

(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
2023年9月21日(21.09.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/176426 A1

(51) 国際特許分類:
G01L 1/16 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/007287

(22) 国際出願日: 2023年2月28日(28.02.2023)

(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 2022-038838 2022年3月14日(14.03.2022) JP

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

(72) 発明者: 奥 富 譲 仁 (OKUTOMI Yoshihito);
〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 10 番
1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).

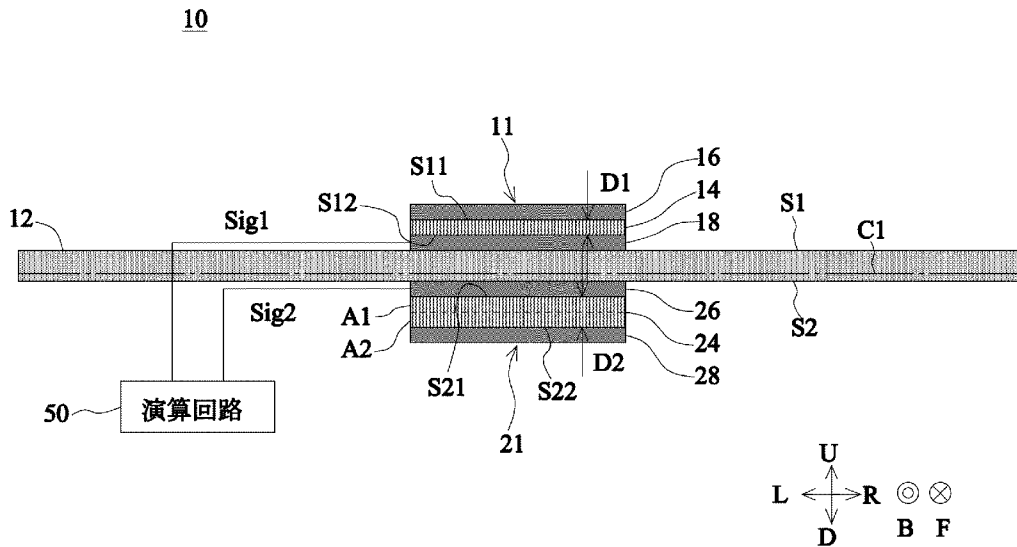
(74) 代理人: 弁理士法人 楓国際特許事務所
(KAEDE PATENT ATTORNEYS' OFFICE);
〒5400011 大阪府大阪市中央区農人橋 1
丁目 4 番 3 4 号 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP,
KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,

(54) Title: DEFORMATION SENSING SENSOR

(54) 発明の名称: 変形検知センサ

Fig.1



50 Arithmetic circuit

(57) **Abstract:** A deformation sensing sensor according to the present invention is provided with a flexible substrate that has a substrate upper principal surface and a substrate lower principal surface which are vertically arranged and that can be bent, a first sensor that is provided on the substrate upper principal surface and includes a first piezoelectric film, and a second sensor that is provided on the substrate lower principal surface and includes a second piezoelectric film, wherein the vertical thickness of the second piezoelectric film is greater than the vertical thickness of the first piezoelectric film, and

[続葉有]

LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類：

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

by the flexible substrate being bent so as to protrude upward or downward, the first sensor and the second sensor are bent.

(57) 要約：本発明に係る変形検知センサは、上下方向に並ぶ基材上主面及び基材下主面を有し、屈曲可能な可撓性基材と、基材上主面に設けられ、第1圧電フィルムを含む第1センサと、基材下主面に設けられ、第2圧電フィルムを含む第2センサと、を備えており、第2圧電フィルムの上下方向の厚みは、第1圧電フィルムの上下方向の厚みより大きく、可撓性基材が上方向又は下方向に突出するように屈曲することによって、第1センサ及び第2センサが屈曲する。

明 細 書

発明の名称：変形検知センサ

技術分野

[0001] 本発明は、可撓性基材の変形を検知する変形検知センサに関する。

背景技術

[0002] 従来の変形検知センサに関する発明としては、例えば、特許文献１に記載の曲げ変形センサが知られている。この曲げ変形センサでは、第１圧電フィルム、第２圧電フィルム及び弾性体を備えている。弾性体は、第１主面と第２主面とを有している。第１圧電フィルムは、第１主面に設けられている。第２圧電フィルムは、第２主面に設けられている。これにより、弾性体が屈曲すると、第１圧電フィルムが伸張し、第２圧電フィルムが伸縮する。そして、第１圧電フィルムが第１信号を出力し、第２圧電フィルムが第２信号を出力する。図示しない演算回路は、第１信号及び第２信号により、弾性体の曲げ変形を検知することができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特許第４４２７６６５号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、特許文献１に記載の曲げ変形センサにおいて、曲げ変形の検知の感度をより向上させたいという要望がある。

[0005] そこで、本発明の目的は、可撓性基材の変形の検知の感度を向上させることができる変形検知センサを提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一形態に係る変形検知センサは、
上下方向に並ぶ基材上主面及び基材下主面を有し、屈曲可能な可撓性基材と、

前記基材上主面に設けられ、第1圧電フィルムを含む第1センサと、
前記基材下主面に設けられ、第2圧電フィルムを含む第2センサと、
を備えており、

前記第2圧電フィルムの前記上下方向の厚みは、前記第1圧電フィルムの
前記上下方向の厚みより大きく、

前記可撓性基材が上方向又は下方向に突出するように屈曲することによっ
て、前記第1センサ及び前記第2センサが屈曲する、
変形検知センサ。

発明の効果

[0007] 本発明に係る変形検知センサによれば、可撓性基材の変形の検知の感度を
向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図1は、変形検知センサ10の正面図である。

[図2]図2は、変形検知センサ10の分解図である。

[図3]図3は、可撓性基材12が屈曲しているときの変形検知センサ10の正
面図である。

[図4]図4は、第1信号S i g 1及び第2信号S i g 2の波形を示したグラフ
である。

[図5]図5は、差 Δ の波形を示したグラフである。

[図6]図6は、比較例に係る変形検知センサ1010の正面図である。

[図7]図7は、変形検知センサ10aの正面図である。

[図8]図8は、可撓性基材12が屈曲しているときの変形検知センサ10aの
正面図である。

[図9]図9は、変形検知センサ10bの正面図である。

発明を実施するための形態

[0009] (実施形態)

[変形検知センサの構造]

以下に、本発明の実施形態に係る変形検知センサ10の構造について図面

を参照しながら説明する。図1は、変形検知センサ10の正面図である。図2は、変形検知センサ10の分解図である。図3は、可撓性基材12が屈曲しているときの変形検知センサ10の正面図である。

[0010] また、本明細書において、方向を以下のように定義する。図1のように屈曲していない状態の可撓性基材12の基材上主面S1及び基材下主面S2が並ぶ方向を上下方向と定義する。可撓性基材12が屈曲するときに、折り曲げ線L（図2及び図3参照）が延びる方向を前後方向と定義する。上下方向及び前後方向に直交する方向を左右方向と定義する。なお、本明細書における方向の定義は、一例である。従って、変形検知センサ10の実使用時における方向と本明細書における方向とが一致している必要はない。また、図1において上下方向が反転してもよい。同様に、図1において左右方向が反転してもよい。図1において前後方向が反転してもよい。

[0011] 変形検知センサ10は、可撓性基材12の曲げを検知する。変形検知センサ10は、図1及び図2に示すように、可撓性基材12、第1センサ11、第2センサ21及び演算回路50を備えている。

[0012] 可撓性基材12は、可撓性を有するシートである。可撓性基材12は、上下方向に並ぶ基材上主面S1及び基材下主面S2を有している。可撓性基材12は、上下方向に見て、図2に示すように、前後方向に延びる短辺及び左右方向に延びる長辺を有する長形状を有している。可撓性基材12は、図3に示すように、折り曲げ線Lにおいて屈曲することができる。折り曲げ線Lは、可撓性基材12の2本の長辺の中点を繋いでいる。可撓性基材12は、前後方向に見て、下方向に突出するように屈曲する。

[0013] 第1センサ11は、図1に示すように、基材上主面S1に設けられている。第1センサ11は、可撓性基材12の変形を検知する第1信号Sig1を出力する。第1センサ11は、第1圧電フィルム14、第1上電極16及び第1下電極18を含んでいる。

[0014] 第1圧電フィルム14は、可撓性を有するシートである。第1圧電フィルム14は、第1上主面S11及び第1下主面S12を有している。第1圧電

フィルム 14 は、図 2 に示すように、上下方向に見て、前後方向に延びる短辺及び左右方向に延びる長辺を有する長形状を有している。

[0015] 第 1 圧電フィルム 14 は、可撓性基材 12 と共に伸縮することにより電荷を発生する。第 1 圧電フィルム 14 は、例えば、キラル高分子から形成されるフィルムである。キラル高分子とは、例えば、ポリ乳酸 (PLA)、特に L 型ポリ乳酸 (PLLA) である。キラル高分子からなる PLLA は、主鎖が螺旋構造を有する。PLLA は、一軸延伸されて分子が配向すると圧電性を有する。第 1 圧電フィルム 14 は、 d_{14} の圧電定数を有している。そして、一軸延伸された PLLA は、第 1 圧電フィルム 14 が左右方向に伸張されること又は左右方向に圧縮されることにより、電圧を発生する。第 1 圧電フィルム 14 は、左右方向に伸張されると正の電圧を発生する。第 1 圧電フィルム 14 は、左右方向に圧縮されると負の電圧を発生する。電圧の大きさは、伸張又は圧縮による第 1 圧電フィルム 14 の変形量の微分値に依存する。

[0016] 第 1 圧電フィルム 14 の一軸延伸方向 D_a は、図 2 に示すように、前後方向及び左右方向のそれぞれに対して 45 度の角度を形成している。この 45 度は、例えば、45 度 $\pm$ 10 度程度を含む角度を含む。なお、第 1 圧電フィルム 14 は、PLLA に代えて、ポーリング処理を行った PVDf 又は PZT 等のようなイオンが分極した強誘電体から形成されるフィルムであってもよい。

[0017] 第 1 上電極 16 は、グランド電極である。従って、第 1 上電極 16 は、グランド電位に接続される。第 1 上電極 16 は、第 1 上主面 S11 に設けられている。第 1 上電極 16 は、第 1 上主面 S11 の全体を覆っている。従って、第 1 圧電フィルム 14 の左右方向の長さは、第 1 上電極 16 の左右方向の長さと同じ。第 1 圧電フィルム 14 の前後方向の長さは、第 1 上電極 16 の前後方向の長さと同じ。

[0018] 第 1 下電極 18 は、信号電極である。従って、第 1 信号 S_{ig1} は、第 1 下電極 18 から出力される。第 1 下電極 18 は、第 1 下主面 S12 に設けら

れている。第1下電極18は、第1下主面S12の全体を覆っている。従って、第1圧電フィルム14の左右方向の長さは、第1下電極18の左右方向の長さと等しい。第1圧電フィルム14の前後方向の長さは、第1下電極18の前後方向の長さと等しい。

[0019] 第1上電極16及び第1下電極18は、例えば、ITO（酸化インジウムスズ）、ZnO（酸化亜鉛）等の有機電極、蒸着、メッキによる金属皮膜、銀ペーストによる印刷電極膜である。

[0020] 第2センサ21は、基材下主面S2に設けられている。上下方向に見て、第2センサ21は、第1センサ11と重なっている。第2センサ21は、可撓性基材12の変形を検知する第2信号Sig2を出力する。第2センサ21は、第2圧電フィルム24、第2上電極26及び第2下電極28を含んでいる。

[0021] 第2圧電フィルム24は、可撓性を有するシートである。第2圧電フィルム24は、第2上主面S21及び第2下主面S22を有している。第2圧電フィルム24は、上下方向に見て、前後方向に延びる短辺及び左右方向に延びる長辺を有する長形状を有している。第2圧電フィルム24の上下方向の厚みD2は、第1圧電フィルム14の上下方向の厚みD1より大きい。本明細書における圧電フィルムの上下方向の厚みは、例えば、圧電フィルムの全体の上下方向の厚みの平均値である。

[0022] 第2圧電フィルム24は、可撓性基材12と共に伸縮することにより分極を生じる。第2圧電フィルム24は、例えば、キラル高分子から形成されるフィルムである。キラル高分子とは、例えば、ポリ乳酸（PLA）、特にL型ポリ乳酸（PLLA）である。キラル高分子からなるPLLAは、主鎖が螺旋構造を有する。PLLAは、一軸延伸されて分子が配向すると圧電性を有する。第2圧電フィルム24は、d14の圧電定数を有している。そして、一軸延伸されたPLLAは、第2圧電フィルム24が左右方向に伸張されること又は左右方向に圧縮されることにより、電圧を発生する。第2圧電フィルム24は、左右方向に伸張されると正の電圧を発生する。第2圧電フィ

ルム 24 は、左右方向に圧縮されると負の電圧を発生する。電圧の大きさは、伸張又は圧縮による第 2 圧電フィルム 24 の変形量の微分値に依存する。

[0023] 第 2 圧電フィルム 24 の一軸延伸方向 D b は、第 1 圧電フィルム 14 の一軸延伸方向 D a と平行である。第 2 圧電フィルム 24 の一軸延伸方向 D b は、図 1 に示すように、前後方向及び左右方向のそれぞれに対して 45 度の角度を形成している。この 45 度は、例えば、45 度 ± 10 度程度を含む角度を含む。なお、第 2 圧電フィルム 24 は、PLLA に代えて、ポーリング処理を行った P V D F 又は P Z T 等のようなイオンが分極した強誘電体から形成されるフィルムであってもよい。

[0024] 第 2 上電極 26 は、信号電極である。従って、第 2 信号 S i g 2 は、第 2 上電極 26 から出力される。第 2 上電極 26 は、第 2 上主面 S 21 に設けられている。第 2 上電極 26 は、第 2 上主面 S 21 の全体を覆っている。従って、第 2 圧電フィルム 24 の左右方向の長さは、第 2 上電極 26 の左右方向の長さと等しい。第 2 圧電フィルム 24 の前後方向の長さは、第 2 上電極 26 の前後方向の長さと等しい。

[0025] 第 2 下電極 28 は、グランド電極である。従って、第 2 下電極 28 は、グランド電位に接続される。第 2 下電極 28 は、第 2 下主面 S 22 に設けられている。第 2 下電極 28 は、第 2 下主面 S 22 の全体を覆っている。従って、第 2 圧電フィルム 24 の左右方向の長さは、第 2 下電極 28 の左右方向の長さと等しい。第 2 圧電フィルム 24 の前後方向の長さは、第 2 下電極 28 の前後方向の長さと等しい。

[0026] 第 2 上電極 26 及び第 2 下電極 28 は、例えば、ITO（酸化インジウムスズ）、ZnO（酸化亜鉛）等の有機電極、蒸着、メッキによる金属皮膜、銀ペーストによる印刷電極膜である。

[0027] 演算回路 50 は、IC（Integrated Circuit）である。演算回路 50 は、第 1 下電極 18 から出力される第 1 信号 S i g 1 の電氣的パラメータと第 2 上電極 26 が出力する第 2 信号 S i g 2 の電氣的パラメータとの差 Δ を算出する。電氣的パラメータは、電位である。ただし、電氣

的パラメータは、電位以外の値であってもよい。電位以外の値は、例えば、電荷量や電流値である。また、演算回路50は、差 Δ に基づいて、可撓性基材12の曲げ量を演算する。以下に、図面を参照しながら説明する。図4は、第1信号Sig1及び第2信号Sig2の波形を示したグラフである。図5は、差 Δ の波形を示したグラフである。図4及び図5の縦軸は、電位である。図4及び図5の横軸は、時刻である。

[0028] 図3に示すように、可撓性基材12が上方向又は下方向に突出するように屈曲することによって、第1センサ11及び第2センサ21が屈曲する。本実施形態では、可撓性基材12が下方向に突出するように屈曲することによって、第1センサ11及び第2センサ21が屈曲する。すなわち、可撓性基材12は、基材上主面S1が基材下主面S2より内側に位置するように屈曲する。このとき、第1圧電フィルム14は、圧縮される。そのため、第1信号Sig1は、基準電位に対して負の電位（以下、単に負の電位と呼ぶ）を有する。第2圧電フィルム24は、伸張される。そのため、第2信号Sig2は、基準電位に対して正の電位（以下、単に正の電位と呼ぶ）を有する。ただし、第1信号Sig1の波形と第2信号Sig2の波形は、基準電位に関して線対称である。そこで、演算回路50は、第2信号Sig2から第1信号Sig1を減算して、図5に示す差 Δ を演算する。これにより、演算回路50は、第1信号Sig1の電位及び第2信号Sig2の電位より大きな差 Δ を得ることができる。そして、演算回路50は、差 Δ に基づいて、可撓性基材12の曲げ量を演算する。

[0029] [効果]

変形検知センサ10によれば、可撓性基材12の変形の検知の感度を向上させることができる。以下に、比較例に係る変形検知センサ1010を例に挙げて説明する。図6は、比較例に係る変形検知センサ1010の正面図である。比較例に係る変形検知センサ1010は、第2圧電フィルム1024の上下方向の厚みが第1圧電フィルム1014の上下方向の厚みと等しい点において変形検知センサ10と相違する。

[0030] 可撓性基材 12, 1012 が屈曲するときには、可撓性基材 12, 1012 において伸張及び圧縮が発生しない面が出現する。この面を中立面 C1, C1001 と呼ぶ。中立面 C1001 は、図 6 に示すように、第 1 上電極 1016 の上主面と第 2 下電極 1028 との中間に位置する。第 2 圧電フィルム 1024 の上下方向の厚みが第 1 圧電フィルム 1014 の上下方向の厚みと等しいので、中立面 C1001 は、可撓性基材 1012 の上下方向の中間に位置する。この場合、第 2 圧電フィルム 1024 が伸張されることにより発生する電位の大きさ V_{1002} は、第 1 圧電フィルム 1014 が圧縮されることにより発生する電位の大きさ V_{1001} と実質的に等しい。

[0031] 一方、中立面 C1 は、図 1 に示すように、第 1 上電極 16 の上主面と第 2 下電極 28 の下主面との中間に位置する。ただし、第 2 圧電フィルム 1024 の上下方向の厚み D_2 が第 1 圧電フィルム 1014 の上下方向の厚み D_1 より大きいので、中立面 C1 は、可撓性基材 12 の上下方向の中間より下に位置する。この場合、第 1 圧電フィルム 14 の圧縮量は、第 1 圧電フィルム 1014 の圧縮量より大きくなる。その結果、第 1 圧電フィルム 14 が圧縮されることにより発生する電位の大きさ V_1 は、第 1 圧電フィルム 1014 が圧縮されることにより発生する電位の大きさ V_{1001} より大きくなる。

[0032] ここで、第 2 圧電フィルム 24 の内の第 2 上主面 S21 から厚み D_1 までの領域を領域 A1 と呼ぶ。第 2 圧電フィルム 24 の内の領域 A1 を除く領域を領域 A2 と呼ぶ。前記の通り、中立面 C1 は、可撓性基材 12 の上下方向の中間より下に位置する。この場合、領域 A1 の伸張量は、第 2 圧電フィルム 1024 の伸張量より小さくなる。その結果、領域 A1 が伸張されることにより発生する電位の大きさ V_{A1} は、第 2 圧電フィルム 1024 が伸張されることにより発生する電位の大きさ V_{1002} より小さくなる。すなわち、第 1 圧電フィルム 14 が圧縮されることにより発生する電位の大きさ V_1 の増加は、領域 A1 が伸張されることにより発生する電位の大きさ V_{A1} の減少により打ち消される。

[0033] しかしながら、可撓性基材 12 が屈曲すると、領域 A2 が伸張する。その

ため、領域A 2は、大きさVA 2の電位を発生する。従って、変形検知センサ10は、変形検知センサ1010において得られる差 Δ より大きさVA 2だけ大きな差 Δ を得ることができる。その結果、変形検知センサ10によれば、可撓性基材12の変形の検知の感度を向上させることができる。

[0034] 変形検知センサ10によれば、以下の理由によっても、可撓性基材12の変形の検知の感度を向上させることができる。より詳細には、第1信号Sig 1は、負の電位を有する。第2信号Sig 2は、正の電位を有する。ただし、第1信号Sig 1の波形と第2信号Sig 2の波形は、基準電位に関して線対称である。そこで、演算回路50は、第2信号Sig 2の電位から第1信号Sig 1の電位を減算して、図5に示す差 Δ を演算する。これにより、演算回路50は、第1信号Sig 1の電位及び第2信号Sig 2の電位のそれぞれより大きな差 Δ を得ることができる。そして、演算回路50は、この大きな差 Δ に基づいて、可撓性基材12の変形量を演算できる。その結果、変形検知センサ10によれば、可撓性基材12の変形の検知の感度を向上させることができる。

[0035] 変形検知センサ10によれば、演算回路50の演算負荷が軽減される。より詳細には、演算回路50は、第2信号Sig 2の電位から第1信号Sig 1の電位を減算して、図5に示す差 Δ を演算する。この際、第2信号Sig 2の基準電位から第1信号Sig 1の基準電位が減算される。その結果、差 Δ では、基準電位が0Vになる。

[0036] ここで、基準電位は、時々刻々と変化する値である。演算回路50がこの変動に合わせて逐一基準電位を算出することは、計算時間が増大する。そこで、過去の一定時間において取得した第1信号Sig 1及び第2信号Sig 2から基準電位を算出する方法がある。しかしこの方法には、以下の問題がある。

[0037] ・算出された基準電位は、算出後に取得される第1信号Sig 1及び第2信号Sig 2に対しては、推定値である。

・推定した基準電位と実際の基準電位とのずれにより、可撓性基材12の変

形量の演算結果にずれが生じる。

[0038] これに対して、変形検知センサ 10 では、基準電位が 0 V に固定される。そのため、演算回路 50 が基準電位を算出しなくてもよい。その結果、演算回路 50 の演算負荷が軽減される。

[0039] 変形検知センサ 10 によれば、上下方向に見て、第 2 センサ 21 は、第 1 センサ 11 と重なっている。これにより、変形検知センサ 10 の小型化が図られる。

[0040] 変形検知センサ 10 では、可撓性基材 12 が屈曲すると、第 1 信号 S i g 1 の電位の極性と第 2 信号 S i g 2 の電位の極性とが異なる。そのため、例えば、第 1 信号 S i g 1 の電位の極性と第 2 信号 S i g 2 の電位の極性とが同じである場合には、演算回路 50 は、変形検知センサ 10 が誤動作している、又は、可撓性基材 12 が意図しない変形をしていると判定できる。

[0041] 変形検知センサ 10 では、第 1 上電極 16 及び第 2 下電極 28 は、グラウンド電位に接続される。これにより、第 1 圧電フィルム 14 が第 1 上電極 16 によりシールドされるようになる。第 2 圧電フィルム 24 が第 2 下電極 28 によりシールドされるようになる。その結果、第 1 センサ 11 及び第 2 センサ 21 がノイズの影響を受けにくくなる。

[0042] 変形検知センサ 10 では、第 1 圧電フィルム 14 の左右方向の長さは、第 1 上電極 16 の左右方向の長さと同じ。これにより、第 1 圧電フィルム 14 が第 1 上電極 16 によりより確実にシールドされるようになる。同様に、第 2 圧電フィルム 24 の左右方向の長さは、第 2 下電極 28 の左右方向の長さと同じ。これにより、第 2 圧電フィルム 24 が第 2 下電極 28 によりより確実にシールドされるようになる。その結果、第 1 センサ 11 及び第 2 センサ 21 がノイズの影響をより受けにくくなる。

[0043] (第 1 変形例)

以下に、第 1 変形例に係る変形検知センサ 10 a について図面を参照しながら説明する。図 7 は、変形検知センサ 10 a の正面図である。図 8 は、可撓性基材 12 が屈曲しているときの変形検知センサ 10 a の正面図である。

[0044] 変形検知センサ１０aは、第１センサ１１の位置及び第２センサ２１の位置において変形検知センサ１０と相違する。より詳細には、第２センサ２１は、上下方向に見て、第１センサ１１と重なっていない。ただし、第１圧電フィルム１４は、可撓性基材１２が屈曲すると、圧縮される。第２圧電フィルム２４は、可撓性基材１２が屈曲すると、伸張される。変形検知センサ１０aのその他の構造は、変形検知センサ１０と同じであるので説明を省略する。変形検知センサ１０aは、変形検知センサ１０と同じ作用効果を奏することができる。

[0045] (第２変形例)

以下に、第２変形例に係る変形検知センサ１０bについて図面を参照しながら説明する。図９は、変形検知センサ１０bの正面図である。

[0046] 変形検知センサ１０bは、第３センサ３１及び第４センサ４１を更に備えている点において変形検知センサ１０aと相違する。第３センサ３１は、基材上主面Ｓ１に設けられている。第３センサ３１は、可撓性基材１２と共に伸縮することにより分極を生じる第３圧電フィルム３４を含んでいる。ただし、第３センサ３１の構造は、第１センサ１１と同じであるので説明を省略する。第４センサ４１は、基材下主面Ｓ２に設けられている。第４センサ４１は、可撓性基材１２と共に伸縮することにより分極を生じる第４圧電フィルム４４を含んでいる。ただし、第４センサ４１の構造は、第２センサ２１と同じであるので説明を省略する。また、第４センサ４１は、上下方向に見て、第３センサ３１と重なっていない。変形検知センサ１０bのその他の構造は、変形検知センサ１０aと同じであるので説明を省略する。変形検知センサ１０bは、変形検知センサ１０aと同じ作用効果を奏することができる。また、変形検知センサ１０bは、第３センサ３１及び第４センサ４１を備えているので、可撓性基材１２の複数個所の変形量を検知できる。

[0047] (その他の実施形態)

本発明に係る変形検知センサは、変形検知センサ１０、１０a、１０bに限らず、その要旨の範囲において変更可能である。また、変形検知センサ１

0, 10a, 10bの構造を任意に組み合わせてもよい。

[0048] なお、第1圧電フィルム14、第2圧電フィルム24、第3圧電フィルム34及び第4圧電フィルム44は、キラル高分子から形成されるフィルム以外のフィルムであってもよい。

[0049] なお、第2圧電フィルム24の一軸延伸方向Dbは、第1圧電フィルム14の一軸延伸方向Daと平行でなくてもよい。第2圧電フィルム24の一軸延伸方向Dbは、第1圧電フィルム14の一軸延伸方向Daと直交していてもよい。この場合、第2信号Sig2の電位の極性は、第1信号Sig1の電位の極性と同じになる。従って、演算回路50は、第1信号Sig1の電位と第2信号Sig2の電位とを加算する。

[0050] なお、第1下電極18及び第2上電極26がグランド電位に接続されてもよい。

[0051] なお、第1圧電フィルム14の左右方向の長さは、第1上電極16の左右方向の長さと等しくなくてもよい。第2圧電フィルム24の左右方向の長さは、第2下電極28の左右方向の長さと等しくなくてもよい。

符号の説明

[0052] 10, 10a, 10b : 変形検知センサ

11 : 第1センサ

12 : 可撓性基材

14 : 第1圧電フィルム

16 : 第1上電極

18 : 第1下電極

21 : 第2センサ

24 : 第2圧電フィルム

26 : 第2上電極

28 : 第2下電極

31 : 第3センサ

34 : 第3圧電フィルム

4 1 : 第4 センサ

4 4 : 第4 圧電フィルム

5 0 : 演算回路

A 1 , A 2 : 領域

C 1 : 中立面

L : 折り曲げ線

S 1 : 基材上主面

S 1 1 : 第1 上主面

S 1 2 : 第1 下主面

S 2 : 基材下主面

S 2 1 : 第2 上主面

S 2 2 : 第2 下主面

S i g 1 : 第1 信号

S i g 2 : 第2 信号

請求の範囲

- [請求項1] 上下方向に並ぶ基材上主面及び基材下主面を有する可撓性基材と、
前記基材上主面に設けられ、第1圧電フィルムを含む第1センサと、
、
前記基材下主面に設けられ、第2圧電フィルムを含む第2センサと、
、
を備えており、
前記第2圧電フィルムの前記上下方向の厚みは、前記第1圧電フィルムの前記上下方向の厚みより大きく、
前記可撓性基材が上方向又は下方向に突出するように屈曲することによって、前記第1センサ及び前記第2センサが屈曲する、
変形検知センサ。
- [請求項2] 前記第1圧電フィルムは、第1上主面及び第1下主面を有しており、
、
前記第2圧電フィルムは、第2上主面及び第2下主面を有しており、
、
前記第1センサは、前記第1上主面に設けられている第1上電極、及び、前記第1下主面に設けられている第1下電極を更に含んでおり、
、
前記第2センサは、前記第2上主面に設けられている第2上電極、及び、前記第2下主面に設けられている第2下電極を更に含んでいる、
、
請求項1に記載の変形検知センサ。
- [請求項3] 前記第1上電極及び前記第2下電極は、グラウンド電位に接続される、
、
請求項2に記載の変形検知センサ。
- [請求項4] 変形検知センサは、
前記第1下電極から出力される第1信号の電氣的パラメータと前記

第2上電極が出力する第2信号の電氣的パラメータとの差を算出する演算回路を、

更に備えている、

請求項3に記載の変形検知センサ。

[請求項5] 前記可撓性基材が屈曲するときに、折り曲げ線が延びる方向を前後方向と定義し、

前記上下方向及び前記前後方向に直交する方向を左右方向と定義し、

、

前記第1圧電フィルムの前記左右方向の長さは、前記第1上電極の前記左右方向の長さと等しく、

前記第2圧電フィルムの前記左右方向の長さは、前記第2下電極の前記左右方向の長さと等しい、

請求項3又は請求項4に記載の変形検知センサ。

[請求項6] 前記上下方向に見て、前記第2センサは、前記第1センサと重なっている、

請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の変形検知センサ。

[請求項7] 前記変形検知センサは、

前記基材上主面に設けられている第3センサであって、第3圧電フィルムを含んでいる第3センサと、

前記基材下主面に設けられている第4センサであって、第4圧電フィルムを含んでいる第4センサと、

を更に備えている、請求項1ないし請求項6のいずれかに記載の変形検知センサ。

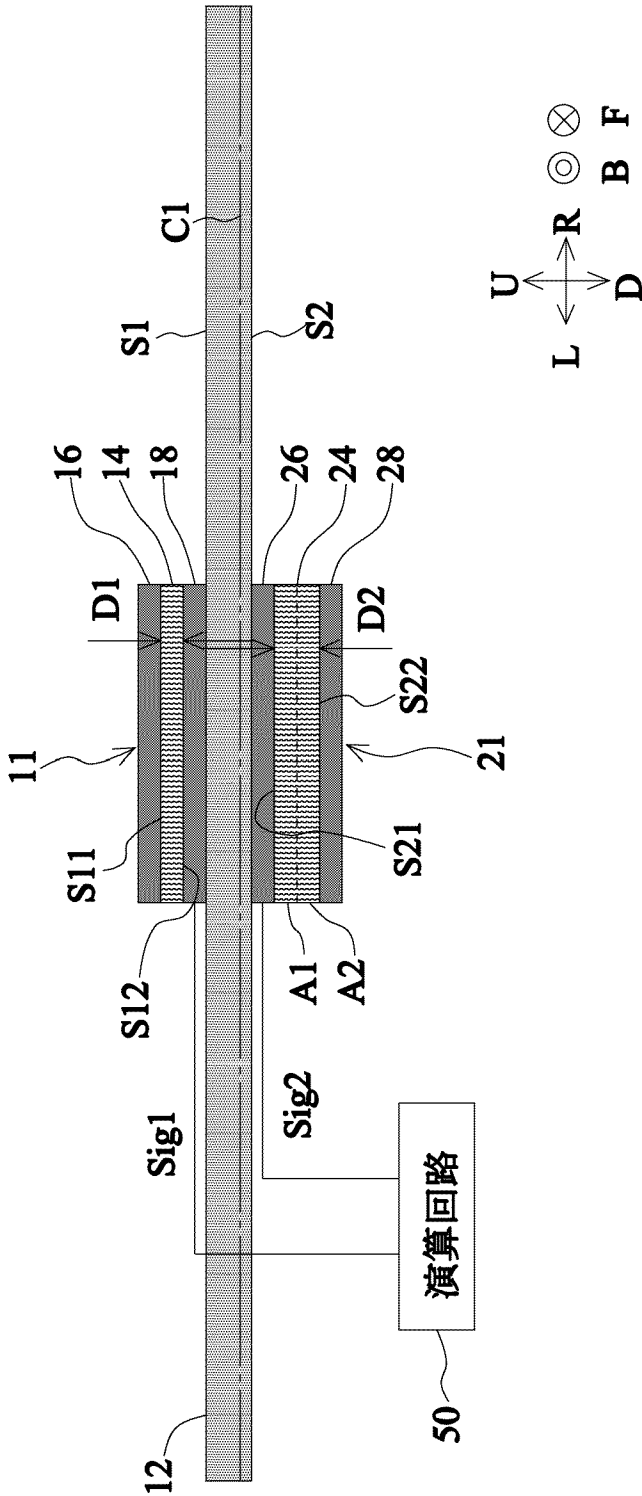
[請求項8] 前記第1圧電フィルム及び前記第2圧電フィルムは、 d_{14} の圧電定数を有している、

請求項1ないし請求項7のいずれかに記載の変形検知センサ。

[図1]

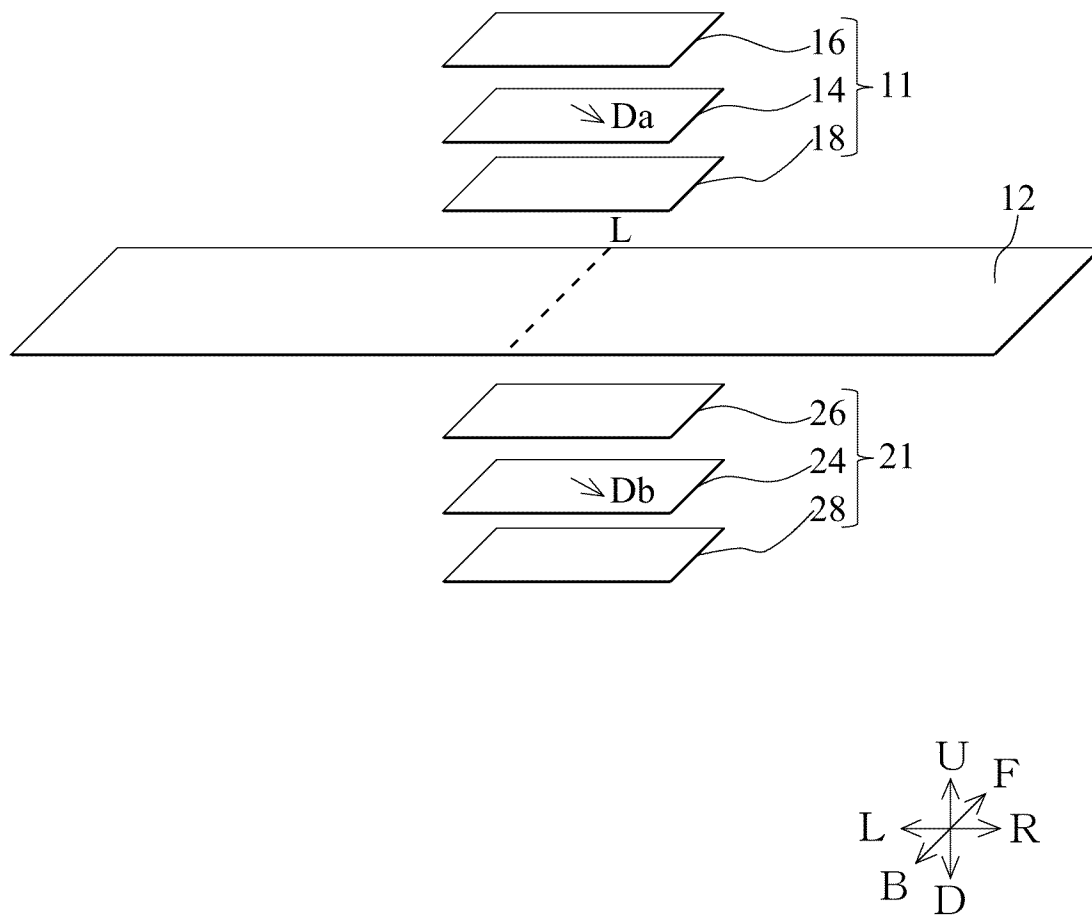
Fig.1

10



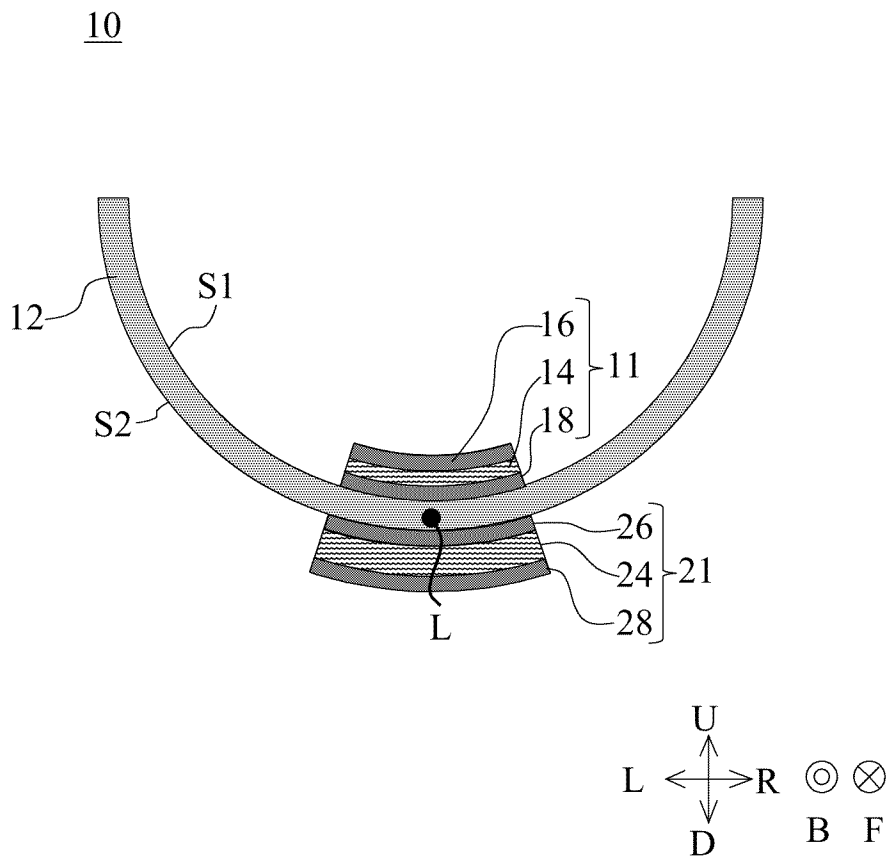
[図2]

Fig.2

10

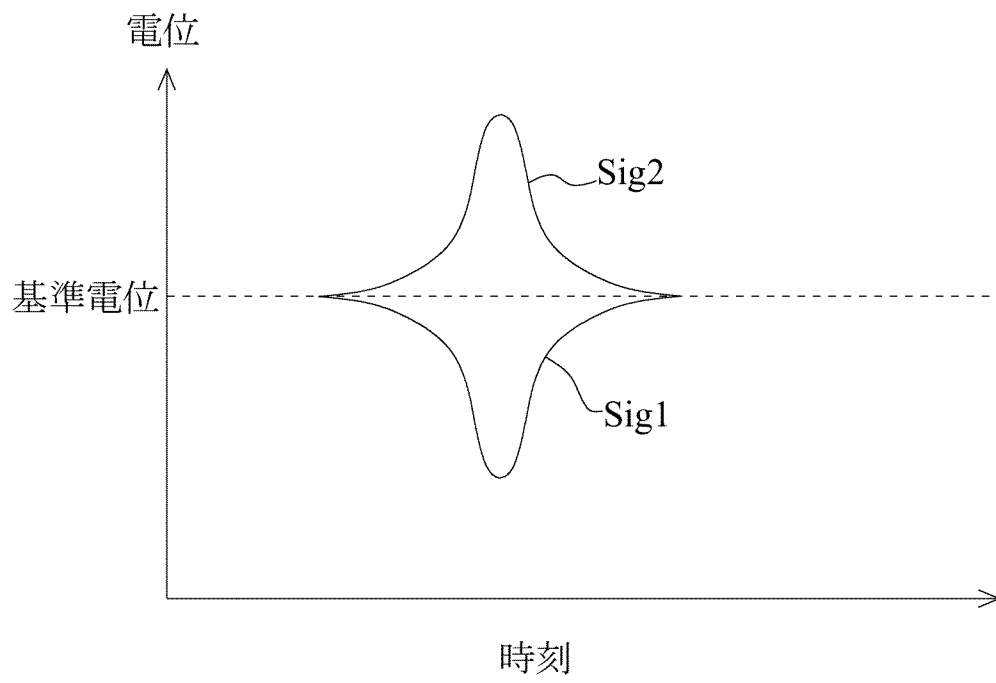
[図3]

Fig.3



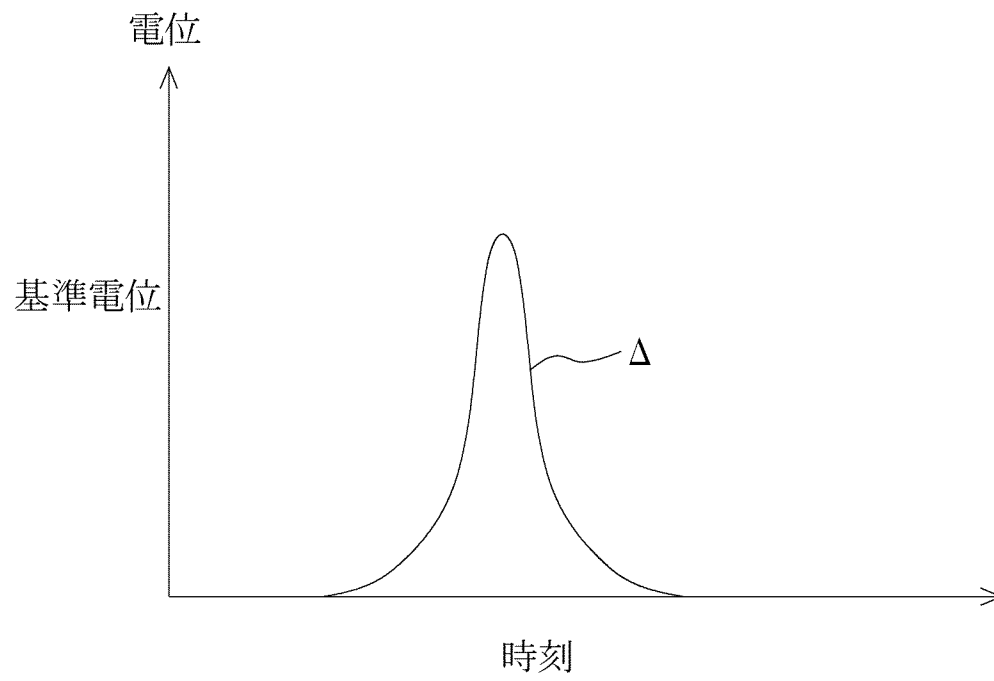
[図4]

Fig.4



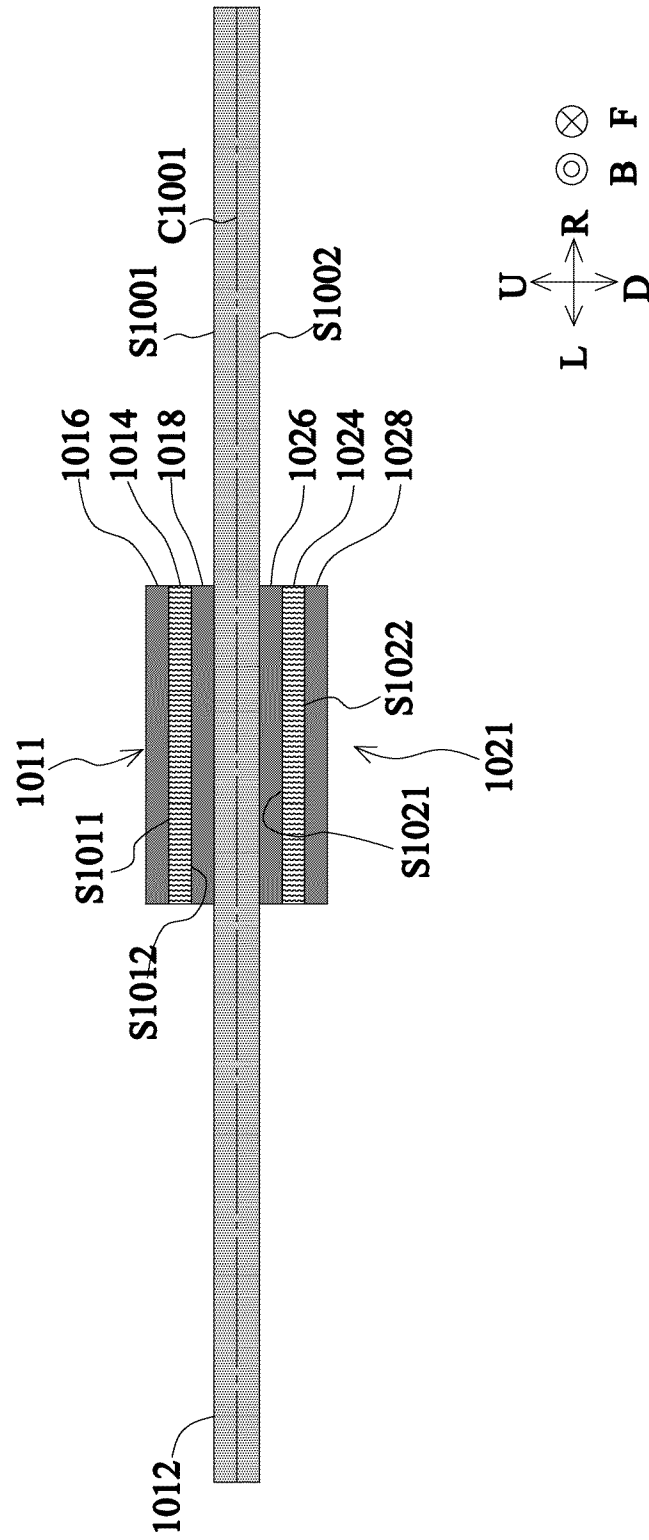
[図5]

Fig.5



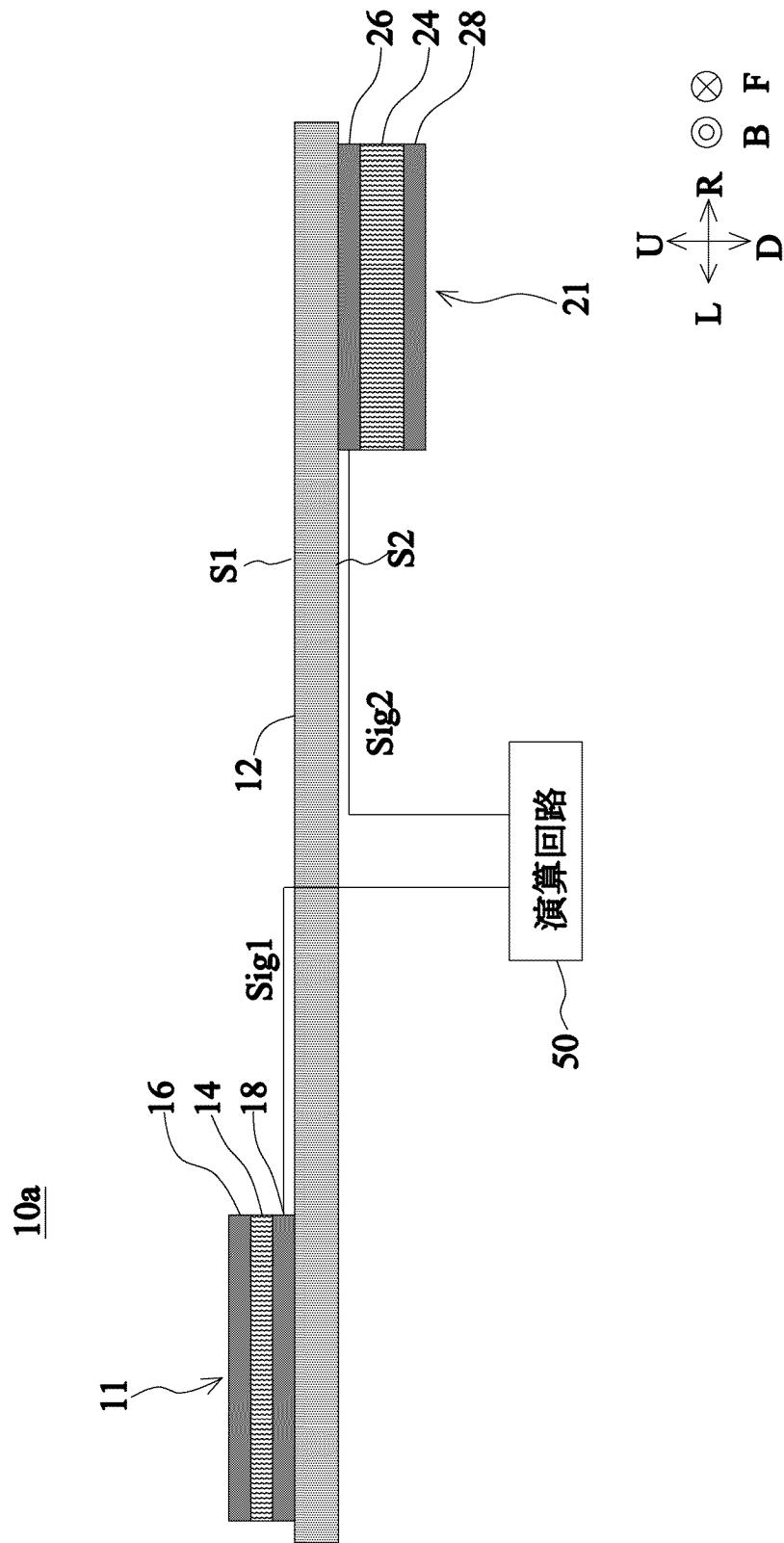
[図6]

Fig.6

1010

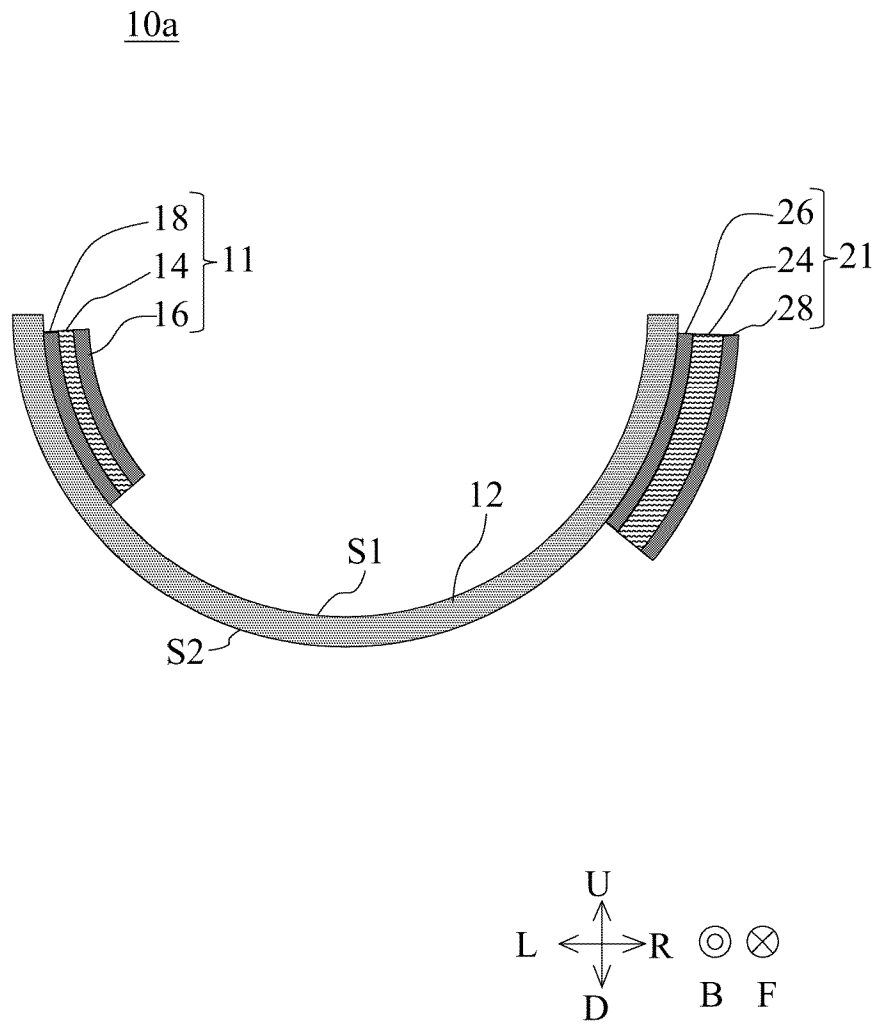
〔図7〕

Fig. 7



[図8]

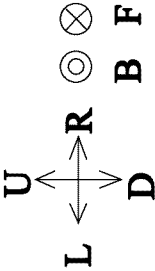
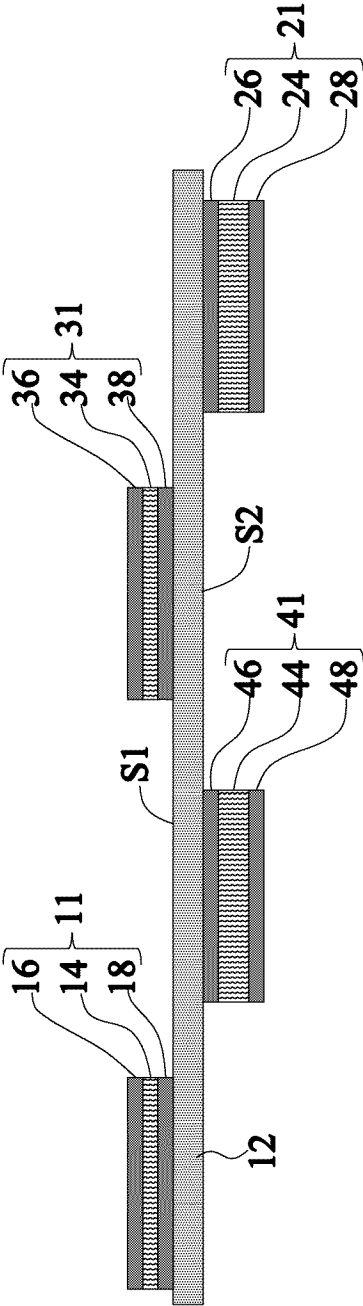
Fig.8



[図9]

Fig.9

10b



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/007287

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G01L 1/16**(2006.01)i

FI: G01L1/16 C

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)

G01L 1/16; G01B 7/16; G01B 7/30; H10N 30/30

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 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2012/137897 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 11 October 2012 (2012-10-11)	1-8
A	WO 2016/136565 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 01 September 2016 (2016-09-01)	1-8
A	JP 63-150185 A (DAIKIN IND LTD) 22 June 1988 (1988-06-22)	1-8
A	US 2018/0238716 A1 (THE UNIVERSITY OF BRITISH COLUMBIA) 23 August 2018 (2018-08-23)	1-8
A	JP 2015-118015 A (NISSHA PRINTING CO., LTD.) 25 June 2015 (2015-06-25)	1-8



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

28 March 2023

Date of mailing of the international search report

04 April 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/007287

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2012/137897	A1	11 October 2012	JP	2014-240842	A	
				JP	2015-57598	A	
				JP	2015-57822	A	
				JP	2016-177802	A	
				US	2014/0049137	A1	
				US	2017/0186939	A1	
				US	2019/0386198	A1	
				US	2022/0393097	A1	
				EP	2696163	A1	
				EP	2982938	A1	
				EP	2781886	A2	
				CN	103492832	A	
				CN	105352428	A	
				CN	107742670	A	
WO	2016/136565	A1	01 September 2016	US	2017/0357886	A1	
				CN	107251056	A	
JP	63-150185	A	22 June 1988	(Family: none)			
US	2018/0238716	A1	23 August 2018	(Family: none)			
JP	2015-118015	A	25 June 2015	WO	2015/093065	A1	
				US	2016/0320899	A1	
				CN	105593794	A	
				KR	10-2016-0032263	A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01L 1/16(2006.01)i FI: G01L1/16 C														
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）） G01L 1/16; G01B 7/16; G01B 7/30; H10N 30/30 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年													
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
A	WO 2012/137897 A1 (株式会社村田製作所) 11.10.2012 (2012 - 10 - 11)	1-8												
A	WO 2016/136565 A1 (株式会社村田製作所) 01.09.2016 (2016 - 09 - 01)	1-8												
A	JP 63-150185 A (ダイキン工業株式会社) 22.06.1988 (1988 - 06 - 22)	1-8												
A	US 2018/0238716 A1 (THE UNIVERSITY OF BRITISH COLUMBIA) 23.08.2018 (2018 - 08 - 23)	1-8												
A	JP 2015-118015 A (日本写真印刷株式会社) 25.06.2015 (2015 - 06 - 25)	1-8												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 28.03.2023	国際調査報告の発送日 04.04.2023													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 公文代 康祐 2F 4741 電話番号 03-3581-1101 内線 3216													

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/007287

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2012/137897	A1	11.10.2012	JP	2014-240842	A	
				JP	2015-57598	A	
				JP	2015-57822	A	
				JP	2016-177802	A	
				US	2014/0049137	A1	
				US	2017/0186939	A1	
				US	2019/0386198	A1	
				US	2022/0393097	A1	
				EP	2696163	A1	
				EP	2982938	A1	
				EP	2781886	A2	
				CN	103492832	A	
				CN	105352428	A	
				CN	107742670	A	
WO	2016/136565	A1	01.09.2016	US	2017/0357886	A1	
				CN	107251056	A	
JP	63-150185	A	22.06.1988	(ファミリーなし)			
US	2018/0238716	A1	23.08.2018	(ファミリーなし)			
JP	2015-118015	A	25.06.2015	WO	2015/093065	A1	
				US	2016/0320899	A1	
				CN	105593794	A	
				KR	10-2016-0032263	A	