(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
2015 年 8 月 6 日(06.08.2015)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2015/115419 A1

(51) 国際特許分類:
G01N 29/02 (2006.01) *G01N 5/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/052175

(22) 国際出願日: 2015 年 1 月 27 日(27.01.2015)

(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 2014-018561 2014 年 2 月 3 日(03.02.2014) JP

(71) 出願人: 京セラ株式会社(KYOCERA CORPORATION) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町６番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 小林 京平(KOBAYASHI, Kyohei); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町６番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP). 岸田 裕司(KISHIDA, Yuji); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町６番地 京セラ株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 深井 敏和(FUKAI, Toshikazu); 〒5406591 大阪府大阪市中央区大手前１丁目７番３１号ＯＭＭビル８階 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, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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.

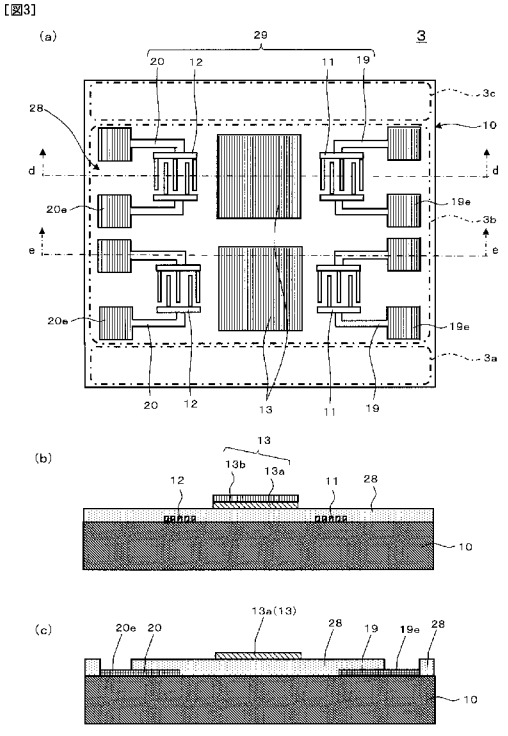
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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

[続葉有]

(54) **Title**: SENSOR APPARATUS

(54) 発明の名称 : センサ装置

[図3]



(57) **Abstract**: The sensor apparatus according to one aspect of the present invention is provided with: an element substrate; an element electrode positioned on the upper surface of the element substrate; an insulating member covering at least a portion of the element electrode; and a detector having an immobilizing film positioned on the upper surface of the element substrate or on the upper surface of the insulating member, and used for detecting a detection target included in a test specimen. The surface roughness of the immobilizing film is lower than the surface roughness of the element electrode. In the sensor apparatus according to another aspect of the present invention, the amount of oxygen in the surface layer portion of the immobilizing film is less than the amount of oxygen in the surface layer portion of the element electrode.

(57) 要約: 本発明の一の実施形態に係るセンサ装置は、素子基板と、前記素子基板の上面に位置している素子電極と、前記素子電極の少なくとも一部を覆っている絶縁性部材と、前記素子基板の上面または前記絶縁性部材の上面に位置している固定化膜を有しており且つ検体に含まれる検出対象の検出を行なう検出部と、を備え、前記固定化膜の表面粗さは、前記素子電極の表面粗さよりも小さい。本発明の他の実施形態に係るセンサ装置は、前記固定化膜の表層部の酸素量が、前記素子電極の表層部の酸素量よりも小さい。

WO 2015/115419 A1

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： センサ装置

技術分野

[0001] 本発明は、検体の性質あるいは検体に含まれる成分を測定することができるセンサ装置に関するものである。

背景技術

[0002] 弾性表面波素子などの検出素子を用いて、検体の性質あるいは成分を測定するセンサ装置が知られている（例えば、特開平５－２４０７６２号公報参照。）。

[0003] 例えば、弾性表面波素子を用いたセンサ装置は、圧電基板上に検体の試料に含まれる成分と反応する検出部を設け、この検出部を伝搬した弾性表面波の変化を測定することによって検体の性質あるいは成分を検出するものである。

発明の概要

[0004] しかしながら、弾性表面波素子などの検出素子の検出部において、検出対象の検出感度あるいは検出精度が充分ではなかった。

そこで、検出対象を感度良くあるいは精度良く検出することができるセンサ装置が求められていた。

[0005] 本発明の一の実施形態に係るセンサ装置は、素子基板と、前記素子基板の上面に位置している素子電極と、前記素子電極の少なくとも一部を覆っている絶縁性部材と、前記素子基板の上面または前記絶縁性部材の上面に位置している固定化膜を有しており且つ検体に含まれる検出対象の検出を行なう検出部と、を備え、前記固定化膜の表面粗さは、前記素子電極の表面粗さよりも小さい。

[0006] 本発明の他の実施形態に係るセンサ装置は、素子基板と、前記素子基板の上面に位置している素子電極と、前記素子電極の少なくとも一部を覆っている絶縁性部材と、前記素子基板の上面または前記絶縁性部材の上面に位置し

ている固定化膜を有しており且つ検体に含まれる検出対象の検出を行なう検出部と、を備え、前記固定化膜の表層部の酸素量は、前記素子電極の表層部の酸素量よりも小さい。

[0007] 本発明のさらに他の実施形態に係るセンサ装置は、素子基板と、前記素子基板の上面に位置している素子電極と、前記素子基板の上面に位置している固定化膜を有しており且つ検体に含まれる検出対象の検出を行なう検出部と、を備え、前記固定化膜の表面粗さは、前記素子電極の表面粗さよりも小さく、前記固定化膜の表層部の酸素量は、前記素子電極の表層部の酸素量よりも小さい。

[0008] このようなセンサ装置によれば、固定化膜の表面粗さは素子電極の表面粗さよりも小さい、あるいは、固定化膜の表層部の酸素量は素子電極の表層部の酸素量よりも小さいことから、検体に含まれる検出対象の検出に寄与する構成（例えば、官能基、有機部材、あるいは生体材料）を固定化膜の表面（上面）に対して効果的に固定化することができ、その結果、検出対象を感度良くあるいは精度良く検出することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の第１実施形態に係るセンサ装置を示す図であり、（ａ）は平面図、（ｂ）は長さ方向の断面図であって（ａ）のＡ－Ａ線における断面図、（ｃ）は幅方向の断面図であって紙面に対して上から順に、（ａ）のａ－ａ線、ｂ－ｂ線およびｃ－ｃ線のそれぞれにおける断面図である。

[図2]図１のセンサ装置の一部を拡大して示す断面図である。

[図3]図１のセンサ装置の検出素子を示す図であり、（ａ）は平面図、（ｂ）は（ａ）のｄ－ｄ線における断面図、（ｃ）は（ａ）のｅ－ｅ線における断面図である。

[図4]図１のセンサ装置の変形例を示す図であり、図３（ｂ）に対応する断面図である。

[図5]図３（ｂ）に示すセンサ装置の一部を拡大して示す断面図である。

[図6]図１のセンサ装置の分解平面図である。

[図7]図１のセンサ装置の製造工程を示す平面図である。

[図8]図１のセンサ装置の変形例を示す平面図であり、（ａ）および（ｂ）は図７（ｄ）に対応する図であり、（ｃ）は図１（ａ）に対応する図である。

[図9]図１のセンサ装置の変形例を示す図であり、（ａ）は平面図、（ｂ）は長さ方向の断面図であって（ａ）のＡ－Ａ線における断面図、（ｃ）は幅方向の断面図であって紙面に対して上から順に、（ａ）のａ－ａ線、ｂ－ｂ線およびｃ－ｃ線のそれぞれにおける断面図である。

[図10]図９のセンサ装置の製造工程を示す平面図である。

[図11]図１のセンサ装置の変形例を示す図であり、特に製造工程を示す図である。

[図12]図１のセンサ装置の変形例を示す平面図であり、図７（ｄ）に対応する図である。

[図13]本発明の第２実施形態に係るセンサ装置を示す図であり、図２（ａ）に対応する図である。

[図14]図１３のセンサ装置の変形例を示す図であり、（ａ）は平面図、（ｂ）は長さ方向の断面図であって（ａ）のＡ－Ａ線における断面図である。

[図15]図１３のセンサ装置の変形例を示す図であり、（ａ）は平面図、（ｂ）は長さ方向の断面図であって（ａ）のＡ－Ａ線における断面図である。

[図16]図１３のセンサ装置の変形例を示す図であり、長さ方向の断面図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の実施形態に係るセンサ装置について、検体が液体状（検体液）である場合を例にとって、図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、以下に説明する各図面において同じ構成部材には同じ符号を付すものとする。また、各部材の大きさや部材同士の間の距離などは模式的に図示しており、現実のものとは異なる場合がある。さらに、以下の説明においては、センサ装置を構成する素子基板、絶縁性部材、固定化膜などの各部材の上面を、便宜上、表面と言うことがある。

[0011] ＜第１実施形態＞

本発明の第１実施形態に係るセンサ装置１００について、図１～図７を用いて説明する。

[0012] 本実施形態に係るセンサ装置１００は、図１に示すように、主に第１カバー部材１、中間カバー部材１Ａ、第２カバー部材２および検出素子３を備える。

[0013] 具体的には、センサ装置１００は、図１（ｂ）に示すように、検体液が流入する流入部１４と、流入部１４と連続しており且つ中間カバー部材１Ａと第２カバー部材２とで囲まれて少なくとも検出部１３まで延びている流路１５とを備えている。流入部１４は、図１（ｂ）に示すように、中間カバー部材１Ａの上面および第２カバー部材２の側面に位置している。なお、流入部１４は、図１６（ｂ）に示すように、第２カバー部材２を厚み方向に貫通するようにしてもよい。

[0014] 本実施形態に係るセンサ装置１００では、第１カバー部材１の上面に検出素子３と流路１５の少なくとも一部を構成する中間カバー部材１Ａとを併設したことから、厚みのある検出素子３を用いた場合でも流入部１４から検出部１３に至る検体液の流路１５を確保することができ、毛細管現象などによって流入部１４から吸引された検体液を検出部１３まで流すことができる。すなわち、厚みを有する検出素子３を用いつつ、それ自体に検体液の吸引機構を備えた測定作業が簡便なセンサ装置１００を提供することができる。また、検体液の流路１５において、検出素子３よりも上流側に位置している部材表面の検体液に対する接触角θ１ａ、θ２ａは、検出素子３（検出部１３）の表面の検体液に対する接触角θ３よりも小さいことから、流入部１４から流入した検体液を上流側に位置する部材表面を通じて検出素子３（検出部１３）に向かってスムーズに流すことが可能となる。

[0015] （第１カバー部材１）

第１カバー部材１は、図１（ｂ）に示すように平板状である。第１カバー部材１の厚さは、例えば、０．１ｍｍ～０．５ｍｍである。第１カバー部材

１の平面形状は概ね長方形状である。第１カバー部材１の長さ方向の長さは、例えば、１ｃｍ～５ｃｍであり、幅方向の長さは、例えば、１ｃｍ～３ｃｍである。第１カバー部材１の材料としては、例えば、紙、プラスチック、セルロイド、セラミックス、不織布、ガラスなどを用いることができる。必要な強度とコストとを兼ね備える観点からプラスチックを用いることが好ましい。

[0016] また、第１カバー部材１の上面には、図１（ａ）に示すように、端子６および端子６から検出素子３の近傍まで引き回された配線７が形成されている。端子６は、第１カバー部材１の上面において、検出素子３に対して幅方向に両側に形成されている。センサ装置１００を外部の測定器（図示せず）で測定する際に、端子６と外部の測定器とが電気的に接続される。また、端子６と検出素子３とは、配線７などを介して電気的に接続されている。そして、外部の測定器からの信号が端子６を介してセンサ装置１００に入力されるとともに、センサ装置１００からの信号が端子６を介して外部の測定器に出力されることとなる。

[0017] （中間カバー部材１Ａ）

本実施形態において、図１（ａ）および図１（ｂ）に示すように、中間カバー部材１Ａが、第１カバー部材１の上面に、検出素子３と並んで位置している。また、中間カバー部材１Ａと検出素子３とは間隙を介して位置している。

[0018] 中間カバー部材１Ａは、平板状の板に凹部形成部位４を有する部材であり、その厚さは、例えば、０．１ｍｍ～０．５ｍｍである。なお、中間カバー部材１Ａの厚さは、検出素子３の厚さよりも大きいことが好ましい。

[0019] 本実施形態において、凹部形成部位４は、図１（ａ）、図１（ｂ）および図６に示すように、第１上流部１Ａａおよび第１下流部１Ａｂを分断する部位である。凹部形成部位４が設けられた中間カバー部材１Ａを、平板状の第１カバー部材１と接合することによって、図２（ａ）に示すように、第１カバー部材１および中間カバー部材１Ａによって素子収容凹部５が形成される

こととなる。すなわち、凹部形成部位４の内側に位置する第１カバー部材１の上面が素子収容凹部５の底面となり、凹部形成部位４の内壁が素子収容凹部５の内壁となる。言い換えれば、凹部形成部位４から露出する第１カバー部材１の上面が素子収容凹部５の底面となり、凹部形成部位４の内壁が素子収容凹部５の内壁となる。

[0020] 中間カバー部材１Ａの材料としては、例えば、樹脂（プラスチックを含む）、紙、不織布、ガラスなどを用いることができ、より具体的には、ポリエステル樹脂、ポリエチレン樹脂、アクリル樹脂、シリコーン樹脂などの樹脂材料を用いることが好ましい。なお、第１カバー部材１の材料と中間カバー部材１Ａの材料とを異なるようにしてもよい。

[0021] また、本実施形態において、中間カバー部材１Ａは、第１上流部１Ａａと第１下流部１Ａｂとを有しており、図１（ａ）に示すように、センサ装置１００を第２カバー部材２の上面側から透視する上面透視（上面視）において、検出素子３は、第１上流部１Ａａと第１下流部１Ａｂとの間に位置している。これによれば、流路１５のうち第１上流部１Ａａを通って検出素子３上を流れる検体液は、測定に必要な量を超える量が第１下流部１Ａｂ側に流れていくことから、検出素子３に適切な量の検体液を供給することが可能となる。

[0022] （第２カバー部材２）

第２カバー部材２は、図１（ｂ）および図１（ｃ）に示すように、検出素子３の少なくとも一部を覆うとともに中間カバー部材１Ａに接合されている。第２カバー部材２の材料としては、例えば、樹脂（プラスチックを含む）、紙、不織布、ガラスなどを用いることができ、より具体的には、ポリエステル樹脂、ポリエチレン樹脂、アクリル樹脂、シリコーン樹脂などの樹脂材料を用いることが好ましい。なお、第１カバー部材１の材料と第２カバー部材２の材料とを同一としてもよい。これによって、互いの熱膨張係数の差に起因する変形を抑制することが可能となる。なお、第２カバー部材２は、中間カバー部材１Ａにのみ接合される構成、あるいは第１カバー部材１および

中間カバー部材１Ａの双方に接合される構成にしてもよい。

[0023] ここで、第２カバー部材２は、第３基板２ａと第４基板２ｂとを有する。

第３基板２ａは、中間カバー部材１Ａの上面に貼り合わされている。第３基板２ａは平板状であり、その厚さは、例えば、０．１ｍｍ～０．５ｍｍである。第４基板２ｂは、第３基板２ａの上面に貼り合わされている。第４基板２ｂは、平板状であり、その厚さは、例えば、０．１ｍｍ～０．５ｍｍである。そして、図６に示すように、第３基板２ａには流路１５を形成する切欠きが形成されていることから、第４基板２ｂが第３基板２ａと接合されることによって、図１（ｂ）に示すように、第２カバー部材２の下面に流路１５が形成されることとなる。流路１５は、流入部１４から少なくとも検出部１３の直上領域まで延びており、断面形状は、例えば、矩形状である。

[0024] 本実施形態において、流路１５の端部は、図１（ｂ）に示すように、第３基板２ａが存在せずに第４基板２ｂと中間カバー部材１Ａとの隙間が排気孔１８として機能する。排気孔１８は、流路１５内の空気などを外部に放出するためのものである。排気孔１８は、円柱状または四角柱状など、流路１５内の空気を抜くことができればどのような形状であってもよい。ただし、排気孔１８の開口が大きすぎると、流路１５内に存在する検体液が外気に触れる面積が大きくなり、検体液の水分が蒸発しやすくなる。そうすると、検体液の濃度変化が起こりやすくなり、測定精度の低下を招くこととなる。そのため、排気孔１８の開口は、必要以上に大きくならないように設定することが好ましい。具体的には、円柱状からなる排気孔１８の場合にはその直径を１ｍｍ以下となるようにし、四角柱からなる排気孔１８の場合にはその１辺が１ｍｍ以下となるようにしている。また、排気孔１８の内壁は疎水性となっている。これにより、流路１５内に満たされた検体液が排気孔１８から外部に漏れ出ることが抑制される。

[0025] 第１カバー部材１、中間カバー部材１Ａおよび第２カバー部材２は、すべて同じ材料によって形成することもできる。それによれば、各部材の熱膨張係数をほぼ揃えることができるため、部材ごとの熱膨張係数の差に起因する

変形が抑制される。また、検出部１３には後述するような生体材料１３ｂ３が塗布されることがあるが、その中には紫外線などの外部の光によって変質しやすいものもある。その場合は、第１カバー部材１、中間カバー部材１Ａおよび第２カバー部材２の材料として、遮光性を有する不透明なものを用いるとよい。一方、検出部１３の外部の光による変質がほとんど起こらない場合は、流路１５を構成する第２カバー部材２を透明に近い材料によって形成してもよい。この場合は、流路１５内を流れる検体液の様子を視認することができる。

[0026] （検出素子３）

検出素子３は、図１（ｂ）に示すように、第１カバー部材１の上面に位置している素子基板１０、および素子基板１０の上面または後述する絶縁性部材２８の上面に位置しており且つ検体液に含まれる検出対象の検出を行なう少なくとも１つの検出部１３を有する。検出素子３の詳細については、図２（ｂ）および図３に示している。

[0027] なお、本実施形態においては、図３に示すように、素子基板１０の上面に素子電極（電極パターン）２９が設けられており、且つ、素子電極２９を覆うように絶縁性部材２８が設けられている。なお、素子電極２９としては、検出素子３としてＳＡＷ素子を用いる場合にはＩＤＴ（Interdigital Transducer）電極および引出し電極などが相当する。本実施形態においては、図３に示すように、素子基板１０の上面には、後述する、第１ＩＤＴ電極１１、第２ＩＤＴ電極１２、第１引出し電極１９および第２引出し電極２０などが設けられている。

[0028] 本実施形態では、図２（ｂ）に示すように、素子基板１０の上面に、第２カバー部材２が、例えばＩＤＴ電極１１、１２上に固定されている。

[0029] （素子基板１０）

素子基板１０は、例えば、タンタル酸リチウム（$LiTaO_3$）単結晶、ニオブ酸リチウム（$LiNbO_3$）単結晶または水晶などの圧電性を有する単結晶の基板からなる。素子基板１０の平面形状および各種寸法は適宜に設定さ

れてよい。一例として、素子基板１０の厚さは、０．３ｍｍ～１ｍｍである。

[0030] 次に、素子電極２９として、ＩＤＴ電極１１、１２および引出し電極１９、２０について順に説明する。

[0031] （ＩＤＴ電極１１、１２）

図３に示すように、第１ＩＤＴ電極１１は、素子基板１０の上面に位置しており、１対の櫛歯電極を有する。各櫛歯電極は、互いに対向する２本のバスバー、および各バスバーから他のバスバー側へ延びる複数の電極指を有している。そして、１対の櫛歯電極は、複数の電極指が互いに噛み合うように配置されている。第２ＩＤＴ電極１２も、第１ＩＤＴ電極１１と同様、素子基板１０の上面に位置しており、１対の櫛歯電極を有する。図３に示されている第１ＩＤＴ電極１１および第２ＩＤＴ電極１２は、トランスバーサル型のＩＤＴ電極を構成している。

[0032] 第１ＩＤＴ電極１１は、所定の弾性表面波（ＳＡＷ：Surface Acoustic Wave）を発生させるためのものであり、第２ＩＤＴ電極１２は、第１ＩＤＴ電極１１で発生したＳＡＷを受信するためのものである。そのため、第１ＩＤＴ電極１１で発生したＳＡＷを第２ＩＤＴ電極１２が受信できるように、第１ＩＤＴ電極１１と第２ＩＤＴ電極とは同一直線上に配置されている。なお、ＳＡＷの周波数特性については、第１ＩＤＴ電極１１および第２ＩＤＴ電極１２の電極指の本数、隣接する電極指同士の距離、ならびに電極指の交差幅などをパラメータとして、設計することができる。ＩＤＴ電極によって励振されるＳＡＷとしては、種々の振動モードのものが存在するが、本実施形態に係る検出素子３においては、例えば、ＳＨ波（shear horizontal wave）とよばれる横波の振動モードを利用している。

[0033] ＳＡＷの周波数は、例えば、数メガヘルツ（ＭＨｚ）から数ギガヘルツ（ＧＨｚ）の範囲内において設定可能である。中でも、数百ＭＨｚから２ＧＨｚとすれば、実用的であり、かつ検出素子３の小型化ひいてはセンサ装置１００の小型化を実現することができる。

[0034] ここで、第１ＩＤＴ電極１１および第２ＩＤＴ電極１２の材料としては、例えば、金、アルミニウム、あるいはアルミニウムと銅との合金（アルミニウム合金）などが挙げられる。また、これらの電極は、多層構造としてもよい。多層構造とする場合は、例えば、１層目にチタンまたはクロムを含め、２層目に金、アルミニウムまたはアルミニウム合金を含め、３層目にチタンまたはクロムを含めることができる。この場合には、３層目のチタンまたはクロムは表面を酸化させてもよく、これによれば、後述する絶縁性部材２８であるＳｉO_2との密着性を向上させることが可能となる。多層構造の具体例としては、チタン上に金およびチタンを順に形成した３層構造（Ｔｉ／Ａｕ／Ｔｉ）、チタン上に金および酸化チタンを順に形成した３層構造（Ｔｉ／Ａｕ／ＴｉO_2）などが挙げられる。また、多層構造とする場合は、複数の層のうち最上層を後述する固定化膜１３ａと異なる材料で構成してもよい。この点は、後述する第１引出し電極１９および第２引出し電極２０についても同様である。

[0035] また、第１ＩＤＴ電極１１および第２ＩＤＴ電極１２の厚さは、例えば、３０ｎｍ～３００ｎｍに設定することができる。第１ＩＤＴ電極１１および第２ＩＤＴ電極１２の厚さを３０ｎｍ以上とすれば、弾性表面波の伝送損失を低減することができる。また、第１ＩＤＴ電極１１および第２ＩＤＴ電極１２の厚さを３００ｎｍ以下とすれば、検出の感度低下を抑制することができる。

[0036] なお、ＳＡＷの伝搬方向（幅方向）であって第１ＩＤＴ電極１１および第２ＩＤＴ電極１２のそれぞれのＳＡＷの伝搬方向（幅方向）における外側に、ＳＡＷの反射抑制のための弾性部材（吸音部材）を設けてもよい。

[0037] （引出し電極１９、２０）

図３（ａ）に示すように、第１引出し電極１９は、第１ＩＤＴ電極１１に接続されており、第２引出し電極２０は、第２ＩＤＴ電極１２に接続されている。

[0038] また、第１引出し電極１９は、第１ＩＤＴ電極１１から検出部１３とは反

対側に引き出され、第１引出し電極１９の端部１９ｅは第１カバー部材１に設けられた配線７に電気的に接続されている。第２引出し電極２０は、第２ＩＤＴ電極１２から検出部１３とは反対側に引き出され、第２引出し電極２０の端部２０ｅは配線７に電気的に接続されている。図３（ａ）および図３（ｃ）に示すように、第１引出し電極１９の端部１９ｅおよび第２引出し電極２０の端部２０ｅは、後述する絶縁性部材２８に覆われておらずに露出している。なお、図３（ａ）では、絶縁性部材２８で覆われておらずに露出している部位に模様（縦線のハッチング）を付与して示している。

[0039] ここで、第１引出し電極１９および第２引出し電極２０の材料としては、第１ＩＤＴ電極１１および第２ＩＤＴ電極１２と同様の材料を用いることができる。また、第１引出し電極１９の端部１９ｅおよび第２引出し電極２０の端部２０ｅを多層構造とする場合は、その具体例としては、チタン上に金を形成した２層構造（Ｔｉ／Ａｕ）、チタン上に金、チタン、チタンおよび金を順に形成した５層構造（Ｔｉ／Ａｕ／Ｔｉ／Ｔｉ／Ａｕ）、チタン上に金、酸化チタン、チタンおよび金を順に形成した５層構造（Ｔｉ／Ａｕ／ＴｉO_2／Ｔｉ／Ａｕ）などが挙げられる。

[0040] 第１引出し電極１９および第２引出し電極２０の厚さは、例えば、３０ｎｍ～３００ｎｍに設定することができる。これによれば、第１ＩＤＴ電極１１および第２ＩＤＴ電極１２との間における通電を確保することができる。また、第１引出し電極１９および第２引出し電極２０の厚さは、第１ＩＤＴ電極１１および第２ＩＤＴ電極１２と同等にしてもよい。これによれば、引出し電極とＩＤＴ電極とを同一工程で作製することによって製造工程を簡素化することが可能であるとともに、引出し電極とＩＤＴ電極との接続部において電極表面に段差が生じないため、絶縁性部材２８との密着を均一にすることが可能となる。その結果、例えば、応力印加によって絶縁性部材２８にクラックなどが発生することを抑制できる。

[0041] （絶縁性部材２８）

絶縁性部材２８は、素子電極（ＩＤＴ電極１１、１２および引出し電極１

９、２０など）２９の酸化防止などに寄与するものであり、図３に示すように、素子電極２９の少なくとも一部を覆っている。

[0042] 本実施形態では、図３（ｂ）に示すように、絶縁性部材２８は、第１ＩＤＴ電極１１および第２ＩＤＴ電極１２を覆っている。また、絶縁性部材２８は、第１引出し電極１９および第２引出し電極２０も覆っている。但し、図３（ａ）および図３（ｃ）に示すように、第１引出し電極１９の端部１９ｅおよび第２引出し電極２０の端部２０ｅは、それぞれの少なくとも一部が絶縁性部材２８によって被覆されていない部位を有する。そして、図２（ｂ）に示すように、この被覆されていない部位と配線７とが金属細線（導線）２７を用いて電気的に接続されている。なお、絶縁性部材２８は、金属細線２７および配線７を覆うように形成されてもよい。

[0043] 絶縁性部材２８の材料としては、例えば、酸化珪素（SiO_2）、酸化アルミニウム、酸化亜鉛、酸化チタン、窒化珪素およびシリコンなどが挙げられる。絶縁性部材２８は、例示した材料のうちSiO_2を有するのがよい。

[0044] また、絶縁性部材２８の厚さは、例えば、１０ｎｍ～２０００ｎｍに設定することができる。絶縁性部材２８の厚さを１０ｎｍ以上にすれば、優れた温度特性を有することができるとともに、ＩＤＴ電極１１、１２などに対して充分な絶縁性を備えることができる。絶縁性部材２８の厚さを２０００ｎｍ以下にすれば、検出の感度低下を抑制することができるとともに優れた温度特性を有することができる。

[0045] ここで、図４は、図１のセンサ装置の変形例を示す図であり、図３（ｂ）に対応する断面図である。

図４（ａ）において、絶縁性部材２８は、素子基板１０の一部のみを覆っている。そして、素子基板１０の表面（上面）であって絶縁性部材２８で覆われていない部位に、検出部１３が形成されている。これによれば、絶縁性部材２８で覆われていない部位では素子基板１０の表面近傍において弾性表面波の振幅が強くなるとともに、当該部位において素子基板１０の表面と後述する反応部１３ｂとが近接していることから、検出の感度を向上させるこ

とができる。

[0046] 図４（ｂ）において、絶縁性部材２８は、素子基板１０を覆っている。ただし、絶縁性部材２８で覆っている部位のうち検出部１３が形成されている部位の厚さは、その他の部位の厚さよりも大きい。言い換えれば、図４（ｂ）に示す断面視において、絶縁性部材２８の上面は、後述する固定化膜１３ａに覆われている被覆部位２８ａよりも被覆部位２８ａに連続する外周部位２８ｂの方が低い。これによれば、例えば、後述する固定化膜１３ａの表面に対して反応部１３ｂを固定化するなどの液体操作を行なう際に、検出部１３とその他の領域とを分離して行なうことが容易となる。例えば、貫通孔を有する治具をその貫通孔によって検出部１３を囲うように挿入すれば、治具を容易に位置合わせすることができる。

[0047] 図４（ｃ）において、絶縁性部材２８は、素子基板１０を覆っている。ただし、絶縁性部材２８で覆っている部位のうち検出部１３が形成されている部位の厚さは、その他の部位の厚さよりも小さい。言い換えれば、図４（ｃ）に示す断面視において、絶縁性部材２８の上面は、固定化膜１３ａに覆われている被覆部位２８ａよりも被覆部位２８ａに連続する外周部位２８ｂの方が高い。これによれば、図４（ａ）の変形例と同様の効果を有するとともに、図４（ｂ）の変形例と同様に治具の位置合わせにおける容易性を有する。なお、本変形例における被覆部位２８ａは、絶縁性部材２８の上面のうち固定化膜１３ａに覆われている部位に加えて、その周辺部位も含んでいる。

[0048] （検出部１３）

図３に示すように、検出部１３は、検体液に含まれる検出対象の検出を行なうものであり、素子基板１０の上面（表面）または絶縁性部材２８の上面であって第１ＩＤＴ電極１１と第２ＩＤＴ電極１２との間に位置している。検出部１３は、素子基板１０の上面（表面）または絶縁性部材２８の上面（表面）に位置している固定化膜１３ａと、固定化膜１３ａの上面に位置している反応部１３ｂとを有する。

[0049] （固定化膜１３ａ）

まず、固定化膜１３ａは、素子基板１０の上面（表面）または絶縁性部材２８の上面（表面）に位置しているとともに、その上面（表面）に反応部１３ｂを固定化するものである。本実施形態では、上述のとおり、検出部１３が第１ＩＤＴ電極１１と第２ＩＤＴ電極１２との間に位置していることから、固定化膜１３ａも第１ＩＤＴ電極１１と第２ＩＤＴ電極１２との間に位置している。より具体的には、センサ装置１００を第２カバー部材２の上面側から透視する上面透視において、固定化膜１３ａが第１ＩＤＴ電極１１と第２ＩＤＴ電極１２との間に位置している。

[0050] 固定化膜１３ａの材料としては、例えば、金属を用いることができる。また、固定化膜１３ａは、第１ＩＤＴ電極１１および第２ＩＤＴ電極１２などの素子電極２９と同一の材料を有することができる。さらに、素子電極２９および固定化膜１３ａは、Ａｕを有することができる。なお、固定化膜１３ａの材料としては、第１ＩＤＴ電極１１および第２ＩＤＴ電極１２と同様の材料に加えて、その他の貴金属材料（例えば、白金、銀、パラジウムおよびそれらの合金など）を用いることができる。また、固定化膜１３ａは多層構造としてもよい。固定化膜１３ａを多層構造とする場合は、例えば、クロムあるいはチタン、およびクロム（チタン）上に形成された金の２層構造、金上に形成された酸化チタンの３層構造とすることができる。多層構造の具体例としては、チタン上に金を形成した２層構造（Ｔｉ／Ａｕ）、チタン上に金および酸化チタンを順に形成した３層構造（Ｔｉ／Ａｕ／ＴｉO_2）などが挙げられる。特に、チタン上に金を形成した２層構造（Ｔｉ／Ａｕ）によれば、後述する固定化膜１３ａの表層部の酸素量が、素子電極２９の表層部の酸素量よりも小さくなるように設定しやすい。なお、固定化膜１３ａの材料としては、上述したもの以外に、例えば、ＳｉO_2などを用いることができる。

[0051] 固定化膜１３ａの厚さは、例えば、３０ｎｍ～３００ｎｍに設定することができる。固定化膜１３ａの厚さを３０ｎｍ以上にすれば、検出の感度低下を抑制することができる。また、固定化膜１３ａの厚さを３００ｎｍ以下に

すれば、弾性表面波の伝送損失を低減することができる。また、図３または図４（ｂ）に示す構成において、固定化膜１３ａの厚さは素子電極（ＩＤＴ電極１１、１２および引出し電極１９、２０など）２９の厚さよりも小さく設定することが好ましい。これによれば、弾性表面波の伝送損失を低減することが可能となる。また、図４（ａ）および図４（ｃ）に示す構成において、固定化膜１３ａの厚さを素子電極（ＩＤＴ電極１１、１２および引出し電極１９、２０など）２９の厚さと同じかまたはそれよりも大きく設定することが好ましい。これによれば、検出の感度を向上させることが可能である。

[0052] ここで、固定化膜１３ａの表面粗さは、素子電極２９の表面粗さよりも小さく設定することができる。例えば、固定化膜１３ａの表面粗さを０．１ｎｍ～５ｎｍ、素子電極２９の表面粗さを固定化膜１３ａの表面粗さと同様の範囲内で固定化膜１３ａの表面粗さがより小さくなるように設定すればよい。これによれば、固定化膜１３ａの表面に対して、後述する多くの有機部材１３ｂ２を高い均一性にて結合させることが可能となる。それ故、その後に固定化膜１３ａの表面に後述する生体材料１３ｂ３が意図せず結合することを抑制できるとともに、生体材料１３ｂ３の有機部材１３ｂ２への固定化量の安定性を向上させることができる。なお、固定化膜１３ａの表面粗さを、素子電極２９の表面粗さよりも小さく設定することによって、有機部材１３ｂ２を用いることなく、固定化膜１３ａの表面に対して生体材料１３ｂ３を結合させる場合においても、多くの生体材料１３ｂ３を高い均一性にて形成することが可能となる。

以上のように、本実施形態に係るセンサ装置１００によれば、固定化膜１３ａの表面粗さが素子電極２９の表面粗さよりも小さいことから、固定化膜１３ａの表面（上面）に対して、検体液に含まれる検出対象以外の物質が非特異吸着することを抑制しつつ、検体液に含まれる検出対象の検出に寄与する構成を効果的に固定化することができ、その結果、検出対象を精度良く検出することが可能となる。それに加えて、素子電極２９の表面粗さはある程度の大きさを有することから、その表面に形成する絶縁性部材２８と優れた

密着性を有することが可能となる。また、固定化膜１３ａの表面粗さは、第１ＩＤＴ電極１１および第２ＩＤＴ電極１２のいずれの表面粗さよりも小さいのが好ましい。

[0053] 表面粗さは、例えば、透過型電子顕微鏡（ＴＥＭ）により測定することができる。例えば、表面粗さを測定する対象表面を含む断面をＴＥＭにより観察して、対象表面のｐｅａｋ－ｖａｌｌｅｙ値を測定すればよい。ＴＥＭによる観察は、上述した断面のうち任意に選定した２～１０箇所について行なうのがよく、その平均値をｐｅａｋ－ｖａｌｌｅｙ値とするのがよい。なお、例えば、固定化膜１３ａの表面に後述する反応部１３ｂが固定化されておらず、固定化膜１３ａの表面が露出しているような場合には、表面粗さとして算術平均粗さＲａを用いてもよい。表面粗さＲａは、例えば、走査型プローブ顕微鏡（ＳＰＭ）により測定することができる。例えば、先端径が１０ｎｍ相当の単結晶Ｓｉローテーションプローブをタッピングモードで走査範囲１～３μｍ□、走査速度０．７０２Ｈｚの条件で対象表面に対して走査させればよい。上述したこれらの測定条件において、例えば、固定化膜１３ａの表面粗さを平均値で１．７ｎｍ程度、素子電極２９の表面粗さを平均値で２．０ｎｍ程度とすればよい。

[0054] また、固定化膜１３ａの表層部の酸素量は、素子電極２９の表層部の酸素量よりも小さく設定することができる。例えば、固定化膜１３ａの表層部の酸素量を１１ａｔｏｍｉｃ％未満、素子電極２９の表層部の酸素量を１７～２０ａｔｏｍｉｃ％に設定すればよい。これによれば、固定化膜１３ａの表面に対して、後述するＳＨ基（チオール基）などの官能基１３ｂ１を効果的に結合させることが可能となる。そして、官能基１３ｂ１を介して、後述する多くの有機部材１３ｂ２を高い均一性にて結合させることができる。それ故、その後に固定化膜１３ａの表面に後述する生体材料１３ｂ３が意図せず結合することを抑制できるとともに、生体材料１３ｂ３の有機部材１３ｂ２への固定化量の安定性を向上させることができる。なお、固定化膜１３ａの表層部の酸素量を、素子電極２９の表層部の酸素量よりも小さく設定するこ

とによって、有機部材１３ｂ２を用いることなく、固定化膜１３ａの表面に対して、官能基１３ｂ１を介して生体材料１３ｂ３を結合させる場合においても、多くの生体材料１３ｂ３を高い均一性にて形成することが可能となる。

以上のように、本実施形態に係るセンサ装置１００によれば、固定化膜１３ａの表層部の酸素量は、素子電極２９の表層部の酸素量よりも小さいことから、検体液に含まれる検出対象の検出に寄与する構成を固定化膜１３ａの表面に効果的に固定化することができ、その結果、検出対象を精度良く検出することが可能となる。なお、固定化膜１３ａの表層部の酸素量は、第１ＩＤＴ電極１１および第２ＩＤＴ電極１２のいずれの表層部の酸素量よりも小さいのが好ましい。

[0055] ここで、固定化膜１３ａおよび素子電極２９の各表層部の酸素量は、例えば、電子エネルギー損失分光法（ＥＥＬＳ）を用いて測定することができる。例えば、固定化膜１３ａが金（Ａｕ）の場合には、固定化膜１３ａの表面近傍を含む断面において、Ａｕの結合状態をＥＥＬＳにより測定すればよい。なお、固定化膜１３ａおよび素子電極２９の各表層部の酸素量は、後述するＸ線光電子分光法（ＸＰＳ）を用いて測定することもできる。いずれの測定方法においても、固定化膜１３ａの表面から２ｎｍ程度までの深さを表層部として酸素量を測定すればよい。例えば、Ｘ線源であるＡｌＫα線（１４８６．６ｅＶ，２４．８Ｗ，１５ｋＶ）を固定化膜１３ａの表面の約１００μｍφの領域に照射し、表面から出た電子の運動エネルギーを検出すればよい。その際、検出器のｐａｓｓ　ｅｎｅｒｇｙは２２４ｅＶ程度に設定すればよい。例えば、固定化膜１３ａが金（Ａｕ）の場合、このようなＸＰＳによる金（Ａｕ）表面の分析において、通常、Ａｕ　４ｆおよび０　１ｓによる信号がそれぞれ、ｂｉｎｄｉｎｇ　ｅｎｅｒｇｙ　８４ｅＶおよび５３０ｅＶ付近に表れ、０　１ｓの信号強度から、表層部の酸素量を定量することができる。また、金が酸化して酸化金（Au_2O_3）を形成する様子は、Ａｕ　４ｆに生じる＋１．５～２ｅＶ程度の化学シフトにより観測することができる。ま

た、標準サンプルのAu_2O_3の検量線からその量を定量することができる。なお、表面に吸着するＯＨ基（ヒドロキシル基）に起因するＯ　１ｓの信号は、約１ｅＶ高いｂｉｎｄｉｎｇ　ｅｎｅｒｇｙ（約５３１ｅＶ）に表れることから、表面に吸着するＯＨ基による酸素と固定化膜１３ａ（金）の表層部の酸素とを区別することができる。

[0056] （反応部１３ｂ）

次に、反応部１３ｂは、検体液中の検出対象と化学反応を生じる部位であり、図５に示すように、固定化膜１３ａの表面（上面）に位置している。反応部１３ｂとしては、例えば、固定化膜１３ａの表面に、後述するような官能基１３ｂ１を介して生体材料１３ｂ３を固定化する構成、あるいは、図５に示すように、官能基１３ｂ１および有機部材１３ｂ２を介して生体材料１３ｂ３を固定化する構成などが挙げられる。言い換えれば、官能基１３ｂ１は、直接あるいは有機部材１３ｂ２などを介して、固定化膜１３ａの表面に生体材料１３ｂ３を固定化する役割を有する。このような構成を有する反応部１３ｂは、例えば、検体液との接触に起因して、検体液中の特定の検出対象がその検出対象に対応するアプタマーなどの生体材料１３ｂ３などと結合する。

[0057] 官能基１３ｂ１としては、例えば、ＳＨ基（チオール基）が挙げられ、それ以外にも、アミノ基、カルボキシル基、マレイミド基、スルフィド基、ジスルフィド基、アルデヒド基、アジド基、Ｎ－ヒドロキシスクシンイミド基、エポキシ基、カルボニルジイミダゾール基、イソシアネート基、ヒドロキシル基、ヒドラジド基、ビニル基、トシル基、トレシル基、スクシンイミド基、スルホン化スクシンイミド基およびビオチンなどが挙げられる。反応部１３ｂは、例示した官能基１３ｂ１のうち固定化膜１３ａの上面と結合しているチオール基を有するのがよい。また、反応部１３ｂは、チオール基と結合している有機部材１３ｂ２をさらに有するのがよい。

[0058] 有機部材１３ｂ２としては、例えば、デキストラン、アガロース、アルギン酸、カラゲナンおよびこれらに類する糖類またはこれらのいずれかの誘導

体、あるいはポリビニルアルコール、ポリアクリルアミド、ポリアクリル酸、オリゴエチレングリコール、ポリエチレングリコール、セルロースおよびこれらに類する有機ポリマー、ならびに自己組織化単分子層（ＳＡＭ膜）などが挙げられる。ここで、自己組織化単分子層としては、例えば、約１～４００の炭素長の直鎖状または分岐状の炭化水素鎖を含むものが挙げられる。炭化水素鎖は、アルキル基、アリール基、アルケニル基、アルキニル基、シクロアルキル基、アルカリール（ａｌｋａｒｙｌ）基、アラルキル基、およびこれらの任意の組み合わせを含み得る。例えば、ＨＳ－（CH_2）$_n$－NH^{3+} Cl^-、ＨＳ－（CH_2）$_n$－ＣＯＯＨなどが挙げられる。好ましくは、ｎ＝約３～３０炭素長のアルキル鎖である。

[0059] なお、有機部材１３ｂ２は、固定化膜１３ａ側から順に、分子量が小さい材料と当該材料よりも分子量が大きい材料とを積層した構成にすることができる。分子量が小さい材料の方が、固定化膜１３ａの表面をより均一且つ密に覆うことができるとともに、分子量が大きい材料の方が、より非特異的な結合を抑制することができる。それ故、これらを組み合わせることによって、生体材料１３ｂ３を固定化するのに適した下地とすることが可能となる。なお、有機部材１３ｂ２を複数層で構成する場合には、その最下層に、自己組織化単分子層（ＳＡＭ膜）を用いることができる。これによれば、固定化膜１３ａの表面を高い密度で覆うことが可能となる。

[0060] 生体材料１３ｂ３は、特定の物質と選択性を持って結合する分子認識能を有するものであり、ペプチド、タンパク質（抗体を含む）および核酸（アプタマーを含む）から選ばれる少なくとも１種を含むのがよい。また、生体材料１３ｂ３は、固定化膜１３ａの上方に固定化されている。具体的に説明すると、生体材料１３ｂ３は、上述したように、固定化膜１３ａの表面に、官能基１３ｂ１を介して固定化するか、あるいは両端部にホモ二官能基あるいはヘテロ二官能基を有する有機部材１３ｂ２を介して固定化することができる。例えば、アプタマーなどの生体材料１３ｂ３は、固定化膜１３ａの表面のほぼ全域を覆う有機部材１３ｂ２の上面（上部）に固定化するか、あるい

は固定化膜１３ａの表面に官能基１３ｂ１を介して固定化するとともに固定化されたアプタマーの周囲に有機部材１３ｂ２を固定化すればよい。このようにすれば、アプタマーを、配向性を持って固定化させることができるため、固定化膜１３ａの表面に効率的により多くの量を固定化することが可能となる。すなわち、アプタマーの一端側に官能基１３ｂ１を結合させることで、そのアプタマーの他方の部位にある検出対象との結合部を固定化膜１３ａの上方に向けることができるため、それぞれのアプタマーを隣接して密に配置することが可能となる。

[0061] なお、より特定の物質との結合能が改善されたアプタマーは、種々の修飾基を伴うことがあるため疎水性となりやすいので、官能基１３ｂ１を介することなく非特異的に固定化膜１３ａの表面に付きやすい。この場合においても、上述のように、固定化膜１３ａの表面の表面粗さを小さくすることあるいは固定化膜１３ａの表層部の酸素量を小さくすることによって、固定化膜１３ａの表面を有機部材１３ｂ２が均一且つ確実に覆うことができるため、アプタマーが固定化膜１３ａの表面に非特異的に結合することを効果的に抑制することができる。

[0062] 固定化膜１３ａの表面に反応部１３ｂを固定化するに当たっては、固定化膜１３ａの表面に次のような前処理を施すことができる。ここでは、固定化膜１３ａとしてＡｕを用い、絶縁性部材２８としてSiO_2を用いた構成を例にとって説明を行なう。

[0063] 第１に、検出素子３（固定化膜１３ａ）の表面のうち少なくとも反応部１３ｂが固定化される部分を覆うように、ピラニア（piranha）溶液を、ピペットを用いて滴下する。ここで、ピラニア溶液としては、例えば、３０％過酸化水素水：硫酸＝１：３（体積比）のものを用いればよい。そして、室温で５分間放置した後、ピラニア溶液を取り除く。これによって、固定化膜１３ａであるＡｕおよび絶縁性部材２８であるSiO_2の表面に存在する汚染物（主に有機物）を除去することができるとともに、固定化膜１３ａであるＡｕの表面粗さを小さくすることができる。また、絶縁性部材２８であるSiO_2

の表面を親液化、すなわちＳｉO_2の表面の検体液に対する接触角を小さくすることができる。その後、超純水で検出素子３を洗浄した上で、窒素を用いて検出素子３を乾燥させる。なお、上述のピラニア溶液による処理に代えて、例えば、ＵＶオゾン処理、オゾン水処理、酸素プラズマ処理などを用いてもよい。

[0064] 第２に、上述のピラニア溶液による処理を行なった固定化膜１３ａの表面にエタノールを滴下するか、あるいはピラニア溶液による処理を行なった固定化膜１３ａをエタノールに浸漬する作業を行なう。これによって、上述のピラニア溶液による処理を行なうことによって固定化膜１３ａであるＡｕの表面に形成された酸化層を、エタノールによる還元反応によって除去することができる。酸化層が除去されることによって、固定化膜１３ａであるＡｕの表面を疎液化、すなわちＡｕの表面の検体液に対する接触角を大きくすることができるとともに、Ａｕの表層部の酸素量を低下させることができる。その後、超純水で検出素子３を洗浄した上で、窒素を用いて検出素子３を乾燥させる。

[0065] 第３に、上述の各工程を必要に応じて必要な回数だけ繰り返す。

[0066] 第４に、固定化膜１３ａであるＡｕの表面が撥水性を有することを確認する。その後、超純水で検出素子３を洗浄した上で、窒素を用いて検出素子３を乾燥させる。

[0067] これらの工程を行なった上で、固定化膜１３ａであるＡｕの表面に反応部１３ｂを固定化する。

[0068] 以上のように、検出素子３の上面には、幅方向に沿って第１ＩＤＴ電極１１、検出部１３および第２ＩＤＴ電極１２が配置されている。このような第１ＩＤＴ電極１１、検出部１３および第２ＩＤＴ電極１２を１つのセットとすると、本実施形態に係るセンサ装置１００は、図３に示すように、２つのセットを有する。これにより、一方のセットにおける検出部１３で検出する検出対象と他方のセットにおける検出部１３で検出する検出対象とを異なるように設定することによって、１つのセンサ装置で２種類の検出対象の検出

を行なうことが可能となる。

[0069] （検出素子３を用いた検出対象の検出）

ＳＡＷを利用した検出素子３を用いて検体液の検出を行なうには、まず、第１ＩＤＴ電極１１に、配線７および第１引出し電極１９などを介して、外部の測定器から所定の電圧を印加する。

[0070] これにより、第１ＩＤＴ電極１１が形成されている領域において、素子基板１０の表面が励振され、所定の周波数を有するＳＡＷが発生する。発生したＳＡＷは、その一部が検出部１３に向かって伝搬し、検出部１３を通過した後、第２ＩＤＴ電極１２に到達する。

[0071] 検出部１３では、検出部１３のアプタマー（生体材料１３ｂ３）が検体液中の特定の検出対象と結合し、結合した分だけ検出部１３の重さが変化するため、検出部１３の下を通過するＳＡＷの位相などの特性が変化する。このように特性が変化したＳＡＷが第２ＩＤＴ電極１２に到達すると、それに応じた電圧が第２ＩＤＴ電極１２に生じる。この電圧が第２引出し電極２０、配線７などを介して外部に出力され、それを外部の測定器で読み取ることによって、検体液の性質や成分を調べることができる。

[0072] ここで、検体液を検出部１３に誘導するために、センサ装置１００では毛細管現象を利用する。

[0073] 具体的には、上述のように、流路１５は、第２カバー部材２が中間カバー部材１Ａに接合されることによって、第２カバー部材２の下面に細長い管状となる。そのため、検体液の種類、中間カバー部材１Ａおよび第２カバー部材２の材質などを考慮して、流路１５の幅あるいは径などを所定の値に設定することによって、細長い管状の流路１５に毛細管現象を生じさせることができる。流路１５の幅は、例えば、０．５ｍｍ～３ｍｍであり、深さは、例えば、０．１ｍｍ～０．５ｍｍである。なお、流路１５は、流入部１４側に位置している部分である上流部１５ａ、および検出部１３を超えて延びた部分である下流部（延長部）１５ｂを有し、第２カバー部材２には延長部１５ｂにつながった排気孔１８が形成されている（図２（ａ）参照）。そして、

検体液が流路１５内に入ってくると、流路１５内に存在していた空気は排気孔１８から外部へ放出される。

[0074] このような毛細管現象を生じる管を、中間カバー部材１Ａおよび第２カバー部材２を含むカバー部材によって形成すれば、流入部１４に検体液を接触させることによって、検体液が流路１５を流れてカバー部材の内部に吸い込まれていく。このように、センサ装置１００は、それ自体が検体液の吸引機構を備えているため、ピペットなどの器具を使用することなく検体液の吸引を行なうことができる。

[0075] （流路１５の親液性）

本実施形態に係るセンサ装置１００においては、流路１５の内面全体、あるいは内面の一部、例えば、流路１５の底面および壁面などが親液性を有している。流路１５の内面が親液性を有することによって毛細管現象が起こりやすくなり、検体液が流入部１４から吸引されやすくなる。

[0076] 流路１５の内面のうち親液性を有する部分は、例えば、水との接触角が６０°以下になるようにすればよい。接触角が６０°以下であれば、より毛細管現象が起こりやすくなり、検体液を流入部１４に接触させたときの検体液の流路１５内への吸引がより確実なものとなる。以下、図２（ａ）を用いて詳細に説明する。図２（ａ）は図１（ｂ）のセンサ装置１００の一部を拡大して示す断面図である。

[0077] 本実施形態において、第２カバー部材２の第２上流部２ｂａの下面の検体液に対する接触角θ２ａ、あるいは、中間カバー部材１Ａの第１上流部１Ａａの上面の検体液に対する接触角θ１ａは、検出素子３（検出部１３）の上面の検体液に対する接触角θ３よりも小さく設定されている。これによれば、検体液の流路１５において、検出素子３よりも上流側に位置している部材表面の検体液に対する接触角θ１ａ、θ２ａは、検出素子３の表面の検体液に対する接触角θ３よりも小さいことから、流入部１４から毛細管現象で流入した検体液は上流側に位置する部材表面をスムーズに流れることによって検出素子３（検出部１３）に効果的に到達させることが可能となる。

[0078] また、第２カバー部材２の第２上流部２ｂａの下面の検体液に対する接触角θ２ａは、中間カバー部材１Ａの第１上流部１Ａａの上面の検体液に対する接触角θ１ａと同一かあるいは小さく設定すればよい。これによれば、流路１５を構成する第２カバー部材２の第２上流部２ｂａの下面と中間カバー部材１Ａの第１上流部１Ａａの上面とによって、検体液を効率的に検出素子１３側に誘導することができる。接触角θ２ａを接触角θ１ａよりも小さく設定すれば、中間カバー部材１Ａの第１上流部１Ａａの上面と検出素子１３との間に間隙が存在する場合であっても、検出部１３まで延びている第２カバー部材２の第２上流部２ｂａの下面の表面を伝っていくことによって、検体液をより効率的に検出素子１３側に誘導することができる。

[0079] また、中間カバー部材１Ａにおいて、第１下流部１Ａｂの上面の検体液に対する接触角θ１ｂは、接触角θ１ａよりも大きく設定すればよい。これによれば、流路１５において、検出素子３（検出部１３）が存在する上流側において下流側よりも検体液をスムーズに流すことができる。また、検出素子３（検出部１３）に到達した検体液の流れを相対的に低下させることで、有限量の検体を比較的長い時間一定の速度で通過させることができ、ゆるやかに反応を進行させてばらつきの小さな測定が可能となる。

[0080] また、第２カバー部材２において、第２下流部２ｂｂの下面の検体液に対する接触角θ２ｂは、接触角θ２ａよりも大きく設定すればよい。これによれば、流路１５において、検出素子３が存在する上流側において下流側よりも検体液をスムーズに流すことができる。また、検出素子３（検出部１３）に到達した検体液の流れを相対的に低下させることで、有限量の検体を比較的長い時間一定の速度で通過させることができ、ゆるやかに反応を進行させてばらつきの小さな測定が可能となる。

[0081] また、検出素子３において、上流領域３ａの検体液に対する接触角θ３ａは、検出領域３ｂ（検出部１３）の検体液に対する接触角θ３ｂよりも小さく設定すればよい。これによれば、流路１５において、検出素子３（検出部１３）の上流側において検体液をスムーズに流すことができ、検出素子３（

検出部１３）へ効果的に誘導することができる。また、中間カバー部材１Ａの第１上流部１Ａａの上面と検出素子１３との間に間隙が存在する場合であっても、検出部１３まで延びている第２カバー部材２の第２上流部２ｂａの下面によって、検体液をより効率的に検出素子１３側に誘導することができる。また、下流領域３ｃの検体液に対する接触角θ３ｃは、検出領域３ｂ（検出部１３）の検体液に対する接触角θ３ｂよりも小さく設定すればよい。これによれば、検体液を検出領域３ｂ（検出部１３）よりも下流領域３ｃ側へ誘導する力が相対的に強く働くため、検出素子３（検出部１３）において検出工程を終えた検体液が、検出素子３上に滞留することを抑制することができる。また、検出素子３（検出部１３）を通過した検体液の流れを相対的に低下あるいは停止させることができ、排液がセンサ装置１００の外に漏れ出ることを抑制することができる。そして、接触角θ３ａは、接触角θ３ｃよりも小さく設定することが好ましい。これによれば、流路１５において、検出素子３（検出部１３）の上流側において検体液をスムーズに流すことができ、検出素子３（検出部１３）へ効果的に誘導することができる。また、検出素子３（検出部１３）を通過した検体液の流れを低下あるいは停止させることができ、排液がセンサ装置１００の外に漏れ出ることを抑制することができる。

[0082] ここで、上述のような各構成の表面における検体液に対する接触角θは、次のような方法によって測定するものとする。

[0083] まず、接触角θを測定する対象表面の上に、水滴を形成する。ここで、検体液の代用として水を用い、水滴の容量は１μｌ～４μｌとする。室温は２５～３０℃、湿度は４０～６０％ＲＨの間で測定する。

[0084] 水滴を形成した後、１分以内に、物質表面と水平方向から画像として水滴の形状を撮影する。

[0085] その後、滴の形状をもとに接線法を用いて接触角を算出する。ここで、液滴の端点（物質と液滴と空気の境界点）近辺を球の一部とみなし、円弧上の複数の点から球の中心を求め、液滴端点における円の接線を求めることがで

きる。そして、この接線と物質表面とのなす角を接触角とする。

[0086] なお、水滴の形成位置は、測定対象の表面が単一材料からなる場合は、一様な質量分布、厚み分布があると仮定した際に重心を含む領域とする。また、測定対象となる物質表面が複数材料からなる場合には、各材料において一様な質量分布、厚み分布があると仮定した際に重心を含む領域に水滴を形成する。この場合の物質表面の接触角は、各材料の面積比率を重みとして加重平均を計算した値とする。

[0087] また、他の測定方法として、物質表面に、複数の領域を設定して接触角を測定してもよい。この場合は、物質表面の接触角は、各領域の面積比率を重みとして加重平均を計算した値とする。

[0088] 流路１５の内面が親液性を有するようにするには、例えば、流路１５の内面に親水化処理を施す方法、流路１５の内面に親液性のフィルムを貼り付ける方法、および流路１５を構成するカバー部材２を親液性の材料で形成する方法などを採用することができる。中でも、流路１５の内面に親水化処理を施す方法および流路１５の内面に親液性のフィルムを貼り付ける方法を用いれば、検体液が親液性の部分に沿って流路１５内を流れていくため、検体液が意図しない場所へ流れることを抑制して、精度の高い測定をすることができる。また、これらの方法によれば、疎水性の材料からなるカバー部材を用いる場合においても、毛細管現象を起こすことができるため、カバー部材として使用することができる材料の選択肢が増えるという利点もある。

[0089] 流路１５の内面に親水化処理を施す方法としては、例えば、流路１５の内面を酸素プラズマによってアッシングにより表面の官能基を変化させた後、シランカップリング剤を塗布し、最後にポリエチレングリコールを塗布すればよい。その他にも、流路１５の内面を、ホスホリルコリンを有する処理剤を用いて表面処理するという方法もある。

[0090] また、親液性のフィルムを貼り付ける方法において、親液性のフィルムとしては、親水化処理が施された市販のポリエステル系のフィルムあるいはポリエチレン系のフィルムなどを使用することができる。親液性のフィルムは

、流路１５の上面、側面、あるいは下面にのみ貼り付けるようにしてもよく、これらを組み合わせてもよい。

[0091] （流路１５と検出素子３との位置関係）

本実施形態において、検体液の流路１５は深さが０．３ｍｍ程度であるのに対し、検出素子３は厚さが０．３ｍｍ程度であり、図１（ｂ）に示すように、流路１５の深さと検出素子３の厚さとがほぼ等しい。そのため、流路１５上に検出素子３をそのまま置くと流路１５が塞がれてしまう。そこで、センサ装置１００においては、図１（ｂ）および図２に示すように、検出素子３が実装される第１カバー部材１と第１カバー部材１上に接合される中間カバー部材１Ａとによって素子収容凹部５を設けている。この素子収容凹部５の中に検出素子３を収容することによって、検体液の流路１５が塞がれないようにしている。すなわち、素子収容凹部５の深さを検出素子３の厚さと同程度にし、その素子収容凹部５の中に検出素子３を実装することによって、流路１５を確保することができる。

[0092] 検体液の流路１５を十分に確保する観点から、図１（ｂ）および図２に示すように、素子収容凹部５の底面から素子基板１０の上面までの高さを、素子収容凹部５の深さと同じかまたはそれよりも小さく（低く）しておくとよい。例えば、素子基板１０の上面の素子収容凹部５の底面からの高さを素子収容凹部５の深さと同じにしておけば、流入部１４から流路１５の内部を見たときに、流路１５の底面と検出部１３とをほぼ同一高さとすることができる。

[0093] なお、素子収容凹部５の平面形状は、例えば、素子基板１０の平面形状と相似の形状としてもよく、素子収容凹部５は素子基板１０よりも若干大きく設定すればよい。より具体的には、素子収容凹部５は素子基板１０を素子収容凹部５に実装したときに、素子基板１０の側面と素子収容凹部５の内壁との間に２００μｍ程度の隙間が形成されるような大きさである。

[0094] 検出素子３は、例えば、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂またはシリコーン樹脂などを主成分とするダイボンド材によって、素子収容凹部５の底面に固

定されている。

[0095] 検出素子３の第１引出し電極１９の端部１９ｅと第１カバー部材１の上面に設けられた配線７とは、例えば、Ａｕなどからなる金属細線２７によって電気的に接続されている。同様に、第２引出し電極２０の端部２０ｅと配線７とが金属細線２７によって電気的に接続されている。なお、これらの接続は金属細線２７を用いる場合に限られず、例えば、Ａｇペーストなどの導電性接着材を用いてもよい。なお、引出し電極１９、２０と配線７との接続部分には空隙が設けられているため、第２カバー部材２を第１カバー部材１に貼り合わせた際に、金属細線２７の破損が抑制される。

[0096] また、上述のように、第１引出し電極１９、第２引出し電極２０、金属細線２７および配線７は、絶縁性部材２８によって覆われていてもよい。これによって、これらの電極などが腐食することを抑制することができる。

[0097] 以上のように、本実施形態に係るセンサ装置１００によれば、検出素子３を第１カバー部材１および中間カバー部材１Ａによって形成される素子収容凹部５に収容したことによって、流入部１４から検出部１３に至る検体液の流路１５を確保することができ、毛細管現象などによって流入部１４から吸引された検体液を検出部１３まで流すことができる。すなわち、厚みのある検出素子３を用いつつ、それ自体に吸引機構を備えたセンサ装置１００を提供することができる。

[0098] 上述したセンサ装置１００は、例えば、以下のようにして製造することができる。

まず、図７（ａ）に示すように、端子６および配線７が形成された第１カバー部材１を用意する。

[0099] 次に、図７（ｂ）に示すように、第１カバー部材１の上に、中間カバー部材１Ａを積層する。ここで、中間カバー部材１Ａは、第１上流部１Ａａと第１下流部１Ａｂとからなる。

[0100] 次に、図７（ｃ）に示すように、中間カバー部材１Ａの第１上流部１Ａａと第１下流部１Ａｂとの間に、検出素子３を金属細線２７を用いて実装する

。ここで、第１カバー部材１の上に、中間カバー部材１Ａおよび検出素子３を載置する工程は、いずれを先に実行してもよい。

[0101] 次に、図７（ｄ）に示すように、中間カバー部材１Ａの上に、第２カバー部材２の第３基板２ａを積層する。

[0102] そして、図７（ｅ）に示すように、第３基板２ａの上に第４基板２ｂを積層することによって、本実施形態に係るセンサ装置１００が製造される。

[0103] また、本実施形態に係るセンサ装置１００の製造において、検出素子３の製造は、以下の（ｉ）～（iii）の工程を備える。

（ｉ）レジストパターニングした後にリフトオフすることによって、第１ＩＤＴ電極１１、第２ＩＤＴ電極１２、第１引出し電極１９および第２引出し電極２０を形成する工程。

（ii）成膜した後にパターニングすることによって、絶縁性部材２８を形成する工程。

（iii）固定化膜１３ａ、第１引出し電極１９の端部１９ｅおよび第２引出し電極２０の端部２０ｅを形成する工程。

[0104] 次に、第１実施形態に係るセンサ装置１００の変形例について説明を行なう。

＜変形例＞

図８は、図１のセンサ装置１００の変形例に係るセンサ装置１００ａ、１００ｂ、１００ｃを示す平面図であり、（ａ）および（ｂ）は図７（ｄ）に対応する図であり、（ｃ）は図１（ａ）に対応する図である。

[0105] 本変形例に係るセンサ装置１００ａ、１００ｂは、上述の第１実施形態に係るセンサ装置１００とは異なり、中間カバー部材１Ａおよび第２カバー部材２の幅が検出素子３の幅よりも大きい。センサ装置１００ａは、図８（ａ）に示すように、検出素子３の下流において、第１カバー部材１の上に中間カバー部材１Ａ（第１下流部１Ａｂ）が設けられていない。それに対して、センサ装置１００ｂは、図８（ｂ）に示すように、検出素子３の下流において、第１カバー部材１の上に中間カバー部材１Ａ（第１下流部１Ａｂ）が設

けられている。

[0106] 次に、本変形例に係るセンサ装置１００ｃは、上述の第１実施形態に係るセンサ装置１００と比較して、検出素子３に対する端子６の配置が異なる。

[0107] 具体的には、センサ装置１００では、図１に示すように、端子６は、検出素子３のうち流入部１４側の端部よりも排気孔１８側に配置されている。これに対して、本変形例のセンサ装置１００ｃでは、図８（ｃ）に示すように、端子６のうち少なくとも一部は、検出素子３のうち流入部１４側の端部よりも流入部１４側に配置されている。

[0108] また、流路１５の長手方向を基準にして検出素子３の一方側に配列している４つの端子６において、外側の２つの端子６に接続される配線７の長さが互いに略同一であり、また、内側の２つの端子６に接続される配線７の長さが互いに略同一である。これによれば、検出素子３で得られる信号が、配線７の長さによってばらつくことを抑制することが可能となる。さらに、例えば、一方の略同一の長さの配線７が、検出素子３の検出部１３において検出対象を検出する部位に接続され、他方の略同一の長さの配線７が、検出素子３の検出部１３において検出対象に対する参照電極に接続される構成とすれば、上述の信号のばらつきを抑制することが可能となり検出の信頼性を向上させることが可能となる。

[0109] 図９は、図１のセンサ装置１００の変形例に係るセンサ装置１０１を示す図であり、（ａ）は平面図、（ｂ）は長さ方向の断面図、（ｃ）は幅方向の断面図である。

[0110] 本変形例に係るセンサ装置１０１は、上述の第１実施形態に係るセンサ装置１００とは異なり、検出素子３と中間カバー部材１Ａとの間隙に、充填部材９が設けられている。

[0111] 充填部材９は、中間カバー部材１Ａおよび素子基板１０とは異なる材料を含むようにすることができ、例えば、ＰＤＭＳ（ポリジメチルシロキサン）などの樹脂材料を用いることができる。なお、充填部材９は、検出素子３と中間カバー部材１Ａとの間隙の全ての領域に設けられる必要はなく、例えば

、流路１５に対応する部位のみに設けるようにしてもよい。本変形例に係るセンサ装置１０１によれば、検出素子３と中間カバー部材１Ａとの間隙に充填部材９が位置していることから、間隙による毛細管現象の阻害を抑制することができ、検体液をよりスムーズに検出素子３に向けて吸引することが可能となる。

[0112] 図１０は、図９のセンサ装置１０１の製造工程を示す平面図である。

まず、図１０（ａ）～図１０（ｃ）に示すように、上述の第１実施形態に係るセンサ装置１００と同様にして、端子６および配線７が形成された第１カバー部材１の上に中間カバー部材１Ａを積層し、検出素子３を金属細線２７を用いて実装する。

[0113] 次に、図１０（ｄ）に示すように、検出素子３と中間カバー部材１Ａとの間の間隙に、充填部材９を配置する。

[0114] そして、図１０（ｅ）および図１０（ｆ）に示すように、上述の第１実施形態に係るセンサ装置１００と同様にして、中間カバー部材１Ａの上に、第２カバー部材２の第３基板２ａを積層し、第３基板２ａの上に第４基板２ｂを積層することによって、本実施形態に係るセンサ装置１０１が製造される。

[0115] 図１１は、図１のセンサ装置１００の変形例に係るセンサ装置１０１ａを示す図であり、特に製造工程を示す図である。

[0116] 本変形例に係るセンサ装置１０１ａは、上述の第１実施形態に係るセンサ装置１００とは異なり、センサ装置１０１ａを第２カバー部材２の上面側から透視する上面透視（上面視）において、検出素子３が、平板枠状の中間カバー部材１Ａで全周を囲まれている。そして、充填部材９は、図１１（ｄ）および図１１（ｅ）に示すように、検出素子３の外周を囲うように、検出素子３と中間カバー部材１Ａとの間隙に位置している。これによれば、流路１５において検出素子３とその周囲との段差あるいは隙間を低減することができることから、検体液をスムーズに検出素子３上に流すことが可能となる。また、充填部材９は、検出素子３と端子６との間の領域において、配線７の

一部および検出素子３と配線７とを接続する金属細線２７を覆うことができることから、これらと検体液との接触による検出感度の低下を抑制することが可能となる。

[0117] なお、本変形例では、図１１（ｂ）に示すように中間カバー部材１Ａと検出素子３とを形成した上で、図１１（ｃ）に示すように検出素子３と配線７とを金属細線２７によって接続している。これに代えて、検出素子３を形成し、検出素子３と配線７とを金属細線２７によって接続した後で、中間カバー部材１Ａを形成するようにしてもよい。

[0118] 図１２は、図１のセンサ装置１００の変形例に係るセンサ装置１０１ｂ、１０１ｃを示す平面図であり、図７（ｄ）に対応する図である。

[0119] 本変形例に係るセンサ装置１０１ｂ、１０１ｃは、上述の第１実施形態に係るセンサ装置１００とは異なり、充填部材９は、図１２（ａ）および図１２（ｂ）に示すように、検出素子３と中間カバー部材１Ａとの間隙のうち、流路１５の長手方向に沿うように位置している。これによれば、検出素子３とその両側との段差を低くあるいは隙間を狭くできることから、検出素子３に対して側方からも検体液をスムーズに流すことが可能となる。また、充填部材９は、検出素子３と端子６との間の領域において、配線７の一部および検出素子３と配線７とを接続する金属細線２７を覆うことができることから、これらと検体液との接触による検出感度の低下を抑制することが可能となる。

[0120] また、図１２（ｂ）に示すように、充填部材９を検出素子３と中間カバー部材１Ａとの間隙のみならず、検出素子３と配線７とを接続するための金属細線２７のうち検出素子３（素子基板１０）の上面に位置している部分をも覆うことができる。これによれば、金属細線２７と検体液との接触による検出感度の低下をさらに抑制することが可能となる。

[0121] 以上、第１実施形態に係るセンサ装置１００およびその変形例に係るセンサ装置において、後述する各実施形態に係るセンサ装置における構成を、そのまま適用する、あるいは上述した構成に適した形で適用することができる

。

[0122] ＜第２実施形態＞

図１３は、本発明の第２実施形態に係るセンサ装置２００を示す図であり、図２（ａ）に対応する図である。

[0123] 本実施形態のセンサ装置２００では、中間カバー部材１Ａの第１下流部１Ａｂの上面であって流路１５の終端部に、検体液を所定の速度で吸収する吸液材３０が設けられている。これによれば、余分な検体液を吸収することによって、検出部１３上を流れる検体液の量を一定化して、安定性の高い測定を行なうことができる。吸液材３０としては、スポンジなど液体を吸収することができる多孔質状の材料を用いることができ、例えば、ニトロセルロースなどを用いることが好ましい。

[0124] 本実施形態のセンサ装置２００においても、上述した第１実施形態に係るセンサ装置１００と同様に、第１カバー部材１の上面に検出素子３と流路１５の少なくとも一部を構成する中間カバー部材１Ａとを併設したことから、厚みのある検出素子３を用いた場合でも流入部１４から検出部１３に至る検体液の流路１５を確保することができ、毛細管現象などによって流入部１４から吸引された検体液を検出部１３まで流すことができる。すなわち、厚みを有する検出素子３を用いつつ、それ自体に検体液の吸引機構を備えた測定作業が簡便なセンサ装置２００を提供することができる。また、検体液の流路１５において、検出素子３よりも上流側に位置している部材表面の検体液に対する接触角θ１ａ、θ２ａは、検出素子３（検出部１３）の表面の検体液に対する接触角θ３よりも小さいことから、流入部１４から流入した検体液を上流側に位置する部材表面を通じて検出素子３（検出部１３）に向かってスムーズに流すことが可能となる。

[0125] また、本実施形態において、中間カバー部材１Ａの第１下流部１Ａｂの上面の検体液に対する接触角θ１ｂは、接触角θ３よりも大きく設定してもよい。これによれば、検出素子３（検出部１３）を通過した検体液が、吸液材３０によって吸収されるスピードを調整でき、その結果として検出素子３（

検出部１３）における検体液を所定量に制御することによって、検出の安定性を向上させることが可能となる。

[0126] 図１４は、図１３のセンサ装置２００の変形例に係るセンサ装置２０１を示す図であり、（ａ）は平面図、（ｂ）は長さ方向の断面図である。

[0127] 本変形例に係るセンサ装置２０１は、上述の第１実施形態に係るセンサ装置１００における中間カバー部材１Ａの第１下流部１Ａｂに代えて、第１カバー部材１の上面であって検出素子３に対して中間カバー部材１Ａとは反対側に位置している吸液材３０を有している。本変形例においても、余分な検体液を吸収することによって、検出部１３上を流れる検体液の量を一定化して、安定性の高い測定を行なうことができる。

[0128] なお、本変形例において、吸液材３０は、流路１５の終端部との間に少し隙間を設けて位置している。これによれば、この隙間が排気孔１８として機能することによって、毛細管現象を効果的に発揮させることができる。

[0129] 図１５は、図１３のセンサ装置２００の変形例に係るセンサ装置２０２を示す図であり、（ａ）は平面図、（ｂ）は長さ方向の断面図である。

[0130] 本変形例に係るセンサ装置２０２は、図１４に示すセンサ装置２０１とは異なり、吸液材３０は、図１５に示すように、第１カバー部材１の上面であって検出素子３に対して中間カバー部材１Ａとは反対側に、検出素子３と間隙を介して配置している。これによれば、流路１５を流れる検体液は、検出素子３の上面を通過した後、吸液材３０によって吸収されることから、検出素子３の上面において検出への寄与を終えた検体液を吸収することが可能となる。

[0131] 図１６は、図１３のセンサ装置２００の変形例に係るセンサ装置２０３、２０４の長さ方向の断面図である。

[0132] 本変形例に係るセンサ装置２０３は、図１４に示すセンサ装置２０１とは異なり、吸液材３０は、図１６（ａ）に示すように、第１カバー部材１の上面および第２カバー部材２の下面の両方、すなわち流路１５の上下面と接触している。これによれば、上述のように、余分な検体液を吸収することによ

って、検出部１３上を流れる検体液の量を一定化して、安定性の高い測定を行なうことができる。

[0133] また、本変形例においては、吸液材３０の気孔率を調整することによって、多孔質の吸液材３０を排気孔１８として機能させることができる。その場合において、吸液材３０は、上述のように流路１５の上下面と接触するだけでなく、流路１５の側壁とも接触することによって、流路１５を塞ぐように設けることができる。

[0134] 次に、他の変形例に係るセンサ装置２０４は、図１４に示すセンサ装置２０１とは異なり、図１６（ｂ）に示すように、吸液材３０は、第２カバー部材２の下面にのみ接触している。これによれば、吸液材３０は、流路１５を流れる検体液との接触などに起因して検体液を吸い寄せる作用を発揮することによって、検体液を進行方向の前方に位置している検出素子３の上面に効果的に誘導することが可能となる。

[0135] センサ装置２０４では、第１実施形態に係るセンサ装置１００と異なり、第４基板２ｂには、第４基板２ｂを厚み方向に貫く排気孔１８が形成されている。排気孔１８は、流路１５の端部と繋がる位置に形成されている。

[0136] 本発明は、以上の実施形態に限定されず、種々の態様で実施されてよい。

例えば、上述した実施形態においては、検出素子３が弾性表面波素子からなるものについて説明したが、検出素子３はこれに限らず、例えば、表面プラズモン共鳴が起こるように光導波路などを形成した検出素子３を用いてもよい。この場合は、例えば、検出部における光の屈折率の変化などを計測する。その他、水晶などの圧電基板に振動子を形成した検出素子３を用いることもできる。この場合は、例えば、振動子の発振周波数の変化を計測する。

[0137] また、検出素子３として、１つの基板上に複数種類のデバイスを混在させても構わない。例えば、ＳＡＷ素子の隣に酵素電極法の酵素電極を設けてもよい。この場合は、抗体やアプタマーを用いた免疫法に加えて酵素法での測定も可能となり、一度に検査できる項目を増やすことができる。

[0138] また、上述した実施形態においては、検出素子３が１個設けられている例

について説明したが、検出素子３を複数個設けてもよい。この場合には、検出素子３ごとに素子収容凹部５を設けてもよいし、全ての検出素子３を収容できるような長さあるいは幅を有する素子収容凹部５を形成するようにしてもよい。

[0139] また、上述した実施形態においては、第１カバー部材１、中間カバー部材１Ａおよび第２カバー部材２がそれぞれ別部材である例を示したが、これに限らず、いずれか２つの部材同士、あるいは全ての部材が一体化されたものを用いてもよい。

[0140] また、例えば、第１実施形態におけるセンサ装置１００の変形例の構成を、第２実施形態におけるセンサ装置２００の構成に適用してもよい。すなわち、上述の各実施形態のセンサ装置に関する変形例および各構成部材の態様は、本発明の技術思想を逸脱しない範囲で他の実施形態のセンサ装置に適用することができる。例えば、センサ装置の構成を、固定化膜１３ａの表面粗さが素子電極２９の表面粗さよりも小さく、固定化膜１３ａの表層部の酸素量が素子電極２９の表層部の酸素量よりも小さく、且つ、絶縁性部材２８を備えない構成にすることができる。これによれば、上述した実施形態で説明した理由から、検出対象を感度良く且つ精度良く検出できるとともに、絶縁性部材２８を形成する工程を省略できることから、センサ装置の製造コストを低減することが可能となる。

[0141] また、例えば、上述した実施形態においては、検体が液体状（検体液）である場合を例に説明したが、これに限定されるものではない。すなわち、検体は、上述の各実施形態のセンサ装置で測定可能な限り、液体状に限定されるものではなく、例えば、ゲル状、気体状などであってもよい。また、検体は、例えば、流路１５（検出部１３上）において液体状から固体状に近づいていくなど、その状態が変化するものであってもよい。

符号の説明

[0142] １・・・第１カバー部材

１Ａ・・・中間カバー部材

１Ａａ・・・第１上流部

θ１ａ・・・接触角

１Ａｂ・・・第１下流部

θ１ｂ・・・接触角

２・・・第２カバー部材

２ａ・・・第３基板

２ｂ・・・第４基板

２ｂａ・・・第２上流部

θ２ａ・・・接触角

２ｂｂ・・・第２下流部

θ２ｂ・・・接触角

３・・・検出素子

３ａ・・・上流領域

θ３ａ・・・接触角

３ｂ・・・検出領域（検出部）

θ３ｂ・・・接触角

３ｃ・・・下流領域

θ３ｃ・・・接触角

４・・・凹部形成部位

５・・・素子収容凹部

６・・・端子

７・・・配線

９・・・充填部材

１０・・・素子基板

１１・・・第１ＩＤＴ電極

１２・・・第２ＩＤＴ電極

１３（３ｂ）・・・検出部

１３ａ・・・固定化膜

１３ｂ・・・反応部

１３ｂ１・・・官能基

１３ｂ２・・・有機部材

１３ｂ３・・・生体材料

１４・・・流入部

１５・・・流路

１５ａ・・・上流部

１５ｂ・・・下流部（延長部）

１８・・・排気孔

１９・・・第１引出し電極

１９ｅ・・・端部（パッド部）

２０・・・第２引出し電極

２０ｅ・・・端部（パッド部）

２７・・・導線（金属細線）

２８・・・絶縁性部材

２８ａ・・・被覆部位

２８ｂ・・・外周部位

２９・・・素子電極

３０・・・吸液材

１００・・・センサ装置

請求の範囲

[請求項1] 素子基板と、

前記素子基板の上面に位置している素子電極と、

前記素子電極の少なくとも一部を覆っている絶縁性部材と、

前記素子基板の上面または前記絶縁性部材の上面に位置している固定化膜を有しており且つ検体に含まれる検出対象の検出を行なう検出部と、を備え、

前記固定化膜の表面粗さは、前記素子電極の表面粗さよりも小さい、センサ装置。

[請求項2] 前記素子電極は、

弾性波を発生させる第１ＩＤＴ（Interdigital Transducer）電極と、

前記第１ＩＤＴ電極から伝搬する前記弾性波を受信する第２ＩＤＴ電極と、を有し、

前記固定化膜の表面粗さは、前記第１ＩＤＴ電極および前記第２ＩＤＴ電極のいずれの表面粗さよりも小さい、請求項１に記載のセンサ装置。

[請求項3] 上面透視において、前記固定化膜は、前記第１ＩＤＴ電極と前記第２ＩＤＴ電極との間に位置している、請求項２に記載のセンサ装置。

[請求項4] 前記固定化膜の表層部の酸素量は、前記素子電極の表層部の酸素量よりも小さい、請求項１～３のいずれかに記載のセンサ装置。

[請求項5] 素子基板と、

前記素子基板の上面に位置している素子電極と、

前記素子電極の少なくとも一部を覆っている絶縁性部材と、

前記素子基板の上面または前記絶縁性部材の上面に位置している固定化膜を有しており且つ検体に含まれる検出対象の検出を行なう検出部と、を備え、

前記固定化膜の表層部の酸素量は、前記素子電極の表層部の酸素量

よりも小さい、センサ装置。

[請求項6] 前記素子電極は、

弾性波を発生させる第１ＩＤＴ（Interdigital Transducer）電極と、

前記第１ＩＤＴ電極から伝搬する前記弾性波を受信する第２ＩＤＴ電極と、を有し、

前記固定化膜の表層部の酸素量は、前記第１ＩＤＴ電極および前記第２ＩＤＴ電極のいずれの表層部の酸素量よりも小さい、請求項５に記載のセンサ装置。

[請求項7] 上面透視において、前記固定化膜は、前記第１ＩＤＴ電極と前記第２ＩＤＴ電極との間に位置している、請求項６に記載のセンサ装置。

[請求項8] 前記固定化膜の表面粗さは、前記素子電極の表面粗さよりも小さい、請求項５～７のいずれかに記載のセンサ装置。

[請求項9] 素子基板と、

前記素子基板の上面に位置している素子電極と、

前記素子基板の上面に位置している固定化膜を有しており且つ検体に含まれる検出対象の検出を行なう検出部と、を備え、

前記固定化膜の表面粗さは、前記素子電極の表面粗さよりも小さく、

前記固定化膜の表層部の酸素量は、前記素子電極の表層部の酸素量よりも小さい、センサ装置。

[請求項10] 前記検出部は、前記固定化膜の上面に位置しており、前記検体に含まれる検出対象と化学反応を生じる反応部、をさらに有する、請求項１～９のいずれかに記載のセンサ装置。

[請求項11] 前記反応部は、前記固定化膜の前記上面と結合しているチオール基を有する、請求項１０に記載のセンサ装置。

[請求項12] 前記反応部は、前記チオール基と結合している有機部材をさらに有する、請求項１１に記載のセンサ装置。

[請求項13] 前記反応部は、前記固定化膜の上方に固定化されている、ペプチド、タンパク質および核酸から選ばれる少なくとも１種を含む生体材料をさらに有する、請求項１０～１２のいずれかに記載のセンサ装置。

[請求項14] 前記固定化膜は、前記素子電極と同一の材料を有する、請求項１～１３のいずれかに記載のセンサ装置。

[請求項15] 前記素子電極は複数の層からなり、前記複数の層のうち最上層は前記固定化膜と異なる材料で構成されている、請求項１～１４のいずれかに記載のセンサ装置。

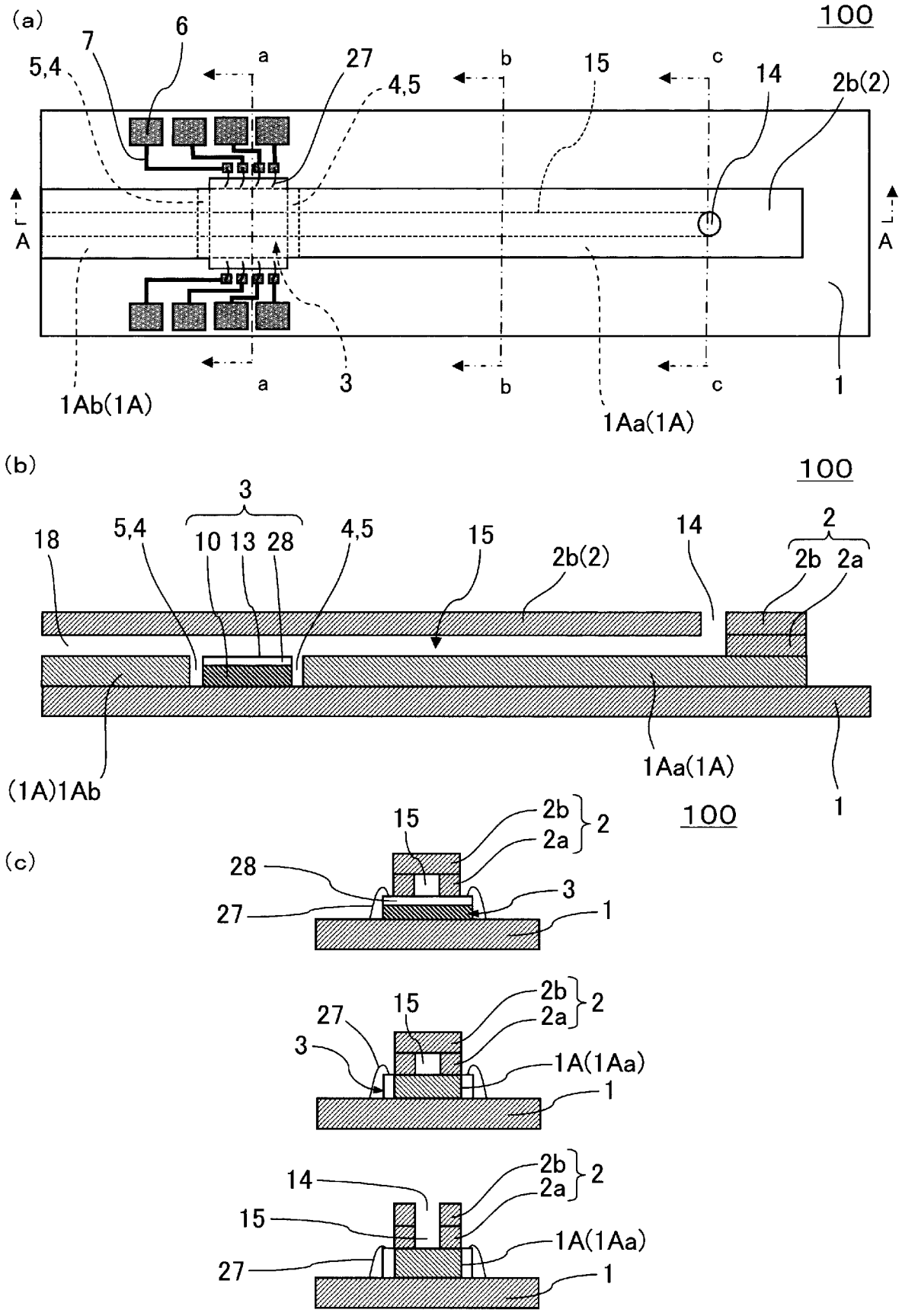
[請求項16] 前記素子電極および前記固定化膜は、Ａｕを有する、請求項１～１５のいずれかに記載のセンサ装置。

[請求項17] 前記固定化膜の厚さは、前記素子電極の厚さよりも小さい、請求項１～１６のいずれかに記載のセンサ装置。

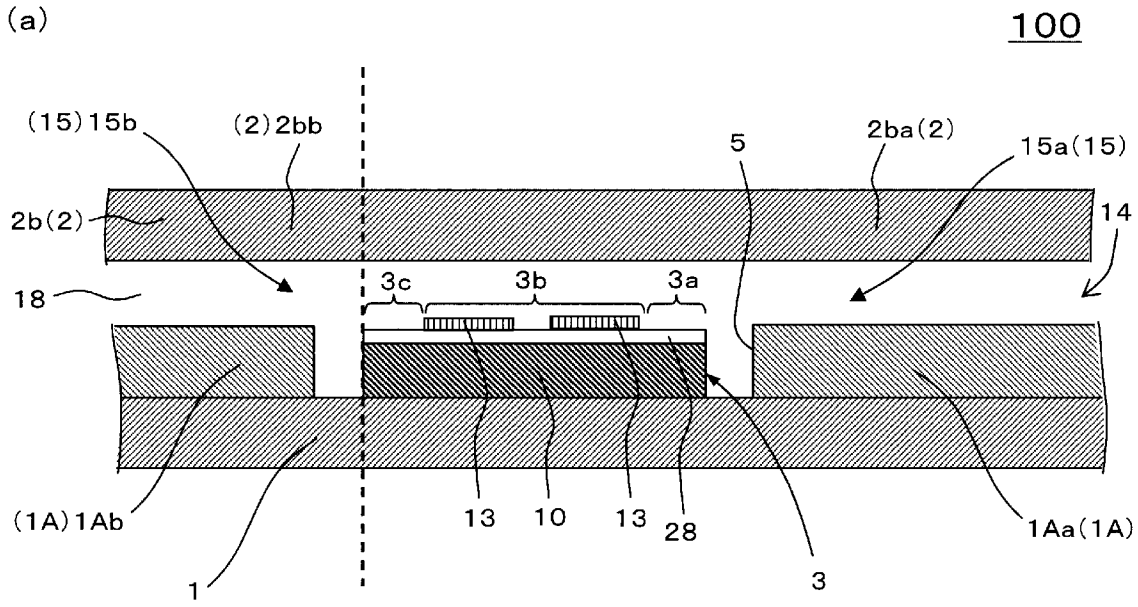
[請求項18] 断面視において、前記絶縁性部材の前記上面は、前記固定化膜に覆われている被覆部位よりも前記被覆部位に連続する外周部位の方が低い、請求項１～１７のいずれかに記載のセンサ装置。

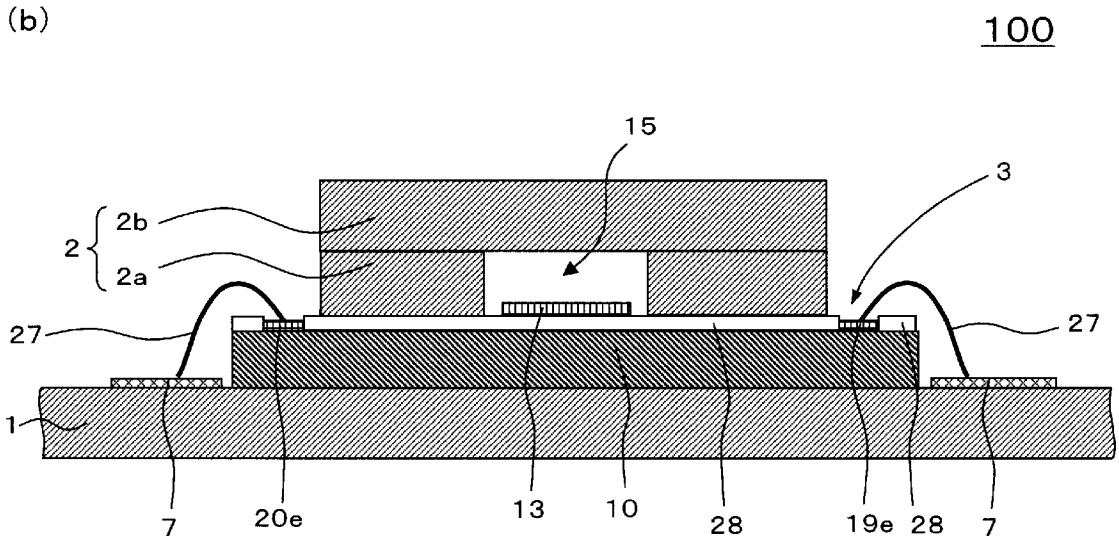
[請求項19] 前記絶縁性部材は、SiO_2を有する、請求項１～１８のいずれかに記載のセンサ装置。

[図1]

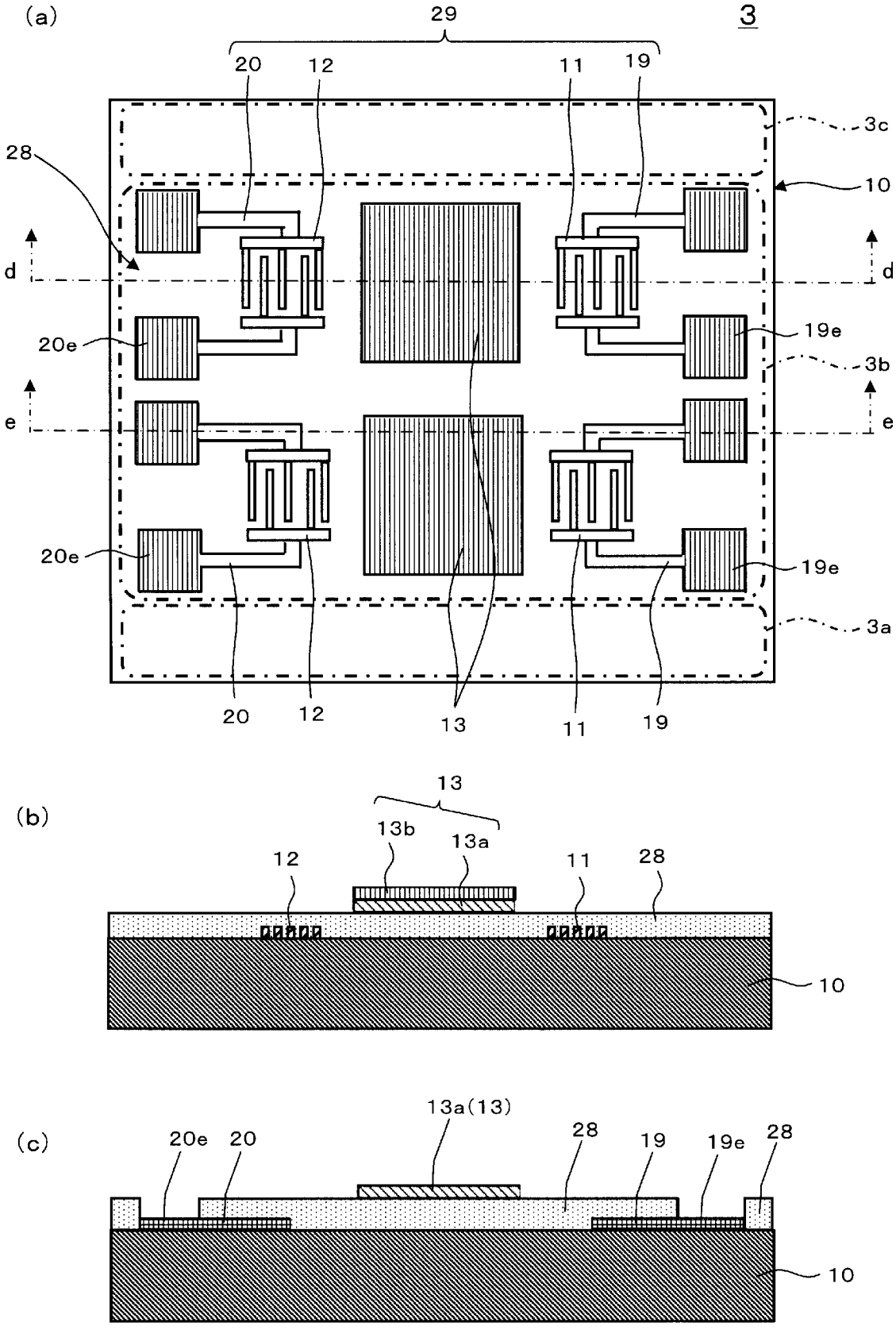

(a)
100
7
6
5,4
a
27
4,5
b
15
c
14
2b(2)
A
A
a
3
b
c
1
1Ab(1A)
1Aa(1A)
(b)
100
3
18
5,4
10 13 28
4,5
15
2b(2)
14
2
2b 2a
(1A)1Ab
1Aa(1A)
1
(c)
100
15
2b
2a
2
28
3
27
1
15
2b
2a
2
27
3
1A(1Aa)
1
14
2b
2a
2
15
1A(1Aa)
27
1

[図2]


(a)
100
(15)15b
(2)2bb
5
2ba(2)
15a(15)
2b(2)
14
18
3c
3b
3a
(1A)1Ab
13
10
13
28
1Aa(1A)
1
3

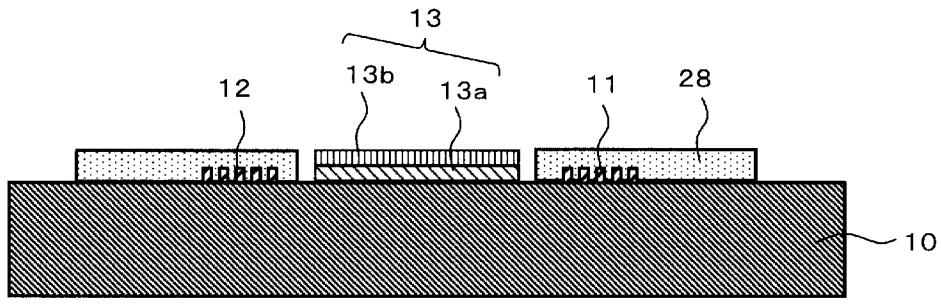

(b)
100
15
3
2
2b
2a
27
27
1
7
20e
13
10
28
19e
28
7

[図3]

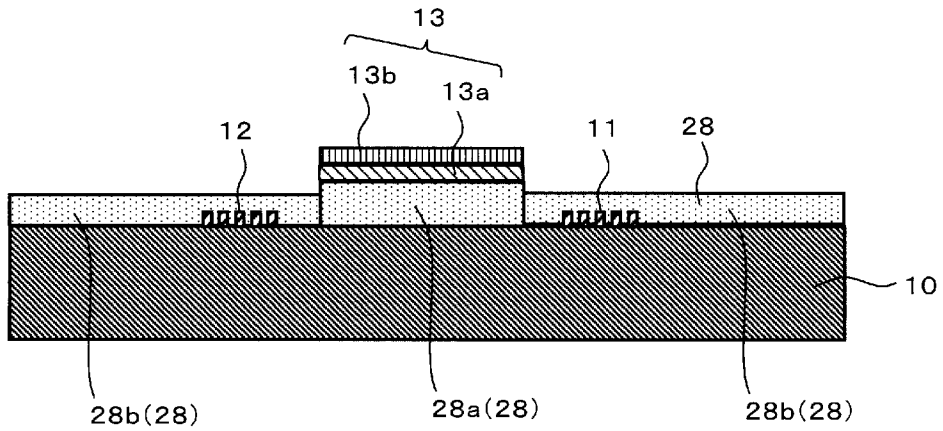

(a)
29
3
20
12
11
19
3c
28
10
d
d
20e
19e
3b
e
e
20e
19e
3a
20
12
13
11
19
(b)
13
13b
13a
12
11
28
10
(c)
13a(13)
20e
20
28
19
19e
28
10

[図4]

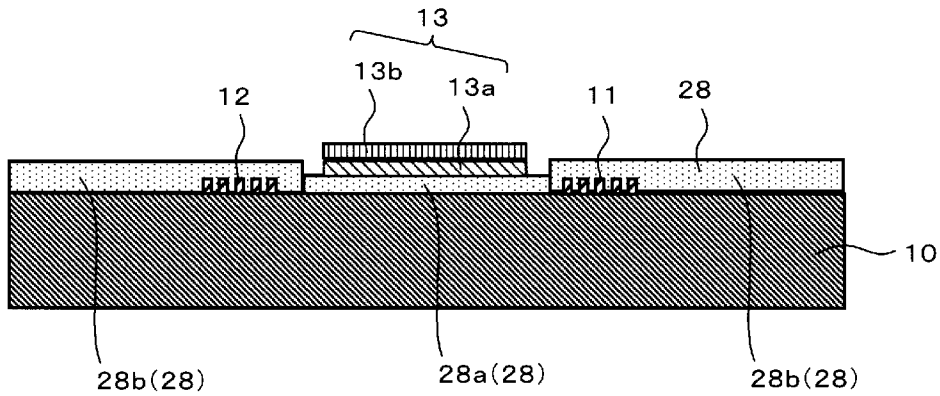
(a)


13
12
13b
13a
11
28
10

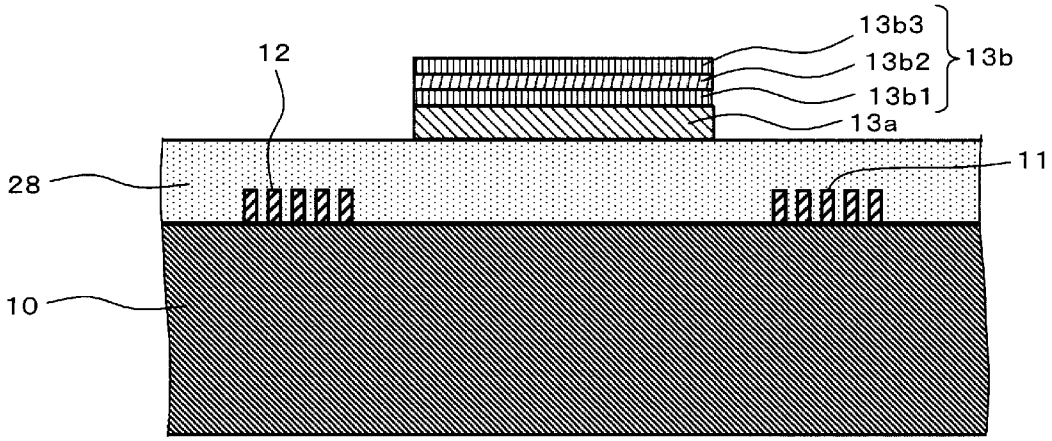
(b)


13
13b
13a
12
11
28
10
28b(28)
28a(28)
28b(28)

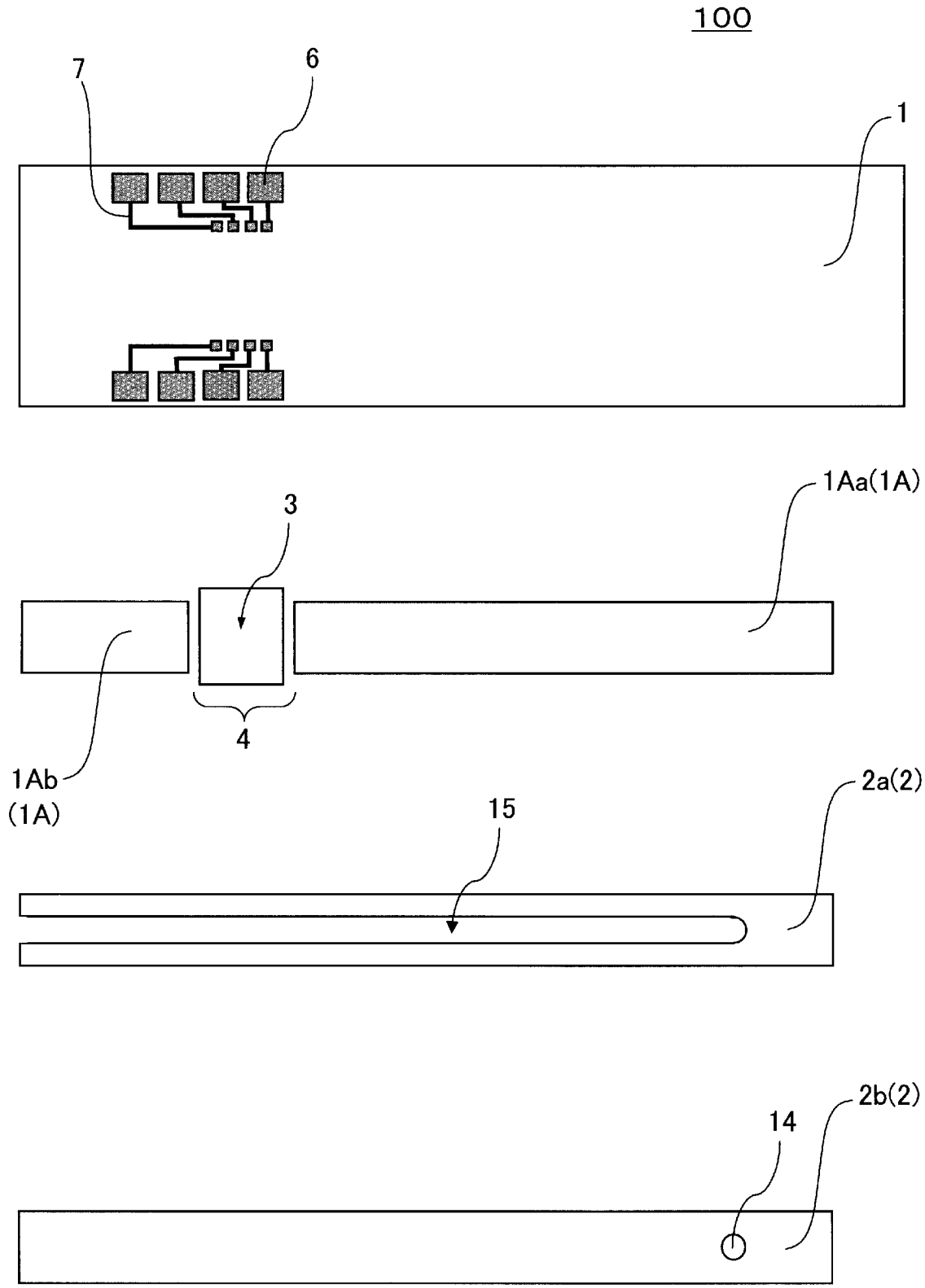
(c)


13
13b
13a
12
11
28
10
28b(28)
28a(28)
28b(28)

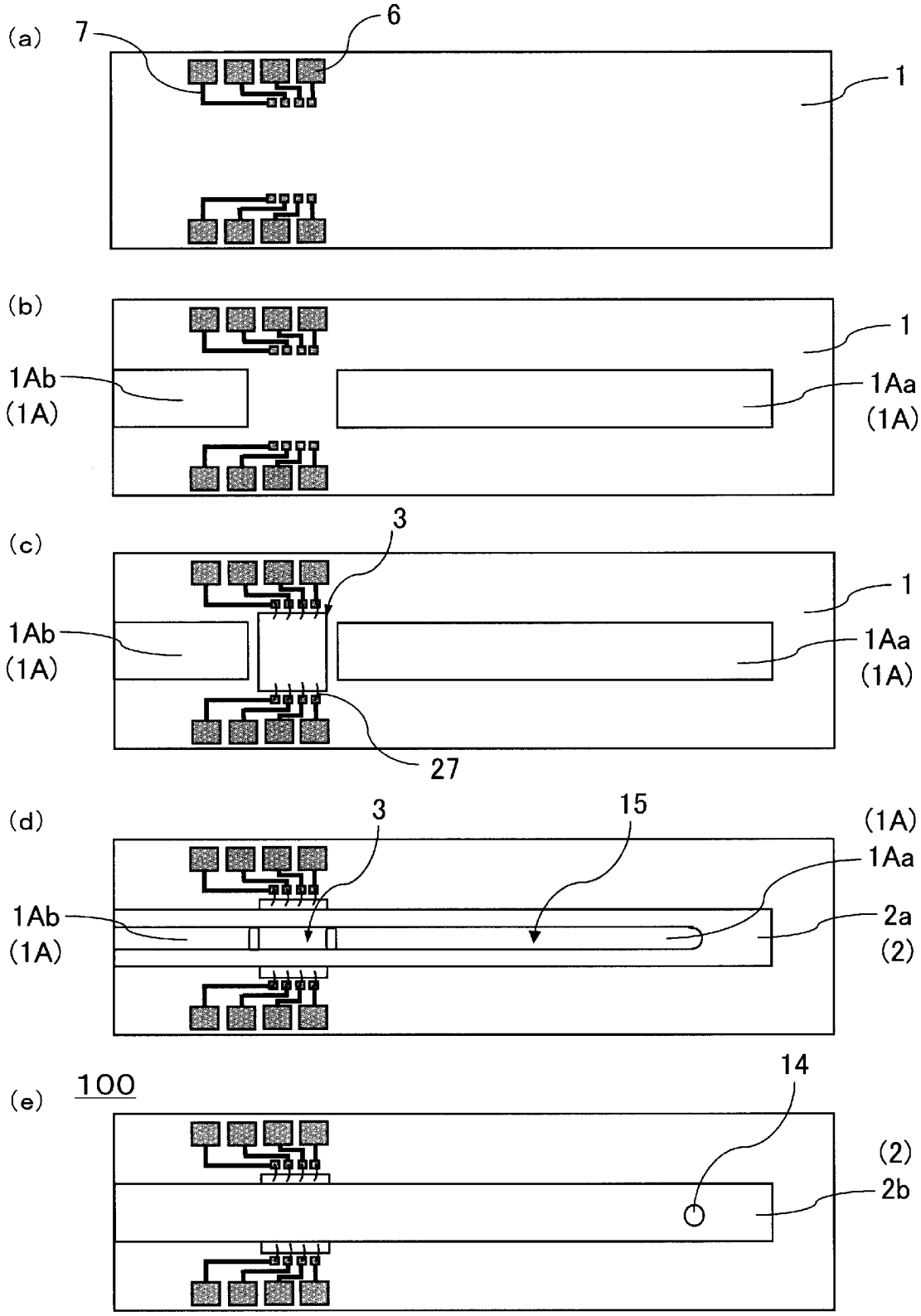
[図5]



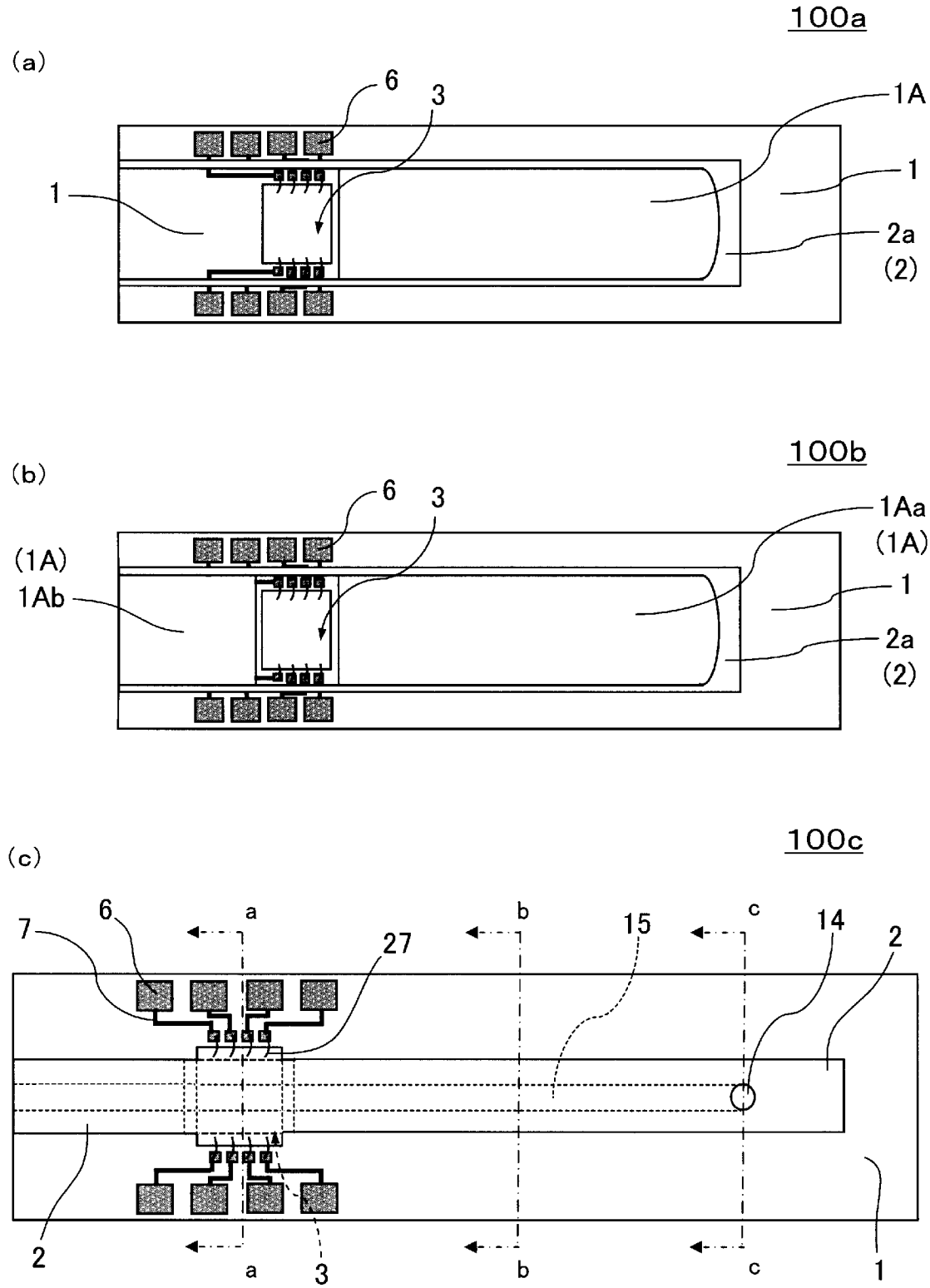
[図6]



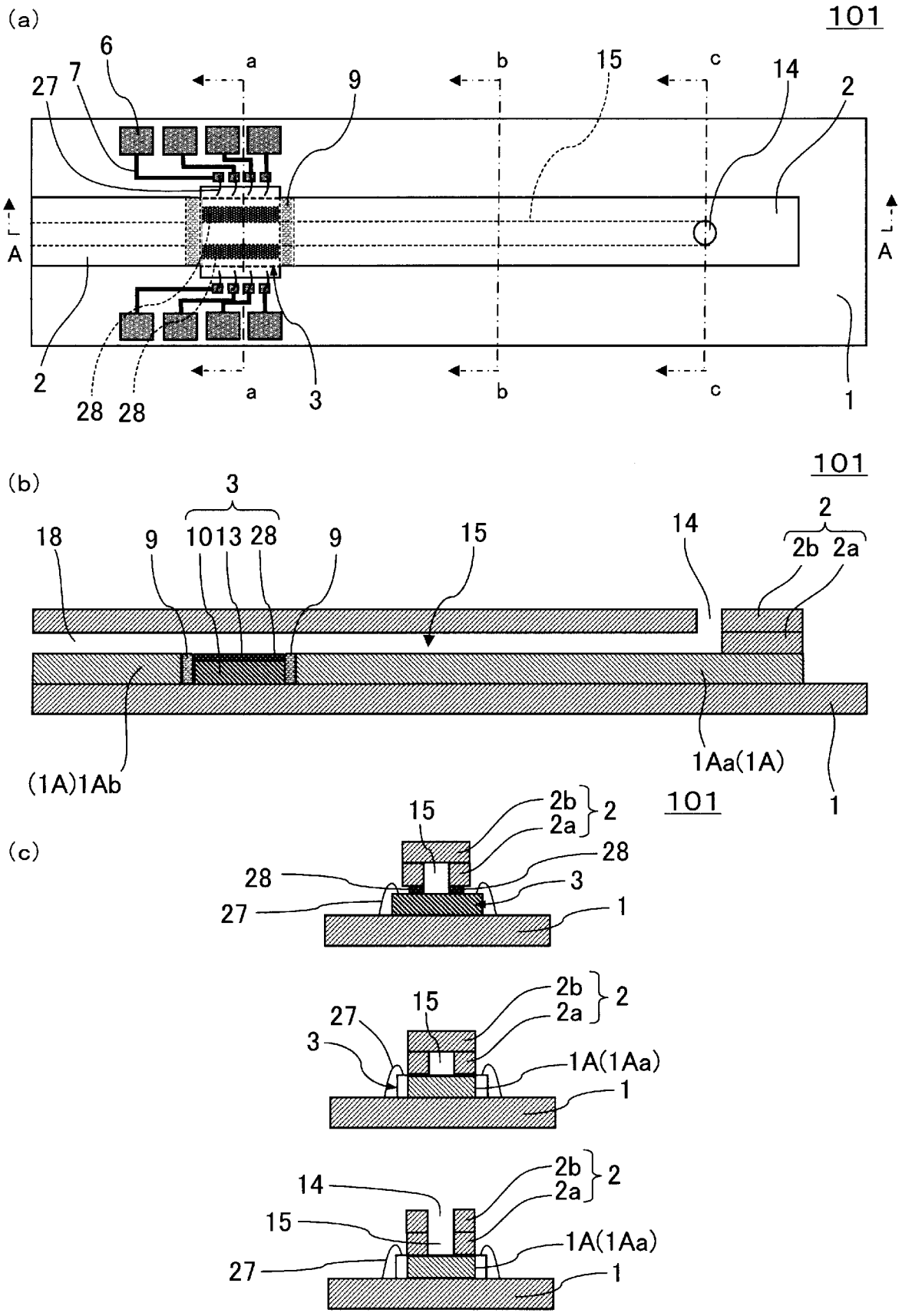
[図7]


(a)
7
6
1
(b)
1
1Ab
(1A)
1Aa
(1A)
(c)
3
1
1Ab
(1A)
1Aa
(1A)
27
(d)
3
15
(1A)
1Aa
1Ab
(1A)
2a
(2)
(e)
100
14
(2)
2b

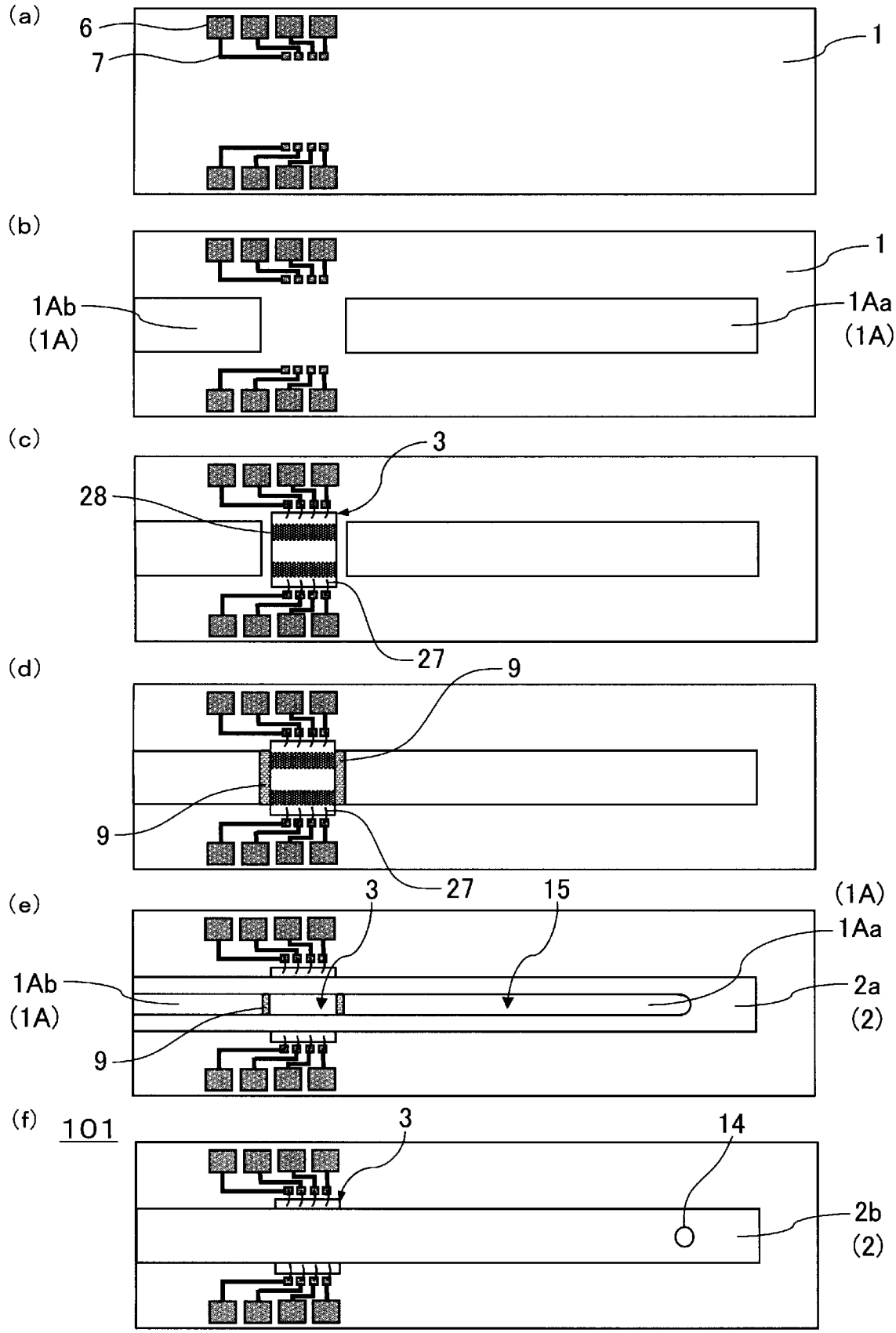
[図8]


100a
(a)
6
3
1A
1
1
2a
(2)
100b
(b)
6
3
1Aa
(1A)
(1A)
1Ab
1
2a
(2)
100c
(c)
6
a
b
15
c
14
2
7
27
2
a
3
b
c
1

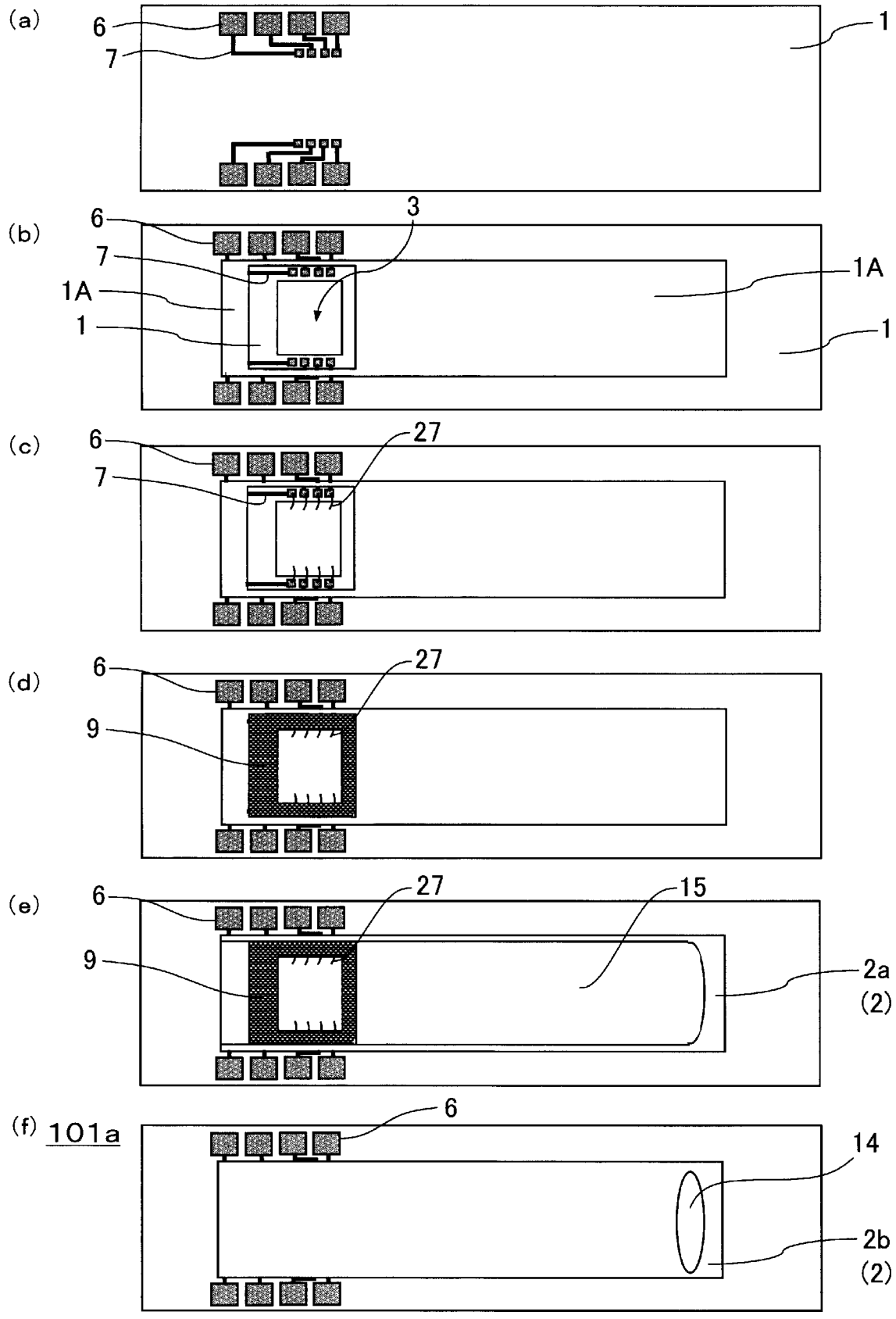
[図9]


(a)
101
6
7
27
a
9
b
15
c
14
2
A
A
2
28
28
a
3
b
c
1
(b)
101
3
18
9
10
13
28
9
15
14
2
2b
2a
(1A)1Ab
1Aa(1A)
1
(c)
101
15
2b
2a
2
28
28
3
27
1
15
2b
2a
2
27
3
1A(1Aa)
1
14
15
2b
2a
2
1A(1Aa)
27
1

[図10]

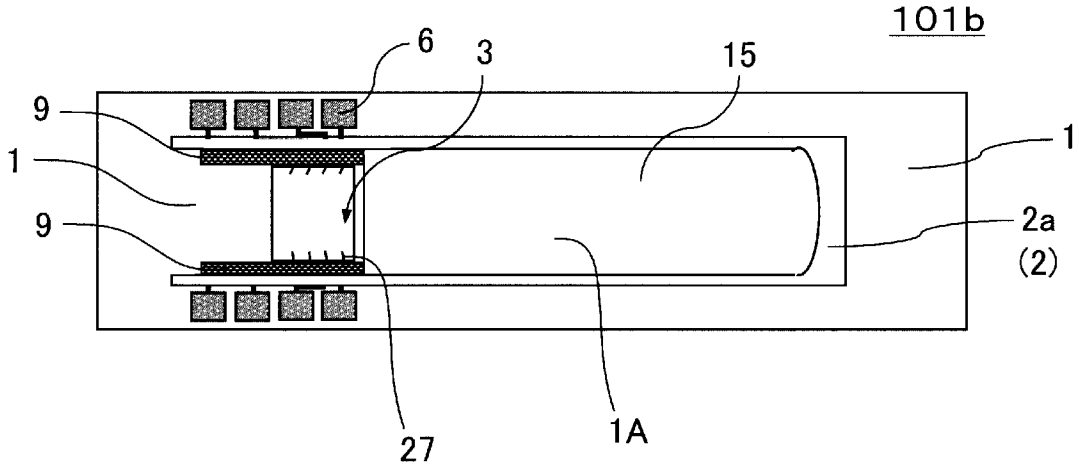

(a)
6
7
1
(b)
1
1Ab
(1A)
1Aa
(1A)
(c)
3
28
27
(d)
9
9
27
(e)
3
15
(1A)
1Aa
1Ab
(1A)
2a
(2)
9
(f)
101
3
14
2b
(2)

[図11]

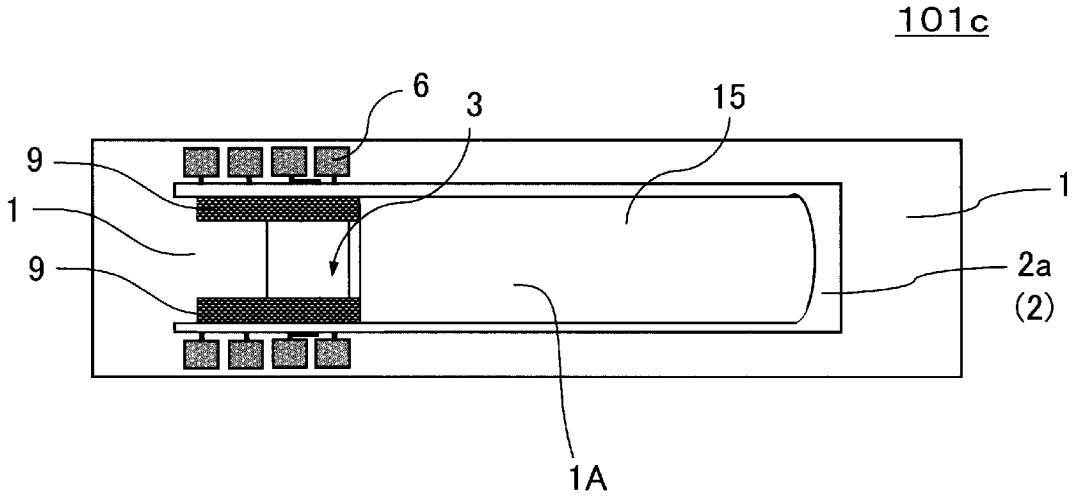


[図12]

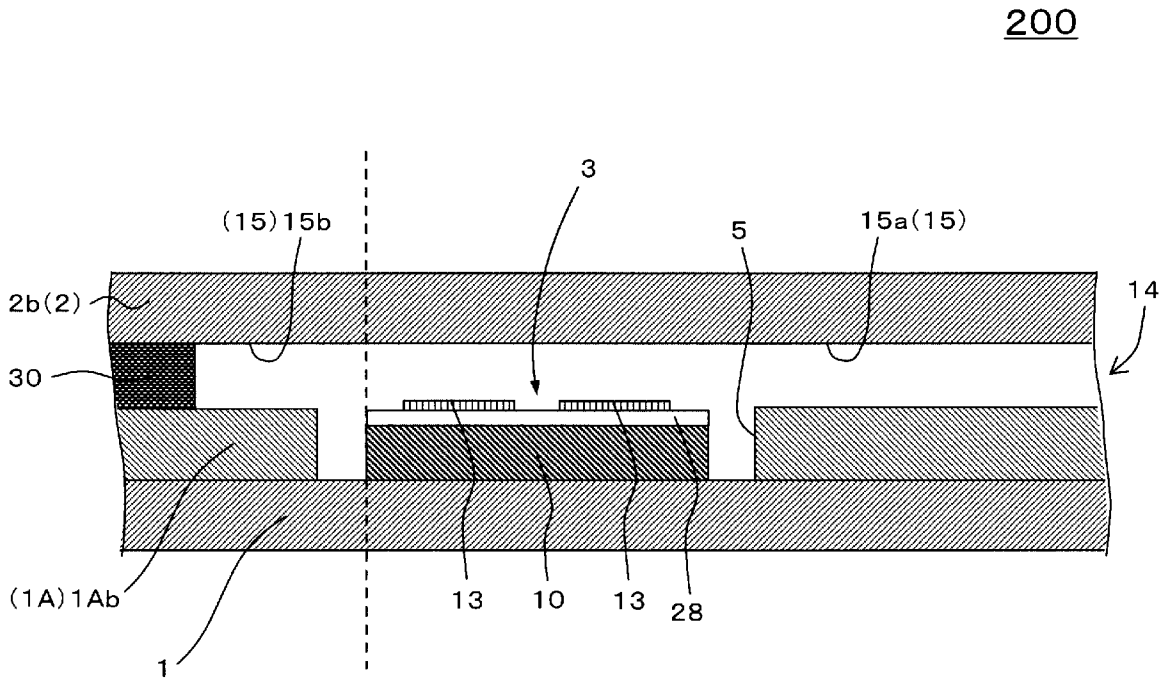
(a)



(b)

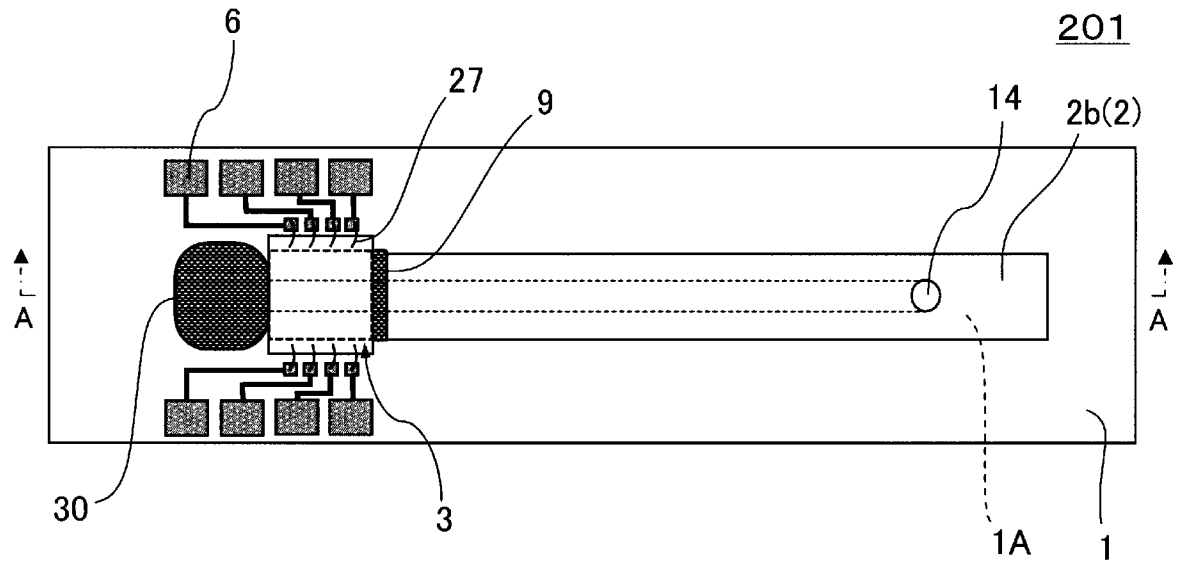


[図13]

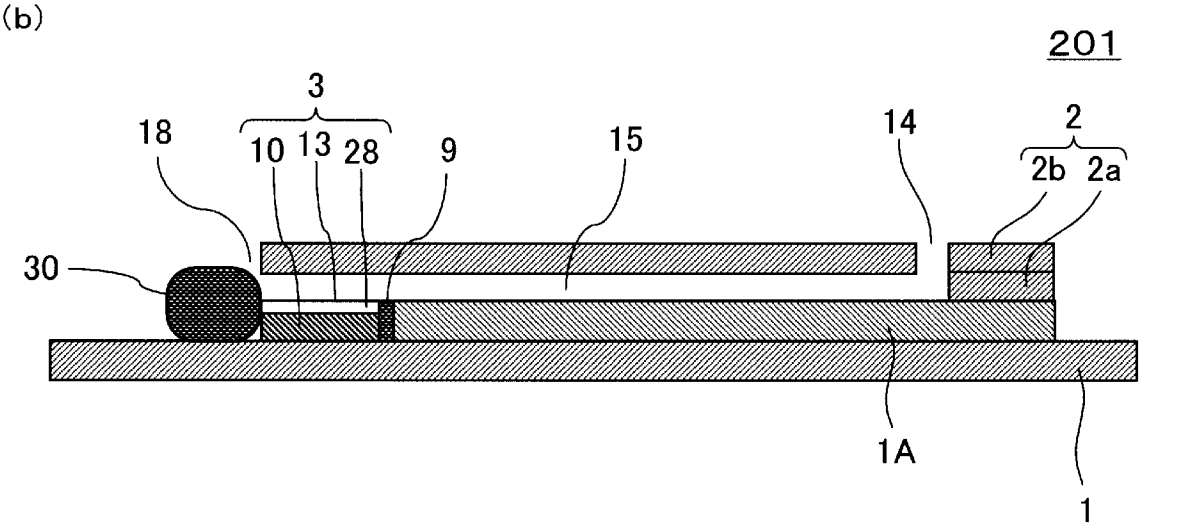


[図14]

(a)

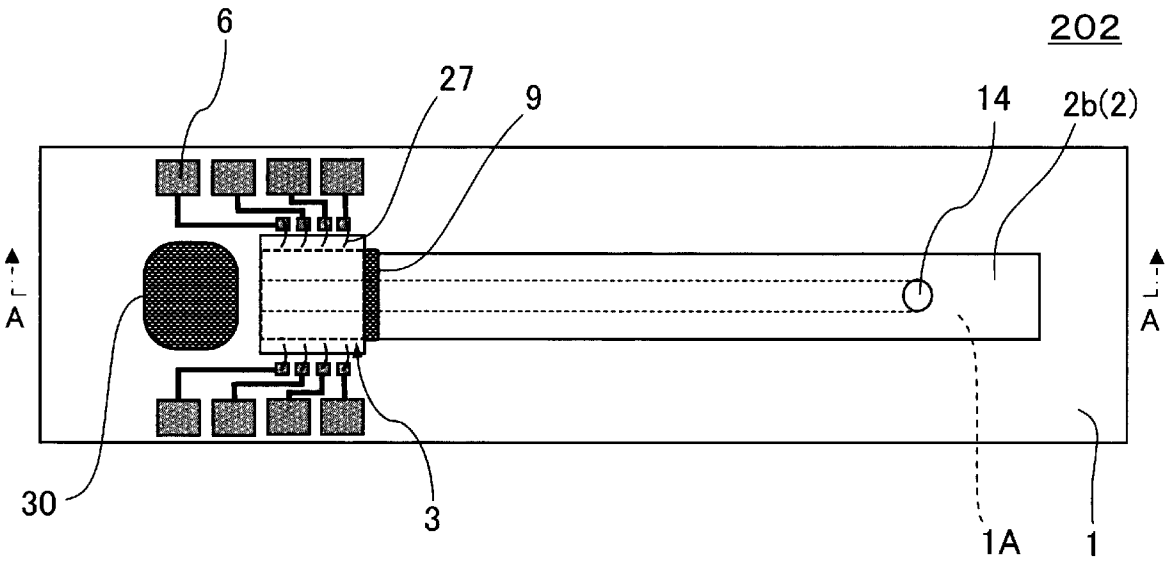


(b)

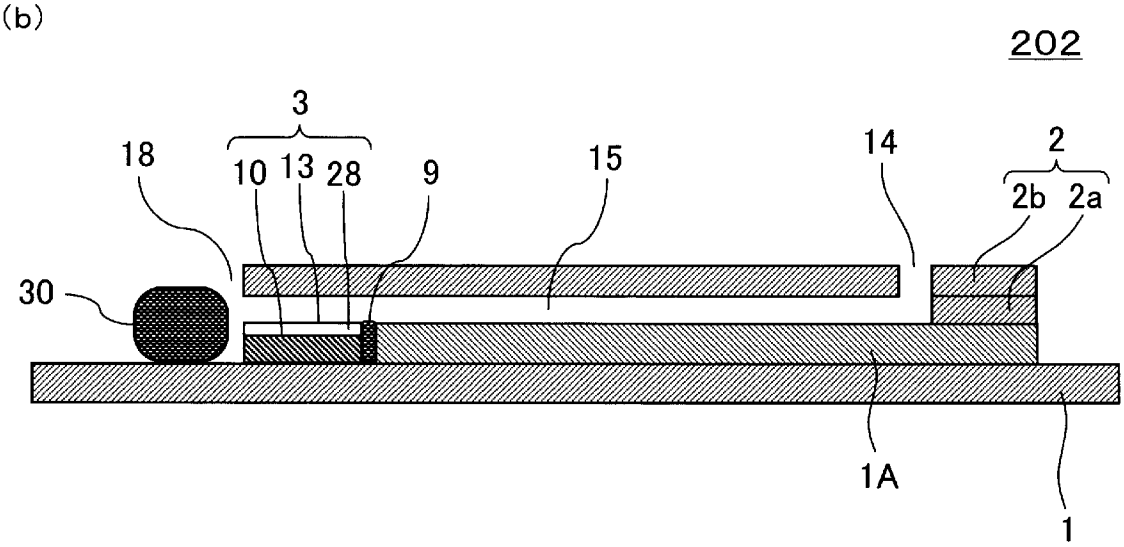


[図15]

(a)

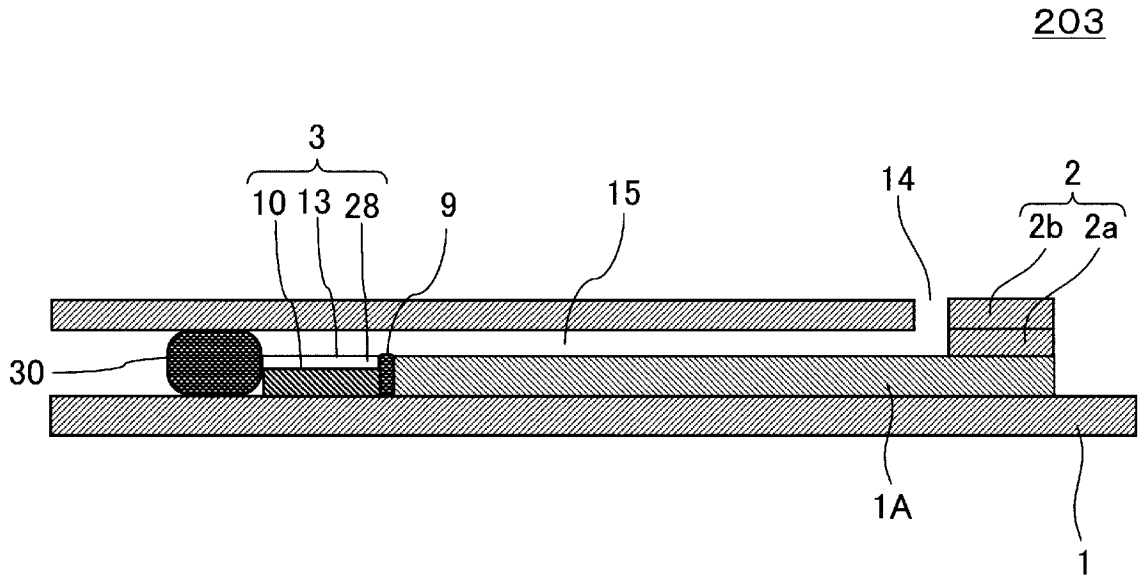


(b)

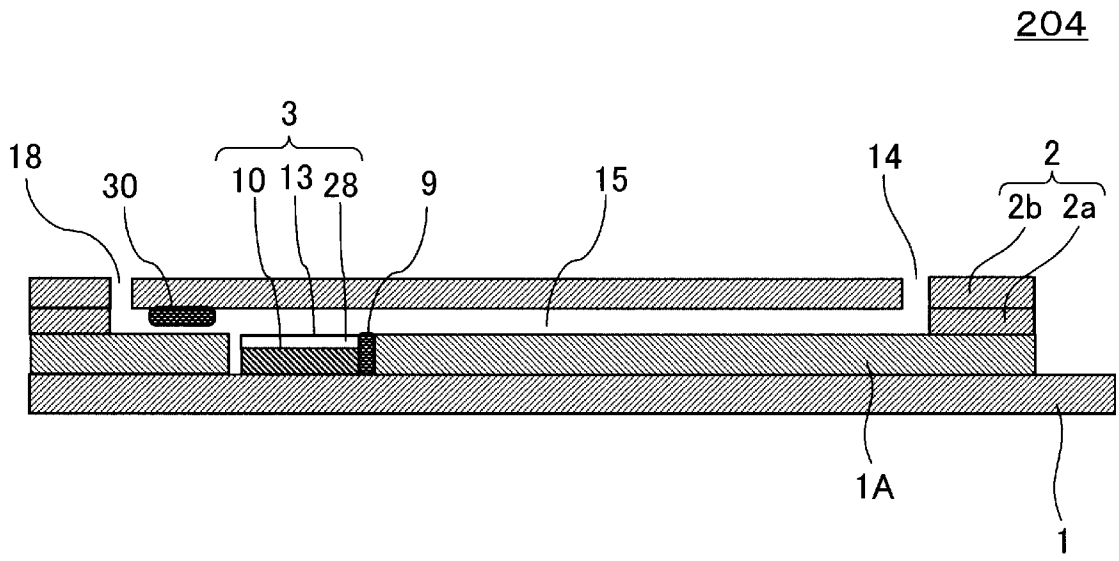


[図16]

(a)


203
3
10 13 28
9
15
14
2
2b 2a
30
1A
1

(b)


204
3
18
30
10 13 28
9
15
14
2
2b 2a
1A
1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/052175

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01N29/02(2006.01)i, *G01N5/02*(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)
G01N29/00-29/52, G01N5/00-5/04, G01N33/48-33/98

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
Y	WO 2013/147217 A1 (Kyushu University), 03 October 2013 (03.10.2013), paragraphs [0040], [0074], [0082], [0112]; fig. 11 (Family: none)	1-19
Y	JP 2561753 B2 (Teijin Ltd.), 11 December 1996 (11.12.1996), page 5, left column, line 37 to right column, line 9 (Family: none)	1-19
Y	JP 2003-248001 A (The Institute of Physical and Chemical Research), 05 September 2003 (05.09.2003), paragraphs [0013], [0014] (Family: none)	1-19

☒ 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
14 April 2015 (14.04.15)	28 April 2015 (28.04.15)

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/052175

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-139510 A (Yamaha Motor Co., Ltd.), 07 June 2007 (07.06.2007), paragraph [0048] (Family: none)	4-19
Y	WO 2010/146923 A1 (Murata Mfg. Co., Ltd.), 23 December 2010 (23.12.2010), paragraphs [0038], [0050]; fig. 1 (Family: none)	14-19
Y	JP 05-240762 A (Hewlett-Packard Co.), 17 September 1993 (17.09.1993), fig. 1, 3 & US 5283037 A & EP 542469 A1	18-19

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０５２１７５

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01N29/02(2006.01)i, G01N5/02(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.　G01N29/00-29/52, G01N5/00-5/04, G01N33/48-33/98

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	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５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
Y	WO 2013/147217 A1 (国立大学法人九州大学) 2013.10.03, [0040], [0074], [0082], [0112], 図 11 (ファミリーなし)	1-19
Y	JP 2561753 B2 (帝人株式会社) 1996.12.11, 第 5 頁左欄第 37-右欄第 9 行 (ファミリーなし)	1-19
Y	JP 2003-248001 A (理化学研究所) 2003.09.05, [0013], [0014] (ファミリーなし)	1-19

☑　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
１４．０４．２０１５	２８．０４．２０１５

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）　２Ｗ　４８４２
喜々津　徳胤
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５０

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
Y	JP 2007-139510 A（ヤマハ発動機株式会社）2007.06.07, [0048]（ファミリーなし）	4-19
Y	WO 2010/146923 A1（株式会社　村田製作所）2010.12.23, [0038],[0050],図1（ファミリーなし）	14-19
Y	JP 05-240762 A（ヒューレット・パッカード・カンパニー）1993.09.17, 図1,3 & US 5283037 A & EP 542469 A1	18-19