(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
2017 年 8 月 24 日(24.08.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/141460 A1

(51) 国際特許分類:
G01L 9/08 (2006.01) *H01L 41/083* (2006.01)
G01L 1/16 (2006.01) *H01L 41/113* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/068670

(22) 国際出願日: 2016 年 6 月 23 日(23.06.2016)

(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 2016-026068 2016 年 2 月 15 日(15.02.2016) JP

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

(72) 発明者: 浅倉　康弘 (ASAKURA, Yasuhiro); 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町６番地　京セラ株式会社内 Kyoto (JP).

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

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

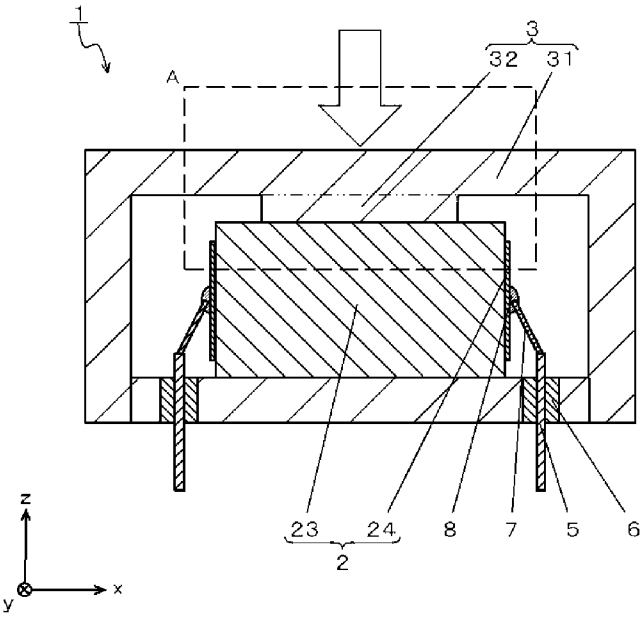
添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: PRESSURE SENSOR

(54) 発明の名称 : 圧力センサ

[図2]



(57) **Abstract**: This pressure sensor 1 is provided with the following: a laminated piezoelectric element 2 that includes a laminate 23 in which a piezoelectric body layer 21 and an internal electrode 22 are alternately laminated; and a case 3 that surrounds the laminated piezoelectric element 2. The case 3 includes a case body 31 and a first protruding part 32 that protrudes inward from the case body 31. The end surface 32a of the first protruding part 32 is in contact with the lamination- direction end surface of the laminate 23 and is positioned in the inside of the outer periphery of the end surface of the laminate 23.

(57) 要約: 本開示の圧力センサ１は、圧電体層２１および内部電極２２が交互に積層された積層体２３を含む積層型圧電素子２と、該積層型圧電素子２を取り囲むケース３と、を備えており、前記ケース３は、ケース本体３１と、該ケース本体３１から内側に突出している第１凸部３２とを含み、該第１凸部３２の端面３２ａは、前記積層体２３の積層方向の端面に当接しているとともに、前記積層体２３の端面の外周よりも内側に位置している。

WO 2017/141460 A1

明　細　書

発明の名称 ： 圧力センサ

技術分野

[0001] 本開示は、積層型圧電素子を用いた圧力センサに関する。

背景技術

[0002] 圧電素子をケースに収納したものが、燃料噴射装置用の駆動源や圧力センサとして使用されている。駆動源として使用する場合には、圧電素子にシャフトのような長い部材を接続することで強い力を外部へ伝えるようにしている。一方、圧力センサとして使用する場合には、厚みの薄い部材を接続することで高感度な出力を得るために、肉厚の薄いケース内に圧電素子を入れて、ケースの内面に圧電素子の端面を当接させていた。近年では、外部と圧電素子との間で力が効果的に伝わるように、圧電素子に当接する部分を内側に突出させてケースの肉厚を厚くしている形状も考案されている。（例えば、特許文献１および特許文献２参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２００８－５３３１５号公報

特許文献2：特表２０１４－５１８３８３号公報

発明の概要

[0004] 本開示の圧力センサは、圧電体層および内部電極が交互に積層された積層体を含む積層型圧電素子と、該積層型圧電素子を取り囲むケースと、を備えており、前記ケースは、ケース本体と、該ケース本体から内側に突出している第１凸部とを含み、該第１凸部の端面は、前記積層体の積層方向の端面に当接しているとともに、前記積層体の端面の外周よりも内側に位置していることを特徴とするものである。

図面の簡単な説明

[0005] [図1]圧力センサの実施形態の一例を示す概略斜視図である。

[図2]図１の圧力センサのii－ii線断面（縦断面）を示す断面図である。

[図3]（ａ）は図２の要部（Ａ部）を拡大して示す断面図であり、（ｂ）は（ａ）を平面視した平面図である。

[図4]圧力センサの変形例の要部を示す断面図である。

[図5]（ａ）は圧力センサの変形例の要部を示す断面図であり、（ｂ）は（ａ）を平面視した平面図である。

[図6]圧力センサの変形例の要部を示す断面図である。

[図7]圧力センサの変形例の要部を示す断面図である。

[図8]圧力センサの変形例の要部を示す断面図である。

[図9]（ａ）は圧力センサの変形例の要部を示す断面図であり、（ｂ）は（ａ）の圧電素子を平面視した平面図である。

[図10]（ａ）は圧力センサの変形例の要部を示す断面図であり、（ｂ）は（ａ）の圧電素子を平面視した平面図である。

発明を実施するための形態

[0006] 以下、圧力センサの実施形態の一例について添付図面を参照して説明する。図１等においては、圧力センサ１に対して固定して定義した直交座標系ｘｙｚを付している。以下の説明では、この座標系を参照して方向を説明することがある。圧電部品１は、いずれの方向が鉛直方向乃至は水平方向とされてもよく、また、ｚ軸方向を上下方向又は高さ方向あるいは厚み方向ということがある。また、圧力センサ１について単に平面視という場合、ｚ軸方向に見ることを指すものとする。なお、以下に示す実施形態によりこの発明が限定されるものではない。

[0007] 本実施形態の圧力センサ１は、図１～図３に示す例のように、圧電体層２１および内部電極２２が交互に積層された積層体２３を含む積層型圧電素子２（以下、単に圧電素子２ともいう）と、積層型圧電素子２を取り囲むケース３とを備えている。ケース３は、ケース本体３１と、ケース本体３１の内面から内側に突出している第１凸部３２を含んでいる。第１凸部３２の端面３２ａは、積層体２３の積層方向の端面に当接しているとともに、積層体２

３の端面の外周よりも内側に位置している。

[0008] 圧力センサ１に、図１および図２に示す白抜き矢印のように圧力が加わると、ケース３を介して圧電素子２に圧力がかかる。圧力センサ１は、圧電素子２の圧電体層２１に圧力が加わることで発生した電圧を外部へ出力する。この電圧の大きさから圧力の大きさが算出される。

[0009] 本実施形態の圧力センサ１においては、円筒状のケース３の内部空間に積層型圧電素子２が収納されている。ケース３の外面に加えられた圧力を圧電素子２に伝えるために、ケース３の上下の壁で圧電素子２が挟まれて収納されている。ケース３の上側外面は外力が加えられる面であり、それと対向するケース３の内面（内部空間の天面）に設けられた第１凸部３２の端面が圧電素子２の上端面に当接している。第１凸部３２の端面が圧電素子２に外力を伝える面である。圧電素子２は、圧電体層２１および内部電極２２が交互に積層された積層体２３を含む積層型圧電素子２であり、積層体２３の積層方向の一方の端面（上端面）に第１凸部３２の端面が当接している。積層体２３の他方の端面（下端面）は、ケース３の下側外面に対向する内面（内部空間の底面）に当接している。

[0010] 本実施形態の圧力センサ１は、ケース３の内部空間内から外部へ延びているリード端子５を備えている。リード端子５は圧電素子２と電気的に接続されている。圧電素子２で発生した電圧はリード端子５を介して外部へ出力される。

[0011] ここで、第１凸部３２の端面３２ａは、図３に示す例のように、積層体２３の端面（上端面）の外周よりも内側に位置している。

[0012] 圧力センサの要求として、さらに強い応力で繰り返し長期間安定に使用できるものが求められている。従来の圧力センサは、ケース３の肉厚が厚い部分（第１凸部３２の端面）が圧電素子２の端面よりも大きいものか同じ大きさのものであったので、圧電素子２の端面の外縁部、端面と側面との角部近傍に、ケース３の外面に加わった力が集中してしまう場合があった。これによって、圧電素子２にクラックが発生しやすくなり、クラックの進展に伴っ

て徐々に圧力センサの感度が落ちていく場合があった。

[0013] これに対し、本実施形態の圧力センサ１は、ケース３の上面に応力が加わったとき、この力が圧電素子２の端面３２ａの中央領域に加わりやすくなるため、圧電素子２の端面の外縁部にクラックが発生する可能性が低減される。

[0014] つまり、ケース３の上側の壁（天板）が変形するとともに積層型圧電素子２が圧縮されるときに、圧電素子２の上端面の外縁部には第１凸部３２の端面３２ａが当たらず、応力が集中しないので、圧電素子２の端面の外縁部にクラックが発生しにくくなる。そのため、繰り返し使用によるクラックの進展に伴う感度の低下がなく、信頼性に優れた圧力センサ１となる。

[0015] また、図４～図７に示す例のように、ケース３は第２凸部３３を有していてもよい。第２凸部３３は、ケース本体３１を挟んで第１凸部３２に対向するように設けられ、ケース本体３１の外面から外側に突出している。ケース３の圧電素子２に当接する部分は厚みが厚くなるので、圧力センサ１に外力が加わった場合に、ケース３のケース本体部３１は全体として変形しても第１凸部３２の端面３２ａは変形が小さく平坦性が維持される。そのため、第１凸部３２の端面３２ａは圧電素子２（積層体２３）の端面に片当たりすることがなく、圧電素子２の端面に均等に応力が加わるので、クラックが発生しにくい。

[0016] さらには、図５～図７に示す例のように、第１凸部３２とケース本体３１との境界の断面視における長さと、第２凸部３３とケース本体３１との境界の断面視における長さとが異なっていてもよい。なお、ここでいう断面とは、第１凸部３２および第２凸部３３の厚み方向であって、積層体２３の積層方向に切断した断面のことである。

[0017] 図面においては、第１凸部３２とケース本体３１との境界、および第２凸部３３とケース本体３１との境界は、二点鎖線で示している。言い換えれば、断面視において、第１凸部３２および第２凸部３３のそれぞれのケース本体３１側の端部の幅（付根の幅）は互いに異なっていてもよい。さらに言え

ば、平面透視において、第１凸部３２のケース本体３１側の端部の外周は、第２凸部３３のケース本体３１側の端部の外周とは重なっていない。第１凸部３２の側面とケース３の内面との間の角部、および第２凸部３３の側面とケース３の外面との間の角部は、繰り返し加わる外力による曲げ応力が集中しやすい部分である。この２つの角部がケース本体３１を挟んで同じ位置に位置していないので、２つの角部が同じ位置に位置する場合に比較して２つの角部間にクラックが発生する可能性が低減される。よって、圧力センサ１は、ケース３の耐久性が向上した信頼性の高いものとなる。第１凸部３２のケース本体３１側の端部の外周は、第２凸部３３のケース本体３１側の端部の外周と、例えば、ケース本体３１の厚み以上ずれているとよい。図５～図７に示す例においては、第１凸部３１が第２凸部３２より大きいが、これに限られず逆であっても構わない。第２凸部３２が第１凸部３１より小さいと、外部の圧力を検出する部分である第２凸部３２の端面が小さくなり、より細かい部分の圧力を検出することができる。

[0018] また、図６～図１０に示す例のように、第１凸部３２は端面３２ａからケース本体３１の内面にかけて、ケース本体３１側（ケース３の内面側）が大きくなっており、第１凸部３２の側面がケース本体３１の内面に対して傾斜していてもよい。第１凸部３２の端面と側面との間の角部の角度が鈍角になるので、この角部が圧電素子２の端面に当たっても、応力の集中が低減される。よって、この角部が当たって応力が集中する部分を起点として積層体２３にクラックが発生する可能性を低減することができる。また、第１凸部３２の側面とケース本体３１の内面との間の角部の角度が鈍角になるので、圧力センサ１の繰り返しの使用でこの角部に応力が集中してケース本体３１にクラックが発生する可能性を低減することができる。この点では、第２凸部３３でも同様であるので、図６および図７に示す例のように、第２凸部３３の端面からケース本体３１の外面にかけて、ケース本体３１側が大きくなっており、第２凸部３３の側面がケース本体３１の外面に対して傾斜していてもよい。第１凸部３２の端面と側面との間の角部および第１凸部３２の側面

とケース本体３１の内面との間の角部の角度は、例えば１０５°～１５０°に設定される。

[0019] さらには、図７に示す例のように、第１凸部３２の端面と側面との間の角部が丸められて曲面となっていてもよい。この角部が当たって応力が集中する部分を起点として積層体２３にクラックが発生する可能性をさらに低減することができる。同様に、第１凸部３２の側面とケース本体３１の内面との間の角部についても、丸められて曲面となっていてもよい。この角部を起点としてケース本体３１にクラックが発生する可能性をさらに低減することができる。なお、第１凸部３２の端面と側面との間の角部が丸められて曲面となっている構成、および第１凸部３２の側面とケース本体３１の内面との間の角部が丸められて曲面となっている構成はいずれも、第１凸部３２の側面が傾斜していない場合でも同様の効果を奏する。また、第２凸部３３の端面と側面との間の角部についても同様であり、圧力の測定対象物を傷つける可能性を低減することができる。さらにまた、第２凸部３３の側面とケース本体３１の外面との間の角部についても同様であり、この角部を起点としてケース本体３１にクラックが発生する可能性をさらに低減することができる。

[0020] また、図８に示す例のように、第１凸部３２が当接している積層体２３の端面（上端面）とケース本体３１との間に樹脂４が設けられていてもよい。より具体的には、圧電素子２の積層体２３の端面（上端面）における第１凸部３２の周囲に樹脂４が設けられている。第１凸部３２の周囲に樹脂４を設けているので、圧力センサ１に大きな外力が加わってケース３が大きく変形した場合であっても、第１凸部３２の端面３２ａの位置が動くことが抑えられる。よって、第１凸部３２の端面３２ａが積層体２３の端面に対して斜めに当たることが抑えられ、積層体２３にクラックが発生する可能性を低減することができる。

[0021] 樹脂４は、例えば、エポキシ系、フェノール系のものを用いることができる。セラミック粒子等のフィラーを含むものであってもよい。樹脂４は積層体２３の端面における第１凸部３２の端面３２ａが当接する領域以外の領域

に設けられる。その厚みは、例えば０．０１ｍｍ～０．５ｍｍに設定される。ケース３の第１凸部３２の周囲の内面（ケース本体３１）とは接しない厚みにすることで、外力は第１凸部３２の端面３２ａから圧電素子２の積層体２３の端面に伝えられる。樹脂４が上記の材料から成り、ケース３の材質が後述するステンレス鋼等の金属から成る場合は、ケース３に比較して樹脂４が充分軟質であり、積層体２３の端面の外縁部には大きな応力が加わらないので、樹脂４がケース３の第１凸部３２の周囲の内面に接するような厚みであってもよい。また、樹脂４は圧電体２３の端面から側面にかけて設けてもよい。

[0022] また、図９に示す例のように、内部電極２２は第１の極２２１と第２の極２２２とを含んでいる。積層体２３は内部電極２２の第１の極２２１および第２の極２２２が積層方向に重なる活性部２３１と積層方向に重ならない不活性部２３２とを含んでいる。そして、第１凸部３２の端面３２ａは、図９に示す例のように、積層方向から見て（平面視で）活性部２３１から不活性部２３２の一部にかけて重なる構成とすることができる。このようにすると、第１凸部３２の端面３２ａと側面との間の角部は、積層体２３の不活性部２３２に当たることになる。圧力センサ１にさらに強い外力が加わった場合であっても、第１凸部３２の角部が当たりクラックの起点となる位置が不活性部２３２となる。クラックの進展方向は積層体２３の側面の方向になるので、活性部２３１にクラックが進展する可能性が低減され、圧電素子２の機能が損なわれる可能性が低減される。積層方向から見て、第１凸部３２の端面３２ａの外周が全周にわたって不活性部２３１と重なっていると、この効果はより確実なものとなる。しかしながら、積層体２３の側面に近い部分でクラックは発生しやすいので、第１凸部３２の端面３２ａの外周のうち、積層体２３の側面（積層体２３の端面の外周）に最も近い部分が不活性部２３２に重なっていればよい。図９に示す例では、積層体２３の端面が正方形で、第１凸部３２の端面３２ａが円形であり、第１凸部３２の端面３２ａの外周のうち、積層体２３の端面の辺部に近い部分だけが不活性部２３２と重な

っている。不活性部２３２を不要に大きいものとする必要がないので、活性部の割合が多い圧電素子２を用いることができ、圧力センサ１を小型で高感度のものとすることができる。

[0023] また、図１０に示す例のように、第１凸部３２の端面３２ａは、積層方向から見て活性部２３１のみに重なっていてもよい。圧力センサ１に加わる力が活性部２３１の中心部のみにかかるので、感度のよい圧力センサ１となる。

[0024] 積層型圧電素子２は、圧電体層２１と内部電極層２２とが交互に複数積層された積層体２３を備えている。積層体２０は、例えば縦２ｍｍ～１０ｍｍ、横２ｍｍ～１０ｍｍ、積層方向の高さ１ｍｍ～２０ｍｍ程度の直方体状に形成されている。なお、図１に示す積層体２０は、四角柱形状であるが、例えば六角柱形状や八角柱形状あるいは円柱形状などであってもよい。

[0025] 積層体２３を構成する複数の圧電体層２１は圧電セラミックスからなり、当該圧電磁器は平均粒径が例えば１．６～２．８μｍに形成されたものである。圧電セラミックスとしては、例えばチタン酸ジルコン酸鉛（$PbZrO_3$－$PbTiO_3$）等からなるペロブスカイト型酸化物、ニオブ酸リチウム（$LiNbO_3$）、タンタル酸リチウム（$LiTaO_3$）などを用いることができる。

[0026] また、内部電極層２２は、例えば銀、銀－パラジウム、銀－白金、銅などの金属を主成分とするものである。例えば、正極の第１の極２２１と負極の第２の極２２２とはそれぞれ積層方向に交互に配置されている。積層体２３の一つの側面に第１の極２２１が導出され、他の側面に第２の極２２２が導出されている。

[0027] 内部電極層２２の第１の極２２１および第２の極２２２が導出された積層体２０の側面には、それぞれ外部電極２４が被着され、導出された内部電極層２２と接合されている。外部電極２４は、例えば銀およびガラスの焼結体からなるメタライズ層であり、内部電極層２２と電気的に導通されている。

[0028] ケース３は、例えばステンレス鋼（例えば、ＪＩＳ規格のＳＵＳ３０４や

ＳＵＳ３１６Ｌ）などの金属材料からなる。ケース３は、内部に圧電素子２を収納する空間を有する容器である。図１に示す例では、ケース３は外観が円柱状あるいは円盤状の円筒であるがこれに限られない。円筒の場合は、外力の加わる上側の壁（天板）が円形であるので外力が加わった際に一様に変形する。そのため、上側の壁の内側にある第１凸部３２の端面３２ａが、圧電素子２の端面に対して傾くことなく当接するのでよい。また、第１凸部３２の形状は、圧電素子２の積層体２３の積層方向の端面に当接する平坦な端面３２ａを有していればよい。第１凸部３２の形状は、例えば四角柱、六角柱、八角柱等の角柱状、端面３２ａよりケース本体３１側の方が大きい角錐台状、あるいは図１に示す例のような円柱状または円錐台状である。ケース本体３１側の形状が角部を有さない円形状である円柱状または円錐台状であると、外力が加わってケース３の上側の壁（天板）が変形した際に、第１凸部３２のケース本体３１側の端において外周方向で応力が集中する部分がないので、ケース３にクラックが入る可能性が低減される。第２凸部３３の形状も第１凸部３２の形状と同様であるのがよい。ケース３は、例えば、外寸が直径４ｍｍ～２０ｍｍで高さが２．５ｍｍ～２５ｍｍで、内部空間が直径３．４ｍｍ～１９．８ｍｍで高さが１．３ｍｍ～２４．８ｍｍに設定される。ケース本体３１の厚みは、例えば０．１ｍｍ～１ｍｍに設定される。第１凸部３２および第２凸部３３は、例えば、端面の直径が１．２ｍｍ～９．８ｍｍで、厚みが０．０５ｍｍ～０．５ｍｍに設定される。このような第１凸部３２および第２凸部３３は、例えば、これらの形状に対応する金型を用いて金属を加工することで形成することができる。

[0029] ケース３は、図１および図２に示す例では、下側の壁である底板と、上側の壁である天板および側壁である筒部を有するキャップ状の蓋部との２つの部分で構成されており、底板の側面（外周面）と蓋部（筒部）の内面の下端部とが例えば溶接などで接合されたものである。底板の上面外縁部と蓋部の下端部とが接合されていてもよい。ケース３の構成はこれに限られるものではない。図１および図２に示す例とは逆に、上側の壁である板状の蓋部と、

側壁である筒部および下側の壁である底板を有するカップ状の容器との２つの部分で構成されていてもよい。あるいは、上側の壁である天板および上側の側壁である筒部を有するキャップ状の蓋部と、下側の側壁である筒部および下側の壁である底板を有するカップ状の容器との２つの部分で構成されていてもよい。さらには、上側の壁である天板と、側壁である筒部と、下側の壁である底板との３つの部分で構成されていてもよい。

[0030] また、図１および図２に示す例では、ケース３の底板には貫通孔が２つ形成されている。この貫通孔にそれぞれリード端子５が挿通され、リード端子５と貫通孔の内面との間には例えばガラスや樹脂などの絶縁性の封止材６が充填されている。リード端子５は封止材６でケース３（の底板）に固定されている。リード端子５の内部空間内の端部と圧電素子２の外部電極２４とは、例えばリード線７およびはんだなどの接合材８を介して電気的に接続されている。これにより、圧電素子２で発生した電圧信号を、リード端子５を介して外部へ出力することができる。リード端子５は圧電素子２の外部電極２４にリード線７を介さずに接合材８で直接接合してもよい。リード端子５に比較して柔軟性を有するリード線７を介して外部電極２４とリード端子５とを接続すると、圧電素子２の伸縮によって外部電極２４とリード線７との接続部に加わる応力を低減することができる。また、ケース３の天板に貫通孔を設けて、リード端子５をケース３の上面から外部へ延びるように設けてもよい。リード端子５のケース３の外面から突出する長さは、例えば１ｍｍ～１０ｍｍに設定することができる。リード端子５は、例えばエナメル被覆された銅線等の金属からなる直径０．１ｍｍ～１．０ｍｍで長さ１．５ｍｍ～２５ｍｍの線材を用いればよい。リード線７は、例えば銅線等の金属からなる直径０．１ｍｍ～１．０ｍｍで長さ１．０ｍｍ～５．０ｍｍの線材であり、リード端子５に例えばスポット溶接等によって接合される。

符号の説明

[0031] １・・・圧力センサ

２・・・積層型圧電素子

２１・・・圧電体層

２２・・・内部電極

２２１・・・第１の極

２２２・・・第２の極

２３・・・積層体

２３１・・・活性部

２３２・・・不活性部

２４・・・外部電極

３・・・ケース

３１・・・ケース本体

３２・・・第１凸部

３２ａ・・第１凸部の端面

３３・・・第２凸部

４・・・樹脂

５・・・リード端子

６・・・封止材

７・・・リード線

８・・・接合材

請求の範囲

[請求項1] 圧電体層および内部電極が交互に積層された積層体を含む積層型圧電素子と、
該積層型圧電素子を取り囲むケースと、を備えており、
前記ケースは、ケース本体と、該ケース本体から内側に突出している第１凸部とを含み、
該第１凸部の端面は、前記積層体の積層方向の端面に当接しているとともに、前記積層体の端面の外周よりも内側に位置している圧力センサ。

[請求項2] 前記ケースは、前記ケース本体を挟んで前記第１凸部に対向するように設けられ、前記ケース本体から外側に突出している第２凸部を有している請求項１に記載の圧力センサ。

[請求項3] 前記第１凸部と前記ケース本体との境界の断面視における長さと、前記第２凸部と前記ケース本体との境界の断面視における長さとが異なる請求項１または請求項２に記載の圧力センサ。

[請求項4] 前記第１凸部の端面と側面との間の角部が丸められた曲面となっている請求項１乃至請求項３のいずれかに記載の圧力センサ。

[請求項5] 前記第１凸部が当接している前記積層体の端面と前記ケース本体との間に樹脂が設けられている請求項１乃至請求項４のいずれかに記載の圧力センサ。

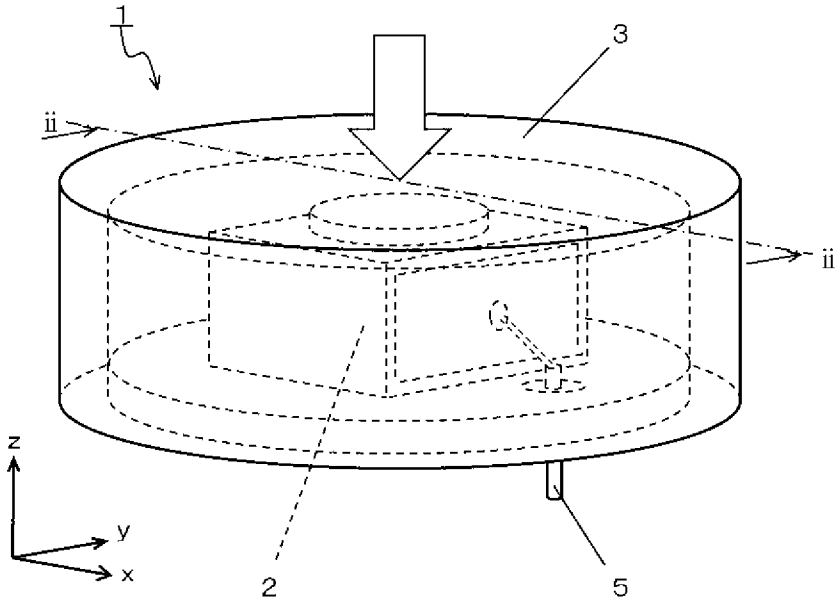
[請求項6] 前記内部電極は第１の極と第２の極とを含むとともに、前記積層体は前記内部電極の前記第１の極および前記第２の極が積層方向に重なる活性部と積層方向に重ならない不活性部とを含み、
前記第１凸部の前記端面は、積層方向から見て前記活性部から前記不活性部の一部にかけて重なるように位置している請求項１乃至請求項５のいずれかに記載の圧力センサ。

[請求項7] 前記内部電極は第１の極と第２の極とを含むとともに、前記積層体は前記内部電極の前記第１の極および前記第２の極が積層方向に重な

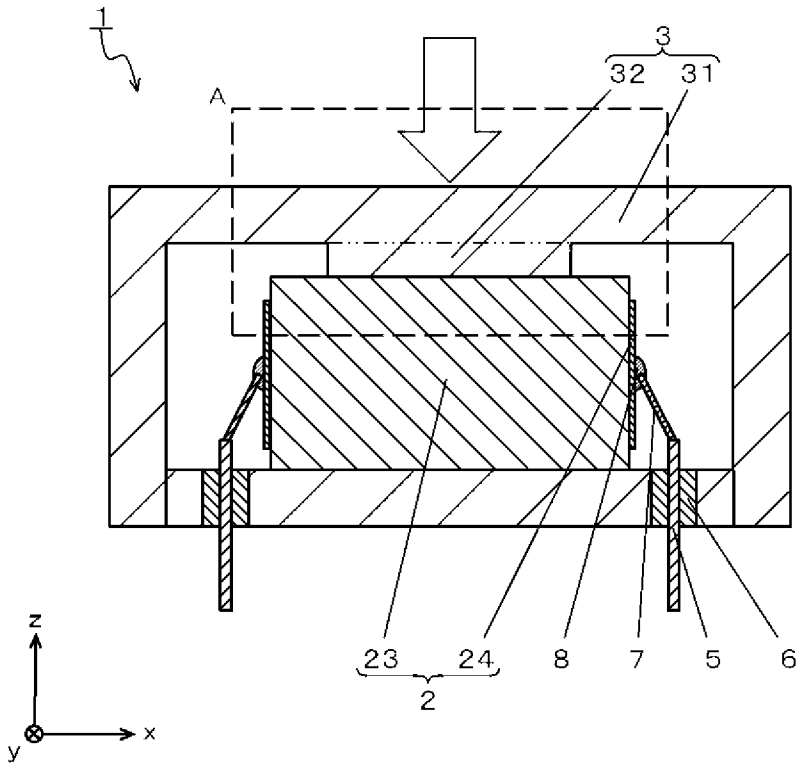
る活性部と積層方向に重ならない不活性部とを含み、

前記第１凸部の前記端面は、積層方向から見て前記活性部のみに重なるように位置している請求項１乃至請求項５のいずれかに記載の圧力センサ。

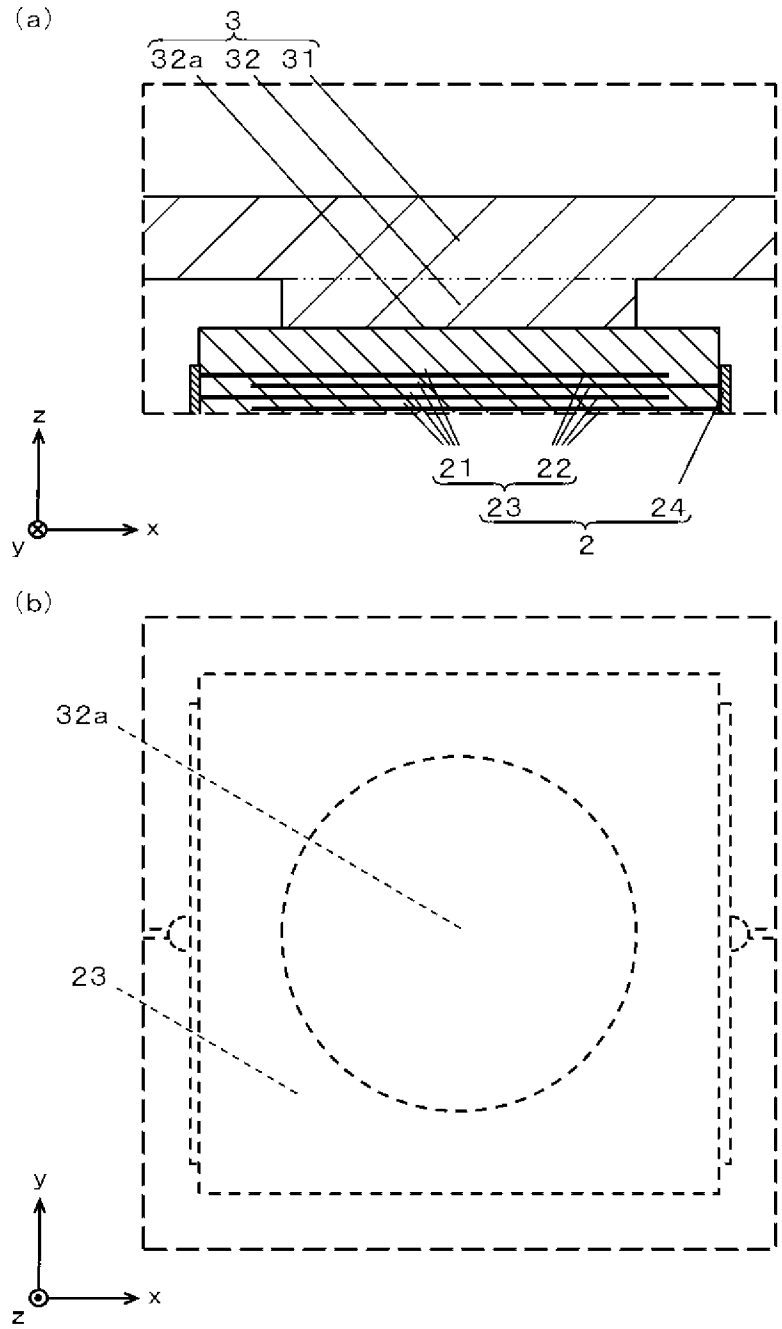
[図1]



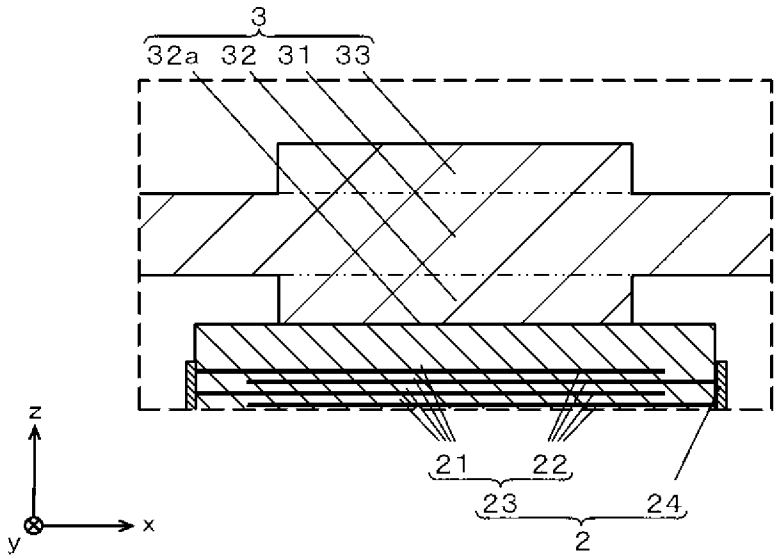
[図2]



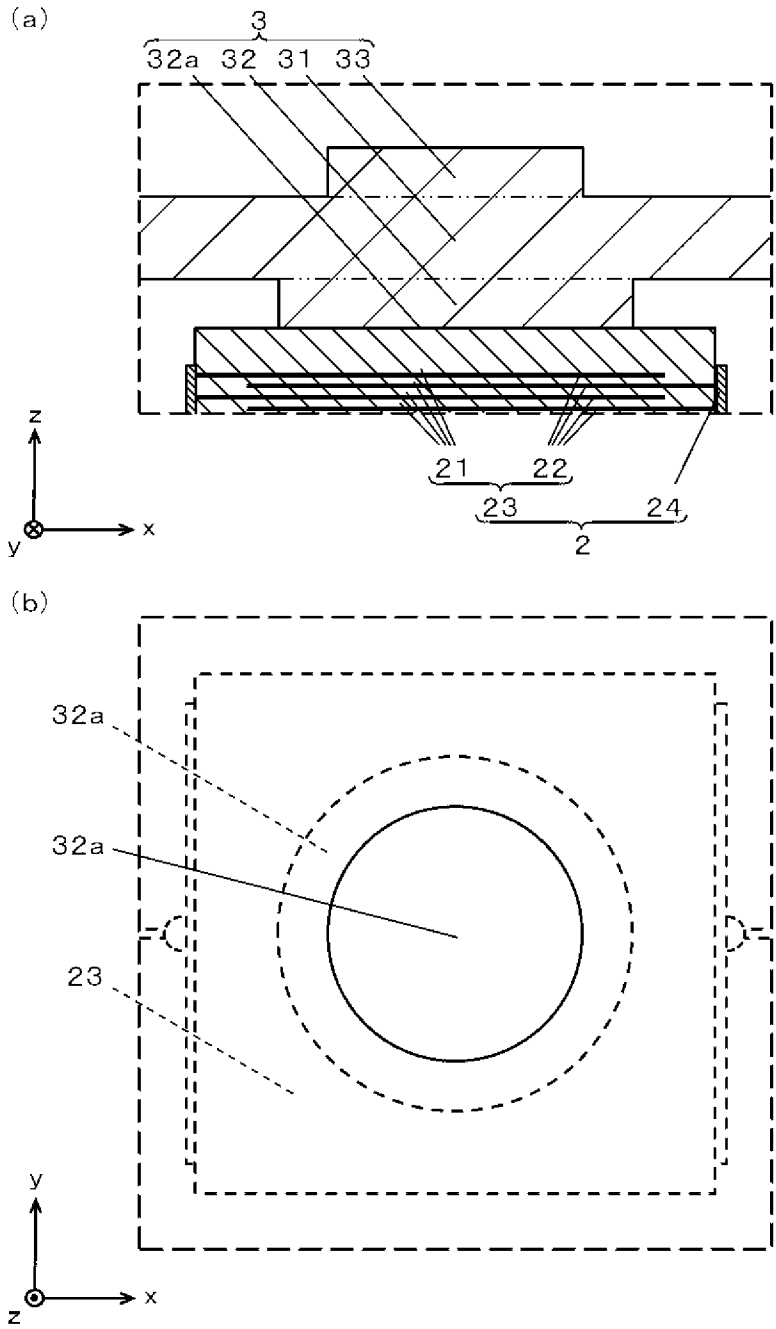
[図3]



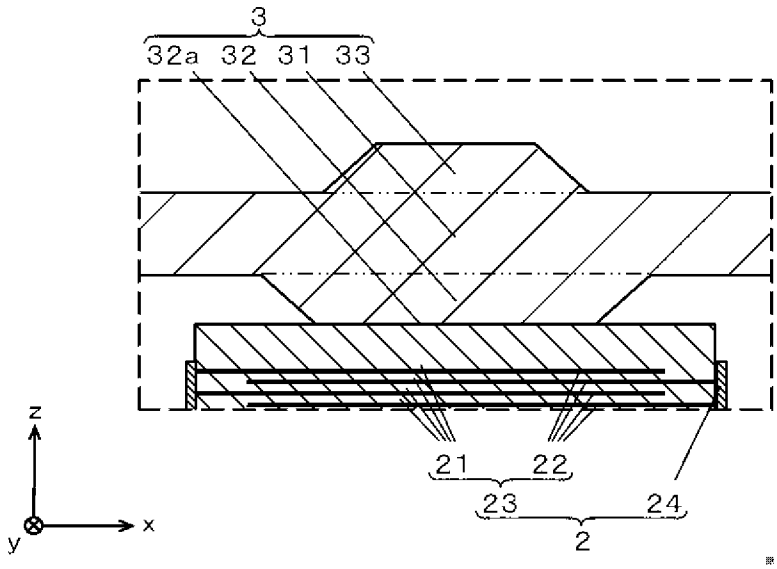
[図4]



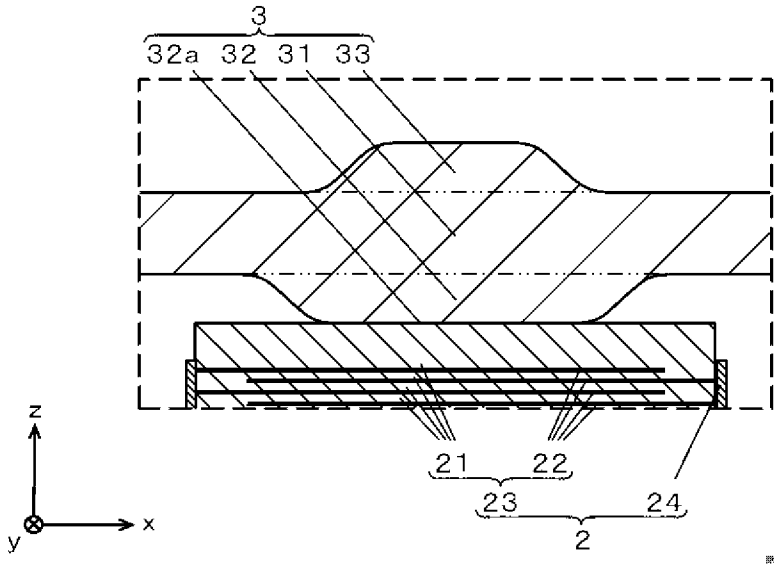
[図5]



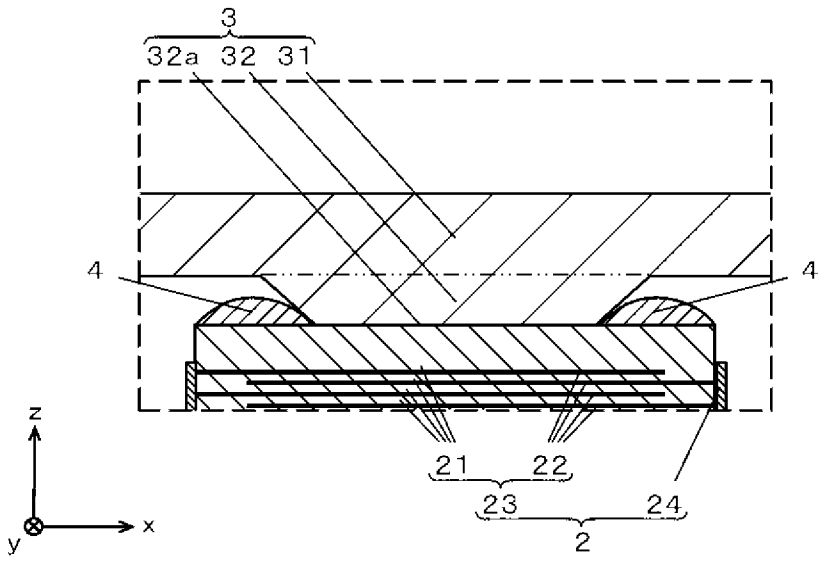
[図6]


3
32a 32 31 33
21 22
23 24
2
z
x
y

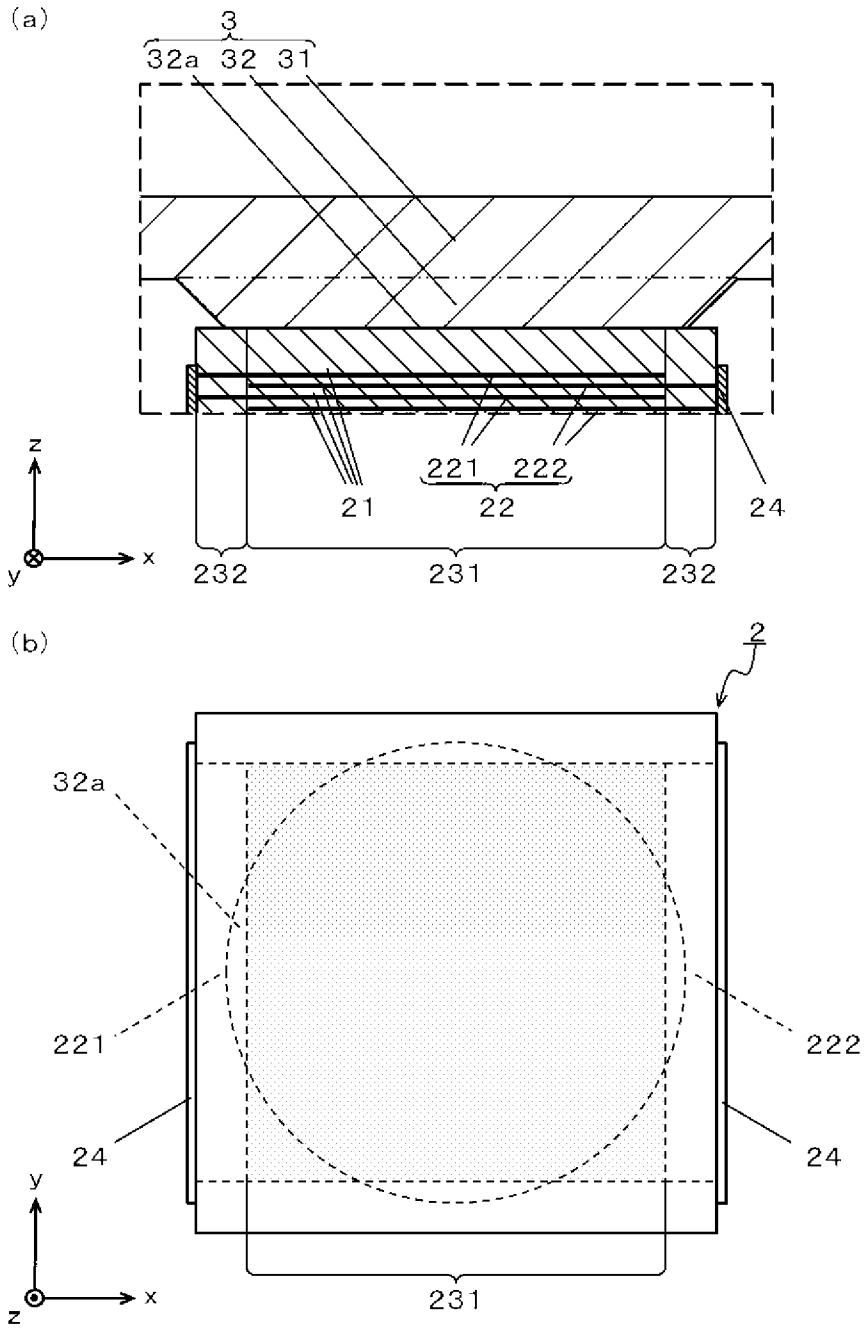
[図7]


3
32a 32 31 33
21 22
23 24
2
z
x
y

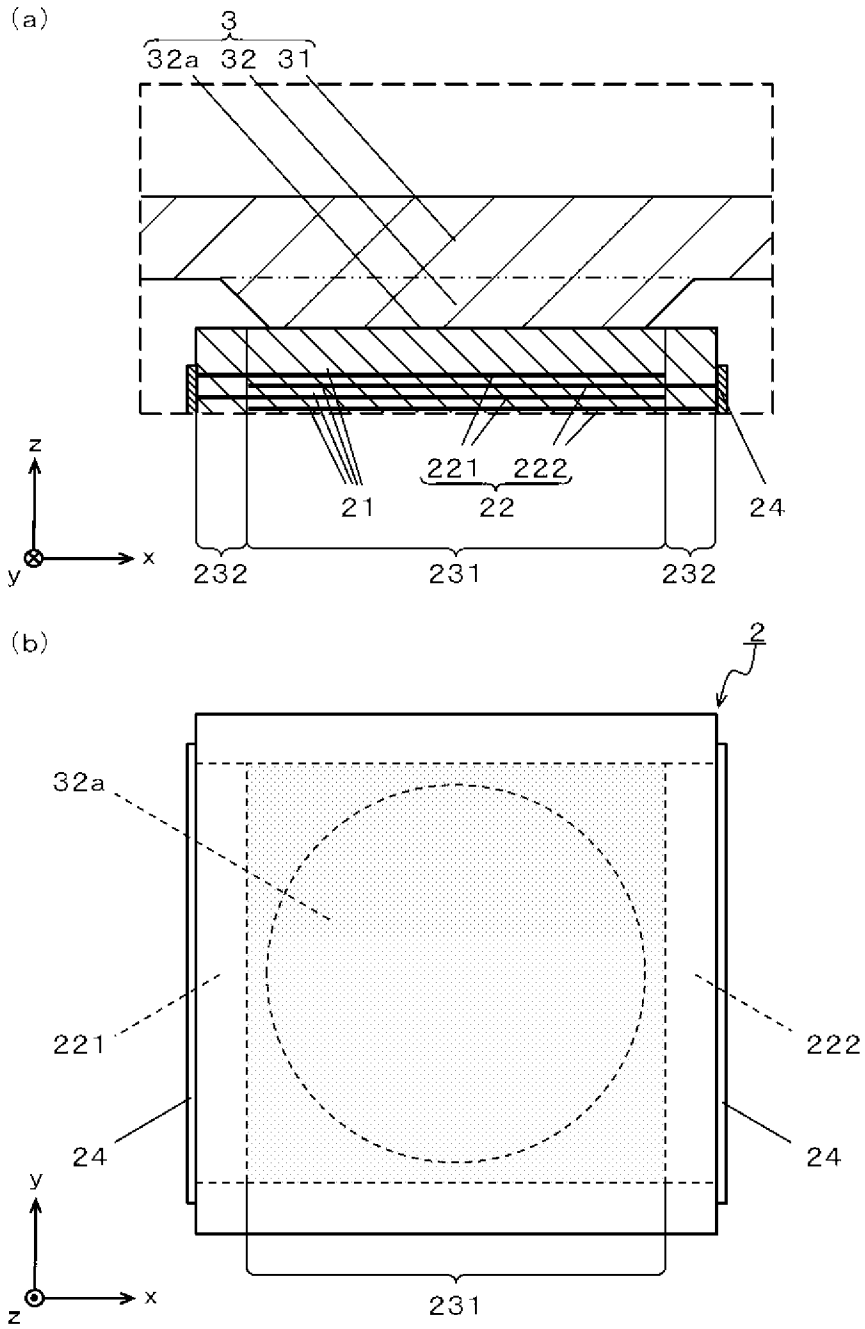
[図8]


3
32a 32 31
4
4
21 22
23 24
2
z
x
y

[図9]


(a)
3
32a 32 31
z
y
x
221 222
21
22
24
232
231
232
(b)
2
32a
221
222
24
24
y
x
z
231

[図10]


(a)
3
32a 32 31
z
y
x
221 222
21
22
24
232
231
232
(b)
2
32a
221
222
24
24
y
x
z
231

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/068670

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G01L9/08(2006.01)i, *G01L1/16*(2006.01)i, *H01L41/083*(2006.01)i, *H01L41/113*(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)
G01L1/16, G01L9/00, G01L9/08, G01L19/14, G01L23/10, G01L23/22, H01L41/053, H01L41/08-41/083, H01L41/113

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2012-112824 A (Kyocera Corp.), 14 June 2012 (14.06.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-5,7 6
Y A	JP 4-105374 A (NEC Corp.), 07 April 1992 (07.04.1992), entire text; fig. 5 to 7 (Family: none)	1-5,7 6
Y A	JP 52-134481 A (Nippon Gakki Co., Ltd.), 10 November 1977 (10.11.1977), page 5, lower right column, line 16 to page 6, upper right column, line 19; fig. 6 to 7 (Family: none)	2-5,7 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 July 2016 (19.07.16)	02 August 2016 (02.08.16)

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/068670

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2013-160669 A (Seiko Epson Corp.), 19 August 2013 (19.08.2013), paragraphs [0023] to [0051]; fig. 1 to 4 (Family: none)	5,7 1-4,6
A	JP 7-253374 A (Nippondenso Co., Ltd.), 03 October 1995 (03.10.1995), paragraphs [0001], [0022] to [0038]; fig. 1 to 9 & US 5583295 A specification, page 1, column 1, lines 15 to 19; page 3, column 6, line 35 to page 5, column 10, line 24; fig. 1 to 9 & DE 19509188 A1 & FR 2717262 A1	1-7

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０６８６７０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G01L9/08(2006.01)i, G01L1/16(2006.01)i, H01L41/083(2006.01)i, H01L41/113(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.　G01L1/16, G01L 9/00, G01L 9/08, G01L19/14, G01L 23/10, G01L23/22, H01L 41/053, H01L41/08-41/083, H01L41/113

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	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６年

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

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y A	JP 2012-112824 A (京セラ株式会社) 2012.06.14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5, 7 6
Y A	JP 4-105374 A (日本電気株式会社) 1992.04.07, 全文, 第5-7図 (ファミリーなし)	1-5, 7 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
１９．０７．２０１６	０２．０８．２０１６

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　６０００
山下　雅人
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２１６

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y A	JP 52-134481 A (日本楽器製造株式会社) 1977.11.10, 5頁右下欄16行目-6頁右上欄19行目, 第6-7図 (ファミリーなし)	2-5, 7 1, 6
Y A	JP 2013-160669 A (セイコーエプソン株式会社) 2013.08.19, 段落[0023]-[0051], 図1-4 (ファミリーなし)	5, 7 1-4, 6
A	JP 7-253374 A (日本電装株式会社) 1995.10.03, 段落[0001], [0022]-[0038], 図1-9 & US 5583295 A, 明細書1頁第1欄15-19行目, 3頁第6欄35行目-5頁第10欄24行目, 図1-9 & DE 19509188 A1 & FR 2717262 A1	1-7