

(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
2018年5月3日(03.05.2018)



(10) 国際公開番号

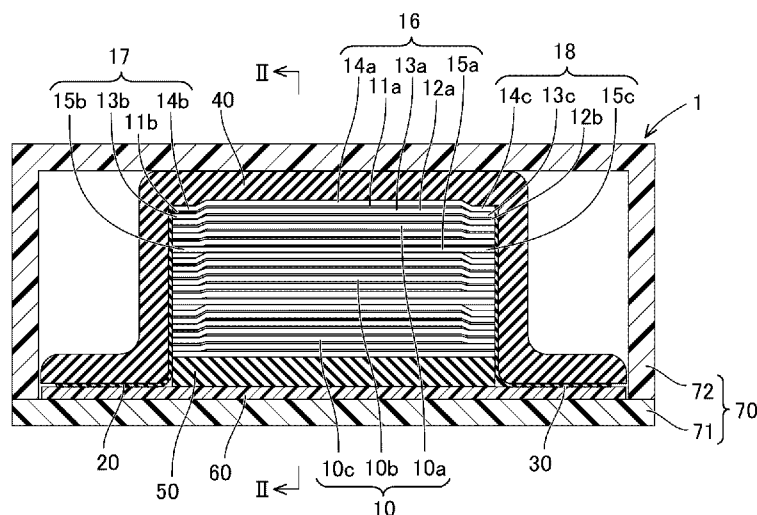
WO 2018/079145 A1

- (51) 国際特許分類:
H04R 19/02 (2006.01) *H04R 19/04* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/034129
- (22) 国際出願日: 2017年9月21日(21.09.2017)
- (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 2016-213852 2016年10月31日(31.10.2016) JP
- (71) 出願人: 住友理工株式会社(SUMITOMO RIKO COMPANY LIMITED) [JP/JP]; 〒4858550 愛知県小牧市東三丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 中野 克彦 (NAKANO, Katsuhiko); 〒4858550 愛知県小牧市東三丁目1番地 住友理工株式会社内 Aichi (JP). 那須 将樹 (NASU, Masaki); 〒4858550 愛知県小牧市東三丁目1番地 住友理工株式会社内 Aichi (JP). 村瀬 貴範 (MURASE, Takanori); 〒4858550 愛知県小牧市東三丁目1番地 住友理工株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 共立 (KYORITSU INTERNATIONAL); 〒4500002 愛知県名古屋市市中村区名駅3丁目2番5号 Aichi (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,

(54) Title: ELECTROSTATIC TRANSDUCER

(54) 発明の名称: 静電型トランスデューサ

[図1]



(57) **Abstract:** Provided is an electrostatic transducer (1) which is small in size and has a large electrostatic capacitance, while having a durable constituent part of a conduction path, said constituent part being connected to an electrode. This electrostatic transducer (1) is provided with a plurality of first electrode sheets (11), a plurality of second electrode sheets (12) and a plurality of dielectric sheets (13). Each one of the plurality of first electrode sheets (11) is provided with a first counter electrode part (11a) and a first terminal electrode part (11b). Each one of the plurality of second electrode sheets (12) is provided with a second counter electrode part (12a) and a second terminal electrode part (12b). Each one of the plurality of dielectric sheets (13) is provided with a dielectric main body (13a), a first extending part (13b) that is interposed between a plurality of first terminal electrode parts (11b), and a second extending part (13c) that is interposed

[続葉有]

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

between a plurality of second terminal electrode parts (12b).

(57) 要約: 小型かつ大きな静電容量を有すると共に、電極に接続される導電経路の構成部位に耐久性を有することができる静電型トランスデューサ(1)を提供する。静電型トランスデューサ(1)は、複数の第一電極シート(11)と、複数の第二電極シート(12)と、複数の誘電体シート(13)とを備える。複数の第一電極シート(11)のそれぞれは、第一対向電極部(11a)と、第一端子電極部(11b)とを備える。複数の第二電極シート(12)のそれぞれは、第二対向電極部(12a)と、第二端子電極部(12b)とを備える。複数の誘電体シート(13)のそれぞれは、誘電体本体(13a)と、複数の第一端子電極部(11b)の間に介在される第一延在部(13b)と、複数の第二端子電極部(12b)の間に介在される第二延在部(13c)とを備える。

明 細 書

発明の名称： 静電型トランスデューサ

技術分野

[0001] 本発明は、静電型トランスデューサに関するものである。

背景技術

[0002] 静電型トランスデューサは、静電容量の変化を利用しており、振動や音などを発生させるアクチュエータ、または、振動や音などを検出するセンサである。特開2014-150600号公報には、複数の電極被覆体を1層ごとに交互にずらして積層させたアクチュエータが記載されている。これにより、電極間の沿面放電が防止されるとされている。また、それぞれの電極被覆体を構成する電極層は、電源電極に接続されている。

[0003] また、特公昭63-10594号公報及び特開2005-312230号公報には、圧電素子を用いた装置が記載されている。特公昭63-10594号公報に記載の装置では、上下面に電極薄膜が形成された圧電素子を交互に上下面を逆にして多数積層され、各電極薄膜をそれぞれ共通接続するように側面電極が形成されている。特開2005-312230号公報に記載の装置では、接続電極がそれぞれロール体の両端面に配置されている構成が記載されている。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 静電型トランスデューサは、小型で、且つ、大きな静電容量を有することが望まれる。大きな静電容量を確保するために多数の電極層と誘電層とを積層する場合において、電極層の厚みを薄くすることにより、小型で且つ大きな静電容量を有するトランスデューサとすることができる。しかし、特開2014-150600号公報に記載の静電型アクチュエータでは、電極層を有する電極被覆体を薄くすることが困難であり、当該電極被覆体を多数積層すると、アクチュエータ全体が大型となる。

[0005] また、電極層の厚みを薄くした場合に、各電極層から電気を取り出すため端子の構成をどのようにするかが問題となる。特に、電極層は、薄いため、電極層を延長して端子を構成したとすると、電極層の耐久性が問題となる。特に、静電型トランスデューサの誘電体が変形するため、端子としての電極層の部分が誘電体の変形に追従できることが求められる。

[0006] 本発明は、小型かつ大きな静電容量を有すると共に、電極に接続される導電経路の構成部位に耐久性を有することができる静電型トランスデューサ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

[0007] 本発明に係る静電型トランスデューサは、弾性変形可能な材料によりシート状に形成される複数の第一電極シートと、弾性変形可能な材料によりシート状に形成される複数の第二電極シートと、弾性変形可能な材料によりシート状に形成される複数の誘電体シートとを備える。

[0008] 前記複数の第一電極シートのそれぞれは、第一対向電極部と、前記第一対向電極部から延在する第一端子電極部とを備える。前記複数の第二電極シートのそれぞれは、前記第一対向電極部に対向する第二対向電極部と、前記第二対向電極部から延在する第二端子電極部とを備える。

[0009] 前記複数の誘電体シートのそれぞれは、前記第一対向電極部と前記第二対向電極部との間に介在される誘電体本体と、前記誘電体本体から延在すると共に複数の前記第一端子電極部の間に介在される第一延在部と、前記誘電体本体から延在すると共に複数の前記第二端子電極部の間に介在される第二延在部とを備える。

[0010] つまり、第一対向電極部と第一端子電極部とは、同一の第一電極シートである。同様に、第二対向電極部と第二端子電極部とは、同一の第二電極シートである。第一電極シートおよび第二電極シートは、非常に薄く形成することができる。つまり、第一対向電極部、第二対向電極部および誘電体本体により構成される静電型積層体は、小型かつ大きな静電容量を有する。

[0011] ここで、第一電極シートが、第一対向電極部と第一端子電極部とを備える

。例えば、第一対向電極部に接続される導電経路の構成として、第一端子電極部のみを静電型積層体の外部に存在させることが考えられる。しかし、第一端子電極部は、静電型積層体に比べると、極めて薄い。そのため、仮に、第一対向電極部から電気を取り出す部位として、第一端子電極部のみを静電型積層体の外部に存在させた場合には、第一端子電極部と第一対向電極部との境界付近に大きな変形力を受けてしまう。

[0012] しかし、本発明によれば、第一端子電極部のみを静電型積層体の外部に存在させるのではなく、誘電体シートの一部である第一延在部を静電型積層体の外部に存在させることとし、第一端子電極部と第一延在部とを積層している。従って、第一端子電極部と第一延在部との合計厚みは、静電型積層体に比べて第二電極シートの厚み分が薄くなるだけである。そのため、第一端子電極部と第一対向電極部との境界付近に大きな変形力が生じることを抑制できる。その結果、第一対向電極部に接続される導電経路の構成部位が高い耐久性を有することができる。第二端子電極部についても同様である。

[0013] 上述したように、誘電体シートは、第一対向電極部と第二対向電極部の間のみならず、第一端子電極部同士の間、および、第二端子電極部同士の間にも配置されている。静電型トランスデューサの静電容量の大きさには、誘電体シートにおける第一端子電極部同士の間にある第一延在部、および、第二端子電極部同士の間にある第二延在部は、不要な部分である。しかし、静電容量の大きさには寄与しない部分である第一延在部および第二延在部をあえて存在させることにより、上記のとおり、第一端子電極部および第二端子電極部の耐久性を向上することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]第一実施形態の静電型トランスデューサ1の断面斜視図である。

[図2]図1のII-II断面図である。

[図3]3つの静電型ユニット10a, 10b, 10cの分解斜視図である。

[図4]個々の静電型ユニット10a, 10b, 10cの分解斜視図である。

[図5]静電型積層体16の電氣的な接続状態を示す図である。

[図6]第三実施形態の静電型トランスデューサ１の断面斜視図である。

[図7]図６のVII－VII断面図である。

発明を実施するための形態

[0015] < １． 第一実施形態 >

(１－１． 静電型トランスデューサ１の概要)

静電型トランスデューサ１は、静電容量の変化を利用しており、振動や音などを発生させるアクチュエータ、または、振動や音などを検出するセンサである。アクチュエータとしての静電型トランスデューサ１は、電極に電圧を印加することにより振動を発生する。センサとしての静電型トランスデューサ１は、振動や音の入力に起因してセンサが振動することで電極に電圧を発生する。

[0016] 加振アクチュエータとしての静電型トランスデューサ１は、例えば、人間に触覚振動を提示する装置、構造物の制振のために構造物の逆位相の振動を発生する装置などである。音を発生するアクチュエータとしての静電型トランスデューサ１は、人間の聴覚にて感じる音波を発生するスピーカ、ノイズ音をキャンセルするサウンドマスキングなどである。

[0017] 加振アクチュエータが発生する振動は、相対的に低周波振動であり、音を発生するアクチュエータが発生する音は、相対的に高周波振動である。本実施形態におけるアクチュエータとしての静電型トランスデューサ１は、バネマス系の振動を利用するため、低周波振動の加振器、および、低周波音の発生器に適している。

[0018] 本実施形態においては、静電型トランスデューサ１は、人間に触覚振動を提示する加振アクチュエータを例に挙げて説明する。例えば、静電型トランスデューサ１は、携帯端末に搭載して、携帯端末を振動させるアクチュエータに適用される。なお、センサとしての静電型トランスデューサ１についても、実質的に同様の構成となる。

[0019] (１－２． 静電型トランスデューサ１の構成)

静電型トランスデューサ１の構成について図１－図４を参照して説明する

。ここで、図１－図３は、分かりやすくするために、各部材の厚みを誇張して図示している。そのため、実際には、静電型トランスデューサ１の図１の上下方向の厚みは、非常に薄く形成されている。

[0020] 静電型トランスデューサ１は、図１および図２に示すように、静電型ユニット１０（１０ａ，１０ｂ，１０ｃ）、第一導通部２０、第二導通部３０、第一弾性体４０、第二弾性体５０、制御基板６０、および、カバー７０を備える。

[0021] 静電型ユニット１０は、積層された複数の電極と複数の誘電体とを備える。静電型トランスデューサ１は、１つの静電型ユニット１０を備えるようにしてもよいし、複数の静電型ユニット１０を備えるようにしてもよい。本実施形態においては、静電型トランスデューサ１は、図３に示すように、３つの静電型ユニット１０ａ，１０ｂ，１０ｃを備えており、３つの静電型ユニット１０ａ，１０ｂ，１０ｃを積層してなる。

[0022] 各静電型ユニット１０ａ，１０ｂ，１０ｃは、ほぼ平面状（扁平状に相当）に形成される。各静電型ユニット１０ａ，１０ｂ，１０ｃの外形は、図３の上面視（面法線方向から見た場合）にて長形状に形成される。各静電型ユニット１０ａ，１０ｂ，１０ｃは、エラストマーにより形成されている。

[0023] 各静電型ユニット１０ａ，１０ｂ，１０ｃは、図４に示すように、複数の第一電極シート１１と、複数の第二電極シート１２と、複数の誘電体シート１３と、表面絶縁シート１４と、裏面絶縁シート１５を備えており、これらの一体部材である。静電型ユニット１０ａ，１０ｂ，１０ｃ同士は、別体部材である。

[0024] まずは、図４を参照して、静電型ユニット１０ａ，１０ｂ，１０ｃの各構成部材１１－１５について説明する。

複数の第一電極シート１１および複数の第二電極シート１２は、弾性変形可能な材料、例えば、エラストマーによりシート状に形成される。第一電極シート１１および第二電極シート１２は、同一形状に形成され、かつ、同一材質により形成され、第一電極シート１１および第二電極シート１２は、薄

膜の長方形状に形成される。

[0025] 第一電極シート 11 および第二電極シート 12 は、エラストマー中に導電性フィラーを配合させることにより成形されている。従って、第一電極シート 11 および第二電極シート 12 は、可撓性を有しかつ伸縮自在な性質を有する。第一電極シート 11 および第二電極シート 12 を構成するエラストマーには、例えば、シリコーンゴム、エチレンプロピレン共重合ゴム、天然ゴム、スチレンブタジエン共重合ゴム、アクリロニトリルブタジエン共重合ゴム、アクリルゴム、エピクロロヒドリンゴム、クロロスルホン化ポリエチレン、塩素化ポリエチレン、ウレタンゴムなどが適用できる。また、第一電極シート 11 および第二電極シート 12 に配合される導電性フィラーは、導電性を有する粒子であればよく、例えば、炭素材料や金属等の微粒子を適用できる。

[0026] 複数の誘電体シート 13 は、弾性変形可能な材料、例えば、エラストマーによりシート状に形成される。誘電体シート 13 は、薄膜の長方形状に形成される。誘電体シート 13 の短手方向の幅は、第一電極シート 11 および第二電極シート 12 の短手方向の幅と同程度に形成されている。一方、誘電体シート 13 の長手方向の長さは、第一電極シート 11 および第二電極シート 12 の長手方向の長さより長く形成されている。また、誘電体シート 13 の厚みは、第一電極シート 11 および第二電極シート 12 に比べて厚く形成されている。

[0027] 誘電体シート 13 は、エラストマーにより成形されている。従って、誘電体シート 13 は、可撓性を有しかつ伸縮自在な性質を有する。誘電体シート 13 は、静電型トランスデューサ 1 の誘電体として機能する材料が適用される。特に、誘電体シート 13 は、厚み方向に伸縮すると共に、厚み方向の伸縮に伴って扁平方向の伸縮を可能とする。誘電体シート 13 を構成するエラストマーには、例えば、シリコーンゴム、アクリロニトリルブタジエン共重合ゴム、アクリルゴム、エピクロロヒドリンゴム、クロロスルホン化ポリエチレン、塩素化ポリエチレン、ウレタンゴムなどが適用できる。

- [0028] 表面絶縁シート１４および裏面絶縁シート１５は、絶縁性を有する材料が適用される。本実施形態においては、表面絶縁シート１４および裏面絶縁シート１５は、誘電体シート１３と同様の材料により同様の形状に形成されている。つまり、表面絶縁シート１４および裏面絶縁シート１５は、エラストマーにより、長方形状に形成されている。
- [0029] 図４に示すように、第一電極シート１１、誘電体シート１３、第二電極シート１２、誘電体シート１３、第一電極シート１１の順に積層されている。このとき、第一電極シート１１と第二電極シート１２とは、図４の左右方向（長手方向）にオフセットされている。詳細には、第一電極シート１１の一部と第二電極シート１２の一部とが、対向するように配置されている。そして、第一電極シート１１と第二電極シート１２において、相互に対向しない残りの一部は、対向する部分を基準として反対側に位置する。
- [0030] つまり、図４において、左右方向の中央部分では、第一電極シート１１と第二電極シート１２が対向しており、左側部分では、第一電極シート１１が存在するのに対して第二電極シート１２は存在せず、右側部分では、第二電極シート１２が存在するのに対して第一電極シート１１は存在しない。
- [0031] 誘電体シート１３の長手方向の長さ（図４の左右方向の幅）は、第一電極シート１１と第二電極シート１２とが対向する範囲、第一電極シート１１のみが存在する範囲、および、第二電極シート１２のみが存在する範囲の全てに対向する長さに形成されている。
- [0032] 表面絶縁シート１４は、複数の第一電極シート１１および複数の第二電極シート１２のうち最外層の一方（図４の最上層）を、全面に亘って被覆する。裏面絶縁シート１５は、複数の第一電極シート１１および複数の第二電極シート１２のうち最外層の他方（図４の最下層）を、全面に亘って被覆する。
- [0033] 続いて、図３を参照して、各静電型ユニット１０ａ，１０ｂ，１０ｃについて説明する。各静電型ユニット１０ａ，１０ｂ，１０ｃは、図３の左右方向の中央部分に位置する静電型積層体１６と、図３の左側に位置する第一端

子 1 7 と、図 3 の右側に位置する第二端子 1 8 とを備える。第一端子 1 7 は、静電型積層体 1 6 におけるグラウンド電位の端子であり、第二端子 1 8 は、静電型積層体 1 6 における正極電位の端子である。ここで、第一端子 1 7 と第二端子 1 8 とは、静電型積層体 1 6 を基準として反対側に延在する。

[0034] ここで、第一電極シート 1 1 は、左右方向の中央部分に位置する第一対向電極部 1 1 a と、第一対向電極部 1 1 a から延在する第一端子電極部 1 1 b とを備える。第二電極シート 1 2 は、左右方向の中央部分に位置する第二対向電極部 1 2 a と、第二対向電極部 1 2 a から延在する第二端子電極部 1 2 b とを備える。第一対向電極部 1 1 a と第二対向電極部 1 2 a とが、対向している。第一端子電極部 1 1 b が第一対向電極部 1 1 a から延在する方向と、第二端子電極部 1 2 b が第二対向電極部 1 2 a から延在する方向とは、反対方向である。

[0035] 誘電体シート 1 3 は、誘電体本体 1 3 a と、第一延在部 1 3 b と、第二延在部 1 3 c とを備える。誘電体本体 1 3 a は、第一対向電極部 1 1 a と第二対向電極部 1 2 a との間に介在される。第一延在部 1 3 b は、誘電体本体 1 3 a から延在すると共に、複数の第一端子電極部 1 1 b の間に介在される。第二延在部 1 3 c は、誘電体本体 1 3 a から延在すると共に、複数の第二端子電極部 1 2 b の間に介在される。

[0036] さらに、表面絶縁シート 1 4 は、表面絶縁本体 1 4 a と、第一表面端子絶縁部 1 4 b と、第二表面端子絶縁部 1 4 c とを備える。表面絶縁本体 1 4 a は、最外層の一方（図 3 の上方）に位置する第一対向電極部 1 1 a を被覆する。第一表面端子絶縁部 1 4 b は、最外層の一方に位置する第一端子電極部 1 1 b を被覆する。第二表面端子絶縁部 1 4 c は、最外層の一方に位置する第二端子電極部 1 2 b を被覆する。

[0037] 裏面絶縁シート 1 5 は、裏面絶縁本体 1 5 a と、第一裏面端子絶縁部 1 5 b と、第二裏面端子絶縁部 1 5 c とを備える。裏面絶縁本体 1 5 a は、最外層の他方（図 3 の下方）に位置する第一対向電極部 1 1 a を被覆する。第一裏面端子絶縁部 1 5 b は、最外層の他方に位置する第一端子電極部 1 1 b を

被覆する。第二裏面端子絶縁部 15 c は、最外層の他方に位置する第二端子電極部 12 b を被覆する。

[0038] つまり、静電型積層体 16 は、複数の第一対向電極部 11 a、複数の第二対向電極部 12 a、複数の誘電体本体 13 a、表面絶縁本体 14 a および裏面絶縁本体 15 a により、平面状に形成される。第一端子 17 は、複数の第一端子電極部 11 b、複数の第一延在部 13 b、第一表面端子絶縁部 14 b および第一裏面端子絶縁部 15 b により、平面状に形成される。第一端子 17 は、静電型積層体 16 の平面状の面方向に延在する。第二端子 18 は、複数の第二端子電極部 12 b、複数の第二延在部 13 c、第二表面端子絶縁部 14 c および第二裏面端子絶縁部 15 c により、平面状に形成される。第二端子 18 は、静電型積層体 16 の平面状の面方向に延在する。

[0039] ここで、静電型積層体 16 は、構成部材の全てを備えるのに対して、第一端子 17 は、第二電極シート 12 を備えておらず、第二端子 18 は、第一電極シート 11 を備えていない。そのため、第一端子 17 および第二端子 18 の厚みは、静電型積層体 16 に比べて、薄くなる。ただし、第一電極シート 11 および第二電極シート 12 の厚みは、非常に薄い。特に、第一電極シート 11 および第二電極シート 12 の厚みは、誘電体シート 13 に比べて非常に薄い。そのため、静電型積層体 16 の厚みと第一端子 17 の厚みの差、および、静電型積層体 16 の厚みと第二端子 18 の厚みの差は、それほど大きくない。

[0040] 従って、第一電極シート 11 において、第一対向電極部 11 a と第一端子電極部 11 b との境界部分における折れ曲がり小さい。同様に、第二対向電極部 12 a と第二端子電極部 12 b との境界部分における折れ曲がり小さい。

[0041] さらに、本実施形態においては、各静電型ユニット 10 a, 10 b, 10 c が独立して形成されているため、各静電型ユニット 10 a, 10 b, 10 c において、静電型積層体 16 の厚みと第一端子 17 の厚みの差、および、静電型積層体 16 の厚みと第二端子 18 の厚みの差は、それほど大きくな

い。このことから、第一電極シート 11 において、第一対向電極部 11a と第一端子電極部 11b との境界部分における折れ曲がり小さい。さらに、第二対向電極部 12a と第二端子電極部 12b との境界部分における折れ曲がり小さい。

[0042] 図 1 および図 2 に戻り、静電型トランスデューサ 1 の構成について説明を続ける。第一導通部 20 は、弾性変形可能な材料（例えば、エラストマー）によりシート状に形成され、L 字型に屈曲形成されている。第一導通部 20 は、第一電極シート 11 と同様に、エラストマー中に導電性フィラーを配合させることにより成形されている。ただし、第一導通部 20 の厚みは、第一電極シート 11 に比べて厚く形成されている。

[0043] 第一導通部 20 の L 字の一方の辺は、静電型積層体 16 の平面状の面に交差する（直交する）方向に形成されている。そして、第一導通部 20 の L 字の一方の辺は、第一端子 17 の端面に接触している。詳細には、第一導通部 20 の L 字の一方の辺は、第一端子電極部 11b の端および第一延在部 13b の端に接触している。従って、第一導通部 20 は、複数の第一端子電極部 11b の端に電氣的に接続されている。

[0044] 第一導通部 20 の L 字の他方の辺は、静電型積層体 16 から遠ざかる方向へ延在し、かつ、静電型積層体 16 の平面状の面方向に平行に形成される。第一導通部 20 の L 字の他方の辺は、後述する制御基板 60 に電氣的に接続される。

[0045] 第二導通部 30 は、第一導通部 20 と同様に、弾性変形可能な材料（例えば、エラストマー）によりシート状に形成され、L 字型に屈曲形成されている。第二導通部 30 は、エラストマー中に導電性フィラーを配合させることにより成形されている。

[0046] 第二導通部 30 の L 字の一方の辺は、静電型積層体 16 の平面状の面に交差する（直交する）方向に形成されている。そして、第二導通部 30 の L 字の一方の辺は、第二端子 18 の端面に接触している。詳細には、第二導通部 30 の L 字の一方の辺は、第二端子電極部 12b の端および第二延在部 13

cの端に接触している。従って、第二導通部30は、複数の第二端子電極部12bの端に電氣的に接続されている。

[0047] 第二導通部30のL字の他方の辺は、静電型積層体16から遠ざかる方向へ延在し、かつ、静電型積層体16の平面状の面方向に平行に形成される。第二導通部30のL字の他方の辺は、後述する制御基板60に電氣的に接続される。

[0048] 第一弾性体40は、静電型積層体16の平面状の一方面に接触して配置される。第二弾性体50は、静電型積層体16の平面状の他方面に接触して配置される。つまり、第一弾性体40および第二弾性体50が、静電型積層体16の平面状の面直交方向に背向する両端面（図1の上下面）にそれぞれ配置される。

[0049] さらに、図2に示すように、第一弾性体40は、静電型積層体16の平面状の面方向に背向する両端面（第一端子17および第二端子18が存在しない面（図2の左右面））に接触して配置される。さらに、図1に示すように、第一弾性体40は、第一端子17の平面状の一方面（図1の上面）、および、第二端子18の平面状の一方面（図1の上面）に接触して配置される。第二弾性体50は、第一端子17の平面状の他方面（図1の下面）、および、第二端子18の平面状の他方面（図1の下面）に接触して配置される。

[0050] さらに、第一弾性体40は、第一導通部20のL字状の外表面全て、および、第二導通部30のL字状の外表面全てに接触して配置される。また、第二弾性体50における静電型積層体16と反対側の面は、第一導通部20および第二導通部30のL字の他方の面とほぼ同一面上となるように形成される。

[0051] 第一弾性体40および第二弾性体50には、小さな弾性率 $E_{(40)}$ 、 $E_{(50)}$ を有すると共に、小さな損失係数 $\tan \delta_{(40)}$ 、 $\tan \delta_{(50)}$ を有する材料が用いられる。言い換えると、第一弾性体40および第二弾性体50は、柔らかく、且つ、減衰特性が低い材料が好適である。特に、第一弾性体40および第二弾性体50は、静電型積層体16の積層方向（平面状の面直交方向）の弾性率 $E_{1(16)}$ より小さな弾性率 $E_{(40)}$ 、 $E_{(50)}$ を有する。さらに、第

一弾性体 40 の弾性率 $E_{(40)}$ は、静電型積層体 16 の面方向の弾性率 $E_{2(16)}$ より小さい。

[0052] 詳細には、静電型積層体 16 の積層方向の弾性率 $E_{1(16)}$ に対する第一弾性体 40 の弾性率 $E_{(40)}$ の比は、15%以下である。また、静電型積層体 16 の積層方向の弾性率 $E_{1(16)}$ に対する第二弾性体 50 の弾性率 $E_{(50)}$ の比は、15%以下である。これらの比は、好ましくは、10%以下である。同様に、静電型積層体 16 の面方向の弾性率 $E_{2(16)}$ に対する第一弾性体 40 の弾性率 $E_{(40)}$ の比は、15%以下である。また、静電型積層体 16 の面方向の弾性率 $E_{2(16)}$ に対する第二弾性体 50 の弾性率 $E_{(50)}$ の比は、15%以下である。これらの比は、好ましくは、10%以下である。

[0053] さらに、第一弾性体 40 および第二弾性体 50 は、所定条件下において、静電型積層体 16 の損失係数 $\tan \delta_{(16)}$ と同等以下の損失係数 $\tan \delta_{(40)}$ 、 $\tan \delta_{(50)}$ を有する。所定条件下とは、温度を $-10 \sim 50^{\circ}\text{C}$ 、振動周波数を 300Hz 以下とする使用環境下を意味する。

[0054] 上記を満たす材料として、第一弾性体 40 および第二弾性体 50 には、例えば、シリコンゴムが好適である。例えば、ウレタンゴムは、シリコンゴムに比べて減衰特性が良いため、第一弾性体 40 および第二弾性体 50 には、ウレタンゴムはシリコンゴムに比べてあまり適しない。ただし、目的の特性によっては、第一弾性体 40 および第二弾性体 50 に、ウレタンゴムを使用することも可能である。

[0055] 制御基板 60 は、静電型積層体 16 に平行に配置され、第二弾性体 50 における静電型積層体 16 と反対側の面に接触して配置される。さらに、制御基板 60 は、第一導通部 20 および第二導通部 30 の L 字の他方の面に接触する。

[0056] カバー 70 は、静電型ユニット 10、第一導通部 20、第二導通部 30、第一弾性体 40、第二弾性体 50 および制御基板 60 を囲む。カバー 70 には、例えば、金属、樹脂など、種々の材料が適用される。カバー 70 は、制御基板 60 を固定するための面状の第一カバー 71 と、第一カバー 71 に取

り付けられる第二カバー 7 2 とを備える。

[0057] 第一カバー 7 1 および第二カバー 7 2 は、静電型積層体 1 6、第一弾性体 4 0 および第二弾性体 5 0 を、静電型積層体 1 6 の積層方向に圧縮した状態で保持する。この状態において、各部材の弾性率 E の関係から、静電型積層体 1 6 の積層方向において、第一弾性体 4 0 および第二弾性体 5 0 が、静電型積層体 1 6 より大きく圧縮された状態となる。

[0058] さらに、第一カバー 7 1 は、静電型積層体 1 6 および第一弾性体 4 0 を、静電型積層体 1 6 の面方向に圧縮した状態で保持する。この状態において、各部材の弾性率 E の関係から、静電型積層体 1 6 の面方向において、第一弾性体 4 0 は、静電型積層体 1 6 より大きく圧縮された状態となる。

[0059] (1-3. 静電型積層体 1 6 の電氣的接続状態)

静電型積層体 1 6 の電氣的接続状態について、図 5 を参照して説明する。ここで、図 5 の上下方向と図 1 の上下方向とは、一致する。ただし、図 5 には、静電型積層体 1 6 を構成する 1 つの静電セルについて図示する。静電セルとは、1 つの第一対向電極部 1 1 a、1 つの第二対向電極部 1 2 a および 1 つの誘電体本体 1 3 a である。

[0060] 図 5 に示すように、第一対向電極部 1 1 a と第二対向電極部 1 2 a とは、静電型積層体 1 6 の積層方向に距離を隔てて対向して配置される。第一対向電極部 1 1 a には、制御基板 6 0 における駆動回路によって、周期的な電圧を供給する他方の端子が電氣的に接続される。第二対向電極部 1 2 a には、周期的な電圧を供給する一方の端子が電氣的に接続される。本実施形態においては、第一対向電極部 1 1 a は、グランド電位に接続されている。第二対向電極部 1 2 a は、制御基板 6 0 の出力端子に接続されている。

[0061] (1-4. 静電型トランスデューサ 1 の動作)

静電型トランスデューサ 1 の動作について説明する。第一対向電極部 1 1 a および第二対向電極部 1 2 a には、第一端子電極部 1 1 b および第二端子電極部 1 2 b を介して、周期的な電圧が印加される。ここで、周期的な電圧は、交流電圧（正負を含む周期的な電圧）としてもよいし、正值にオフセッ

トされた周期的な電圧としてもよい。

[0062] 第一対向電極部 1 1 a と第二対向電極部 1 2 a に蓄積される電荷が増加すると、誘電体本体 1 3 a が圧縮変形する。つまり、図 5 に示すように、静電型積層体 1 6 の厚みが小さくなり、静電型積層体 1 6 の面方向の大きさ（幅および奥行き）が大きくなる。反対に、第一対向電極部 1 1 a および第二対向電極部 1 2 a に蓄積される電荷が減少すると、誘電体本体 1 3 a が元の厚みに戻る。つまり、静電型積層体 1 6 の厚みが大きくなり、静電型積層体 1 6 の面方向の大きさが小さくなる。このように、静電型積層体 1 6 は、積層方向に伸縮すると共に、面方向に伸縮する。

[0063] 静電型積層体 1 6 が伸縮動作を行うとき、静電型トランスデューサ 1 は、以下のように動作する。静電型トランスデューサ 1 は、図 1 に示すように、第一弾性体 4 0 および第二弾性体 5 0 が圧縮された状態を初期状態とする。従って、電荷の増加によって静電型積層体 1 6 の厚みが小さくなると、第一弾性体 4 0 および第二弾性体 5 0 は、初期状態に対して圧縮量が小さくなるように変形する。反対に、電荷の減少によって静電型積層体 1 6 の厚みが大きくなると、第一弾性体 4 0 および第二弾性体 5 0 は初期状態に戻るよう動作する。つまり、第一弾性体 4 0 および第二弾性体 5 0 は、電荷の増加の場合に比べて、圧縮量が大きくなるように変形する。

[0064] 印加電圧は周期的に変化するため、上記動作が繰り返される。そうすると、静電型積層体 1 6 の中央が第二弾性体 5 0 側に凹となる状態と、静電型積層体 1 6 の中央が第二弾性体 5 0 側に凸となる状態とを繰り返す。静電型積層体 1 6 は、第一弾性体 4 0 および第二弾性体 5 0 を介してカバー 7 0 によって規制されているために、上記動作となる。

[0065] 静電型積層体 1 6 の上記変形動作に伴って、静電型積層体 1 6 の積層方向（d 3 3 方向電場と同じ方向）の変位が、第一弾性体 4 0 を介してカバー 7 0 に伝達される。加えて、静電型積層体 1 6 の伸縮動作によって第一弾性体 4 0 の弾性変形力が変化する。第一弾性体 4 0 の弾性変形力の変化が、カバー 7 0 に伝達される。従って、初期状態として、第一弾性体 4 0 および第二

弾性体 50 が圧縮されていることにより、カバー 70 に静電型積層体 16 の積層方向（d 3 3 方向）の振動を効率的に付与することができる。つまり、静電型積層体 16 単体としては小さな振動であっても、カバー 70 に触覚振動を付与することができる。

[0066] さらに、静電型積層体 16 の上記変形動作に伴って、静電型積層体 16 の面方向（d 3 1 方向：電場に直交する方向）の変位が、第一弾性体 40 を介してカバー 70 に伝達される。その結果、静電型積層体 16 の面方向（d 3 1 方向）の振動が、カバー 70 に付与される。ここで、静電型積層体 16 の面方向（d 3 1 方向）の振動は、積層方向（d 3 3 方向）の振動に比べて小さい。しかし、静電型積層体 16 の積層方向（d 3 3 方向）の振動に、面方向（d 3 1）方向の振動が加えられることで、カバー 70 全体として、大きな触覚振動を付与することができる。

[0067] ここで、仮に、第一弾性体 40 および第二弾性体 50 の損失係数 $\tan \delta_{(40)}$ 、 $\tan \delta_{(50)}$ が非常に大きいとすると、静電型積層体 16 が伸縮動作を行ったとしても、第一弾性体 40 および第二弾性体 50 によって振動が吸収されてしまう。この場合、静電型積層体 16 が伸縮動作を行ったとしても、カバー 70 に伝達されることはない。

[0068] しかし、本実施形態においては、第一弾性体 40 および第二弾性体 50 は、損失係数 $\tan \delta_{(40)}$ 、 $\tan \delta_{(50)}$ の小さな材料を用いる。従って、静電型積層体 16 の伸縮動作による振動が、第一弾性体 40 および第二弾性体 50 にほとんど吸収されることなく、カバー 70 に伝達される。

[0069] さらに、第一弾性体 40 および第二弾性体 50 の弾性率 $E_{(40)}$ 、 $E_{(50)}$ は、静電型積層体 16 の積層方向の弾性率 $E_{1(16)}$ より小さい。そのため、第一対向電極部 11a および第二対向電極部 12a に電圧を印加していない初期状態において、静電型積層体 16 はほとんど圧縮されていない状態となる。従って、カバー 70 が静電型積層体 16 を積層方向に押圧したとしても、静電型積層体 16 の積層方向の伸縮動作に影響を与えることはない。つまり、静電型積層体 16 は確実に伸縮動作を行うことができる。

[0070] また、第一弾性体40の弾性率 $E_{(40)}$ は、静電型積層体16の面方向の弾性率 $E_{2(16)}$ より小さい。そのため、第一対向電極部11aおよび第二対向電極部12aに電圧を印加していない初期状態において、静電型積層体16はほとんど圧縮されていない状態となる。従って、カバー70が静電型積層体16を面方向に押圧したとしても、静電型積層体16の面方向の伸縮動作に影響を与えることはない。つまり、静電型積層体16は確実に伸縮動作を行うことができる。

[0071] なお、上記実施形態において、第一弾性体40は、静電型積層体16の面直交方向の端面のみに配置してもよい。この場合、第一弾性体40は、静電型積層体16の面方向の端面には配置されない。従って、静電型トランスデューサ1は、静電型積層体16の面方向（d31方向）の振動をカバー70に付与しない。

[0072] <2. 第二実施形態>

第二実施形態において、静電型積層体16の最外層が、他の層よりも積層方向の弾性率が大きくなるように形成されている。静電型積層体16の最外層とは、図3における静電型ユニット10aの最上層、および、図3における静電型ユニット10cの最下層である。例えば、静電型ユニット10aの最上層に、UV照射による表面改質を施すことにより、ナノオーダーの硬化層を形成する。同様に、静電型ユニット10cの最下層に、UV照射による表面改質を施すことにより、ナノオーダーの硬化層を形成する。UV照射に代えて、所望の弾性率を有するシートを配置してもよい。これにより、静電型積層体16の積層方向の振動がカバー70へ伝達される際に、当該振動の伝達感度が向上する。

[0073] <3. 第三実施形態>

第三実施形態の静電型トランスデューサ100について、図6および図7を参照して説明する。静電型トランスデューサ100において、第一実施形態の静電型トランスデューサ1と同一構成については同一符号を付して説明を省略する。

- [0074] 静電型トランスデューサ１００は、静電型ユニット１１０、第一導通部１２０、第二導通部１３０、第一弾性体１４０、第二弾性体１５０、制御基板６０、および、カバー７０を備える。
- [0075] 静電型ユニット１１０は、静電型積層体１６、第一端子１１７、および、第二端子１１８を備える。静電型積層体１６は、平面状に形成されている。静電型積層体１６は、第一対向電極部１１ａ、第二対向電極部１２ａおよび誘電体本体１３ａにより形成されている。つまり、第一対向電極部１１ａ、第二対向電極部１２ａおよび誘電体本体１３ａは、平面状に形成されている。
- [0076] 第一端子１１７は、静電型積層体１６の平面状の面方向から湾曲状に折り曲げ形成されている。第一端子１１７は、約９０度の円弧状に形成されている。ここで、第一端子１１７は、第一端子電極部１１ｂおよび第一延在部１３ｂにより形成されている。つまり、第一端子電極部１１ｂおよび第一延在部１３ｂは、湾曲状に折り曲げ形成されている。
- [0077] 第二端子１１８は、静電型積層体１６の平面状の面方向から湾曲状に折り曲げ形成されている。第二端子１１８は、約９０度の円弧状に形成されている。ここで、第二端子１１８は、第二端子電極部１２ｂおよび第二延在部１３ｃにより形成されている。つまり、第二端子電極部１２ｂおよび第二延在部１３ｃは、湾曲状に折り曲げ形成されている。
- [0078] 第一導通部１２０および第二導通部１３０は、平面のシート状に形成されている。第一導通部１２０および第二導通部１３０は、それぞれ、第一端子１１７および第二端子１１８の端に接触している。また、第一導通部１２０および第二導通部１３０は、静電型積層体１６の平面状の面方向に平行に形成されている。第一導通部１２０および第二導通部１３０は、制御基板６０に電氣的に接続されている。
- [0079] 図６および図７に示すように、第一弾性体１４０は、静電型積層体１６の平面状の一方面（図６および図７の上面）に接触して配置される。さらに、図７に示すように、第一弾性体１４０は、静電型積層体１６の平面状の面方

向に背向する両端面（図 7 の左右面）に接触して配置される。また、図 6 に示すように、第一弾性体 140 は、第一端子 117 の湾曲凸面、および、第二端子 118 の湾曲凸面に接触して配置される。また、図示しないが、第一弾性体 140 は、第一端子 117 の側面（図 6 の前後面）、および、第二端子 118 の側面（図 6 の前後面）に接触して配置されるようにしてもよい。

[0080] また、図 6 および図 7 に示すように、第二弾性体 150 は、静電型積層体 16 の平面状の他方面（図 6 および図 7 の下面）に接触して配置される。なお、図 6 において、第二弾性体 150 は、第一端子 117 の湾曲凹面、および、第二端子 118 の湾曲凹面に接触していないが、当該湾曲凹面に接触して配置してもよい。

[0081] <4. 効果>

第一、第二、第三実施形態の静電型トランスデューサ 1, 100 は、弾性変形可能な材料によりシート状に形成される複数の第一電極シート 11 と、弾性変形可能な材料によりシート状に形成される複数の第二電極シート 12 と、弾性変形可能な材料によりシート状に形成される複数の誘電体シート 13 とを備える。

[0082] 複数の第一電極シート 11 のそれぞれは、第一対向電極部 11a と、第一対向電極部 11a から延在する第一端子電極部 11b とを備える。複数の第二電極シート 12 のそれぞれは、第一対向電極部 11a に対向する第二対向電極部 12a と、第二対向電極部 12a から延在する第二端子電極部 12b とを備える。

[0083] 複数の誘電体シート 13 のそれぞれは、第一対向電極部 11a と第二対向電極部 12a との間に介在される誘電体本体 13a と、誘電体本体 13a から延在すると共に複数の第一端子電極部 11b の間に介在される第一延在部 13b と、誘電体本体 13a から延在すると共に複数の第二端子電極部 12b の間に介在される第二延在部 13c とを備える。

[0084] つまり、第一対向電極部 11a と第一端子電極部 11b とは、同一の第一電極シート 11 である。同様に、第二対向電極部 12a と第二端子電極部 1

2 b とは、同一の第二電極シート 1 2 である。第一電極シート 1 1 および第二電極シート 1 2 は、非常に薄く形成することができる。つまり、第一対向電極部 1 1 a、第二対向電極部 1 2 a および誘電体本体 1 3 a により構成される静電型積層体 1 6 は、小型かつ大きな静電容量を有する。

[0085] ここで、第一電極シート 1 1 が、第一対向電極部 1 1 a と第一端子電極部 1 1 b とを備える。例えば、第一対向電極部 1 1 a に接続される導電経路の構成として、第一端子電極部 1 1 b のみを静電型積層体 1 6 の外部に存在させることが考えられる。しかし、第一端子電極部 1 1 b は、静電型積層体 1 6 に比べると、極めて薄い。そのため、仮に、第一対向電極部 1 1 a から電気を取り出す部位として、第一端子電極部 1 1 b のみを静電型積層体 1 6 の外部に存在させた場合には、第一端子電極部 1 1 b と第一対向電極部 1 1 a との境界付近に大きな変形力を受けてしまう。

[0086] しかし、第一、第二、第三実施形態によれば、第一端子電極部 1 1 b のみを静電型積層体 1 6 の外部に存在させるのではなく、誘電体シート 1 3 の一部である第一延在部 1 3 b を静電型積層体 1 6 の外部に存在させることとし、第一端子電極部 1 1 b と第一延在部 1 3 b とを積層している。従って、第一端子電極部 1 1 b と第一延在部 1 3 b との合計厚みは、静電型積層体 1 6 に比べて第二電極シート 1 2 の厚み分が薄くなるだけである。そのため、第一端子電極部 1 1 b と第一対向電極部 1 1 a との境界付近に大きな変形力が生じることを抑制できる。その結果、第一対向電極部 1 1 a に接続される導電経路の構成部位が高い耐久性を有することができる。第二端子電極部 1 2 b についても同様である。

[0087] 上述したように、誘電体シート 1 3 は、第一対向電極部 1 1 a と第二対向電極部 1 2 a の間のみならず、第一端子電極部 1 1 b 同士の間、および、第二端子電極部 1 2 b 同士の間にも配置されている。静電型トランスデューサ 1 の静電容量の大きさには、誘電体シート 1 3 における第一端子電極部 1 1 b 同士の間が存在する第一延在部 1 3 b、および、第二端子電極部 1 2 b 同士の間が存在する第二延在部 1 3 c は、不要な部分である。しかし、静電容

量の大きさには寄与しない部分である第一延在部 1 3 b および第二延在部 1 3 c をあえて存在させることにより、上記のとおり、第一端子電極部 1 1 b および第二端子電極部 1 2 b の耐久性を向上することができる。

[0088] また、第一、第二、第三実施形態において、第一端子電極部 1 1 b が第一対向電極部 1 1 a から延在する方向と、第二端子電極部 1 2 b が第二対向電極部 1 2 a から延在する方向とは、反対方向としている。つまり、第一端子電極部 1 1 b および第一延在部 1 3 b により形成される第一端子 1 7 と、第二端子電極部 1 2 b および第二延在部 1 3 c により形成される第二端子 1 8 とが、背向している。これにより、静電型積層体 1 6 の周面（面法線まわりの周面）において、第一端子 1 7 および第二端子 1 8 に隣り合う面（図 2 および図 7 の左右面）が、背向する。従って、当該隣り合う面において、静電型積層体 1 6 の変形と電気との変換が可能となる。

[0089] また、第一、第二、第三実施形態において、静電型トランスデューサ 1 は、第一導通部 2 0 と第二導通部 3 0 とを備える。第一導通部 2 0 は、弾性変形可能な材料により形成され、第一端子電極部 1 1 b の端および第一延在部 1 3 b の端に接触し、かつ、複数の第一端子電極部 1 1 b の端に電氣的に接続される。第二導通部 3 0 は、弾性変形可能な材料により形成され、第二端子電極部 1 2 b の端および第二延在部 1 3 c の端に接触し、かつ、複数の第二端子電極部 1 2 b の端に電氣的に接続される。

[0090] 第一導通部 2 0 により、複数の第一端子電極部 1 1 b との間で導電経路を容易に形成できる。同様に、第二導通部 3 0 により、複数の第二端子電極部 1 2 b との間で導電経路を容易に形成できる。また、第一導通部 2 0 および第二導通部 3 0 は、弾性変形可能であるため、第一端子 1 7 および第二端子 1 8 の変形に追従することができる。従って、第一端子 1 7 および第二端子 1 8 が変形したとしても、第一端子電極部 1 1 b および第二端子電極部 1 2 b との間で導電経路を容易に形成できる。

[0091] また、第一、第二実施形態において、第一対向電極部 1 1 a、第二対向電極部 1 2 a および誘電体本体 1 3 a により構成される静電型積層体 1 6 は、

平面状に形成される。そして、第一端子電極部 1 1 b、第二端子電極部 1 2 b、第一延在部 1 3 b および第二延在部 1 3 c は、静電型積層体 1 6 における平面状の面方向に延在する。これにより、第一端子電極部 1 1 b と第一対向電極部 1 1 a との境界付近に大きな変形力が生じることを抑制できる。その結果、第一対向電極部 1 1 a からの電気の取り出し構成部位が高い耐久性を有することができる。第二端子電極部 1 2 b についても同様である。

[0092] また、第一、第二実施形態において、第一対向電極部 1 1 a、第二対向電極部 1 2 a および誘電体本体 1 3 a により構成される静電型積層体 1 6 は、平面状に形成される。そして、第一端子電極部 1 1 b、第二端子電極部 1 2 b、第一延在部 1 3 b および第二延在部 1 3 c は、静電型積層体 1 6 における平面状の面方向に延在する。さらに、第一導通部 2 0 および第二導通部 3 0 は、上記平面状の面に交差する方向に形成されている。これにより、第一端子電極部 1 1 b と第一対向電極部 1 1 a との境界付近に大きな変形力が生じることを抑制しつつ、第一導通部 2 0 による導電経路の自由な設定が可能となる。第二端子電極部 1 2 b についても同様である。

[0093] 特に、静電型トランスデューサ 1 は、積層された複数の静電型ユニット 1 0 a, 1 0 b, 1 0 c を備えている。各静電型ユニット 1 0 a, 1 0 b, 1 0 c は、第一電極シート 1 1、第二電極シート 1 2 および誘電体シート 1 3 を一体部材として形成される。そして、第一導通部 2 0 は、複数の静電型ユニット 1 0 a, 1 0 b, 1 0 c における複数の第一端子電極部 1 1 b に電氣的に接続される。第二導通部 3 0 は、複数の静電型ユニット 1 0 a, 1 0 b, 1 0 c における複数の第二端子電極部 1 2 b に電氣的に接続される。

[0094] これにより、多数の第一電極シート 1 1、多数の第二電極シート 1 2、および、多数の誘電体シート 1 3 を積層することが可能となる。このとき、各静電型ユニット 1 0 a, 1 0 b, 1 0 c において、第一端子電極部 1 1 b と第一対向電極部 1 1 a との境界付近に大きな変形力が生じることを抑制できる。第二端子電極部 1 2 b についても同様である。

[0095] また、第三実施形態において、第一対向電極部 1 1 a、第二対向電極部 1

2 a および誘電体本体 1 3 a により構成される静電型積層体 1 6 は、平面状に形成される。第一端子電極部 1 1 b および第一延在部 1 3 b は、静電型積層体 1 6 における平面状の面方向から湾曲状に折り曲げ形成されている。また、第二端子電極部 1 2 b および第二延在部 1 3 c は、上記平面状の面方向から湾曲状に折り曲げ形成されている。

[0096] このように、第一端子 1 7 の端面の向きを変更する場合、第一端子 1 7 を湾曲状に折り曲げ形成することで、第一端子電極部 1 1 b と第一対向電極部 1 1 a との境界付近に大きな変形力が生じることを抑制することができる。また、第二端子 1 8 についても同様である。

[0097] 特に、第一対向電極部 1 1 a、第二対向電極部 1 2 a および誘電体本体 1 3 a により構成される静電型積層体 1 6 は、平面状に形成される。第一端子電極部 1 1 b および第一延在部 1 3 b は、静電型積層体 1 6 における平面状の面方向から湾曲状に折り曲げ形成されている。また、第二端子電極部 1 2 b および第二延在部 1 3 c は、静電型積層体 1 6 における平面状の面方向から湾曲状に折り曲げ形成されている。そして、第一導通部 2 0 および第二導通部 3 0 は、静電型積層体 1 6 における平面状の面方向に平行に形成されている。これにより、静電型トランスデューサ 1 は、全体として扁平状に形成することが容易となる。

[0098] また、第一、第二、第三実施形態において、静電型トランスデューサ 1 は、複数の第一電極シート 1 1 および複数の第二電極シート 1 2 のうちの最外層を全面に亘って被覆する絶縁シート 1 4、1 5 をさらに備える。これにより、静電型積層体 1 6 における絶縁被覆と、第一端子 1 7 における絶縁被覆と、第二端子 1 8 における絶縁被覆が、非常に簡易にできる。

[0099] また、第一、第二、第三実施形態において、第一対向電極部 1 1 a、第二対向電極部 1 2 a および誘電体本体 1 3 a により構成される静電型積層体 1 6 は、平面状に形成される。そして、静電型トランスデューサ 1 は、静電型積層体 1 6 における平面状の面直交方向（面法線方向）に背向する両端面（図 1 の上下面）のそれぞれに配置される弾性体 4 0、5 0 を備える。さらに

、静電型トランスデューサ 1 は、静電型積層体 1 6 を積層方向に押圧し、弾性体 4 0, 5 0 を静電型積層体 1 6 より大きく圧縮させた状態で保持するカバー 7 0 を備える。これにより、静電型積層体 1 6 の積層方向において、静電型積層体 1 6 単体としては小さな振動であっても、カバー 7 0 に大きな振動を付与することができる。

[0100] また、第一、第二、第三実施形態において、弾性体 4 0 は、静電型積層体 1 6 における平面状の面直交方向（面法線方向）に背向する両端面（図 1 の上下面）のそれぞれに配置され、かつ、静電型積層体 1 6 における平面状の面方向に背向する両端面（図 1 の左右面）のそれぞれに配置される。さらに、カバー 7 0 は、静電型積層体 1 6 の面方向に押圧し、弾性体 4 0 を静電型積層体 1 6 より大きく圧縮させた状態で保持する。これにより、静電型積層体 1 6 の面方向の振動が利用できる。そして、積層方向および面方向の両方向において、静電型積層体 1 6 単体としては小さな振動であっても、カバー 7 0 に大きな振動を付与することができる。

[0101] また、弾性体 4 0, 5 0 の弾性率 $E_{(40)}$, $E_{(50)}$ は、静電型積層体 1 6 の弾性率 $E_{1(16)}$, $E_{2(16)}$ より小さい。つまり、初期状態において、カバー 7 0 により静電型積層体 1 6 および弾性体 4 0, 5 0 を押圧した状態において、静電型積層体 1 6 の圧縮量は小さい。そのため、カバー 7 0 により静電型積層体 1 6 を押圧したとしても、静電型積層体 1 6 の伸縮動作にそれほど影響を与えることはない。

[0102] そして、静電型積層体 1 6 の第一対向電極部 1 1 a および第二対向電極部 1 2 a に電圧を印加すると、静電型積層体 1 6 は、積層方向および面方向に伸縮する。静電型積層体 1 6 の伸縮動作によって生じる静電型積層体 1 6 の面の変位が、弾性体 4 0, 5 0 を介してカバー 7 0 に伝達される。加えて、静電型積層体 1 6 の伸縮動作によって弾性体 4 0, 5 0 の弾性変形力が変化して、弾性体 4 0, 5 0 の弾性変形力の変化がカバー 7 0 に伝達される。従って、初期状態として、弾性体 4 0, 5 0 が圧縮されていることにより、カバー 7 0 に効率的に振動を付与することができる。つまり、静電型積層体 1

6 単体としては小さな振動であっても、カバー 70 に触覚振動を付与することができる。

[0103] さらに、弾性体 40, 50 には、損失係数 $\tan \delta_{(40)}$, $\tan \delta_{(50)}$ の小さな材料が用いられる。これにより、弾性体 40, 50 は、静電型積層体 16 の伸縮動作による振動を吸収することなく、カバー 70 に伝達できる。特に、弾性体 40, 50 にシリコンゴムが適用されることで、上記動作を確実に実現できる。

[0104] また、弾性体 40, 50 の損失係数 $\tan \delta_{(40)}$, $\tan \delta_{(50)}$ は、所定条件下において、静電型積層体 16 の損失係数 $\tan \delta_{(16)}$ と同等以下としている。所定条件とは、上述したように、温度を $-10 \sim 50^{\circ}\text{C}$ 、振動周波数を 300Hz 以下とする使用環境下である。これにより、弾性体 40, 50 は、確実に、静電型積層体 16 の伸縮動作による振動を吸収することなく、カバー 70 に伝達できる。

[0105] また、第二実施形態において、第一対向電極部 11a、第二対向電極部 12a および誘電体本体 13a により構成される静電型積層体 16 の最外層は、他の層よりも積層方向の弾性率が大きくなるように形成されている。これにより、静電型積層体 16 の伸縮動作による振動がカバー 70 へより効率的に伝達される。

[0106] 特に、静電型積層体 16 の最外層は、UV 照射により表面改質された層とするとよい。これにより、当該最外層は、ナノオーダーの非常に薄い厚みとすることができる。これにより、静電型積層体 16 の伸縮動作自身を阻害することなく、伸縮動作による振動の伝達効率を向上できる。

符号の説明

[0107] 1, 100 : 静電型トランスデューサ、 10, 10a, 10b, 10c, 110 : 静電型ユニット、 11 : 第一電極シート、 11a : 第一対向電極部、 11b : 第一端子電極部、 12 : 第二電極シート、 12a : 第二対向電極部、 12b : 第二端子電極部、 13 : 誘電体シート、 13a : 誘電体本体、 13b : 第一延在部、 13c : 第二延在部、 14 :

表面絶縁シート、 14 a : 表面絶縁本体、 14 b : 第一表面端子絶縁部、 14 c : 第二表面端子絶縁部、 15 : 裏面絶縁シート、 15 a : 裏面絶縁本体、 15 b : 第一裏面端子絶縁部、 15 c : 第二裏面端子絶縁部、 16 : 静電型積層体、 17, 117 : 第一端子、 18, 118 : 第二端子、 20, 120 : 第一導通部、 30, 130 : 第二導通部、 40, 140 : 第一弾性体、 50, 150 : 第二弾性体、 60 : 制御基板、 70 : カバー

請求の範囲

- [請求項1] 弾性変形可能な材料によりシート状に形成される複数の第一電極シートと、
- 弾性変形可能な材料によりシート状に形成される複数の第二電極シートと、
- 弾性変形可能な材料によりシート状に形成される複数の誘電体シートと、
- を備え、
- 前記複数の第一電極シートのそれぞれは、第一対向電極部と、前記第一対向電極部から延在する第一端子電極部と、を備え、
- 前記複数の第二電極シートのそれぞれは、前記第一対向電極部に対向する第二対向電極部と、前記第二対向電極部から延在する第二端子電極部と、を備え、
- 前記複数の誘電体シートのそれぞれは、
- 前記第一対向電極部と前記第二対向電極部との間に介在される誘電体本体と、
- 前記誘電体本体から延在すると共に複数の前記第一端子電極部の間に介在される第一延在部と、
- 前記誘電体本体から延在すると共に複数の前記第二端子電極部の間に介在される第二延在部と、
- を備える、静電型トランスデューサ。
- [請求項2] 前記第一端子電極部が前記第一対向電極部から延在する方向と、前記第二端子電極部が前記第二対向電極部から延在する方向とは、反対方向である、請求項1に記載の静電型トランスデューサ。
- [請求項3] 前記静電型トランスデューサは、
- 弾性変形可能な材料により形成され、前記第一端子電極部の端および前記第一延在部の端に接触し、かつ、複数の前記第一端子電極部の端に電氣的に接続される第一導通部と、

弾性変形可能な材料により形成され、前記第二端子電極部の端および前記第二延在部の端に接触し、かつ、複数の前記第二端子電極部の端に電氣的に接続される第二導通部と、

をさらに備える、請求項 1 または 2 に記載の静電型トランスデューサ。

[請求項4] 前記第一対向電極部、前記第二対向電極部および前記誘電体本体により構成される静電型積層体は、平面状に形成され、

前記第一端子電極部、前記第二端子電極部、前記第一延在部および前記第二延在部は、前記平面状の面方向に延在する、請求項 1 - 3 の何れか一項に記載の静電型トランスデューサ。

[請求項5] 前記第一対向電極部、前記第二対向電極部および前記誘電体本体により構成される静電型積層体は、平面状に形成され、

前記第一端子電極部、前記第二端子電極部、前記第一延在部および前記第二延在部は、前記平面状の面方向に延在し、

前記第一導通部および前記第二導通部は、前記平面状の面に交差する方向に形成されている、請求項 3 に記載の静電型トランスデューサ。

[請求項6] 前記第一電極シート、前記第二電極シートおよび前記誘電体シートを一体部材として形成される部材を静電型ユニットとし、

前記静電型トランスデューサは、積層された複数の前記静電型ユニットを備え、

前記第一導通部は、複数の前記静電型ユニットにおける複数の前記第一端子電極部に電氣的に接続され、

前記第二導通部は、複数の前記静電型ユニットにおける複数の前記第二端子電極部に電氣的に接続される、請求項 5 に記載の静電型トランスデューサ。

[請求項7] 前記第一対向電極部、前記第二対向電極部および前記誘電体本体により構成される静電型積層体は、平面状に形成され、

前記第一端子電極部および前記第一延在部は、前記平面状の面方向から湾曲状に折り曲げ形成されており、

前記第二端子電極部および前記第二延在部は、前記平面状の面方向から湾曲状に折り曲げ形成されている、請求項 1 - 3 の何れか一項に記載の静電型トランスデューサ。

[請求項8] 前記第一対向電極部、前記第二対向電極部および前記誘電体本体により構成される静電型積層体は、平面状に形成され、

前記第一端子電極部および前記第一延在部は、前記平面状の面方向から湾曲状に折り曲げ形成されており、

前記第二端子電極部および前記第二延在部は、前記平面状の面方向から湾曲状に折り曲げ形成されており、

前記第一導通部および前記第二導通部は、前記平面状の面方向に平行に形成されている、請求項 3 に記載の静電型トランスデューサ。

[請求項9] 前記静電型トランスデューサは、前記複数の第一電極シートおよび前記複数の第二電極シートのうちの最外層を全面に亘って被覆する絶縁シートをさらに備える、請求項 1 - 8 の何れか一項に記載の静電型トランスデューサ。

[請求項10] 前記第一対向電極部、前記第二対向電極部および前記誘電体本体により構成される静電型積層体は、平面状に形成され、

前記静電型トランスデューサは、

前記静電型積層体の前記平面状の面直交方向に背向する両端面のそれぞれに配置される弾性体と、

前記静電型積層体を積層方向に押圧し、前記弾性体を前記静電型積層体より大きく圧縮させた状態で保持するカバーと、

をさらに備える、請求項 1 - 9 の何れか一項に記載の静電型トランスデューサ。

[請求項11] 前記弾性体は、前記静電型積層体の前記平面状の面直交方向に背向する両端面のそれぞれに配置され、かつ、前記平面状の面方向に背向

する両端面のそれぞれに配置され、

前記カバーは、前記静電型積層体の面方向に押圧し、前記弾性体を前記静電型積層体より大きく圧縮させた状態で保持する、請求項 10 に記載の静電型トランスデューサ。

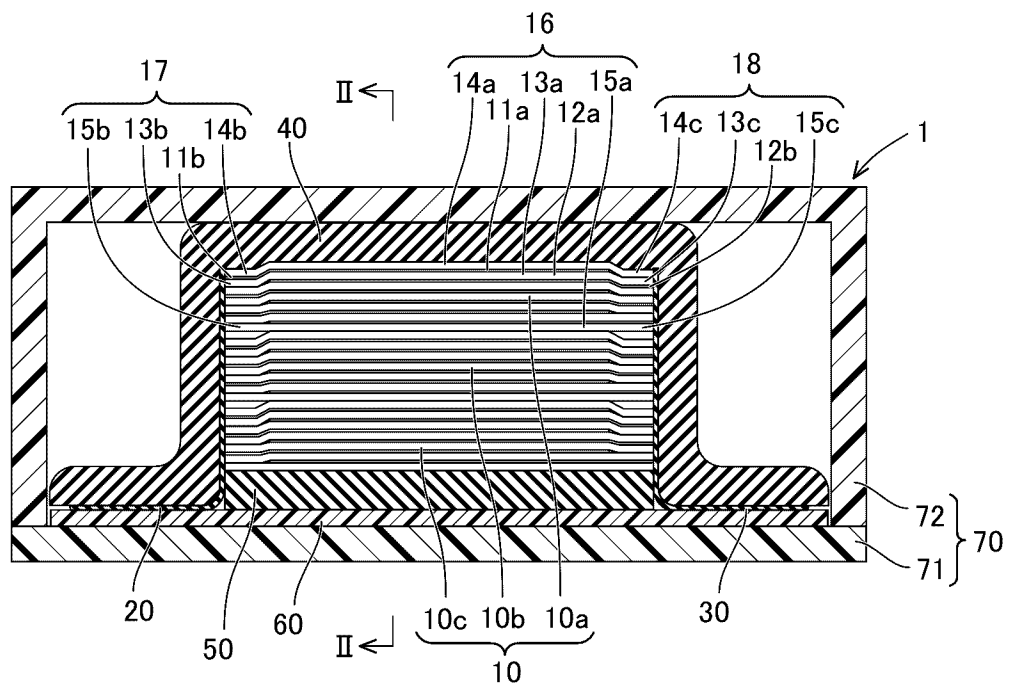
[請求項12] 前記弾性体の弾性率は、前記静電型積層体の弾性率より小さい、請求項 10 または 11 に記載の静電型トランスデューサ。

[請求項13] 前記弾性体の損失係数 $\tan \delta$ は、所定条件下において、前記静電型積層体の損失係数 $\tan \delta$ と同等以下である、請求項 10 - 12 の何れか一項に記載の静電型トランスデューサ。

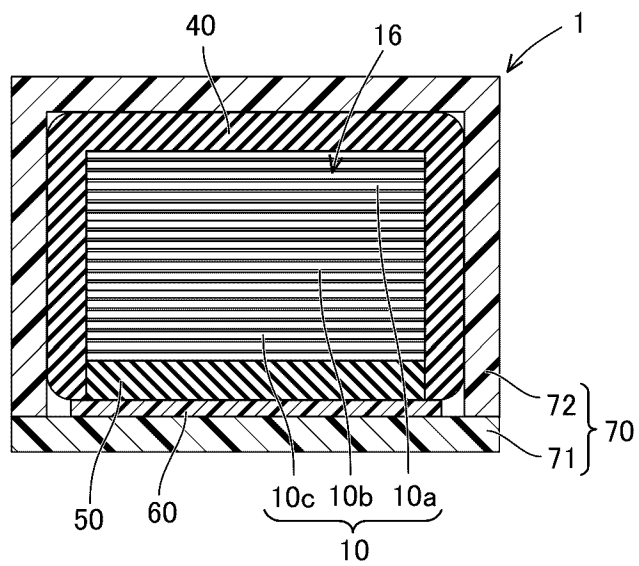
[請求項14] 前記第一対向電極部、前記第二対向電極部および前記誘電体本体により構成される静電型積層体の最外層は、他の層よりも積層方向の弾性率が大きくなるように形成されている、請求項 1 - 13 の何れか一項に記載の静電型トランスデューサ。

[請求項15] 前記最外層は、UV照射により表面改質された層である、請求項 14 に記載の静電型トランスデューサ。

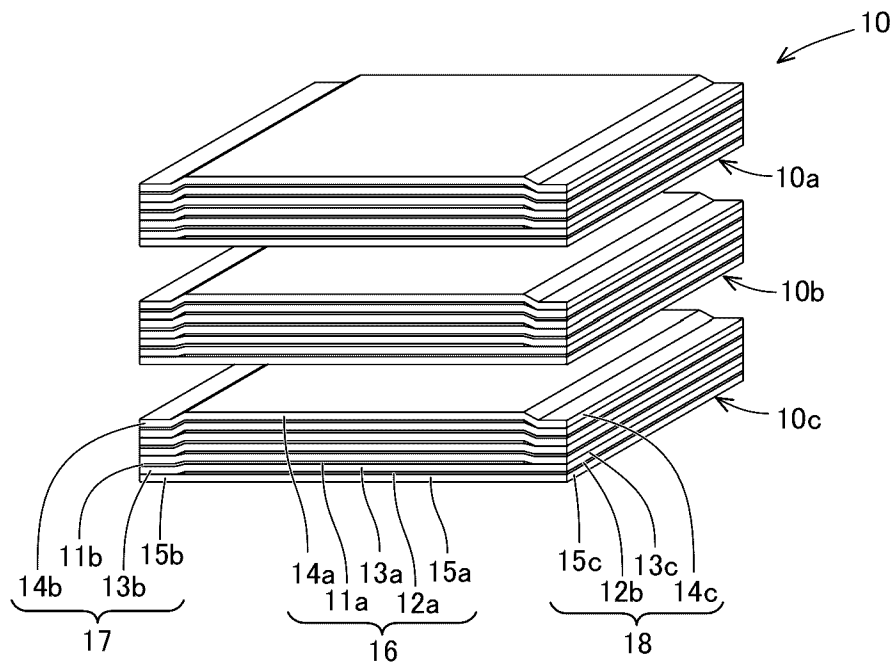
[図1]



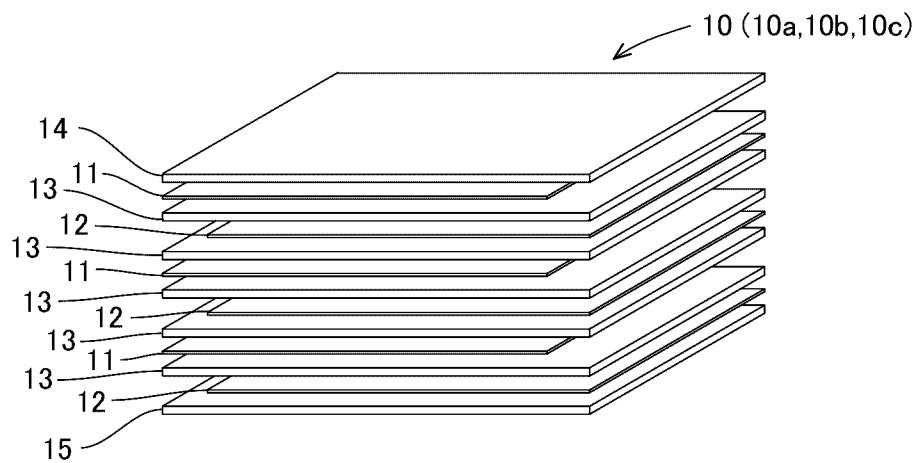
[図2]



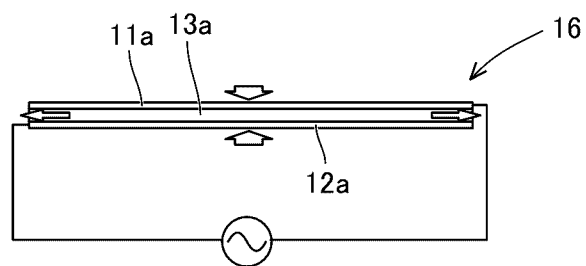
[図3]



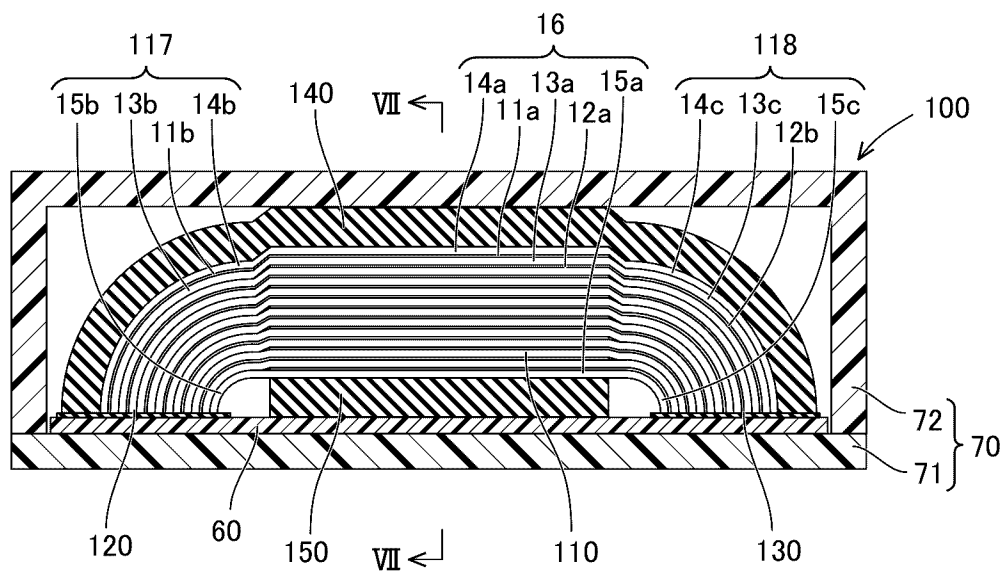
[図4]



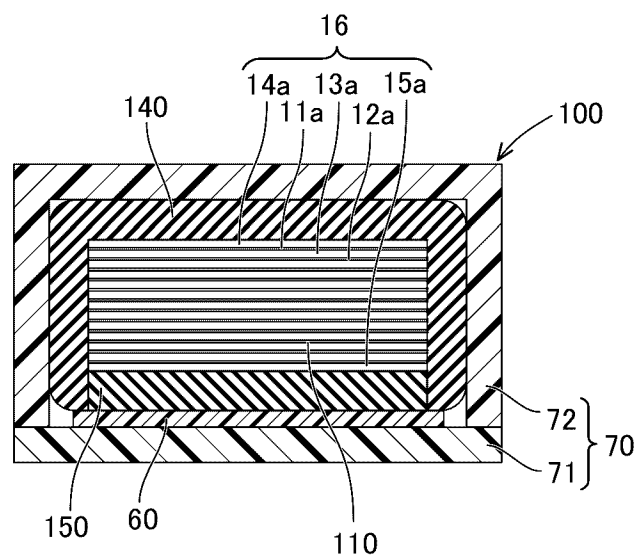
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/034129

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H04R19/02 (2006.01) i, H04R19/04 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H04R19/02, H04R19/04

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	1971-2017
Registered utility model specifications of Japan	1996-2017
Published registered utility model applications of Japan	1994-2017

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.
X A	JP 5993946 B2 (SUMITOMO RIKO CO., LTD.) 21 September 2016, paragraphs [0123]-[0195], fig. 13-22 & WO 2013/175662 A1	1-3, 6, 9 4-5, 7-8, 10-15
A	JP 2004-200958 A (AUDIO TECHNICA CORP.) 15 July 2004, paragraphs [0013]-[0027], fig. 1-3 (Family: none)	4-5, 7-8, 10-15

☐ 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

"I" 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
30 November 2017 (30.11.2017)

Date of mailing of the international search report
12 December 2017 (12.12.2017)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04R19/02(2006.01)i, H04R19/04(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. H04R19/02, H04R19/04

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
X	JP 5993946 B2 (住友理工株式会社) 2016.09.21, 段落 [0123] - [0195], 図13-22	1-3, 6, 9
A	& WO 2013/175662 A1	4-5, 7-8, 10-15
A	JP 2004-200958 A (株式会社オーディオテクニカ) 2004.07.15, 段落 [0013] - [0027], 図1-3 (ファミリーなし)	4-5, 7-8, 10-15

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

30.11.2017

国際調査報告の発送日

12.12.2017

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)

下林 義明

5Z

4453

電話番号 03-3581-1101 内線 3591