

(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
2024年3月14日(14.03.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/053537 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 27/12 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/031689

(22) 国際出願日: 2023年8月31日(31.08.2023)

(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:
63/404,049 2022年9月6日(06.09.2022) US

(71) 出願人: ヌ ヴ オ ト ン テ ク ノ ロ ジ ー ジ ャ
パン 株 式 会 社 (NUVOTON TECHNOLOGY
CORPORATION JAPAN) [JP/JP]; 〒6178520 京
都府長岡京市神足焼町 1 番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 南 川 智 宏 (MINAGAWA, Tomohiro).
伊 藤 理 (ITO, Satoru). 河 合 賢 (KAWAI,
Ken). 本 間 運 也 (HOMMA, Kazunari). 片
山 幸 治 (KATAYAMA, Koji).

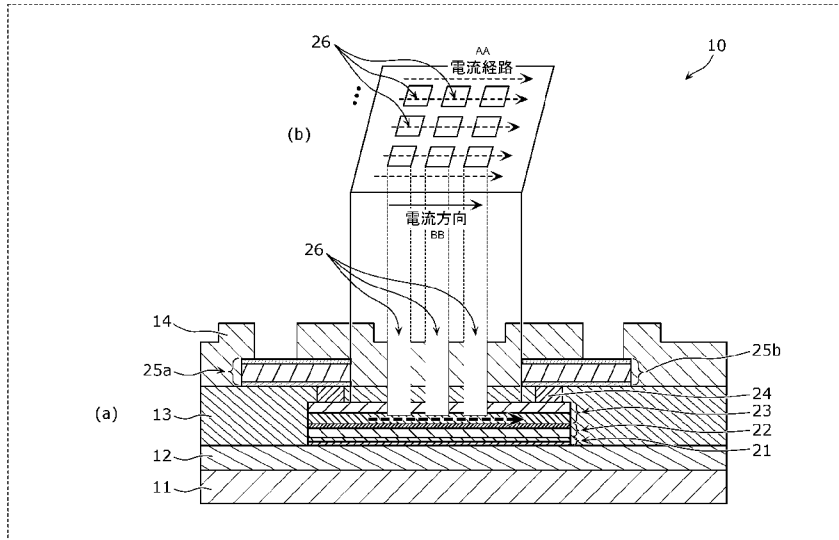
(74) 代理人: 新 居 広 守, 外 (NII, Hiromori et al.);
〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島 5 丁 目
3 番 1 0 号 タ ナ カ ・ イ ト ー ピ ア 新 大 阪 ビ ル 6
階 新 居 国 際 特 許 事 務 所 内 Osaka (JP).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC,
EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,

(54) Title: HYDROGEN DETECTION ELEMENT AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 水素検知素子及びその製造方法

【図1】



AA Current path
BB Current direction

(57) Abstract: A hydrogen detection element (10) comprises: a first electrode (21) that is planar; a second electrode (23) having a main surface covered by insulating films (protection film (14) and second insulating film (13)) and formed so as to be opposite to the first electrode (21), the second electrode (23) being planar and having a plurality of exposed parts (26) in which portions of the insulating films on the main surface are opened to serve as a plurality of hydrogen gas inlets; a metal oxide layer (22) held between the first electrode (21) and the second electrode (23); and a first terminal (25a) and a second terminal (25b) electrically connected to the second electrode (23) at positions holding the exposed parts (26)

KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

therebetween in a plan view of the second electrode (23). When hydrogen gas is introduced into the exposed parts (26), resistance between the first terminal (25a) and the second terminal (25b) changes.

(57) 要約: 水素検知素子 (10) は、面状の第1電極 (21) と、第1電極 (21) に対向して形成され、絶縁膜 (保護膜 (14) 及び第2絶縁膜 (13)) で覆われた主面を有する第2電極 (23) であって、主面上の絶縁膜の一部が開口して複数の水素ガス導入口となる複数の露出部 (26) を有する面状の第2電極 (23) と、第1電極 (21) 及び第2電極 (23) に挟まれた金属酸化物層 (22) と、第2電極 (23) の平面視において、複数の露出部 (26) を挟んだ位置で第2電極 (23) に電気的に接続される第1端子 (25a) 及び第2端子 (25b) とを備え、複数の露出部 (26) に水素ガスが導入された時に、第1端子 (25a) 及び第2端子 (25b) 間の抵抗が変化する。

明 細 書

発明の名称：水素検知素子及びその製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、水素検知素子及びその製造方法に関し、特に、金属酸化物層が2つの電極で挟まれた構造を有する水素検知素子に関する。

背景技術

[0002] 従来、金属酸化物層が2つの電極で挟まれた構造を有する水素検知素子が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

[0003] 特許文献1の水素検知素子は、下方から、第1電極、金属酸化物層、第2電極、及び、絶縁膜が積層された構造を有する。絶縁膜の一部を開口させることで、第2電極への水素ガス導入口となる露出部が形成されている。露出部に導入される水素ガスの濃度に応じて水素検知素子の抵抗値が変化することを利用して、水素ガスの濃度を検知している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2018／123674号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1の水素検知素子では、水素検知素子ごとに、水素に対する反応特性（つまり、抵抗値の変化量）の個体ばらつきが生じるという問題がある。なお、「個体ばらつき」とは、製造された水素検知素子ごとの特性のばらつきであり、以下、単に「ばらつき」ともいう。

[0006] そこで、本開示は、反応特性のばらつきが抑制された特徴的な構造を有する水素検知素子及びそ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

[0007] 上記目的を達成するために、本開示の一形態に係る水素検知素子は、面状の第1電極と、前記第1電極に対向して形成され、絶縁膜で覆われた主面を

有する第2電極であって、前記主面上の前記絶縁膜の一部が開口して水素ガス導入口となる複数の露出部を有する面状の第2電極と、前記第1電極及び前記第2電極に挟まれた金属酸化物層と、前記第2電極の平面視において、前記複数の露出部を挟んだ位置で前記第2電極に電氣的に接続される第1端子及び第2端子とを備え、前記複数の露出部に水素ガスが導入された時に、前記第1端子及び前記第2端子間の抵抗が変化する。

[0008] 上記目的を達成するために、本開示の一形態に係る水素検知素子の製造方法は、面状の第1電極を形成するステップと、前記第1電極の上に金属酸化物層を形成するステップと、前記金属酸化物層の上に第2電極を形成するステップと、前記第2電極と電氣的に接続される第1端子及び第2端子を形成するステップと、前記第2電極を覆う絶縁膜を形成するステップと、前記絶縁膜のうち、前記第2電極の平面視において、前記第1端子及び前記第2端子を挟んだ複数の箇所を除去することで、前記第2電極の主面上に複数の水素ガス導入口となる複数の露出部を形成するステップとを含み、前記複数の露出部に水素ガスが導入された時に、前記第1端子及び前記第2端子間の抵抗が変化する。

発明の効果

[0009] 本開示により、反応特性のばらつきが抑制された特徴的な構造を有する水素検知素子及びその製造方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図1は、実施の形態に係る水素検知素子の構造を示す図である。

[図2A]図2Aは、実施の形態に係る1個の水素検知素子をもつ複数の露出部の個数、形状、及び、配置位置のバリエーションを示す図である。

[図2B]図2Bは、実施の形態に係る1個の水素検知素子をもつ複数の露出部の個数、形状、及び、配置位置の他のバリエーションを示す図である。

[図2C]図2Cは、実施の形態に係る1個の水素検知素子をもつ複数の露出部の個数、形状、及び、配置位置の他のバリエーションを示す図である。

[図3A]図3Aは、実施の形態に係る水素検知素子の製造方法を示す断面図で

ある。

[図3B]図3 Bは、実施の形態に係る水素検知素子の製造方法（続き）を示す断面図である。

[図3C]図3 Cは、実施の形態に係る水素検知素子の製造方法（続き）を示す断面図である。

[図3D]図3 Dは、実施の形態に係る水素検知素子の製造方法（続き）を示す断面図である。

[図4]図4は、従来及び実施の形態に係る水素検知素子の反応特性のばらつきに関する実験結果を示す図である。

[図5A]図5 Aは、 $5\mu\text{m}$ □の本体部と $3\mu\text{m}$ □の1個の露出部とを有する水素検知素子のウエハごとのセンサ抵抗のばらつき分布を示す図である。

[図5B]図5 Bは、 $3\mu\text{m}$ □の本体部と $1.8\mu\text{m}$ □の1個の露出部とを有する水素検知素子のウエハごとのセンサ抵抗のばらつき分布を示す図である。

[図5C]図5 Cは、 $2\mu\text{m}$ □の本体部と $1.2\mu\text{m}$ □の1個の露出部とを有する水素検知素子のウエハごとのセンサ抵抗のばらつき分布を示す図である。

[図5D]図5 Dは、 $1.5\mu\text{m}$ □の本体部と $0.9\mu\text{m}$ □の1個の露出部とを有する水素検知素子のウエハごとのセンサ抵抗のばらつき分布を示す図である。

[図5E]図5 Eは、 $5\mu\text{m}$ □の本体部と $1.5\mu\text{m}$ □の4個の露出部とを有する水素検知素子のウエハごとのセンサ抵抗のばらつき分布を示す図である。

[図5F]図5 Fは、 $5\mu\text{m}$ □の本体部と $1\mu\text{m}$ □の9個の露出部とを有する水素検知素子のウエハごとのセンサ抵抗のばらつき分布を示す図である。

[図6]図6は、実施の形態に係る水素検知素子のセンサ抵抗ばらつきと露出部の第2方向での寸法との依存性に関する実験結果を示す図である。

[図7]図7は、図6に示される実験結果から得られた知見を反映した実施の形態に係る1個の水素検知素子がもつ複数の露出部の配置例を示す図である。

[図8]図8は、正方形パターンの露出部をもつ水素検知素子の抵抗ばらつきと露出部の開口寸法との依存性に関する実験結果を説明する図である。

[図9]図9は、実施の形態に係る1個の水素検知素子をもつ露出部の総開口面積に関する実験結果を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0011] (発明者らが得た知見)

特許文献1に開示された水素検知素子において反応特性のばらつきが生じる原因を究明したところ、絶縁膜を開口させることで形成する、第2電極への水素ガス導入口となる露出部の出来栄に依存して、水素検知素子の反応特性のばらつきが生じることを見出した。つまり、ドライエッチングで絶縁膜を開口したときに、第2電極の露出部に、第2電極を構成するPt層の残膜ばらつきが生じることもあり、そのようなPt残膜ばらつきに起因して、反応特性のばらつきが生じることを見出した。

[0012] そこで、発明者らは、絶縁膜の開口寸法を従来よりも小さくして水素検知素子を製造してみた。これによって、反応特性のばらつきを低減することが確認できた。ところが、開口の面積が小さい場合、水素に対する反応量が低下し、水素検知素子のセンサ特性（つまり、水素に対する感度）が悪化してしまう。

[0013] そこで、発明者らは、絶縁膜の開口寸法を従来よりも小さくしつつ、水素検知素子1個あたりに設ける開口の個数を、従来のような1個ではなく、複数個にすることで、水素に反応するトータルの面積を確保し、水素検知素子を製造してみた。その結果、所望のセンサ特性（つまり、水素に対する感度）を維持しつつ、反応特性のばらつきが抑制された特徴的な構造を有する水素検知素子を製造することができた。

[0014] (実施の形態)

以下、実施の形態に係る水素検知素子及びその製造方法について、図面を用いて詳細に説明する。なお、以下で説明する実施の形態は、いずれも本開示の一具体例を示す。以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態、ステップ、ステップの順序等は、一例であり、本開示を限定する主旨ではない。また、各図は、必ずしも厳密

に図示したものではない。各図において、実質的に同一の構成については同一の符号を付し、重複する説明は省略又は簡略化する。

[0015] 図1は、実施の形態に係る水素検知素子10の構造を示す図である。より詳しくは、図1の(a)は、水素検知素子10の積層構造を示す断面図であり、図1の(b)は、水素検知素子10の第1端子25aと第2端子25bとの間の領域（つまり、露出部26を見た）の上面図である。なお、図1の(a)及び(b)において、破線矢印は、電流が流れる方向を示している。

[0016] 図1の(a)において、水素検知素子10は、下方から、半導体基板11、第1絶縁膜12、第1電極21、金属酸化物層22、第2電極23、配線間プラグ24、第1端子25a及び第2端子25b、及び、保護膜14が積層された構造を有する。第1電極21、金属酸化物層22、第2電極23、及び、配線間プラグ24の側方、及び、第2電極23の上面は、第2絶縁膜13で覆われている。

[0017] 図1の(b)に示されるように、水素検知素子10の上面視で、第1端子25aと第2端子25bとで挟まれた領域における複数の箇所（ここでは、9箇所）には、最上層の保護膜14、その下の第2絶縁膜13、及び、その下の第2電極23のうちの一部（上層部分）が除去されて開口しており、第2電極23の主面（つまり、上面）への水素ガス導入口となる露出部26が形成されている。また、第1端子25a及び第2端子25bの上面の一部においても、保護膜14の一部が除去され、第1端子25a及び第2端子25bと電氣的にコンタクトするためのホールが形成されている。

[0018] このような構造を有する水素検知素子10は、複数の露出部26に水素ガスが導入された時に、第1端子25a及び第2端子25b間の抵抗が変化する抵抗変化素子である。つまり、複数の露出部26に水素ガスが曝される水素雰囲気下において、水素検知素子10の第1端子25a及び第2端子25b間に電圧を印加し、図示される方向に電流を流すことで、第1端子25a及び第2端子25b間の抵抗値を取得する。取得した抵抗値は、水素ガスの濃度に対応する。

[0019] なお、水素検知素子 10 は、最低限の構成要素としては、図 1 に示された構造物のうち、(1) 面状の第 1 電極 21 と、(2) 第 1 電極 21 に対向して形成され、絶縁膜（保護膜 14 及び第 2 絶縁膜 13）で覆われた主面を有する第 2 電極 23 であって、主面上の絶縁膜の一部が開口して複数の水素ガス導入口となる複数の露出部 26 を有する面状の第 2 電極 23 と、(3) 第 1 電極 21 及び第 2 電極 23 に挟まれた金属酸化物層 22 と、(4) 第 2 電極 23 の平面視において、複数の露出部 26 を挟んだ位置で第 2 電極 23 に電氣的に接続される第 1 端子 25a 及び第 2 端子 25b とを備えればよい。

[0020] また、複数の露出部 26 の個数、形状、及び、配置位置は、図 1 の (b) に示されたものに限られない。図 2A～図 2C は、実施の形態に係る 1 個の水素検知素子 10 がもつ複数の露出部 26 の個数、形状、及び、配置位置のバリエーションを示す図である。なお、図 2A～図 2C において、第 1 端子 25a と第 2 端子 25b とを結ぶ電流方向を第 1 方向と呼び、第 1 方向に対して垂直で、かつ、第 2 電極 23 の主面と並行な方向を第 2 方向と呼ぶ。

[0021] 図 2A では、複数の露出部 26 は、第 1 方向及び第 2 方向のいずれに見ても、直線状に並び、全体として、格子状に配置されている。より詳しくは、図 2A の (a) では、第 1 方向に長く延びる長方形の露出部 26 が、第 1 方向に 3 つ並び、第 2 方向に 4 つ並び、合計 12 個配置されている。図 2A の (b) では、円形の露出部 26 が第 1 方向に 4 つ並び、第 2 方向にも 3 つ並び、合計 12 個配置されている。図 2A の (c) では、第 1 方向に長く延びる楕円形（「楕円形 I」）の露出部 26 が第 1 方向には 1 つ配置され、第 2 方向に 3 つ並び、合計 3 個配置されている。図 2A の (d) では、第 1 方向に延びる楕円形（「楕円形 II」）の露出部 26 が第 1 方向に 3 つ並び、第 2 方向にも 3 つ並び、合計 9 個配置されている。

[0022] 図 2B では、複数の露出部 26 は、第 1 方向及び第 2 方向のいずれに見ても、直線状に並び、全体として、行ごとに第 1 方向にずれた千鳥配置（「千鳥配置 I」）で配置されている。より詳しくは、図 2B の (a) では、第 1 方向に長く延びる長方形の露出部 26 が、第 1 方向に 4 つ並ぶ行と 3 つ並ぶ

行とが第2方向で交互に入れ代わり、合計18個配置されている。図2Bの(b)では、円形の露出部26が、第1方向に4つ並ぶ行と3つ並ぶ行とが第2方向で交互に入れ代わり、合計18個配置されている。図2Bの(c)では、第1方向に長く延びる楕円形の露出部26が、第1方向に4つ並ぶ行と3つ並ぶ行とが第2方向で交互に入れ代わり、合計18個配置されている。図2Bの(d)では、正方形の露出部26が、第1方向に4つ並ぶ行と3つ並ぶ行とが第2方向で交互に入れ代わり、合計18個配置されている。

[0023] 図2Cでは、複数の露出部26は、第1方向及び第2方向のいずれに見ても、直線状に並び、全体として、列おきに第2方向にずれた千鳥配置(「千鳥配置II」)で配置されている。より詳しくは、図2Cの(a)では、第1方向に長く延びる長方形の露出部26が、第2方向に4つ並ぶ列と3つ並ぶ列とが第1方向で交互に入れ代わり、合計18個配置されている。図2Cの(b)では、円形の露出部26が、第2方向に4つ並ぶ列と3つ並ぶ列とが第1方向で交互に入れ代わり、合計18個配置されている。図2Cの(c)では、第1方向に長く延びる楕円形の露出部26が、第2方向に4つ並ぶ列と3つ並ぶ列とが、第1方向で交互に入れ代わり、合計18個配置されている。図2Cの(d)では、正方形の露出部26が、第2方向に4つ並ぶ列と3つ並ぶ列とが第1方向で交互に入れ代わり、合計18個配置されている。

[0024] なお、実施の形態に係る1個の水素検知素子10がもつ複数の露出部26の形状は、図2A～図2Cに示された矩形、円形、楕円形に限られず、ひし形、その他の多角形であってもよい。

[0025] 図3A～図3Dは、実施の形態に係る水素検知素子10の製造方法を示す断面図である。

[0026] まず、図3Aに示されるように、半導体基板11上にCVD(Chemical Vapor Deposition)法等を用いて形成したP-TEOS等の第1絶縁膜12上に、例えばスパッタリング法等を用いて、TiN又はTa₂N等の金属化合物で構成される第1電極21の層と、Ta₂O₅又はTaO_xとTa₂O₅との積層体等で構成される金属酸化物層22と、Pt及

びTiNの積層体等で構成される第2電極23の層を形成した後、フォトリソグラフィ法及びドライエッチング法等を用いて、第1電極21の層、金属酸化物層22及び第2電極23の層に対して、所望のパターンに加工することで水素検知素子の本体部10aを形成する。

[0027] 次に、図3Bに示されるように、形成した水素検知素子の本体部10aに対して、CVD法等を用いてP-TEOS等の第2絶縁膜13で覆い、リソグラフィ法及びドライエッチング法等を用いてホール状の開口穴を形成し、その開口穴に対してCVD法等を用いてTiN及びWの積層体等で埋設し、さらに、CMP (Chemical Mechanical Polishing) 法又はエッチバック法等を用いて不要な部分を除去することで、水素検知素子の第2電極23と、後に形成する第1端子25a及び第2端子25bとを電氣的に接続するための配線間プラグ24を形成する。

[0028] 続いて、図3Cに示されるように、配線間プラグ24及び第2絶縁膜13上に、スパッタリング法等を用いてAlCu、TiN及びTiの積層等のメタル膜を形成し、そのメタル膜に対してフォトリソグラフィ法及びドライエッチング法等を用いて所望のパターンに加工することで、第1端子25a及び第2端子25bを形成する。これにより、水素検知素子の第2電極23と第1端子25a及び第2端子25bとが配線間プラグ24を通じて電氣的に接続される。

[0029] そして、図3Dに示されるように、CVD法等を用いてP-SiON等の保護膜14を形成し、その保護膜14に対してフォトリソグラフィ法及びドライエッチング法等を用いて所望のパターンに加工されることで、第1端子25a及び第2端子25b上の一部に開口を有する保護膜14を形成し、最後に、フォトリソグラフィ法及びドライエッチング法等を用いて、水素検知素子の本体部10a上の保護膜14、第2絶縁膜13、及び、第2電極23の一部を除去することで、水素検知のための触媒層となる第2電極23のPt層を露出させる開口となる複数の露出部26を形成することで、水素検知素子10が完成する。

[0030] 次に、以上のようにして製造される本実施の形態に係る水素検知素子 10 の水素に対する反応特性を説明する。

[0031] 図 4 は、従来及び実施の形態に係る水素検知素子の反応特性のばらつきに関する実験結果を示す図である。ここでは、露出部の形成を除いて同じ製造プロセスで製造された従来及び実施の形態に係る水素検知素子について計測された反応特性のばらつきが示されている。

[0032] より詳しくは、図 4 の (a 1) は、実験に用いた従来の水素検知素子の上面図を示し、図 4 の (b 1) は、実験に用いた従来の水素検知素子の断面図を示し、図 4 の (c 1) は、従来の水素検知素子の水素反応特性（反応量の時間変化）を示す実験結果（横軸は測定時間、縦軸は反応量、測定サンプルは 10 個）を示し、図 4 の (d 1) は、図 4 の (c 1) で得られた水素反応特性（反応量）と相関関係を持つ水素検知素子の抵抗特性ばらつき（横軸はセンサ抵抗、縦軸は標準偏差、測定サンプルは 240 個）を示す。

[0033] 図 4 の (a 2) は、実験に用いた実施の形態に係る水素検知素子の上面図を示し、図 4 の (b 2) は、実験に用いた実施の形態に係る水素検知素子の断面図を示し、図 4 の (c 2) は、実施の形態に係る水素検知素子の水素反応特性（反応量の時間変化）を示す実験結果（横軸は測定時間、縦軸は反応量、測定サンプルは 10 個）を示し、図 4 の (d 2) は、図 4 の (c 2) で得られた水素反応特性（反応量）と相関関係を持つ水素検知素子の抵抗特性ばらつき（横軸はセンサ抵抗、縦軸は標準偏差、測定サンプルは 240 個）を示す。

[0034] 図 4 の (a 1) 及び (b 1) に示されるように、実験に用いた従来の水素検知素子は、本体部の上面に開口された大きなサイズ（ $3\mu\text{m}\square$ ）の 1 個の露出部を有する。これに対し、図 4 の (a 2) 及び (b 2) に示されるように、実験に用いた実施の形態に係る水素検知素子は、本体部の上面に従来の露出部よりも小さなサイズ（ $1\mu\text{m}\square$ ）の 9 個の露出部を有する。なお、「 $\square$ 」は、正方形を意味する。露出部の総開口面積は、従来も実施の形態も、同じ $9\mu\text{m}^2$ である。なお、本体部とは、水素検知素子の上面視において、第

1 端子と第 2 端子とで挟まれた第 2 電極の領域に相当する。

[0035] 図 4 の (c 1) 及び (c 2) に示されるように、水素反応特性の実験では、水素検知素子の露出部に対して 100 ppm / 1000 ppm / 1% / 4% の濃度の水素を順にパルス的に曝露させた場合の水素検知素子のセンサ抵抗の時間変化 (反応量) が示されている。図 4 の (c 1) と図 4 の (c 2) とを比較して分かるように、反応量のばらつきは、従来の水素検知素子に比べ、実施の形態に係る水素検知素子では、約 1 / 4 に抑制されている。

[0036] 図 4 の (d 1) と図 4 の (d 2) とを比較して分かるように、水素検知素子のセンサ抵抗ばらつきは、従来の水素検知素子に比べ、実施の形態に係る水素検知素子では、約 1 / 2 に抑制されている。

[0037] これらのことから、水素検知素子に設ける露出部については、同じ総開口面積であっても、1 個当たりの寸法を小さくし、かつ、個数を複数にすることで、反応特性のばらつきが抑制されることが分かる。

[0038] 図 5 A ~ 図 5 F は、各種寸法及び個数の本体部及び露出部を有する水素検知素子のセンサ抵抗のばらつきに関する実験結果を示す図である。横軸は、水素検知素子が製造されたときのウエハを特定するスライス No. であり、縦軸は、ウエハごとに得られる水素検知素子について計測されたセンサ抵抗の値を示している。ここでは、1 つのウエハから 60 個の水素検知素子をサンプリングしているため、横軸の一つのスライス No. について、60 個の水素検知素子のセンサ抵抗値 (×印)、中央値 (四角棒)、最大値および最小値 (横棒) が示されている。グラフの上及び左下には、水素検知素子の本体部 (「RR」) 及び露出部 (「HY」) の寸法及び個数が示されている。尚、スライス No. 2 ~ 6 および 13 ~ 19、スライス No. 7、8、20、21、スライス No. 9、10、20、21、スライス No. 11、12、24 はそれぞれ Pt の膜厚を意図的に変えて作成したウエハであるため、センサ抵抗の中央値が異なっている。

[0039] より詳しくは、図 5 A は、左下部にパターン図が示されているように、5 μ m 口の本体部 (「RR」) と、3 μ m 口の 1 個の露出部 (「HY」) とを

有する水素検知素子のウエハごと（つまり、60個ごと）のセンサ抵抗のばらつき分布を示している。なお、本図に示される水素検知素子の構造は、図4の（a1）及び（b1）に示される従来の水素検知素子である。

[0040] 図5Bは、左下部にパターン図が示されているように、 $3\mu\text{m}$ □の本体部（「RR」）と、 $1.8\mu\text{m}$ □の1個の露出部（「HY」）とを有する水素検知素子のウエハごと（つまり、60個ごと）のセンサ抵抗のばらつき分布を示している。

[0041] 図5Cは、左下部にパターン図が示されているように、 $2\mu\text{m}$ □の本体部（「RR」）と、 $1.2\mu\text{m}$ □の1個の露出部（「HY」）とを有する水素検知素子のウエハごと（つまり、60個ごと）のセンサ抵抗のばらつき分布を示している。

[0042] 図5Dは、左下部にパターン図が示されているように、 $1.5\mu\text{m}$ □の本体部（「RR」）と、 $0.9\mu\text{m}$ □の1個の露出部（「HY」）とを有する水素検知素子のウエハごと（つまり、60個ごと）のセンサ抵抗のばらつき分布を示している。

[0043] 図5Eは、左下部にパターン図が示されているように、 $5\mu\text{m}$ □の本体部（「RR」）と、 $1.5\mu\text{m}$ □の4個の露出部（「HY」）とを有する実施の形態に係る水素検知素子のウエハごと（つまり、60個ごと）のセンサ抵抗のばらつき分布を示している。

[0044] 図5Fは、左下部にパターン図が示されているように、 $5\mu\text{m}$ □の本体部（「RR」）と、 $1\mu\text{m}$ □の9個の露出部（「HY」）とを有する実施の形態に係る水素検知素子のウエハごと（つまり、60個ごと）のセンサ抵抗のばらつき分布を示している。なお、本図に示される水素検知素子の構造は、図4の（a2）及び（b2）に示される実施の形態に係る水素検知素子である。

[0045] 1個の露出部（「HY」）の寸法に着目すると、大きい方から、 $3\mu\text{m}$ □の場合を示す図5A、 $1.8\mu\text{m}$ □の場合を示す図5B、 $1.5\mu\text{m}$ □の場合を示す図5E、 $1.2\mu\text{m}$ □の場合を示す図5C、 $1\mu\text{m}$ □の場合を示す

図5 F、O. 9 μm □の場合を示す図5 Dを比較して分かるように、1個の露出部（「HY」）の寸法が小さいほど、およそ、センサ抵抗のばらつきが減少する傾向が見られる。

[0046] また、本体部（「RR」）の寸法が同じ5 μm □で、かつ、総開口面積が同じ9 μm^2 であるが、露出部（「HY」）の個数の違いに着目すると、1個の露出部（「HY」）の場合を示す図5 Aと、9個の露出部（「HY」）の場合を示す図5 Fとを比較して分かるように、水素検知素子に設ける露出部については、同じ総開口面積であっても、1個当たりの寸法を小さくし、かつ、個数を複数にすることで、反応特性のばらつきが抑制されることが分かる。

[0047] 図6は、実施の形態に係る水素検知素子のセンサ抵抗ばらつきと露出部26の第2方向での寸法との依存性に関する実験結果を示す図である。横軸は、露出部（「HY」）26の開口寸法（ μm ）を示し、縦軸は、そのような露出部26をもつ、一つのウエハから製造される60個の水素検知素子について計測された抵抗ばらつき（C. V. ; Coefficient Variation ; 平均値に対する標準偏差の割合（%））を示す。プロットにおいて、「□」は、露出部（「HY」）26の縦寸法を示し、「X」は、露出部（「HY」）26の横寸法を示す。ここで、「横寸法」の「横」は、第1方向（つまり、第1端子25aと第2端子25bとを結ぶ電流方向）を意味し、「縦寸法」の「縦」は、第2方向（つまり、第1方向に対して垂直で、かつ、第2電極23の主面と並行な方向）を意味する。

[0048] 図6には、4種類の露出部26の形状をもつ水素検知素子の抵抗ばらつきがプロットされている。1つ目の種類は、グラフの左上部にパターン図が示されているように、縦3：横1の寸法の露出部26が3個形成された1個の水素検知素子である。2つ目の種類は、グラフの中央上部にパターン図が示されているように、縦3：横1.5の寸法の露出部26が2個形成された1個の水素検知素子である。3つ目の種類は、グラフの右下部にパターン図が示されているように、縦1：横3の寸法の露出部26が3個形成された1個

の水素検知素子である。4つ目の種類は、パターン図が図示されていないプロットであり、露出部（「HY」）26の縦寸法を示す「□」と、露出部（「HY」）26の横寸法を示す「X」とが重なっている、つまり、正方形パターンの8個の水素検知素子である。

[0049] また、図6には、露出部（「HY」）26の縦寸法と抵抗ばらつきとの相関を示す近似曲線（「HY縦寸法相関ライン」、実線の曲線）と、露出部（「HY」）26の横寸法と抵抗ばらつきとの相関を示す近似曲線（「HY横寸法相関ライン」、破線の曲線）とが図示されている。

[0050] 図6において、「HY縦寸法相関ライン」の傾斜が「HY横寸法相関ライン」よりも大きいことから分かるように、水素検知素子の抵抗ばらつきは、露出部26の縦方向寸法に大きく依存する。さらに、図6において、露出部26の形状が長方形パターンのプロット（グラフにパターン図が示された3個の水素検知素子のプロット）が「HY横寸法相関ライン」から大きく外れている。これらのことから、縦方向（つまり、電流方向と直交する第2方向）の寸法を小さくすることで、抵抗ばらつきを低減できることが分かる。「HY縦寸法相関ライン」及び破線枠で示しているように、現実的に水素検知素子に求められる仕様を満たすように抵抗ばらつきを収めるには、露出部26の縦方向寸法（つまり、第2方向の寸法）が $2\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

[0051] 図7は、図6に示される実験結果から得られた知見（つまり、露出部26の縦方向寸法を $2\mu\text{m}$ 以下にするのが好ましい）を反映した実施の形態に係る1個の水素検知素子がもつ複数の露出部26の配置例を示す図である。

[0052] 図7の（a）では、正方形の露出部26が、電流方向（横方向；第1方向）に3個、縦方向（第2方向）に3個並ぶことで、合計9個形成されている。図7の（b）では、電流方向（横方向；第1方向）に延びる長方形の露出部26が、縦方向（第2方向）に3個並ぶことで、合計3個形成されている。図7の（c）では、円形の露出部26が、電流方向（横方向；第1方向）に3個、縦方向（第2方向）に3個並ぶことで、合計9個形成されている。

図7の(a)～(c)のいずれにおいても、各露出部26の縦方向(第2方向)の寸法A1、A2及びA3は、 $2\mu\text{m}$ 以下である。

[0053] 図8は、正方形パターンの露出部をもつ水素検知素子の抵抗ばらつきと露出部の開口寸法との依存性に関する実験結果を説明する図である。より詳しくは、図8の(a)は、正方形パターンの露出部をもつ水素検知素子について計測されたセンサ抵抗ばらつきと露出部の開口寸法との依存性に関する実験結果を示す図である。横軸は、露出部の開口寸法(正方形パターンの一辺の長さ(μm))を示し、縦軸は、そのような露出部をもつ、一つのウエハから製造される60個の水素検知素子の抵抗ばらつき(図6と同様のC、V、(%))を示す。図8の(a)には、凡例で示されるように、25枚のウエハのそれぞれごとに、得られた60個の水素検知素子についてのデータがプロットされている。図8の(b)は、4種類の正方形パターン($4\mu\text{m}$ □、 $3\mu\text{m}$ □、 $2\mu\text{m}$ □、 $1\mu\text{m}$ □)の露出部をもつ水素検知素子の上面図(露出部、本体部)を示す。本体部の寸法(正方形の一辺の長さ)は、露出部の寸法+ $1\mu\text{m}$ である。

[0054] 図8から分かるように、露出部の正方形パターンの寸法が小さいほど、水素検知素子の抵抗ばらつきが小さくなる。現実的に水素検知素子に求められる仕様を満たすように抵抗ばらつきを収めるには、図示される「目標レベル」以下の抵抗ばらつきであることが望まれる。つまり、露出部の正方形パターンの寸法(つまり、一辺の寸法)が $2\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

[0055] 図9は、実施の形態に係る1個の水素検知素子をもつ露出部の総開口面積に関する実験結果を説明する図である。ここでは、様々な総開口面積の露出部をもつ水素検知素子に、0.1%の濃度の水素を導入したときの反応特性が示されている。より詳しくは、図9の(a)は、様々な総開口面積の露出部をもつ水素検知素子に、0.1%の濃度の水素を導入したときに計測されたセンサ電流(横軸;「水素反応量(mA)」)と検知時間(縦軸;「水素検知時間(素子単体)(sec)」)との関係を示す。図9の(b)は、図9の(a)に示される実験結果のデータを、水素検知素子をもつ露出部の開

口面積（横軸；「センサ開口面積（ μm^2 ）」）と、センサ電流（縦軸；「電流変化量（@水素0.1%）（mA）」）との関係を示すデータに書き換えたグラフを示す。

[0056] 図9の（a）に示されるように、検知時間として、現実的な仕様に鑑み、10sec以下を「目標検知時間」とした場合、0.0275mA以上の水素反応量が必要となることが分かる。

[0057] また、図9の（b）に示されるように、0.0275mA以上の水素反応量を確保するには、露出部の総開口面積として、 $5.6\mu\text{m}^2$ 以上必要とされることが分かる。

[0058] 図9から、実施の形態に係る水素検知素子10がもつ露出部26の総開口面積が、 $5.6\mu\text{m}^2$ 以上であることが好ましいことが分かる。

[0059] 以上のように、実施の形態に係る水素検知素子10は、面状の第1電極21と、第1電極21に対向して形成され、絶縁膜（保護膜14及び第2絶縁膜13）で覆われた主面を有する第2電極23であって、主面上の絶縁膜の一部が開口して複数の水素ガス導入口となる複数の露出部26を有する面状の第2電極23と、第1電極21及び第2電極23に挟まれた金属酸化物層22と、第2電極23の平面視において、複数の露出部26を挟んだ位置で第2電極23に電氣的に接続される第1端子25a及び第2端子25bとを備え、複数の露出部26に水素ガスが導入された時に、第1端子25a及び第2端子25b間の抵抗が変化する。

[0060] これにより、1個の水素検知素子10について露出部26を複数個設ける工夫により、従来よりも、1個当たりの露出部26の寸法を小さくしつつ、露出部26の総開口面積を従来と同様に確保することができる。よって、反応特性のばらつきが抑制された特徴的な構造を有する水素検知素子の実現される。

[0061] ここで、複数の露出部26は、第2電極23の平面視において、同一形状を有してもよい。例えば、形状は、矩形形状又は楕円形状であってもよい。これにより、複数の露出部26を形成するためのマスクパターンが単純化さ

れる。

[0062] また、複数の露出部 2 6 は、第 1 端子 2 5 a と第 2 端子 2 5 b とを結ぶ第 1 方向に対して垂直でかつ主面と平行となる第 2 方向の最大寸法が第 1 方向の最大寸法と同じであってもよい。これにより、長さや幅が等しい複数の露出部 2 6 が形成される。

[0063] また、複数の露出部 2 6 は、第 1 端子 2 5 a と第 2 端子 2 5 b とを結ぶ第 1 方向に対して垂直でかつ主面と平行となる第 2 方向の最大寸法が第 1 方向の最大寸法よりも小さくてもよい。これにより、電流方向に長い複数の露出部 2 6 が形成される。

[0064] また、複数の露出部 2 6 は、第 1 端子 2 5 a と第 2 端子 2 5 b とを結ぶ第 1 方向に対して垂直でかつ主面と平行となる第 2 方向の最大寸法が $2\ \mu\text{m}$ 以下であってもよい。これにより、現実的に水素検知素子に求められる仕様を満たすように抵抗ばらつきを収めることができる。

[0065] また、複数の露出部 2 6 は、第 1 端子 2 5 a と第 2 端子 2 5 b とを結ぶ第 1 方向に沿って並ぶ複数の露出部 2 6 を含んでもよいし、複数の露出部 2 6 は、第 1 端子 2 5 a と第 2 端子 2 5 b とを結ぶ第 1 方向に対して垂直でかつ主面と平行となる第 2 方向に沿って並ぶ複数の露出部 2 6 を含んでもよい。これにより、複数の露出部 2 6 をもつ反応特性のばらつきが抑制された特徴的な構造を有する水素検知素子の実現される。

[0066] また、実施の形態に係る水素検知素子 1 0 の製造方法は、) 面状の第 1 電極 2 1 を形成するステップと、第 1 電極 2 1 の上に金属酸化物層 2 2 を形成するステップと、金属酸化物層 2 2 の上に第 2 電極 2 3 を形成するステップと、第 2 電極 2 3 と電氣的に接続される第 1 端子 2 5 a 及び第 2 端子 2 5 b を形成するステップと、第 2 電極 2 3 を覆う絶縁膜を形成するステップと、絶縁膜のうち、第 2 電極 2 3 の平面視において、第 1 端子 2 5 a 及び第 2 端子 2 5 b を挟んだ複数の箇所を除去することで、第 2 電極 2 3 の主面上に複数の水素ガス導入口となる複数の露出部 2 6 を形成するステップとを含み、複数の露出部 2 6 に水素ガスが導入された時に、第 1 端子 2 5 a 及び第 2 端

子 2 5 b 間の抵抗が変化する。

[0067] これにより、1 個の水素検知素子 1 0 について露出部 2 6 を複数個設ける工夫により、従来よりも、1 個当たりの露出部 2 6 の寸法を小さくしつつ、露出部 2 6 の総開口面積を従来と同様に確保することができる。よって、反応特性のばらつきが抑制された特徴的な構造を有する水素検知素子の製造方法が実現される。

[0068] 以上、本開示に係る水素検知素子及びその製造方法について、実施の形態に基づいて説明したが、本開示は、この実施の形態に限定されるものではない。本開示の主旨を逸脱しない限り、当業者が思いつく各種変形を本実施の形態に施したものや、実施の形態における一部の構成要素を組み合わせて構築される別の形態も、本開示の範囲内に含まれる。

[0069] 例えば、図 2 A～図 2 C では、複数の露出部 2 6 は、電流方向に延びる楕円形を有したが、楕円形としては、このような形に限られず、電流方向と直交する方向に延びる楕円形であってもよい。

[0070] また、図 2 A～図 2 C では、複数の露出部 2 6 は、いずれも同一形状、同一寸法であったが、形状及び寸法の少なくとも一つが異なってもよい。

産業上の利用可能性

[0071] 本開示に係る水素検知素子は、反応特性のばらつきが抑制された特徴的な構造を有する水素検知素子として、例えば、燃料電池自動車、水素ステーション、水素プラント等において用いられる水素センサとして、利用できる。

符号の説明

- [0072] 1 0 水素検知素子
1 0 a 水素検知素子の本体部
1 1 半導体基板
1 2 第 1 絶縁膜
1 3 第 2 絶縁膜
1 4 保護膜
2 1 第 1 電極

2 2 金属酸化物層

2 3 第 2 電極

2 4 配線間プラグ

2 5 a 第 1 端子

2 5 b 第 2 端子

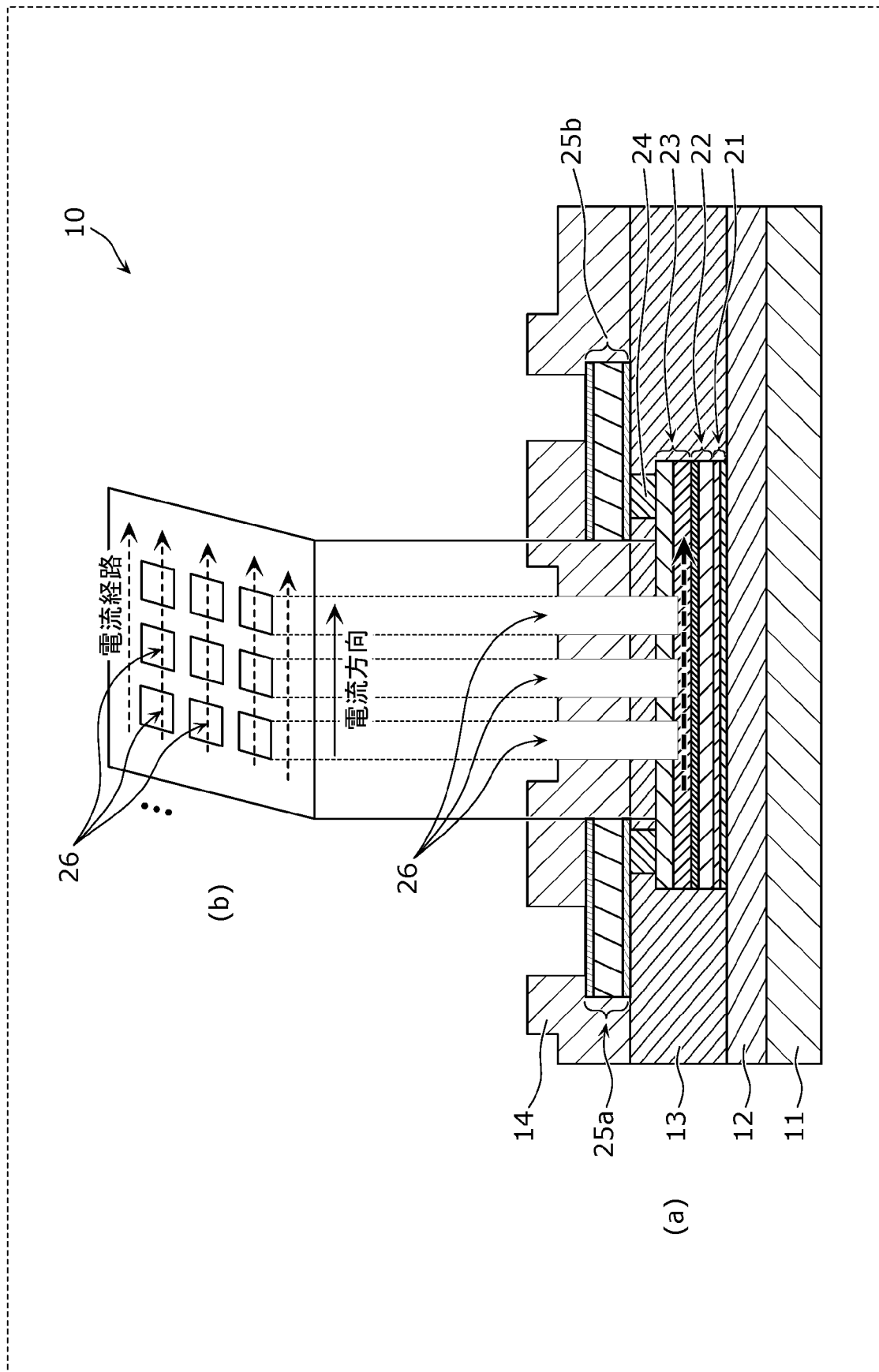
2 6 露出部

請求の範囲

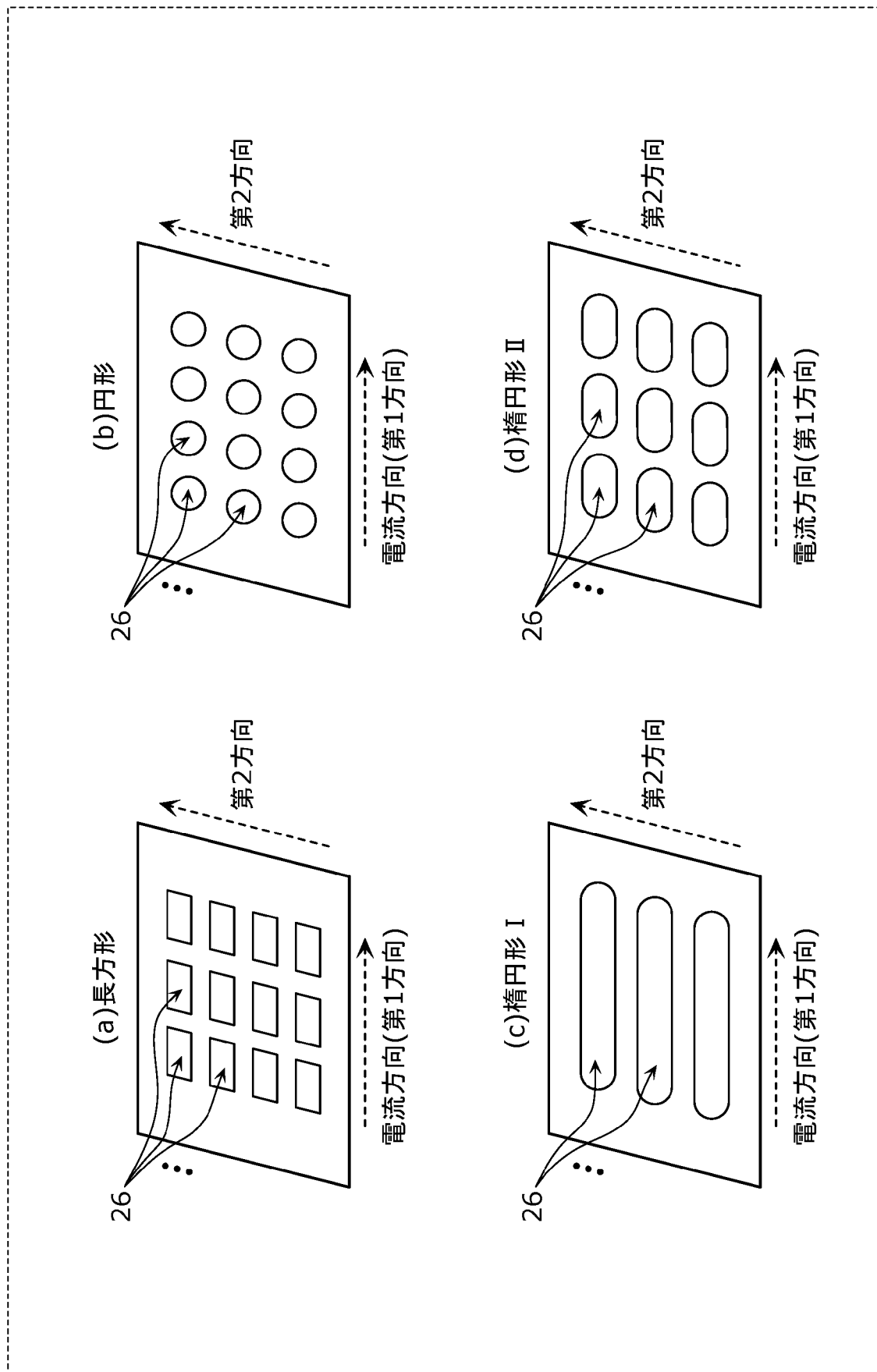
- [請求項1] 面状の第1電極と、
前記第1電極に対向して形成され、絶縁膜で覆われた主面を有する第2電極であって、前記主面上の前記絶縁膜の一部が開口して水素ガス導入口となる複数の露出部を有する面状の第2電極と、
前記第1電極及び前記第2電極に挟まれた金属酸化物層と、
前記第2電極の平面視において、前記複数の露出部を挟んだ位置で前記第2電極に電氣的に接続される第1端子及び第2端子とを備え、
前記複数の露出部に水素ガスが導入された時に、前記第1端子及び前記第2端子間の抵抗が変化する、
水素検知素子。
- [請求項2] 前記複数の露出部は、前記第2電極の平面視において、同一形状を有する、
請求項1記載の水素検知素子。
- [請求項3] 前記形状は、矩形形状又は楕円形状である、
請求項2記載の水素検知素子。
- [請求項4] 前記複数の露出部は、前記第1端子と前記第2端子とを結ぶ第1方向に対して垂直でかつ前記主面と平行となる第2方向の最大寸法が第1方向の最大寸法と同じである、
請求項1～3のいずれか1項に記載の水素検知素子。
- [請求項5] 前記複数の露出部は、前記第1端子と前記第2端子とを結ぶ第1方向に対して垂直でかつ前記主面と平行となる第2方向の最大寸法が前記第1方向の最大寸法よりも小さい、
請求項1～3のいずれか1項に記載の水素検知素子。
- [請求項6] 前記複数の露出部は、前記第1端子と前記第2端子とを結ぶ第1方向に対して垂直でかつ前記主面と平行となる第2方向の最大寸法が2 μ m以下である、
請求項1～3のいずれか1項に記載の水素検知素子。

- [請求項7] 前記複数の露出部は、前記第1端子と前記第2端子とを結ぶ第1方向に沿って並ぶ複数の露出部を含む、
請求項1～3のいずれか1項に記載の水素検知素子。
- [請求項8] 前記複数の露出部は、前記第1端子と前記第2端子とを結ぶ第1方向に対して垂直でかつ前記主面と平行となる第2方向に沿って並ぶ複数の露出部を含む、
請求項1～3のいずれか1項に記載の水素検知素子。
- [請求項9] 面状の第1電極を形成するステップと、
前記第1電極の上に金属酸化物層を形成するステップと、
前記金属酸化物層の上に第2電極を形成するステップと、
前記第2電極と電氣的に接続される第1端子及び第2端子を形成するステップと、
前記第2電極を覆う絶縁膜を形成するステップと、
前記絶縁膜のうち、前記第2電極の平面視において、前記第1端子及び前記第2端子を挟んだ複数の箇所を除去することで、前記第2電極の主面上に複数の水素ガス導入口となる複数の露出部を形成するステップとを含み、
前記複数の露出部に水素ガスが導入された時に、前記第1端子及び前記第2端子間の抵抗が変化する、
水素検知素子の製造方法。

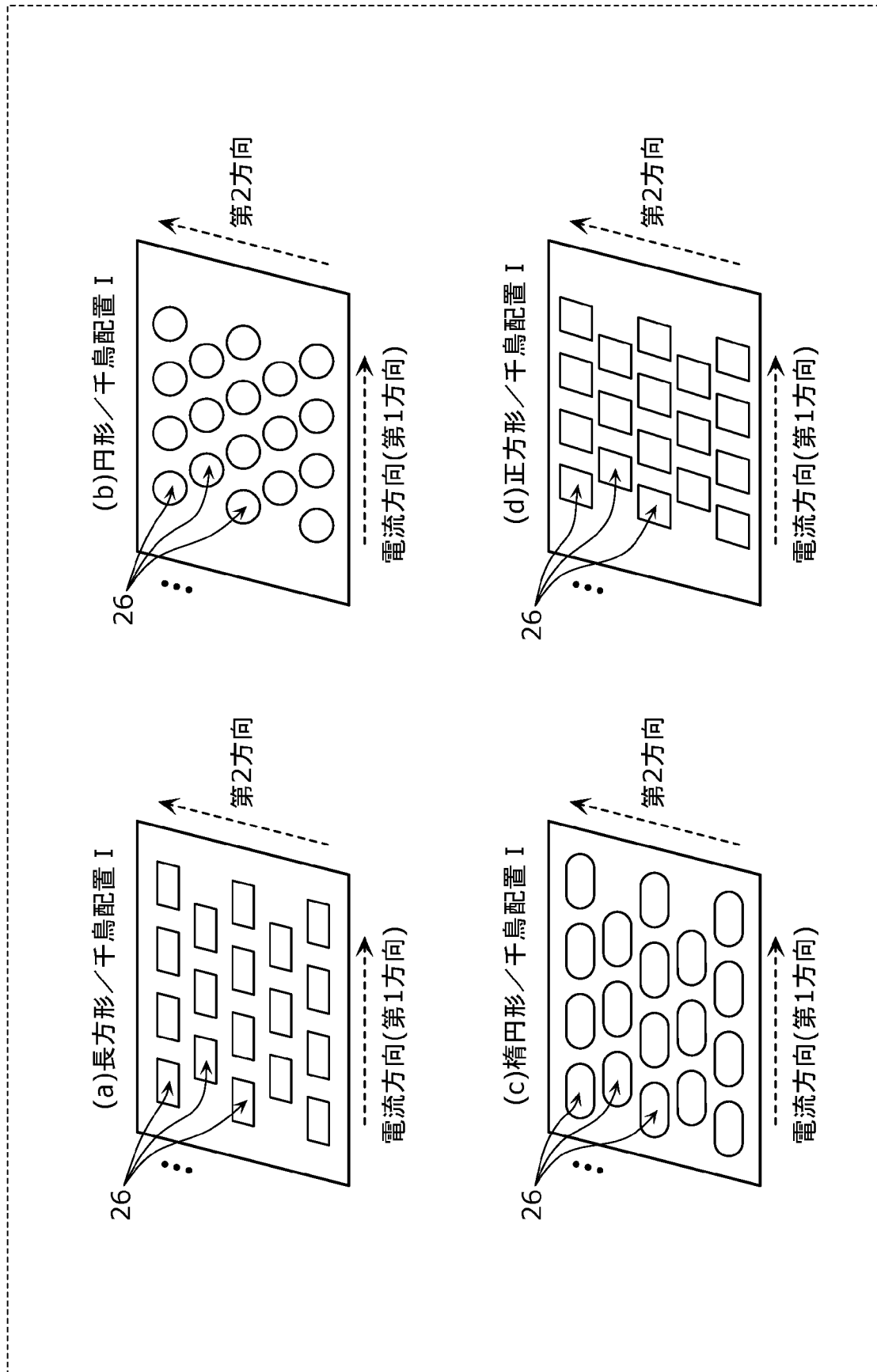
[図1]



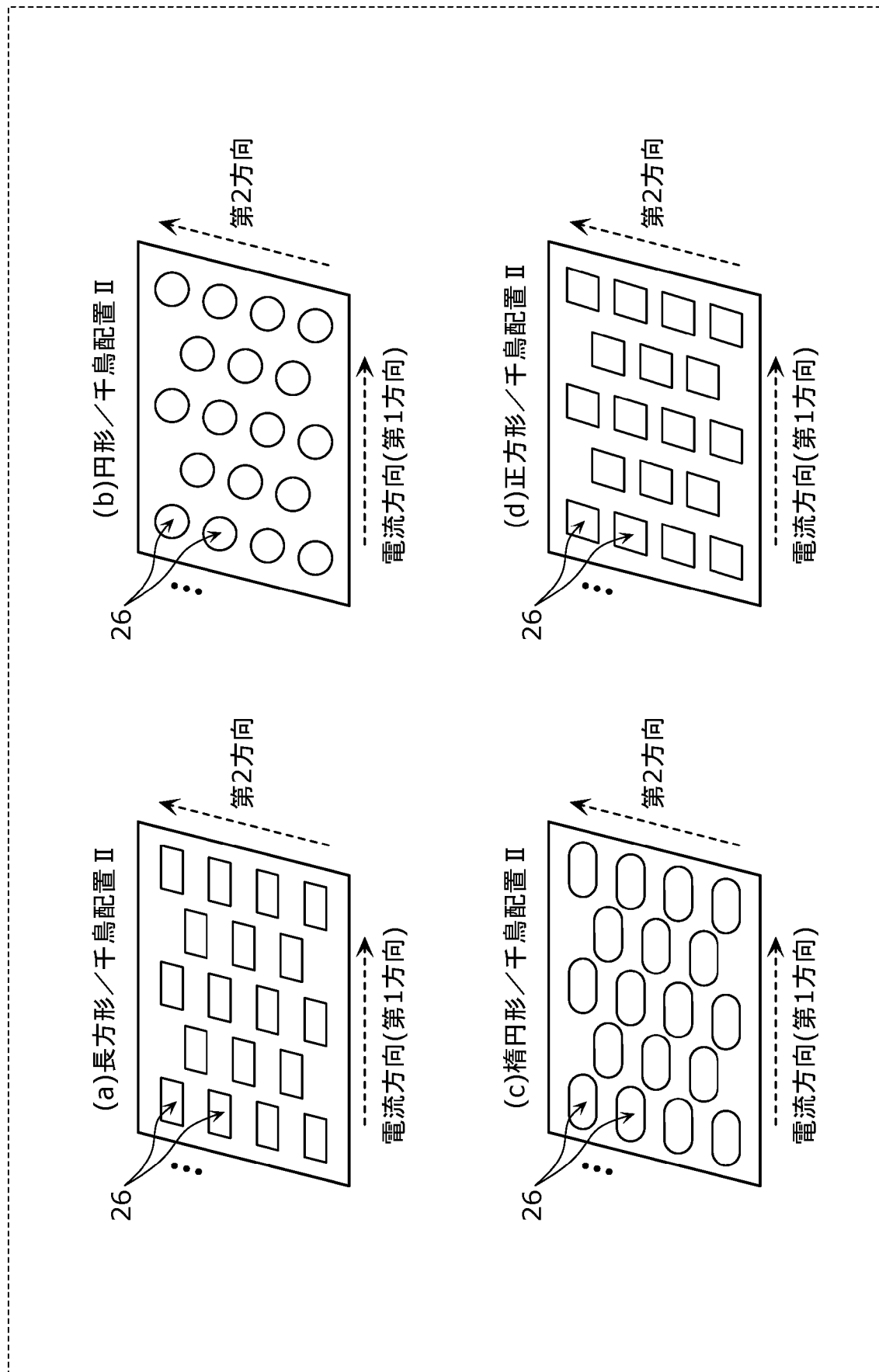
[図2A]



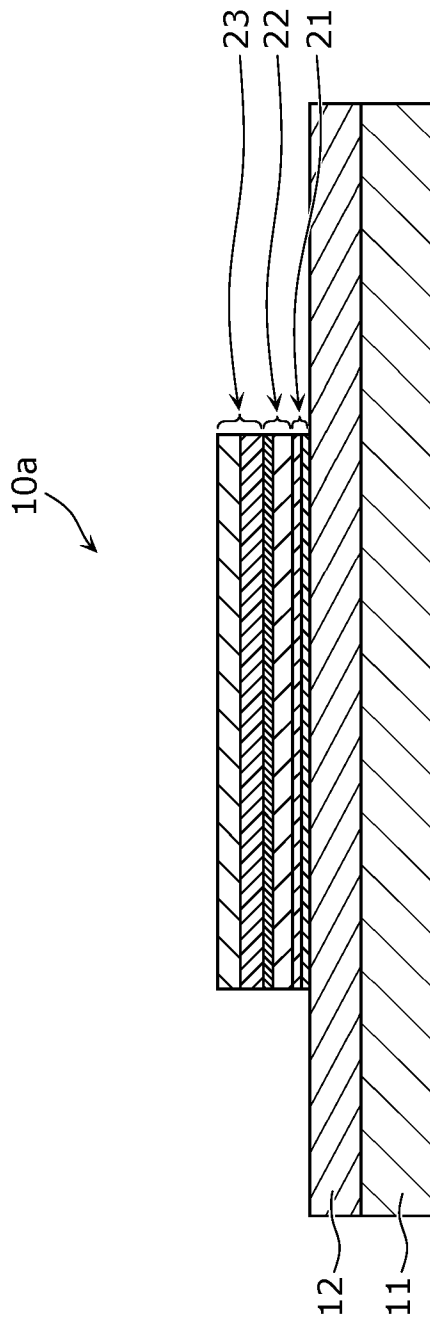
[図2B]



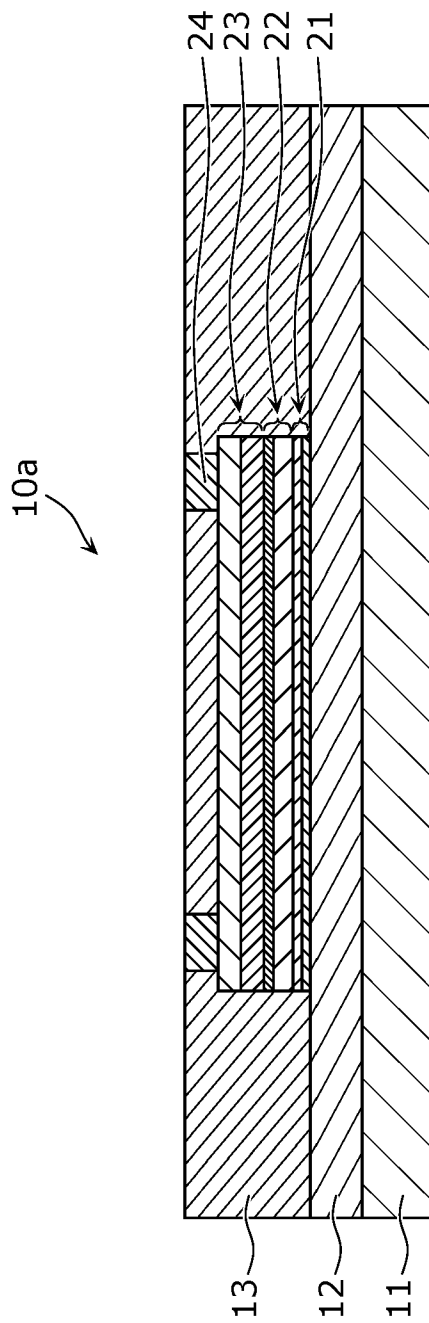
[図2C]



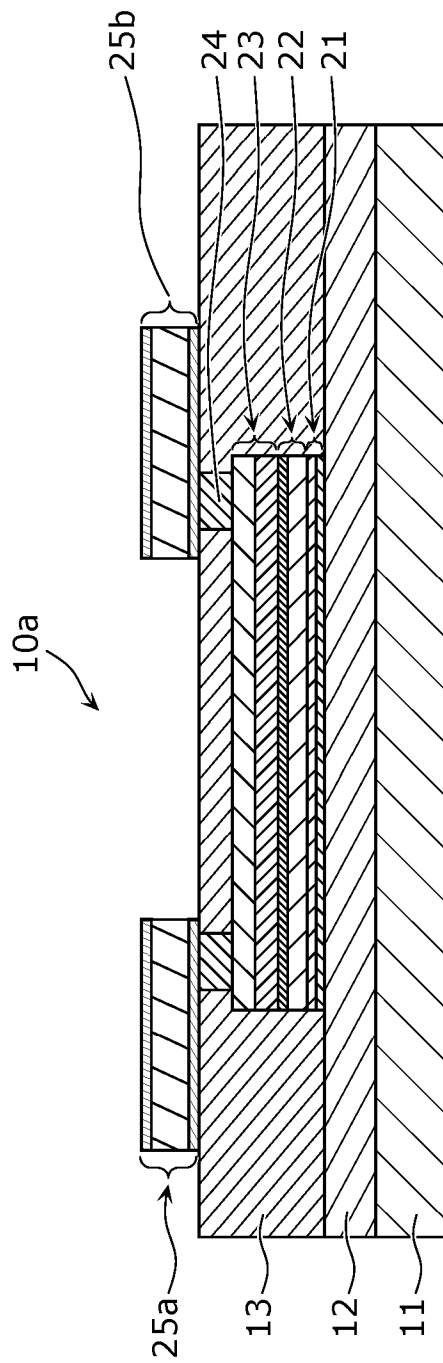
[図3A]



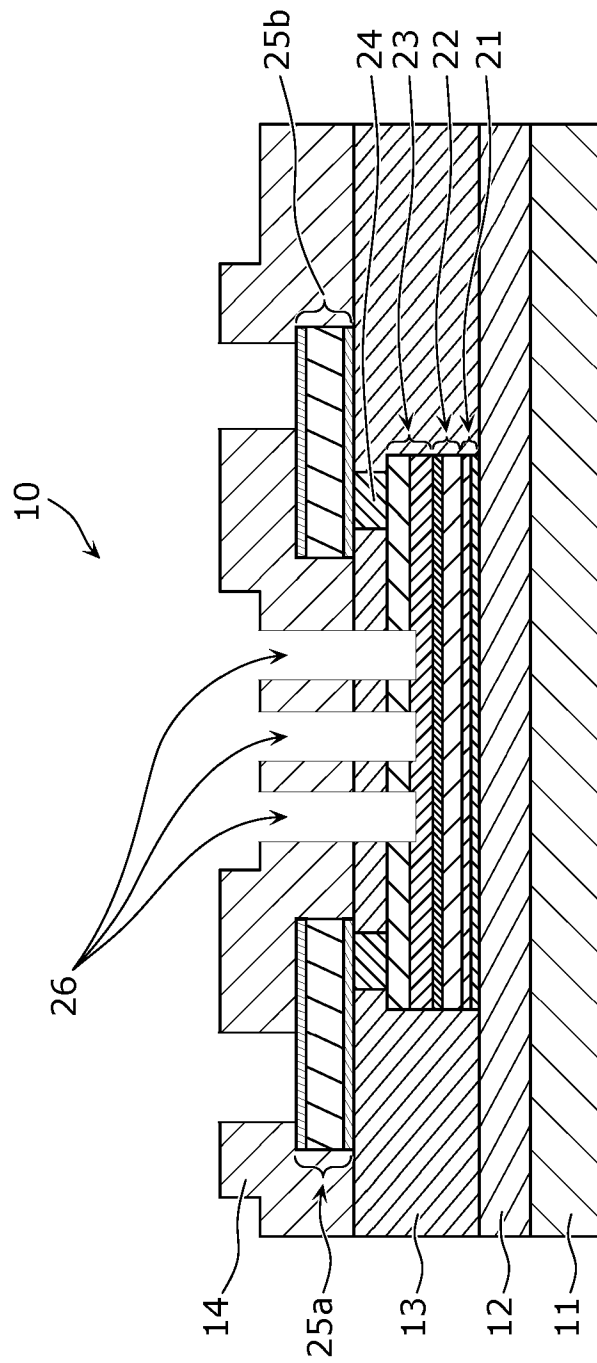
[図3B]



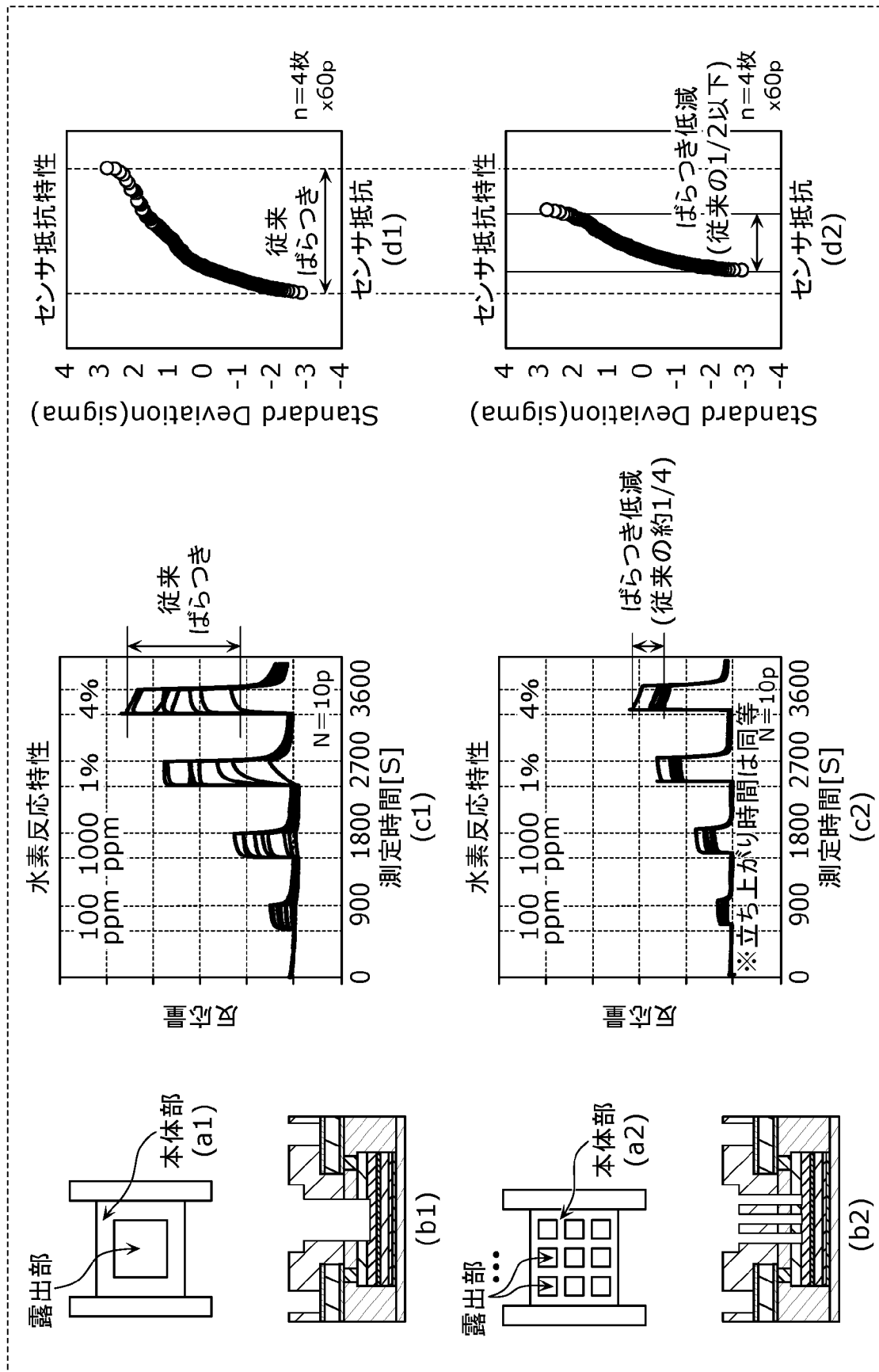
[図3C]



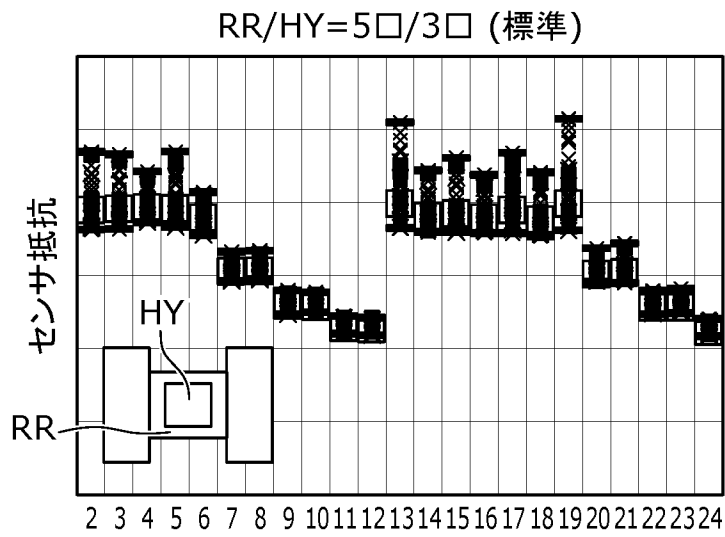
[図3D]



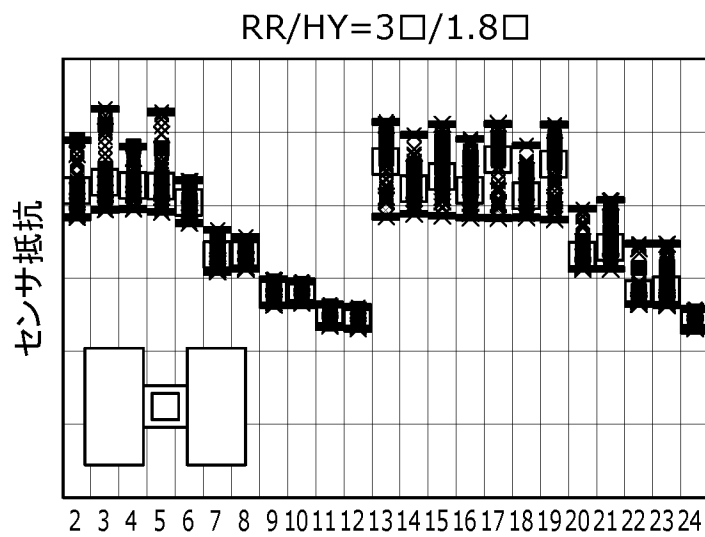
[図4]



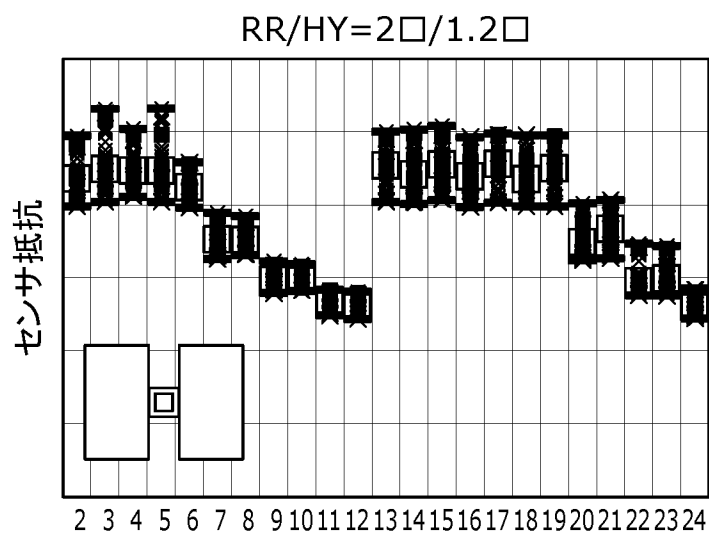
[図5A]



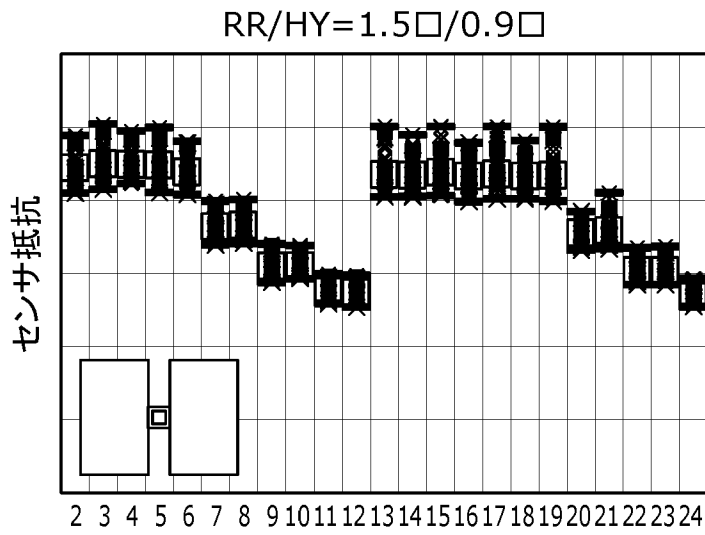
[図5B]



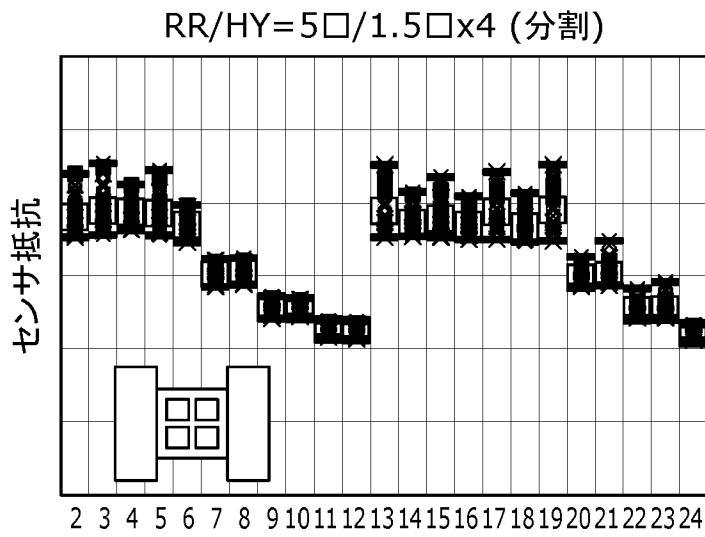
[図5C]



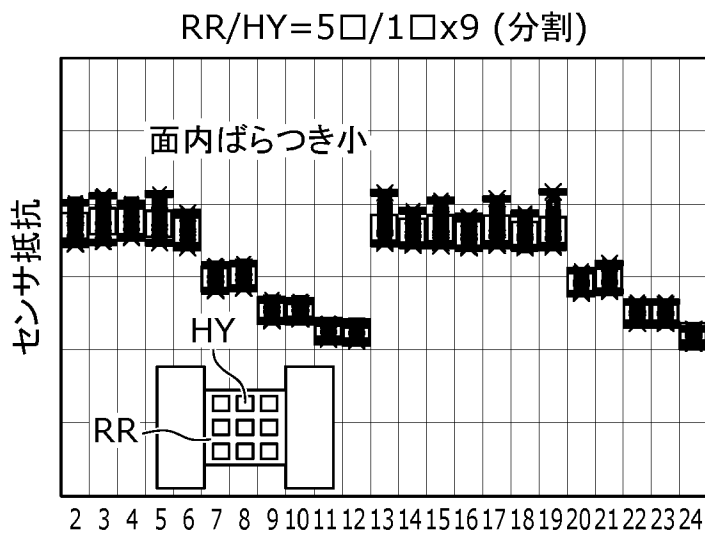
[図5D]



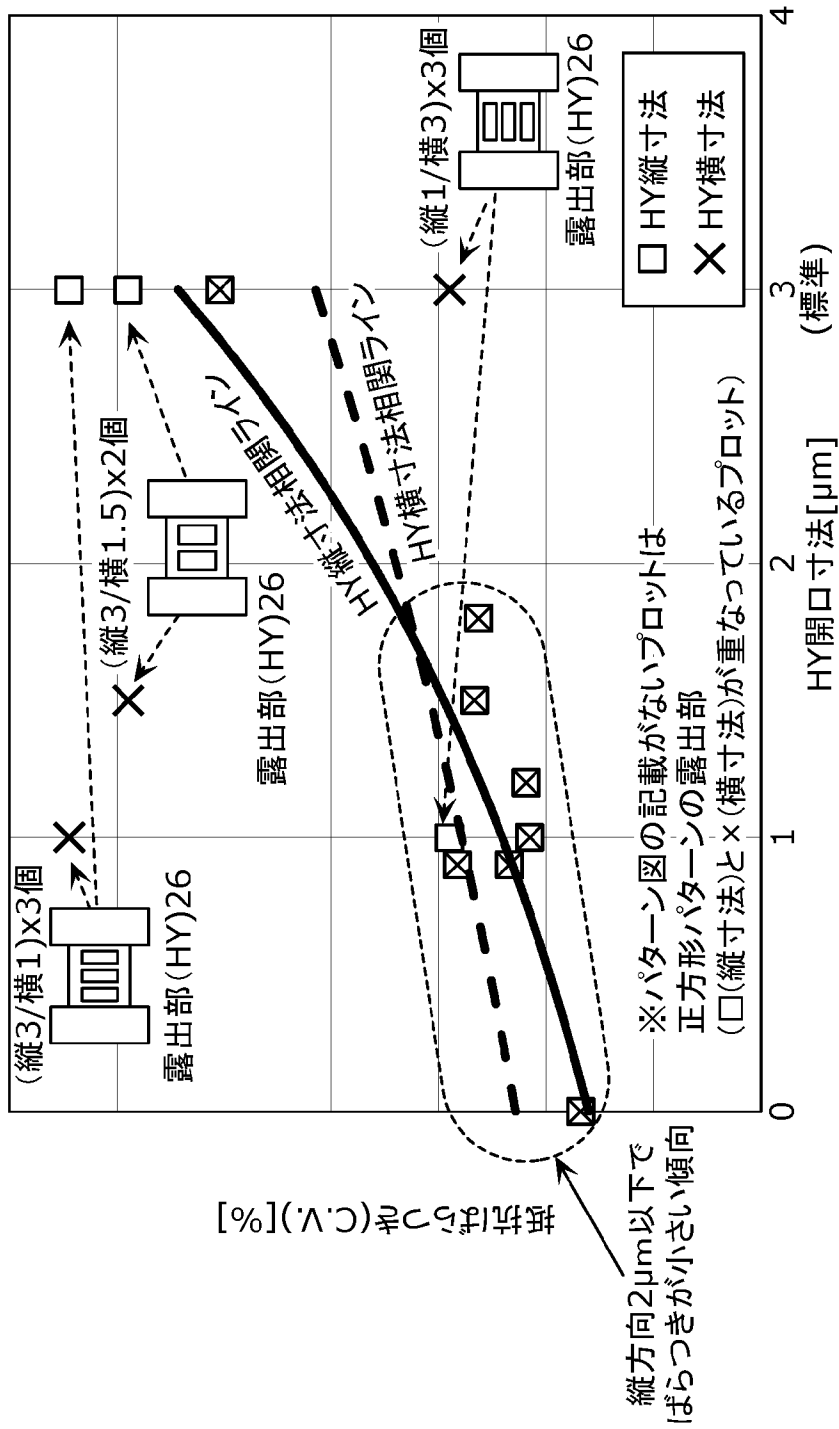
[図5E]



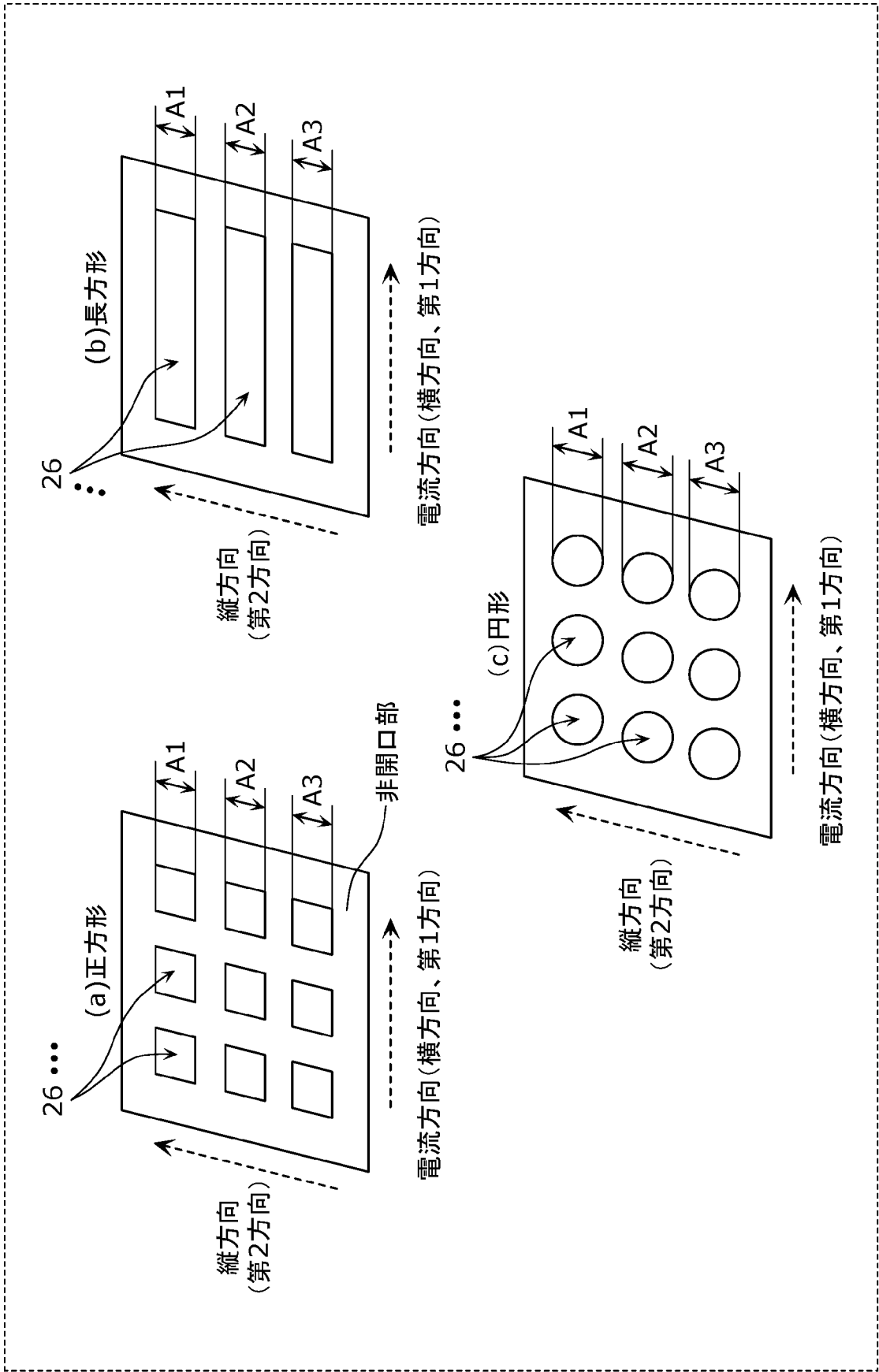
[図5F]



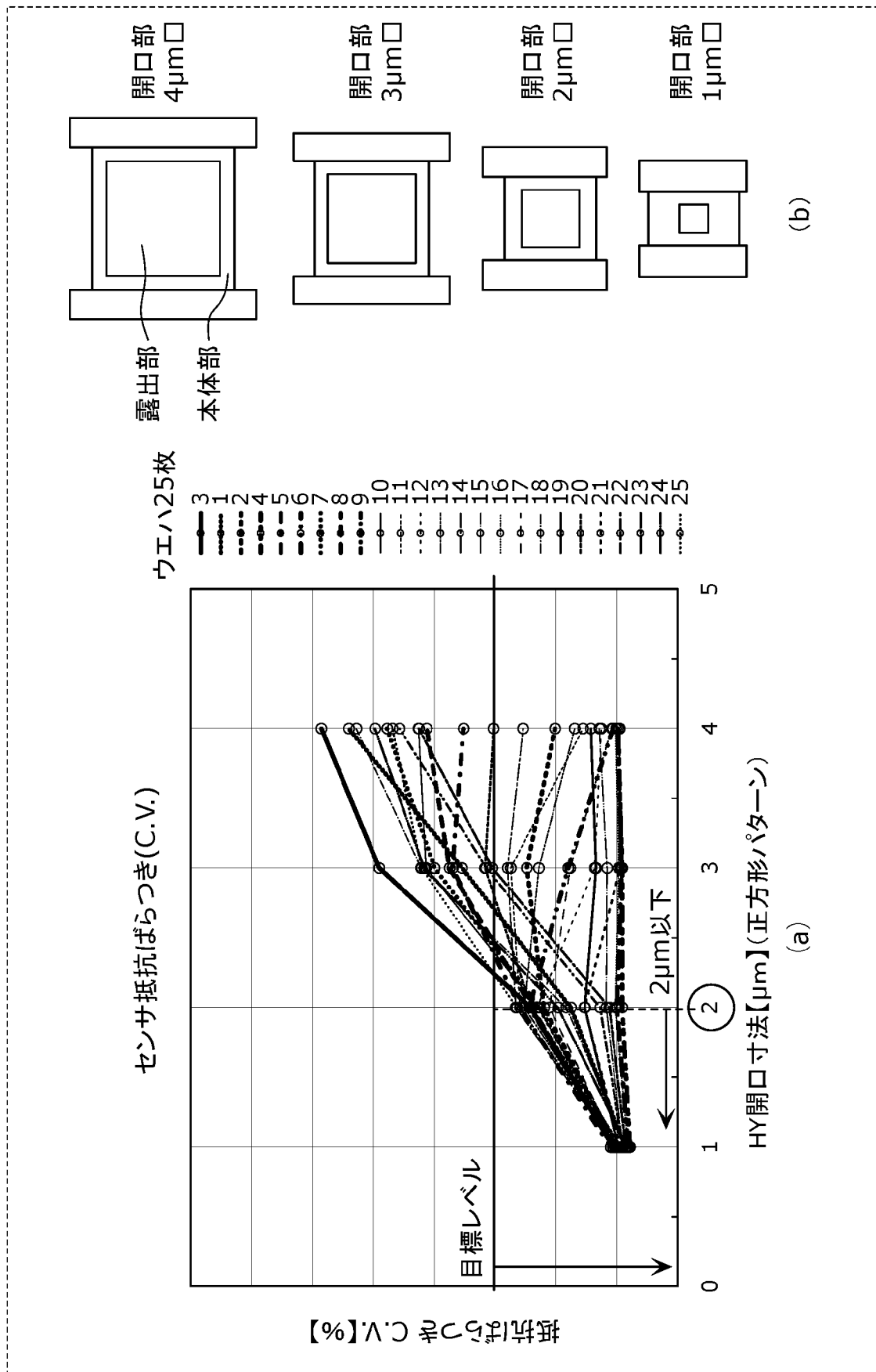
センサ抵抗ばらつき 露出部 (HY) 開口寸法依存



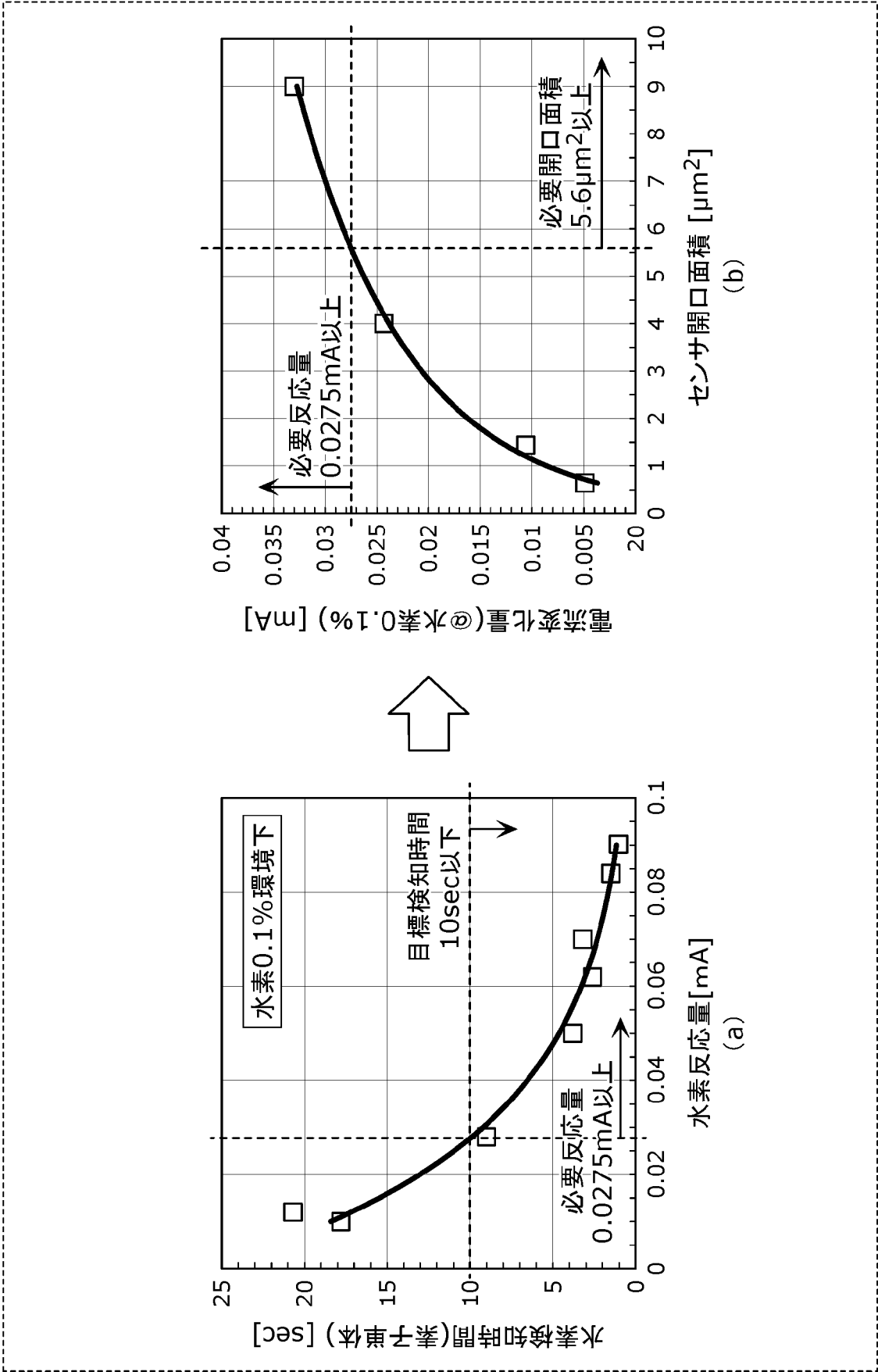
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/031689

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01N 27/12**(2006.01)i

FI: G01N27/12 B

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)

G01N27/00-27/24

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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.
A	WO 2021/210453 A1 (NUVOTON TECHNOLOGY CORPORATION JAPAN) 21 October 2021 (2021-10-21) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2018-124170 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 09 August 2018 (2018-08-09) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2017-151091 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 31 August 2017 (2017-08-31) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2017-198660 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 02 November 2017 (2017-11-02) entire text, all drawings	1-9
A	JP 2017-215312 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 07 December 2017 (2017-12-07) entire text, all drawings	1-9

☒ 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

10 November 2023

Date of mailing of the international search report

21 November 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/031689**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2017/037984 A1 (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 09 March 2017 (2017-03-09) entire text, all drawings	1-9
A	WO 2020/179226 A1 (PANASONIC SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CO., LTD.) 10 September 2020 (2020-09-10) entire text, all drawings	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/031689

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2021/210453	A1	21 October 2021	US	2023/0022428	A1	
				entire text, all drawings			
				EP	4137806	A1	
				CN	115335689	A	
JP	2018-124170	A	09 August 2018	US	2019/0346391	A1	
				entire text, all drawings			
				EP	3578963	A1	
				CN	110226088	A	
JP	2017-151091	A	31 August 2017	US	2017/0241933	A1	
				entire text, all drawings			
				CN	107102032	A	
JP	2017-198660	A	02 November 2017	US	2017/0307556	A1	
				entire text, all drawings			
				CN	107315033	A	
JP	2017-215312	A	07 December 2017	US	2017/0343507	A1	
				entire text, all drawings			
				CN	107436313	A	
WO	2017/037984	A1	09 March 2017	US	2017/0131227	A1	
				entire text, all drawings			
				EP	3343212	A1	
				CN	108112263	A	
WO	2020/179226	A1	10 September 2020	US	2021/0389264	A1	
				entire text, all drawings			
				CN	113518917	A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01N 27/12(2006.01)i FI: G01N27/12 B										
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）） G01N27/00-27/24 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年									
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								
A	WO 2021/210453 A1（ヌヴォトンテクノロジージャパン株式会社）21.10.2021 (2021 - 10 - 21) 全文、全文	1-9								
A	JP 2018-124170 A（パナソニックIPマネジメント株式会社）09.08.2018（2018 - 08 - 09） 全文、全文	1-9								
A	JP 2017-151091 A（パナソニックIPマネジメント株式会社）31.08.2017（2017 - 08 - 31） 全文、全文	1-9								
A	JP 2017-198660 A（パナソニックIPマネジメント株式会社）02.11.2017（2017 - 11 - 02） 全文、全文	1-9								
A	JP 2017-215312 A（パナソニックIPマネジメント株式会社）07.12.2017（2017 - 12 - 07） 全文、全文	1-9								
☒ 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抵触するものではなく、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 10.11.2023		国際調査報告の発送日 21.11.2023								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 黒田 浩一 2J 9218 電話番号 03-3581-1101 内線 3252								

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
A	W0 2017/037984 A1 (パナソニック I P マネジメント株式会社) 09.03.2017 (2017 - 03 - 09) 全文、全図	1-9
A	W0 2020/179226 A1 (パナソニックセミコンダクターソリューションズ株式会社) 10.09.2020 (2020 - 09 - 10) 全文、全図	1-9

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/031689

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2021/210453	A1	21.10.2021	US	2023/0022428	A1	
				全文、全図			
				EP	4137806	A1	
				CN	115335689	A	
JP	2018-124170	A	09.08.2018	US	2019/0346391	A1	
				全文、全図			
				EP	3578963	A1	
				CN	110226088	A	
JP	2017-151091	A	31.08.2017	US	2017/0241933	A1	
				全文、全図			
				CN	107102032	A	
JP	2017-198660	A	02.11.2017	US	2017/0307556	A1	
				全文、全図			
				CN	107315033	A	
JP	2017-215312	A	07.12.2017	US	2017/0343507	A1	
				全文、全図			
				CN	107436313	A	
WO	2017/037984	A1	09.03.2017	US	2017/0131227	A1	
				全文、全図			
				EP	3343212	A1	
				CN	108112263	A	
WO	2020/179226	A1	10.09.2020	US	2021/0389264	A1	
				全文、全図			
				CN	113518917	A	