(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12月12日(12.12.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/252855 A1

(51) 国際特許分類:
G01L 9/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/017650

(22) 国際出願日： 2024年5月13日(13.05.2024)

(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 2023-094110 2023年6月7日(07.06.2023) JP

(71) 出願人: 株式会社村田製作所 (**MURATA MANUFACTURING CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号 Kyoto (JP).

(72) 発明者: 太田 麻里(**OTA, Mari**); 〒6178555 京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 吉田 康一(**YOSHIDA, Koichi**); 〒6178555 京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 内田 満美(**UCHIDA, Mami**); 〒6178555 京都府長岡京市東神足１丁目１０番１号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).

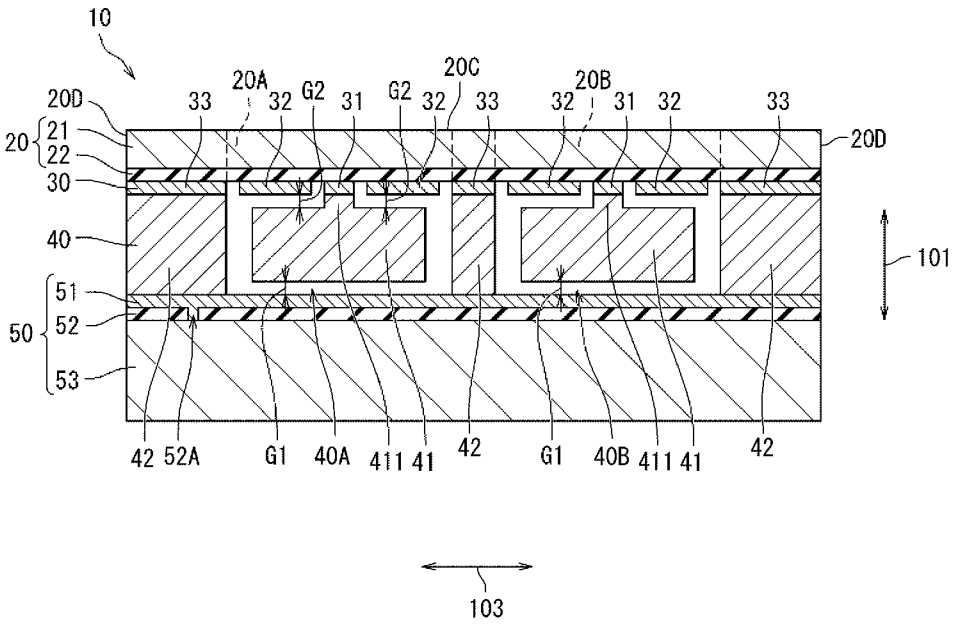
(74) 代理人: 山尾 憲人, 外(**YAMAO, Norihito** et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町８番１号 大阪梅田ツインタワーズ・ノース 青山特許事務所 Osaka (JP).

(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,

(54) **Title:** PRESSURE SENSOR ELEMENT

(54) 発明の名称： 圧力センサ素子

図1



(57) **Abstract:** Provides is a pressure sensor element with which it is possible to suppress a reduction in the accuracy of pressure detection. The pressure sensor element comprises: a membrane layer having a diaphragm portion; a substrate layer facing the membrane layer across a gap in a thickness direction; a first intermediate layer positioned between the membrane layer and the substrate layer; and a second intermediate layer positioned between the first intermediate layer and the substrate layer. The first intermediate layer includes: an electrode portion positioned between the diaphragm portion

WO 2024/252855 A1

［続葉有］

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, 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))

and the first intermediate layer; and a guard portion joined to a part of the membrane layer different from the diaphragm portion and electrically insulated from the electrode portion. The second intermediate layer includes: side wall portions joined to the substrate layer and the guard portion; and an electrically conductive movable portion which is provided spaced apart from the substrate layer and the side wall portions in an internal space demarcated by the diaphragm portion, the substrate layer, and the side wall portions, faces the electrode portion across a gap in the thickness direction, is supported by the diaphragm portion, and moves in response to displacement of the diaphragm portion.

(57) 要約:圧力検出の精度の低下を抑制することができる圧力センサ素子を提供する。圧力センサ素子は、ダイアフラム部を有するメンブレン層と、メンブレン層と厚み方向に間隔を空けて対向する基板層と、メンブレン層及び基板層の間に位置する第1中間層と、第1中間層及び基板層の間に位置する第2中間層と、を備える。第1中間層は、ダイアフラム部及び第1中間層の間に位置する電極部と、メンブレン層におけるダイアフラム部とは異なる部分と接合し、電極部と電気的に絶縁されたガード部と、を備える。第2中間層は、基板層及びガード部と接合した側壁部と、ダイアフラム部、基板層、及び側壁部によって区画された内部空間に基板層及び側壁部から離れて設けられ、電極部と厚み方向に間隔を空けて対向し、ダイアフラム部に支持されてダイアフラム部が変位することによって移動する導電性の可動部と、を備える。

明　細　書

発明の名称 ： 圧力センサ素子

技術分野

[0001]　本開示は、圧力を検出する圧力センサ素子に関する。

背景技術

[0002]　ダイアフラムの変位量に基づいてダイアフラムに作用する圧力を検出する圧力センサ素子が知られている（例えば、特許文献１、２）。

[0003]　特許文献１に開示された圧力センサ素子は、平面視において正方形のダイアフラムと、正方形のダイアフラムの中央に設けられた支持部と、支持部に支持された可動部とを備える。以下に詳述するように、可動部とダイアフラムとの間の静電容量の変化によって、圧力変化が検出される。

[0004]　ダイアフラムにおける支持部が設けられた面とは反対側の面に圧力が作用すると、ダイアフラムは支持部側に変位し、支持部を介して可動部が移動する。ここで、ダイアフラムに圧力が作用した場合、ダイアフラムは、中央に近い程に大きく変位する。そのため、ダイアフラムに圧力が作用した場合、ダイアフラムの中央において支持部を介して支持された可動部と、ダイアフラムの中央以外の部分との距離は大きくなる。その結果、可動部とダイアフラムとの間の静電容量が減少する。静電容量の減少量に基づいて、ダイアフラムに作用した圧力が検出される。

[0005]　特許文献２に開示された圧力センサ素子は、圧力が作用することによって変位するメンブレンプレートと、メンブレンプレートに対向するベース電極とを備える。メンブレンプレートに圧力が作用すると、メンブレンプレートはベース電極に近づくように撓む。これにより、メンブレンプレートとベース電極との間の静電容量が増加する。静電容量の増加量に基づいて、メンブレンプレートに作用した圧力が検出される。

[0006]　特許文献２に開示された圧力センサ素子では、メンブレンプレートはパッシベーション膜に覆われている。これにより、メンブレンプレートへの水な

どの異物の付着が防止されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開平１１－２０１８４８号公報

特許文献2：国際公開第２０２２／０１９１６７号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 特許文献１に開示された圧力センサ素子では、ダイアフラムが外部に露出している。そのため、ダイアフラムに水などの異物が付着するおそれがあり、ダイアフラムが外部からの電磁波などの外乱の影響を受けるおそれがある。ここで、特許文献１に開示された圧力センサ素子では、ダイアフラムは圧力検出を行うための静電容量を形成する電極である。そのため、前述した異物の付着や外乱の影響によって、ダイアフラムの電位が変化すると、可動部との間の静電容量が変化する。これにより、圧力検出の精度が低下するおそれがある。

[0009] 特許文献２に開示された圧力センサ素子では、パッシベーション膜によって、メンブレンプレートへの異物の付着が防止される。しかし、特許文献２に開示された圧力センサ素子では、特許文献１に開示された圧力センサ素子のダイアフラムと同様に、メンブレンプレートは圧力検出を行うための静電容量を形成する電極である。そのため、異物がパッシベーション膜に付着すると、当該異物とメンブレンプレートとの間で寄生容量が形成されるおそれがある。この寄生容量によって、圧力検出の精度が低下するおそれがある。

[0010] 本開示は、圧力検出の精度の低下を抑制することができる圧力センサ素子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

[0011] 本開示の一態様の圧力センサ素子は、

ダイアフラム部を有するメンブレン層と、

前記メンブレン層と厚み方向に間隔を空けて対向する基板層と、

前記メンブレン層及び前記基板層の間に位置する第１中間層と、

前記第１中間層及び前記基板層の間に位置する第２中間層と、を備え、

前記第１中間層は、

前記ダイアフラム部及び前記第２中間層の間に位置する電極部と、

前記メンブレン層における前記ダイアフラム部とは異なる部分と接合し、前記電極部と電気的に絶縁されたガード部と、を備え、

前記第２中間層は、

前記基板層及び前記ガード部と接合した側壁部と、

前記ダイアフラム部、前記基板層、及び前記側壁部によって区画された内部空間に前記基板層及び前記側壁部から離れて設けられ、前記電極部と前記厚み方向に間隔を空けて対向し、前記ダイアフラム部に支持されて前記ダイアフラム部が変位することによって移動する導電性の可動部と、を備える。

発明の効果

[0012] 本開示によれば、圧力検出の精度の低下を抑制することができる圧力センサ素子を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本開示の第１実施形態に係る圧力センサ素子の模式端面図

[図2]本開示の第１実施形態に係る圧力センサ素子においてメンブレン層を除いた部分の模式平面図

[図3]本開示の第１実施形態に係る圧力センサ素子において図２のＢ－Ｂ断面に対応する部分の模式端面図

[図4]本開示の第１実施形態に係る圧力センサ素子の変形例において図２のＡ－Ａ断面に対応する部分の模式端面図

[図5]本開示の第１実施形態に係る圧力センサ素子の変形例において図２のＡ－Ａ断面に対応する部分の模式端面図

[図6]本開示の第２実施形態に係る圧力センサ素子において図２のＡ－Ａ断面に対応する部分の模式端面図

[図7]本開示の第３実施形態に係る圧力センサ素子においてメンブレン層を除いた部分の模式平面図

[図8]本開示の第３実施形態に係る圧力センサ素子において図７のＣ－Ｃ断面に対応する部分の模式端面図

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本開示の一例を添付図面に従って説明する。以下の説明は、本質的に例示に過ぎず、本開示、その適用物、あるいは、その用途を制限することを意図するものではない。また、図面は模式的なものであり、各寸法の比率等は現実のものとは必ずしも合致していない。また、以下の説明では、必要に応じて特定の方向あるいは位置を示す用語（例えば、「上」、「下」、「右」、「左」、「前」、「後」を含む用語）が用いられることがある。しかし、特定の方向あるいは位置を示す用語の使用は、図面を参照した本開示の理解を容易にするためであって、それらの用語の意味によって本開示の技術的範囲が限定されるものではない。

[0015] ＜第１実施形態＞

図１は、本開示の第１実施形態に係る圧力センサ素子の模式端面図である。図２は、本開示の第１実施形態に係る圧力センサ素子においてメンブレン層を除いた部分の模式平面図である。図３は、本開示の第１実施形態に係る圧力センサ素子において図２のＢ－Ｂ断面に対応する部分の模式端面図である。図１は、図２のＡ－Ａ断面に対応する部分の模式端面図である。

[0016] 図１～図３に示す圧力センサ素子１０は、圧力を検出するためのものである。圧力センサ素子１０は、静電容量型の素子である。第１実施形態において、圧力センサ素子１０は、ＭＥＭＳ(Micro Electro Mechanical Systems)素子である。圧力センサ素子１０は、例えば自動車等の移動体や、スマートフォン、スマートウォッチ等の民生用機器等に搭載される。

[0017] 圧力センサ素子１０は、直方体形状である。しかし、圧力センサ素子１０の形状は直方体形状（厚み方向１０１から見て四角形である形状）に限らない。例えば、圧力センサ素子１０は、厚み方向１０１から見て四角形以外の

多角形であってもよいし、円柱形状であってもよい。

[0018] 図１～図３に示すように、圧力センサ素子１０は、メンブレン層２０と、第１中間層３０と、第２中間層４０と、基板層５０とを備える。

[0019] メンブレン層２０は、メンブレンプレート２１と、メンブレンプレート２１に積層された絶縁層２２とを備える。

[0020] 第１実施形態において、メンブレンプレート２１は導電性であってシリコン（Ｓｉ）で形成されており、絶縁層２２は絶縁性であって二酸化シリコン（SiO_2）で形成されている。第１実施形態において、メンブレンプレート２１の厚みは４μｍであり、絶縁層２２の厚みは０．５μｍである。厚みとは、圧力センサ素子１０の厚み方向１０１の長さである。

[0021] なお、メンブレンプレート２１及び絶縁層２２の各々を形成する材料は、前記の材料に限らない。例えば、メンブレンプレート２１は、二酸化シリコン（SiO_2）などの絶縁性の材料で形成されていてもよい。メンブレンプレート２１及び絶縁層２２の各々の厚みは、前記の厚みに限らない。

[0022] メンブレン層２０は、複数（第１実施形態では２つ）のダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂを有する。ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂは、メンブレン層２０のうち、後述する内部空間４０Ａ、４０Ｂに面している部分である。ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂは、撓むことが可能である。例えば、ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂは、メンブレン層２０の一方主面２０Ｃに圧力が作用することによって内部空間４０Ａ、４０Ｂ側に撓む。

[0023] 第１実施形態では、図２に二点鎖線で示すように、厚み方向１０１から見た平面視において、ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂの各々は、長方形である。第１実施形態では、各ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂの平面視における長方形の長辺の長さＬ１から短辺の長さＬ２を除算した値は２以上である。前記の長辺は図２に二点鎖線で示すよりも更に長くてもよいし、前記の短辺は図２に二点鎖線で示すよりも更に短くてもよい。その結果、各ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂの平面視における長方形の長辺の長さＬ１から短辺の長さＬ２を除算した値が３以上であってもよい。

[0024] なお、各ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂの平面視における長方形の長辺の長さＬ１から短辺の長さＬ２を除算した値は２未満であってもよい。厚み方向１０１から見た平面視において、ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂの各々は、長方形以外の形状、例えば正方形や円形などであってもよい。第１実施形態では、平面視において、ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂは互いに同形状且つ同サイズであるが、ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂは互いに異なる形状であってもよいし異なるサイズであってもよい。

[0025] 図２に示すように、２つのダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂの各々は、平面視における長方形の長辺が第１方向１０２に沿い且つ平面視における長方形の短辺が第２方向１０３に沿うように、配置されている。第１方向１０２及び第２方向１０３は、厚み方向１０１と直交する方向である。第１方向１０２及び第２方向１０３は、互いに直交している。２つのダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂは、第２方向１０３に並んでいる。つまり、隣り合う２つのダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂは、長方形の長辺が対向するように長方形の短辺方向に沿って並んでいる。

[0026] なお、ダイアフラム部の数は、２つに限らず、１つでもよいし３つ以上でもよい。圧力センサ素子１０が３つ以上のダイアフラム部を備えており且つ平面視において各ダイアフラム部が長方形である場合、隣り合う２つのダイアフラム部は、長方形の長辺が対向するように長方形の短辺方向に沿って並んでいてもよい。

[0027] メンブレン層２０の一方主面２０Ｃ及び側面２０Ｄは、保護膜（不図示）で覆われていてもよい。保護膜は、例えば二酸化シリコン（SiO_2）や窒化シリコン（ＳｉＮ）で形成されている。

[0028] 図１及び図３に示すように、基板層５０は、メンブレン層２０と厚み方向１０１に間隔を空けて対向している。基板層５０は、導電性の導電層５１と、絶縁性の絶縁層５２と、導電性の基板５３とを備える。導電層５１は、絶縁層５２に積層されている。導電層５１は、内部空間４０Ａ、４０Ｂに面している。絶縁層５２は、基板５３に積層されている。絶縁層５２は、導電層

５１と基板５３とによって挟まれている。導電層５１と基板５３とは、絶縁層５２に形成された貫通孔５２Ａを介して電気的に接続されている。導電層５１は、内部空間４０Ａ、４０Ｂ内の領域において積層されていなくてもよい。言い換えると、導電層５１は、第２中間層４０と接合する領域にのみ積層されていてもよい。この場合、絶縁層５２が内部空間４０Ａ、４０Ｂに面している。また、導電層５１及び絶縁層５２の双方が、内部空間４０Ａ、４０Ｂ内の領域において積層されていなくてもよい。この場合、基板５３が内部空間４０Ａ、４０Ｂに面している。

[0029] 第１実施形態において、導電層５１はポリシリコン（Ｐｏｌｙ－Ｓｉ）で形成されており、絶縁層５２は二酸化シリコン（SiO_2）で形成されており、基板５３はシリコン（Ｓｉ）で形成されている。導電層５１、絶縁層５２、及び基板５３の各々を形成する材料は、前記の材料に限らない。

[0030] 第１中間層３０は、メンブレン層２０と基板層５０との間に位置する。第１中間層３０は、メンブレン層２０の絶縁層２２に接合している。つまり、絶縁層２２は、第１中間層３０とメンブレンプレート２１とによって挟まれている。

[0031] 第１実施形態において、第１中間層３０は導電性でありポリシリコン（Ｐｏｌｙ－Ｓｉ）で形成されている。第１実施形態において、第１中間層３０の厚みは０．５μｍである。第１中間層３０を形成する材料は、ポリシリコンに限らない。第１中間層３０の厚みは、０．５μｍに限らない。

[0032] 第１中間層３０は、接続部３１と、電極部３２と、ガード部３３とを備える。接続部３１と、電極部３２と、ガード部３３とについては、後述される。

[0033] 第２中間層４０は、第１中間層３０と基板層５０との間に位置する。第２中間層４０は、可動部４１と、側壁部４２とを備える。

[0034] 側壁部４２は、第１中間層３０のガード部３３と基板層５０の導電層５１とに接合している。

[0035] 側壁部４２と、メンブレン層２０の絶縁層２２と、基板層５０の導電層５

１とは、内部空間４０Ａ～４０Ｅを区画している。内部空間４０Ａ、４０Ｂには、可動部４１が配置されている。

[0036] 図２に示すように、内部空間４０Ａ、４０Ｂは、内部空間４０Ｃ、４０Ｅによって互いに連通されている。なお、内部空間４０Ａ、４０Ｂは、互いに連通されていなくてもよい。内部空間４０Ｄは、内部空間４０Ａと連通している。内部空間４０Ｅは、内部空間４０Ａ、４０Ｂと連通している。

[0037] 図１及び図２に示すように、可動部４１が配置される内部空間４０Ａ、４０Ｂは、２つのダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂの各々に対応して設けられている。つまり、圧力センサ素子１０は、各々に可動部４１が配置される２つの内部空間４０Ａ、４０Ｂを有する。内部空間４０Ａは、側壁部４２と、絶縁層２２のうちのダイアフラム部２０Ａに含まれる部分と、導電層５１とによって囲まれた空間である。内部空間４０Ａは、側壁部４２と、絶縁層２２のうちのダイアフラム部２０Ｂに含まれる部分と、導電層５１とによって囲まれた空間である。

[0038] 圧力センサ素子１０が複数のダイアフラム部を備える場合に、内部空間は複数のダイアフラム部の各々に対応して設けられる。ここで、前述したように、ダイアフラム部の数は２つに限らない。つまり、可動部４１が配置される内部空間の数は２つに限らない。

[0039] 内部空間４０Ａ、４０Ｂは、圧力センサ素子１０の外部に対して閉塞されている。つまり、内部空間４０Ａ、４０Ｂは、密閉された空間である。

[0040] 第１実施形態において、可動部４１は、２つの内部空間４０Ａ、４０Ｂの各々に対応して設けられている。つまり、第１実施形態において、圧力センサ素子１０は、２つの内部空間４０Ａ、４０Ｂの各々に対応して設けられた２つの可動部４１を備える。２つの可動部４１の一方は内部空間４０Ａに設けられ、２つの可動部４１の他方は内部空間４０Ｂに設けられている。

[0041] 前述したように、可動部４１が配置される内部空間の数は２つに限らない。つまり、可動部４１の数は、可動部４１が配置される内部空間の数に応じて変わる。すなわち、可動部４１の数は２つに限らない。

[0042] 各可動部４１は、基板層５０（詳細には基板層５０の導電層５１）及び側壁部４２から離れて設けられている。

[0043] 第１実施形態において、第２中間層４０は導電性でありシリコン（Ｓｉ）で形成されている。第１実施形態において、側壁部４２の厚みは５０μｍであり、各可動部４１と導電層５１との隙間Ｇ１は２μｍである。各可動部４１の厚みは、基板層５０との間の隙間Ｇ１の分だけ側壁部４２よりも薄い。第２中間層４０を形成する材料は、シリコンに限らない。側壁部４２の厚みは、５０μｍに限らない。各可動部４１と導電層５１との隙間Ｇ１は２μｍに限らない。

[0044] 第１実施形態において、第１中間層３０は、２つの接続部３１と、２つの電極部３２と、１つのガード部３３とを備える。

[0045] 図１及び図３に示すように、ガード部３３は、メンブレン層２０の絶縁層２２と第２中間層４０の側壁部４２とに接合している。ガード部３３は、絶縁層２２と側壁部４２とによって挟まれている。ガード部３３は、メンブレン層２０のうちのダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂとは異なる部分と接合している。

[0046] ガード部３３は、接続部３１、及び電極部３２は、互い離れて設けられている。ガード部３３、接続部３１、及び電極部３２は、互いに電気的に絶縁されている。

[0047] 各接続部３１及び各電極部３２は、複数の内部空間の各々に対応して設けられている。２つの接続部３１の一方と２つの電極部３２の一方とは内部空間４０Ａに設けられ、２つの接続部３１の他方と２つの電極部３２の他方とは内部空間４０Ｂに設けられている。２つの接続部３１の一方と２つの電極部３２の一方とは、ダイアフラム部２０Ａに接合されている。２つの接続部３１の他方と２つの電極部３２の他方は、ダイアフラム部２０Ｂに接合されている。

[0048] 圧力センサ素子１０が複数の内部空間を有する場合に、可動部は複数の内部空間の各々に対応して設けられる。ここで、前述したように、内部空間の

数は２つに限らない。つまり、接続部３１の数は２つに限らず、電極部３２の数は２つに限らない。

[0049] 内部空間４０Ａに設けられた接続部３１及び電極部３２は、内部空間４０Ｂに設けられた接続部３１及び電極部３２と同構成である。そのため、以下では、内部空間４０Ａに設けられた接続部３１及び電極部３２の構成が説明される。内部空間４０Ｂに設けられた接続部３１及び電極部３２の構成については、原則として省略され、必要に応じて説明される。

[0050] 接続部３１及び電極部３２は、厚み方向１０１においてメンブレン層２０のダイアフラム部２０Ａと第２中間層４０との間に位置している。接続部３１及び電極部３２は、メンブレン層２０の絶縁層２２のうちのダイアフラム部２０Ａと接合している。

[0051] 接続部３１は、第２中間層４０の可動部４１に設けられた支持部４１１と接合している。支持部４１１は、可動部４１に設けられた凸部であり、可動部４１から接続部３１に向かって厚み方向１０１に突出している。ここで、前述したように、接続部３１は、ダイアフラム部２０Ａと接合している。つまり、ダイアフラム部２０Ａは、接続部３１を介して可動部４１を支持している。言い換えると、支持部４１１は、可動部４１のうちのダイアフラム部２０Ａに支持される部分である。

[0052] 図２に示すように、接続部３１及び支持部４１１は、厚み方向１０１から見て長方形であるダイアフラム部２０Ａの短辺方向（第２方向１０３）の中間位置にあり、当該長方形の長辺方向（第１方向１０２）に沿って延びている。つまり、接続部３１及び支持部４１１は、ダイアフラム部２０Ａの第２方向１０３の中間位置において第１方向１０２に沿っての浴びた線形状である。

[0053] 支持部４１１は、ダイアフラム部２０Ａに圧力が作用したときの変位量が最大となる位置において接続部３１を介してダイアフラム部２０Ａに支持されている。

[0054] 以下に詳述する。厚み方向１０１から見て長方形であるダイアフラム部２

０Ａでは、長方形の外縁部において当該変位量は小さい。厚み方向１０１から見たときの当該部分からの距離が遠い程、当該変位量は大きくなる。第１実施形態では、当該変位量が最大となる位置において、支持部４１１はダイアフラム部２０Ａに支持されている。第１実施形態では、支持部４１１の第１方向１０２の両端部は、ダイアフラム部２０Ａの第１方向１０２の端までは達していない。

[0055] 第１実施形態において、支持部４１１の平面視における長方形の長辺の長さ（第１方向１０２の長さ）Ｌ３からダイアフラム部２０Ａの平面視における長方形の長辺の長さ（第１方向１０２の長さ）Ｌ１を除算した値は、０．１以上且つ０．７５以下である。好ましくは、長さＬ３から長さＬ１を除算した値は、０．５以上且つ０．７以下である。第１実施形態において、支持部４１１の平面視における長方形の短辺の長さ（第２方向１０３の長さ）からダイアフラム部２０Ａの平面視における長方形の短辺の長さ（第２方向１０３の長さ）を除算した値は、０．０５以上且つ０．５以下である。当該値は、好ましくは、０．０７以上且つ０．１５以下である。

[0056] 図１及び図３に示すように、電極部３２は、可動部４１と厚み方向１０１に間隔を空けて対向している。第１実施形態において、電極部３２と可動部４１との間の隙間Ｇ２は、０．２μｍである。しかし、電極部３２と可動部４１との間の隙間Ｇ２は、０．２μｍに限らない。

[0057] 図２に示すように、厚み方向１０１から見て、電極部３２は、支持部４１１を囲むように設けられている。

[0058] 内部空間４０Ａに設けられた電極部３２と内部空間４０Ｂに設けられた電極部３２とは、連通部３２０を介して電気的に接続されている。内部空間４０Ａに設けられた電極部３２は、連通部３２１及び端子６１を介して圧力センサ素子１０の外部と電気的に接続可能である。端子６１は、電極部３２を圧力センサ素子１０の外部と電気的に接続するためのものである。端子６１は、後述する端子６２と同様に、外部に露出されている。連通部３２１は、第２中間層４０が備える第１支持壁部（不図示）によって支持されている。

第１支持壁部は、連通部３２１を介して電極部３２と電気的に接続されている。一方、第１支持壁部は、接続部３１及びガード部３３から離れており、接続部３１及びガード部３３と電気的に絶縁されている。

[0059] 図２及び図３に示すように、内部空間４０Ａ、４０Ｂに設けられた可動部４１の各々は、支持部４１１を介して接続部３１と電気的に接続されている。内部空間４０Ａに設けられた接続部３１は、連通部３１１及び端子６２を介して圧力センサ素子１０の外部と電気的に接続可能である。内部空間４０Ｂに設けられた接続部３１は、連通部３１２及び端子６２を介して圧力センサ素子１０の外部と電気的に接続可能である。端子６２は、可動部４１を圧力センサ素子１０の外部と電気的に接続するためのものである。端子６２は、メンブレン層２０に形成された開口部２０Ｅによって外部に露出されている（図３参照）。連通部３１１、３１２は、第２中間層４０が備える第２支持壁部４３によって支持されている。第２支持壁部４３は、連通部３１１、３１２を介して接続部３１と電気的に接続されている。一方、第２支持壁部４３は、電極部３２及びガード部３３から離れており、電極部３２及びガード部３３と電気的に絶縁されている。

[0060] 以上のような電気的な接続によって、図１に示すように、内部空間４０Ａ、４０Ｂの各々において、電極部３２と可動部４１とによって隙間Ｇ２を有するコンデンサが形成される。

[0061] メンブレン層２０の一方主面２０Ｃに圧力が作用すると、メンブレン層２０のダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂは基板層５０に向けて厚み方向１０１に撓む。言い換えると、メンブレン層２０の一方主面２０Ｃに圧力が作用すると、メンブレン層２０のダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂは基板層５０に向けて厚み方向１０１に変位する。ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂが変位することによって、ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂと接合された可動部４１及び電極部３２が移動する。

[0062] 前述したように、支持部４１１を含む可動部４１は、ダイアフラム部２０Ａに圧力が作用したときの変位量が最大となる位置においてダイアフラム部

２０Ａ、２０Ｂに支持されている。一方、電極部３２は、支持部４１１の周りにおいてメンブレン層２０に接合している。つまり、電極部３２は、ダイアフラム部２０Ａに圧力が作用したときの変位量が最大ではない位置においてメンブレン層２０に接合している。そのため、メンブレン層２０が撓むとき、可動部４１の厚み方向１０１の移動量は、電極部３２の厚み方向１０１の移動量より大きい。これにより、ダイアフラム部２０Ａへの圧力の作用の前後において、電極部３２と可動部４１との間の隙間Ｇ２が大きくなる。その結果、前記コンデンサの静電容量が変化する。この静電容量の変化に基づいて、メンブレン層２０に作用した圧力が検出される。

[0063] 第１実施形態によれば、メンブレン層２０のダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂは、圧力検出を行うための静電容量を形成する電極として機能しない。第１中間層３０の電極部３２と第２中間層４０の可動部４１とが、圧力検出を行うための静電容量を形成する電極として機能する。圧力が作用したダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂの変位によって可動部４１が移動する。このときの電極部３２と可動部４１との間の静電容量の変化によって、圧力変化が検出される。ここで、可動部４１は、内部空間４０Ａ、４０Ｂに位置している。また、電極部３２は、ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂ及び第２中間層４０の間において、可動部４１と厚み方向１０１に間隔を空けて対向している。つまり、電極部３２も、内部空間４０Ａ、４０Ｂに位置している。これにより、電極部３２及び可動部４１に対する外部からの水などの異物の付着を低減することができ、電極部３２及び可動部４１に対する電磁波などの外乱の影響を低減することができる。その結果、圧力検出の精度の低下を抑制することができる。

[0064] 第１実施形態によれば、第１中間層３０における電極部３２及びガード部３３の双方がメンブレン層２０と接合している。そのため、圧力センサ素子１０の製造工程において、メンブレン層２０と第１中間層３０との積層工程を、電極部３２及びガード部３３の一方がメンブレン層２０と接合している一方で、他方がメンブレン層２０と接合していない構成の積層工程よりも容

易に実行することができる。

[0065] 第１実施形態によれば、ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂは、ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂに圧力が作用したときの変位量が最大となる位置において可動部４１を支持している。そのため、ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂに圧力が作用したときの可動部４１の移動量を大きくすることができる。その結果、可動部４１と電極部３２との間の距離変化を大きくすることができるため、圧力検出の精度を向上することができる。

[0066] 第１実施形態によれば、内部空間４０Ａ、４０Ｂが密閉空間であってもよい。その場合、電極部３２及び可動部４１への異物の付着を防止することができる。

[0067] 厚み方向１０１から見てダイアフラム部が正方形である構成では、ダイアフラム部に圧力が作用したとき、正方形の中央の一点においてダイアフラム部の変位量が最も大きくなり、当該中央から離れるにしたがって変位量が小さくなっていく。これに対して、第１実施形態のように厚み方向１０１から見てダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂが長方形である構成では、ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂに圧力が作用したとき、長方形の短辺に沿った方向の中央においてダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂの変位量が最も大きくなり、当該中央から離れるにしたがって変位量が小さくなっていく。この変位量が最も大きい部分は、長方形の長辺に沿って延びている。つまり、厚み方向１０１から見てダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂが長方形である構成では、ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂの変位量が最も大きい部分は、点ではなく線である。すなわち、厚み方向１０１から見てダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂが長方形である構成では、厚み方向１０１から見てダイアフラム部が正方形である構成よりも、ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂの変位が一定の領域を大きくすることができる。

[0068] ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂの変位が一定の領域において可動部４１が支持されると、ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂの変位に伴う可動部４１の移動が安定する。その結果、可動部４１と電極部３２との間の距離変化を安定

させることができるため、圧力検出の精度の低下を抑制することができる。第１実施形態では、厚み方向１０１から見てダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂが正方形である構成よりも、ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂの変位が一定の領域を大きくすることができる。これにより、ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂにおける可動部４１を支持する領域を大きくすることができる。そのため、可動部４１の支持強度を向上するができる。以上より、第１実施形態によれば、圧力検出の精度の低下を抑制しつつ、可動部４１の支持強度を向上することができる。

[0069] 圧力センサ素子の製造工程でのばらつきによって、ダイアフラム部に対する支持部の支持位置が正しい位置からずれるおそれがある。この場合、ダイアフラム部に圧力が作用したときの可動部の変位が本来の変位とは異なるおそれがある。例えば、特許文献１に開示された圧力センサ素子のように、正方形のダイアフラム部の中央に支持部が形成されている場合、以下の問題が生じるおそれがある。つまり、ダイアフラム部に対する支持部の支持位置が中央からいずれかの方向へずれると、ダイアフラム部に圧力が作用したときの可動部の変位が本来の変位（厚み方向への変位）とならず、厚み方向に対して傾斜した方向への変位となるおそれがある。これにより、圧力検出の精度が低下するおそれがある。つまり、正方形のダイアフラム部の中央に支持部が形成されている構成では、位置ずれの方向にかかわらず、圧力検出の精度が低下するおそれがある。

[0070] 第１実施形態では、支持部４１１は、厚み方向１０１から見て長方形であるダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂの長辺方向に沿って延びた線形状である。この場合、ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂに対する支持部４１１の相対位置が長辺方向へずれたとしても、ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂに圧力が作用したときの可動部４１の変位が厚み方向１０１に対して傾斜した方向への変位となることが低減される。つまり、長方形のダイアフラム部の中央に支持部が形成されている構成では、位置ずれの方向によっては、圧力検出の精度の低下を抑制することができる。以上より、第１実施形態では、正方形のダ

イアフラム部の中央に支持部が形成されている構成に比べて、圧力検出の精度の低下を抑制することができる。

[0071] 第１実施形態によれば、厚み方向１０１から見て長方形であるダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂの長辺の長さから短辺の長さを除算した値が２以上である。この場合、前記の除算した値が２未満である構成よりも、同じ面積において長方形の長辺が長くなる。そのため、第１実施形態によれば、ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂの変位量が最も大きい部分（長方形の長辺に沿って延びている部分）を大きくすることができる。

[0072] 第１実施形態によれば、厚み方向１０１から見て長方形であるダイアフラム部の長辺の長さから短辺の長さを除算した値が３以上であってもよい。この場合、前記の除算した値が３未満である構成よりも、同じ面積において長方形の長辺が長くなる。そのため、第１実施形態によれば、ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂの変位量が最も大きい部分（長方形の長辺に沿って延びている部分）を大きくすることができる。

[0073] 第１実施形態によれば、複数のダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂは、隣り合う２つのダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂの長方形の長辺が対向するように長方形の短辺方向に沿って並んでいる。これにより、厚み方向１０１から見て複数のダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂの合計と同じ面積である１つの長方形のダイアフラム部よりも、複数のダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂ全体としての長辺と短辺との長さの差を小さくすることができる。つまり、厚み方向１０１から見て、圧力センサ素子１０の形状を安定した形状である正方形に近づけることができる。その結果、第１実施形態では、厚み方向１０１から見て１つの長方形のダイアフラム部を有する構成（正方形よりも安定性に欠ける形状である構成）に比べて、圧力センサ素子１０の基板への実装を容易に行うことができ、圧力センサ素子１０の反りを低減することができる。

[0074] 第１実施形態によれば、複数の内部空間４０Ａ、４０Ｂが互いに連通していない構成に比べて、大きな体積の内部空間が形成される。これにより、内部空間の内圧に起因する圧力センサ素子１０の製造上のばらつきを抑制する

ことができる。その結果、製造された複数の圧力センサ素子１０間での圧力検出の特性のばらつきを低減することができる。

[0075] ＜変形例＞

図４は、本開示の第１実施形態に係る圧力センサ素子の変形例において図２のＡ－Ａ断面に対応する部分の模式端面図である。図５は、本開示の第１実施形態に係る圧力センサ素子の変形例において図２のＡ－Ａ断面に対応する部分の模式端面図である。なお、以下に説明する変形例は、第１実施形態に係る圧力センサ素子の変形例として説明されるが、第２実施形態及び第３実施形態に係る圧力センサ素子の変形例として採用されてもよい。

[0076] 圧力センサ素子１０の各層の構成は、図１～図３に示す構成に限らない。

[0077] 例えば、図４に示すように、圧力センサ素子１０は、可動部４１の上面のうち支持部４１１が設けられている部分を除く少なくとも一部の領域に積層された絶縁性の絶縁層７０を備えていてもよい。絶縁層７０を形成する材料は、例えば、二酸化シリコン（SiO_2）や窒化シリコン（ＳｉＮ）である。もちろん、絶縁層７０を形成する材料は、二酸化シリコン（SiO_2）や窒化シリコン（ＳｉＮ）以外の材料で形成されていてもよい。

[0078] また、例えば、図５に示すように、圧力センサ素子１０の第２中間層４０の側壁部４２は、導電性の導電層４４と、導電層４４に積層されて第１中間層３０に接合された絶縁性の絶縁層４５とを備えていてもよい。また、例えば、図５に示すように、圧力センサ素子１０の基板層５０は、導電層５１及び絶縁層５２を備えておらず、基板５３のみで構成されていてもよい。

[0079] また、例えば、図５に示すように、端子６１、６２は、メンブレンプレート２１に設けられていてもよい。この場合、メンブレンプレート２１は、互いに絶縁されたプレート２１１、２１２、２１３を備える。端子６１は、プレート２１２上に設けられている。端子６２は、プレート２１１上に設けられている。接続部３１は、絶縁層２２に形成された貫通孔２２Ａを介して端子６２と電気的に接続されている。電極部３２は、絶縁層２２に形成された貫通孔２２Ｂを介して端子６１と電気的に接続されている。なお、図５にお

いて複数箇所に示された接続部３１は、図５の紙面奥行方向の異なる位置において互いに接続されている。

[0080] 図５に示す圧力センサ素子１０のように、更に端子６３が設けられていてもよい。端子６３は、プレート２１３上に設けられている。ガード部３３は、絶縁層２２に形成された貫通孔２２Ｃを介して端子６３と電気的に接続されている。

[0081] なお、図５に示す変形例の圧力センサ素子１０は、ダイアフラム部２０Ａ、内部空間４０Ａ、可動部４１、接続部３１、及び電極部３２をそれぞれ１つずつ備えている。これは、内部空間４０Ａ、可動部４１、接続部３１、及び電極部３２の各々の数は２つに限らないとした前述の説明と合致する。

[0082] ＜第２実施形態＞

図６は、本開示の第２実施形態に係る圧力センサ素子において図２のＡ－Ａ断面に対応する部分の模式端面図である。第２実施形態に係る圧力センサ素子１０Ａが第１実施形態に係る圧力センサ素子１０と異なることは、電極部がダイアフラム部と離れていること、及び電極部が側壁部に支持されていることである。以下、第１実施形態との相違点が説明される。第１実施形態に係る圧力センサ素子１０との共通点については、同一の符号が付された上で、その説明は原則省略され、必要に応じて説明される。

[0083] 図６に示す圧力センサ素子１０Ａは、図５に示す圧力センサ素子１０と同様に、ダイアフラム部２０Ａ、内部空間４０Ａ、可動部４１、接続部３１、及び電極部３２をそれぞれ１つずつ備えている。また、圧力センサ素子１０Ａは、図５に示す圧力センサ素子１０の第２中間層４０の側壁部４２と同様に、導電層４４と絶縁層４５とを備えている。

[0084] 図６に示すように、電極部３２は、メンブレン層２０のダイアフラム部２０Ａと接合されていない。電極部３２の真上には絶縁層２２は形成されておらず、電極部３２は隙間２２Ｄを介してメンブレン層２０のメンブレンプレート２１と厚み方向１０１に対向している。隙間２２Ｄは、接続部３１と電極部３２との間の隙間３０Ａを介して内部空間４０Ａと連通している。

[0085] 電極部３２は、可動部４１と厚み方向１０１に間隔を空けて対向している部分と、可動部４１と厚み方向１０１に対向していない部分とを有する。電極部３２は、可動部４１と厚み方向１０１に対向していない部分において、側壁部４２の絶縁層４５に接合されている。これにより、電極部３２は、側壁部４２に支持されている。

[0086] 接続部３１及びガード部３３は、第１実施形態に係る圧力センサ素子１０と同様に、メンブレン層２０の絶縁層２２に接合している。

[0087] 端子６１、６２は、メンブレン層２０に形成された開口部２０Ｆによって外部に露出されている。端子６３は、メンブレンプレート２１上に設けられている。図６に示す圧力センサ素子１０Ａは、端子６４を更に備えている。端子６４は、第１中間層３０のガード部３３上に設けられている。端子６４は、メンブレン層２０に形成された開口部２０Ｇによって外部に露出されている。

[0088] 第２実施形態によれば、ダイアフラム部２０Ａに支持された可動部４１はダイアフラム部２０Ａの変位によって厚み方向１０１に移動する。一方、ダイアフラム部２０Ａと離れている電極部３２は、ダイアフラム部２０Ａの変位によって移動しない。そのため、可動部４１が移動したときに、電極部３２と可動部４１とは平行に維持され、圧力検出の精度の低下が抑制される。一方、電極部３２がダイアフラム部２０Ａと接合している構成の場合、ダイアフラム部２０Ａに圧力が作用したときに、電極部３２はダイアフラム部２０Ａと一体に撓む。そのため、電極部３２と可動部４１との平行は維持されず、圧力検出の精度が低下するおそれがある。以上より、第２実施形態によれば、電極部３２がダイアフラム部２０Ａと接合している構成よりも、圧力検出の精度の低下を抑制することができる。

[0089] ＜第３実施形態＞

図７は、本開示の第３実施形態に係る圧力センサ素子においてメンブレン層を除いた部分の模式平面図である。図８は、本開示の第３実施形態に係る圧力センサ素子において図７のＣ－Ｃ断面に対応する部分の模式端面図であ

る。第３実施形態に係る圧力センサ素子１０Ｂが第１実施形態に係る圧力センサ素子１０と異なることは、可動部４１が複数の支持部４１２を備えていることである。以下、第１実施形態との相違点が説明される。第１実施形態に係る圧力センサ素子１０との共通点については、同一の符号が付された上で、その説明は原則省略され、必要に応じて説明される。

[0090] 図７及び図８に示すように、可動部４１は、１つの支持部４１１の代わりに複数の支持部４１２を備える。複数の支持部４１２の各々は、可動部４１に設けられた凸部であり、可動部４１から接続部３１に向かって厚み方向１０１に突出している。複数の支持部４１２の各々は、接続部３１と接合している。第３実施形態において、ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂは、接続部３１及び複数の支持部４１２を介して可動部４１を支持している。言い換えると、複数の支持部４１２の各々は、可動部４１のうちのダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂに支持される部分である。

[0091] 複数の支持部４１２は、第１実施形態に係る圧力センサ素子１０が備える支持部４１１と同様に、ダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂに圧力が作用したときの変位量が最大となる位置において接続部３１を介してダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂに支持されている。

[0092] 複数の支持部４１２は、厚み方向１０１から見て長方形であるダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂの長辺方向（第１方向１０２）に沿って互いに間隔を空けて並んでいる。

[0093] 図７及び図８に示す圧力センサ素子１０Ｂでは、内部空間４０Ａ、４０Ｂの各々に１つの可動部４１が配置されている。しかし、内部空間４０Ａ、４０Ｂの各々に複数の可動部４１が配置されていてもよい。この場合、当該複数の可動部４１の各々は、１つの支持部４１２を備えていてもよいし、複数の支持部４１２を備えていてもよい。例えば、内部空間４０Ａに３つの可動部４１が配置されていてもよい。この場合に、当該３つの可動部４１の各々は、１つの支持部４１２を備えていてもよいし、複数の支持部４１２を備えていてもよい。

[0094] 内部空間４０Ａ、４０Ｂに配置された複数の可動部４１の各々が備える支持部４１２の数は異なっていてもよい。例えば、内部空間４０Ａに３つの可動部４１が配置されている場合、当該３つの可動部４１のうちの１つが複数の支持部４１２を備え、当該３つの可動部４１のうちの残り２つが１つの支持部４１２を備えていてもよい。

[0095] 第３実施形態によれば、複数の支持部４１２が互いに間隔を空けて並んでいる。そのため、１つの支持部４１１が線状に延びている構成に比べて、支持部４１２を支持しているダイアフラム部２０Ａ、２０Ｂが撓みやすい。その結果、可動部４１が移動し易くなるため、圧力検出の精度を向上することができる。

[0096] 第３実施形態によれば、複数の支持部４１２が長辺方向に沿って並んでいる。そのため、１つの支持部４１１が長辺方向に沿って延びている構成と同様に、ダイアフラム部２０Ａに対する支持部４１２の支持位置が中央から長辺方向へずれている場合であっても、可動部４１が傾斜して変位することが抑制される。

[0097] 以上より、第３実施形態によれば、１つの支持部４１１が長辺方向に沿って延びている構成と同様の効果を維持しつつも、当該構成よりもダイアフラム部２０Ａを撓みやすくして圧力検出の精度を向上することができる。

[0098] 以上説明した圧力センサ素子は、以下のようにも表現することができる。

[0099] （１） 本開示の一態様の圧力センサ素子は、

ダイアフラム部を有するメンブレン層と、

前記メンブレン層と厚み方向に間隔を空けて対向する基板層と、

前記メンブレン層及び前記基板層の間に位置する第１中間層と、

前記第１中間層及び前記基板層の間に位置する第２中間層と、を備え、

前記第１中間層は、

前記ダイアフラム部及び前記第２中間層の間に位置する電極部と、

前記メンブレン層における前記ダイアフラム部とは異なる部分と接合し、前記電極部と電気的に絶縁されたガード部と、を備え、

前記第２中間層は、

前記基板層及び前記ガード部と接合した側壁部と、

前記ダイアフラム部、前記基板層、及び前記側壁部によって区画された内部空間に前記基板層及び前記側壁部から離れて設けられ、前記電極部と前記厚み方向に間隔を空けて対向し、前記ダイアフラム部に支持されて前記ダイアフラム部が変位することによって移動する導電性の可動部と、を備える。

[0100] （２） （１）の圧力センサ素子において、

前記電極部は、前記ダイアフラム部と接合していてもよい。

[0101] （３） （１）の圧力センサ素子において、

前記電極部は、前記ダイアフラム部と離れていてもよく、前記可動部と前記厚み方向に対向していない部分において前記側壁部に支持されていてもよい。

[0102] （４） （１）から（３）のいずれか１つの圧力センサ素子において、

前記ダイアフラム部は、前記ダイアフラム部に圧力が作用したときの変位量が最大となる位置において前記可動部を支持していてもよい。

[0103] （５） （１）から（４）のいずれか１つの圧力センサ素子において、

前記内部空間は、密閉空間であってもよい。

[0104] （６） （１）から（５）のいずれか１つの圧力センサ素子において、

前記厚み方向から見て、前記ダイアフラム部は長方形であってもよい。

[0105] （７） （６）の圧力センサ素子において、

前記可動部のうちの前記ダイアフラム部に支持される部分である支持部は、前記厚み方向から見て長方形である前記ダイアフラム部の長辺方向に沿って延びた線形状であってもよい。

[0106] （８） （６）の圧力センサ素子において、

前記可動部は、各々が前記ダイアフラム部に支持される部分である複数の支持部を備えていてもよく、

前記複数の支持部は、前記厚み方向から見て長方形である前記ダイアフラム部の長辺方向に沿って互いに間隔を空けて並んでいてもよい。

[0107] （９） （６）から（８）のいずれか１つの圧力センサ素子において、

前記厚み方向から見て長方形である前記ダイアフラム部の長辺の長さから短辺の長さを除算した値は２以上であってもよい。

[0108] （１０） （９）の圧力センサ素子において、

前記厚み方向から見て長方形である前記ダイアフラム部の長辺の長さから短辺の長さを除算した値は３以上であってもよい。

[0109] （１１） （６）から（１０）のいずれか１つの圧力センサ素子において、

前記メンブレン層は、複数の前記ダイアフラム部を備えていてもよく、

前記内部空間は、複数の前記ダイアフラム部の各々に対応するように複数設けられていてもよく、

前記第１中間層は、複数の前記内部空間の各々に対応して設けられた複数の前記電極部を備えていてもよく、

前記第２中間層は、複数の前記内部空間の各々に対応して設けられた複数の前記可動部を備えていてもよく、

複数の内部空間の各々において、前記可動部は、前記基板層及び前記側壁部から離れて設けられ、前記電極部と前記厚み方向に間隔を空けて対向し、前記ダイアフラム部に支持されて前記ダイアフラム部が変位することによって移動してもよく、

各々が前記厚み方向から見て長方形である複数の前記ダイアフラム部は、隣り合う２つの前記ダイアフラム部の長方形の長辺が対向するように長方形の短辺方向に沿って並んでいてもよい。

[0110] （１２） （１１）の圧力センサ素子において、

複数の前記内部空間は、互いに連通していてもよい。

[0111] なお、前記様々な実施形態のうちの任意の実施形態を適宜組み合わせることにより、それぞれの有する効果を奏するようにすることができる。

[0112] 前記様々な実施形態において、本開示の圧力センサの特徴点のうちの一部の特徴点のみを有していてもよい。

[0113] 例えば、圧力センサ素子は、ダイアフラム部、基板層、及び側壁部によって区画された内部空間に可動部が設けられているという特徴点を有していない一方で、厚み方向から見てダイアフラム部が長方形であるという特徴点を有していてもよい。この場合、圧力センサ素子の一態様は、例えば以下の（１３）のようになる。

[0114] （１３）本開示の一態様の圧力センサ素子は、

ダイアフラム部を有するメンブレン層と、

前記メンブレン層と厚み方向に間隔を空けて対向する基板層と、

前記メンブレン層及び前記基板層の間に位置する中間層と、を備え、

前記メンブレン層は、前記ダイアフラム部に電極部を有し、

前記中間層は、

前記基板層及び前記メンブレン層と接合した側壁部と、

前記側壁部から離れて設けられ、前記電極部と前記厚み方向に間隔を空けて対向し、前記ダイアフラム部における前記電極部とは異なる部分に支持されて前記ダイアフラム部が変位することによって移動する導電性の可動部と、を備え、

前記厚み方向から見て、前記ダイアフラム部は長方形である。

[0115] （１３）の圧力センサ素子では、第１中間層３０はメンブレン層２０に含まれている。（１３）の圧力センサ素子では、第２中間層４０は中間層の一例である。なお、（１３）の圧力センサ素子は、前記（１）～（１２）の特徴点を有していてもよい。但し、（６）の特徴点は（１３）に含まれている。

[0116] 本発明は、適宜図面を参照しながら好ましい実施の形態に関連して充分に記載されているが、この技術に熟練した人々にとっては種々の変形や修正は明白である。そのような変形や修正は、添付した請求の範囲による本発明の範囲から外れない限りにおいて、その中に含まれると理解されるべきである。

符号の説明

[0117] １０　圧力センサ素子
２０　メンブレン層
２０Ａ　ダイアフラム部
２０Ｂ　ダイアフラム部
３０　第１中間層
３２　電極部
３３　ガード部
４０　第２中間層
４０Ａ　内部空間
４０Ｂ　内部空間
４１　可動部
４１１　支持部
４１２　支持部
４２　側壁部
５０　基板層

請求の範囲

[請求項1] ダイアフラム部を有するメンブレン層と、

前記メンブレン層と厚み方向に間隔を空けて対向する基板層と、

前記メンブレン層及び前記基板層の間に位置する第１中間層と、

前記第１中間層及び前記基板層の間に位置する第２中間層と、を備え、

前記第１中間層は、

前記ダイアフラム部及び前記第２中間層の間に位置する電極部と、

前記メンブレン層における前記ダイアフラム部とは異なる部分と接合し、前記電極部と電気的に絶縁されたガード部と、を備え、

前記第２中間層は、

前記基板層及び前記ガード部と接合した側壁部と、

前記ダイアフラム部、前記基板層、及び前記側壁部によって区画された内部空間に前記基板層及び前記側壁部から離れて設けられ、前記電極部と前記厚み方向に間隔を空けて対向し、前記ダイアフラム部に支持されて前記ダイアフラム部が変位することによって移動する導電性の可動部と、を備える圧力センサ素子。

[請求項2] 前記電極部は、前記ダイアフラム部と接合している請求項１に記載の圧力センサ素子。

[請求項3] 前記電極部は、前記ダイアフラム部と離れており、前記可動部と前記厚み方向に対向していない部分において前記側壁部に支持されている請求項１に記載の圧力センサ素子。

[請求項4] 前記ダイアフラム部は、前記ダイアフラム部に圧力が作用したときの変位量が最大となる位置において前記可動部を支持している請求項１から３のいずれか１項に記載の圧力センサ素子。

[請求項5] 前記内部空間は、密閉空間である請求項１から４のいずれか１項に記載の圧力センサ素子。

[請求項6] 前記厚み方向から見て、前記ダイアフラム部は長方形である請求項

１から５のいずれか１項に記載の圧力センサ素子。

[請求項7] 前記可動部のうちの前記ダイアフラム部に支持される部分である支持部は、前記厚み方向から見て長方形である前記ダイアフラム部の長辺方向に沿って延びた線形状である請求項６に記載の圧力センサ素子。

[請求項8] 前記可動部は、各々が前記ダイアフラム部に支持される部分である複数の支持部を備え、

前記複数の支持部は、前記厚み方向から見て長方形である前記ダイアフラム部の長辺方向に沿って互いに間隔を空けて並んでいる請求項６に記載の圧力センサ素子。

[請求項9] 前記厚み方向から見て長方形である前記ダイアフラム部の長辺の長さから短辺の長さを除算した値は２以上である請求項６から８のいずれか１項に記載の圧力センサ素子。

[請求項10] 前記厚み方向から見て長方形である前記ダイアフラム部の長辺の長さから短辺の長さを除算した値は３以上である請求項９に記載の圧力センサ素子。

[請求項11] 前記メンブレン層は、複数の前記ダイアフラム部を備え、

前記内部空間は、複数の前記ダイアフラム部の各々に対応するように複数設けられ、

前記第１中間層は、複数の前記内部空間の各々に対応して設けられた複数の前記電極部を備え、

前記第２中間層は、複数の前記内部空間の各々に対応して設けられた複数の前記可動部を備え、

複数の内部空間の各々において、前記可動部は、前記基板層及び前記側壁部から離れて設けられ、前記電極部と前記厚み方向に間隔を空けて対向し、前記ダイアフラム部に支持されて前記ダイアフラム部が変位することによって移動し、

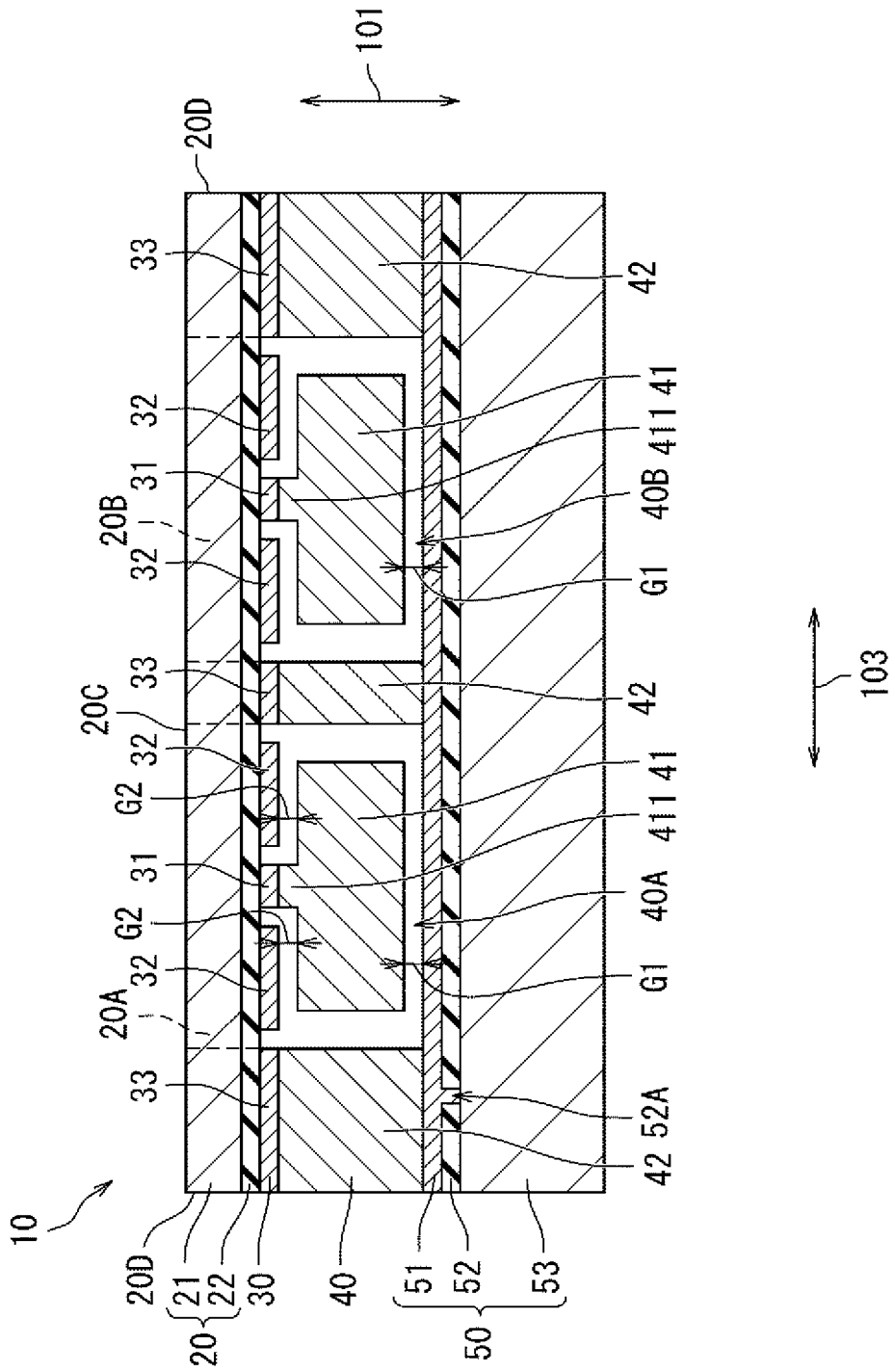
各々が前記厚み方向から見て長方形である複数の前記ダイアフラム

部は、隣り合う２つの前記ダイアフラム部の長方形の長辺が対向するように長方形の短辺方向に沿って並んでいる請求項６から１０のいずれか１項に記載の圧力センサ素子。

[請求項12] 複数の前記内部空間は、互いに連通している請求項１１に記載の圧力センサ素子。

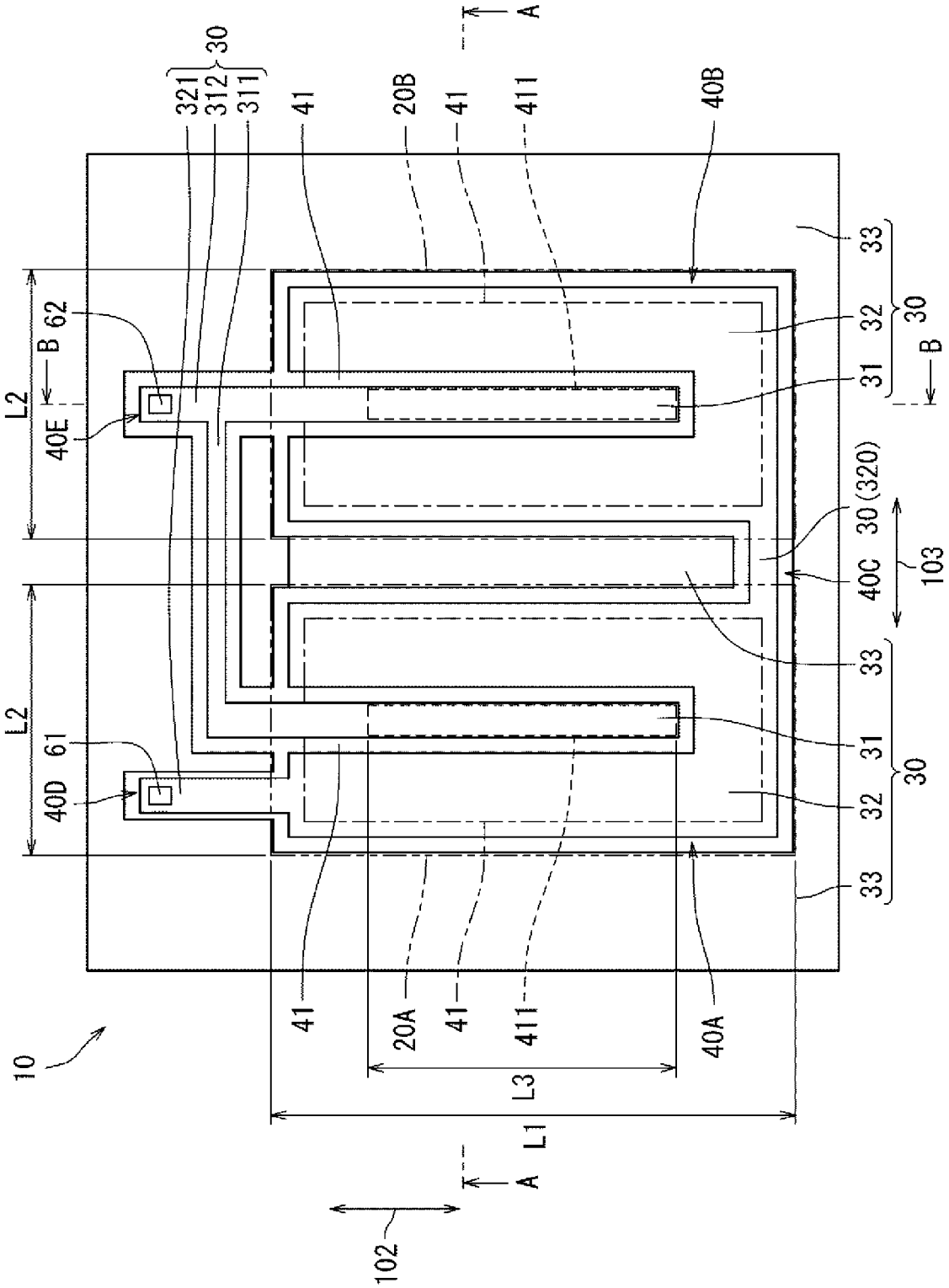
[図1]

図1


101
103
10
20D
20B
20C
20A
20
21
22
30
40
50
51
52
53
33
32
31
G2
G1
41
411
40B
40A
42
52A

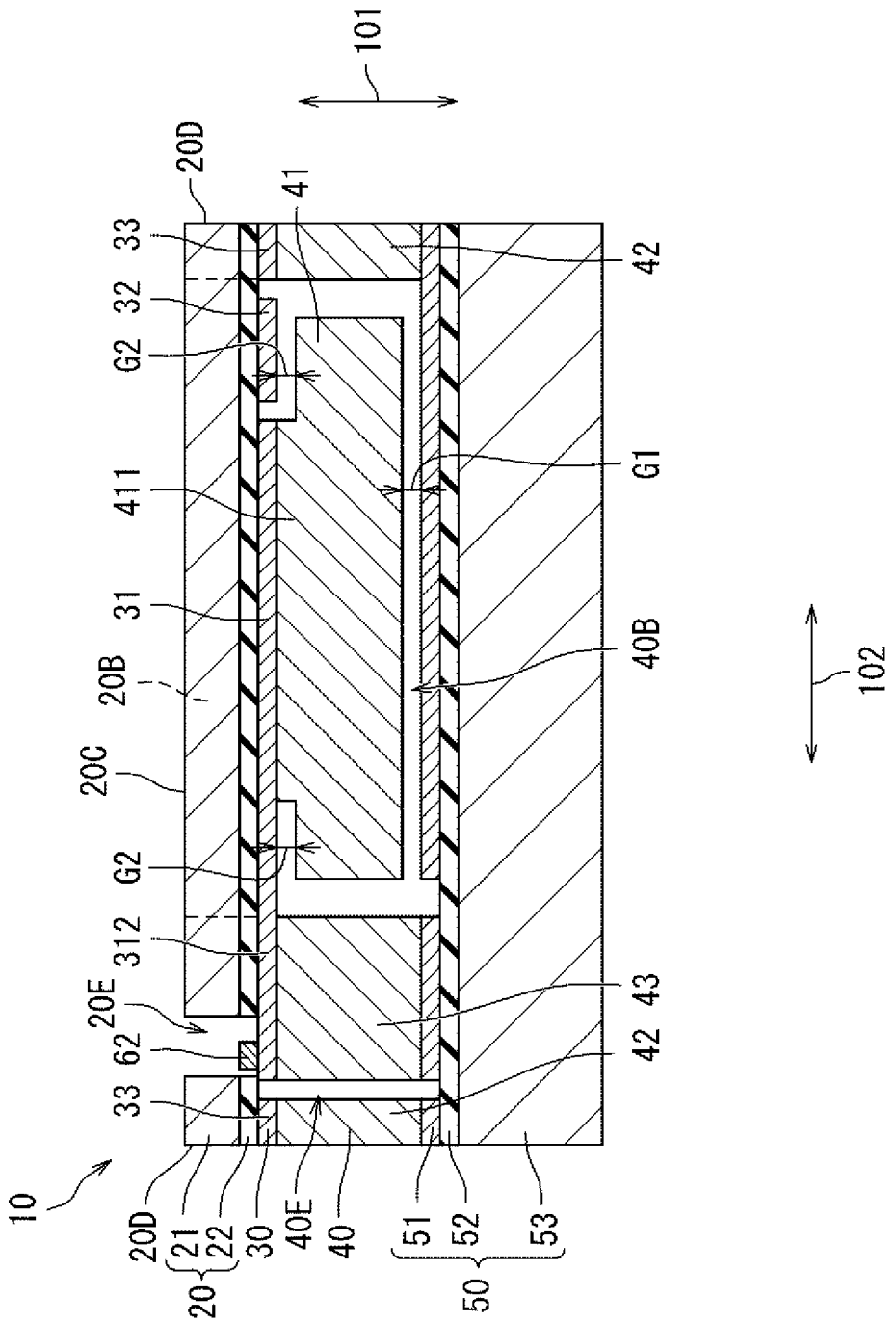
[図2]

図2


A
30
321
312
311
41
20B
41
411
40B
33
32
31
30
B
62
L2
40E
30 (320)
40C
103
33
31
32
30
33
L2
61
40D
41
20A
41
411
40A
10
L3
L1
A
102

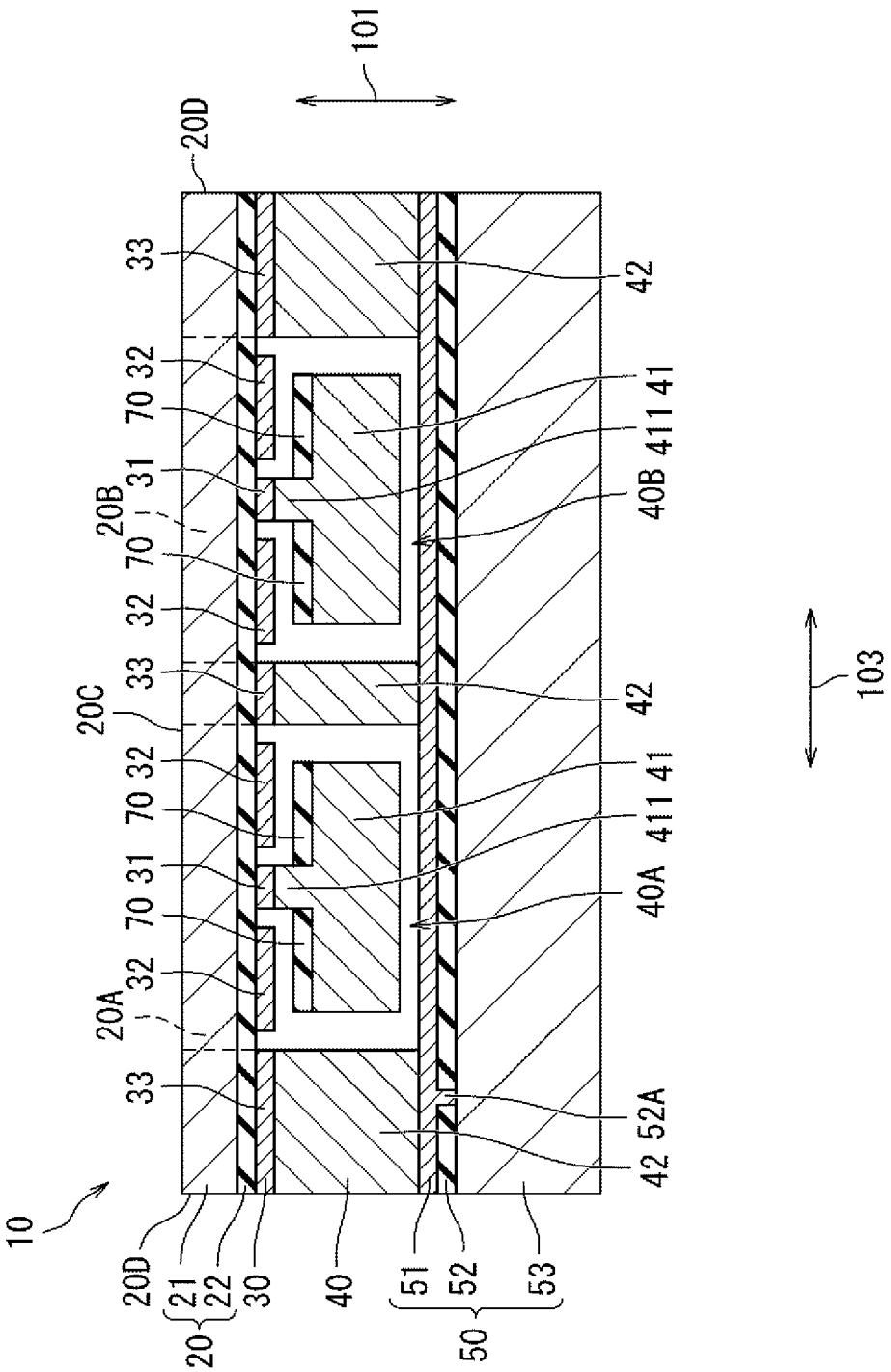
[図3]

図3


101
102
10
20D
41
33
42
32
G2
G1
411
31
40B
20B
20C
G2
312
20E
43
62
42
33
20D
21
22
30
40E
40
51
52
53
20
50

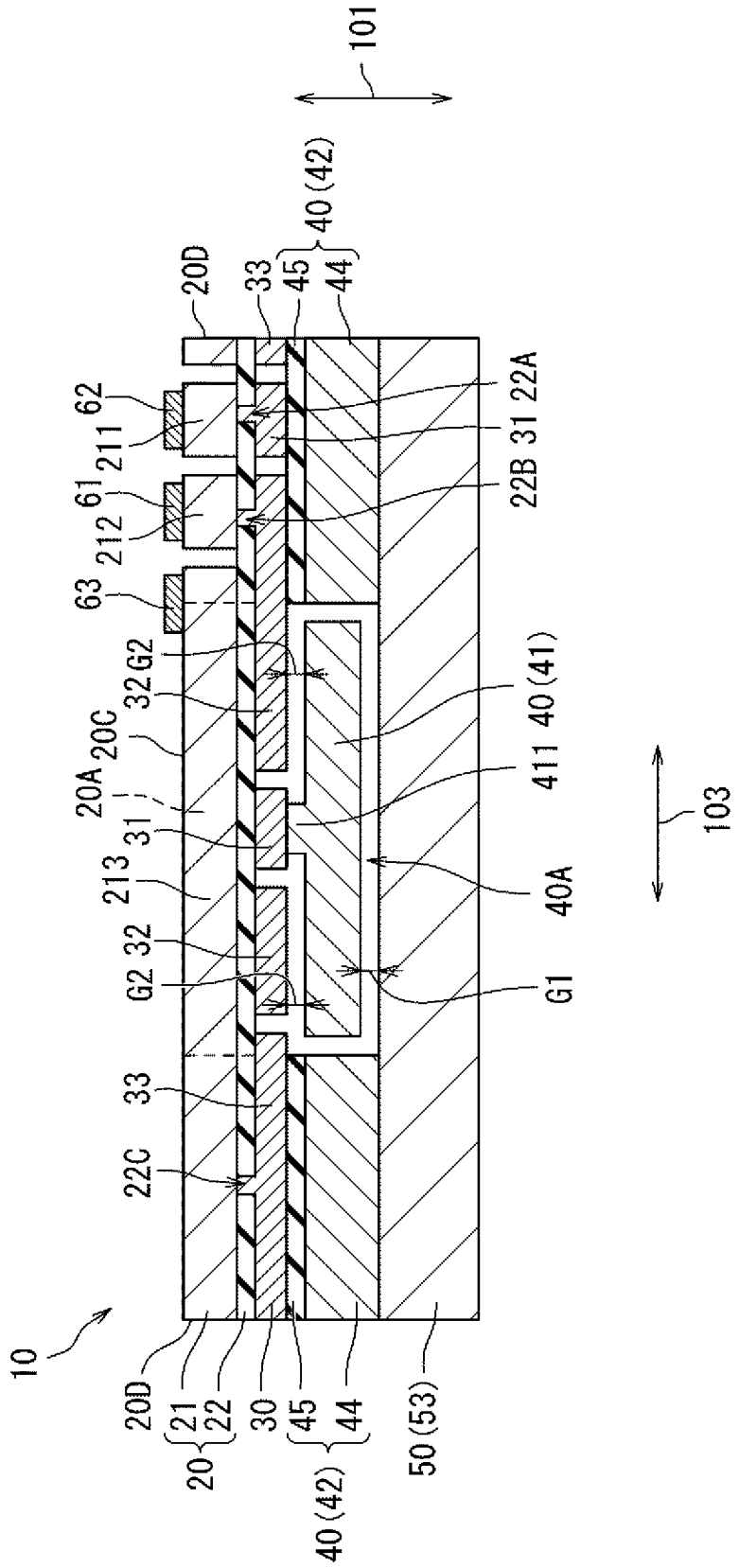
[図4]

図4


101
20D
33
42
32
70
41
411
31
40B
20B
70
32
33
42
20C
32
70
41
411
70
31
40A
70
32
20A
33
52A
42
10
20D
21
22
30
40
51
52
53
20
50
103

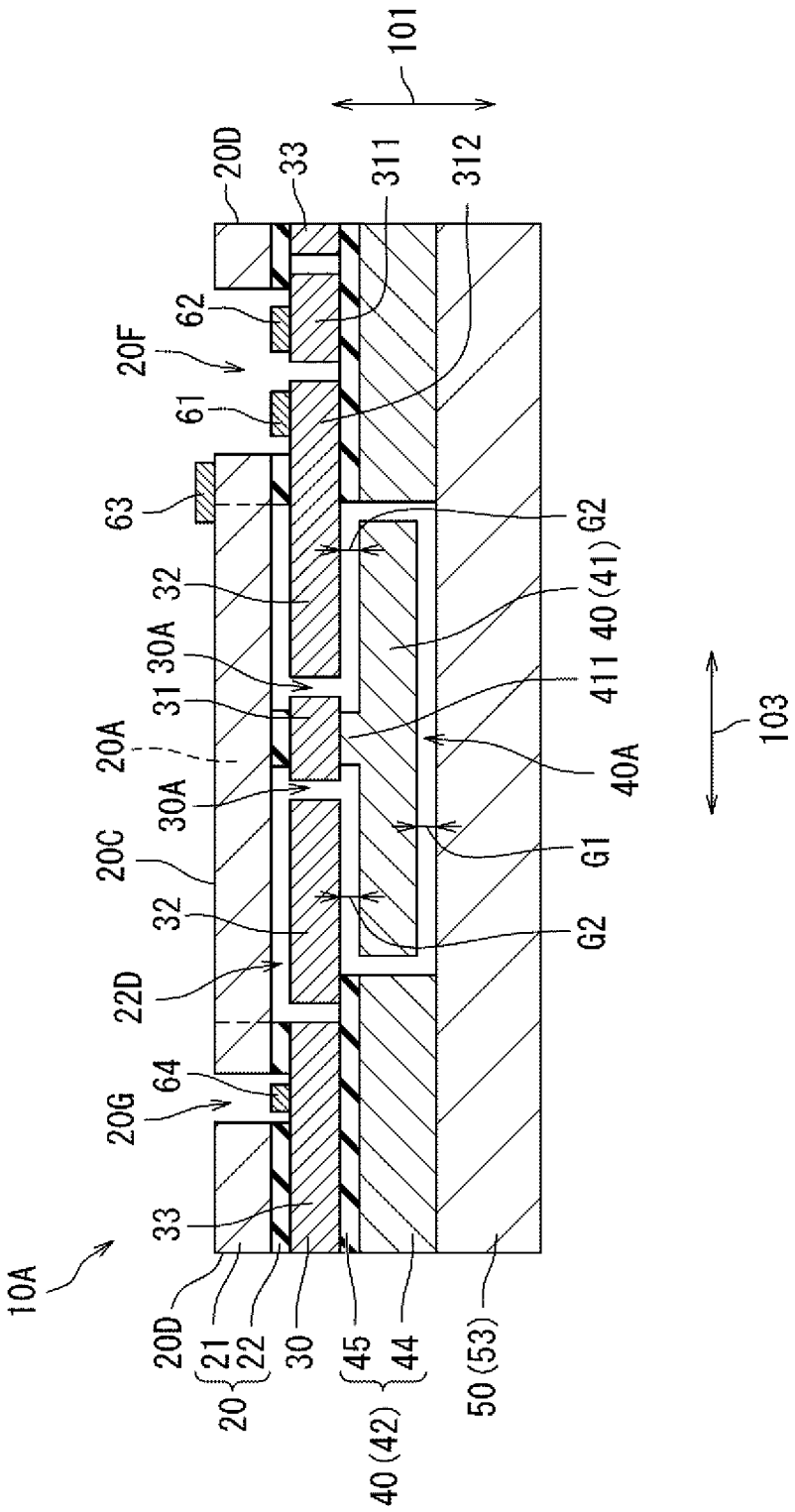
[図5]

図5


101
40(42)
20D
33
45
44
62
211
61
212
63
G2
32
20C
20A
31
213
G2
32
33
22C
22A
31
22B
40(41)
411
40A
G1
103
10
20D
21
22
20
30
45
44
40(42)
50(53)

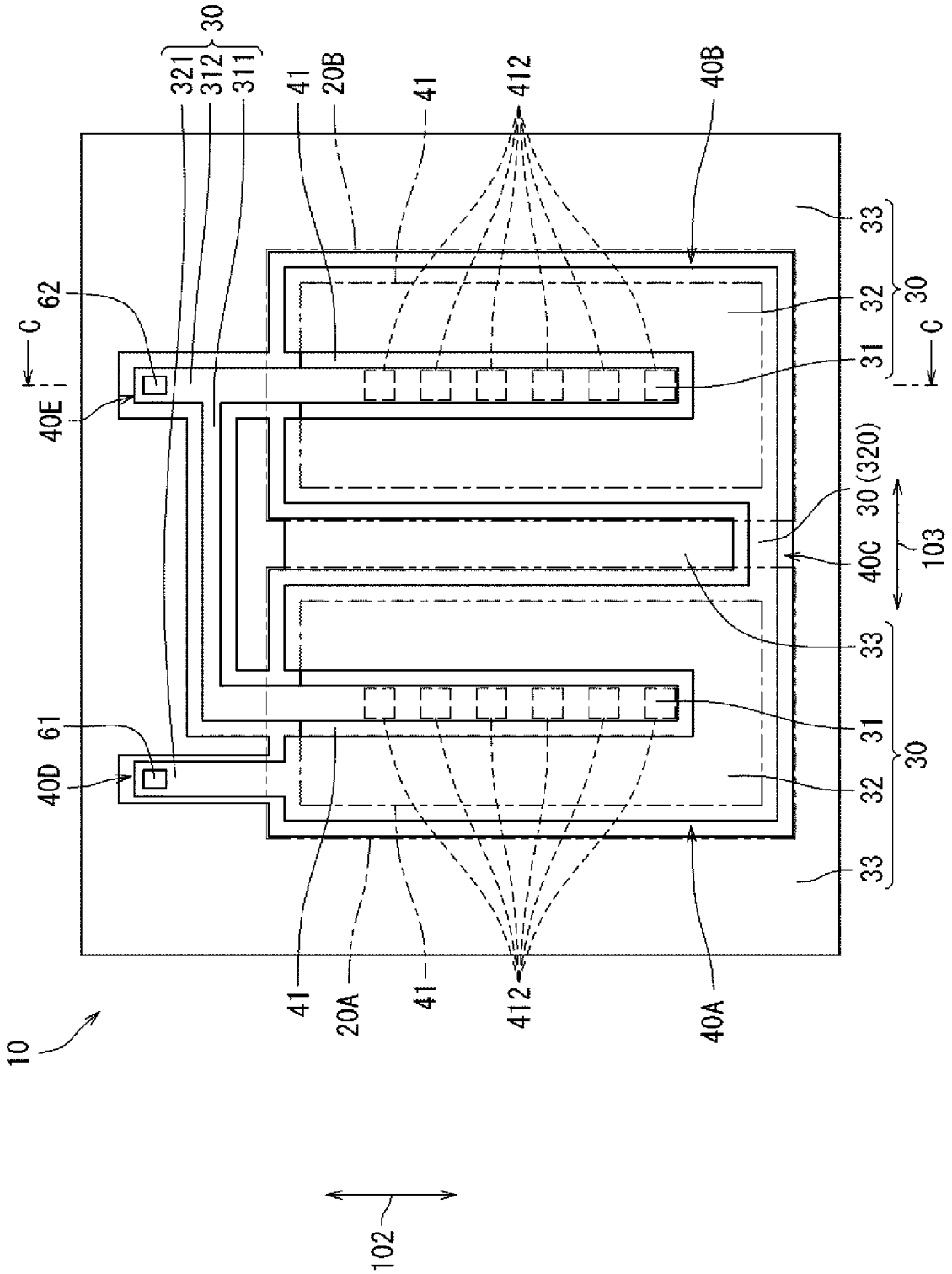
[図6]

図6


101
20D
33
311
312
62
20F
61
63
G2
32
40(41)
30A
411
31
20A
40A
30A
103
20C
G1
32
G2
22D
64
20G
33
10A
20D
21
22
30
45
44
50(53)
20
40(42)

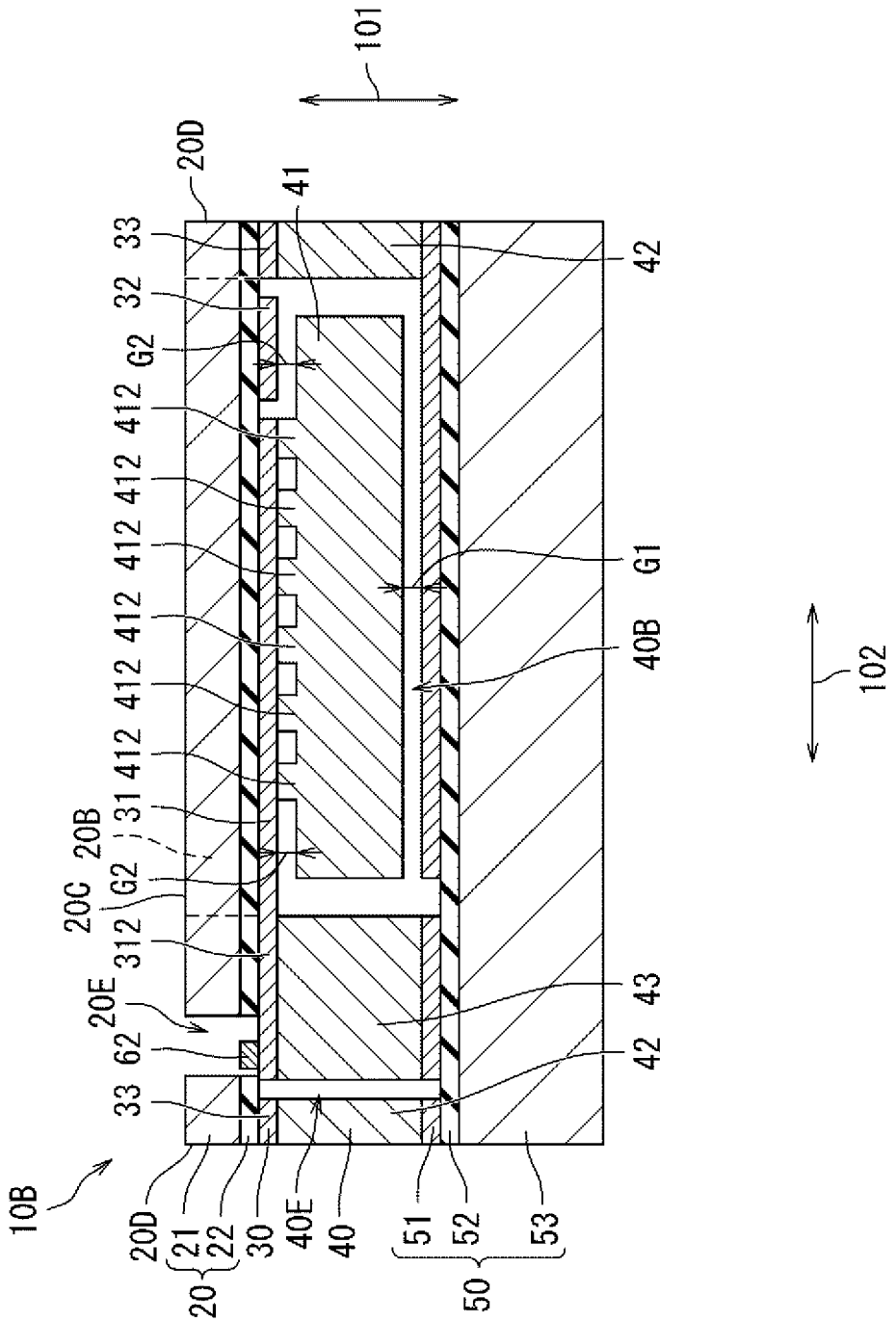
[図7]

図7


30
321
312
311
41
20B
41
412
40B
33
32
31
30
62
C
C
40E
30 (320)
40C
103
33
31
30
32
33
61
40D
10
41
20A
41
412
40A
102

[図8]

図8


101
102
10B
20D
21
22
20
30
40E
40
51
52
53
50
20D
41
33
32
G2
412
31
20B
20C
312
20E
62
42
G1
40B
43

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/017650

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01L 9/00(2006.01)i
FI: G01L9/00 305G

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)

G01L7/00-23/32; H01L29/84

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 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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	JP 2015-213967 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 03 December 2015 (2015-12-03) paragraphs [0077]-[0079], fig. 23	1-12
A	JP 2015-137949 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 30 July 2015 (2015-07-30) paragraphs [0016]-[0049], fig. 1-4	1-12
A	JP 2020-153779 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 24 September 2020 (2020-09-24) paragraphs [0008]-[0016], fig. 3	1-12
A	US 2018/0335358 A1 (ZHENG, Guoguang) 22 November 2018 (2018-11-22) paragraphs [0032]-[0051], fig. 1	1-12
A	US 2015/0198493 A1 (KAELBERER et al.) 16 July 2015 (2015-07-16) paragraphs [0041]-[0049], fig. 1	1-12

☐ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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
25 June 2024	**09 July 2024**

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/017650

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2015-213967 A	03 December 2015	(Family: none)	
JP 2015-137949 A	30 July 2015	(Family: none)	
JP 2020-153779 A	24 September 2020	US 2020/0300717 A1 paragraphs [0019]-[0034]	
US 2018/0335358 A1	22 November 2018	CN 104897334 A	
US 2015/0198493 A1	16 July 2015	CN 104773705 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/017650

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

G01L 9/00(2006.01)i
FI: G01L9/00 305G

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））

G01L7/00-23/32; H01L29/84

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	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４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	JP 2015-213967 A (セイコーエプソン株式会社) 03.12.2015 (2015-12-03) 段落[0077]-[0079], [図23]	1-12
A	JP 2015-137949 A (セイコーエプソン株式会社) 30.07.2015 (2015-07-30) 段落[0016]-[0049], [図1]-[図4]	1-12
A	JP 2020-153779 A (株式会社東芝) 24.09.2020 (2020-09-24) 段落[0008]-[0016], [図3]	1-12
A	US 2018/0335358 A1 (ZHENG, Guoguang) 22.11.2018 (2018-11-22) 段落[0032]-[0051], [図1]	1-12
A	US 2015/0198493 A1 (KAELBERER et al.) 16.07.2015 (2015-07-16) 段落[0041]-[0049], [図1]	1-12

☐ 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
"D" 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
"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	国際調査報告の発送日
25.06.2024	09.07.2024

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）
松山　紗希 2F 6205
電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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/JP2024/017650

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2015-213967 A	03.12.2015	（ファミリーなし）	
JP 2015-137949 A	30.07.2015	（ファミリーなし）	
JP 2020-153779 A	24.09.2020	US 2020/0300717 A1 段落[0019]-[0034]	
US 2018/0335358 A1	22.11.2018	CN 104897334 A	
US 2015/0198493 A1	16.07.2015	CN 104773705 A	