(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
2021年9月2日(02.09.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/172103 A1

(51) 国際特許分類:
G01L 9/00 (2006.01)　　*G01L 9/04* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2021/005734

(22) 国際出願日：　2021年2月16日(16.02.2021)

(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 2020-029308　2020年2月25日(25.02.2020)　JP

(71) 出願人：ＴＤＫ株式会社(**TDK CORPORATION**) [JP/JP]；〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目５番１号 Tokyo (JP).

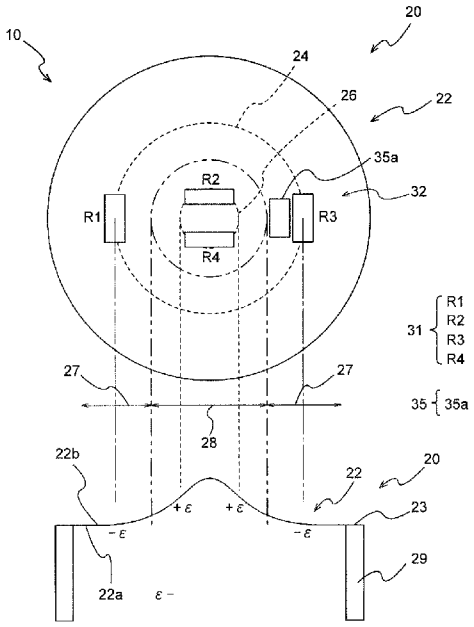
(72) 発明者：小林　正典 (**KOBAYASHI, Masanori**)；〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目５番１号 ＴＤＫ株式会社内 Tokyo (JP). 海野 健(**UNNO, Ken**)；〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目５番１号 ＴＤＫ株式会社内 Tokyo (JP). 笹原 哲也(**SASAHARA, Tetsuya**)；〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目５番１号 ＴＤＫ株式会社内 Tokyo (JP). 縄岡 孝平(**NAWAOKA, Kohei**)；〒1036128 東京都中央区日本橋二丁目５番１号 ＴＤＫ株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人：前田・鈴木国際特許業務法人 (**MAEDA & SUZUKI**)；〒1010003 東京都千代田区一ツ橋２丁目５番５号 岩波書店一ツ橋ビル８階 Tokyo (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, 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,

(54) **Title:** PRESSURE SENSOR

(54) 発明の名称：　圧力センサ



(57) **Abstract:** [Problem] To provide a pressure sensor that makes it possible to reduce power consumption and prevent pressure variation detection failure. [Solution] A pressure sensor comprising: a membrane that deforms in response to pressure; a pressure detection circuit that includes at least four resistive elements disposed on the membrane, the resistive elements forming a bridge circuit to detect deformation of the membrane; a piezoelectric element that is disposed on the membrane and that detects deformation of the membrane; and a switching unit that switches power supply to the pressure detection circuit on the basis of a detection signal from the piezoelectric element.

(57) 要約：【課題】低消費電力化が可能であって、圧力変化の検出漏れを防止可能な圧力センサを提供する。【解決手段】圧力に応じた変形を生じるメンブレンと、メンブレン上に配置される少なくとも４つの抵抗体を含み、抵抗体によるブリッジ回路を形成してメンブレンの変形を検出する圧力検出回路と、メンブレン上に配置されておりメンブレンの変形を検出する圧電体と、圧電体からの検出信号に基づいて、圧力検出回路への電力供給を切り換える切換部と、を有する圧力センサ。

WO 2021/172103 A1

［続葉有］

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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 圧力センサ

技術分野

[0001] 本発明は、メンブレンの変形による歪を抵抗変化により検出する圧力センサに関する。

背景技術

[0002] 圧抵抗効果（ピエゾ抵抗効果ともいう）を利用して、メンブレン（ダイアフラムともいう）の歪を抵抗変化により検出する圧力センサが知られている。このような圧力センサでは、メンブレンの変形による歪を、メンブレン上に設けられた抵抗体の抵抗変化により検出する。

[0003] また、近年、圧力センサの低消費電力化が求められており、たとえば、圧力センサに含まれるブリッジ回路への電力供給を、パルス駆動によって間欠的に行う技術が提案されている（特許文献１参照）。

[0004] しかしながら、間欠的に電力供給を行う圧力センサでは、電力供給がＯＦＦのタイミングで発生した瞬間的な圧力異常を検出できないという課題を有している。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平６－１９４２４３号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本発明は、低消費電力化が可能であって、圧力変化の検出漏れを防止可能な圧力センサを提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するために、本発明に係る圧力センサは、

圧力に応じた変形を生じるメンブレンと、

前記メンブレン上に配置される少なくとも４つの抵抗体を含み、前記抵抗

体によるブリッジ回路を形成して前記メンブレンの変形を検出する圧力検出回路と、

前記メンブレン上に配置されており前記メンブレンの変形を検出する圧電体と、

前記圧電体からの検出信号に基づいて、前記圧力検出回路への電力供給を切り換える切換部と、を有する。

[0008] 本発明に係る圧力センサは、抵抗体によってブリッジ回路を形成して圧力を計測する圧力検出回路とは別に、メンブレン上に配置された圧電体と、圧電体からの検出信号に基づいて圧力検出回路への電力供給を切り換える切換部を有する。このような圧力センサは、たとえば、検出信号に応じて電力供給を停止・再開等することにより、必要な圧力範囲においてのみ圧力検出を行うことができるため、低消費電力化が可能である。また、圧電体は、メンブレン上に配置されているため、このような圧電体からの検出信号に基づくことにより、切換部は、電力供給の停止・再開を精度良く行うことができ、圧力変化の検出漏れを防止することができる。また、圧電体は、メンブレンの変形により圧電効果を生じる。したがって、このような圧力センサは、圧電体によるメンブレンの変形の検出および切換部による電力供給のために必要な電力を抑制することが可能であり、この点でも低消費電力化に資する。

[0009] また、たとえば、前記圧力検出回路に含まれる前記抵抗体には、前記メンブレン上において所定の歪特性を生じる第１歪位置に配置される第１抵抗体および第３抵抗体と、前記第１歪位置とは異なる方向の歪特性を生じる第２歪位置に配置される第２抵抗体および第４抵抗体とを含み、

前記第１歪位置は、前記メンブレン上において前記第２歪位置より外周側に位置し、

前記圧電体は、前記メンブレン上において前記第１歪位置と同方向の歪を生じる第３歪領域に配置されている第１圧電体部分を有する。

[0010] 第３歪領域は、第２抵抗体および第４抵抗体が配置される第２歪位置より外周側に位置しており、メンブレン上の比較的広い範囲に広がっているため

、圧電体を第３歪領域に配置することにより、レイアウトの自由度を確保できる。また、第３歪領域が広いため、第１圧電体部分として比較的サイズの大きな圧電体を用いることが可能であり、そのような第１圧電体部分を有する圧電体は、メンブレンの変形によって、より大きな起電力を生じることができる。また、検出信号が大きければ、信号を増幅する回路を小さくしたり、または省略することが可能であり、この点でも装置の小型化に資する。また、検出信号が大きければノイズを抑えることができるため、圧電体による検出および切換部によるセンサの精度を高めることも可能である。

[0011] また、たとえば、前記圧電体は、前記第１圧電体部分を複数有してもよく、

前記切換部は、前記複数の前記第１圧電体部分からの検出信号を足し合わせた信号に基づいて、前記圧力検出回路への電力供給を切り換えてもよい。

[0012] 上述したように、第３歪領域は広いため、複数の第１圧電体部分を配置するのに適している。また切換部は、複数の第１圧電体部分において同一方向の歪から生じた検出信号を足し合わせた信号に基づくことにより、信号の検出値を大きくすることができる。したがって、このような圧力センサは、信号を増幅する回路を小さくしたり、または省略することが可能であり、圧力センサの小型化に資する。また、検出信号が大きければノイズを抑えることができるため、圧電体による検出および切換部による切換の精度を高めることも可能である。

[0013] また、たとえば、前記圧電体は、前記メンブレン上において前記第２歪位置と同方向の歪を生じる第４歪領域に配置されている第２圧電体部分を有してもよく、

前記切換部は、前記第１圧電体部分からの検出信号と前記第２圧電体部分からの検出信号の差分の信号に基づいて、前記圧力検出回路への電力供給を切り換えてもよい。したがって、このような圧力センサは、信号を増幅する回路を小さくしたり、または省略することが可能であり、圧力センサの小型化に資する。また、検出信号が大きければノイズを抑えることができるため

、圧電体による検出および切換部による切換の精度を高めることも可能である。

[0014] 第１圧電体部分と第２圧電体部分とでは、検出される歪の方向が異なり、符号が逆である検出信号が出力されるため、第１圧電体部分からの検出信号と第２圧電体部分からの検出信号の差分の信号におり、信号の検出値（絶対値）を大きくすることができる。

[0015] また、たとえば、前記圧電体は、薄膜による薄膜圧電体を有してもよい。

[0016] 圧電体が、薄膜圧電体であることにより、圧力センサの小型化に資する。

[0017] また、たとえば、本発明に係る圧力センサは、前記メンブレンの外縁部が接続する側壁と、

前記メンブレンにおける前記外縁部から内側の所定範囲と前記側壁とを接続しており、前記側壁から前記メンブレンの中心側へ向かって徐々に厚みが薄くなるフィレット部と、

を有してもよい。

[0018] フィレット部が形成されることにより、フィレット部が無い場合に比べて、メンブレン上に形成される第３歪領域が広がるため、このような圧力センサは、第１圧電体部分を大きくしたり、複数の第１圧電体部分を配置することが容易となり、圧電体による検出および切換部による切換の精度を高めることが可能である。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]図１は、本発明の第１実施形態に係る圧力センサの模式断面図である。

[図2]図２は、第１実施形態に係る圧力センサにおける抵抗体および圧電体の配置と、メンブレンの変形との関係を示す概念図である。

[図3]図３は、第１実施形態に係る圧力センサを用いて形成される回路の一例を示す概念図である。

[図4]図４は、第２実施形態に係る圧力センサにおける抵抗体および圧電体の配置を示す概念図である。

[図5]図５は、第３実施形態に係る圧力センサにおける抵抗体および圧電体の

配置を示す概念図である。

[図6]図６は、第４実施形態に係る圧力センサにおける抵抗体および圧電体の配置を示す概念図である。

[図7]図７は、第５実施形態に係る圧力センサを用いて形成される回路の一例を示す概念図である。

[図8]図８は、第６実施形態に係る圧力センサを用いて形成される回路の一例を示す概念図である。

[図9]図９は、第７実施形態に係る圧力センサを用いて形成される回路の一例を示す概念図である。

[図10]図１０は、本発明の第８実施形態に係る圧力センサにおけるメンブレンの変形を示す概念図である。

[図11]図１１は、本発明の第３および第４実施形態に係る圧力センサにおける圧電体の検出出力を示す概念図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明を、図面に示す実施形態に基づき説明する。

[0021] 第１実施形態

図１は、本発明に係る圧力センサ１０の概略断面図である。圧力センサ１０は、圧力に応じた変形を生じるメンブレン２２を有する。図１に示す実施形態では、ステム２０の上底が、メンブレン２２になっている。圧力センサ１０は、メンブレン２２を有するステム２０の他に、ステム２０へ圧力を伝える流路１２ｂが形成されている接続部材１２、接続部材１２に対してステム２０を固定する抑え部材１４、メンブレン２２上の電極部などに対して配線される基板部７０などを有する。

[0022] 図１に示すように、接続部材１２の外周には、圧力センサ１０を測定対象に対して固定するためのねじ溝１２ａが形成されている。ねじ溝１２ａを介して圧力センサ１０を固定することにより、接続部材１２の内部に形成されている流路１２ｂは、測定対象である圧力室に対して気密に連通する。

[0023] 図１に示すように、ステム２０は、有底（上底）筒状の外形状を有してお

り、接続部材１２における流路１２ｂの一方の端部に設けられる。ステム２０は、開口部側にフランジ部２１が設けられており、抑え部材１４と接続部材１２との間にフランジ部２１が挟み込まれることにより、接続部材１２に対して固定される。ステム２０の開口部と接続部材１２の流路１２ｂとは、抑え部材１４を用いて気密に連結されており、測定対象の圧力が、ステム２０のメンブレン２２に伝えられる。

[0024] ステム２０の上底であるメンブレン２２は、側壁２９（図２参照）など、ステム２０における他の部分に比べて肉薄になっており、流路１２ｂから伝えられる圧力に応じた変形を生じる。メンブレン２２は、圧力流体に接触する内面２２ａと、内面２２ａとは反対側の外面２２ｂとを有しており、メンブレン２２の外面２２ｂ側には、後述する圧力検出回路３２、圧電体３５（図２参照）や、図示しない電極部などが設けられる。

[0025] 図１に示す抑え部材１４には、メンブレン２２の外面２２ｂに形成された圧力検出回路３２および圧電体３５に対して電気的に接続される配線や電極部などを有する基板部７０が固定されている。基板部７０の電極部とメンブレン２２上の電極部とは、ワイヤボンディングなどにより形成される接続配線９２などを介して、電気的に接続されている。基板部７０はリング状の外形状を有しており、ステム２０は、基板部７０の中央に形成される貫通穴を挿通している。

[0026] 図２は、第１実施形態に係る圧力センサ１０における抵抗体３１および圧電体３５の配置を示す概念図である。図２の上部は、メンブレン２２の外面２２ｂ側である上方側からステム２０を見た概略平面図であり、図２の下部は、ステム２０の模式断面図である。

[0027] 図２に示すように、圧力センサ１０は、第１抵抗体Ｒ１、第２抵抗体Ｒ２、第３抵抗体Ｒ３および第４抵抗体Ｒ４によるブリッジ回路を形成してメンブレン２２の変形を検出する圧力検出回路３２と、圧力検出回路３２とは独立してメンブレン２２の変形を検出する圧電体３５とを有する。圧力検出回路３２は、メンブレン２２の外面２２ｂに配置される少なくとも４つの抵抗

体Ｒ１～Ｒ４を含む。また、圧電体３５も、抵抗体Ｒ１～Ｒ４と同様に、メンブレン２２の外面２２ｂに配置されている。

[0028] 図２上部の概略平面図に示されるように、圧力検出回路３２に含まれる抵抗体Ｒ１～Ｒ４には、第１円周２４上に配置される第１抵抗体Ｒ１および第３抵抗体Ｒ３と、第２円周２６上に配置される第２抵抗体Ｒ２および第４抵抗体Ｒ４が含まれる。図２下部の模式断面図に示されるように、第１円周２４上は、メンブレン２２上において所定の歪特性を生じる第１歪位置であり、第２円周２６上は、メンブレン２２上において第１歪位置である第１円周２４上と異なる歪特性を生じる第２歪位置である。

[0029] 図２に示すように、第１歪位置である第１円周２４は、第２歪位置である第２円周２６より大きい半径を有する円の円周であり、メンブレン２２において、第１円周２４は、第２円周２６より外周側に位置する。たとえば、メンブレン２２が内面２２ａから所定の正圧を受けた場合に、第１円周２４上では負の歪－ε（圧縮歪）を生じるのに対して、第２円周２６では正の歪＋ε（引張歪）を生じる。このように、第１歪位置である第１円周２４上における歪特性と、第２歪位置である第２円周２６上における歪特性は、互いに異なる方向（符号が異なり打ち消しあう関係）であることが好ましい。

[0030] 図２に示す圧力検出回路３２は、４つの抵抗体Ｒ１～Ｒ４を有する。ただし、圧力検出回路３２が有する抵抗体Ｒ１～Ｒ４の数は、４つのみには限定されない。たとえば、圧力検出回路３２は、５つ以上の抵抗体を用いて、図３に示すようなブリッジ回路を形成するものであってもよい。

[0031] また、図２に示す圧力検出回路３２は、第１円周２４上に配置される抵抗体Ｒ１、Ｒ３の数と、第２円周２６に配置される抵抗体Ｒ２、Ｒ４の数とが、いずれも２つである。ただし、第１円周２４上に配置される抵抗体Ｒ１、Ｒ３の数および第２円周２６上に配置される抵抗体Ｒ２、Ｒ４の数は、３つ以上であってもよい。また、第１円周２４上に配置される抵抗体Ｒ１、Ｒ３の数と、第２円周２６上に配置される抵抗体Ｒ２、Ｒ４の数とは、同数であってもよく、異なっていてもよい。

[0032] 図２の上部の平面図に示すように、圧電体３５は、第１圧電体部分３５ａを有する。第１圧電体部分３５ａは、メンブレン２２上において第１歪位置である第１円周２４と同方向の歪を生じる第３歪領域２７に配置されている。図２の下部の模式断面図に示すように、メンブレン２２が内面２２ａから所定の正圧を受けた場合に、メンブレン２２の第３歪領域２７では、第１円周２４上と同じ負の歪－ε（圧縮歪）を生じる。

[0033] 図２に示すように、圧電体３５が有する第１圧電体部分３５ａは、第１円周２４より中心側の第３歪領域２７に配置されている。ただし、第１圧電体部分３５ａの配置としてはこれに限定されず、第１圧電体部分３５ａは、第１円周２４より外周側の第３歪領域２７に配置されていてもよく、第１円周２４上に配置されていてもよい。なお、第１円周２４上も、第３歪領域２７に含まれる。

[0034] 図３（ａ）は、圧力センサ１０を用いて形成される回路の一例を示す概念図である。図３（ａ）に示すように、圧力検出回路３２に含まれる第１～第４抵抗体Ｒ１～Ｒ４は、ブリッジ回路を形成している。圧力検出回路３２の出力信号Ｖｏｕｔは、アンプ７３を介して、マイクロプロセッサ８０の圧力信号入力部８２に入力される。図２では図示を省略しているが、メンブレン２２上には、圧力検出回路３２を構成する第１～第４抵抗体Ｒ１～Ｒ４に対して電力を供給し、または、第１～第４抵抗体Ｒ１～Ｒ４による圧力検出回路３２の出力信号Ｖｏｕｔを伝えるための電極部が形成されている。圧力検出回路３２は、電極部および接続配線９２（図１参照）を介して、基板部７０に電気的に接続されている。

[0035] 図３（ａ）に示すように、第１圧電体部分３５ａを有する圧電体３５は、少なくともメンブレン２２上では圧力検出回路３２に対して接続しておらず、圧力検出回路３２とは独立して歪を検出可能である。第１圧電体部分３５ａの検出信号Ｖｔｒ１は、マイクロプロセッサ８０の検出信号入力部８３に入力される。

[0036] 図３（ａ）に示すように、圧力センサ１０は、圧電体３５からの検出信号

Ｖｔｒに基づいて、圧力検出回路３２への電力供給を切り換える切換部７２を有する。なお、図３に示すマイクロプロセッサ８０、切換部７２、およびアンプ７３は、たとえば、基板部７０に配置することができるが、これらの配置場所は特に限定されない。

[0037] 切換部７２は、基板部７０（図１参照）に配置されるスイッチを有し、スイッチがＯＮになると圧力検出回路３２へ電力が供給され、スイッチがＯＦＦになると圧力検出回路３２への電力供給が停止される。切換部７２のＯＮ／ＯＦＦは、マイクロプロセッサ８０のスイッチ制御部８１によって制御される。

[0038] スイッチ制御部８１は、第１圧電体部分３５ａによる検出信号Ｖｔｒ１に基づく圧電体３５の検出信号Ｖｔｒに基づいて、切換部７２を制御する。圧力センサ１０では、図１に示すように、圧電体３５が１つの第１圧電体部分３５ａを有するため、圧力信号入力部８２に入力される圧電体３５の検出信号Ｖｔｒは、第１圧電体部分３５ａによる検出信号Ｖｔｒ１と同じである。

[0039] 図３（ｂ）は、図３（ａ）に示す回路を有する圧力センサ１０における、圧力Ｐと、検出信号Ｖｔｒと、出力信号Ｖｏｕｔとの出力結果の一例を表すグラフである。なお、図４に示すグラフの縦軸は、圧力Ｐの高さおよび検出信号Ｖｔｒ、出力信号Ｖｏｕｔの信号強度を示し、グラフの横軸は時間ｔを示す。図３（ｂ）に示すグラフは、第１圧電体部分３５ａが配置される第３歪領域２７に正の歪が生じる場合を想定しているが、図２に示すように、第３歪領域２７に負の歪が生じる場合であっても、たとえば歪を絶対値とすれば同様に考えることができる。

[0040] 図３（ｂ）の左側の領域に示すように、圧力センサ１０の測定対象である圧力流体の圧力が低く維持される場合、第３歪領域２７に生じる歪または歪の変化が小さいため、圧電体３５で検出される検出信号Ｖｔｒは、所定値ＶＬより小さい。この場合、図３（ａ）に示すスイッチ制御部８１は、検出信号入力部８３を介して、検出信号Ｖｔｒが所定値ＶＬ以上となっていないことを認識し、切換部７２のスイッチをＯＦＦの状態に維持する。

[0041] 図３（ａ）に示す切換部７２のスイッチがＯＦＦの状態では、圧力検出回路３２に電力が供給されない。そのため、図３（ｂ）下部のグラフにおける左側部分に示すように、圧力検出回路３２は歪を検出せず、圧力検出回路３２からの出力信号Ｖｏｕｔの値は変化しない。なお、電力供給のＯＮ／ＯＦＦを切り換える所定値ＶＬは、たとえば、圧力センサ１０による圧力検出を開始すべきトリガーとなる圧力および圧力変動などに基づき定めることができる。

[0042] 次に、図３（ｂ）の右側の領域に示すように、圧力センサ１０の測定対象である圧力流体の圧力が上昇した場合、第３歪領域２７に生じる歪または歪の変化が大きくなり、圧電体３５で検出される検出信号Ｖｔｒは、所定値ＶＬ以上となる（時間Ｔ１）。この場合、図３（ａ）に示すスイッチ制御部８１は、検出信号入力部８３を介して、検出信号Ｖｔｒが所定値ＶＬ以上となったことを認識し、切換部７２のスイッチをＯＮの状態に切り替える。

[0043] 図３（ａ）に示す切換部７２のスイッチがＯＮの状態では、圧力検出回路３２に電力が供給される。そのため、図３（ｂ）下部のグラフにおける右側部分に示すように、第１～第４抵抗体Ｒ１～Ｒ４を有する圧力検出回路３２が、圧力によって生じるメンブレン２２の歪を検出し、圧力検出回路３２からの出力信号Ｖｏｕｔの値は、圧力Ｐによって変化する。なお、切換部７２のスイッチは、検出信号Ｖｔｒが所定値ＶＬより小さくなっても、所定のタイミングまでＯＮの状態に維持されてもよく、検出信号Ｖｔｒが所定値ＶＬより小さくなったことに対応してＯＮからＯＦＦへ切り換わってもよい（図８（ｂ）参照）。

[0044] このように、圧力センサ１０では、圧電体３５が検出信号Ｖｔｒが所定値ＶＬを超えるメンブレン２２の変形を検出するまでは、ブリッジ回路を形成する圧力検出回路３２には電力が供給されない。そのため、圧力センサ１０は、低消費電力化を実現できる。また、圧力センサ１０は、圧電体３５を用いて、常に測定対象の圧力を検出しているため、瞬間的な圧力上昇が生じた場合であっても、切換部７２による電力供給を適切に切り換え、圧力変化の

検出漏れを防止できる。

[0045] 圧電体３５による圧力の検出精度は、切換部７２による電力供給を適切に切り換えられる程度であれば足り、ブリッジ回路を形成する圧力検出回路３２による圧力の検出精度より低くてもよい。

[0046] また、圧電体３５は、圧力検出回路３２と同様に、圧力に対応するメンブレン２２の変形を検出するものであるが、抵抗体Ｒ１～Ｒ４を用いる圧力検出回路３２とは異なり、メンブレン２２の変形に伴い分極し、表面に自発的な電位差を生じる。したがって、圧電体３５は、外部から電力を供給しなくても、圧力検出回路３２への電力供給を切り替えるためのセンサとして作用することができ、また、メンブレン２２上に形成する圧電体３５への配線もシンプルである。

[0047] また、図３（ａ）に示す回路では、検出信号Ｖｔｒの精度向上などのために、圧電体３５に対して所定の電圧を印加することも可能である。このような場合であっても、圧電体３５はほとんど電流を流さないため、圧電体３５を用いる圧力検出では、抵抗体Ｒ１～Ｒ４などを用いる検出に比べて、消費電力を大幅に小さくすることができる。

[0048] 図２に示すようなメンブレン２２を有するステム２０およびメンブレン２２上に設けられる圧力検出回路３２および圧電体３５は、たとえば、以下のようにして作製される。まず、メンブレン２２を有するステム２０を機械加工により作製する。ステム２０の材質は、適切な弾性変形を生じるものであれば特に限定されず、例えばステンレスなどの金属や合金が挙げられる。

[0049] 次に、メンブレン２２の上に、絶縁膜を挟んで半導体薄膜や金属薄膜を形成し、さらに部分的に圧電体薄膜を形成し、これらの薄膜に対してレーザー加工や、スクリーン印刷のような半導体加工技術による微細加工などを行うことにより、図２に示すような第１～第４抵抗体Ｒ１～Ｒ４を含む圧力検出回路３２や第１圧電体部分３５ａを形成する。なお、必要に応じて、圧力検出回路３２や第１圧電体部分３５ａの上表面の部分には、絶縁性の表面層が形成されてもよい。圧電体３５が薄膜圧電体による第１圧電体部分３５ａを

有し、半導体加工技術を用いて作製される圧力センサ１０は、小型化の観点で有利である。

[0050] 第２実施形態

図４は、第２実施形態に係る圧力センサ１１０における抵抗体３１および圧電体１３５の配置を示す概略平面図である。第２実施形態に係る圧力センサ１１０は、圧電体１３５に含まれる第１圧電体部分１３５ａの配置が、図２に示される圧力センサ１０とは異なることを除き、第１実施形態に係る圧力センサ１０と同様である。第２実施形態に係る圧力センサ１１０については、第１実施形態に係る圧力センサ１０との相違点を中心に説明をおこない、共通点の説明については省略する。

[0051] 圧力センサ１１０の圧電体１３５は、１つの第１圧電体部分１３５ａを有しており、第１圧電体部分１３５ａは、第１歪位置と同方向の歪を生じる第３歪領域２７に配置されている。圧電体１３５の配置場所は、メンブレン２２上で歪が検出できる位置であれば特に限定されないが、メンブレン２２上おける広い領域に形成され同じ方向の歪が生じる第３歪領域２７に、圧電体１３５を配置することにより、圧電体１３５の配置および大きさに関する制約を緩和することができる。したがって、第３歪領域２７に配置される第１圧電体部分１３５ａを有する圧力センサ１１０は、たとえば、サイズの大きい第１圧電体部分１３５ａを採用し、圧電体１３５による圧力の検出感度を上げることができる。また、圧電体１３５の検出感度が高ければ、検出信号を増幅させるアンプなどの回路を省略または縮小できる可能性があり、消費電力の低減や小型化の観点でも有利である。

[0052] また、図４に示すように、第１圧電体部分１３５ａを、第１歪位置である第１円周２４上に配置することにより、第１圧電体部分１３５ａは、第１抵抗体Ｒ１および第３抵抗体Ｒ３に対して、検出する歪の方向および大きさを揃えることができる。このような圧力センサ１１０では、圧電体１３５の検出信号と、抵抗体３１による圧力検出回路３２による出力信号との対応関係を、より高い精度で把握することができるため、圧力センサ１１０の切換部

７２（図３（ａ）参照）を、高精度に動作させることができる。また、圧力センサ１１０は、第１実施形態に係る圧力センサ１０との共通部分については、圧力センサ１０と同様の効果を奏する。

[0053] 第３実施形態

図５は、第３実施形態に係る圧力センサ２１０における抵抗体３１および圧電体２３５の配置を示す概略平面図である。第３実施形態に係る圧力センサ２１０は、圧電体２３５が、第１圧電体部分２３５ａを複数（図５では２つ）有する点で、図４に示される圧力センサ１１０とは異なることを除き、第２実施形態に係る圧力センサ１１０と同様である。第３実施形態に係る圧力センサ２１０については、第２実施形態に係る圧力センサ１１０との相違点を中心に説明をおこない、共通点の説明については省略する。

[0054] 圧力センサ２１０の圧電体２３５は、２つの第１圧電体部分２３５ａを有しており、２つの第１圧電体部分２３５ａは、第１歪位置と同方向の歪を生じる第３歪領域２７に配置されている。なお、圧力センサ２１０において、２つの第１圧電体部分２３５ａは、いずれも第１歪位置である第１円周２４上に配置されているが、第１圧電体部分２３５ａの配置は、これに限定されるものではない。圧電センサ２１０では、２つの第１圧電体部分２３５ａのうち一方または双方が、第１円周２４上以外の第３歪領域２７に配置されていてもよい。

[0055] 圧力センサ２１０では、図３に示すマイクロプロセッサ８０の検出信号入力部８３に、２つの第１圧電体部分２３５ａからの検出信号Ｖｔｒ１が入力される。図１１（ａ）は、圧力センサ２１０のマイクロプロセッサ８０での検出信号の処理を表す概念図である。図１１（ａ）に示すように、マイクロプロセッサ８０は、複数の第１圧電体部分２３５ａからの検出信号Ｖｔｒ１を足し合わせた検出信号Ｖｔｒを算出する。そして、圧力センサ２１０の切換部７２は、複数の第１圧電体部分２３５ａからの検出信号Ｖｔｒｌを足し合わせた検出信号Ｖｔｒに基づいて、圧力検出回路３２への電力供給を切り換える（図３参照）。

[0056] このような圧力センサ２１０は、複数の第１圧電体部分２３５ａからの検出信号Ｖｔｒｌを足し合わせることにより、圧電体２３５によって検出される信号を強くすることができるため、切換部７２を、より高精度に動作させることができる。また、圧力センサ２１０は、第２実施形態に係る圧力センサ１１０との共通部分については、圧力センサ１１０と同様の効果を奏する。

[0057] 第４実施形態

図６は、第４実施形態に係る圧力センサ３１０における抵抗体３１および圧電体３３５の配置を示す概略平面図である。第４実施形態に係る圧力センサ３１０は、圧電体２３５が、第１圧電体部分３３５ａに加えて、第２圧電体部分３３５ｂを有する点で、図４に示される圧力センサ１１０とは異なるが、その他の点では、第２実施形態に係る圧力センサ１１０と同様である。第４実施形態に係る圧力センサ３１０については、第２実施形態に係る圧力センサ１１０との相違点を中心に説明をおこない、共通点の説明については省略する。

[0058] 図６に示すように、圧力センサ３１０の圧電体３３５は、第１圧電体部分３３５ａと第２圧電体部分３３５ｂを有する。第１圧電体部分３３５ａは、図４に示す第１圧電体部分１３５ａと同様であり、メンブレン２２上の第３歪領域２７に配置されている。第２圧電体部分３３５ｂは、第１圧電体部分３３５ａと同様に薄膜圧電体などを有しており、メンブレン２２上の第４歪領域２８に配置されている。第４歪領域２８は、メンブレン２２上において、第２抵抗体Ｒ２および第４抵抗体Ｒ４が配置されている第２歪位置である第２円周２６と同方向の歪を生じる領域である（図２参照）。

[0059] 圧力センサ３１０では、図３に示すマイクロプロセッサ８０の検出信号入力部８３に、第１圧電体部分３３５ａからの検出信号Ｖｔｒ１と、第２圧電体部分からの検出信号Ｖｔｒ２とが入力される。図１１（ｂ）は、圧力センサ３１０のマイクロプロセッサ８０での検出信号の処理を表す概念図である。図１１（ｂ）に示すように、マイクロプロセッサ８０は、第１圧電体部分

３３５ａからの検出信号Ｖｔｒ１と第２圧電体部分３３５ｂからの検出信号Ｖｔｒ２の差分の検出信号Ｖｔｒを算出する。そして、圧力センサ３１０の切換部７２は、第１圧電体部分３３５ａからの検出信号Ｖｔｒ１と第２圧電体部分３３５ｂからの検出信号Ｖｔｒ２の差分の検出信号Ｖｔｒに基づいて、圧力検出回路３２への電力供給を切り換える（図３参照）。

[0060] このような圧力センサ３１０は、第１圧電体部分３３５ａからの検出信号Ｖｔｒｌと第２圧電体部分３３５ｂからの検出信号Ｖｔｒ２の差分の検出信号Ｖｔｒを得ることにより、圧電体３３５によって検出される信号を強くすることができるため、切換部７２を、より高精度に動作させることができる。また、圧力センサ３１０は、第２実施形態に係る圧力センサ１１０との共通部分については、圧力センサ１１０と同様の効果を奏する。

[0061] 第５実施形態

図７（ａ）は、第５実施形態に係る圧力センサ４１０の回路を示す概念図である。図７（ａ）に示す圧力センサ４１０の回路は、第１圧電体部分３５ａの検出信号Ｖｔｒ１が、ダイオードブリッジ４８４を通った後に検出信号入力部８３に入力する点で、図３（ａ）に示す圧力センサ１０の回路とは異なるが、その他の点では、第１実施形態に係る圧力センサ１０の回路と同様である。第５実施形態に係る圧力センサ４１０の説明では、第１実施形態に係る圧力センサ１０との相違点を中心に説明を行い、共通点については説明を省略する。

[0062] 図７（ａ）に示すダイオードブリッジ４８４は、第１圧電体部分３５ａの検出信号Ｖｔｒ１が負電圧である場合、これを反転させて出力する。したがって、図７（ａ）に示す検出信号入力部８３に入力される圧電体３５の検出信号Ｖｔｒは、圧力上昇時であっても、圧力低下時であっても、メンブレン２２の変形に応じた正の信号が入力される。

[0063] 図７（ｂ）は、図７（ａ）に示す回路を有する圧力センサ４１０における、圧力Ｐと、検出信号Ｖｔｒと、出力信号Ｖｏｕｔとの出力結果の一例を表すグラフである。図７（ｂ）の左側の領域に示すように、圧力センサ４１０

の測定対象である圧力流体の圧力が高く維持される場合、メンブレン２２に生じる歪または歪の変化が小さいため、圧電体３５で検出され、検出信号入力部８３に入力される検出信号Ｖｔｒは、所定値ＶＬより小さい。この場合、図７（ａ）に示すスイッチ制御部８１は、切換部７２のスイッチをＯＦＦの状態に維持する。

[0064] 図７（ｂ）に示す切換部７２のスイッチがＯＦＦの状態では、圧力検出回路３２に電力が供給されない。そのため、図７（ｂ）下部のグラフにおける左側部分に示すように、圧力検出回路３２は歪を検出せず、圧力検出回路３２からの出力信号Ｖｏｕｔの値は変化しない。

[0065] 次に、図７（ｂ）の右側の領域に示すように、圧力センサ４１０の測定対象である圧力流体の圧力が低下した場合、圧電体３５で検出され、検出信号入力部８３に入力される検出信号Ｖｔｒは、所定値ＶＬ以上となる（時間Ｔ１）。この場合、図７（ａ）に示すスイッチ制御部８１は、検出信号入力部８３を介して、検出信号Ｖｔｒが所定値ＶＬ以上となったことを認識し、切換部７２のスイッチをＯＮの状態に切り替える。

[0066] 図７（ａ）に示す切換部７２のスイッチがＯＮの状態では、圧力検出回路３２に電力が供給される。そのため、図７（ｂ）下部のグラフにおける右側部分に示すように、第１～第４抵抗体Ｒ１～Ｒ４を有する圧力検出回路３２が、圧力によって生じるメンブレン２２の歪を検出し、圧力検出回路３２からの出力信号Ｖｏｕｔの値は、圧力Ｐによって変化する。

[0067] このように、圧力センサ４１０では、第１圧電体部分３５ａと検出信号入力部８２との間にダイオードブリッジ４８４が配置されていることにより、図３（ｂ）に示すような圧力上昇時でも、図７（ｂ）に示すような圧力低下時でも、所定の圧力変動をトリガーとして、圧力検出回路３２への電力供給を開始することができる。また、圧力センサ３１０は、第２実施形態に係る圧力センサ１０との共通部分については、圧力センサ１０と同様の効果を奏する。

[0068] 第６実施形態

図８（ａ）は、第６実施形態に係る圧力センサ５１０の回路を示す概念図である。図８（ａ）に示す圧力センサ５１０の回路は、切換部５７２が、図３（ａ）に示すようなマイクロプロセッサ８０に制御されるスイッチではなく、トランジスタ５７５などにより構成されている点で、図３（ａ）に示す圧力センサ１０とは異なるが、その他の点は、第１実施形態に係る圧力センサ１０の回路と同様である。第６実施形態に係る圧力センサ５１０の説明では、第１実施形態に係る圧力センサ１０との相違点を中心に説明を行い、共通点については説明を省略する。

[0069] 図８（ａ）に示すように、圧力センサ５１０の切換部５７２は、抵抗Ｒｏ１と、２つの抵抗Ｒｏ２と、コンパレータ５７６と、トランジスタ５７５による回路により実現されている。図５に示す切換部５７２では、電源電圧ＶＤＤから圧力検出回路３２への入り口にトランジスタ５７５が配置されており、トランジスタ５７５によって、圧力検出回路３２への電力の供給が切り換えられる。トランジスタ５７５の３番目の端子には、第１圧電体部分３５ａの検出信号Ｖｔｒ１が、コンパレータ５７６によって２値化されて入力される。これにより、圧力検出回路３２への電力供給のＯＮ／ＯＦＦが、第１圧電体部分３５ａからの検出信号Ｖｔｒ１に基づいて切り換えられる。

[0070] 図８（ｂ）は、図８（ａ）に示す回路を有する圧力センサ５１０における、圧力Ｐと、検出信号Ｖｔｒ１と、出力信号Ｖｏｕｔとの出力結果の一例を表すグラフである。図８（ｂ）に示すように、圧力センサ５１０の回路でも、図３（ａ）に示す圧力センサ１０の回路と同様に、第１圧電体部分３５ａによりメンブレン２２の変形を検出し、その検出信号Ｖｔｒ１に基づいて、切換部５７２が圧力検出回路３２への電力供給を切り換えることができる。また、圧力センサ５１０は、第１実施形態に係る圧力センサ１０との共通部分については、圧力センサ１０と同様の効果を奏する。

[0071] 第７実施形態

図９（ａ）は、第７実施形態に係る圧力センサ６１０の回路を示す概念図である。図９（ａ）に示す圧力センサ６１０の回路は、第１圧電体部分３５

ａの検出信号Ｖｔｒ１が、ダイオードブリッジ６８４を通った後にコンパレータ５７６に入力する点で、図８（ａ）に示す圧力センサ５１０の回路とは異なるが、その他の点では、第６実施形態に係る圧力センサ５１０の回路と同様である。第７実施形態に係る圧力センサ６１０の説明では、第６実施形態に係る圧力センサ５１０との相違点を中心に説明を行い、共通点については説明を省略する。

[0072] 図９（ａ）に示すダイオードブリッジ６８４は、図７（ａ）に示すダイオードブリッジ４８４と同様に、第１圧電体部分３５ａの検出信号Ｖｔｒ１が負電圧である場合、これを反転させて出力する。したがって、図９（ａ）に示すコンパレータ５７６には、圧力上昇時であっても、圧力低下時であっても、メンブレン２２の変形に応じた正の信号が入力される。

[0073] 図９（ｂ）は、図９（ａ）に示す回路を有する圧力センサ６１０における、圧力Ｐと、検出信号Ｖｔｒ１と、出力信号Ｖｏｕｔとの出力結果の一例を表すグラフである。図９（ｂ）に示すように、圧力センサ６１０の回路でも、図７（ａ）に示す圧力センサ４１０の回路と同様に、第１圧電体部分３５ａによりメンブレン２２の変形を検出し、その検出信号Ｖｔｒ１に基づいて、切換部５７２が圧力検出回路３２への電力供給を切り換えることができる。また、圧力センサ６１０は、第６実施形態に係る圧力センサ５１０との共通部分については、圧力センサ５１０と同様の効果を奏する。

[0074] 第８実施形態

図１０は、第８実施形態に係る圧力センサ７１０の模式断面図である。圧力センサ７１０は、フィレット部７３０を有する点で、図２に示す圧力センサ１０とは異なるが、その他の点では、第１実施形態に係る圧力センサ１０と同様である。第８実施形態に係る圧力センサ７１０の説明では、第１実施形態に係る圧力センサ１０との相違点を中心に説明を行い、共通点については説明を省略する。

[0075] 図１０に示すように、フィレット部７３０は、メンブレン２２の外縁部２３が接続する側壁２９と、メンブレン２２の内面２２ａを接続している。特

に、フィレット部７３０は、メンブレン２２の内面２２ａの内面２２ａ全体ではなく、メンブレン２２おける外縁部２３から内側の所定範囲のみに接続している。

[0076] フィレット部７３０は、側壁２９からメンブレン２２の中心側へ向かって徐々に厚みが薄くなっており、メンブレン２２の中心側にある第４歪領域７２８には接続していない。フィレット部７３０は、側壁２９またはメンブレン２２の内面２２ａと同材質であってもよく、これらとは異なる材質であってもよい。

[0077] フィレット部７３０を有する圧力センサ７１０は、第４歪領域７２８に対する第３歪領域７２７の比率が、フィレット部を有しない圧力センサ１０に比べて大きくなる傾向がある。したがって、図１０に示すフィレット部７３０を有する圧力センサ７１０は、第３歪領域７２７に第１圧電体部分２５ａを配置する場合に、十分な配置スペースを容易に確保できる。したがって、このような圧力センサ７１０は、圧電体の検出出力を強くすることができるとともに、小型化に対して有利である。また、圧力センサ７１０は、第１実施形態に係る圧力センサ１０との共通部分については、圧力センサ１０と同様の効果を奏する。

[0078] 以上のように、実施形態を挙げて本発明に係る圧力センサを説明したが、本発明はこれらの実施形態のみに限定されるものではなく、他の多くの実施形態や変形例を含むことは言うまでもない。たとえば、第１圧電体部分３５ａ、１３５ａ、２３５ａ、３３５ａおよび第２圧電体部分３３５ｂの数および配置は、図２、図４～図６に示すものには限定されず、メンブレン２２上において歪が生じる任意の場所に配置することができる。また、圧力センサのメンブレンは、ステムや金属板のみには限定されず、その他形状および材質のメンブレンを用いることも可能である。

符号の説明

[0079] １０、１１０、２１０、３１０、４１０、５１０、６１０、７１０…圧力センサ

１２…接続部材

１２ａ…ねじ溝

１２ｂ…流路

１４…抑え部材

２０…ステム

２１…フランジ部

２２ａ…内面

２２ｂ…外面

２２…メンブレン

２３…外縁部

２４…第１円周（第１歪位置）

２６…第２円周（第２歪位置）

２７、７２７…第３歪領域

２８、７２８…第４歪領域

２９…側壁

３１…抵抗体

３２…圧力検出回路

Ｒ１…第１抵抗体

Ｒ２…第２抵抗体

Ｒ３…第３抵抗体

Ｒ４…第４抵抗体

３５、１３５、２３５、３３５…圧電体

３５ａ、１３５ａ、２３５ａ、３３５ａ…第１圧電体部分

３３５ｂ…第２圧電体部分

ＶＬ…所定値（検出閾値）

７０…基板部

７２、５７２…切換部

７３…アンプ

８０…マイクロプロセッサ

８１…スイッチ制御部

８２…圧力信号入力部

８３…検出信号入力部

９２…接続配線

Ｖｏｕｔ…出力信号

Ｖｔｒ、Ｖｔｒ１…検出信号

Ｐ…圧力

４８４、６８４…ダイオードブリッジ

５７５…トランジスタ

５７６…コンパレータ

Ｒｏ１…抵抗

Ｒｏ２…抵抗

７３０…フィレット部

請求の範囲

[請求項1] 圧力に応じた変形を生じるメンブレンと、

前記メンブレン上に配置される少なくとも４つの抵抗体を含み、前記抵抗体によるブリッジ回路を形成して前記メンブレンの変形を検出する圧力検出回路と、

前記メンブレン上に配置されており前記メンブレンの変形を検出する圧電体と、

前記圧電体からの検出信号に基づいて、前記圧力検出回路への電力供給を切り換える切換部と、を有する圧力センサ。

[請求項2] 前記圧力検出回路に含まれる前記抵抗体には、前記メンブレン上において所定の歪特性を生じる第１歪位置に配置される第１抵抗体および第３抵抗体と、前記第１歪位置とは異なる方向の歪特性を生じる第２歪位置に配置される第２抵抗体および第４抵抗体とを含み、

前記第１歪位置は、前記メンブレン上において前記第２歪位置より外周側に位置し、

前記圧電体は、前記メンブレン上において前記第１歪位置と同方向の歪を生じる第３歪領域に配置されている第１圧電体部分を有する請求項１に記載の圧力センサ。

[請求項3] 前記圧電体は、前記第１圧電体部分を複数有し、

前記切換部は、前記複数の前記第１圧電体部分からの検出信号を足し合わせた信号に基づいて、前記圧力検出回路への電力供給を切り換える請求項２に記載の圧力センサ。

[請求項4] 前記圧電体は、前記メンブレン上において前記第２歪位置と同方向の歪を生じる第４歪領域に配置されている第２圧電体部分を有し、

前記切換部は、前記第１圧電体部分からの検出信号と前記第２圧電体部分からの検出信号の差分の信号に基づいて、前記圧力検出回路への電力供給を切り換える請求項２に記載の圧力センサ。

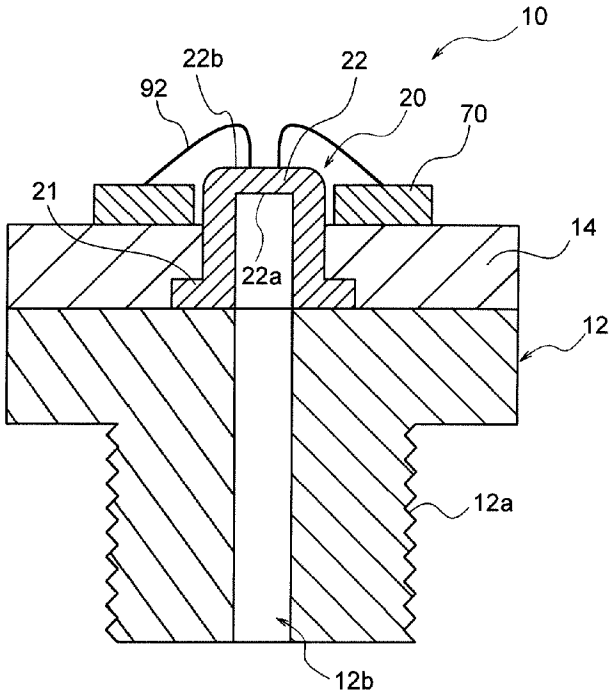
[請求項5] 前記圧電体は、薄膜による薄膜圧電体を有する請求項１から請求項

４までのいずれかに記載の圧力センサ。

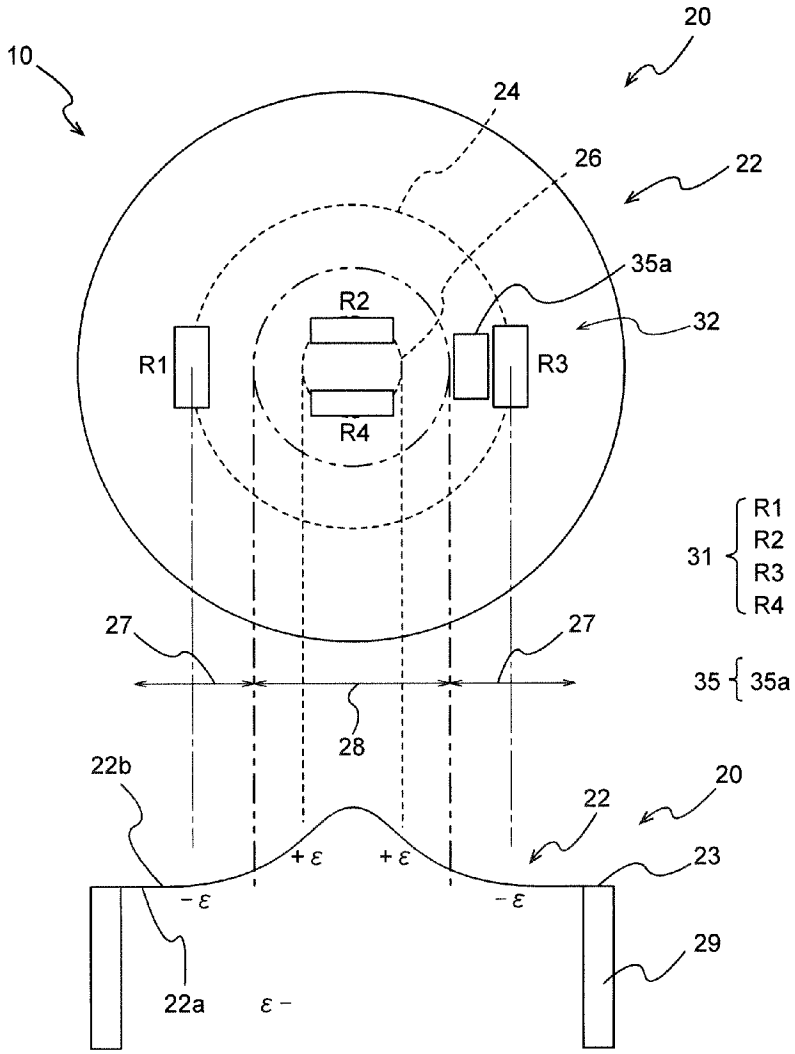
[請求項6] 前記メンブレンの外縁部が接続する側壁と、

前記メンブレンにおける前記外縁部から内側の所定範囲と前記側壁とを接続しており、前記側壁から前記メンブレンの中心側へ向かって徐々に厚みが薄くなるフィレット部と、を有する請求項２から４までのいずれかに記載の圧力センサ。

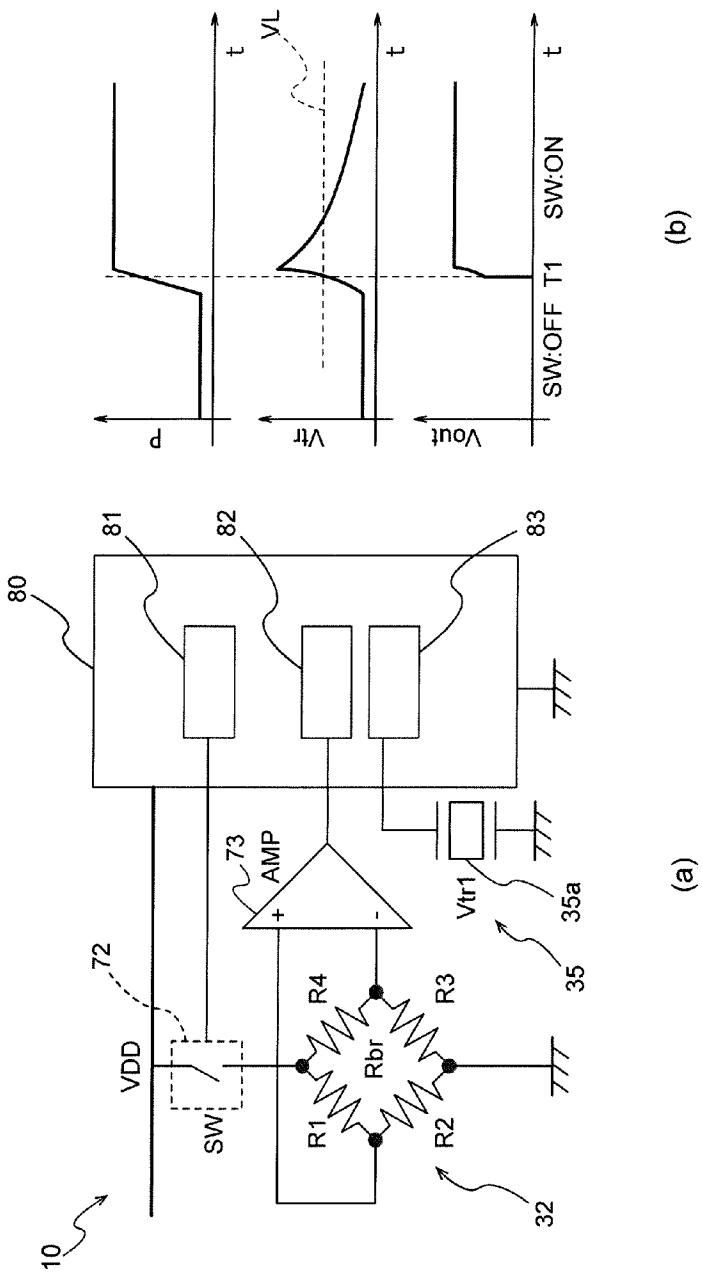
[図1]



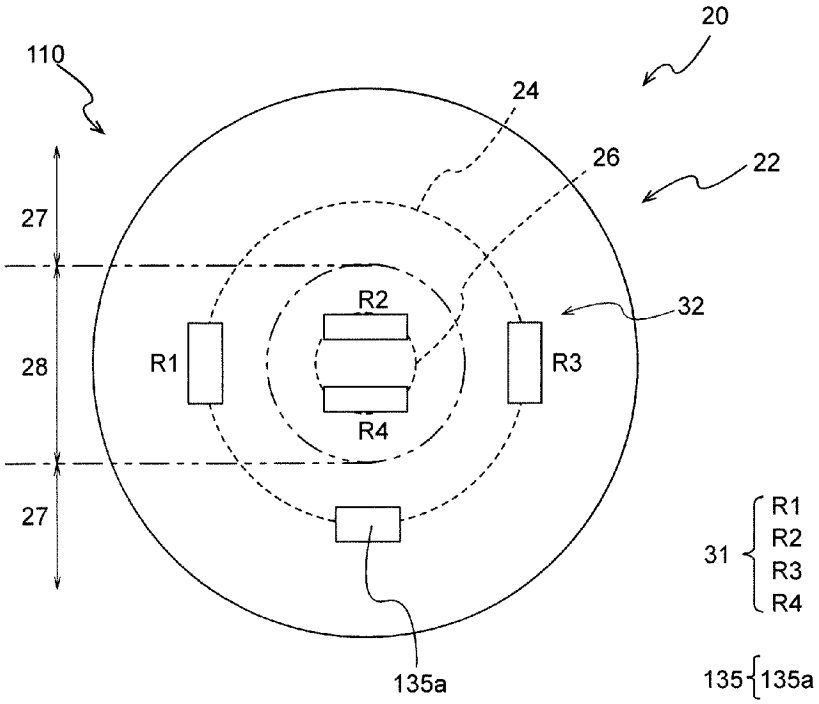
[図2]


10
20
24
26
22
35a
32
R2
R1
R3
R4
31
R1
R2
R3
R4
27
27
35
35a
28
22b
22
20
23
+ε
+ε
−ε
−ε
29
22a
ε−

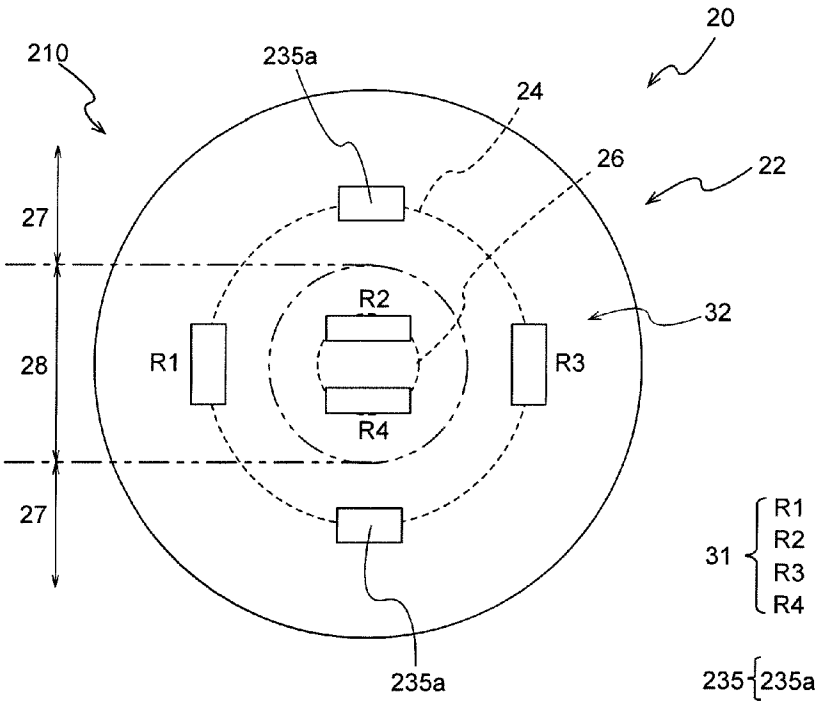
[図3]


(b)
P
Vtr
Vout
t
VL
SW:OFF T1 SW:ON
(a)
10
32
R1
R2
R3
R4
Rbr
SW
VDD
72
35
35a
Vtr1
73
AMP
+
-
80
81
82
83

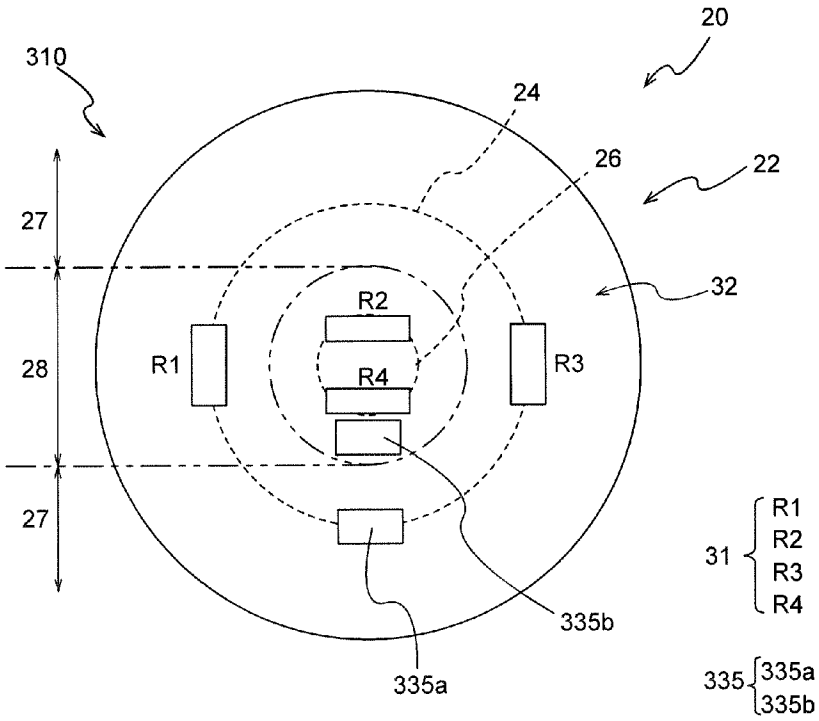
[図4]



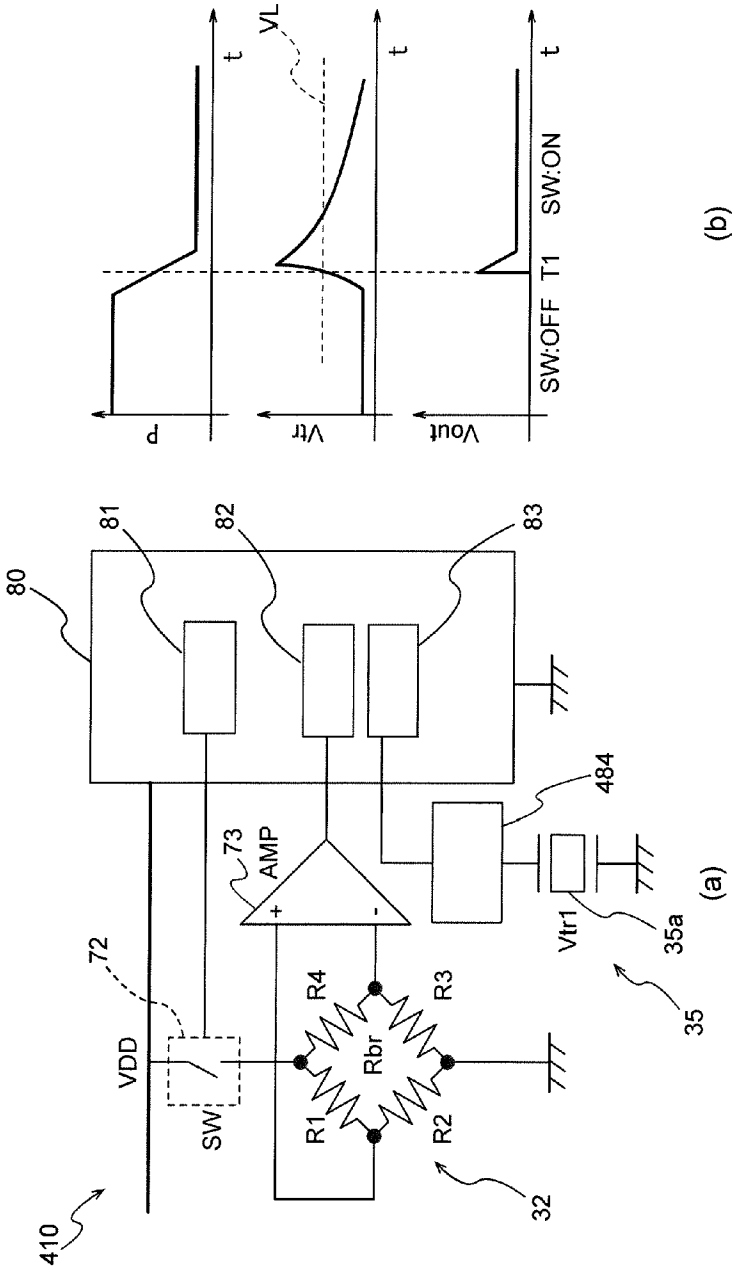
[図5]


20
210
235a
24
26
22
27
R2
32
R1
28
R3
R4
27
31
R1
R2
R3
R4
235a
235
235a

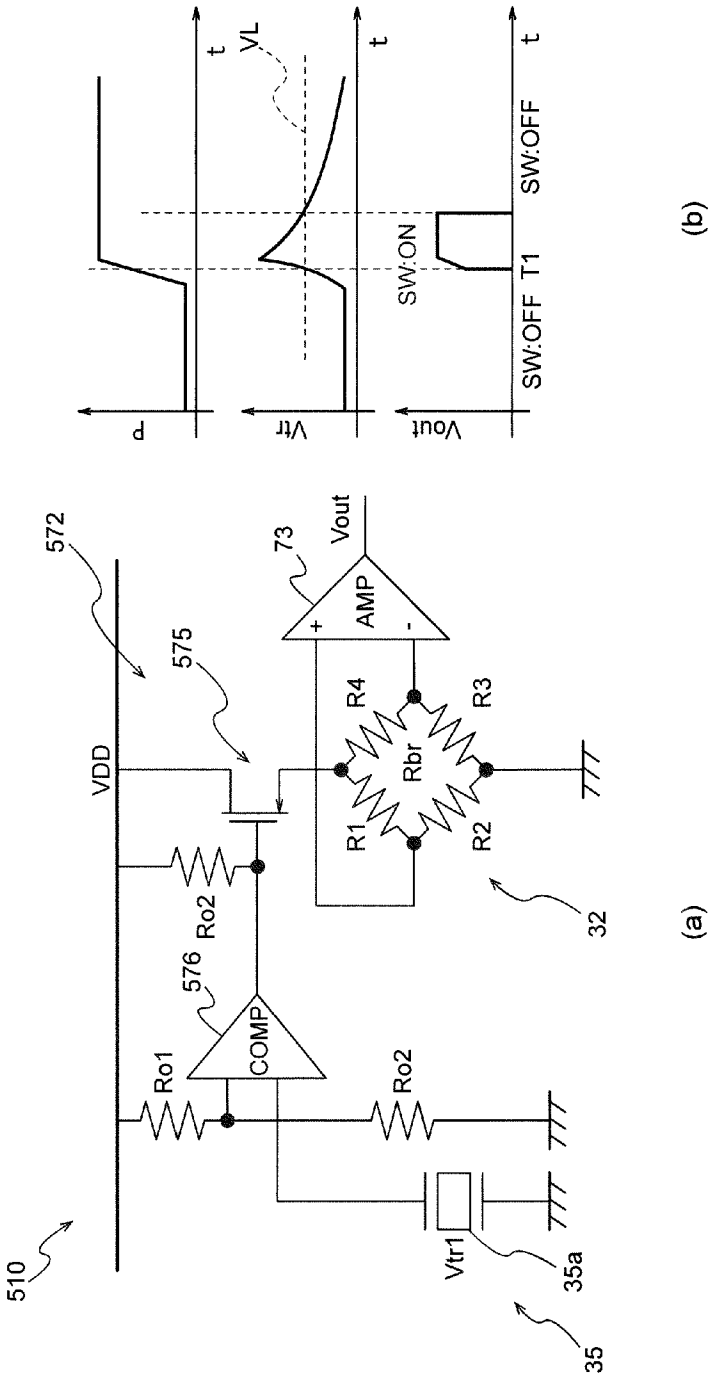
[図6]


20
310
24
26
22
27
32
R2
R1
R3
28
R4
27
R1
R2
R3
R4
31
335b
335a
335a
335b
335

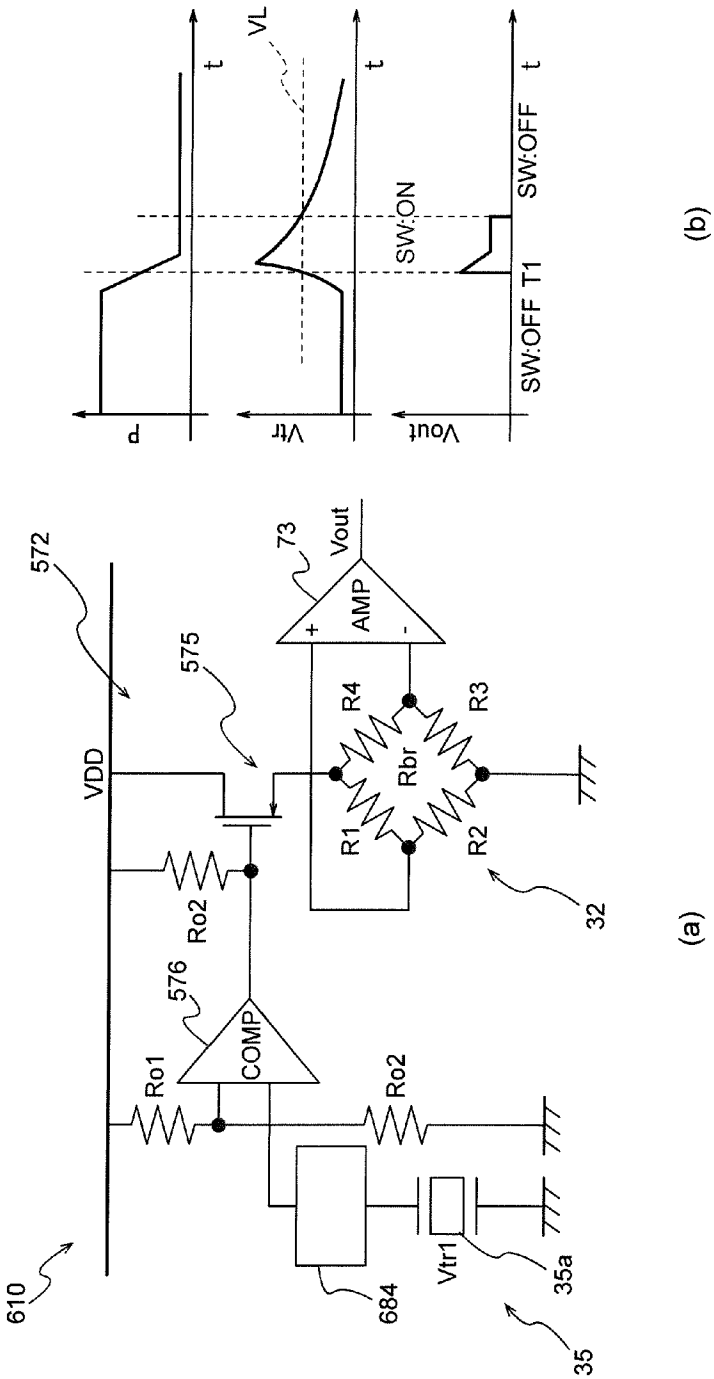
[図7]


P
Vtr
Vout
t
VL
SW:OFF T1 SW:ON
(b)
80
81
82
83
484
73
AMP
+
-
72
VDD
SW1
R4
R3
Rbr
R1
R2
Vtr1
35a
35
32
410
(a)

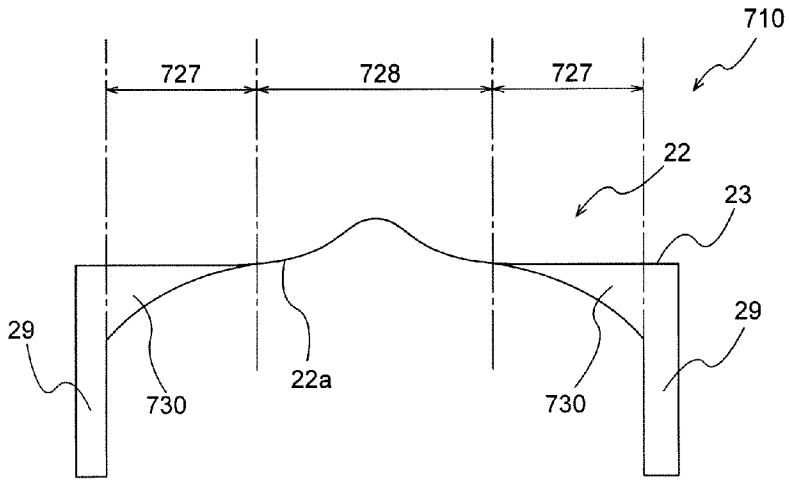
[図8]


t
VL
t
t
SW:OFF
SW:ON
T1
SW:OFF
P
Vtr
Vout
(b)
572
73
Vout
AMP
+
-
575
R4
R3
VDD
Rbr
R1
R2
Ro2
32
576
COMP
Ro1
Ro2
510
Vtr1
35a
35
(a)

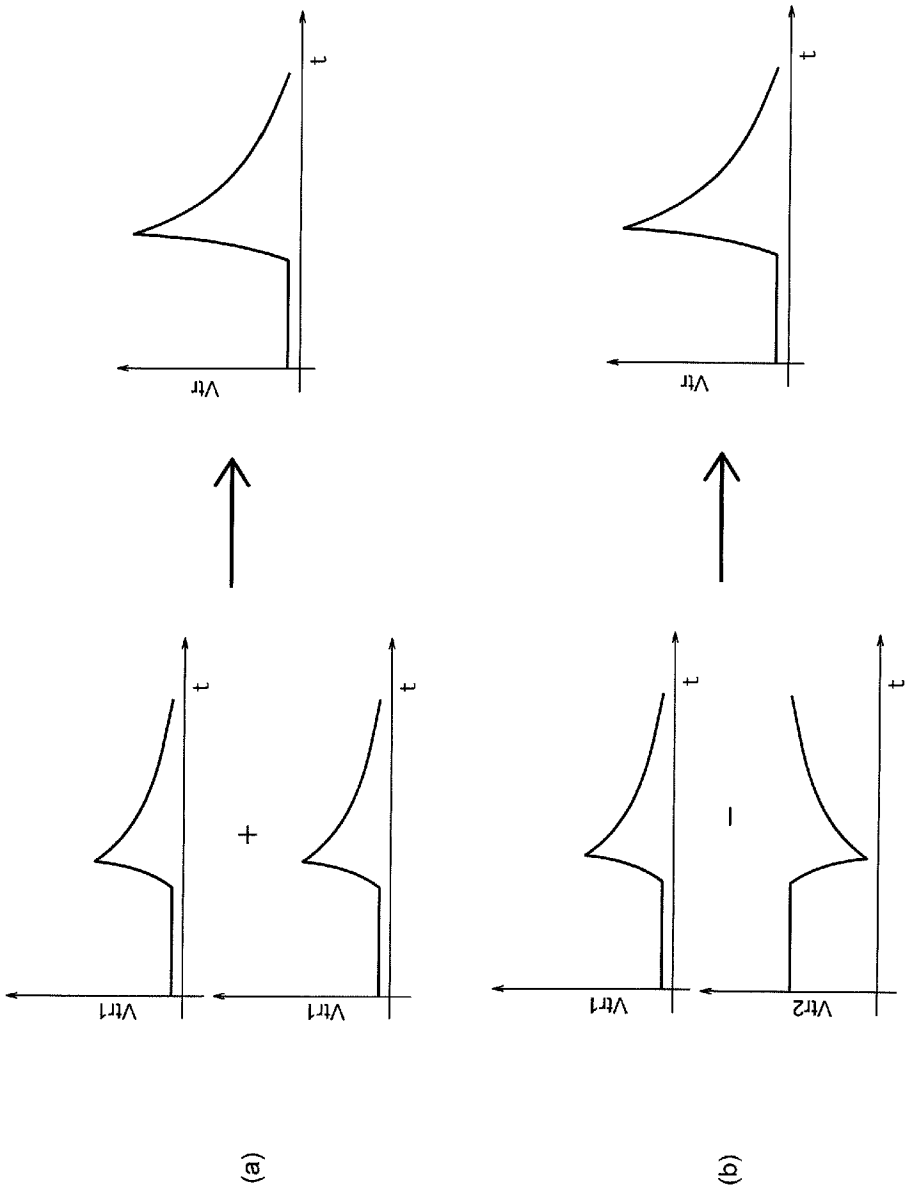
[図9]


VL
t
t
t
SW:ON
SW:OFF
SW:OFF T1
Vout
Vtr
P
(b)
572
73
Vout
AMP
+
-
575
R4
R3
Rbr
R1
R2
VDD
Ro2
32
576
COMP
Ro1
Ro2
610
684
Vtr1
35a
35
(a)

[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/005734

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01L 9/00(2006.01)i; G01L 9/04(2006.01)i
FI: G01L9/04; G01L9/00 D

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)
G01L1/00-G01L1/26; G01L5/00-G01L27/02; H01L29/84; H01L41/00-H01L41/47; G01F1/00-G01F1/30; G01F1/34- G01F1/54; G01F3/00-9/02; G01F15/00-G01F15/18

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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 2015-068704 A (SEIKO INSTRUMENTS INC.) 13 April 2015 (2015-04-13) paragraphs [0016]-[0074], fig. 1-6	1-6
A	JP 2015-130520 A (SONAVATION, INC.) 16 July 2015 (2015-07-16) paragraphs [0048]-[0061], fig. 16-20	1-6
A	WO 2011/010571 A1 (ROHM CO., LTD.) 27 January 2011 (2011-01-27) paragraphs [0081]-[0260], fig. 1-46	1-6
A	US 2016/0233797 A1 (BOARD OF TRUSTEES OF MICHIGAN STATE UNIVERSITY) 11 August 2016 (2016-08-11) paragraphs [0037]-[0058], fig. 1-16	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
19 April 2021 (19.04.2021)	11 May 2021 (11.05.2021)

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
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/005734

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2015-068704 A	13 Apr. 2015	(Family: none)	
JP 2015-130520 A	16 Jul. 2015	US 2010/0239133 A1 paragraphs [0102]-[0116], fig. 16-20 WO 2010/110867 A2 EP 2411941 A2 CA 2756284 A1 TW 201044278 A KR 10-2011-0138257 A CN 102428480 A CN 104815791 A JP 2012-521658 A	
WO 2011/010571 A1	27 Jan. 2011	US 2012/0118068 A1 paragraphs [0139]-[0320], fig. 1-46 US 2014/0311249 A1 EP 2458359 A1 CN 102472678 A KR 10-2012-0053010 A CN 103822749 A	
US 2016/0233797 A1	11 Aug. 2016	WO 2015/039103 A1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/005734

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; G01L 9/04(2006.01)i
FI: G01L9/04; G01L9/00 D

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））

G01L1/00-G01L1/26; G01L5/00-G01L27/02; H01L29/84; H01L41/00-H01L41/47; G01F1/00-G01F1/30; G01F1/34-G01F1/54; G01F3/00-9/02; G01F15/00-G01F15/18

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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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 2015-068704 A (セイコーインスツル株式会社) 13.04.2015 (2015-04-13) 段落0016-0074, 図1-6	1-6
A	JP 2015-130520 A (ソナベーション, インコーポレイテッド) 16.07.2015 (2015-07-16) 段落0048-0061, 図16-20	1-6
A	WO 2011/010571 A1 (ローム株式会社) 27.01.2011 (2011-01-27) 段落0081-0260, 図1-46	1-6
A	US 2016/0233797 A1 (BOARD OF TRUSTEES OF MICHIGAN STATE UNIVERSITY) 11.08.2016 (2016-08-11) Paragraphs0037-0058, Figs.1-16	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
19.04.2021	11.05.2021

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）
大森　努 2F 8352
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/JP2021/005734

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2015-068704 A	13.04.2015	（ファミリーなし）	
JP 2015-130520 A	16.07.2015	US 2010/0239133 A1 Paragraphs0102-0116, Figs.16-20 WO 2010/110867 A2 EP 2411941 A2 CA 2756284 A1 TW 201044278 A KR 10-2011-0138257 A CN 102428480 A CN 104815791 A JP 2012-521658 A	
WO 2011/010571 A1	27.01.2011	US 2012/0118068 A1 Paragraphs0139-0320, Figs.1-46 US 2014/0311249 A1 EP 2458359 A1 CN 102472678 A KR 10-2012-0053010 A CN 103822749 A	
US 2016/0233797 A1	11.08.2016	WO 2015/039103 A1	