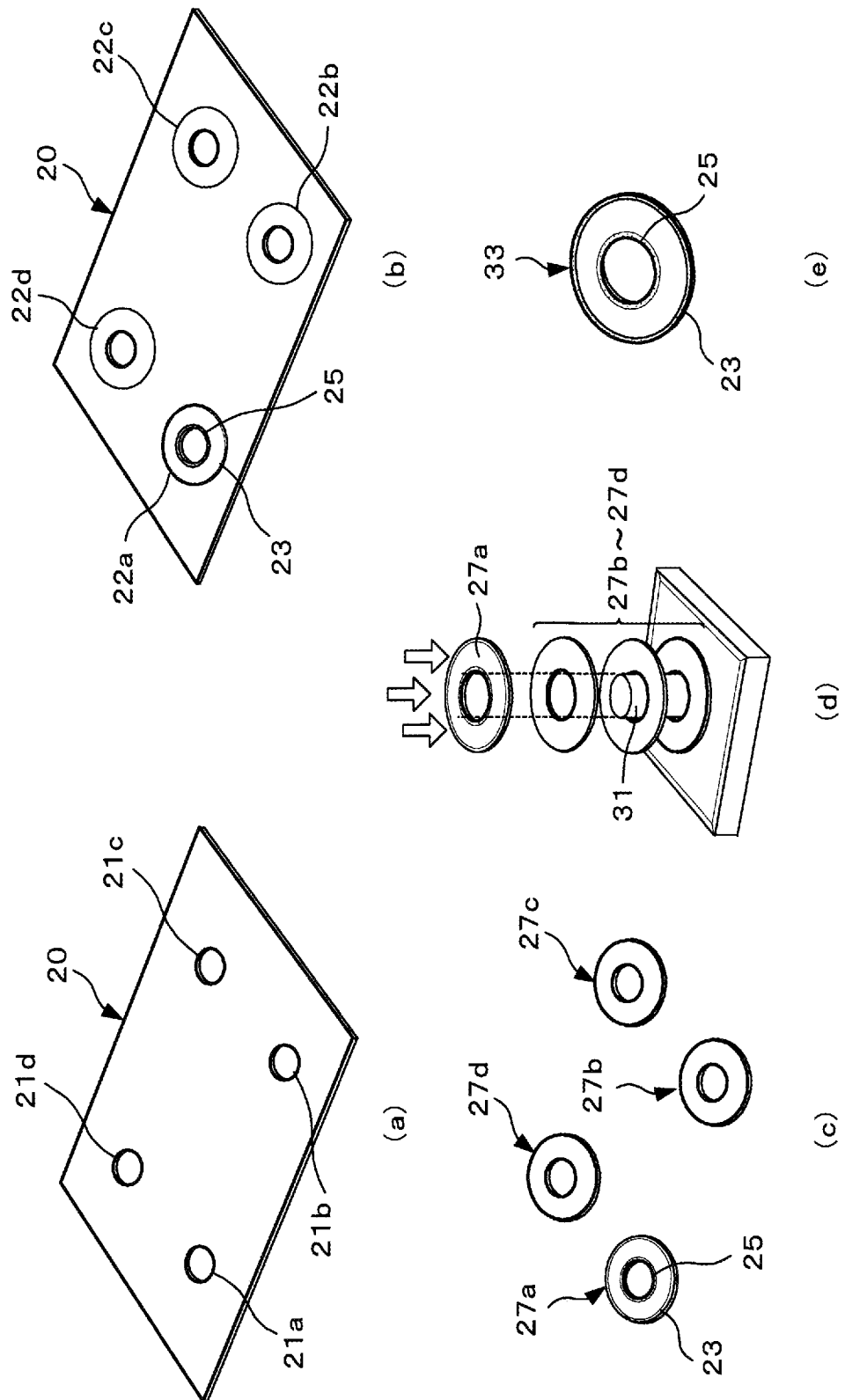
[図1]



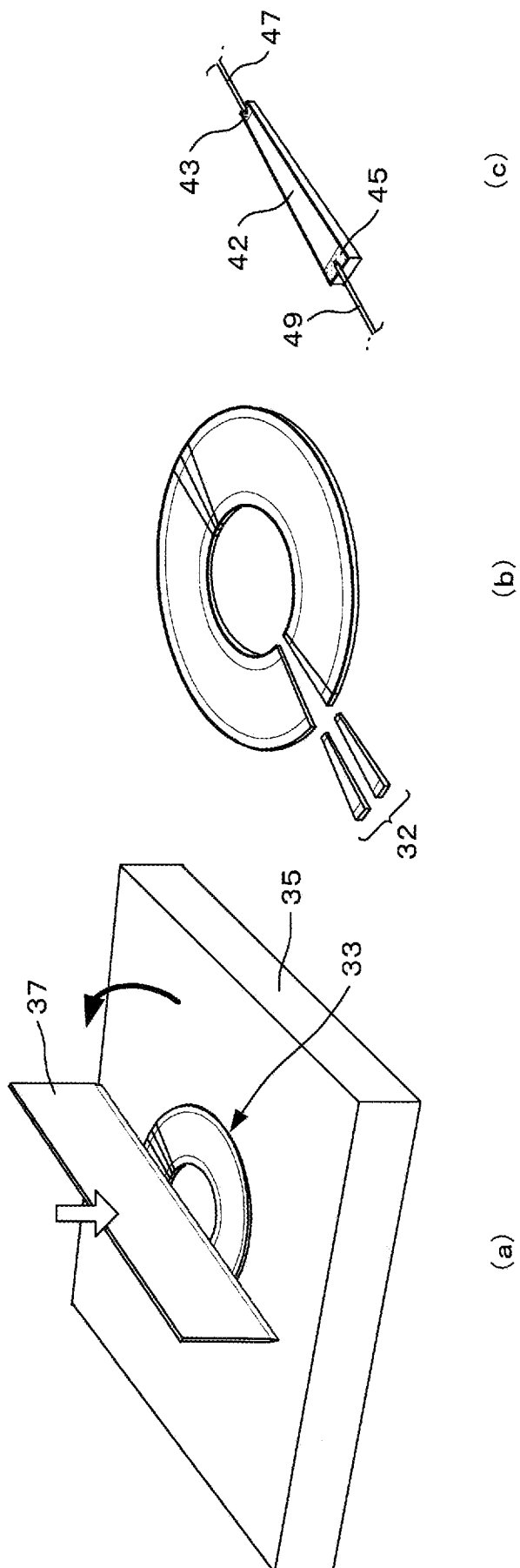
[図2]



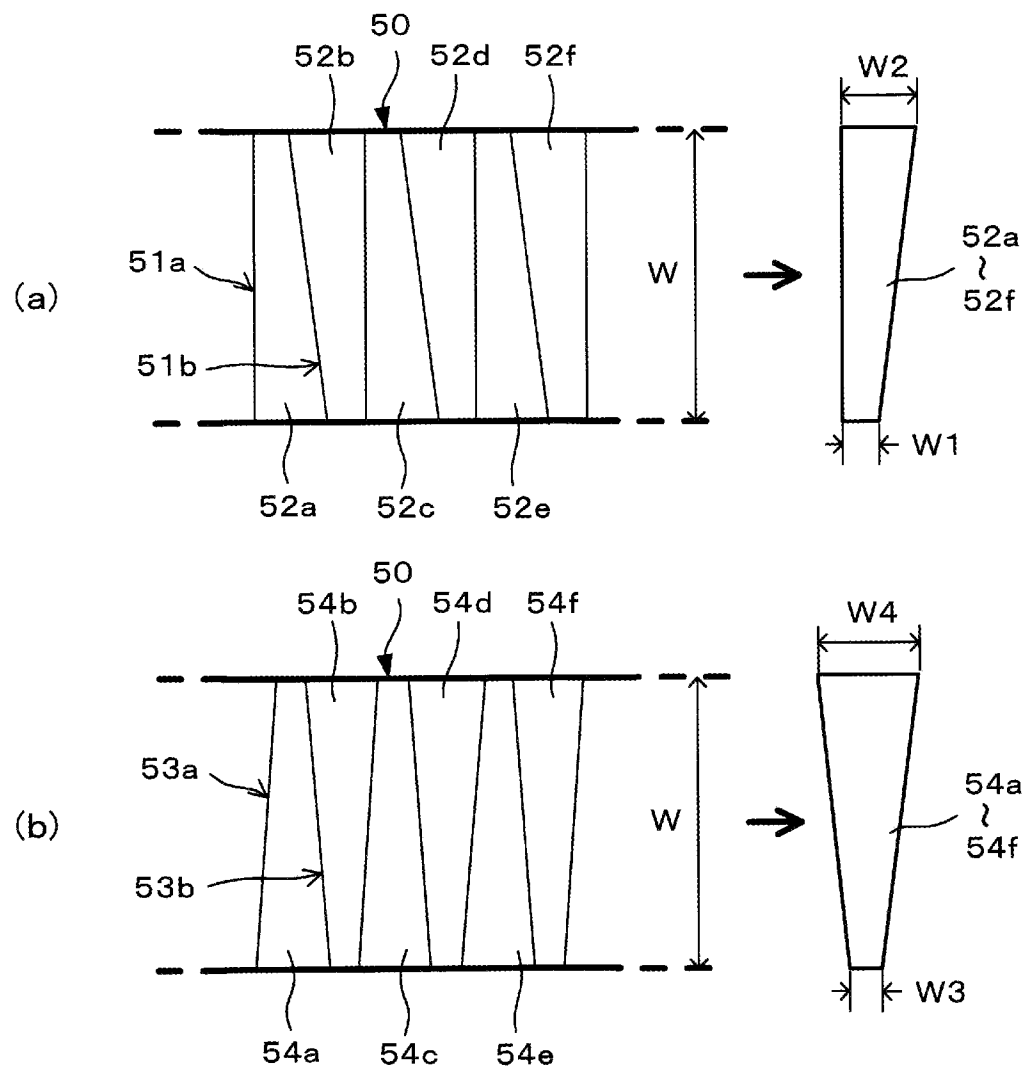
[図3]



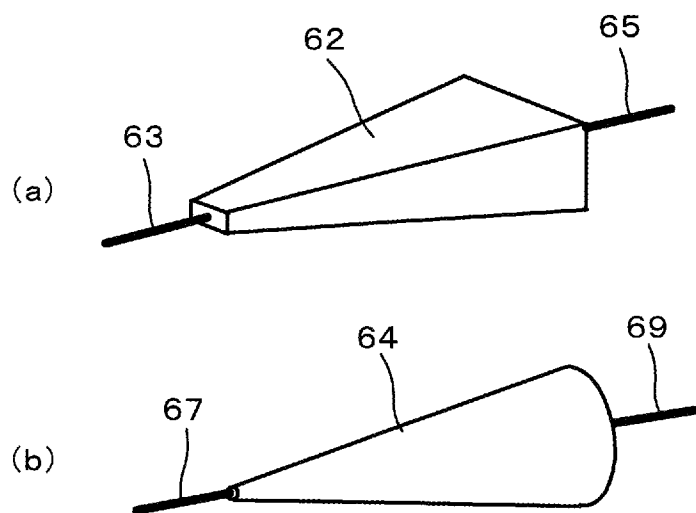
[図4]



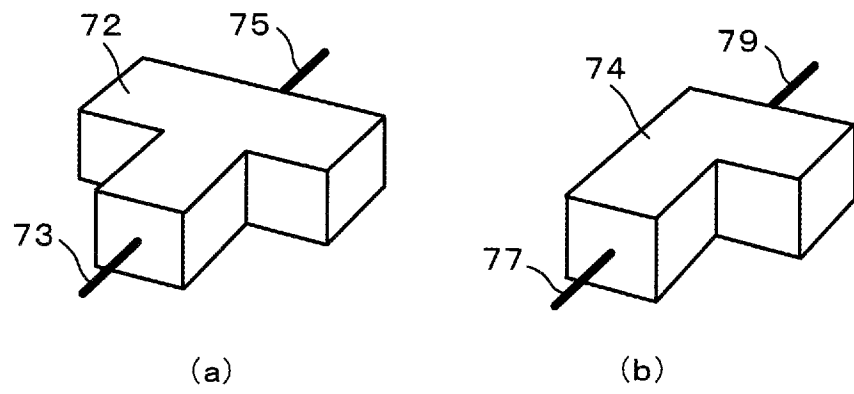
[図5]



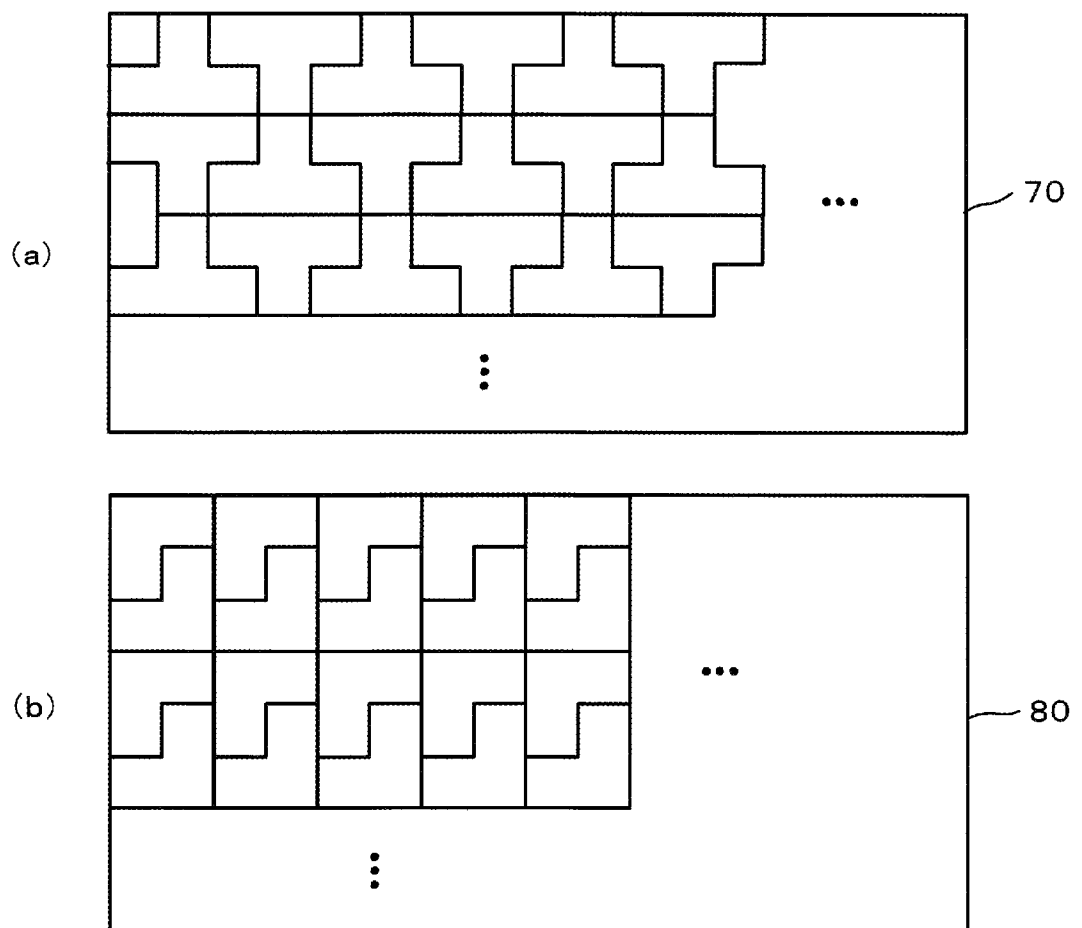
[図6]



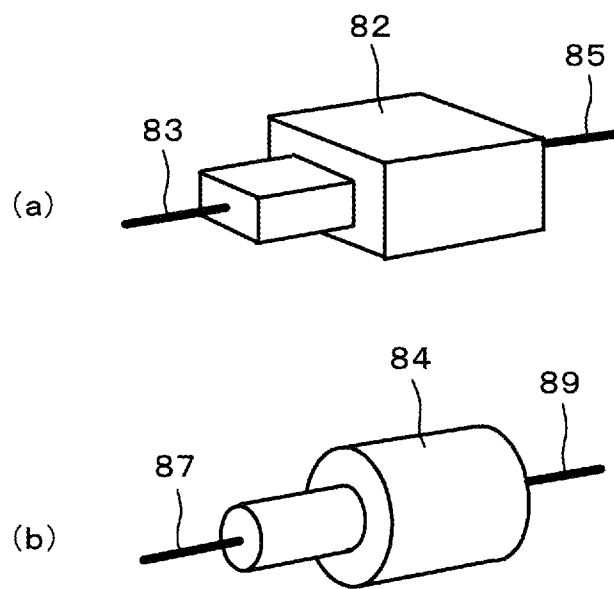
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/011698

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01N27/12 (2006.01) i, G01N27/416 (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. G01N27/00-27/49

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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

JSTPlus/JST7580 (JDreamIII)

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 2000-19143 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 21 January 2000, claims, paragraphs [0012]-[0014], fig. 1 (Family: none)	1 2-10
X A	JP 2000-55857 A (TOKYO GAS CO., LTD.) 25 February 2000, paragraphs [0025], [0028]-[0031], fig. 3-4 (Family: none)	1 2-10
X A	JP 52-150696 A (NIPPON SOKEN, INC.) 14 December 1977, page 2, lower left column, line 9 to page 3, lower left column, line 3, fig. 3 (Family: none)	1 2-10

☒ 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
24 May 2019 (24.05.2019)

Date of mailing of the international search report
11 June 2019 (11.06.2019)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/011698

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 19528/1991 (Laid-open No. 115056/1992) (YOKOGAWA ELECTRIC CORP.) 12 October 1992, entire text, all drawings (Family: none)	1-10
A	OKAMOTO, T., TAKATA, M., "Characteristics of Oxygen Sensor Exploiting the Hot Spot in BaAl ₂ O ₄ -added GdBa ₂ Cu ₃ O ₇₋₈ Composite Ceramic Rod", Journal of the Ceramic Society of Japan, 2004, Supplement 112-1, PacRim5 Special Issue, S567-S571	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01N27/12(2006.01)i, G01N27/416(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. G01N27/00-27/49

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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)

JSTPlus/ JST7580 (JDreamIII)

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 2000-19143 A (トヨタ自動車株式会社) 2000.01.21, 特許請求の 範囲、[0012] - [0014]、第1図 (ファミリーなし)	1 2-10
X A	JP 2000-55857 A (東京瓦斯株式会社) 2000.02.25, [0025]、[0 028] - [0031]、第3-4図 (ファミリーなし)	1 2-10
X A	JP 52-150696 A (株式会社日本自動車部品総合研究所) 1977.12.14, 第2頁左下欄第9行-第3頁左下欄第3行、第3図 (ファミリーな し)	1 2-10

☒ 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

24.05.2019

国際調査報告の発送日

11.06.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

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)

黒田 浩一

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

2 J

9218

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	日本国実用新案登録出願 3-19528 号(日本国実用新案登録出願公開 4-115056 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (横河電機株式会社) 1992. 10. 12, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-10
A	OKAMOTO T, TAKATA M, Characteristics of Oxygen Sensor Exploiting the Hot Spot in BaAl ₂ O ₄ -added GdBa ₂ Cu ₃ O _{7-δ} Composite Ceramic Rod, Journal of the Ceramic Society of Japan, 2004, Supplement 112-1, PacRim5 Special Issue, S567-S571	1-10