

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2015年10月1日(01.10.2015)



(10) 国際公開番号  
WO 2015/146367 A1

- (51) 国際特許分類:  
G01L 1/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/054212
- (22) 国際出願日: 2015年2月17日(17.02.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2014-068451 2014年3月28日(28.03.2014) JP
- (71) 出願人: 日本写真印刷株式会社(NISSHA PRINTING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6048551 京都府京都市中京区壬生花井町3番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 渡津 裕次(WATAZU, Yuji); 〒6048551 京都府京都市中京区壬生花井町3番地 日本写真印刷株式会社内 Kyoto (JP). 尾▲崎▼ 啓佑(OZAKI, Keisuke); 〒6048551 京都府京都市中京区壬生花井町3番地 日本写真印刷株式会社内 Kyoto (JP). 角谷 栄二(KAKUTANI, Eiji); 〒6048551 京都府京都市中京区壬生花井町3番地 日本写真印刷株式会社内 Kyoto (JP). 井前 直人(IMAE, Naoto); 〒6048551 京都府京都市中京区壬生花井町3番地 日本写真印刷株式会社内 Kyoto (JP). 柴田

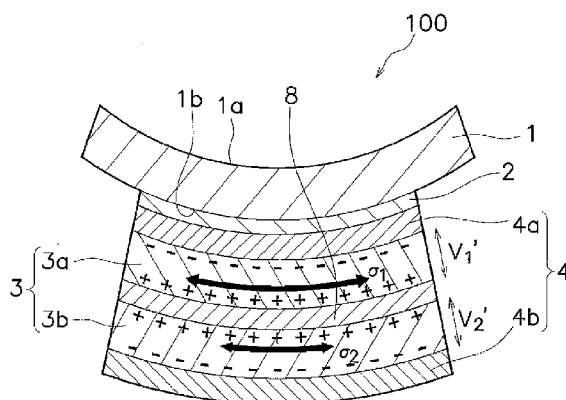
淳一(SHIBATA, Junichi); 〒6048551 京都府京都市中京区壬生花井町3番地 日本写真印刷株式会社内 Kyoto (JP).

- (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, 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).

[続葉有]

(54) Title: PRESSURE DETECTION APPARATUS

(54) 発明の名称: 圧力検出装置



(57) Abstract: [Problem] To improve detection sensitivity of a pressure detection apparatus that has a bimorph, and a glass or other material member as a pressing surface. [Solution] In a pressure detector (110), a supporting substrate (1) has an input surface (1a) to which pressure is applied, and a rear surface (1b) having end portions thereof supported. A first piezoelectric sheet (3a) is disposed at a center part of the rear surface (1b) of the supporting substrate (1). A second piezoelectric sheet (3b) is disposed to face the first piezoelectric sheet (3a), said second piezoelectric sheet being on the first piezoelectric sheet (3a) side that is the reverse side of the supporting substrate (1). A first detection electrode (4a) is disposed on the first piezoelectric sheet (3a) side that is the reverse side of the second piezoelectric sheet (3b). A second detection electrode (4b) is disposed on the second piezoelectric sheet (3b) side that is the reverse side of the first piezoelectric sheet (3a). An intermediate adhesive layer (8) is disposed between the first piezoelectric sheet (3a) and the second piezoelectric sheet (3b). The elastic modulus of the intermediate adhesive layer (8) is less than 10 MPa.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2015/146367 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

---

【課題】 バイモルフと、押圧面としてのガラス又は他の部材を有する圧力検出装置において、検出感度を高める。【解決手段】 圧力検出器 110 では、支持基板 1 は、圧力が作用する入力面 1 a と、縁部が支持される背面 1 b とを有する。第 1 圧電シート 3 a は、支持基板 1 の背面 1 b の中央部に配置されている。第 2 圧電シート 3 b は、第 1 圧電シート 3 a の支持基板 1 と反対側において、第 1 圧電シート 3 a に対向して配置されている。第 1 検出電極 4 a は、第 1 圧電シート 3 a の第 2 圧電シート 3 b と反対側に配置されている。第 2 検出電極 4 b は、第 2 圧電シート 3 b の第 1 圧電シート 3 a の反対側に配置されている。中間接着層 8 は、第 1 圧電シート 3 a と第 2 圧電シート 3 b との間に配置されている。中間接着層 8 は、弾性係数が 1 OMP a 未満である。

## 明 細 書

**発明の名称**：圧力検出装置

**技術分野**

[0001] 本発明は、圧力検出装置、特に、2枚の圧電シートを貼り合わせたバイモルフを用いた圧力検出装置に関する。

**背景技術**

[0002] タッチパネルへの押圧量を検出するための装置として、圧電シートを用いた圧力センサが知られている（例えば、特許文献1を参照）。特許文献1に示すタッチ入力装置では、感圧センサが、可撓性を有するタッチパネルの平面上に互いに密着するように重ねられている。

**先行技術文献**

**特許文献**

[0003] 特許文献1：特開平05-61592号公報

**発明の概要**

**発明が解決しようとする課題**

[0004] 圧電シートに用いられる圧電材料として、チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）やポリフッ化ビニリデン（PVDF）とその重合体がある。しかし、それら代表的な圧電材料は、焦電性を有するので、正確な押圧力の検出が難しかった。

そこで、本願の発明者は、この問題を改善するために、2枚の圧電シートを互いに分極方向を逆に貼り合せた、いわゆるバイモルフ構造を採用することに着目した。バイモルフ構造は、主に、上下2枚の圧電素子からなる長方形又は円形状のバイモルフを有している。圧電素子の両側には、検出電極が設けられている。バイモルフ構造は、さらに、バイモルフの下面の周囲に取り付けられた枠状の支持部材を有する。バイモルフ構造は、さらに、バイモルフの上面に、圧電素子の強度向上（傷防止、割れ防止）のために、保護材としてのガラス又は他の部材を有することがある。

[0005] 以下、バイモルフ構造による押圧力検出のメカニズムを説明する。中央部に作用する押圧力で上下2枚の圧電素子が撓むと、上下2枚の圧電素子に押圧力に比例した応力 $\sigma_u$ と応力 $\sigma_l$ がそれぞれの圧電素子に発生する。

ガラスが設けられていないバイモルフ構造では、応力 $\sigma_u$ は圧縮応力であるため負の値となり、応力 $\sigma_l$ は引張応力であるため正の値となる。その場合、検出電極間に現れる電位差は、応力 $\sigma_u$ と応力 $\sigma_l$ の差に比例する。

一方、ガラスを取り付けたバイモルフ構造では、応力 $\sigma_u$ と応力 $\sigma_l$ はどちらも引張応力となる。この場合、応力 $\sigma_u$ より応力 $\sigma_l$ の方が大きくなるため、その差に応じた電位差が現れる。

[0006] 本願の発明者は、上述のように、ガラスを設けたバイモルフ構造では、引張応力 $\sigma_u$ と引張応力 $\sigma_l$ との差が小さいことに起因して検出電極間の電位差が小さくなる（つまり、検出感度が低い）問題に着目し、これを解決するための手段を発明した。

[0007] 本発明の課題は、バイモルフと、押圧面としてのガラス又は他の部材とを有する圧力検出装置において、検出感度を高めることにある。

### 課題を解決するための手段

[0008] 以下に、課題を解決するための手段として複数の態様を説明する。これら態様は、必要に応じて任意に組み合わせることができる。

[0009] 本発明の一見地に係る圧力検出装置は、外部から加えられた圧力によって発生する2枚の圧電シート間の電位差に基づいて圧力を検出するための圧力検出装置である。圧力検出装置は、シート部材と、第1圧電シートと、第2圧電シートと、第1検出電極と、第2検出電極と、弾性体と、を備えている。

シート部材は、圧力が作用する第1面と、縁部が支持される第2面とを有する。

第1圧電シートは、シート部材の第2面の中央部に配置されている。

第2圧電シートは、第1圧電シートのシート部材と反対側において、第1圧電シートに対向して配置されている。

第1検出電極は、第1圧電シートの第2圧電シートと反対側に配置されている。

第2検出電極は、第2圧電シートの第1圧電シートの反対側に配置されている。

弾性体は、第1圧電シートと第2圧電シートとの間に配置されている。弾性体は、弾性係数が10MPa未満である。

[0010] この装置では、シート部材の第1面の中央部が押されると、シート部材は縁部が他の部材に支持されながらたわむ。その結果、第1圧電シート及び第2圧電シートもたわむ。このときに、第1圧電シートと第2圧電シートとの間に配置された弾性体の弾性係数が10MPa未満であるので、第2圧電シートの引張応力が第1圧電シートの引張応力より小さくなる。これにより、第1検出電極で発生する電荷量が第2検出電極で発生する電荷量より大きくなり、第1検出電極及び第2検出電極の間の電位差が十分に大きくなる。この結果、圧力検出装置の押圧検出感度が高くなる。

[0011] 弾性体の弾性係数は1MPa以下であってもよい。

この装置では、弾性体の弾性係数は1MPa以下なので、第1検出電極及び第2検出電極の間の電位差が十分に大きくなる。

[0012] 弾性体の厚みは、5 $\mu$ m以上であってもよい。

この装置では、十分に広い厚み範囲であるので、第1検出電極及び第2検出電極の間の電位差が十分に大きくなる。

[0013] 弾性体の厚みは、25～100 $\mu$ mであってもよい。

この装置では、弾性体の厚みを大きく設定しているので、第1検出電極及び第2検出電極の間の電位差がさらに大きくなる。

[0014] 弾性体は、第1圧電シートと第2圧電シートを接着する接着剤であってもよい。

この装置では、接着剤の種類選択によって、上記の効果を得られる。

[0015] 圧力検出装置は、第2シート部材をさらに備えていてもよい。第2シート部材は、第2圧電シートのシート部材と反対側に配置され、弾性係数が10

GPa以上である。

この装置では、第2シート部材として弾性係数が高い部材を適用することで、第1検出電極及び第2検出電極の間の電位差がさらに大きくなる。この結果、圧力検出装置の押圧検出感度がさらに高くなる。

[0016] 圧力検出装置は、接着層をさらに備えていてもよい。接着層は、シート部材と第1圧電シート及び第2圧電シートとの間に配置されている。接着層は、弾性体の弾性係数の10倍以上の弾性係数を有する。

この装置では、接着層の弾性係数を大きく設定することで、第1検出電極及び第2検出電極の間の電位差がさらに大きくなる。この結果、圧力検出装置の押圧検出感度がさらに高くなる。

### 発明の効果

[0017] 本発明に係る圧力検出装置では、第1圧電シートと第2圧電シートとの間に配置された弾性体の弾性係数が10MPa未満であるので、第2圧電シートの引張応力が第1圧電シートの引張応力より小さくなる。これにより、第1検出電極及び第2検出電極の間の電位差が大きくなる。この結果、圧力検出装置の押圧検出感度が高くなる。

### 図面の簡単な説明

[0018] [図1]電子機器の斜視図である。

[図2]図1におけるI-I断面の断面図である。

[図3]圧力検出器の断面図である。

[図4]圧力検出器の断面図である。

[図5]圧力検出器の断面図である（第2実施形態）。

[図6]圧力検出器の断面図である（第3実施形態）。

[図7]タッチパネルの断面図である（第4実施形態）。

[図8]電極の展開図である（第4実施形態）。

### 発明を実施するための形態

[0019] 1. 第1実施形態

(1) 圧力検出器の概要

図1及び図2を用いて、本発明の一実施形態としての圧力検出器100を説明する。図1は、電子機器の斜視図である。図2は、図1における1-1-1断面の断面図である。

圧力検出器100は、指又はペンによって押された場合の押圧力（荷重）の大きさを測定するための装置である。なお、以下の説明では、使用時にユーザから見て手前側（図2の上側）を圧力検出器100の「入力面側」といい、ユーザから見て奥側（図2の下側）を圧力検出器100の「奥側」という。

[0020] 図1に示すように、電子機器110は、主に、筐体6と、圧力検出器100とを備えている。筐体6は、矩形枠状であり、合成樹脂製である。圧力検出器100は、筐体6内に收容されている。

[0021] さらに詳細には、筐体6は、入力面側に向かって矩形状に開口する凹部6aを有している。凹部6aは、段差を有するように形成されており、この段差部分が支持部6bとなっている。支持部6bは、凹部6aの形状に対応しており、つまり矩形枠状に形成されている。支持部6bは、後述する支持基板1の背面1bの縁部に対応しており、支持基板1に作用する圧力を支持するための構造である。凹部6aにおいて、支持部6bよりも入力面側の第1領域には後述の支持基板1が収納され、背面側の第2領域には圧力検出器100が収納されている。

凹部6aにおいて、第1領域の側面は支持基板1とわずかな隙間を空けて接し、第2領域の側面は圧力検出器100にわずかな隙間を空けて接している。また、筐体6の底面と圧力検出器100との間には、空間部7が設けられている。

[0022] 圧力検出器100は、主に、支持基板1と、圧電シート3と、検出電極4と備えている。圧力検出器100の基本動作として、支持基板1が押されると圧力検出器100がたわみ、圧電シート3には引張応力が加わるとともに、電荷が発生する。そして、2枚の検出電極4がその電荷を検出することで、圧力検出器100に加えられた押圧力を検出できる。

より詳細には、圧力検出器100は、入力面側から背面側に向かって、支持基板1、接着層2、第1検出電極4a、第1圧電シート3a、中間接着層8、第2圧電シート3b、第2検出電極4bを有している。以下、各構成を説明する。なお、図2等の断面図は、説明の便宜のために、各層の位置及び厚みを適宜調整している。

[0023] (2) 支持基板

支持基板1（シート部材の一例）は、シート状の部材であり、筐体6の支持部6bに配置される。圧力検出器100の入力面1a（第1面）を有している。支持基板1は、入力面1aと反対側に背面1b（第2面）を有している。支持基板1の背面1bの縁部は支持部6bに支持されるように固定されている。

支持基板1は、保護板として、透明性、耐傷性、及び防汚性等を具備していることが好ましい。支持基板1の材料としては、例えば、ポリエチレンテレフタレートやアクリル系樹脂等の汎用樹脂、ポリアセタール系樹脂やポリカーボネート系樹脂等の汎用エンジニアリング樹脂、ポリスルホン系樹脂やポリフェニレサルファイド系樹脂等のスーパーエンジニアリング樹脂、ガラスがある。

なお、支持基板1の厚みは、例えば0.4mm～1.0mmである。

支持基板1は、後述する他の部材に比べて剛性が高い。

[0024] (3) 圧電シート

圧電シート3は、接着層2を介して、支持基板1の背面1bに固定されている。なお、圧電シート3は、支持基板1の背面1bの中央部に配置されている。

接着層2は例えば透明光学接着剤が用いられる。そのような例としては、感圧接着剤（Pressure sensitive Adhesive、以後「PSA」という）がある。接着層2のAの厚みは、5 $\mu$ m～300 $\mu$ mである。

接着層2の弾性係数は、限定されるものではないが、10MPa程度であ

り、好ましくは10MPa以上、1GPa程度である。なお、接着層2の材料は、例えば、アクリル系やシリコン系、エポキシ系接着剤である。接着層2は、上記接着剤を接着後にUV硬化又は熱硬化によって硬化されることが好ましい。

[0025] 圧電シート3は、押圧力が加えられたわみが発生すると、両面に加えられた押圧力に応じた電位差を発生するシートである。圧電シート3は、第1圧電シート3aと第2圧電シート3bとから構成されている。両シートは同じ形状であり、互いに対向している。第1圧電シート3aは支持基板1の背面1b側に配置され、第2圧電シート3bは第1圧電シート3aの背面側（第1圧電シート3aの支持基板1と反対側）に配置されている。第1圧電シート3aと第2圧電シート3bは、PSAからなる中間接着層8を介して互いに接着されている。中間接着層8については後述する。

[0026] (4) 検出電極

検出電極4は、第1検出電極4aと、第2検出電極4bとからなる。第1検出電極4aは支持基板1（具体的には、接着層2）と第1圧電シート3aの間（つまり、第1圧電シート3aの第2圧電シート3bと反対側）に配置され、第2検出電極4bは第1圧電シート3aの背面側（つまり、第2圧電シート3bの第1圧電シート3aと反対側）に配置される。

なお、第1検出電極4a及び第2検出電極4bは、導電性を有する材料により構成される。導電性を有する材料としては、インジウムスズ酸化物（Indium-Tin-Oxide、ITO）、スズ亜鉛酸化物（Tin-Zinc-Oxide、TZO）などのような透明導電酸化物、ポリエチレンジオキシチオフェン（Polyethylenedioxythiophene、PEDOT）などの導電性高分子、などを用いることができる。この実施形態では、検出電極4は、例えば、蒸着やスクリーン印刷などを用いて圧電シート3の面に直接形成されている。

なお、検出電極4の厚みは、例えば1nm～30,000nmとすることができる。

[0027] また、導電性を有する材料として、銅、銀などの導電性の金属を用いてもよい。この場合、上記の検出電極は、蒸着により圧電シートに形成してもよく、銅ペースト、銀ペーストなどの金属ペーストを用いて形成してもよい。なお、金属からなる検出電極は、透光性を向上させるために、メッシュ構造であってもよい。

なお、検出電極は、蒸着やスクリーン印刷などを用いて樹脂フィルムなどの表面に形成したものを、支持基板や圧電シートに接着剤で固着してもよい（例えば、第3実施形態）。

[0028] さらに、導電性を有する材料として、バインダー中に、カーボンナノチューブ、金属粒子、金属ナノファイバーなどの導電材料が分散したものをを用いてもよい。

#### [0029] (5) 検出器

検出器（図示せず）は、検出電極が検出した電圧信号から押圧量を検出する装置である。検出器はオペアンプを用いたチャージアンプなどから構成される。

#### [0030] (6) 押圧手段

なお、圧力検出器100に押圧を加える押圧手段としては、押圧を加えることができるものであれば、特に限定されない。押圧手段としては、例えば指やスタイラスペンなどを挙げるができる。

#### [0031] (7) 圧電シートの詳細説明

第1圧電シート3a及び第2圧電シート3bの材料は、強誘電体材料をシート状に成形したのちに厚み方向に分極させたシートを用いることができる。強誘電体材料としては、P V D Fや、P V D FとT r F EやE T F Eなどの共重合体、P Z Tがある。第1圧電シート3aと第2圧電シート3bは互いに分極方向が上下逆になるように積層される。

第1圧電シート3a及び第2圧電シート3bの材料の組み合わせは特に限定されない。

ただし、両シートは同じ特性を有する材料が用いられることが好ましい。温

度変化による熱応力と焦電効果によって生じる圧電シートからの出力をキャンセルできるからである。

[0032] 図3を用いて、圧電シートにおける焦電効果に起因する出力をキャンセルするメカニズムを説明する。図3は、圧力検出器の断面図である。

[0033] 第1圧電シート3aと第2圧電シート3bが強誘電体から構成される場合、第1圧電シート3aと第2圧電シート3bは、無押圧状態での分極方向が互いに逆方向になるよう構成されていることが好ましい。上記のように構成されていると、圧力検出器100内で温度変化が生じて、圧電シート3内に焦電効果が発生した場合に、図3に示すように、第1圧電シート3aの入力面側と第2圧電シート3bの背面側で正負同じ電荷が生じる。

第1圧電シート3aと第2圧電シート3bは、厚みが十分薄く（例えば、 $5\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ ）、かつ、同じ特性を有する材料から構成すると、第1圧電シート3aの背面側の面と第2圧電シート3bの入力面側の面との間で、電位同士がほぼ等しくなり、その結果、第1圧電シート3aの入力面側の面と第2圧電シート3bの背面側の面との間で、電位同士が等しくなることが導き出される。

[0034] したがって、上記のように構成すると、圧電シート3が焦電効果の影響を受けた場合、焦電効果に起因して発生する第1圧電シート3aの入力面側の面の電位と第2圧電シート3bの背面側の面の電位はほぼ等しくなる。すると、圧力検出器100において、第1圧電シート3aと第2圧電シート3bが焦電効果の影響を受けた場合に、検出電極4によって検出される圧電シート3として焦電効果に起因する電位差は、ほぼ「0」となる。したがって、第1圧電シート3aと第2圧電シート3bに焦電効果が発生しても、圧電シート3全体としては焦電効果に起因する電位差がほとんど検出されない。すなわち、圧電シート3（第1圧電シート3aと第2圧電シート3b）が、強誘電体から構成される場合、圧電シート3と検出電極4が上記のように構成されることにより、温度変化に伴う誤動作（特に、焦電効果に起因した誤動作）がほとんど生じない。

## [0035] (8) 中間接着層

前述したように、第1圧電シート3a及び第2圧電シート3bの間には、中間接着層8が配置されている。中間接着層8には、例えばPSAが用いられる。

[0036] 中間接着層8は、従来に比べて軟らかい材料からなり、弾性係数が10MPa未満である。中間接着層8の弾性係数は、好ましくは、1MPa以下である。さらに具体的には、中間接着層8の弾性係数は、0.05MPa~1MPaの範囲が好ましく、より好ましくは0.1MPa~0.3MPaの範囲である。以上より、この実施形態では、中間接着層8は、第1圧電シート3a及び第2圧電シート3bの間で、比較的弾性係数が低い弾性体として機能している。

中間接着層8は、上記の弾性係数を実現すればよく、材料の種類は特に限定されない。ただし、中間接着層8は、例えば、アクリル系粘着剤やシリコン系粘着剤からなる。いずれの粘着剤も、分子量を小さく架橋密度が小さいため、弾性係数が小さいからである。

[0037] 中間接着層8の厚みは、5 $\mu$ m以上である。より好ましくは、中間接着層8の厚みは、25~100 $\mu$ mの範囲である。

[0038] 図4を用いて、圧力検出器100に押圧を加えた場合の電荷発生メカニズムを説明する。図4は、圧力検出器の断面図である。

図4に示すように、圧力検出器100に押圧を加えたとき、支持基板1は圧電シート3や検出電極4に比べて高い剛性を有しているため、圧電シート3（第1圧電シート3aと第2圧電シート3b）には引張応力が生じる。このとき、第1圧電シート3aには引張応力 $\sigma_a$ が生じ、第2圧電シート3bには引張応力 $\sigma_b$ が生じる。その結果、第1圧電シート3aと第2圧電シート3bの入力面側の面と背面側の面には、上記引張応力に応じた電荷がそれぞれ発生する。そして、発生した電荷によって、第1圧電シート3a及び第2圧電シート3bのそれぞれの入力面側と背面側の面との間には電位差が発生する。第1圧電シート3aの間で発生する電位差 $V_1'$ は、第1圧電シート3a

入力面側の電位と背面側の電位との差であり、電位差  $V_1'$  は引張応力  $\sigma_u$  の大きさに比例している。第2圧電シート3bの間で発生する電位差  $V_2'$  は、第2圧電シート3bの入力面側の電位と背面側の電位との差であり、電位差  $V_2'$  は引張応力  $\sigma_l$  の大きさに比例している。

[0039] この実施形態では、引張応力  $\sigma_l$  が引張応力  $\sigma_u$  より小さくなっており、それにより電位差  $V_2$  の絶対値が電位差  $V_1$  の絶対値より小さくなっている。したがって、圧力検出器100の検出感度が高くなっている。このような効果が得られたのは、上記の特性を有する中間接着層8を新たに設けたからである。

[0040] 上記の構成に加え、中間接着層8の厚みが  $5\ \mu\text{m}$  を超えている場合は、前記の効果がさらに高くなる。なお、中間接着層8の厚みは  $25\ \mu\text{m}$  程度あることが好ましい。

上記の構成に加え、接着層2の弾性係数が中間接着層8の弾性係数の10倍以上である場合は、前記の効果がさらに高くなる。具体的には、接着層2の弾性係数は  $10\ \text{MPa}$  以上であり、 $1\ \text{GPa}$  程度あることが好ましい。この場合、接着層2の弾性係数が、中間接着層の弾性係数の10倍以上であることが好ましい。

[0041] 前記第1実施形態では、第1圧電シート3a及び第2圧電シート3bの間に配置されていたのは中間接着層8だけであった。しかし、上記の特性を満たす弾性体であれば接着層のみの構成には限定されない。例えば、弾性体はコアシート及び両面の接着剤から構成されていてもよい。また、弾性体の一部に光学的特性を実現するシートが用いられてもよい。

## 実施例 1

[0042] 以下に第1実施形態の原理と効果を示すためにおこなったシミュレーション結果を説明する。シミュレーションは、上記実施形態と同様の構造であり、ガラス（支持基板1に相当）にバイモルフ（圧電シート3に相当）を貼合わせ、四辺を土台（電子機器110の筐体6に相当）に両面テープで固定した圧力検出器（圧力検出器100に相当）を想定した。この圧力検出器にお

いて、ガラスの中央部に1 Nの力を加えるという条件を採用した。圧電シートは、フィルム状のP V D Fの共重合体を想定した。ガラスサイズは、例えば、120 mm×60 mmであり、厚みは例えば0.55 mmである。シミュレーションには、FEMシミュレーションソフトを用いた。

[0043] [表1]

No.	各部材の厚みと硬さ					x方向の引張応力			y方向の引張応力		
	Glass	接着剤	PIEZO U	弾性体	PIEZO U	$\sigma_{ux}$	$\sigma_{lx}$	$\sigma_{ux}-\sigma_{lx}$	$\sigma_{uy}$	$\sigma_{ly}$	$\sigma_{uy}-\sigma_{ly}$
A1	550um	50um 10MPa	30um	無	30um	373kPa	428kPa	-55kPa	425kPa	488kPa	-63kPa
A2	550um	50um 10MPa	30um	5um 10MPa	30um	377kPa	427kPa	-50kPa	431kPa	485kPa	-54kPa
A3	550um	50um 10MPa	30um	5um 1MPa	30um	393kPa	393kPa	0kPa	448kPa	448kPa	0kPa
A4	550um	50um 10MPa	30um	25um 1MPa	30um	404kPa	363kPa	41kPa	460kPa	417kPa	43kPa
A5	550um	50um 10MPa	30um	5um 0.1MPa	30um	411kPa	305kPa	106kPa	467kPa	359kPa	107kPa
A6	550um	50um 10MPa	30um	25um 0.1MPa	30um	417kPa	237kPa	180kPa	473kPa	290kPa	184kPa
A7	550um	50um 10MPa	30um	5um 0.01MPa	30um	420kPa	179kPa	241kPa	475kPa	230kPa	245kPa
A8	550um	50um 1GPa	30um	無	30um	533kPa	583kPa	-49kPa	585kPa	604kPa	-19kPa
A9	550um	50um 1GPa	30um	5um 10MPa	30um	538kPa	554kPa	-16kPa	590kPa	612kPa	-22kPa
A10	550um	50um 1GPa	30um	5um 1MPa	30um	541kPa	456kPa	85kPa	593kPa	513kPa	80kPa
A11	550um	50um 1GPa	30um	25um 1MPa	30um	542kPa	390kPa	152kPa	594kPa	444kPa	150kPa
A12	550um	50um 1GPa	30um	5um 0.1MPa	30um	542kPa	321kPa	221kPa	594kPa	375kPa	219kPa
A13	550um	50um 1GPa	30um	25um 0.1MPa	30um	542kPa	242kPa	301kPa	595kPa	294kPa	301kPa
A14	550um	50um 1GPa	30um	5um 0.01MPa	30um	542kPa	181kPa	361kPa	594kPa	232kPa	362kPa

表1において、2枚の圧電シート（第1圧電シート3 a及び第2圧電シート3 bに相当）を弾性体（中間接着層8に相当）によって接着してなるバイモルフを、接着剤（接着層2に相当）でガラスに貼り合せた場合のシミュレーション結果である。X方向とY方向はそれぞれ上面図の長辺方向と短辺方向であり、上側の第1圧電シート（PIEZO U）と下側の第2圧電シート（PIEZO L）からなる圧電シートに加わる応力をXとY方向について算出した。

[0044] シミュレーションNo. A3、A4、A5、A6、A7、A10、A11、A12、A13、A14が本実施形態の最低限の条件を満たした実施例であり、シミュレーションNo. A1、A2、A8、A9が本実施形態の最低限の条件を満たしていない参考例である。なお、A1～A7はガラスと圧電シートとの間の弾性体の弾性係数を低くした場合（10MPa）であり、A8～A14はと、ガラスと圧電シートとの間の弾性体の弾性係数を高くした場合（1GPa）である。

[0045] 参考例A1のように弾性体が存在しない場合、つまり極薄くて非常に硬い接着剤で貼合せている場合は、第2圧電シートで発生する引張応力が第1圧

電シートで発生する引張応力より大きくなっており、しかもその差 ( $\sigma_{ux} - \sigma_{lx}$ 、 $\sigma_{uy} - \sigma_{ly}$ ) はあまり大きくない。逆に、実施例 A 4 のように、軟らかい弾性体を介している (弾性係数 1 MPa) 場合は、弾性体が存在しない場合と逆に、第 2 圧電シートで発生する引張応力が第 1 圧電シートで発生する引張応力より小さくなっており、しかもその差 ( $\sigma_{ux} - \sigma_{lx}$ 、 $\sigma_{uy} - \sigma_{ly}$ ) が参考例 A 1 より大きくなっている。

[0046] さらに弾性体を軟らかくする又は厚くすると、第 2 圧電シートで発生する引張応力と第 1 圧電シートで発生する引張応力の差 ( $\sigma_{ux} - \sigma_{lx}$ 、 $\sigma_{uy} - \sigma_{ly}$ ) が大きくなっていく。実施例 A 4 をより弾性係数を小さくした例が実施例 A 5、A 6、A 7 である。実施例 A 5 と弾性係数は同じであるが厚みを大きくした例が実施例 A 6 である。いずれの場合もより好ましい結果が得られている。

実施例 A 3 と実施例 A 4 は弾性体の弾性係数は同じであるが、実施例 A 4 の厚みが大きくなっている。その結果、実施例 A 4 において発生する引張応力の差は実施例 A 3 に比べて大きくなっている。実施例 A 5 と実施例 A 6 との関係、実施例 A 10 と実施例 A 11 との関係、実施例 A 12 と実施例 A 13 との関係も同様である。

以上のように、圧電シート間に弾性体を形成し、より軟らかく、又はより厚くすることで圧力検出器の押圧検出感度を上げられることが分かる。

[0047] 実施例 A 3～A 7 (ガラスと圧電シートとの間の接着層が軟らかい) と実施例 A 10～A 14 (ガラスと圧電シートとの間の接着層が硬い) とをそれぞれ比較すると、後者の方がより大きな引張応力の差が得られていることが分かる。このことより、ガラスとバイモルフを接着している接着剤を硬くすると、第 2 圧電シートで発生する引張応力が第 1 圧電シートで発生する引張応力よりさらに小さくなり、圧力検出器の押圧検出感度を上げられることが分かる。

[0048] 2. 第 2 実施形態

図 5 を用いて、第 2 実施形態の圧力検出器 100A を説明する。

圧力検出器 100A の基本的な構造は、第 1 実施形態の圧力検出器 100 と同じである。したがって、ここでは異なる点のみを説明する。

[0049] 圧力検出器 100A は、第 1 実施形態の構造に加えて、ディスプレイ装置 5（第 2 シート部材の一例）を有している。ディスプレイ装置 5 は、接着層 9 を介して、第 2 検出電極 4b の背面側に固定されている。なお、ディスプレイ装置 5 は LCD や有機 EL から構成されている。ディスプレイ装置 5 は、圧電シート 3 に比べて剛性が高い。

このようにして、圧力検出器 100A は、入力面側から背面側に向かって、支持基板 1、接着層 2、第 1 検出電極 4a、第 1 圧電シート 3a、中間接着層 8、第 2 圧電シート 3b、第 2 検出電極 4b、接着層 9、ディスプレイ装置 5 を有している。

[0050] この実施形態でも、中間接着層 8 の弾性係数を低くすることで、引張応力  $\sigma_1$  が引張応力  $\sigma_2$  より小さくなっており、それにより電位差  $V_1$  が電位差  $V_2$  より大きくなっている。したがって、圧力検出器 100B の検出感度が高くなっている。

また、ディスプレイ装置 5 を圧電シート 3 の背面側に設けることによって、第 1 実施形態に比べて、第 2 圧電シートで発生する引張応力が第 1 圧電シートで発生する引張応力よりさらに小さくなっており、圧力検出器の押圧検出感度を上げられる。

[0051] また、この条件で弾性体をさらに柔らかく又は厚みを大きくすると、第 2 圧電シート 3b で発生する引張応力がマイナスになる（つまり、圧縮応力が発生する）。この結果、圧力検出器の押圧検出感度をさらに上げられる。

また、ディスプレイ装置 5 を設けることで、圧力検出器 100A の曲げ剛性も向上している。つまり、押圧を加えてもたわみの少ない圧力検出器となる。

なお、ディスプレイ装置の代わりにガラスのような硬い材料を別に設けても同じ効果がある。ただし、いずれの場合も圧力検出器の最下面に貼られる部材の弾性係数は 10 GPa 以上であることが好ましい。

実施例 2

[0052] 以下に第2実施形態の原理と効果を示すためにおこなったシミュレーション結果を説明する。

[0053] [表2]

No.	各部材の厚みと硬さ						x方向の引張応力			y方向の引張応力			
	Glass	接着剤U	PIEZO U	弾性体	PIEZO L	接着剤L	Glass	$\sigma_{ux}$	$\sigma_{lx}$	$\sigma_{ux}-\sigma_{lx}$	$\sigma_{uy}$	$\sigma_{ly}$	$\sigma_{uy}-\sigma_{ly}$
B1	550um	50um 10MPa	30um	無	30um	50um 10MPa	200um	74kPa	111kPa	-37kPa	82kPa	122kPa	-40kPa
B2	550um	50um 10MPa	30um	5um 10MPa	30um	50um 10MPa	200um	87kPa	97kPa	-10kPa	96kPa	106kPa	-10kPa
B3	550um	50um 10MPa	30um	5um 1MPa	30um	50um 10MPa	200um	168kPa	30kPa	138kPa	181kPa	35kPa	146kPa
B4	550um	50um 10MPa	30um	25um 1MPa	30um	50um 10MPa	200um	276kPa	-52kPa	329kPa	276kPa	-52kPa	329kPa
B5	550um	50um 10MPa	30um	5um 0.1MPa	30um	50um 10MPa	200um	324kPa	-88kPa	412kPa	356kPa	-97kPa	453kPa
B6	550um	50um 10MPa	30um	25um 0.1MPa	30um	50um 10MPa	200um	384kPa	-118kPa	501kPa	429kPa	-138kPa	567kPa
B7	550um	50um 10MPa	30um	5um 0.01MPa	30um	50um 10MPa	200um	397kPa	-119kPa	516kPa	447kPa	-142kPa	589kPa

表2において、2枚の圧電シート（第1圧電シート3 a及び第2圧電シート3 bに相当）を弾性体（中間接着層8に相当）によって接着してなるバイモルフ（圧電シート3に相当）を、接着剤（接着層2に相当）でガラス（支持基板1に相当）に貼り合せ、さらにガラス（ディスプレイ装置5に相当）を圧電シートの背面側に設けた場合のシミュレーション結果である。X方向とY方向はそれぞれ上面図の長辺方向と短辺方向であり、上側の第1圧電シート（PIEZO U）と下側の第2圧電シート（PIEZO L）からなる圧電シートに加わる応力をX方向とY方向について算出した。

[0054] シミュレーションNo. B3～B7が本実施形態の最低限の条件を満たした実施例であり、シミュレーションNo. B1～B2が本実施形態の最低限の条件を満たしていない参考例である。

実施例B3～B7と、弾性体の弾性係数及び厚みの条件が同じである第1実施形態の実施例A3～A7とを比較すると、実施例B3～B7の方が、実施例A3～A7に比べて、発生する引張応力同士の差はそれぞれ大きくなっている。以上より、剛性が高いシートを圧電シートの背面側に固定すると、圧力検出器の検出感度をさらに高められることが分かる。

[0055] 3. 第3実施形態

図6を用いて、第3実施形態としての圧力検出器100Bを説明する。図6は、圧力検出器の断面図である。

圧力検出器100Bは、第1実施形態と基本構造が同じである。したがっ

て、ここでは、異なる点のみを説明する。

[0056] この実施形態では、検出電極は、蒸着やスクリーン印刷などを用いて樹脂フィルム11の表面に形成されている。具体的には、第1検出電極4aは、樹脂フィルム11の背面に形成されている。樹脂フィルム11は、接着層12を介して圧電シート3に固定されている。また、樹脂フィルム11は、接着層2を介して支持基板1に固定されている。第2検出電極4bは、樹脂フィルム13の入力側面に形成されている。樹脂フィルム13は、接着層14を介して圧電シート3の背面に固定されている。

[0057] このようにして、圧力検出器100Bは、入力面側から背面側に向かって、支持基板1、接着層2、樹脂フィルム11（第1検出電極4aを含む）、接着層12、第1圧電シート3a、中間接着層8、第2圧電シート3b、接着層14、樹脂フィルム13（第2検出電極4bを含む）を有している。

この実施形態でも、中間接着層8の弾性係数を低くすることで、引張応力 $\sigma_1$ が引張応力 $\sigma_2$ より小さくなっており、それにより電位差 $V_1$ が電位差 $V_2$ より大きくなっている。したがって、圧力検出器100Bの検出感度が高くなっている。

さらに、中間接着層8の厚みを増加することで、さらに上記の効果を高めることができる。

[0058] さらに、中間接着層8以外の接着層である接着層2、接着層12、及び接着層14の弾性係数が中間接着層8の弾性係数の10倍以上である場合は、前記の効果がさらに高くなる。具体的には、これら接着層の弾性係数は10MPa以上であり、1GPa程度あることが好ましい。

### 実施例 3

[0059] 以下に第3実施形態の原理と効果を示すために行ったシミュレーション結果を説明する。

[0060]

[表3]

No.	各材料の厚みと硬さ								x方向の引張応力			y方向の引張応力			
	Glass	接着剤	樹脂フィルム	接着剤	PIEZO U	弾性体	PIEZO U	接着剤	樹脂フィルム	$\sigma_{ux}$	$\sigma_{lx}$	$\sigma_{ux}-\sigma_{lx}$	$\sigma_{uy}$	$\sigma_{ly}$	$\sigma_{uy}-\sigma_{ly}$
C1	950um	50um 10MPa	50um	25um 10MPa	30um	無	30um	25um 10MPa	50um	273kPa	326kPa	-53kPa	331kPa	391kPa	-60kPa
C2	950um	50um 10MPa	50um	25um 10MPa	30um	5um 10MPa	30um	25um 10MPa	50um	280kPa	315kPa	-35kPa	339kPa	377kPa	-38kPa
C3	950um	50um 10MPa	50um	25um 10MPa	30um	5um 1MPa	30um	25um 10MPa	50um	309kPa	210kPa	99kPa	371kPa	326kPa	42kPa
C4	950um	50um 10MPa	50um	25um 10MPa	30um	25um 1MPa	30um	25um 10MPa	50um	336kPa	212kPa	124kPa	395kPa	270kPa	125kPa
C5	950um	50um 10MPa	50um	25um 10MPa	30um	5um 0.1MPa	30um	25um 10MPa	50um	354kPa	157kPa	197kPa	417kPa	212kPa	204kPa
C6	950um	50um 10MPa	50um	25um 10MPa	30um	25um 0.1MPa	30um	25um 10MPa	50um	371kPa	67kPa	304kPa	431kPa	111kPa	320kPa
C7	950um	50um 10MPa	50um	25um 10MPa	30um	5um 0.01MPa	30um	25um 10MPa	50um	379kPa	21kPa	358kPa	443kPa	53kPa	390kPa
C8	950um	50um 1GPa	50um	25um 1GPa	30um	無	30um	25um 1GPa	50um	521kPa	560kPa	-29kPa	580kPa	613kPa	-33kPa
C9	950um	50um 1GPa	50um	25um 1GPa	30um	5um 10MPa	30um	25um 1GPa	50um	558kPa	466kPa	92kPa	617kPa	527kPa	90kPa
C10	950um	50um 1GPa	50um	25um 1GPa	30um	5um 1MPa	30um	25um 1GPa	50um	589kPa	318kPa	271kPa	648kPa	377kPa	271kPa
C11	950um	50um 1GPa	50um	25um 1GPa	30um	25um 1MPa	30um	25um 1GPa	50um	613kPa	216kPa	397kPa	699kPa	212kPa	482kPa
C12	950um	50um 1GPa	50um	25um 1GPa	30um	5um 0.1MPa	30um	25um 1GPa	50um	695kPa	156kPa	539kPa	748kPa	212kPa	536kPa
C13	950um	50um 1GPa	50um	25um 1GPa	30um	25um 0.1MPa	30um	25um 1GPa	50um	674kPa	59kPa	613kPa	722kPa	103kPa	559kPa
C14	950um	50um 1GPa	50um	25um 1GPa	30um	3um 0.01MPa	30um	25um 1GPa	50um	614kPa	18kPa	596kPa	675kPa	49kPa	626kPa

表3は、2枚の圧電シート（第1圧電シート3 a及び第2圧電シート3 bに相当）を弾性体（中間接着層8に相当）によって接着してバイモルフ（圧電シート3に相当）とし、第1検出電極（第1検出電極4 aに相当）を形成した樹脂フィルム（樹脂フィルム1 1に相当）及び第2検出電極（第2検出電極4 bに相当）を形成した樹脂フィルム（樹脂フィルム1 3に相当）をバイモルフに固定し、さらに接着剤（接着層2に相当）でガラス（支持基板1に相当）に貼り合わせた場合のシミュレーション結果である。X方向とY方向はそれぞれ上面図の長辺方向と短辺方向であり、上側の第1圧電シート（PIEZO U）と下側の第2圧電シート（PIEZO L）からなる圧電シートに加わる応力をX方向とY方向について算出した。

[0061] シミュレーションNo. C3～C7及びC10～C14が本実施形態の最低限の条件を満たした実施例であり、シミュレーションNo. C1～C2及びC8～C9が本実施形態の最低限の条件を満たしていない参考例である。

[0062] 実施例C3～C7（ガラスと圧電シートとの間の接着層、及び各樹脂フィルムと圧電シートとの間の接着層が軟らかい）と実施例C10～C14（ガラスと圧電シートとの間の接着層、及び各樹脂フィルムと圧電シートとの間の接着層が硬い）とをそれぞれ比較すると、後者の方がより大きな引張応力の差が得られていることが分かる。このことより、弾性体以外の接着剤の弾性係数を高くすると、第2圧電シートで発生する引張応力と第1圧電シートで発生する引張応力との差がさらに大きく、それにより圧力検出器の押圧検出感度を上げられることが分かる。

実施例 4

[0063] 次に、表4を用いて、実際に試作した圧力検出器の出力を測定した結果を以下に示す。圧力検出器の層構成は第3実施形態と同じである。バイモルフ（圧電シート3に相当）の圧電シート（第1圧電シート3 a、第2圧電シート3 bに相当）同士の間には軟らかい接着層であるPSAmid（中間接着層8に相当）を設けた。また、バイモルフ（圧電シート3に相当）をITOフィルム（樹脂フィルム11、樹脂フィルム13に相当）で両側から挟んでさらに、ガラス（支持基板1に相当）にPSA1（接着層2に相当）を介して貼り付けた構造の圧力検出器（圧力検出器100bに相当）を試作した。ITOフィルムは、PSA2（接着層12に相当）及びPSA3（接着層14に相当）を介してバイモルフに貼り付けられた。そして、押圧を加えて出てくる電力を電荷として、チャージアンプ（図示せず）で検出した。

[0064] [表4]

	PSA1	PSA2	PSA3	PSAmid	500gで押したときの出力
センサ1	UV硬化PSA 40um	UV硬化PSA 15um	UV硬化PSA 15um	UV硬化PSA 15um	0.52nC
センサ2	UV硬化PSA 40um	UV硬化PSA 15um	UV硬化PSA 15um	通常のPSA 50um	-1.55nC

参考例としてのセンサ1では、PSA1、PSA2、PSA3及びPSAmid（中間接着層8に相当）に薄くて硬いものを採用した。この場合、各PSAは、貼合せを行った後、UV硬化させており、硬化後の弾性係数は約3GPaであった。この場合、500gの加圧で0.52nCの電荷出力が観察された。

[0065] 実施例としてのセンサ2では、PSA1、PSA2及びPSA3に薄くて硬いものを採用したが、PSAmid（中間接着層8に相当）に軟らかい通常のPSAを採用した。PSAmidにおける通常のPSAの弾性係数は、約0.1MPaであった。センサ1とは逆の符号の電荷が検出され、その量はセンサ1の三倍の1.55nCであり、効果が見られた。

[0066] 4. 第4実施形態

第1～第3実施形態では、圧力検出器のバイモルフは支持基板1に固定されていたが、本発明はそれら実施形態に限定されない。圧力検出器のバイモ

ルフはタッチパネルの背面に固定されてもよい。その場合、押圧力だけでなく、押圧の位置も検出できる。

タッチパネルとしては、静電容量方式、抵抗膜方式、光学方式が挙げられる。以下に、静電容量方式の場合について説明する。

[0067] 以下、図7及び図8を用いて、タッチパネル110Cを説明する。図7は、タッチパネルの断面図である。図8は、電極の展開図である。

タッチパネル110Cに含まれる圧力検出器100Cの基本的な構造は、第1～第3実施形態と同様である。したがって、共通部分の説明を省略する。ただし、圧力検出器100Cは、第2実施形態のようにディスプレイ装置5を最背面側に有している。また、圧力検出器100は、第3実施形態のように第1検出電極4a及び第2検出電極4bがそれぞれ樹脂フィルム11及び樹脂フィルム13に形成されている。

[0068] 図7及び図8に示すように、タッチパネル110Cは、圧力検出器100Cに加えて、タッチセンサ51を有している。タッチセンサ51は、主に、上部電極53と、下部電極55とを有している。

[0069] 上部電極53は、樹脂フィルム11の入力側面に複数形成されている。複数の上部電極53は、Y軸方向に所定間隔を隔てて並ぶように互いに平行に配置されている。本実施形態では、上部電極53は、ストライプ状（一定幅を有する直線状）に形成されている。なお、上部電極53は、例えば波状やジグザグ状に形成されてもよい。いずれにしても、上部電極53のそれぞれは、全体として、X軸方向に沿って延在するように形成されている。

[0070] また、上部電極53は、透明性に優れた材料を用いて構成されていることが好ましい。このような要求を満足する材料としては、例えば酸化スズ、酸化インジウム、酸化アンチモン、酸化亜鉛、酸化カドミウム、及びITO（Indium Tin Oxide）等の金属酸化物、銀ナノワイヤー、カーボンナノチューブ、導電性ポリマー等が例示される。上部電極53はこれらの材料を用いて構成された透明導電膜であり、その厚みは、例えば5nm～5000nmとすることができる。本実施形態では、ITO薄膜により上

部電極 5 3 が構成されている。この場合、上部電極 5 3 は、蒸着やスクリーン印刷などを用いて樹脂フィルム 1 1 の入力側面に形成されて、支持基板 1 に接着層 2 で固着されている。なお、上部電極は、蒸着やスクリーン印刷などを用いて支持基板 1 の背面に直接形成されてもよい。なお、上部電極 5 3 の厚みは、例えば、 $1\text{ nm} \sim 20\text{ }\mu\text{ m}$  である。

[0071] 下部電極 5 5 は、本実施形態では、上部電極 5 3 の背面側に複数形成されている。複数の下部電極 5 5 は、X 軸方向に所定間隔を隔てて並ぶように互いに平行に配置されている。本実施形態では、下部電極 5 5 は、ストライプ状（一定幅を有する直線状）に形成されている。なお、下部電極 5 5 は、例えば波状やジグザグ状に形成されてもよい。いずれにしても、下部電極 5 5 のそれぞれは、全体として、Y 軸方向に沿って延在するように形成されている。これにより、上部電極 5 3 と下部電極 5 5 とは、平面視で互いに交差（本例では直交）するように配置されている。下部電極 5 5 は、上部電極 5 3 と同様、透明性に優れた材料を用いて構成されていることが好ましい。下部電極 5 5 を構成する材料や厚みに関しては、上部電極 5 3 と同様である。また、下部電極 5 5 の形成方法に関しても、上部電極 5 3 と同様である。

この実施形態では、下部電極 5 5 は、蒸着やスクリーン印刷などを用いて樹脂フィルム 1 3 の表面に形成されて、第 1 圧電シート 3 a に接着層 1 2 を介して固着されている。

なお、上部電極 5 3 及び下部電極 5 5 は、検出電極と同様に、銀、銅などの導電性の金属からなるメッシュ構造であってもよい。

[0072] 複数の上部電極 5 3 は、それぞれ引き回し配線を介して、検出回路（図示せず）に接続されている。また、複数の下部電極 5 5 も、それぞれ引き回し配線を介して、検出回路に接続されている。なお、引き回し配線は、金、銀、銅、及びニッケル等の金属、又はカーボン等の導電ペーストを用いて構成される。

[0073] この実施形態では、下部電極 5 5 は、圧力検出器 1 0 0 C の第 1 検出電極 4 a と兼用されている。そのため、両電極を絶縁するための別の層が不要に

なり、したがって、装置が軽量化及び薄型化される。また、電極材料が低減される。

[0074] タッチパネル110Cには、CPU等の演算処理装置を含む制御部（図示せず）が備えられており、この制御部が位置検出演算及び押圧力検出演算を行うように構成されている。具体的には、タッチパネル110C（入力面1a）に対してユーザの指等がタッチされると上部電極53とユーザの指等との間の静電容量や下部電極55とユーザの指等との間の静電容量が変化する。制御部は、検出器から得られた静電容量の変化に基づいて、入力面1aにおけるX-Y座標系での押圧位置を決定することができる。また、タッチパネル110Cに対してユーザの指等がタッチされると、上述したように圧電シート3間における電位差は、加えられた押圧力の大きさに応じて変化する。制御部は、圧電シート3の電位差変化を検出することにより、入力面1aと直交する方向（Z方向）に加えられた押圧力の大きさを決定できる。

[0075] なお、圧力検出器とタッチパネルを組み合わせ使う場合に、電極の共通化は必ずしもしなくてよい。

また、上記の装置の層構成は一実施形態であって、本発明はこれに限定されない。

#### [0076] 5. 実施形態の共通事項

上記第1～第5実施形態は、下記の構成及び機能を共通に有している。

圧力検出装置（例えば、圧力検出器100、100A、100B、100C）は、外部から加えられた圧力によって発生する2枚の圧電シート間の電位差に基づいて圧力を検出するための圧力検出装置である。圧力検出装置は、シート部材と、第1圧電シートと、第2圧電シートと、第1検出電極と、第2検出電極と、弾性体と、を備えている。

シート部材（例えば、支持基板1、タッチパネル）は、圧力が作用する第1面（例えば、入力面1a）と、縁部が支持される第2面（例えば、背面1b）を有する。

第1圧電シート（例えば、第1圧電シート3a）は、シート部材の第2面

の中央部に配置されている。

第2圧電シート（例えば、第2圧電シート3b）は、第1圧電シートのシート部材と反対側において、第1圧電シートに対向して配置されている。

第1検出電極（例えば、第1検出電極4a）は、第1圧電シートの第2圧電シートと反対側に配置されている。

第2検出電極（例えば、第2検出電極4b）は、第2圧電シートの第1圧電シートの反対側に配置されている。弾性体（例えば、中間接着層8）は、第1圧電シートと第2圧電シートとの間に配置されている。弾性体は、弾性係数が10MPa未満である。

[0077] この装置では、シート部材の第1面の中央部が押されると、シート部材は縁部が支持部に支持されながらたわむ（図4参照）。その結果、第1圧電シート及び第2圧電シートもたわむ。このときに、第1圧電シートと第2圧電シートとの間に配置された弾性体の弾性係数が10MPa未満であるので、第2圧電シートの引張応力（例えば、 $\sigma_1$ ）が第1圧電シートの引張応力（例えば、 $\sigma_0$ ）より小さくなる。これにより、第1検出電極で発生する電荷量が第2検出電極で発生する電荷量より大きくなり、第1検出電極及び第2検出電極の間の電位差が十分に大きくなる。この結果、圧力検出装置の押圧検出感度が高くなる。

[0078] 6. 他の実施形態

以上、本発明の複数の一実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。特に、本明細書に書かれた複数の実施形態及び変形例は必要に応じて任意に組み合わせ可能である。

### 産業上の利用可能性

[0079] 本発明は、圧力検出装置、特に、2枚の圧電シートを貼り合わせたバイモルフを用いた圧力検出装置に広く適用できる。

### 符号の説明

[0080] 1 : 支持基板

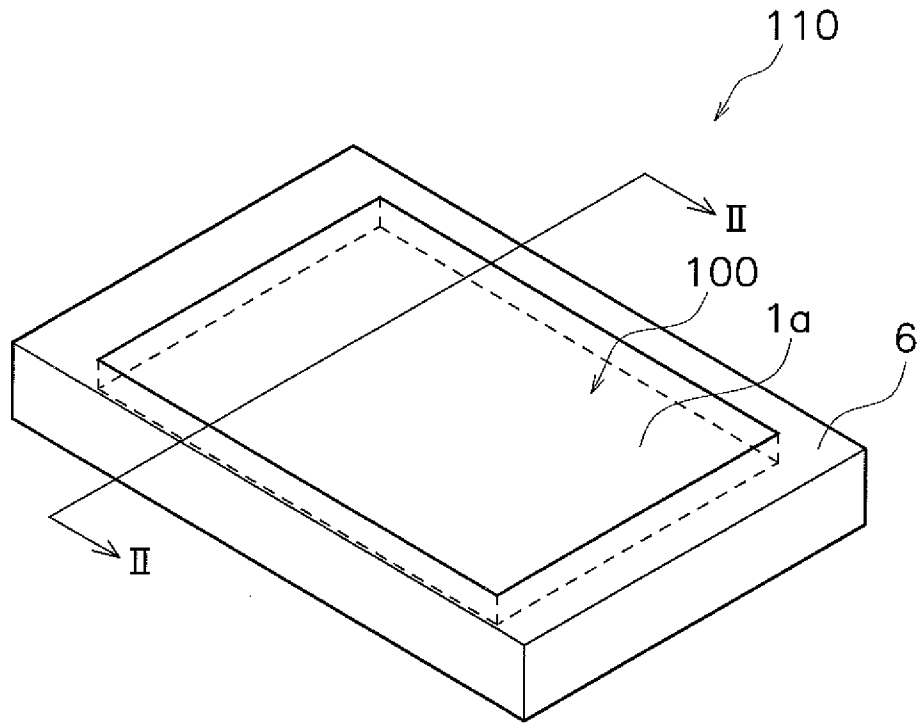
1 a	: 入力面
2	: 接着層
3	: 圧電シート
3 a	: 第 1 圧電シート
3 b	: 第 2 圧電シート
4	: 検出電極
4 a	: 第 1 検出電極
4 b	: 第 2 検出電極
5	: ディスプレイ装置
6	: 筐体
6 a	: 凹部
6 b	: 支持部
7	: 空間
8	: 中間接着層
9	: 接着層
1 1	: 樹脂フィルム
1 2	: 接着層
1 3	: 樹脂フィルム
1 4	: 接着層
1 0 0	: 圧力検出器
1 0 0 A	: 圧力検出器
1 0 0 B	: 圧力検出器
1 1 0	: 電子機器
1 1 0 C	: タッチパネル
$\sigma_u$	: 引張応力
$\sigma_l$	: 引張応力
$V_1$	: 電位差
$V_2$	: 電位差

## 請求の範囲

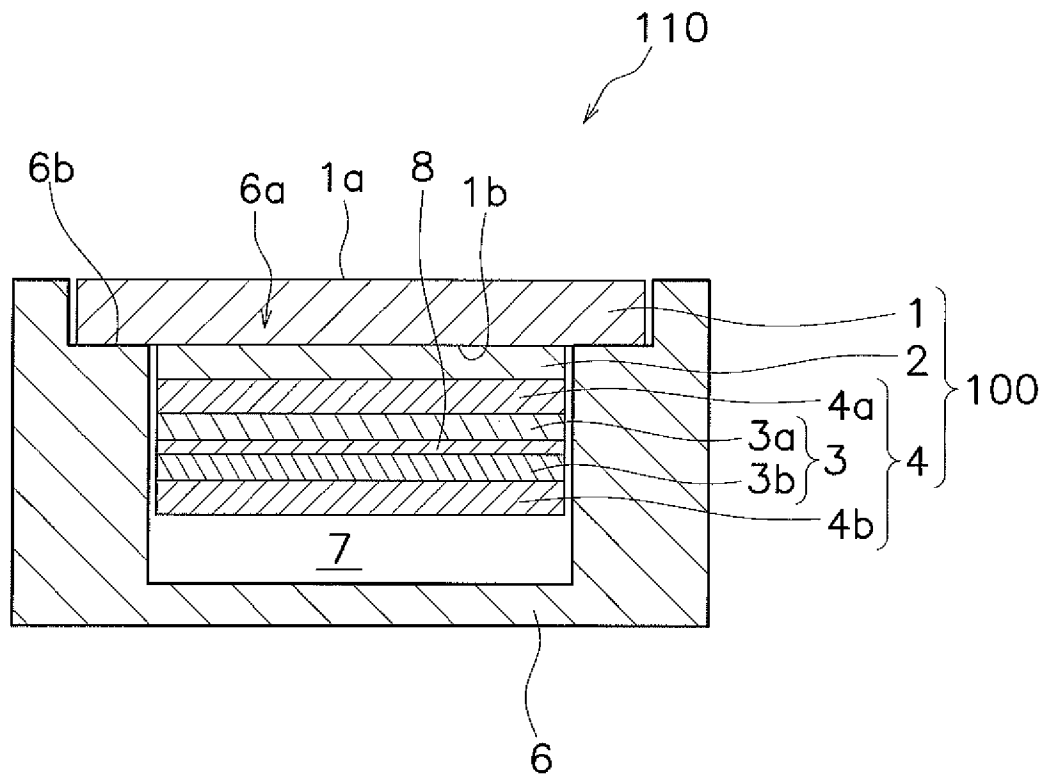
- [請求項1] 外部から加えられた圧力によって発生する2枚の圧電シート間の電位差に基づいて前記圧力を検出するための圧力検出装置であって、  
前記圧力が作用する第1面と、縁部が支持される第2面とを有するシート部材と、  
前記シート部材の第2面の中央部に配置された第1圧電シートと、  
前記第1圧電シートの前記シート部材と反対側において、前記第1圧電シートに対向して配置された第2圧電シートと、  
前記第1圧電シートの前記第2圧電シートと反対側に配置された第1検出電極と、  
前記第2圧電シートの前記第1圧電シートの反対側に配置された第2検出電極と、  
前記第1圧電シートと前記第2圧電シートとの間に配置された、弾性係数が10MPa未満の弾性体と、  
を備えた圧力検出装置。
- [請求項2] 前記弾性体の弾性係数は10MPa以下である、請求項1に記載の圧力検出装置。
- [請求項3] 前記弾性体の厚みは、5 $\mu$ m以上である、請求項1又は2に記載の圧力検出装置。
- [請求項4] 前記弾性体の厚みは、25～100 $\mu$ mである、請求項3に記載の圧力検出装置。
- [請求項5] 前記弾性体は、前記第1圧電シートと前記第2圧電シートを接着する接着剤である、請求項1～4のいずれかに記載の圧力検出装置。
- [請求項6] 前記第2圧電シートの前記シート部材と反対側に配置され、弾性係数が10GPa以上である第2シート部材をさらに備えている、請求項1～5のいずれかに記載の圧力検出装置。
- [請求項7] 前記シート部材と前記第1圧電シート及び前記第2圧電シートとの間に配置された、前記弾性体の弾性係数の10倍以上の弾性係数を有

する接着層をさらに備えている、請求項 1～6 のいずれかに記載の圧力検出装置。

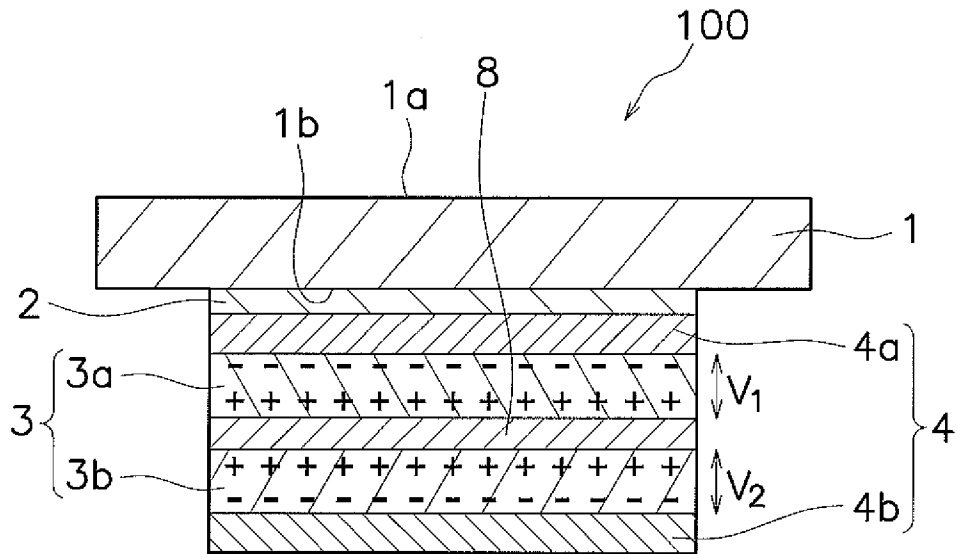
[図1]



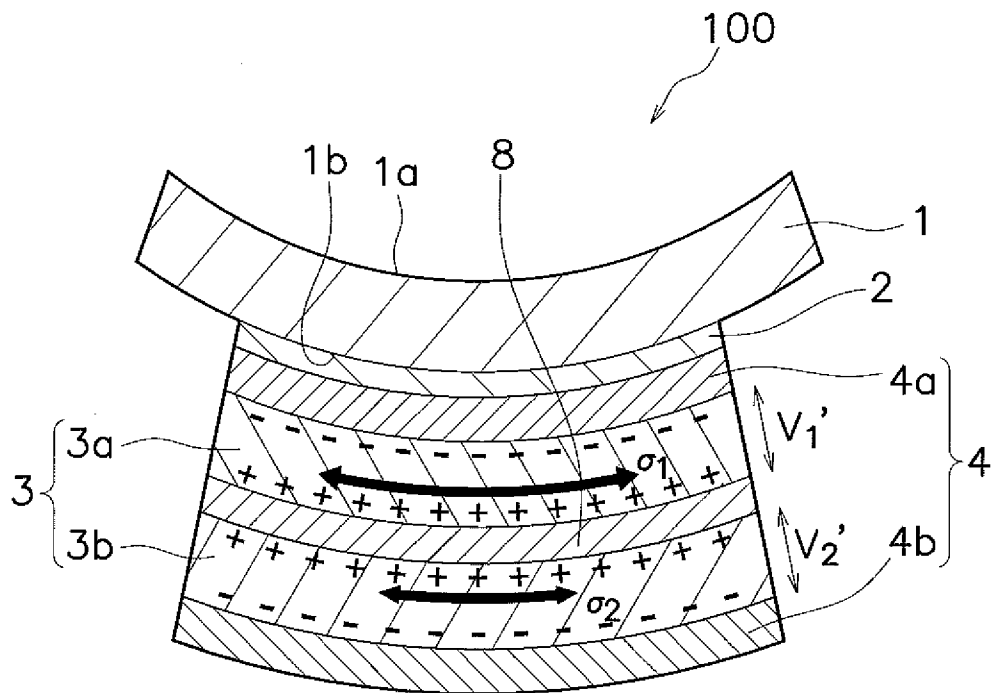
[図2]



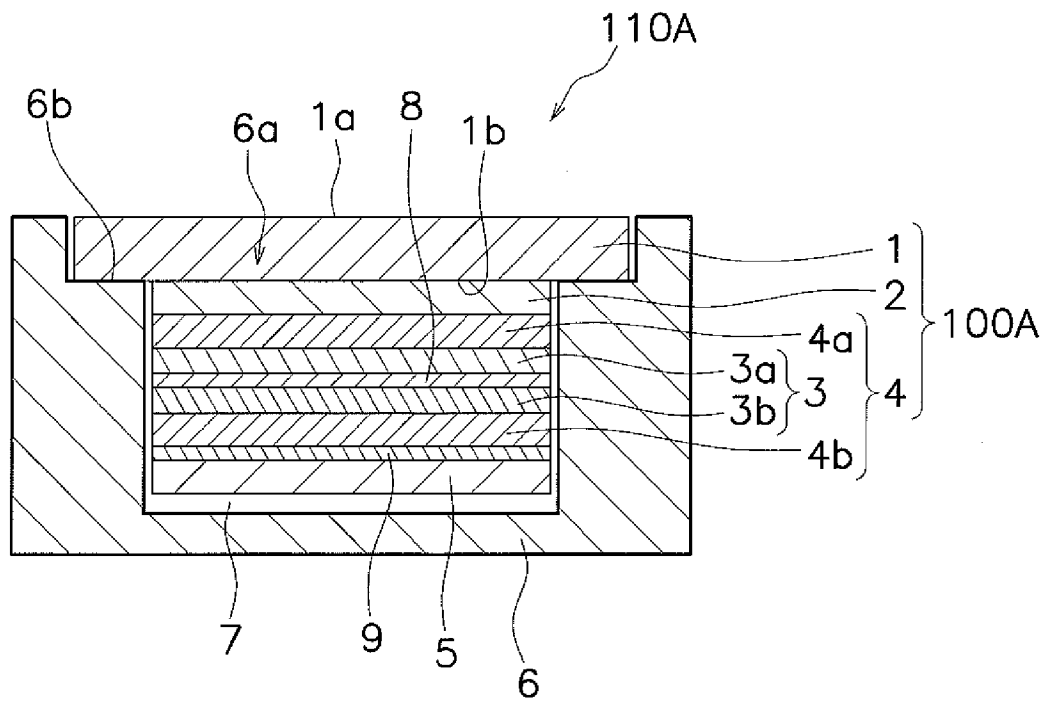
[図3]



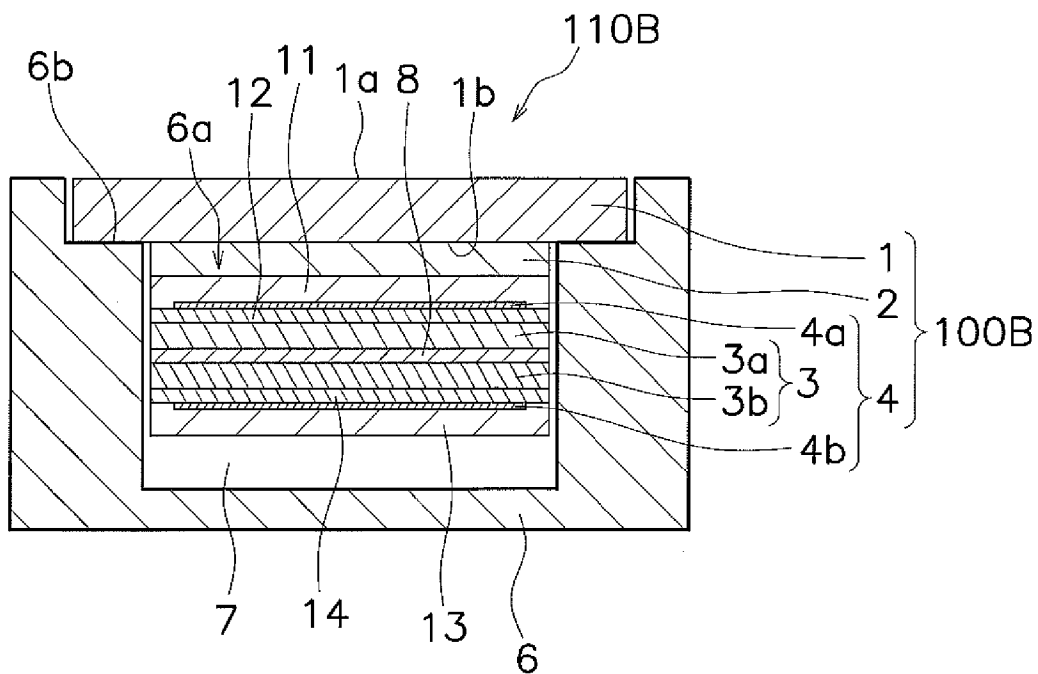
[図4]



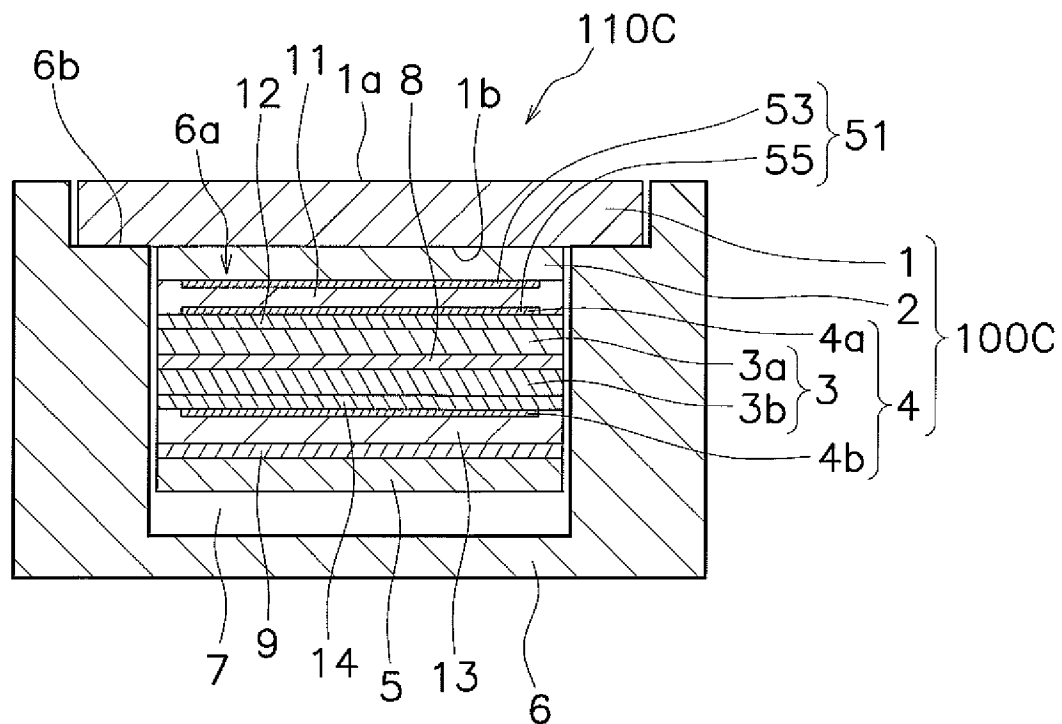
[図5]



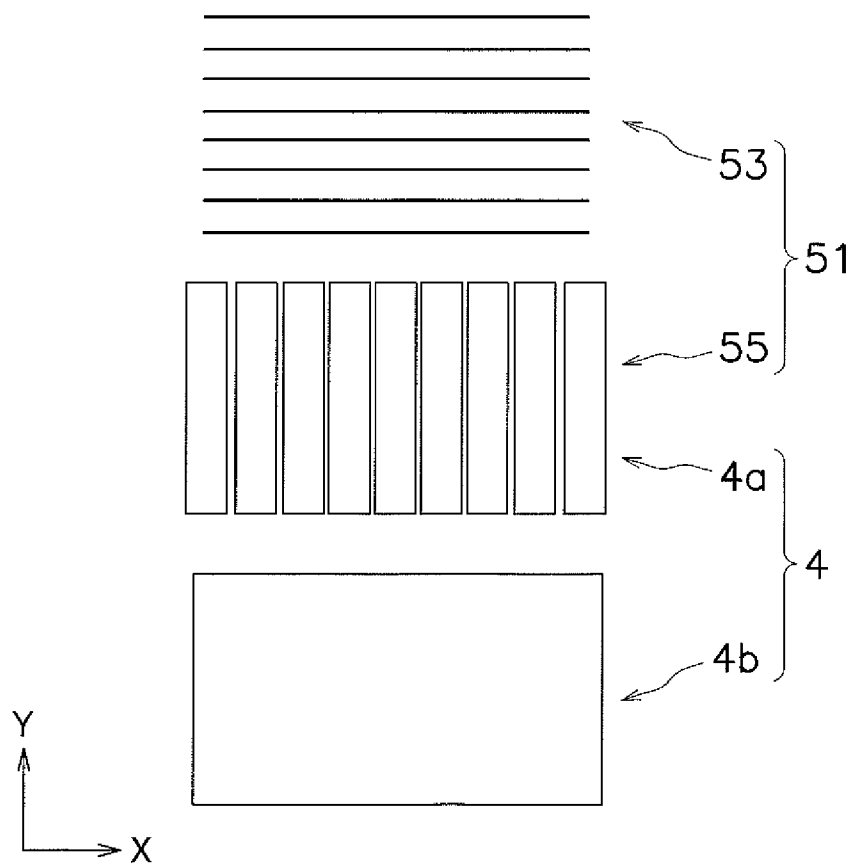
[図6]



[図7]



[図8]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2015/054212

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01L1/16(2006.01) i</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>														
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01L1/16, G01L5/00, H01L41/113</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched                  Jitsuyo Shinan Koho                      1922-1996      Jitsuyo Shinan Toroku Koho      1996-2015                  Kokai Jitsuyo Shinan Koho              1971-2015      Toroku Jitsuyo Shinan Koho      1994-2015</p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>														
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:10%;">Category*</th> <th style="width:70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width:20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">Y</td> <td>JP 2013-131110 A (KDDI Corp.), 04 July 2013 (04.07.2013), paragraphs [0027] to [0047]; fig. 1 to 3 (Family: none)</td> <td align="center">1-7</td> </tr> <tr> <td align="center">Y</td> <td>JP 2007-142540 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 07 June 2007 (07.06.2007), paragraphs [0032] to [0053]; fig. 1 (Family: none)</td> <td align="center">1-7</td> </tr> <tr> <td align="center">Y</td> <td>JP 2001-094392 A (Toshiba Corp.), 06 April 2001 (06.04.2001), paragraphs [0015] to [0016], [0021]; fig. 1 (Family: none)</td> <td align="center">5-7</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y	JP 2013-131110 A (KDDI Corp.), 04 July 2013 (04.07.2013), paragraphs [0027] to [0047]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-7	Y	JP 2007-142540 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 07 June 2007 (07.06.2007), paragraphs [0032] to [0053]; fig. 1 (Family: none)	1-7	Y	JP 2001-094392 A (Toshiba Corp.), 06 April 2001 (06.04.2001), paragraphs [0015] to [0016], [0021]; fig. 1 (Family: none)	5-7
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
Y	JP 2013-131110 A (KDDI Corp.), 04 July 2013 (04.07.2013), paragraphs [0027] to [0047]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-7												
Y	JP 2007-142540 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 07 June 2007 (07.06.2007), paragraphs [0032] to [0053]; fig. 1 (Family: none)	1-7												
Y	JP 2001-094392 A (Toshiba Corp.), 06 April 2001 (06.04.2001), paragraphs [0015] to [0016], [0021]; fig. 1 (Family: none)	5-7												
<p><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.      <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>														
<p>* Special categories of cited documents:</p> <table style="width:100%;"> <tr> <td style="width:50%;"> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="width:50%;"> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>										
<p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>													
<p>Date of the actual completion of the international search 09 March 2015 (09.03.15)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 24 March 2015 (24.03.15)</p>												
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan</p>		<p>Authorized officer</p> <p>Telephone No.</p>												

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2015/054212

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 8-236830 A (Seiko Epson Corp.), 13 September 1996 (13.09.1996), paragraphs [0003] to [0007], [0022]; fig. 2 (Family: none)	7
A	JP 62-156503 A (Daikin Industries, Ltd.), 11 July 1987 (11.07.1987), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2011-185681 A (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 22 September 2011 (22.09.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） Int.Cl. G01L1/16(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, G01L5/00, 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 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2013-131110 A (KDD I 株式会社) 2013.07.04、段落 [0027] - [0047]、図 1-3 (ファミリーなし)	1-7
Y	JP 2007-142540 A (日本電信電話株式会社) 2007.06.07、段落 [0032] - [0053]、図 1 (ファミリーなし)	1-7
<input checked="" type="checkbox"/> C 欄の続きにも文献が列挙されている。 <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</span>		
* 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 09.03.2015	国際調査報告の発送日 24.03.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 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） 公文代 康祐 電話番号 03-3581-1101 内線 3216	2 F 4 7 4 1

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2001-094392 A (株式会社東芝) 2001. 04. 06、段落 [0015] - [0016]、[0021]、図 1 (ファミリーなし)	5-7
Y	JP 8-236830 A (セイコーエプソン株式会社) 1996. 09. 13、段落 [0003] - [0007]、[0022]、図 2 (ファミリーなし)	7
A	JP 62-156503 A (ダイキン工業株式会社) 1987. 07. 11、全文、全図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2011-185681 A (独立行政法人産業技術総合研究所) 2011. 09. 22、全文、全図 (ファミリーなし)	1-7