(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年5月23日(23.05.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/098076 A1

(51) 国際特許分類:
G01L 1/14 (2006.01) *G01L 5/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2018/041030

(22) 国際出願日： 2018年11月5日(05.11.2018)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2017-220489 2017年11月15日(15.11.2017) JP

(71) 出願人: オムロン株式会社 (**OMRON CORPORATION**) [JP/JP]; 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 Kyoto (JP).

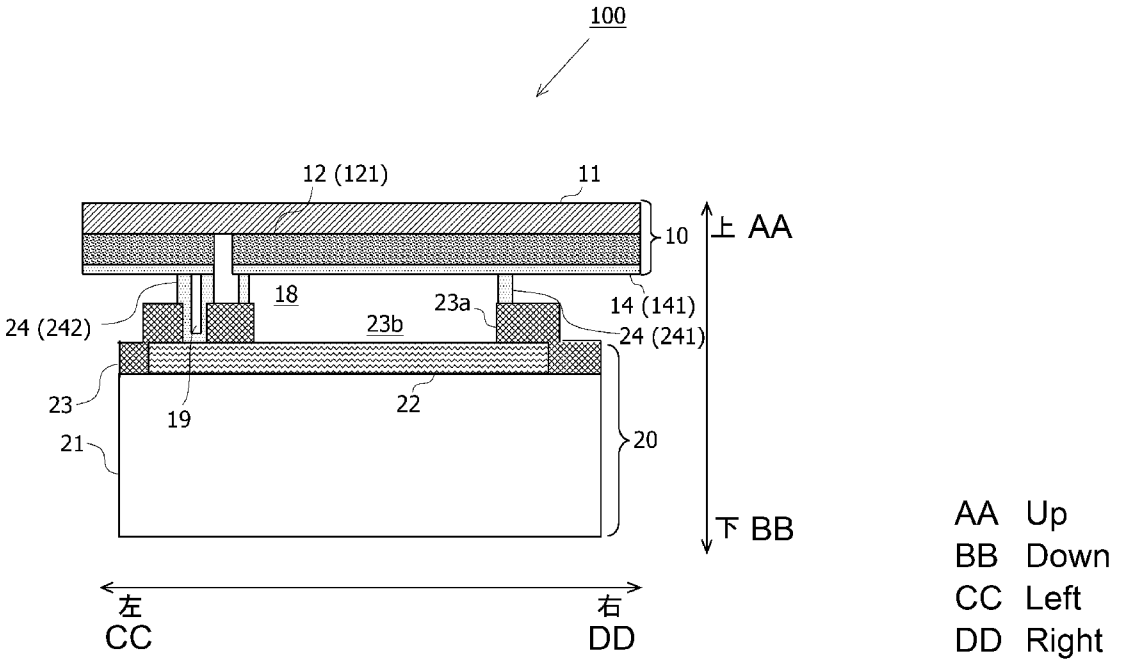
(72) 発明者: 山本 淳也 (**YAMAMOTO, Junya**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 増田 貴弘(**MASUDA, Takahiro**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP). 宮原 千紘(**MIYAHARA, Chihiro**); 〒6008530 京都府京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町８０１番地 オムロン株式会社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人秀和特許事務所 (**IP FIRM SHUWA**); 〒1030004 東京都中央区東日本橋三丁目４番１０号 アクロポリス２１ビル８階 Tokyo (JP).

(54) **Title:** CAPACITANCE-TYPE PRESSURE SENSOR

(54) 発明の名称： 静電容量式圧力センサ

[図2]



(57) **Abstract:** A capacitance-type pressure sensor provided with: a flexible substrate having a first electrode and a drawing electrode set apart from the first electrode provided to one surface, the flexible substrate being flexible; a hard substrate having a second electrode provided to a surface facing the one surface; and an electrically insulated wall part provided upright so as to support between the first electrode and the second electrode and to provide a hollow space between the first electrode and the second electrode; the capacitance-type pressure sensor being such that, in the hollow part, a

WO 2019/098076 A1

[続葉有]

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

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

voltage applied toward a surface facing the first electrode and the second electrode is measured by detecting a change in capacitance produced due to flexing of the first electrode relative to the second electrode; wherein the capacitance-type pressure sensor is provided with an electrically conductive connection part provided between the drawing electrode and the second electrode, the connection part being provided upright so as to support between the drawing electrode and the second electrode.

(57) 要約:静電容量式圧力センサは、可撓性を有し、第１の電極と前記第１の電極と離間した取り出し電極とが一方の面に設けられたフレキシブル基板と、前記一方の面に対向する面に第２の電極が設けられた硬質基板と、前記第１の電極と前記第２の電極との間を支持するとともに前記第１の電極と前記第２の電極との間に中空部を設けるように立設された絶縁性の壁部と、を備え、前記中空部において、前記第１の電極が前記第２の電極に対して撓むことで生じる静電容量の変化を検出することにより、前記第１の電極と前記第２の電極との対向面に向けて印加される圧力を測定する、静電容量式圧力センサであって、前記取り出し電極と前記第２の電極との間に、前記取り出し電極と前記第２の電極との間を支持するように立設された導電性の接続部を備える。

明　細　書

発明の名称 ： 静電容量式圧力センサ

技術分野

[0001] 本発明は、静電容量式圧力センサに関する。

背景技術

[0002] 圧力を検出する素子の一例として、静電容量式圧力センサが挙げられる。静電容量式圧力センサは互いに対向する面に電極を備えた一対の基板を備え、圧力が加えられることで電極間の距離が変動し、電極間の変動によって一対の電極間の静電容量が変動する。静電容量式圧力センサは、静電容量の変動に基づいて、圧力を検出する。

[0003] 静電容量式圧力センサでは、例えば、一対の基板の各々に設けられた電極各々から配線が外部に引き出され、静電容量を測定する装置に例示される他の装置と接続される（例えば、特許文献１参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００９－００２７４０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 静電容量式圧力センサにおいて、一対の基板の各々に設けられた電極各々から配線が引き出されると、静電容量式圧力センサと他の装置とを接続する配線構造が複雑になりやすい。また、同一の基板に各々異なる電極の配線を行うための複数の層を設ける場合においても、電極毎に異なる層に配線を行うことになるため配線構造が複雑になりやすい。

[0006] そこで、開示の技術の１つの側面は、より簡易な配線構造を実現できる静電容量式圧力センサを提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0007] 開示の技術の１つの側面は、次のような静電容量式圧力センサによって例

示される。本静電容量式圧力センサは、可撓性を有し、第１の電極と前記第１の電極と離間した取り出し電極とが一方の面に設けられたフレキシブル基板と、前記一方の面に対向する面に第２の電極が設けられた硬質基板と、前記第１の電極と前記第２の電極との間を支持するとともに前記第１の電極と前記第２の電極との間に中空部を設けるように立設された絶縁性の壁部と、を備え、前記中空部において、前記第１の電極が前記第２の電極に対して撓むことで生じる静電容量の変化を検出することにより、前記第１の電極と前記第２の電極との対向面に向けて印加される圧力を測定する、静電容量式圧力センサであって、前記取り出し電極と前記第２の電極との間に、前記取り出し電極と前記第２の電極との間を支持するように立設された導電性の接続部を更に備えることを特徴とする。

[0008] このような静電容量式圧力センサにおいて、可撓性を有するフレキシブル基板は、例えば、ポリイミドによって形成される。第１の電極、取り出し電極および第２の電極は導電性を有する部材で形成されていればよい。例えば、第１の電極および取り出し電極は銅で形成され、第２の電極はクロムで形成されてもよい。壁部は、第１の電極と第２の電極との間を電気的に接続しないように形成される。壁部は、壁部全体が絶縁体で形成されていなくとも、第１の電極と第２の電極との間を電気的に接続しないように形成されていればよい。壁部は、例えば、第１の電極と接触する部分および第２の電極と接触する部分の少なくとも一方が絶縁体によって形成されてもよい。壁部は、例えば、第１の電極と接触する部分が金メッキによって形成され、第２の電極に接触する部分が絶縁体によって形成されてもよい。第１の電極と第２の電極とが電気的に接続されないことで、静電容量式圧力センサは、第１の電極と第２の電極とを電極板とするコンデンサとして動作可能となる。第１の基板と第２の基板との間に中空部を設けるように壁部が形成されることで、圧力が印加されたフレキシブル基板が硬質基板へ向けて撓むことが可能となる。静電容量式圧力センサは、さらに、取り出し電極と第２の電極とが導電性の接続部によって支持される。導電性の接続部によって接続されること

で、取り出し電極と第２の電極とが電気的に接続される。取り出し電極と第２の電極とが電気的に接続されることで、第２の電極からの配線を取り出し電極から引き出すことが可能となる。そのため、第１の電極からの配線と第２の電極からの配線とをフレキシブル基板上の同じ層から引き出すことができる。そのため、本静電容量式圧力センサによれば、より簡易な配線構造を実現できる。さらに、電極形成のための層構造を簡略化することが可能となる。

[0009] さらに、開示の技術は次の特徴を有してもよい。前記接続部は、平面視において環形状に形成される。環形状に形成された接続部によって第２電極が支持されることで、フレキシブル基板に対して圧力が印加されてフレキシブル基板が硬質基板に向けて撓む際に、フレキシブル基板において生ずる歪みが抑制される。なお、環形状は円形に限定されるわけではなく、壁部が途中で途切れない形状であればよい。環形状の例としては、例えば、略円形、略楕円形、略三角形、略四角形、略五角形、略六角形、略八角形等が挙げられる。

[0010] さらに、開示の技術は次の特徴を有してもよい。前記壁部は平面視において環形状に形成され、平面視において、前記接続部によって囲まれる領域の面積は、前記壁部によって囲まれる領域の面積よりも小さい。このような特徴を有することで、接続部を備えた静電容量式圧力センサの大きさを抑制できる。すなわち、接続部を備えた静電容量式圧力センサを小型化できる。

[0011] さらに、開示の技術は次の特徴を有してもよい。前記硬質基板は、剛性を有する部材で形成される。剛性を有する部材は、例えば、ガラスである。このような特徴を有することで、静電容量式圧力センサに圧力が印加されても圧力算出の基準となる面積の変動が抑制される。そのため、このような特徴を有することで、静電容量式圧力センサは、硬質基板が容易に変形する部材で形成された圧力センサよりも高い精度で圧力を検出できる。

[0012] さらに、開示の技術は次の特徴を有してもよい。前記フレキシブル基板は前記第１の電極を複数備えており、該複数の第１の電極に対応する複数の前

記硬質基板を有する。また、開示の技術は次の特徴を有してもよい。前記第１の電極は前記フレキシブル基板上に所定間隔を置いて格子状に配置される。このような特徴を有する静電容量式圧力センサでは、複数の第１の電極が離間し、複数の硬質基板が離間している。そのため、静電容量式圧力センサに圧力が印加された際、離接する複数のフレキシブル基板の一方が、隣接する複数のフレキシブル基板の他方の撓みを阻害しない。したがって、静電容量式圧力センサに圧力が印加された際におけるフレキシブル基板の撓みが阻害されず、静電容量式圧力センサに印加された圧力を高い精度で測定することができる。

発明の効果

[0013] 本静電容量式圧力センサは、より簡易な配線構造を実現できる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図１は、実施形態に係る圧力センサの概略構成を示す第１の図である。

[図2]図２は、実施形態に係る圧力センサの概略構成を示す第２の図である。

[図3]図３は、実施形態に係る圧力センサの一例を示す第１の図である。

[図4]図４は、実施形態に係る圧力センサの一例を示す第２の図である。

[図5]図５は、静電容量測定回路の構成の一例を示す図である。

[図6]図６は、圧力センサに圧力が印可される前の状態の一例を示す図である。

[図7]図７は、圧力センサに圧力が印可されたときの状態の一例を示す図である。

[図8A]図８Ａは、実施形態に係る圧力センサの製造工程の一例を示す第１の図である。

[図8B]図８Ｂは、実施形態に係る圧力センサの製造工程の一例を示す第２の図である。

[図8C]図８Ｃは、実施形態に係る圧力センサの製造工程の一例を示す第３の図である。

[図8D]図８Ｄは、実施形態に係る圧力センサの製造工程の一例を示す第４の

図である。

[図8E]図８Ｅは、実施形態に係る圧力センサの製造工程の一例を示す第５の図である。

[図8F]図８Ｆは、実施形態に係る圧力センサの製造工程の一例を示す第６の図である。

[図8G]図８Ｇは、実施形態に係る圧力センサの製造工程の一例を示す第７の図である。

[図8H]図８Ｈは、実施形態に係る圧力センサの製造工程の一例を示す第８の図である。

[図8I]図８Ｉは、実施形態に係る圧力センサの製造工程の一例を示す第９の図である。

[図9]図９は、変形例に係る圧力センサの断面図の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、図面を参照して、本発明の実施形態の一例について説明する。

[0016] ＜適用例＞

図１および図２は、適用例に係る圧力センサ１００の概略構成を示す図である。図１は、圧力センサ１００を平面視した概略図の一例であり、図２は、図１のＡ－Ａ線における断面図の一例である。図１では、平面視においては目視できない固定基板側メッキ部２４、第１中空部１８、固定電極２２および基板部２１が点線で示されている。図１および図２を参照すると理解できるように、圧力センサ１００は、可動部１０と固定基板部２０とを備える。可動部１０は可撓性を有し、その一方の面には第１可動電極１２１と第１可動電極１２１と離間した第２可動電極１２２とが設けられる。固定基板部２０の当該一方の面に対向する面には固定電極２２が設けられる。可動部１０に圧力が印加されると、可動部１０が固定基板部２０側に撓み、第１可動電極１２１と固定電極２２との間の距離が変動する。圧力センサ１００は、第１可動電極１２１と固定電極２２との間の距離の変動に伴う静電容量の変動によって圧力を検出する静電容量式圧力センサである。

[0017] 固定基板部２０において、固定電極２２が設けられる基板部２１は、剛性を有する部材によって形成される。剛性を有する部材は、例えば、ガラスである。圧力は単位面積当たりに印加される力として算出されるが、基板部２１が剛性を有することで、圧力算出の基準となる面積の変動が抑制され、圧力センサ１００による圧力の検出精度が高まる。第１可動電極１２１、第２可動電極１２２および固定電極２２は、導電性を有する部材で形成されればよい。例えば、第１可動電極１２１および第２可動電極１２２は銅によって形成され、固定電極２２はクロムによって形成される。第１可動電極１２１および第２可動電極１２２の固定電極２２に対向する側の面には、第１可動電極１２１を保護するメッキ処理が行われる。メッキ処理は、例えば、金メッキによる処理である。固定基板部２０には、さらに、固定電極の２２の周囲を囲むとともに、固定電極２２の上方の一部を覆う絶縁部２３が設けられる。絶縁部２３は絶縁体によって形成されていればよく、絶縁体は、例えば、テトラエトキシシラン（ＴＥＯＳ）や二酸化ケイ素である。絶縁部２３は、平面視において第１可動電極１２１と固定電極２２とが重なる領域の一部に空間２３ｂが設けられており、空間２３ｂの縁近傍の領域から可動部１０側に向けて平面視において空間２３ｂを囲むように第３メッキ部２４１が形成される。空間２３ｂの内側面２３ａと第３メッキ部２４１は、第１中空部１８の壁部となる。図２に示されるように、第３メッキ部２４１と固定電極２２との間には絶縁部２３が介在し、第３メッキ部２４１と固定電極２２とは接触しない。そのため、第１可動電極１２１と固定電極２２とが第１中空部１８の壁部によって電気的に接続されることはない。第１中空部１８は、可動部１０に圧力が印加されたときに、可動部１０が固定基板部２０に向けて撓むことが可能となる。圧力センサ１００は、さらに、第２可動電極１２２と固定電極２２との間に、第２可動電極１２２と固定電極２２とを電気的に接続する第４メッキ部２４２が設けられる。第４メッキ部２４２の形状に限定はないが、第４メッキ部２４２の平面視における形状が図３および図４に例示されるように環形状に形成されると、可動部１０に対して圧力が印加

されて可動部１０が固定基板部２０に向けて撓む際に、可動部１０において生ずる歪みが抑制される。第４メッキ部２４２が平面視において環形状に形成される場合、平面視において第４メッキ部２４２に囲まれる領域の面積は、第１中空部１８の平面視における面積よりも小さくなるように形成される。可動部１０は、「フレキシブル基板」の一例である。第１可動電極１２１は、「第１の電極」の一例である。第２可動電極１２２は、「取り出し電極」の一例である。固定電極２２は、「第２の電極」の一例である。固定基板部２０は、「硬質基板」の一例である。空間２３ｂの内側面２３ａと第３メッキ部２４１は、「壁部」の一例である。第４メッキ部２４２は、「接続部」の一例である。

[0018] 上述の通り、第４メッキ部２４２は平面視において環形状に形成されてもよい。圧力センサ１００では、第４メッキ部２４２は平面視において環形状に形成されることで、可動部１０が押圧された際に生じる可動部１０の撓みが、可動部１０全体においてより均一に生じるようになる。すなわち、平面視において環形状に形成された第４メッキ部２４２が設けられた圧力センサ１００では、可動部１０に圧力が印加されたときに、第１可動電極１２１が固定電極２２に対して平行な状態を保ちつつ、可動部１０が固定基板部２０に向けて撓むことができる。そのため、圧力センサ１００は、第４メッキ部２４２が平面視において環形状に形成されていない圧力センサよりも高い精度で圧力を検出できる。

[0019] 第４メッキ部２４２が環形状に形成されると、圧力センサ１００では、可動部１０と固定基板部２０との間は、第１中空部１８の壁部となる第３メッキ部２４１による支持に加えて、第４メッキ部２４２によっても支持される。そのため、圧力センサ１００の耐久性が向上する。

[0020] 圧力センサ１００では、基板部２１は剛性を有する部材で形成された。そのため、圧力センサ１００に圧力が印加されても圧力算出の基準となる面積の変動が抑制される。そのため、圧力センサ１００は、基板部２１が容易に変形する部材で形成された圧力センサよりも高い精度で圧力を検出できる。

[0021] ＜実施形態＞

図３および図４は実施形態に係る圧力センサの一例を示す図である。図３および図４は、図１および図２で説明した圧力センサ１００の構成をより詳細に示す図である。図３は圧力センサ１００を平面視した図の一例であり、図４は図３のＡ－Ａ線における断面図の一例である。図３では、平面視においては目視できない固定基板側メッキ部２４、第１中空部１８、第２中空部１９、固定電極２２および基板部２１が点線で示されている。図３では、３つの圧力センサ１００（１００ａ、１００ｂ、１００ｃ）が例示されるとともに、コネクタ２００および静電容量測定回路３００も例示される。３つの圧力センサ１００ａ、１００ｂ、１００ｃは、シート基板１１を共有する。図４を参照すると理解できるように、実施形態では、可動部１０は第１可動電極１２１に加えて第２可動電極１２２を含む可動電極１２を有する。以下、本明細書において、図３における第２中空部１９から第１中空部１８に向かう方向を右、その逆方向を左とする。また、図３において、圧力センサ１００ａから圧力センサ１００ｃに向かう方向を後ろ、その逆方向を前とする。さらに、図４における可動部１０から固定基板部２０に向かう方向を下、その逆方向を上とする。

[0022] 可動部１０は、シート基板１１、可動電極１２、可動部側メッキ部１４を含む。シート基板１１は、可撓性を有する部材（例えば、ポリイミド）で形成される。シート基板１１の厚さは、例えば、２５μｍである。ここで、シート基板１１の厚さは、シート基板１１の上下方向の長さである。シート基板１１の下方向の面には導電性を有する部材（例えば銅）によって形成される可動電極１２が設けられる。可動電極１２は、上述のように、第１可動電極１２１および第１可動電極１２１と離間して設けられる第２可動電極１２２を含む。可動電極１２の厚さは、例えば、１０μｍである。第１可動電極１２１の左右方向の長さは、例えば、２．０ｍｍである。第２可動電極１２２の左右方向の長さは、例えば、０．５ｍｍである。第１可動電極１２１および第２可動電極１２２の前後方向の長さは、例えば、１ｍｍから２ｍｍで

ある。第１可動電極１２１と第２可動電極１２２との間の距離は、例えば、０．１ｍｍである。可動電極１２の下方向の面には、可動部側メッキ部１４が設けられる。可動部側メッキ部１４は、第１可動電極１２１の下方向の面に設けられる第１メッキ部１４１と第２可動電極１２２の下方向の面に設けられる第２メッキ部１４２を含む。可動部側メッキ部１４は、例えば、金メッキによって形成される。

[0023] 固定基板部２０は、基板部２１、固定電極２２、絶縁部２３および固定基板側メッキ部２４を含む。基板部２１は、容易には変形しない部材（例えば、ガラス）で形成される。基板部２１の厚さは、例えば、３００μｍから６００μｍである。基板部２１が容易には変形しない部材で形成されるため、シート基板１１への圧力の印加により可動部１０が撓んでも、固定基板部２０の変形は抑制される。基板部２１の上側の面上には導電性を有する部材（例えばクロム）によって形成された固定電極２２が配置される。さらに、固定電極の２２の周囲を囲むとともに、固定電極２２の上方の一部を覆う絶縁部２３が設けられる。絶縁部２３は絶縁体（例えば、テトラエトキシシラン（ＴＥＯＳ）や二酸化ケイ素）によって形成される。絶縁部２３の厚さは、例えば、０．５μｍである。絶縁部２３には、平面視において第１可動電極１２１と固定電極２２とが重なる領域の一部には上述した第１中空部１８が設けられ、平面視において第２可動電極１２２と固定電極２２とが重なる領域の一部には上述した第２中空部１９が設けられる。第１中空部１８および第２中空部１９は、絶縁部２３の可動部１０側の面から固定電極２２側の面まで達する貫通孔として形成される。第１中空部１８を平面視したときの直径は、例えば、０．６ｍｍから１．２ｍｍである。圧力センサ１００を平面視した場合において、第２中空部１９の面積は、第１中空部１８の面積よりも小さい。すなわち、第２中空部１９を平面視したときの直径は、第１中空部１８を平面視したときの直径よりも小さい。圧力が印加されていないときにおける第１中空部１８の第１可動電極１２１と固定電極２２との間の距離ｄは、例えば、１μｍである。絶縁部２３の上側の面の一部の他、第２中空

部１９の内側面および底部には、固定基板側メッキ部２４が設けられる。固定基板側メッキ部２４は、第３メッキ部２４１と第４メッキ部２４２を含む。第３メッキ部２４１は、絶縁部２３の上側の面において、第１中空部１８の縁近傍の領域に設けられる。第４メッキ部２４２は、絶縁部２３の上側の面において、第２中空部１９の縁近傍の領域、第２中空部１９の内側面および底部に設けられる。第４メッキ部２４２は、第２中空部１９を介して固定電極２２に達するとともに、第２中空部１９の上方から第２可動電極１２２に向けて突出して形成される。実施形態では、第４メッキ部２４２は、平面視において環形状に形成されるものとする。固定基板側メッキ部２４は、例えば、金メッキによって形成される。可動部側メッキ部１４と固定基板側メッキ部２４とが接合されることで可動部１０と固定基板部２０とが一体となり、圧力センサ１００が形成される。また、第２メッキ部１４２と第４メッキ部２４２とが接合されることで、第２可動電極１２２と固定電極２２とが電気的に接続される。

[0024] 第２可動電極１２２とコネクタ２００とは第２可動電極１２２から延びる信号線１５によって接続される。また、圧力センサ１００ａ、１００ｂの第１可動電極１２１の間および圧力センサ１００ｂ、１００ｃの第１可動電極１２１の間は、第１可動電極１２１から延びるグランド（ＧＮＤ）線１６ａによって接続される。図３において、隣り合った圧力センサ１００の間の距離は、例えば、０．１ｍｍから０．３ｍｍである。すなわち、ＧＮＤ線１６ａの長さは、０．１ｍｍから０．３ｍｍである。さらに、圧力センサ１００ｃの第１可動電極１２１は、第１可動電極１２１から延びるＧＮＤ線１６ｂによってコネクタ２００と接続される。すなわち、圧力センサ１００ａ、１００ｂ、１００ｃでは、ＧＮＤが共有される。図３および図４を参照すると理解できるように、圧力センサ１００では、信号線１５とＧＮＤ線１６のいずれもがシート基板１１の下側の面に形成される。すなわち、圧力センサ１００では、第１可動電極１２１から延びる配線と固定電極２２から延びる配線とが同一の層に形成される。圧力センサ１００は、このような構成を採用

することで、簡易な配線構造が実現される。

[0025] 上述した構成を有する圧力センサ１００は、距離ｄ（図４参照）離れて配置された第１可動電極１２１の固定電極２２と重なり合う領域と固定電極２２の第１可動電極１２１と重なり合う領域とを電極板とするコンデンサとして動作する。コンデンサの静電容量Ｃは、例えば、上述した距離ｄおよび第１可動電極１２１と固定電極２２とが重なり合う領域の面積Ｓ（図４参照）を用いて、以下の（式１）によって算出される。

[0026] [数1]

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \times S/d \quad \cdots (式１)$$

[0027] 上記（式１）において、ε_0は真空の誘電率であり、ε_rは大気の比誘電率である。すなわち、（式１）によれば、可動部１０に力が加えられることによって生じる第１可動電極１２１と固定電極２２との間の距離ｄの変動に応じて、静電容量Ｃが変動することがわかる。

[0028] また、圧力Ｐは、例えば、上述した面積Ｓを用いて以下の（式２）によって算出される。

[0029] [数2]

$$P = F/S \quad \cdots (式２)$$

[0030] 上記（式２）において、Ｆは圧力センサ１００に印加される力の大きさである。上述の通り、基板部２１は容易には変形しない部材によって形成されるため、圧力センサ１００に圧力が印加されても圧力算出の基準となる面積Ｓの変動が抑制される。そのため、圧力センサ１００は、基板部２１が容易に変形する部材で形成された圧力センサよりも高い精度で圧力を検出できる。

[0031] 図５は、静電容量測定回路３００の構成の一例を示す図である。図５では、圧力センサ１００ａ、１００ｂ、１００ｃも例示されている。また、図５では、コネクタ２００の図示は省略している。静電容量測定回路３００は、２つのマルチプレクサ３０１、３０１（図中では、MUXと記載）とコンバータ

３０２を備える。マルチプレクサ３０１、３０１の各々には、圧力センサ１００ａ、１００ｂ、１００ｃの静電容量の変動に伴う信号が信号線１５を介して入力される。マルチプレクサ３０１、３０１の各々は、圧力センサ１００ａ、１００ｂ、１００ｃから入力された信号のうち選択されたひとつを出力する。図５において、マルチプレクサ３０１、３０１が出力する信号の選択に用いられる選択信号の図示は省略されている。コンバータ３０２は、マルチプレクサ３０１、３０１の各々から出力された信号はコンバータ３０２に入力される。コンバータ３０２は、例えば、マルチプレクサ３０１、３０１から入力される信号値と圧力との対応関係を記憶している。コンバータ３０２が管理する対応関係は、例えば、入力される信号値と圧力との対応を示すテーブルであってもよいし、入力される信号値から圧力を算出する数式であってもよい。コンバータ３０２は、例えば、当該対応関係にしたがって、マルチプレクサ３０１、３０１から入力された信号値を圧力を示す信号値に変換し、圧力を示す信号値を出力する。

[0032] 図３に例示されるように、シート基板１１を共有して複数の圧力センサ１００を並べることが可能である。すなわち、単一のシート基板１１に複数の可動電極１２を設けることにより、単一のシート基板１１に複数の可動電極１２および複数の固定基板部２０を列状、格子状またはアレイ状に配置することが可能である。この場合、複数の可動電極１２同士が離間し、複数の固定基板部２０同士が離間している。そのため、圧力センサ１００に圧力が印加された際、離接する複数の可動部１０の一方が、隣接する複数の可動部１０の他方の撓みを阻害しない。したがって、圧力センサ１００に圧力が印加された際における可動部１０の撓みが阻害されず、圧力センサ１００に印加された圧力を高い精度で測定することができる。

[0033] 図６は、圧力センサ１００に圧力が印加される前の状態の一例を示し、図７は、圧力センサ１００に圧力が印加されたときの状態の一例を示す。圧力センサ１００では、第１中空部１８の上方から圧力が印加されると、図７に例示されるように、シート基板１１および第１可動電極１２１を含む可動部

１０が印加された力に応じて固定基板部２０の方向に向けて撓む。また、圧力センサ１００に圧力が印加されなくなると、圧力センサ１００は図７の状態から図６の状態に戻る。すなわち、圧力センサ１００では、印加された力に応じて、第１可動電極１２１と固定電極２２との間の距離ｄが変動する。距離ｄが変動すると、（式１）により、圧力センサ１００の静電容量が変動する。例えば、図３に例示される静電容量測定回路３００によって圧力センサ１００の静電容量の変動が測定されることで、圧力センサ１００に印加された圧力が検出される。

[0034] ところで、圧力センサ１００は、第１中空部１８の他に第２中空部１９を有する。第２中空部１９の内側面には、上述の通り、平面視において円筒形状に形成され、固定電極２２から第２可動電極１２２に達する第４メッキ部２４２が形成される。固定電極２２と第２可動電極１２２とを電気的に接続するだけであれば、第４メッキ部２４２を平面視において円筒形状に形成せずに、一本の配線で接続するだけでも足りる。しかしながら、実施形態に係る圧力センサ１００は、離間して設けられる第１可動電極１２１と第２可動電極１２２とのいずれもがシート基板１１に設けられている。そのため、第１可動電極１２１の上方から力が印加されると、第１可動電極１２１が固定電極２２側に撓むとともに、第２可動電極１２２も固定電極２２側に歪む。圧力の高精度な検出のためには、第１可動電極１２１は、前後方向および左右方向において偏りなく固定電極２２に対して撓むことが好ましい。しかしながら、第２可動電極１２２が固定電極２２側に歪んでしまうと、第１可動電極１２１は当該歪みの影響を受け、固定電極２２に対して偏りなく撓むことが困難となる。そこで、実施形態に係る圧力センサ１００では、第４メッキ部２４２を平面視したときの断面形状を環形状に形成している。このことより、固定電極２２と第２可動電極１２２とを一本の配線で接続する構成に比べて、圧力が印加された際の第２可動電極１２２部分における歪みが抑制される。これによって、第１可動電極１２１が固定電極２２に対して撓む際に、前後方向および左右方向に偏りが生じることが抑制される。さらに、一

本の配線で第２可動電極１２２を支える場合よりも、断面形状が環形状に形成された第４メッキ部２４２は安定して第２可動電極１２２を支えることができる。

[0035] ＜圧力センサ１００の製造工程＞

図８Ａから図８Ｉは、圧力センサ１００の製造工程の一例を示す図である。以下、図８Ａから図８Ｉを参照して、圧力センサ１００の製造工程の一例について説明する。

[0036] （固定基板部２０の製造工程）

図８Ａから図８Ｅは固定基板部２０の製造工程の一例を示す。図８Ａでは、基板部２１の可動部１０に対向する面上に固定電極２２が形成される。続いて、図８Ｂでは、固定電極２２を覆うように絶縁膜２３１が形成される。さらに、図８Ｂでは、絶縁膜２３１の可動部１０に対向する面上にレジスト膜５１が形成される。図８Ｃでは、レジスト膜５１に対して所望のパターンが形成されたフォトマスクを用いてフォトレジストを行うことで、絶縁膜２３１上に所定パターンのレジスト膜５１が形成される。図８Ｄでは、エッチング処理が行われ、さらにレジスト膜５１が除去されることで、絶縁部２３が形成される。図８Ｅでは、絶縁部２３の可動部１０に対向する面上に固定基板側メッキ部２４が形成される。図８Ｅに例示される工程では、固定基板側メッキ部２４を形成しない領域にメッキレジストが行われた上でメッキ処理を行うことで、所望の領域に固定基板側メッキ部２４が形成される。

[0037] （可動部１０の製造工程）

図８Ｆおよび図８Ｇは可動部１０の製造工程の一例を示す。図８Ｆでは、可撓性を有するシート基板１１の固定基板部２０に対向する面上に可動電極１２が形成される。さらに、可動電極１２の固定基板部２０に対向する面に対してメッキ処理が行われることで、可動部側メッキ部１４が形成される。図８Ｇでは、可動部側メッキ部１４の固定基板部２０に対向する面上において、第１可動電極１２１および第２可動電極１２２に相当する領域に対してエッチングレジストが行われた上でエッチングが行われることで、第１可動

電極１２１および第２可動電極１２２が形成される。なお、固定基板側メッキ部２４の形成はスパッタリングにより形成してもよい。即ち、スパッタ装置にて絶縁部２３の可動部１０に対向する面上にメッキ層を成膜した後で、レジストを塗布してエッチングすることによって固定基板側メッキ部２４のパターンを形成するのであってもよい。

[0038] （可動部１０と固定基板部２０の接合工程）

図８Ｈおよび図８Ｉは、固定基板部２０と可動部１０とを接合する工程の一例を示す。図８Ｈでは、可動部１０と固定基板部２０とが接合される。接合方法には特に限定は無い。可動部１０と固定基板部２０とは、例えば、常温接合によって接合されてもよい。常温接合では、例えば、可動部１０の可動部側メッキ部１４の固定基板部２０に対向する面と固定基板部２０の固定基板側メッキ部２４の可動部１０に対向する面に対して、当該面を平滑にする処理と、当該面から不純物を除去して清浄にする処理が行われる。これらの処理が施された可動部側メッキ部１４と固定基板側メッキ部２４とが接触すると、可動部側メッキ部１４と固定基板側メッキ部２４との間で働く分子間力によって、可動部１０と固定基板部２０とが接合される。図８Ｉでは、図８Ａから図８Ｈまでの工程によって製造された圧力センサ１００をシート基板１１を共有する形で３つ並べた様子を例示する。圧力センサ１００は、図８Ｉに例示するように、シート基板１１を共有して複数の圧力センサ１００を並べることで、圧力検出の対象とする面積を広げることが可能である。

[0039] また、可動部１０と固定基板部２０の接合工程において可動部側メッキ部１４及び固定基板側メッキ部２４の表面を平坦化する処理を行わずに、可動部１０、固定基板部２０それぞれの製造工程で、表面の平坦性を担保するようにしてもよい。例えば、可動部１０の製造工程において、シート基板１１に対して可動電極１２となる金属（例えば銅）をＣＭＰ（Chemical Mechanical Polishing）処理して平坦にし、その上にスパッタ装置で可動部側メッキ部１４を成膜するのであってもよい。

[0040] ＜変形例＞

実施形態では、第２可動電極１２２と固定電極２２との間は、第２中空部１９の壁部として形成された第４メッキ部２４２によって支持された。しかしながら、第２可動電極１２２と固定電極２２との間を接合するのは、第２中空部１９の壁部として形成された第４メッキ部２４２に限定されるわけではない。図９は、第１変形例に係る圧力センサ１００ａの断面図の一例を示す図である。圧力センサ１００ａは、絶縁部２３に第２中空部１９に代えて柱部２３ｃが設けられる点で係る圧力センサ１００とは異なる。柱部２３ｃは、第２可動電極１２２と固定電極２２との間に略円柱形状に立設される。柱部２３ｃの側面には第４メッキ部２４２ａが設けられる。第１変形例の場合、第４メッキ部２４２ａによって、第２可動電極１２２と固定電極２２との間が支持される。このような第４メッキ部２４２ａによっても、第１可動電極１２１に圧力が印加された際の第２可動電極１２２における歪みが抑制される。また、このような第４メッキ部２４２ａによっても、第２可動電極１２２と固定電極２２とを電気的に接続することが可能である。なお、変形例では柱部２３ｃは略円柱形状としたが、その形状は略円柱形状に限定されず、略楕円柱形状、略三角柱形状、略四角柱形状、略五角柱形状、略六角柱形状、略八角柱形状等であってもよい。

[0041] 以上で開示した実施形態や変形例はそれぞれ組み合わせる事ができる。

符号の説明

[0042] １００、１００ａ、１００ｂ、１００ｃ・・・圧力センサ

１０・・・可動部

１１・・・シート基板

１２・・・可動電極

１２１・・・第１可動電極

１２２・・・第２可動電極

１４・・・可動部側メッキ部

１４１・・・第１メッキ部

１４２・・・第２メッキ部

１５・・・信号線

１６、１６ａ、１６ｂ・・・ＧＮＤ線

１８・・・第１中空部

１９・・・第２中空部

２０・・・固定基板部

２１・・・基板部

２２・・・固定電極

２３・・・絶縁部

２３ａ・・・内側面

２４・・・固定基板側メッキ部

２４１・・・第３メッキ部

２４２・・・第４メッキ部

５１・・・レジスト膜

２００・・・コネクタ

２３１・・・絶縁膜

３００・・・静電容量測定回路

３０１・・・マルチプレクサ

３０２・・・コンバータ

請求の範囲

[請求項1] 可撓性を有し、第１の電極と前記第１の電極と離間した取り出し電極とが一方の面に設けられたフレキシブル基板と、

前記一方の面に対向する面に第２の電極が設けられた硬質基板と、

前記第１の電極と前記第２の電極との間を支持するとともに前記第１の電極と前記第２の電極との間に中空部を設けるように立設された絶縁性の壁部と、を備え、前記中空部において、前記第１の電極が前記第２の電極に対して撓むことで生じる静電容量の変化を検出することにより、前記第１の電極と前記第２の電極との対向面に向けて印加される圧力を測定する、静電容量式圧力センサであって、

前記取り出し電極と前記第２の電極との間に、前記取り出し電極と前記第２の電極との間を支持するように立設された導電性の接続部を更に備えることを特徴とする、

静電容量式圧力センサ。

[請求項2] 前記接続部は、平面視において環形状に形成されることを特徴とする、

請求項１に記載の静電容量式圧力センサ。

[請求項3] 前記壁部は平面視において環形状に形成され、

平面視において、前記接続部によって囲まれる領域の面積は、前記壁部によって囲まれる領域の面積よりも小さいことを特徴とする、

請求項２に記載の静電容量式圧力センサ。

[請求項4] 前記硬質基板は、剛性を有する部材で形成されることを特徴とする、

請求項１から３のいずれか一項に記載の静電容量式圧力センサ。

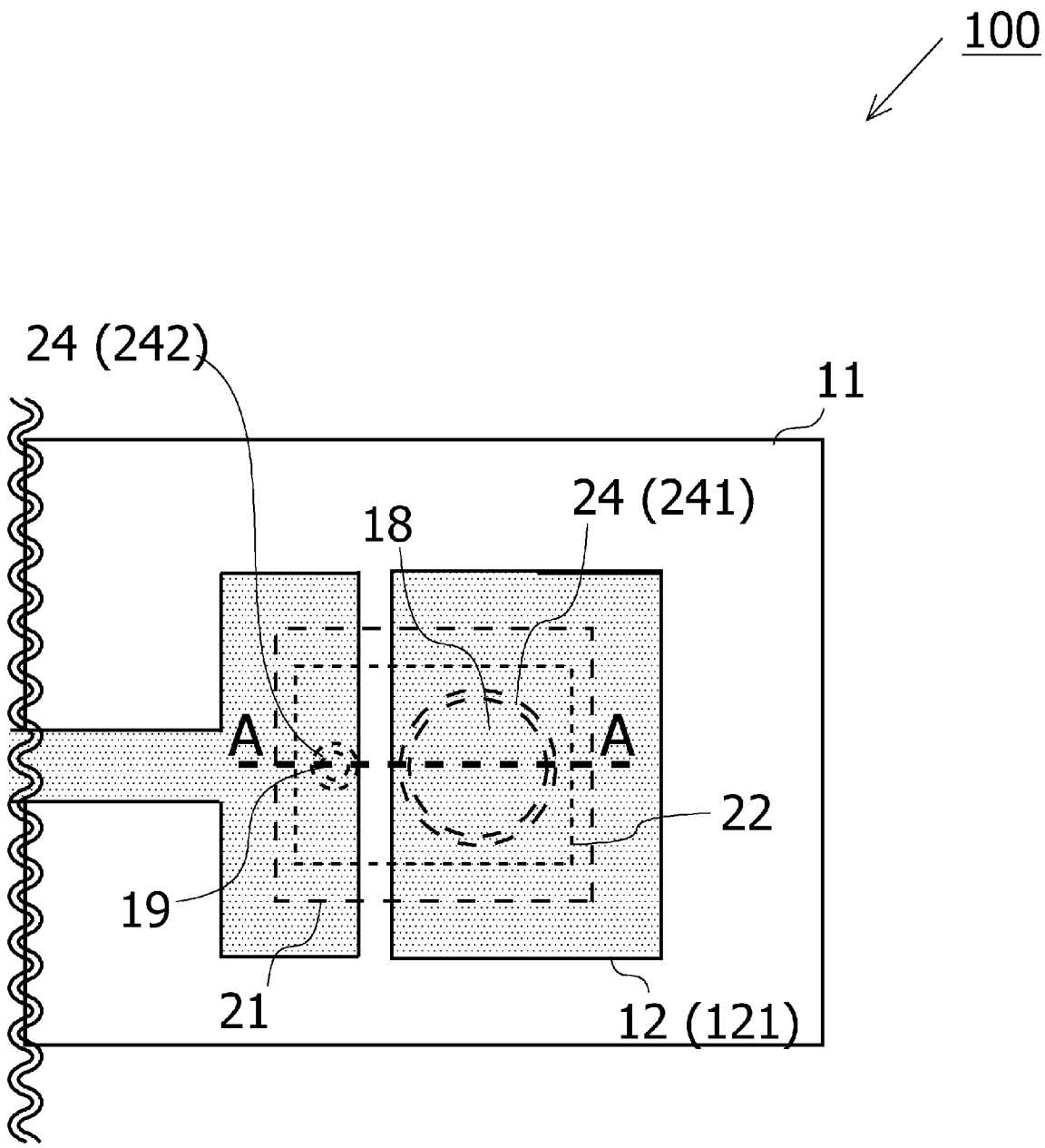
[請求項5] 前記フレキシブル基板は前記第１の電極を複数備えており、該複数の第１の電極に対応する複数の前記硬質基板を有する、ことを特徴とする、

請求項１から４のいずれか一項に記載の静電容量式圧力センサ。

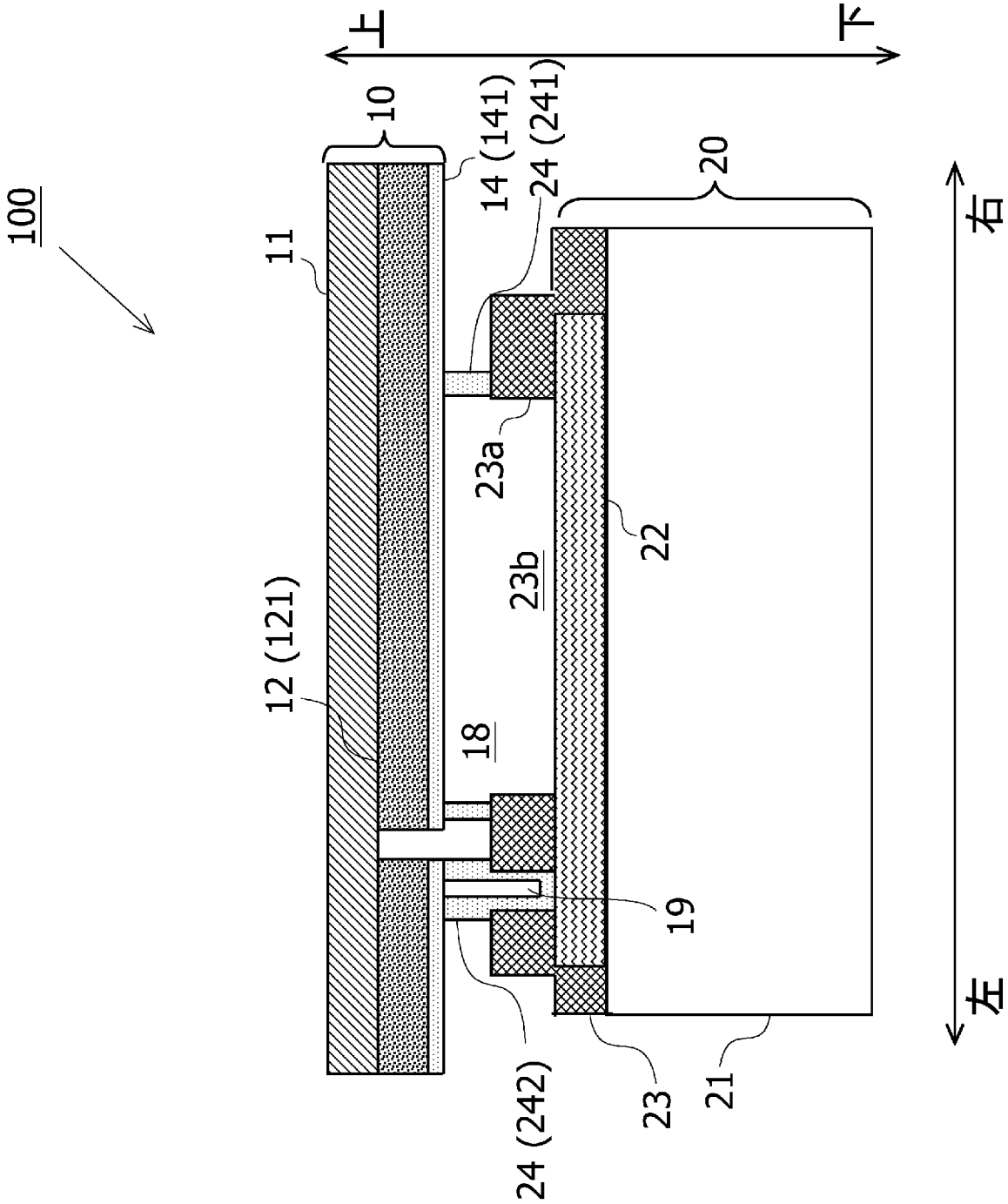
[請求項6] 前記第１の電極は前記フレキシブル基板上に所定間隔を置いて格子状に配置されることを特徴とする、

請求項５に記載の静電容量式圧力センサ。

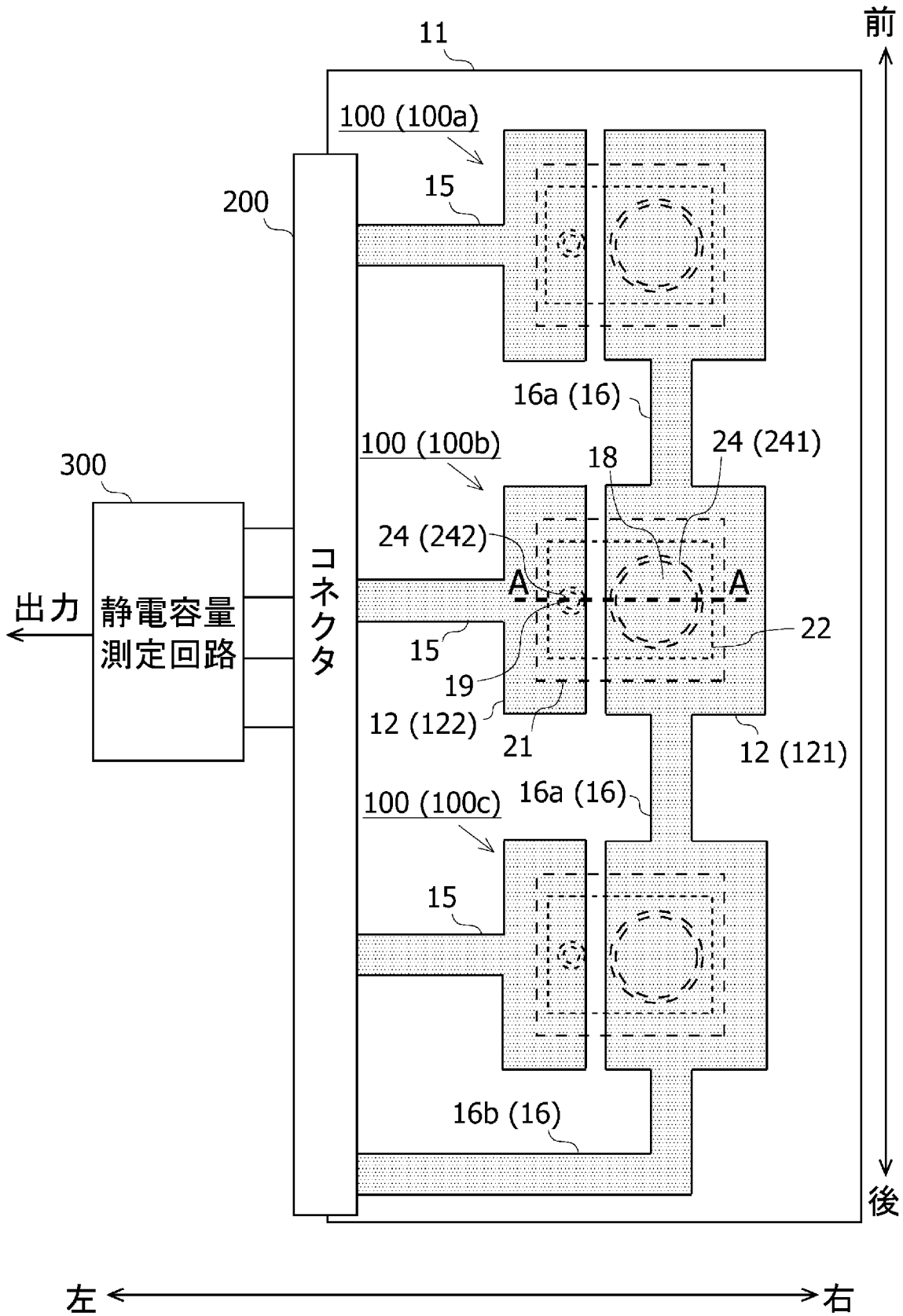
[図1]



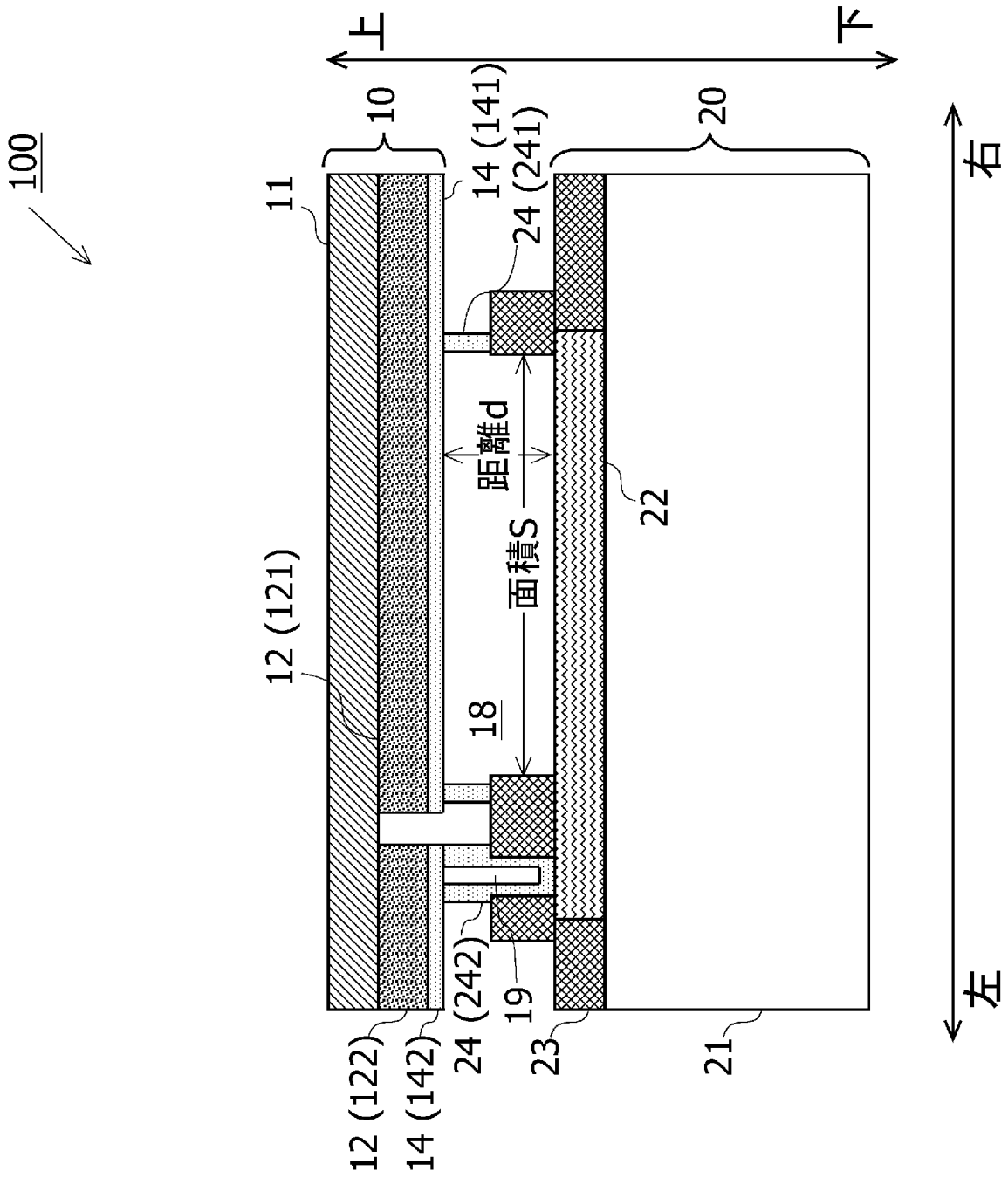
[図2]



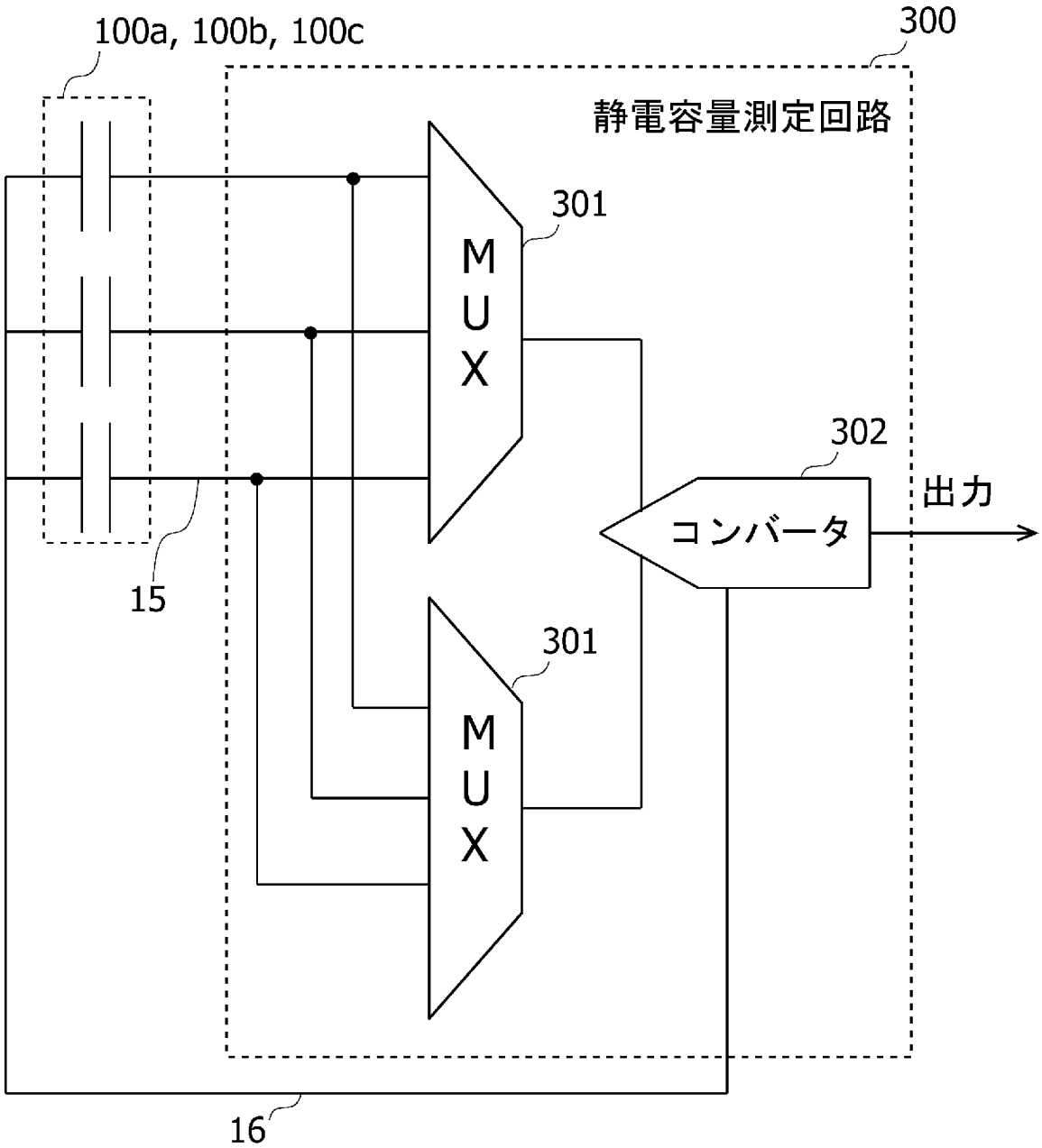
[図3]


前
11
100 (100a)
15
200
16a (16)
100 (100b)
18
24 (241)
300
24 (242)
A
A
出力
静電容量
測定回路
コネクタ
15
22
19
12 (122)
21
12 (121)
100 (100c)
16a (16)
15
16b (16)
後
左
右

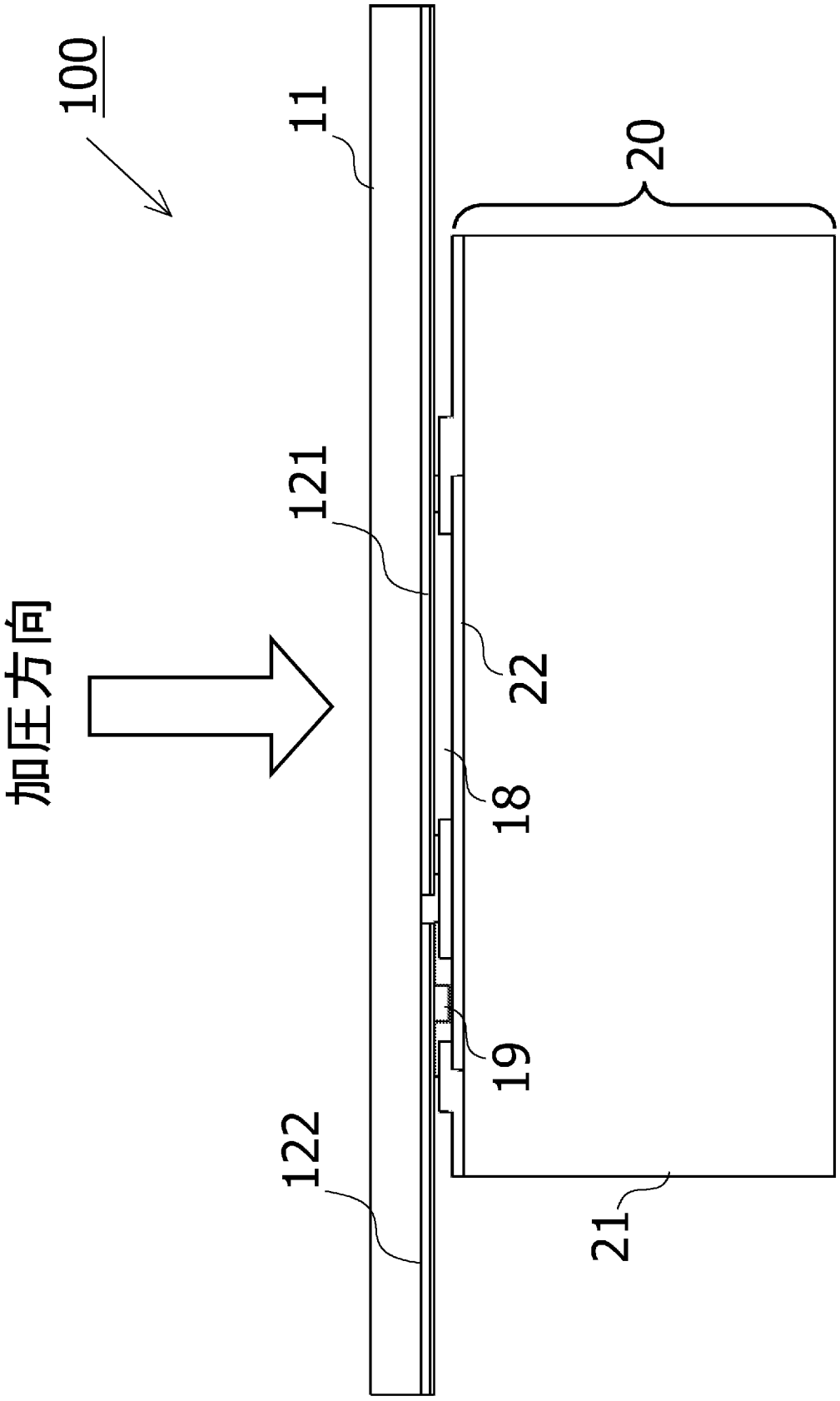
[図4]


100
上
下
右
左
10
20
11
14 (141)
24 (241)
距離d
面積S
22
12 (121)
18
24 (242)
19
23
21
12 (122)
14 (142)

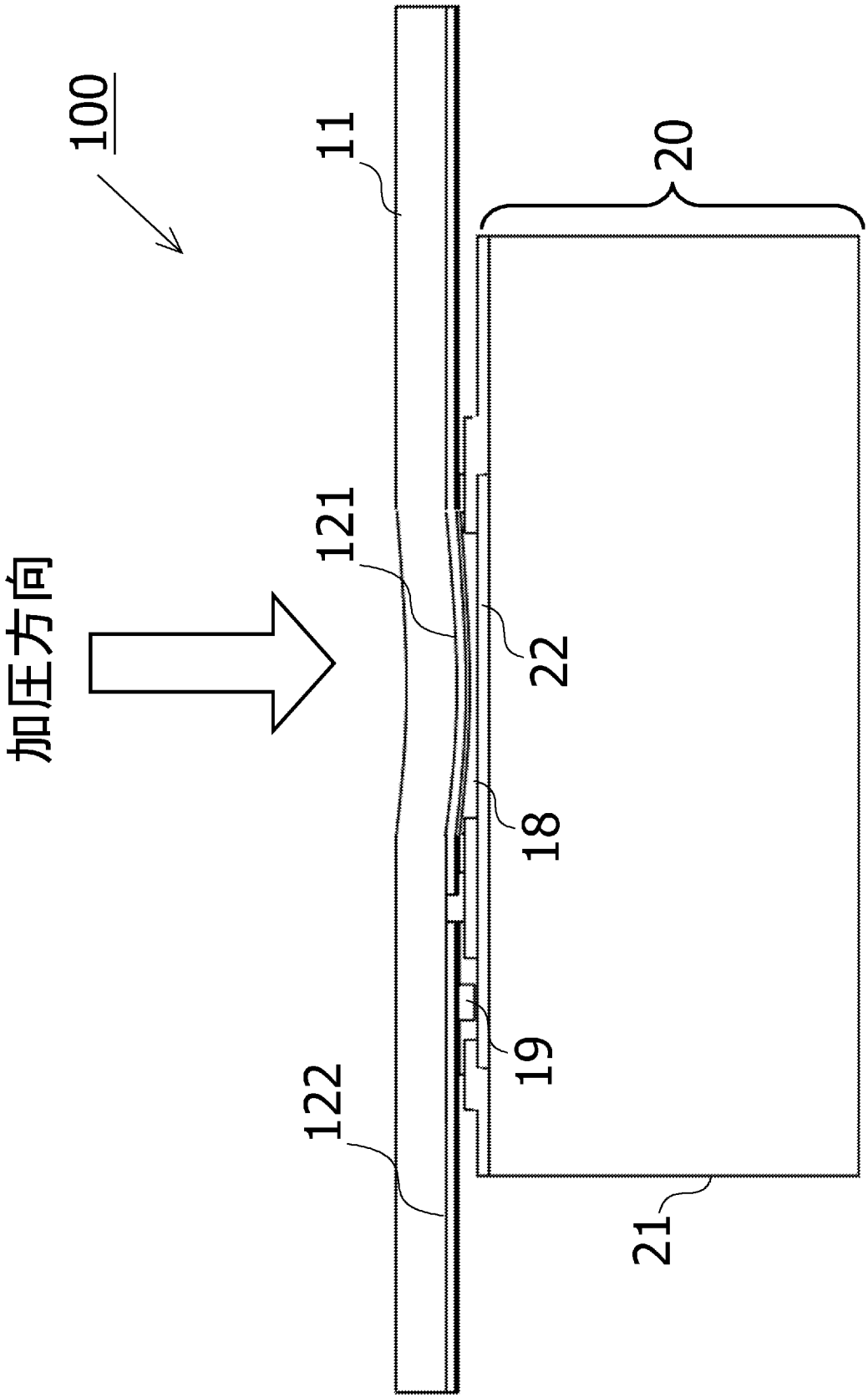
[図5]



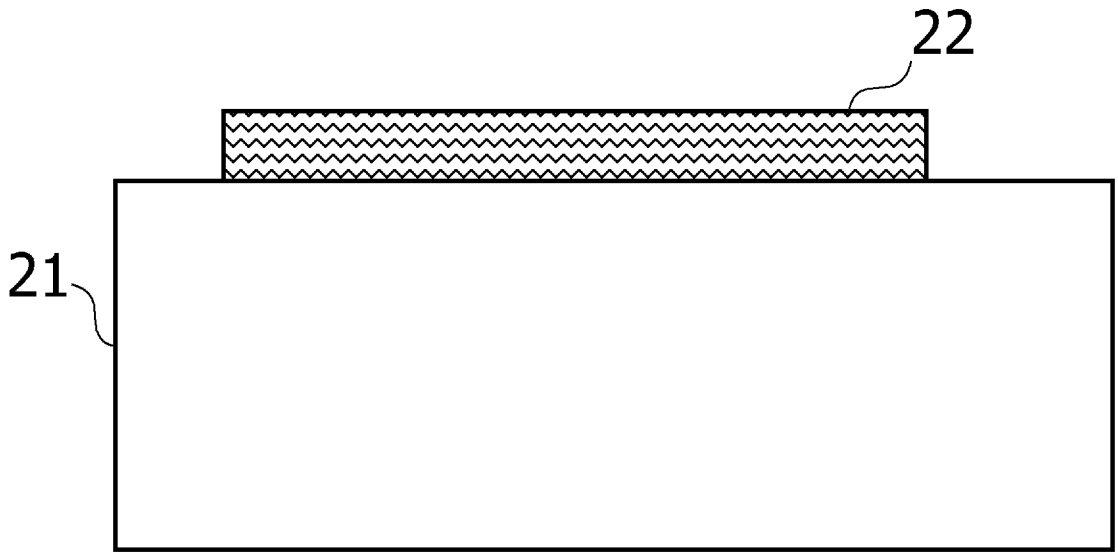
[図6]



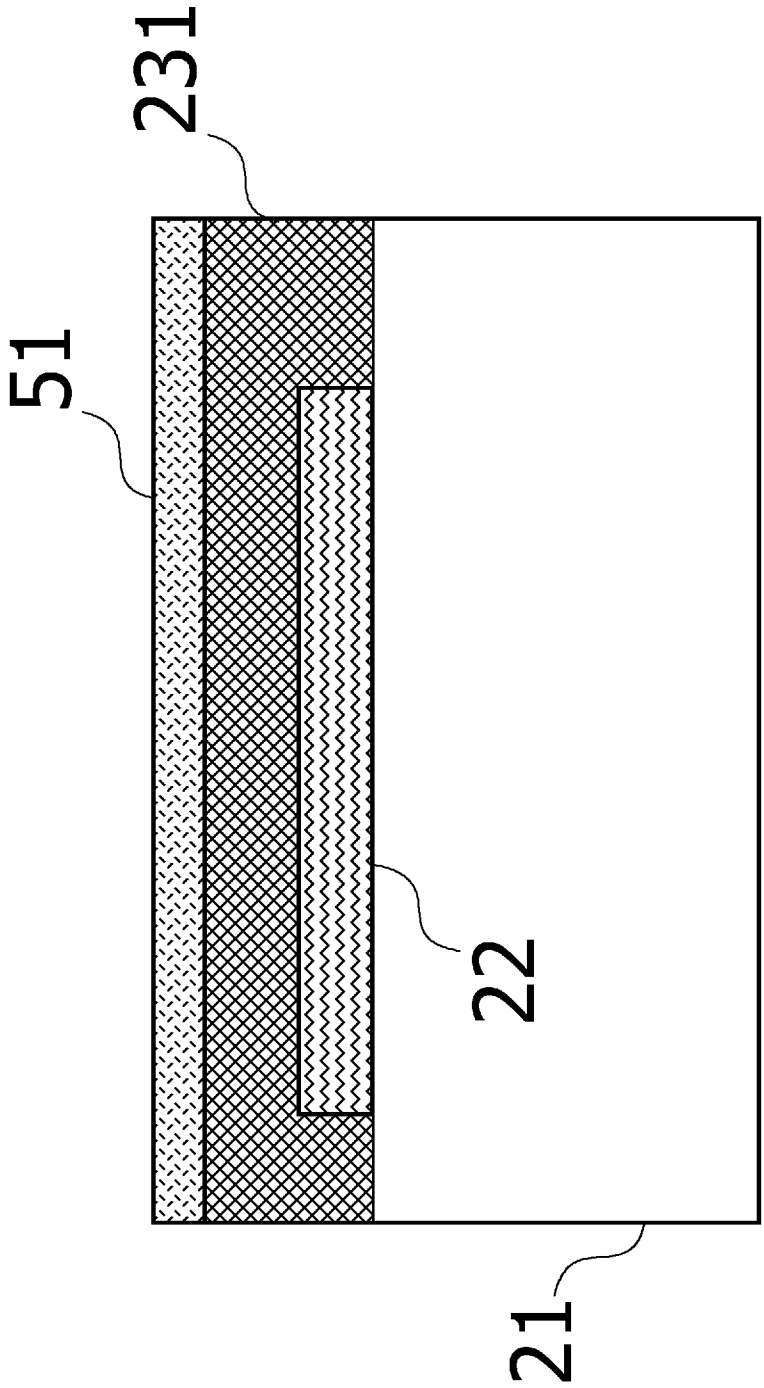
[図7]



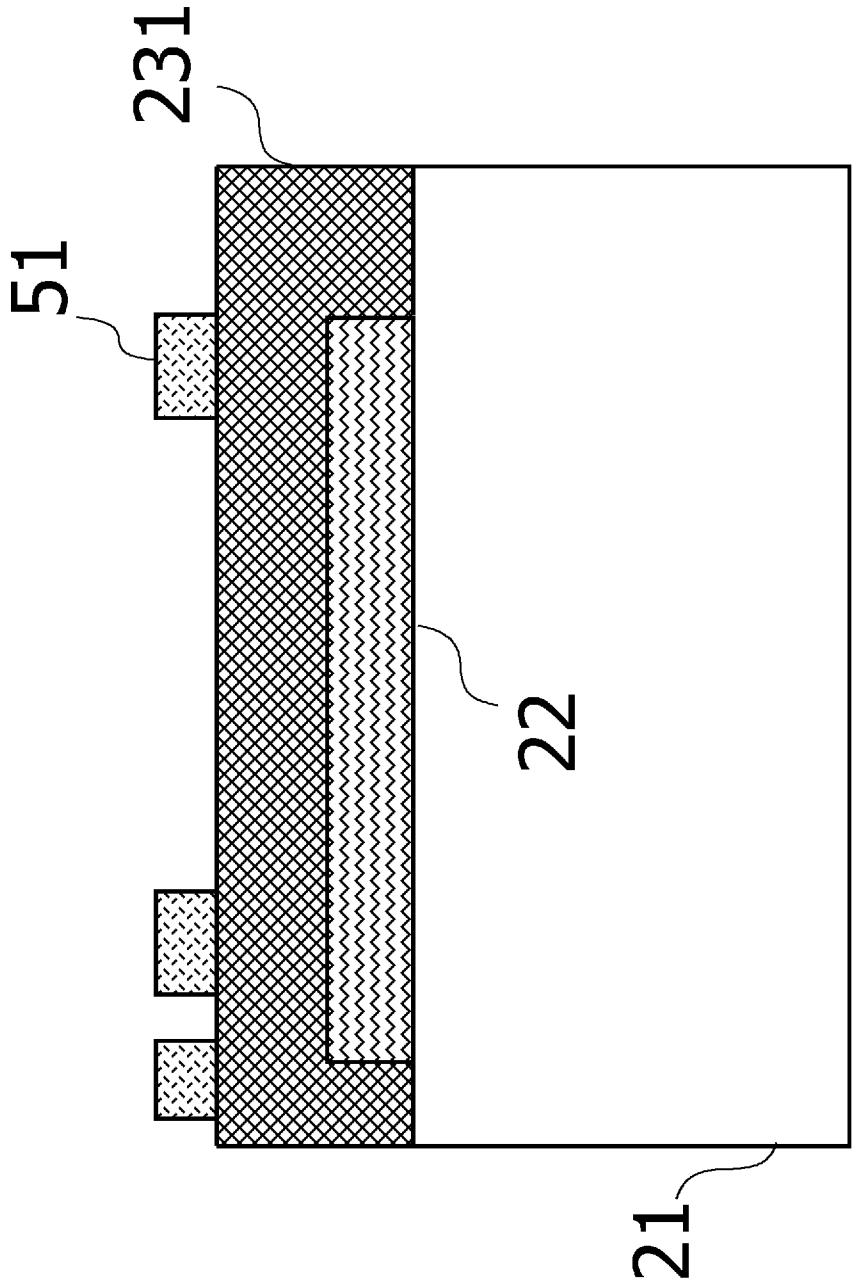
[図8A]



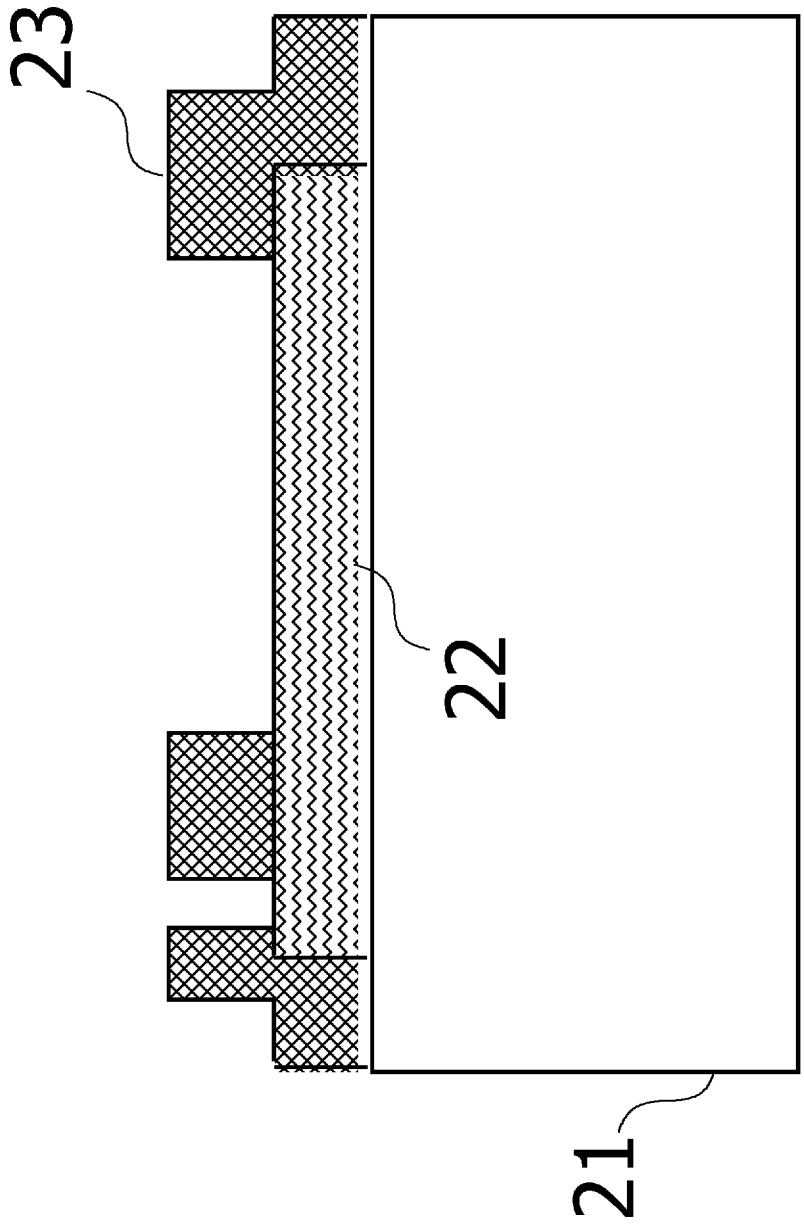
[図8B]



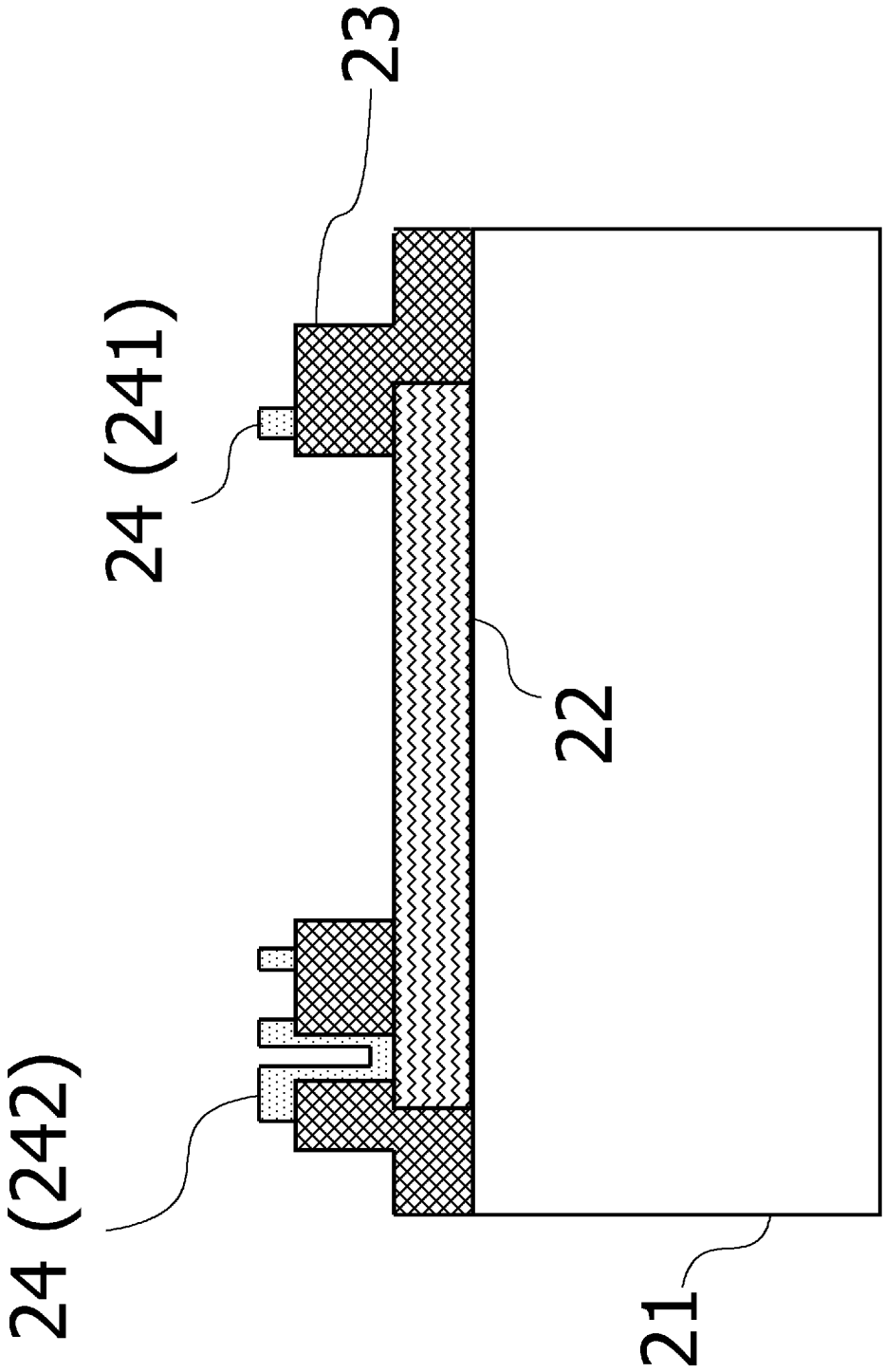
[図8C]



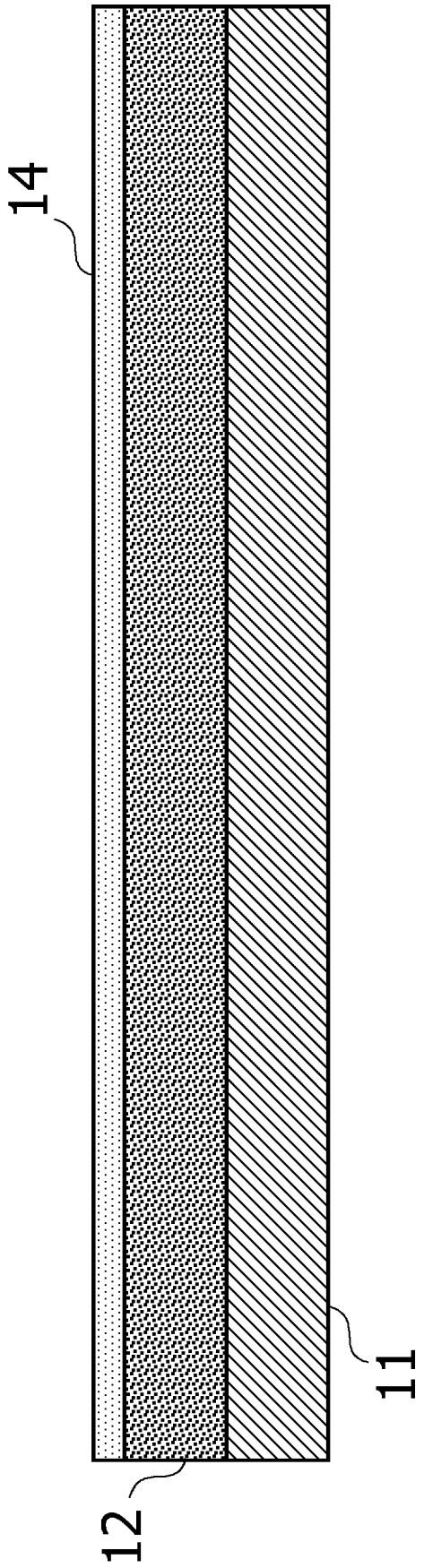
[図8D]



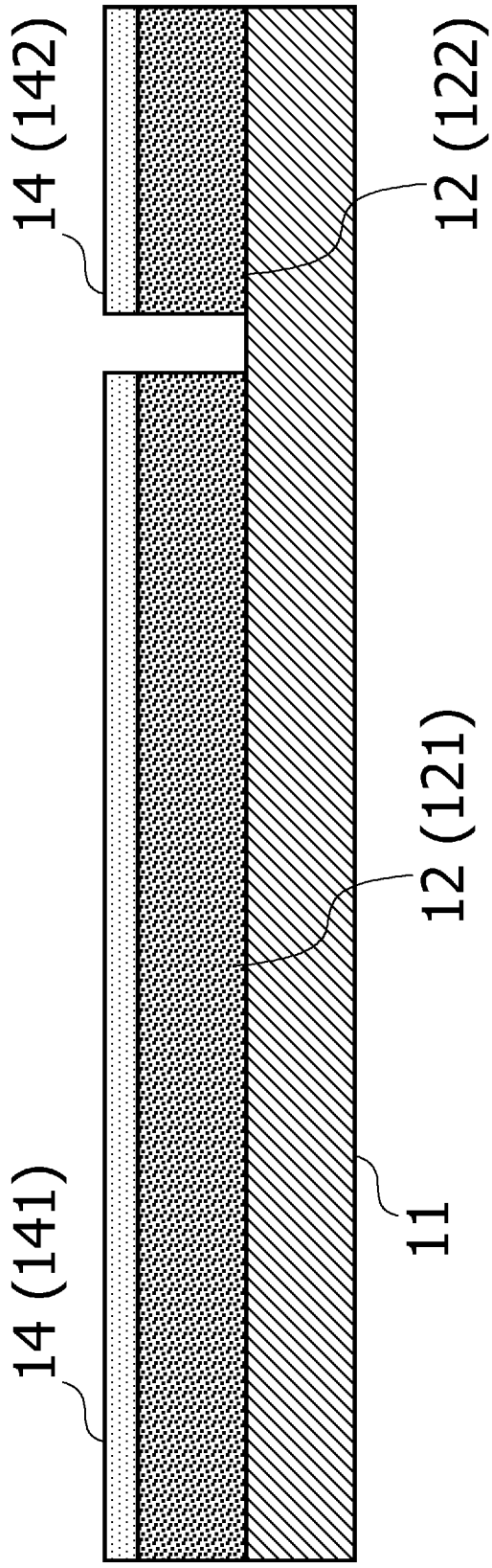
[図8E]



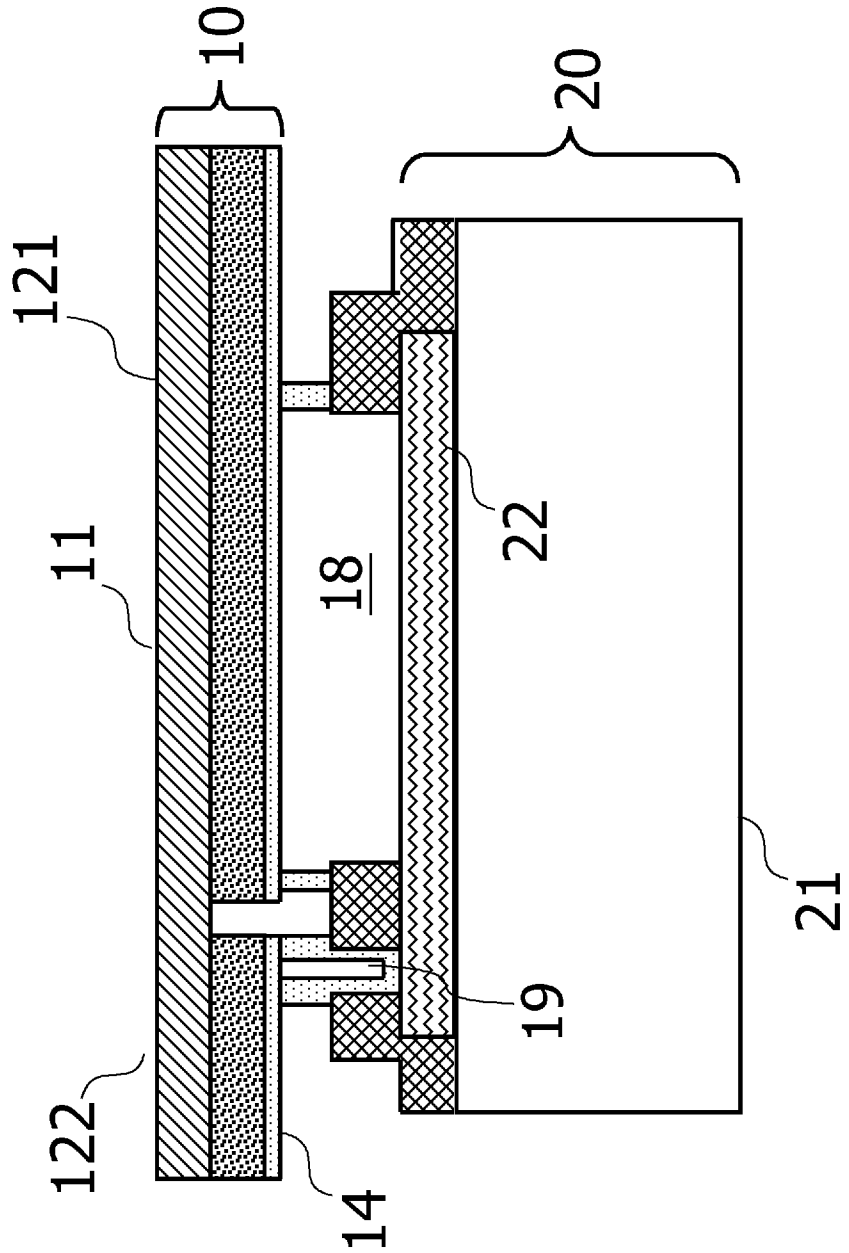
[図8F]



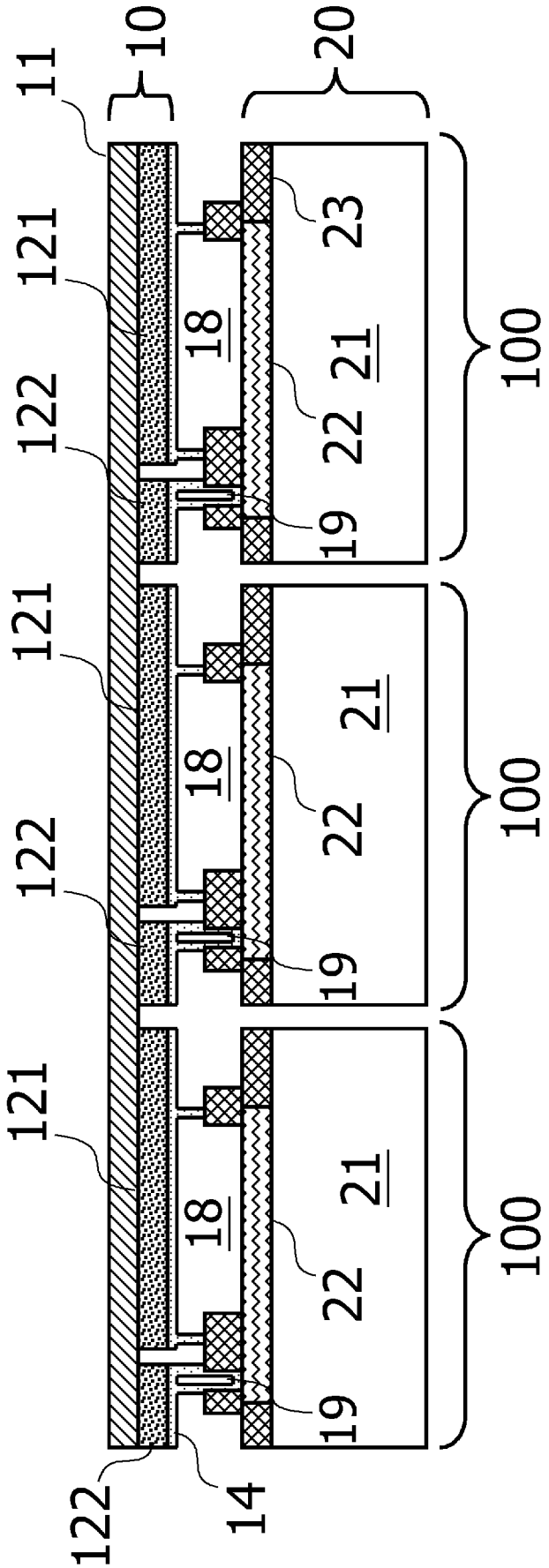
[図8G]



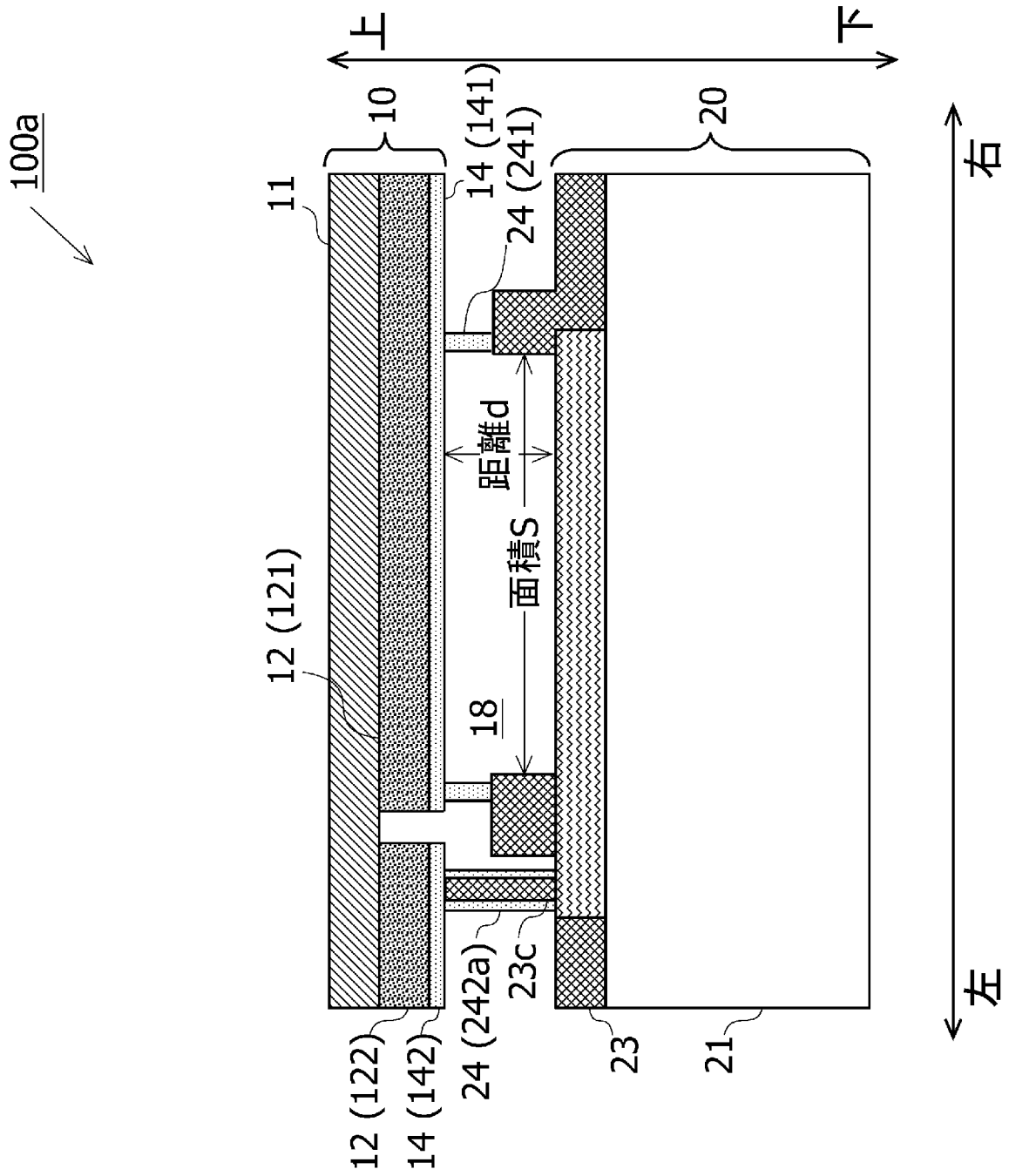
[図8H]



[図8I]


11
10
20
121
122
18
23
21
22
19
100
121
122
18
21
22
19
100
121
122
18
21
22
19
100
122
14

[図9]


100a
上
下
右
左
10
20
11
14 (141)
24 (241)
距離d
面積S
12 (121)
18
12 (122)
14 (142)
24 (242a)
23c
23
21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/041030

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. G01L1/14(2006.01)i, G01L5/00(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. G01L1/14, G01L5/00

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

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2017/022258 A1 (SUMITOMO RIKO COMPANY LIMITED) 09 February 2017, fig. 1-11 & US 2017/0315165 A1, fig. 1-11 & CN 107532961 A, fig. 1-11 & JP 6297755 B2, fig. 1-11	1-6

☐ 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
14.11.2018	27.11.2018

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

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０４１０３０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01L1/14(2006.01)i, G01L5/00(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.　G01L1/14, G01L5/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Ａ	ＷＯ　２０１７／０２２２５８　Ａ１（住友理工株式会社） ２０１７．０２．０９，図１－図１１ ＆ＵＳ　２０１７／０３１５１６５　Ａ１（図１－図１１） ＆ＣＮ　１０７５３２９６１　Ａ（図１－図１１） ＆ＪＰ　６２９７７５５　Ｂ２（図１－図１１）	１－６

☐　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
１４．１１．２０１８	２７．１１．２０１８

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

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｆ　８５０５
森　雅之
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２１６