

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

pressure sensors in an in-plane direction, a force in said in-plane direction. The separation layer has voids, and is interposed between the first pressure sensor and the second pressure sensor.

(57) 要約: 【課題】 センサの面内方向でのせん断力の位置にかかわらず、せん断力の検出感度を一様にする事が可能な技術を提供すること。【解決手段】 本技術に係るセンサは、センサ部と、離隔層とを具備する。センサ部は、互いに対向する表側の第1の圧力センサ及び裏側の第2の圧力センサを含み、前記第1の圧力センサ及び前記第2の圧力センサによる面内方向での圧力検出位置に基づいて、前記面内方向の力を検出する。前記離隔層は、空隙部を有し、前記第1の圧力センサ及び前記第2の圧力センサの間に介在される。

明 細 書

発明の名称： センサ及び電子機器

技術分野

[0001] 本技術は、力を検出するセンサに関する。

背景技術

[0002] 近年、労働人口の減少に伴いロボットによる作業の自動化が様々な場面において検討されている。ロボットハンドの行動を高精度に制御するためには、ロボットハンドの表面に対してどの程度の力が働いているかを検出する必要がある。

[0003] 下記特許文献1には、ロボットハンドの掌に設けられたセンサによって、ロボットハンドで対象物を把持したときの掌に対する力（滑り）を検出する技術が開示されている。

[0004] センサは、上層の圧力検出部と、下層の圧力検出部と、2つの圧力検出部の間に介在された変形部とを有している。このセンサでは、センサに対して面内方向にせん断力が加えられると、変形層がせん断変形し、上層の圧力検出部で検出された圧力中心位置と、下層の圧力検出部で検出された圧力中心位置との間に差が生じる。この差は、加えられたせん断力と相関がある。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2009-34742号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献1に記載の技術では、センサの面内方向においてせん断力がどの位置に加えられたか応じて、変形層がどの程度せん断変形するかに違いがある。このため、せん断力の検出感度にバラつきが生じる。

[0007] 以上のような事情に鑑み、本技術の目的は、センサの面内方向でのせん断力の位置にかかわらず、せん断力の検出感度を一様にするのが可能な技術

を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 本技術に係るセンサは、センサ部と、離隔層とを具備する。センサ部は、互いに対向する表側の第1の圧力センサ及び裏側の第2の圧力センサを含み、前記第1の圧力センサ及び前記第2の圧力センサによる面内方向での圧力検出位置に基づいて、前記面内方向の力を検出する。前記離隔層は、空隙部を有し、前記第1の圧力センサ及び前記第2の圧力センサの間に介在される。

[0009] このように、離隔層に空隙部を設けることで、センサの面内方向でのせん断力の位置にかかわらず、せん断力の検出感度を一様とすることができる。

[0010] 本技術に係る電子機器は、センサを具備する。センサは、センサ部と、離隔層とを有する。

センサ部は、互いに対向する表側の第1の圧力センサ及び裏側の第2の圧力センサを含み、前記第1の圧力センサ及び前記第2の圧力センサによる面内方向での圧力の検出位置に基づいて、前記面内方向の力を検出する。

前記離隔層は、空隙部を有し、前記第1の圧力センサ及び前記第2の圧力センサの間に介在される。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本技術の第1実施形態に係るロボットハンドを示す図である。

[図2]センサを側方から見た断面図である。

[図3]センサにおけるセンサ電極層を示す平面図である。

[図4]センサにおける離隔層を裏側から見た図である。

[図5]離隔層の形状における各例を示す図である。

[図6]離隔層を裏面側から見た図であり、柱部の平面視での形状の各パターンを示す図である。

[図7]センサに対して垂直方向の下側に向けて荷重 F_z が加えられたときの様子がモデルとして表された図である。

[図8]センサに対して、垂直方向の荷重 F_z が加えられた状態で、面内方向に

せん断力 F_s が加えられたときの様子がモデルとして表された図である。

[図9]比較例に係る離隔層におけるせん断力 F_s の検出感度のバラツキの評価を示す図である。

[図10]本実施形態に係る離隔層におけるせん断力 F_s の検出感度のバラツキの評価を示す図である。

[図11]離隔層における各実施例及び各比較例を示す図である。

[図12]せん断力 F_s の検出感度及びせん断力 F_s の検出感度のバラツキを評価したときの様子を示す図である。

[図13]せん断力 F_s の面内方向での検出感度の分解能を評価したときの様子を示す図である。

[図14]変形層における各実施例及び各比較例を示す図である。

[図15]各実施例及び各比較例における変形層の厚さと、目付量との関係を示す図である。

[図16]第2実施形態に係る圧力センサを側方から見た断面図である。

[図17]第2実施形態に係る各実施例及び各比較例を示す図である。

[図18]第3実施形態に係る各実施例及び各比較例を示す図である

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本技術に係る実施形態を、図面を参照しながら説明する。

[0013] 《第1実施形態》

〈全体構成及び各部の構成〉

図1は、本技術の第1実施形態に係るロボットハンド10を示す図である。図1に示すように、ロボットハンド10は、アーム部1、リスト部2及びハンド部3を有している。

[0014] アーム部1は、複数の関節部1aを有しており、関節部1aの駆動により、ハンド部3を任意の位置に移動可能とされる。リスト部2は、アーム部1に対して回転可能に接続されており、その回転よりハンド部3を回転させることが可能とされている。

[0015] ハンド部3は、互いに対向する2本の指部3aを有しており、2本の指部

3 aの駆動により2本の指部3 aの間に対象物を把持することが可能とされている。なお、図1に示す例では、ハンド部3の構成が2本指の構成とされているが、指部3 aの数については3本、4本、・・・等、適宜変更可能である。

[0016] 2本の指部3 aにおいて互いに対向する面には、それぞれ、センサ20が設けられている。センサ20は、センサ20に対して垂直方向（Z軸方向）に加えられた力を検出可能とされており、また、センサ20に対して面内方向（X軸方向及びY軸方向）に加えられた力を検出可能とされている。つまり、センサ20は、3軸方向に対応する力を検出可能な3軸センサとされている。なお、センサ20の構成については、図2などを参照して後述する。

[0017] ロボットハンド10は、図示しない制御装置の制御により駆動される。制御装置は、ロボットハンド10において専用の機器であってもよいし、汎用の装置であってもよい。制御装置が汎用の装置である場合、制御装置は、例えば、PC（Personal Computer）、携帯電話機（スマートフォンを含む）、ネットワーク上のサーバ装置等であってもよい。

[0018] 制御装置は、制御部、記憶部等を含む。制御部は、例えば、CPU（Central Processing Unit）であり、記憶部に記憶されたプログラムに基づき、ロボットハンド10における各部の駆動を制御する。典型的には、制御部は、センサ20において検出された3軸方向の力の情報を取得し、この力の情報に基づいて、適切な把持力で安定して対象物を把持するようにハンド部3の駆動を制御する。

[0019] 記憶部は、制御部の処理に必要な各種のプログラムやデータが記憶される不揮発性のメモリと、制御部の作業領域として用いられる揮発性のメモリとを含む。各種プログラムは、半導体メモリ等の可搬性の記録媒体から読み取られてもよいし、ネットワーク上のサーバ装置からダウンロードされてもよい。

[0020] [センサ20]

図2は、センサ20を側方から見た断面図である。図3は、センサ20に

おけるセンサ電極層 30 を示す平面図である。図 4 は、センサ 20 における離隔層 23 を裏側から見た図である。

[0021] センサ 20 における各図において、X 軸方向及び Y 軸方向は、センサ 20 におけるセンシング面に平行な面内方向であり、Z 軸方向は、センシング面に対して垂直な垂直方向である。なお、図 2 において、上側が外力が加えられる表側に対応しており、下側がその反対側の裏側に対応している。

[0022] 図 2～図 4 に示すように、センサ 20 は、全体として平面視で矩形の平板状の形状を有している。なお、典型的には、センサ 20 の平面視での形状については、センサ 20 が配置される箇所の形状に応じて適宜設定されればよく、センサ 20 の平面視での形状については特に限定されない。例えば、センサ 20 における平面視での形状は、四角形以外の多角形や、円形、楕円形などであってもよい。

[0023] センサ 20 は、表側の第 1 の圧力センサ 22 a 及び裏側の第 2 の圧力センサ 22 b を含むセンサ部 21 と、第 1 の圧力センサ 22 a 及び第 2 の圧力センサ 22 b の間に介在された離隔層 23 とを備えている。つまり、センサ 20 は、垂直方向で下層側から順番に、第 2 の圧力センサ 22 b、離隔層 23、第 1 の圧力センサ 22 a が積層された積層構造とされている。なお、以降の説明において 2 つの圧力センサ 22 a、22 b を特に区別しない場合には、単に圧力センサ 22 と呼ぶ。

[0024] 第 1 の圧力センサ 22 a の上側（表側）には、例えば、人間の皮膚と同様の硬さの粘弾性層（不図示）が設けられる。この粘弾性層は、外力に応じて変形しつつ、センサ 20 に対して外力を伝達する。

[0025] 「センサ部 21」

センサ部 21 は、第 1 の圧力センサ 22 a による面内方向での圧力中心位置（圧力検出位置）及び第 2 の圧力センサ 22 b による面内方向での圧力中心位置（圧力検出位置）に基づいて、センサ 20 に対して面内方向に加えられた力（せん断力 F_s ）を検出する。また、センサ部 21 は、第 1 の圧力センサ 22 a によって検出された圧力の値に基づいて、センサ 20 に対して垂

直方向の上側から加えられた力（荷重 F_z ）を検出する。

[0026] なお、センサ部 21 は、第 1 の圧力センサ 22 a によって検出された圧力の値及び第 2 の圧力センサ 22 b によって検出された圧力の値の 2 つの値に基づいて、センサ 20 に対して垂直方向の上側から加えられた力を検出してもよい。つまり、典型的には、センサ部 21 は、第 1 の圧力センサ 22 a 及び第 2 の圧力センサ 22 b のうち少なくとも第 1 の圧力センサ 22 a によって検出された圧力の値に基づいて、垂直方向の上側から加えられた力を検出するように構成されていればよい。

[0027] （第 1 の圧力センサ 22 a 及び第 2 の圧力センサ 22 b）

第 1 の圧力センサ 22 a 及び第 2 の圧力センサ 22 b は、垂直方向で互いに対向するように配置される。第 1 の圧力センサ 22 a は、垂直方向において下層側から順番に、センサ電極層 30 a、変形層 27 a、電極フィルム層 26 a が積層された積層構造とされている。また、第 2 の圧力センサ 22 b は、垂直方向において下層側から順番に、電極フィルム層 26 b、変形層 27 b、センサ電極層 30 b が積層された積層構造とされている。

[0028] ここでの説明から理解されるように、第 1 の圧力センサ 22 a 及び第 2 の圧力センサ 22 b は、上下が逆となるように配置されている。このため、第 1 の圧力センサ 22 a 及び第 2 の圧力センサ 22 b は、両者ともセンサ電極層 30 が離隔層 23 側に配置される構成とされている。なお、第 1 の圧力センサ 22 a 及び第 2 の圧力センサ 22 b は、上下逆である点を除いて基本的に同様の構成である。なお、第 1 の圧力センサ 22 a 及び第 2 の圧力センサ 22 b は、上下が同じとなるように配置されていてもよい。

[0029] （センサ電極層 30）

センサ電極層 30（図 2 及び図 3 参照）は、フレキシブルプリント基板等により構成されている。センサ電極層 30 は、平面視で矩形の本体 36 と、本体 36 から外方に向けて延設された引き出し部 37 とを有する。引き出し部 37 は、圧力センサ 22 によって検出された圧力の情報を制御部等に出力するために設けられている。なお、センサ電極層の平面視での形状について

は、矩形に限られず、適宜変更することができる。

[0030] センサ電極層30は、可撓性を有する基材29と、基材29の内部に設けられた複数のセンシング部28とを有している。

[0031] 基材29の材料としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート、ポリカーボネード、アクリル樹脂等の高分子樹脂が用いられる。

[0032] センシング部28は、縦横（縦：Y軸方向、横：X軸方向）に所定の間隔を開けて規則的に配列されている。図3に示す例では、センシング部28の数は、5×5（縦×横）で合計25個とされている。なお、センシング部28の数については、適宜変更可能である。

[0033] センシング部28は、電極フィルム層26におけるリファレンス電極層25との間の距離の変化を静電容量の変化として検出することが可能な静電容量式のセンサとされている。センシング部28は、例えば、図示しない楕歯状のパルス電極と、楕歯状のセンス電極とを含む。楕歯状のパルス電極と、楕歯状のセンス電極とは、楕歯が互いに向かいように配置されており、また、一方の楕歯の間に他方の楕歯が入り込むように配置されている。なお、センシング部28の方式については、特に限定されず、どのような方式が用いられてもよい。

[0034] （電極フィルム層26）

電極フィルム層26は、可撓性を有しており、フィルム層24と、フィルム層24の一方の面側（変形層27の面側）に設けられたリファレンス電極層25とを有している。リファレンス電極層25は、いわゆる接地電極であり、グランド電位とされている。

[0035] 電極フィルム層26は、厚さが、例えば、10 μ m～100 μ m程度とされる。また、リファレンス電極層25は、厚さが、例えば、0.05 μ m～0.5 μ m程度とされる。

[0036] フィルム層24の材料としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート、ポリカーボネード、アクリル樹脂等の高分子樹脂が用いられる。また、リファレンス電極層25の材料としては、例えば、無機系導電材料や、有機系導

電材料、無機系導電材量及び有機系導電材料の両方を含む導電材料等が用いられる。

[0037] 無機系導電材料としては、例えば、アルミニウム、銅、銀などの金属や、ステンレス鋼などの合金、酸化亜鉛、酸化インジウムなどの金属酸化物などが挙げられる。また、有機系導電材料としては、カーボンブラック、炭素繊維などの炭素材料や、置換又は無置換のポリアニリン、ポリピロール等の導電性ポリマーなどが挙げられる。なお、材料としては、導電性を有する材料であればどのような材料が用いられてもよい。

[0038] リファレンス電極層25は、例えば、蒸着や、スパッタリング、接着、塗布等の方法によって、フィルム層24上に形成される。なお、フィルム層24は、省略することもでき、この場合、リファレンス電極層25は、ステンレス鋼、アルミニウムなどの金属薄板や、導電繊維、導電不織布などにより構成される。

[0039] (変形層27)

変形層27は、センサ電極層30と、電極フィルム層26（リファレンス電極層25）との間に介在されている。変形層27は、厚さが、例えば、 $50\mu\text{m}$ ～ $300\mu\text{m}$ 程度とされる。

[0040] 変形層27は、外力に応じて弾性変形可能に構成されている。センサ20に対して垂直方向に外力が加えられたとき、外力に応じて、変形層27が弾性変形しつつ、リファレンス電極層25がセンサ電極層30に近づく。このとき、センシング部28において、パルス電極と、センス電極間の静電容量が変化するので、センシング部28は、この静電容量の変化を圧力値として検出することができる。

[0041] 変形層27の厚さは、 $100\mu\text{m}$ よりも大きく、かつ、 $1000\mu\text{m}$ 以下とされており、変形層27における目付量は、 $50\text{mg}/\text{cm}^2$ 以下とされている。変形層27の厚さ及び目付量がこの範囲内に設定されることで、垂直方向における圧力センサ22の検出感度を向上させることができる。

[0042] 変形層27の厚さの下限値は、 $100\mu\text{m}$ よりも大きければ特に限定され

ないが、この下限値は、例えば、 $150\mu\text{m}$ 以上、 $200\mu\text{m}$ 以上、 $250\mu\text{m}$ 以上、 $300\mu\text{m}$ 以上等とされてもよい。

[0043] また、変形層27の厚さの上限値は、 $1000\mu\text{m}$ 以下であれば特に限定されないが、この上限値は、例えば、 $950\mu\text{m}$ 以上、 $900\mu\text{m}$ 以下、 $850\mu\text{m}$ 以下、 800 以下等とされてもよい。

[0044] 変形層27の厚さは以下のようにして求められる。まず、圧力センサ22がIB (Focused Ion Beam) 法等により加工されて断面が作製され、走査電子顕微鏡 (Scanning Electron Microscope : SEM) が用いられて断面画像 (以下「断面SEM像」と呼ぶ) が撮影される。次に、この断面SEM像中の変形層27からポイントが無作為に選び出されて、そのポイントで変形層27の厚さが測定される。

[0045] 変形層27の目付量の上限値は、 $50\text{mg}/\text{cm}^2$ 以下であれば特に限定されないが、この上限値は、例えば、 $45\text{mg}/\text{cm}^2$ 以下、 $40\text{mg}/\text{cm}^2$ 以下、 $35\text{mg}/\text{cm}^2$ 以下などとされてもよい。

[0046] 変形層27の目付量の下限値は、特に限定されないが、この下限値は、例えば、 $3\text{mg}/\text{cm}^2$ 以上、 $5\text{mg}/\text{cm}^2$ 以上、 $7\text{mg}/\text{cm}^2$ 以上、 $10\text{mg}/\text{cm}^2$ 以上などとされてもよい。

[0047] 変形層27の目付量は以下のようにして求められる。まず、圧力センサ22から電極フィルム層26が除去される (例えば、引き剥がされる) ことにより、変形層27の表面が露出された後、この状態で圧力センサ22の質量M1が測定される。次に、圧力センサ22から変形層27が除去された (例えば、溶剤で溶かされる) 後、この状態で圧力センサ22の質量M2が測定される。最後に、以下の式から目付量が求められる。

変形層27の目付量 [mg/cm^2] = (質量M1 - 質量M2) / (変形層27の面積S)

[0048] 変形層27は、多孔質層を含む。多孔質層は、ファイバー層であってもよい。ファイバー層は、例えば不織布または織布である。ファイバー層に含まれるファイバーは、ナノファイバーであってもよいし、それよりも太いファ

イバーであってもよい。なお、変形層 27 がナノファイバー層である場合、圧力センサ 22 の垂直方向における感度をさらに向上させることができる。ファイバーは、高分子樹脂を含んでいてもよいし、無機材料を含んでいてもよい。なお、ファイバーが高分子樹脂を含む場合、圧力センサ 22 の垂直方向における感度をさらに向上させることができる。

[0049] 多孔質層は、繊維状構造体により形成された 3 次元立体構造物（不織布のような不規則なネットワーク構造物）を含み、複数の隙間（細孔）が設けられていてもよい。多孔質層が 3 次元立体構造を含むことで、空孔率が大きい構造が作製可能となり、かつ、薄膜化も容易である。

[0050] 繊維状構造体は、繊維径（直径）に対して十分な長さを有する繊維状物質である。例えば、複数の繊維状構造体が集合し、ランダムに重なって多孔質層を構成する。1 つの繊維状構造体がランダムに絡みあって多孔質層を構成していてもよい。あるいは、1 つの繊維状構造体による多孔質層と複数の繊維状構造体による多孔質層とが混在していてもよい。

[0051] 繊維状構造体は例えば直線状に延在している。繊維状構造体は、どのような形状であってもよく、例えば、縮れていたり、途中で折れ曲がったりしていてもよい。あるいは、繊維状構造体は途中で分岐していてもよい。

[0052] 繊維状構造体の最小繊維径は、例えば、500 nm 以下、300 nm 以下等される。平均繊維径は、例えば 0.1 μm 以上 10 μm 以下等とされる。平均繊維径が小さくされることにより、細孔の孔径が大きくなる。平均繊維径は、例えば、走査型電子顕微鏡等を用いた顕微鏡観察により測定することができる。繊維状構造体の平均長さは任意である。繊維状構造体は、例えば、相分離法、相反転法、静電（電界）紡糸法、熔融紡糸法、湿式紡糸法、乾式紡糸法、ゲル紡糸法、ゾルゲル法またはスプレー塗布法等により形成される。このような方法が用いられることにより、繊維径に対して十分な長さを有する繊維状構造体を容易に、かつ安定して形成することができる。

[0053] 繊維状構造体は、高分子材料および無機材料の少なくとも一方により形成されており、特に、ナノファイバーにより構成される。ここでナノファイバ

一とは、繊維径が1 nm以上1000 nm以下であり、長さが繊維径の100倍以上である繊維状物質である。このようなナノファイバーを繊維状構造体として用いることにより、空孔率が高く、かつ、薄膜化が可能となる。ナノファイバーからなる繊維状構造体は、静電紡糸法により形成されてもよい。静電紡糸法が用いられることにより繊維径が小さい繊維状構造体を容易に、かつ安定して形成することができる。

[0054] 変形層27は、例えば、柱構造を含むパターンニング構造により構成されていてもよい。このパターンニング構造は、行列状、ストライプ状、メッシュ状、放射状、幾何学様状、螺旋状など、様々な構造を採用することができる。

[0055] 「離隔層23」

離隔層23は、接着層（不図示）を介して、第1の圧力センサ22a及び第2の圧力センサ22bの間に固定されている。離隔層23は、外力に応じて変形可能とされている。離隔層23は、空隙部33を有しており、空隙部33によって形成された、垂直方向に延在する複数の柱部34を有している。空隙部33は、離隔層23の裏面側（第2の圧力センサ22b側）において、垂直方向で離隔層23を貫通しない溝状に設けられている。

[0056] 離隔層23は、空隙部33を有しない埋め尽くし構造による埋め尽くし層31（第1の層）を表側（第1の圧力センサ22a側）に有している。また、離隔層23は、空隙部33を有し、かつ、空隙部33によって形成された複数の柱部34を有する柱層32（第2の層）を裏側（第2の圧力センサ22b側）に有している。

[0057] 複数の柱部34は、それぞれ、垂直方向で太さが一定ではなく、その太さが異なる形状を有している。図2、図4に示す例では、複数の柱部34は、垂直方向で表側（第1の圧力センサ22a側）から裏側（第2の圧力センサ22b側）にかけてその太さが徐々に細くなるように形成されている。具体的には、図2、図4に示す例では、複数の柱部34は、それぞれ、逆四角錐台状の形状を有している。なお、柱部34は、逆円錐台状や、逆三角錐台状

、逆五角錐台状、逆六角錐台状、 $\cdot\cdot$ 等の形状により形成されていてもよい。

[0058] 柱部34は、縦横に規則的に配列されている。柱部34は、それぞれ、垂直方向でセンシング部28に対応する位置に設けられており、従って、柱部34を形成するための空隙部33は、垂直方向でセンシング部28に対応しない位置に設けられている。柱部34の数は、第2の圧力センサ22bにおけるセンシング部28bの数と同じ数とされており、 5×5 （縦 \times 横）で合計25個とされている。なお、柱部34の数については、適宜変更可能である。

[0059] 離隔層23は、その厚さが、例えば、 $1000\mu\text{m} \sim 5000\mu\text{m}$ 程度とされる。柱部34の垂直方向の高さ（つまり、溝状の空隙部33の深さ）は、離隔層23の厚さの20%以上、25%以上、30%以上、35%以上、40%以上、45%以上等とされる。なお、柱部34の高さは、高くても問題ないが（例えば、離隔層23の厚さの100%）、低すぎると（例えば、離隔層23の厚さの20%未満）、柱部34が有効に機能しなくなってしまう可能性がある。

[0060] 柱部34の下面（第2の圧力センサ22bに接触する箇所）の面積（面内方向）は、第2の圧力センサ22のセンシング部28bの面積に応じて設定されており、例えば、センシング部28bの面積と同程度の面積とされる。

[0061] 離隔層23は、典型的には、粘弾性特性を有する粘弾性材料により構成される。離隔層23に用いられる材料としては、例えば、シリコンゲル、ウレタンゲル、合成ゴム、発泡体等が挙げられる。

[0062] （離隔層23における各例）

次に、離隔層23の形状における各例について説明する。図5は、離隔層23の形状における各例を示す図である。図5には、離隔層23の形状について、形状A～形状Fの6パターンが示されている。なお、図5では、第1の圧力センサ22a及び第2の圧力センサ22bが簡略して図示されている。

[0063] (形状A)

形状Aは、図2及び図4において既に説明した形状である。

[0064] (形状B)

形状Bでは、形状Aと同様に、空隙部33が、離隔層23の裏面側(第2の圧力センサ22b側)において、垂直方向で離隔層23を貫通しない溝状に設けられている。また、形状Bでは、形状Aと同様に、埋め尽くし層31及び柱層32の2層構造とされている。

[0065] 形状Aでは、柱部34の太さが垂直方向で太さが異なる形状とされていたが、形状Bでは、柱部34が垂直方向で同じ太さとされている。具体的には、形状Bでは、柱部34の形状が四角柱状の形状を有している。なお、この柱部34の形状は、円柱状や、三角柱状、五角柱状、六角柱状、・・・等の形状により形成されていてもよい。

[0066] なお、形状Bにおける柱部34は、形状Aにおける柱部34と同様に、典型的には、垂直方向において、第2の圧力センサ22bにおけるセンシング部28bに対応する位置に設けられる。なお、これについては、形状C～形状Eについても同様である。

[0067] (形状C)

形状A及び形状Bでは、空隙部33が、垂直方向で離隔層23を貫通しない溝状とされていたが、形状Cでは、空隙部33が垂直方向で離隔層23を貫通する穴状とされている。この関係で、形状Cでは、柱部34の高さが形状A及び形状Bよりも高く、柱部34の高さが離隔層23の厚さと一致している。つまり、柱部34の高さが、離隔層23の厚さに対して100%とされている。

[0068] また、形状A及び形状Bでは、離隔層23が埋め尽くし層31及び柱層32の2層構造とされていたが、形状Cでは、埋め尽くし層31が存在せず、離隔層23は柱層32の1層構造である。

[0069] 形状Cでは、柱部34の形状が逆四角錐台であるが、柱部34の形状については、逆円錐台状や、逆三角錐台状、逆五角錐台状、逆六角錐台状、・・・

等であってもよい。

[0070] (形状D)

形状Dでは、形状Cと同様に、空隙部33が垂直方向で離隔層23を貫通する穴状とされている。また、形状Dでは、形状Cと同様に、柱部34の高さが離隔層23の厚さと一致しており、柱部34の高さが、離隔層23の厚さに対して100%とされている。

[0071] 形状Cでは、柱部34の太さが垂直方向で太さが異なる形状とされていたが、形状Dでは、柱部34が垂直方向で同じ太さとされている。具体的には、形状Dでは、柱部34の形状が四角柱状の形状を有している。なお、この柱部34の形状は、円柱状や、三角柱状、五角柱状、六角柱状、・・・等の形状により形成されていてもよい。

[0072] (形状E)

形状Eは、形状A～形状D等の組み合わせの一例を示している。つまり、形状A～形状D等は、適宜組み合わせることができる。

[0073] 形状Eにおいて、最も左側の柱部34は、形状Cの柱部34に対応している。それ以外の4つの柱部34は、形状Dにおける柱部34に対応しているが、それぞれ太さが異なっている。なお、右から2番目の柱部34については、垂直方向の中央の位置に円形の空隙部33（第1の圧力センサ22a及び第2の圧力センサ22bのどちらにも接しない空隙部33）を有している。

[0074] (形状F)

形状Fは、空隙部33を有しない比較例であり、離隔層23'は、その全体が埋め尽くし構造とされている。

[0075] (平面視での形状)

図6は、離隔層23を裏面側から見た図であり、柱部34の平面視での形状の各パターンを示す図である。

[0076] 図6の一番上の図は、柱部34が四角柱状とされたときの様子を示している。また、図6の上から2番目の図は、柱部34が六角柱状（ハニカム構造

)とされたときの様子を示している。また、図6の上から3番目の図は、異なる形状(円柱、四角柱、三角柱等)の柱部34が組み合わされたときの様子が示されている。なお、図6における一番下の図は、空隙部33を有しない比較例に対応している。

[0077] <せん断力 F_s (面内方向での力)の検出原理>

次に、せん断力 F_s (面内方向での力)の検出の原理について説明する。

[0078] 図7は、センサ20に対して垂直方向の下側に向けて荷重 F_z が加えられたときの様子がモデルとして表された図である。図8は、センサ20に対して、垂直方向の荷重 F_z が加えられた状態で、面内方向にせん断力 F_s が加えられたときの様子がモデルとして表された図である。なお、図7及び図8では、検出された圧力の等高線が破線の円形で示されている。

[0079] 図7に示すように、センサ20に対して、垂直方向の下側に荷重 F_z が加えられた場合、第1の圧力センサ22aによって検出された面内方向での圧力中心位置Pと、第2の圧力センサ22bによって検出された面内方向での圧力中心位置Qとは一致する。なお、圧力中心位置とは、検出された圧力分布のうち最も高い圧力に対応する面内方向での位置を意味する。

[0080] 一方、図8に示すように、センサ20に対して、垂直方向の下側に荷重 F_z が加えられつつ、面内方向にせん断力 F_s が加えられた場合、第1の圧力センサ22aによって検出された面内方向での圧力中心位置Pと、第2の圧力センサ22bによって検出された面内方向での圧力中心位置Qとは一致しない。

[0081] 離隔層23は、面内方向に加えられたせん断力 F_s に応じて歪むが、このとき、離隔層23は、せん断力 F_s に対応するせん断応力 σ を生じる。ここで、離隔層23の剛性率を G とし、離隔層23の厚さを t とする。また、第1の圧力センサ22aの圧力中心位置Pと、第2の圧力センサ22bの圧力中心位置Qとの差を $d(=t \times \tan \theta)$ とする。この場合、せん断応力 σ (せん断力 F_s)は、以下の式により表される。

$$\sigma = F_s = G \times d$$

[0082] ここで、式における右辺において離隔層 2 3 の剛性率 G は既知である。従って、第 1 の圧力センサ 2 2 a における面内方向での圧力中心位置 P と、第 2 の圧力センサ 2 2 b における面内方向での圧力中心位置 Q とに基づいて、これらの差 d を求めれば、せん断応力 F_s 、つまり、面内方向の力を検出することができる。

[0083] <せん断力 F_s の検出感度のバラツキの評価>

次に、比較例に係る離隔層 2 3' 及び本実施形態に係る離隔層 2 3 におけるせん断力 F_s の検出感度のバラツキの評価について説明する。

[0084] [比較例]

まず、比較例に係る離隔層 2 3' におけるせん断力 F_s の検出感度のバラツキの評価について説明する。図 9 は、比較例に係る離隔層 2 3' におけるせん断力 F_s の検出感度のバラツキの評価を示す図である。図 9 の上側の図は、比較例に係るセンサ 2 0 を示す上面図であり、せん断力 F_s が加えられた面内方向でのポイント及び方向を示している。図 9 の中央の図は、比較例に係るセンサ 2 0 を示す側面図である。

[0085] 図 9 の中央の図に示されているように、比較例に係る離隔層 2 3' は、空隙部 3 3 を有しおらず、その全体が埋め尽くし構造とされている。また、図 9 の上側の図に示すように、この評価試験では、センサ 2 0 の面内方向において、左上角付近の A 点、左下角付近の B 点、及び中央の C 点に対して、別々のタイミングで、垂直方向の荷重 F_z が加えられて X 軸方向に向けてせん断力 F_s が加えられた。

[0086] 図 9 の下側の図は、A 点、B 点及び C 点において、それぞれ、せん断力 F_s を変化させ、圧力中心位置 P 及び圧力中心位置 Q の差 d を測定したときの図である。

[0087] 図 9 の下側の図において、せん断力 F_s が 3 N である箇所に着目する。面内方向の角付近の A 点及び B 点では、3 N のせん断力 F_s が加えられると、第 1 の圧力センサ 2 2 a の圧力中心位置 P 及び第 2 の圧力センサ 2 2 b の圧力中心位置 Q において、約 0.5 mm の差 d が生じる。これに対して、面内

方向の中央付近のC点では、3 Nのせん断力 F_s が加えられたとき、第1の圧力センサ22aの圧力中心位置P及び第2の圧力センサ22bの圧力中心位置Qにおいて、約0.3 mmの差しか生じない。

[0088] つまり、同じせん断力 F_s が加えられたにもかかわらず、中央付近のC点では、角付近のA点及びB点に比べて、差 d が小さくなってしまっている。この場合において、A点、B点及びC点において、それぞれの差 d に基づいてせん断力 F_s が算出されたとする。この場合、同じせん断力 F_s が加えられたにもかかわらず、C点で求められるせん断力 F_s は、A点及びB点で求められるせん断力 F_s よりも小さくなってしまふ。このように、比較例では、面内方向における各ポイントでのせん断力 F_s の検出感度が異なってしまう。

[0089] これは、比較例では、離隔層23'が全体的に埋め尽くし構造となっている関係上、各ポイントに対して同じせん断力 F_s が加えられたとしても、各ポイントにおいて離隔層23'で生じるせん断応力 σ に差があるためである。つまり、面内方向の中央付近では、面内方向の周辺付近に比べて、離隔層23'は、せん断力 F_s に対するせん断応力 σ が大きく、せん断力 F_s に対して歪みにくい。逆に、面内方向の周辺付近では、面内方向の中央付近に比べて、離隔層23'は、せん断力 F_s に対するせん断応力 σ が小さく、せん断力 F_s に対して歪みやすい。

[0090] なお、図9の下側の図では、グラフの傾きが各ポイントでのせん断力 F_s の検出感度を示している。つまり、傾きが大きいほどせん断力 F_s の検出感度が良く、傾きが小さいほどせん断力 F_s の検出感度が悪い。

[0091] 図9の下側の図から理解されるように、中央付近のC点では、角付近のA点及びB点に比べてせん断力 F_s の検出感度が悪い。また、角付近のA点及びB点では、中央付近のC点に比べて、せん断力 F_s の検出感度が相対的には高いが、この検出感度では、せん断力 F_s の検出感度としては不十分である。つまり、比較例では、そもそも、せん断力 F_s の検出感度自体が悪い。

[0092] また、比較例の場合、離隔層23'が全体的に埋め尽くし構造とされている

関係で、第2の圧力センサ22bにおける圧力の検出感度が悪いといった問題もある。つまり、比較例の場合、離隔層23'が全体的に埋め尽くし構造とされているので、垂直方向の荷重 F_z が加えられたとき、離隔層23'全体が緩衝層となり、第2の圧力センサ22bにその力が伝わりにくい。このため、第2の圧力センサ22bにおいて検出される圧力中心位置Qの位置が不正確となり、せん断力 F_s が正確に測定できない可能性がある。

[0093] 以上の説明から理解されるように、比較例では、以下の1.～3.の問題がある。

1. せん断力 F_s の検出感度について、面内方向でのバラつきがある。
2. せん断力 F_s の検出感度自体が悪い。
3. 第2の圧力センサ22bによる圧力の検出感度が悪い。

[0094] これらの問題に対処するため、本実施形態においては、離隔層23に空隙部33が形成され、離隔層23が所定の形状（例えば、柱部34を有する形状）とされている。

[0095] [本実施形態]

次に、本実施形態に係る離隔層23におけるせん断力 F_s の検出感度のバラツキの評価について説明する。図10は、本実施形態に係る離隔層23におけるせん断力 F_s の検出感度のバラツキの評価を示す図である。図10の上側の図は、本実施形態に係るセンサ20を示す上面図であり、せん断力 F_s が加えられた面内方向でのポイント及び方向を示している。図10の中央の図は、本実施形態に係るセンサ20を示す側面図である。

[0096] 図10の中央の図に示されているように、この評価試験では、本実施形態に係る離隔層23として、上述の形状Bの離隔層23が用いられた。形状Bの離隔層23は、溝状の空隙部33によって、表側が埋め尽くし層31、裏側が柱層32とされた2層構造とされている。また、柱層32における柱部34は、四角柱状とされている。

[0097] また、図10の上側の図に示すように、この評価試験では、比較例での評価試験と同様に、センサ20の面内方向において、左上角付近のA点、左下

角付近のB点、及び中央のC点に対して、別々のタイミングで、垂直方向の荷重 F_z が加えられてX軸方向に向けてせん断力 F_s が加えられた。

[0098] 図10の下側の図は、A点、B点及びC点において、それぞれ、せん断力 F_s を変化させ、圧力中心位置P及び圧力中心位置Qの差 d を測定したときの図である。

[0099] 図10の下側の図から理解されるように、同じせん断力 F_s が加えられたとき、A点、B点及びC点の各ポイントにおいて同じ差 d （圧力中心位置P及び圧力中心位置Qの差 d ）が生じている。これは、つまり、せん断力 F_s の検出感度が面内方向において一様であることを意味している。

[0100] さらに、図10の下側の図及び8の下側の図の比較から理解されるように、本実施形態における各ポイントでのグラフの傾きは、比較例に係る各ポイントでのグラフの傾きよりも大きい。これは、本実施形態では、せん断力 F_s の検出感度が比較例よりも大きいことを意味している。

[0101] ここで、せん断力 F_s の検出感度が面内方向で一様となり、かつ、せん断力 F_s の検出感度が向上するのは、離隔層23に空隙部33が設けられているためである。つまり、本実施形態では、離隔層23に空隙部33が設けられていることで、面内方向の各ポイントでのせん断力 F_s に対する離隔層23の歪みやすさ（せん断応力 σ ）が一様となったため、本実施形態では、せん断力 F_s の検出感度が面内方向で一様となっている。

[0102] より具体的に説明すると、本実施形態では、空隙部33が設けられているので、せん断力 F_s が加えられたとき、離隔層23はせん断力 F_s が生じた面内方向のポイントに対応する箇所において局所的に歪み、その局所以外の部分には歪みがあまり伝達されない。その局所的な歪みやすさ（せん断応力 σ ）は、面内方向のポイントに関係せず一様である。このため、本実施形態では、せん断力 F_s の検出感度が面内方向で一様となる。

[0103] また、本実施形態では、離隔層23に空隙部33が設けられているので、面内方向の各ポイントにおいてせん断力 F_s に対して離隔層23が歪みやすくなった（せん断応力 σ が小さくなった）ため、せん断力 F_s の検出感度が

向上している。

[0104] また、本実施形態の場合、空隙部 33 によって形成された柱部 34 が第 2 の圧力センサ 22b のセンシング部 28 に対応する位置に設けられている。このため、センサ 20 に対して垂直方向の荷重 F_z が加えられたとき、柱部 34 が第 2 の圧力センサ 22b においてセンシング部 28 に対応する箇所を局部的に押すので、第 2 の圧力センサ 22b においてその力を効率的に伝達することができる。従って、仮に垂直方向の荷重 F_z が小さくても、第 2 の圧力センサ 22b において圧力中心位置 Q を正確に検出することができ、せん断力 F_s を正確に測定することができる。

[0105] なお、離隔層 23 の形状が、形状 A や形状 B のような、埋め尽くし層 31 及び柱層 32 の 2 層構造の場合、柱層 32 は、埋め尽くし層 31 よりも相対的に硬い材料により構成されていてもよい。この場合、センサ 20 に対して垂直方向の荷重 F_z が加えられたとき、相対的に硬い柱層 32 における柱部 34 が第 2 の圧力センサ 22b においてセンシング部 28 に対応する箇所を局部的に押すので、第 2 の圧力センサ 22b においてその力をさらに効率的に伝達することができる。

[0106] <離隔層 23 における各実施例及び各比較例>

次に、離隔層 23 における各実施例及び各比較例について説明する。図 11 は、離隔層 23 における各実施例及び各比較例を示す図である。

[0107] 各実施例及び各比較例では、厚さや形状などがそれぞれ異なる離隔層 23 を含むセンサ 20 が用意され、それぞれのセンサ 20 について、せん断力 F_s の面内方向での検出感度、せん断力 F_s の面内方向での検出感度のバラつき、せん断力 F_s の面内方向での検出感度の分解能がそれぞれ評価された。

[0108] 図 12 は、せん断力 F_s の検出感度及びせん断力 F_s の検出感度のバラつきを評価したときの様子を示す図である。まず、せん断力 F_s の検出感度の評価では、評価装置における $\phi 6$ の打鍵子により、中央の C 点に対して、垂直方向の下側に向けて 1 N の荷重 F_z が加えられた状態で、面内方向に 1 N のせん断力 F_s が加えられることで、せん断力 F_s の検出感度 (S/N) が

測定された。つまり、中央のC点におけるせん断力 F_s の検出感度が、代表的にそのセンサ20の検出感度とされた。

[0109] また、せん断力 F_s の面内方向での検出感度のバラツキの評価では、評価装置におけるφ6の打鍵子により、直角付近のD点に対して、垂直方向の下側に向けて1Nの荷重 F_z が加えられた状態で、面内方向に1Nのせん断力 F_s が加えられることで、せん断力 F_s の検出感度（S/N）が測定された。そして、中央のC点での検出感度を基準としたときのD点での検出感度の割合（（D点の検出感度／C点の検出感度）×100）が求められ、この割合がせん断力 F_s の面内方向でのバラツキの評価値とされた。なお、バラツキの評価値については、100%に近い方がバラツキがなく面内方向の検出感度が一様である。

[0110] 図13は、せん断力 F_s の面内方向での検出感度の分解能を評価したときの様子を示す図である。この分解能の評価では、まず、評価装置におけるφ6の打鍵子により、中央のC点及び直角付近のD点において、同時に、垂直方向の下側に向けて1Nの荷重 F_z が加えられる。その後、中央のC点にのみ面内方向に1Nのせん断力 F_s が加えられる。このときの中央のC点におけるせん断力 F_s の検出感度を基準としたときのD点におけるせん断力 F_s の検出感度の割合（D点の検出感度／C点の検出感度）×100）が求められ、この割合が面内方向での分解能の評価値とされた。

[0111] なお、C点及びD点において同時に垂直方向の荷重 F_z が加えられた状態で、中央のC点にのみせん断力 F_s が加えられた場合、C点でのみせん断力 F_s が検出され、D点ではせん断力 F_s が全く検出されないのが理想であり、これが最も分解能が高い。従って、分解能の評価値は、0%に近い方が分解能が高い。

[0112] なお、ここでの説明から理解されるように、せん断力 F_s の面内方向における検出感度の分解能とは、2点以上のポイントでせん断力 F_s を検出する必要がある場合に、あるポイントにせん断力 F_s が加えられたとき、他の周辺のポイントにそのせん断力 F_s の影響を与えずに、そのポイントでのみ適

切にせん断力 F_s を検出できるかどうかの指標である。

[0113] (実施例1)

実施例1では、離隔層23の厚さが2000 μm とされ、離隔層23の材料として、針入度100°の硬度を有するシリコンゲルが用いられた。また、実施例1では、形状D(図5参照)のタイプの離隔層23であり、柱部34が縦横3×3で配列された離隔層23が用いられた。なお、離隔層23の材料については、各実施例及び各比較例で同じ材料が用いられている(針入度100°の硬度のシリコンゲル)。

[0114] この実施例1では、せん断力 F_s の検出感度が4.5であり、せん断力 F_s の面内方向における検出感度のバラつきが130%であった。また、実施例1では、せん断力 F_s の面内方向における検出感度の分解能が50%であった。

[0115] (実施例2)

実施例2では、離隔層23の厚さが4000 μm とされた。また、実施例2では、形状D(図5参照)のタイプの離隔層23であり、柱部34が縦横3×3で配列された離隔層23が用いられた。

[0116] この実施例2では、せん断力 F_s の検出感度が7.5であり、せん断力 F_s の面内方向における検出感度のバラつきが130%であった。また、実施例2では、せん断力 F_s の面内方向における検出感度の分解能が50%であった。

[0117] ここで、実施例1及び実施例2を比較すると、これらは、離隔層23の材料、形状は同じであり、離隔層23の厚さが異なっている。実施例2では、離隔層23の厚さが実施例1よりも厚くされた関係で、実施例1よりもせん断力 F_s の検出感度が上がっている。

[0118] (実施例3)

実施例3では、離隔層23の厚さが4000 μm とされた。また、実施例3では、形状C(図5参照)のタイプの離隔層23であり、柱部34が縦横3×3で配列された離隔層23が用いられた。

[0119] この実施例3では、せん断力 F_s の検出感度が7.5であり、せん断力 F_s の面内方向における検出感度のバラつきが130%であった。また、実施例3では、せん断力 F_s の面内方向における検出感度の分解能が50%であった。

[0120] ここで、実施例2及び実施例3を比較すると、これらは、離隔層23の厚さ、材料は同じであり、離隔層23の形状が異なっている（形状D、形状C）。一方、実施例2及び実施例3では、せん断力 F_s の検出感度、バラつき、分解能は、それぞれ同じ値となっている。従って、形状D及び形状Cの離隔層23は、ほぼ同じ性能を有していることが分かる。

（実施例4）

実施例4では、離隔層23の厚さが4000 μm とされた。また、実施例4では、形状B（図5参照）のタイプの離隔層23であり、柱部34が縦横3×3で配列された離隔層23が用いられた。

[0121] この実施例4では、せん断力 F_s の検出感度が10.0であり、せん断力 F_s の面内方向における検出感度のバラつきが100%であった。また、実施例4では、せん断力 F_s の面内方向における検出感度の分解能が25%であった。

[0122] ここで、実施例4と、実施例2及び実施例3とを比較すると、これらは、離隔層23の厚さ、材料は同じであり、離隔層23の形状が異なっている（形状B、並びに、形状D及び形状C）。一方、実施例4では、実施例2及び実施例3に比べて、せん断力 F_s の検出感度、バラつき、分解能が、それぞれ向上している。従って、形状Bの離隔層23は、形状D及び形状Cの離隔層23よりも高い性能を有していることが分かる。

[0123] なお、形状Bの離隔層23が、形状D及び形状Cの離隔層23に比べて性能が向上しているのは、形状Bでは、離隔層23が埋め尽くし層31及び柱層32を含む2層構造とされているためである。つまり、形状Bでは、埋め尽くし層31が第1の圧力センサ22aを下方から十分に支えることによって第1の圧力センサ22aが外力による圧力（圧力中心位置）を適切に検出

することができる。これに加えて、形状Bでは、柱層32による柱部34が第2の圧力センサ22bを局所的に押し込むので第2の圧力センサ22bが外力による圧力（圧力中心位置）を適切に検出することができる。

[0124] （実施例5）

実施例5では、離隔層23の厚さが4000 μ mとされた。また、実施例5では、形状A（図5参照）のタイプの離隔層23であり、柱部34が縦横3 \times 3で配列された離隔層23が用いられた。

[0125] この実施例5では、せん断力 F_s の検出感度が10.0であり、せん断力 F_s の面内方向における検出感度のバラつきが100%であった。また、実施例5では、せん断力 F_s の面内方向における検出感度の分解能が25%であった。

[0126] ここで、実施例4及び実施例5を比較すると、これらは、離隔層23の厚さ、材料は同じであり、離隔層23の形状が異なっている（形状B、形状A）。一方、実施例4及び実施例5では、せん断力 F_s の検出感度、バラつき、分解能は、それぞれ同じ値となっている。従って、形状B及び形状Aの離隔層23は、ほぼ同じ性能を有していることが分かる。なお、形状B及び形状Aは、両者ともに、離隔層23が埋め尽くし層31及び柱層32を含む2層構造とされている。

[0127] （実施例6）

実施例6では、離隔層23の厚さが4000 μ mとされた。また、実施例6では、形状A（図5参照）のタイプの離隔層23であり、柱部34が縦横9 \times 9で配列された離隔層23が用いられた。

[0128] この実施例6では、せん断力 F_s の検出感度が10.0であり、せん断力 F_s の面内方向における検出感度のバラつきが100%であった。また、実施例6では、せん断力 F_s の面内方向における検出感度の分解能が10%であった。

[0129] ここで、実施例5及び実施例6を比較すると、これらは、離隔層23の厚さ、材料、形状は同じであり、離隔層23における空隙部の細かさが異なっ

ている（離隔層23の分割数が異なっている）。一方、実施例6では、実施例5に比べて、せん断力 F_s の分解能が向上している。これは、実施例6では、実施例5に比べて、離隔層23において空隙部33が細かく配置されることで、あるポイントでのせん断力 F_s が周辺のポイントに対してさらに伝達しにくくなったためである。

[0130] （比較例1）

比較例1では、離隔層23の厚さが $2000\mu\text{m}$ とされた。また、比較例1では、形状F（図5参照）のタイプの離隔層23'、つまり、全体が埋め尽くし構造とされた離隔層23'が用いられた。

[0131] この比較例1では、せん断力 F_s の検出感度が3.0であり、せん断力 F_s の面内方向における検出感度のバラつきが240%であった。また、比較例1では、せん断力 F_s の面内方向における検出感度の分解能が100%であった。

[0132] （比較例2）

比較例2では、離隔層23の厚さが $4000\mu\text{m}$ とされた。また、比較例2では、形状F（図5参照）のタイプの離隔層23'、つまり、全体が埋め尽くし構造とされた離隔層23'が用いられた。

[0133] この比較例2では、せん断力 F_s の検出感度が5.0であり、せん断力 F_s の面内方向における検出感度のバラつきが200%であった。また、比較例2では、せん断力 F_s の面内方向における検出感度の分解能が80%であった。

[0134] ここで、比較例1及び比較例2を比較すると、これらは、離隔層23の材料、形状は同じであり、離隔層23の厚さが異なっている。比較例2では、離隔層23の厚さが比較例1よりも厚くされた関係で、比較例1よりもせん断力 F_s の検出感度、バラつき、分解能がそれぞれ向上しているものの、性能としては不十分である。

[0135] （各実施例及び各比較例の比較）

図11から理解されるように、実施例1～6は、比較例1～2に比べて、

せん断力 F_s の検出感度、バラつき、分解能がそれぞれ向上している。なお、せん断力 F_s の検出感度が向上し、せん断力 F_s の面内方向における検出感度のバラつきが抑制される理由については、上記した通りであり（図10参照）、離隔層23に空隙部33が設けられているためである。

[0136] また、せん断力 F_s の面内方向における分解能が向上する理由についても、離隔層23に空隙部33が設けられているためである。つまり、センサ20にせん断力 F_s が加えられたとき、離隔層23に空隙部33が設けられているので、離隔層23はせん断力 F_s が生じた面内方向のポイントに対応する箇所において局所的に歪み、その局所以外の部分には歪みがあまり伝達されない。このため、分解能が向上する。

[0137] <変形層27における各実施例及び各比較例>

次に、変形層27における各実施例及び各比較例について説明する。本実施形態では、図2に示されているように、第1の圧力センサ22a及び第2の圧力センサ22bは、センサ電極層30、変形層27、電極フィルム層26（リファレンス電極層25）が積層された3層構造とされている。本実施形態では、変形層27の薄型化しつつ、変形層27を柔らかくすることで、垂直方向での荷重 F_z に対する検出感度の向上を図っている。

[0138] このため、本実施形態では、変形層27の厚さが、 $100\mu\text{m}$ よりも大きく、かつ、 $1000\mu\text{m}$ 以下とされ、変形層27における目付量が、 $50\text{mg}/\text{cm}^2$ 以下とされている。

[0139] 以降では、変形層27における各実施例及び各比較例を参照しつつ、変形層27の厚さ及び目付量が、上述の範囲内に設定されている理由について説明する。

[0140] 図14は、変形層27（図2参照）における各実施例及び各比較例を示す図である。図14には、各実施例及び比較例における、変形層27の厚さ、目付量、商品名、材料が示されている。また、図14には、センサ20に対して垂直方向の下側に向けて 1kPa 、 100kPa の荷重 F_z が加えられたときのセンサ20における垂直方向での検出感度（ S/N ）が示されてい

る。

[0141] なお、本実施形態では、センサ20に対する垂直方向での荷重 F_z については、第1の圧力センサ22aで検出された圧力の値に基づいて求められるので、センサ20の垂直方向での検出感度については、第1の圧力センサ22aの垂直方向の検出感度が評価に用いられている。

[0142] 図15は、各実施例及び各比較例における変形層27の厚さと、目付量との関係を示す図である。

[0143] (実施例7)

実施例7では、変形層27の厚さが $300\mu\text{m}$ とされ、目付量が $7.2\text{mg}/\text{cm}^2$ とされた。また、実施例7では、変形層27の材料として、ポリウレタンで構成された発泡フィルムであるPORON（登録商標）SS-24DPが用いられた。

[0144] また、実施例7では、センサ20に対して垂直方向に 1kPa 及び 100kPa の荷重 F_z が加えられたときのセンサ20の垂直方向での検出感度は、それぞれ、3.0及び80であった。この検出感度は、低圧時及び高圧時において、高い値とされている。

[0145] (実施例8)

実施例8では、変形層27の厚さが $500\mu\text{m}$ とされ、目付量が $12\text{mg}/\text{cm}^2$ とされた。また、実施例8では、変形層27の材料として、ポリウレタンで構成された発泡フィルムであるPORON（登録商標）SS-24DPが用いられた。

[0146] また、実施例8では、センサ20に対して垂直方向に 1kPa 及び 100kPa の荷重 F_z が加えられたときのセンサ20の垂直方向での検出感度は、それぞれ、2.5及び120であった。この検出感度は、低圧時及び高圧時において、高い値とされている。

[0147] (実施例9)

実施例9では、変形層27の厚さが $1000\mu\text{m}$ とされ、目付量が $24\text{mg}/\text{cm}^2$ とされた。また、実施例9では、変形層27の材料として、ポリウ

レタンで構成された発泡フィルムであるPORON（登録商標）SS-24DPが用いられた。

[0148] また、実施例9では、センサ20に対して垂直方向に1kPa及び100kPaの荷重Fzが加えられたときのセンサ20の垂直方向での検出感度は、それぞれ、2.0及び150であった。この検出感度は、低圧時及び高圧時において、高い値とされている。

[0149] （実施例10）

実施例10では、変形層27の厚さが150 μ mとされ、目付量が4mg/cm²とされた。また、実施例10では、変形層27の材料として、ポリウレタンで構成された発泡フィルムであるPORON（登録商標）SS-15DPが用いられた。

[0150] また、実施例10では、センサ20に対して垂直方向に1kPa及び100kPaの荷重Fzが加えられたときのセンサ20の垂直方向での検出感度は、それぞれ、4.0及び200であった。この検出感度は、低圧時及び高圧時において、高い値とされている。

[0151] （実施例11）

実施例11では、変形層27の厚さが500 μ mとされ、目付量が7.5mg/cm²とされた。また、実施例11では、変形層27の材料として、ポリウレタンで構成されたナノファイバーが用いられた。

[0152] また、実施例11では、センサ20に対して垂直方向に1kPa及び100kPaの荷重Fzが加えられたときのセンサ20の垂直方向での検出感度は、それぞれ、2.0及び60であった。この検出感度は、低圧時及び高圧時において、高い値とされている。

[0153] （実施例12）

実施例12では、変形層27の厚さが1000 μ mとされ、目付量が48mg/cm²とされた。また、実施例12では、変形層27の材料として、ポリウレタンで構成された発泡フィルムであるPORON（登録商標）SR-S-48が用いられた。

[0154] また、実施例12では、センサ20に対して垂直方向に1kPa及び100kPaの荷重Fzが加えられたときのセンサ20の垂直方向での検出感度は、それぞれ、1.5及び80であった。この検出感度は、低圧時及び高圧時において、高い値とされている。

[0155] (比較例3)

比較例3では、変形層27の厚さが100 μ mとされ、目付量が3mg/cm²とされた。また、実施例3では、変形層27の材料として、ポリウレタンで構成された発泡フィルムであるPurecell(登録商標)S010が用いられた。

[0156] また、比較例3では、センサ20に対して垂直方向に1kPa及び100kPaの荷重Fzが加えられたときのセンサ20の垂直方向での検出感度は、それぞれ、2.0及び20であった。

[0157] 比較例3では、1kPaの荷重Fzが加えられたときの検出感度は問題ないが、100kPaの荷重Fzが加えられたときの検出感度が低すぎる。つまり、比較例3では、変形層27の厚さが100 μ mで薄すぎるため高圧時の変形量が小さく検出感度が悪い。このため、本実施形態では、変形層27の厚さが、典型的には、100 μ mよりも大きくされる(実施例10における厚さ150 μ mで良い結果が得られていることも参照)。

[0158] (比較例4)

比較例4では、変形層27の厚さが1000 μ mとされ、目付量が60mg/cm²とされた。また、実施例4では、変形層27の材料として、ポリウレタンで構成された発泡フィルムであるPORON(登録商標)NU60が用いられた。

[0159] また、比較例4では、センサ20に対して垂直方向に1kPa及び100kPaの荷重Fzが加えられたときのセンサ20の垂直方向での検出感度は、それぞれ、1以下及び30であった。

[0160] 比較例4では、1kPaの荷重Fzが加えられたときの検出感度、及び100kPaの荷重Fzが加えられたときの検出感度の両方が低すぎる。これ

は、比較例4では、目付量が 60 mg/cm^2 であり、目付量が高すぎるので、変形層27が硬すぎるためである。このため、本実施形態では、変形層27の目付量が、典型的には、 50 mg/cm^2 以下とされる（実施例12における目付量 48 mg/cm^2 で良い結果が得られていることも参照）。

[0161] （比較例5）

比較例5では、変形層27の厚さが $1200\text{ }\mu\text{m}$ とされ、目付量が 48 mg/cm^2 とされた。また、実施例5では、変形層27の材料として、ポリウレタンで構成された発泡フィルムであるPORON（登録商標）MS40が用いられた。

[0162] また、比較例5では、センサ20に対して垂直方向に 1 kPa 及び 100 kPa の荷重 F_z が加えられたときのセンサ20の垂直方向での検出感度は、それぞれ、1以下及び80であった。

[0163] 比較例5では、 100 kPa の荷重 F_z が加えられたときの検出感度は問題ないが、 1 kPa の荷重 F_z が加えられたときの検出感度が低すぎる。つまり、比較例5では、変形層27の厚さが $1200\text{ }\mu\text{m}$ で厚すぎるため、低圧時における変形量では、センサ電極層30及びリファレンス電極層25の距離が遠すぎて検出感度が悪い。このため、本実施形態では、変形層27の厚さが、典型的には、 $1000\text{ }\mu\text{m}$ 以下とされる（実施例9、実施例12における厚さ $1000\text{ }\mu\text{m}$ で良い結果が得られていることも参照）。

[0164] 以上の説明から、変形層27の厚さが、 $100\text{ }\mu\text{m}$ よりも大きく、かつ、 $1000\text{ }\mu\text{m}$ 以下とされ、変形層27における目付量が、 50 mg/cm^2 以下とされれば、垂直方向での荷重 F_z に対する検出感度を向上させることができることが分かる。

[0165] <作用等>

以上説明したように、本実施形態では、離隔層23に空隙部33が設けられている。これにより、せん断力 F_s の検出感度が面内方向で一様となり、せん断力 F_s の検出感度が向上し、また、せん断力 F_s の面内方向における分解能が向上する。

- [0166] つまり、本実施形態では、離隔層 23 に空隙部 33 が設けられているので、せん断力 F_s が加えられたとき、離隔層 23 はせん断力 F_s が生じた面内方向のポイントに対応する箇所において局所的に歪み、その局所以外の部分には歪みがあまり伝達されない。その局所的な歪みやすさ（せん断応力 σ ）は、面内方向のポイントに関係せず一様である。このため、本実施形態では、せん断力 F_s の検出感度が面内方向で一様となる。また、本実施形態では、せん断力 F_s が加えられた面内方向のポイントに対応する箇所において離隔層 23 が局所的に歪むといった特性から、分解能も向上する。
- [0167] また、本実施形態では、離隔層 23 に空隙部 33 が設けられているので、面内方向の各ポイントにおいてせん断力 F_s に対して離隔層 23 が歪みやすくなっており（せん断応力 σ が小さくなっており）、これにより、せん断力 F_s の検出感度を向上させることができる。
- [0168] また、本実施形態では、空隙部 33 によって形成された柱部 34 が第 2 の圧力センサ 22b のセンシング部 28 に対応する位置に設けられている。このため、センサ 20 に対して垂直方向の荷重 F_z が加えられたとき、柱部 34 が第 2 の圧力センサ 22b においてセンシング部 28 に対応する箇所を局所的に押すので、第 2 の圧力センサ 22b においてその力を効率的に伝達することができる。従って、仮に垂直方向の荷重 F_z が小さくても、第 2 の圧力センサ 22b において圧力中心位置 Q を正確に検出することができ、せん断力 F_s を正確に測定することができる。
- [0169] また、離隔層 23 の形状が、形状 A や形状 B のような、埋め尽くし層 31 及び柱層 32 の 2 層構造の場合、埋め尽くし層 31 が第 1 の圧力センサ 22a を下方から十分に支えることによって第 1 の圧力センサ 22a が外力による圧力（圧力中心位置）を適切に検出することができる。これに加えて、形状 A 及び形状 B では、柱層 32 による柱部 34 が第 2 の圧力センサ 22b を局所的に押し込むので第 2 の圧力センサ 22b が外力による圧力（圧力中心位置）を適切に検出することができる。
- [0170] また、柱層 32 が、埋め尽くし層 31 よりも相対的に硬い材料により構成

されている場合、センサ20に対して垂直方向の荷重Fzが加えられたとき、相対的に硬い柱層32における柱部34が第2の圧力センサ22bにおいてセンシング部28に対応する箇所を局部的に押すので、第2の圧力センサ22bにおいてその力をさらに効率的に伝達することができる。

[0171] また、本実施形態では、変形層27の厚さが、100 μ mよりも大きく、かつ、1000 μ m以下とされ、変形層27における目付量が、50mg/cm²以下とされている。これにより、垂直方向での荷重Fzに対する検出感度を向上させることができる。

[0172] ≪第2実施形態≫

次に、本技術の第2実施形態について説明する。第2実施形態では、圧力センサ22の他の例について説明する。図16は、第2実施形態に係る圧力センサ22'を側方から見た断面図である。

[0173] 圧力センサ22'は、第1の電極フィルム層43（第1のリファレンス電極層42）と、センサ電極層45と、電極フィルム層43（第1のリファレンス電極層42）及びセンサ電極層47の間に介在された第1の変形層44とを備えている。また、圧力センサ22'は、第2の電極フィルム層51（第2のリファレンス電極層50）と、第2の電極フィルム層51（第2のリファレンス電極層50）及びセンサ電極層47の間に介在された第2の変形層48とを備えている。

[0174] この圧力センサ22'は、垂直方向において下層側から順番に、第2の電極フィルム層51（第2のリファレンス電極層50）、第2の変形層48、センサ電極層47、第1の変形層44、第1の電極フィルム層43（第1のリファレンス電極層42）が積層された積層構造とされている。

[0175] 第1の電極フィルム層43は、フィルム層41及び第1のリファレンス電極層42を含む。第2の電極フィルム層51は、フィルム層49及び第2のリファレンス電極層50を含む。また、センサ電極層47は、基材46と、複数のセンシング部45とを含む。

[0176] 第1の電極フィルム層43は、第1実施形態における電極フィルム層26

に対応しており、第1の変形層44は、第1実施形態における変形層27に対応している。また、センサ電極層47は、第1実施形態におけるセンサ電極層30に対応している。また、第2の電極フィルム層51は、上下が逆である点を除いて第1の電極フィルム層43と同様の構成である。

[0177] 第2の変形層48は、例えば、両面テープ、シリコンゲル、ウレタンゲル、合成ゴム、発泡体等の材料により構成される。第2の変形層48は、例えば、柱部34を含むパターンニング構造により構成されていてもよい。このパターンニング構造は、行列状、ストライプ状、メッシュ状、放射状、幾何学様状、螺旋状など、様々な構造を採用することができる。

[0178] <各実施例及び各変形例>

次に、第2実施形態における各実施例及び各比較例について説明する。図17は、第2実施形態に係る各実施例及び各比較例を示す図である。図17には、各実施例及び比較例における第1の変形層44の材料、商品名、厚さ、面積占有率、目付量が示されている。また、図17には、第2の変形層48の材料、商品名が示されている。

[0179] また、図17には、圧力センサ22に対して垂直方向の下側に向けて10gf、1kgfの荷重Fzが加えられたときの圧力センサ22'における垂直方向での検出感度が示されている。なお、図17に示されている圧力センサ22'における垂直方向での検出感度は、センサ20全体の感度ではなく、圧力センサ22'単体での検出感度を示している。

[0180] (実施例13)

実施例13では、第1の変形層44の材料としてナノファイバーが用いられ、第1の変形層44の厚さが150 μ mとされ、面積占有率が100%とされた。また、実施例13では、目付量が4mg/cm²とされた。また、実施例13では、第2の変形層48の材料として両面テープのNeofix(登録商標)100が用いられた。

[0181] 実施例13では、圧力センサ22'に対して垂直方向に10gf及び1kgfの荷重Fzが加えられたときの圧力センサ22'の垂直方向での検出感度は

、それぞれ、10及び150であった。この検出感度は、低圧時及び高圧時において、高い値とされている。

[0182] (実施例14)

実施例14では、第1の変形層44の材料としてナノファイバーが用いられ、第1の変形層44の厚さが400 μ mとされ、面積占有率が100%とされた。また、実施例14では、目付量が10mg/cm²とされた。また、実施例14では、第2の変形層48の材料として両面テープのNeofix（登録商標）100が用いられた。

[0183] 実施例14では、圧力センサ22'に対して垂直方向に10gf及び1kgfの荷重Fzが加えられたときの圧力センサ22'の垂直方向での検出感度は、それぞれ、40及び300であった。この検出感度は、低圧時及び高圧時において、高い値とされている。

[0184] (実施例15)

実施例15では、第1の変形層44の材料として発泡フィルムのPORON（登録商標）SR-S-32Pが用いられ、第1の変形層44の厚さが200 μ mとされ、面積占有率が100%とされた。また、実施例15では、目付量が6mg/cm²とされた。また、実施例15では、第2の変形層48の材料として両面テープのNeofix（登録商標）100が用いられた。

[0185] 実施例15では、圧力センサ22'に対して垂直方向に10gf及び1kgfの荷重Fzが加えられたときの圧力センサ22'の垂直方向での検出感度は、それぞれ、10及び200であった。この検出感度は、低圧時及び高圧時において、高い値とされている。

[0186] (実施例16)

実施例16では、第1の変形層44の材料として発泡フィルムのPORON（登録商標）SS-32Pが用いられ、第1の変形層44の厚さが500 μ mとされ、面積占有率が100%とされた。また、実施例16では、目付量が16mg/cm²とされた。また、実施例16では、第2の変形層48の材料として両面テープのNeofix（登録商標）100が用いられた。

[0187] 実施例16では、圧力センサ22'に対して垂直方向に10gf及び1kgfの荷重Fzが加えられたときの圧力センサ22'の垂直方向での検出感度は、それぞれ、30及び350であった。この検出感度は、低圧時及び高圧時において、高い値とされている。

[0188] (実施例17)

実施例17では、第1の変形層44の材料として発泡フィルムのPORON(登録商標)SS-24Pが用いられ、第1の変形層44の厚さが300 μ mとされ、面積占有率が100%とされた。また、実施例17では、目付量が7mg/cm²とされた。また、実施例17では、第2の変形層48の材料として両面テープのNeofix(登録商標)100が用いられた。

[0189] 実施例17では、圧力センサ22'に対して垂直方向に10gf及び1kgfの荷重Fzが加えられたときの圧力センサ22'の垂直方向での検出感度は、それぞれ、50及び350であった。この検出感度は、低圧時及び高圧時において、高い値とされている。

[0190] (実施例18)

実施例18では、第1の変形層44の材料として発泡フィルムのPORON(登録商標)SS-24Pが用いられ、第1の変形層44の厚さが500 μ mとされ、面積占有率が100%とされた。また、実施例18では、目付量が12mg/cm²とされた。また、実施例18では、第2の変形層48の材料として両面テープのNeofix(登録商標)100が用いられた。

[0191] 実施例18では、圧力センサ22'に対して垂直方向に10gf及び1kgfの荷重Fzが加えられたときの圧力センサ22'の垂直方向での検出感度は、それぞれ、40及び400であった。この検出感度は、低圧時及び高圧時において、高い値とされている。

[0192] (実施例19)

実施例19では、第1の変形層44の材料として発泡フィルムのPORON(登録商標)SS-15Pが用いられ、第1の変形層44の厚さが500 μ mとされ、面積占有率が100%とされた。また、実施例19では、目付

量が $8 \text{ mg} / \text{cm}^2$ とされた。また、実施例 19 では、第 2 の変形層 48 の材料として両面テープの Neofix (登録商標) 100 が用いられた。

[0193] 実施例 19 では、圧力センサ 22' に対して垂直方向に 10 gf 及び 1 kgf の荷重 F_z が加えられたときの圧力センサ 22' の垂直方向での検出感度は、それぞれ、50 及び 400 であった。この検出感度は、低圧時及び高圧時において、高い値とされている。

[0194] (実施例 20)

実施例 20 では、第 1 の変形層 44 の材料として発泡フィルムの PORON (登録商標) SR-S-40P が用いられ、第 1 の変形層 44 の厚さが $1000 \mu\text{m}$ とされ、面積占有率が 100% とされた。また、実施例 20 では、目付量が $40 \text{ mg} / \text{cm}^2$ とされた。また、実施例 20 では、第 2 の変形層 48 の材料として両面テープの Neofix (登録商標) 100 が用いられた。

[0195] 実施例 20 では、圧力センサ 22' に対して垂直方向に 10 gf 及び 1 kgf の荷重 F_z が加えられたときの圧力センサ 22' の垂直方向での検出感度は、それぞれ、15 及び 200 であった。この検出感度は、低圧時及び高圧時において、高い値とされている。

[0196] (実施例 21)

実施例 21 では、第 1 の変形層 44 の材料として発泡フィルムの PORON (登録商標) HH48 が用いられ、第 1 の変形層 44 の厚さが $1000 \mu\text{m}$ とされ、面積占有率が 100% とされた。また、実施例 21 では、目付量が $50 \text{ mg} / \text{cm}^2$ とされた。また、実施例 21 では、第 2 の変形層 48 の材料として両面テープの Neofix (登録商標) 100 が用いられた。

[0197] 実施例 21 では、圧力センサ 22' に対して垂直方向に 10 gf 及び 1 kgf の荷重 F_z が加えられたときの圧力センサ 22' の垂直方向での検出感度は、それぞれ、10 及び 150 であった。この検出感度は、低圧時及び高圧時において、高い値とされている。

[0198] (実施例 22)

実施例 2 2 では、第 1 の変形層 4 4 の材料として発泡フィルムの P O R O N (登録商標) S S - 2 4 P が用いられ、第 1 の変形層 4 4 の厚さが 5 0 0 μm とされ、面積占有率が 1 0 0 % とされた。また、実施例 2 2 では、目付量が 1 2 mg/cm^2 とされた。また、実施例 2 2 では、第 2 の変形層 4 8 の材料として発泡フィルムの P O R O N (登録商標) S S - 2 4 P が用いられた。

[0199] 実施例 2 2 では、圧力センサ 2 2' に対して垂直方向に 1 0 gf 及び 1 kgf の荷重 F_z が加えられたときの圧力センサ 2 2' の垂直方向での検出感度は、それぞれ、6 0 及び 5 0 0 であった。この検出感度は、低圧時及び高圧時において、高い値とされている。

[0200] (実施例 2 3)

実施例 2 3 では、第 1 の変形層 4 4 の材料として発泡フィルムの P O R O N (登録商標) S S - 2 4 P が用いられ、第 1 の変形層 4 4 の厚さが 5 0 0 μm とされ、面積占有率が 1 0 0 % とされた。また、実施例 2 3 では、目付量が 1 2 mg/cm^2 とされた。また、実施例 2 3 では、第 2 の変形層 4 8 の材料として発泡フィルムの P O R O N (登録商標) S S - 3 2 P が用いられた。

[0201] 実施例 2 3 では、圧力センサ 2 2' に対して垂直方向に 1 0 gf 及び 1 kgf の荷重 F_z が加えられたときの圧力センサ 2 2' の垂直方向での検出感度は、それぞれ、5 0 及び 6 0 0 であった。この検出感度は、低圧時及び高圧時において、高い値とされている。

[0202] (実施例 2 4)

実施例 2 4 では、第 1 の変形層 4 4 の材料として発泡フィルムの P O R O N (登録商標) S S - 2 4 P が用いられ、第 1 の変形層 4 4 の厚さが 5 0 0 μm とされ、面積占有率が 1 0 0 % とされた。また、実施例 2 4 では、目付量が 1 2 mg/cm^2 とされた。また、実施例 2 4 では、第 2 の変形層 4 8 の材料としてシリコンゲルの F F G - 4 2 1 0 0 - 1 t が用いられた。

[0203] 実施例 2 4 では、圧力センサ 2 2' に対して垂直方向に 1 0 gf 及び 1 kgf

fの荷重F_zが加えられたときの圧力センサ22'の垂直方向での検出感度は、それぞれ、40及び400であった。この検出感度は、低圧時及び高圧時において、高い値とされている。

[0204] (比較例6)

比較例6では、第1の変形層44の材料として発泡フィルムのPurcell(登録商標)S010が用いられ、第1の変形層44の厚さが100 μ mとされ、面積占有率が100%とされた。また、比較例6では、目付量が3mg/cm²とされた。また、比較例6では、第2の変形層48の材料として両面テープのNeofix(登録商標)100が用いられた。

[0205] 比較例6では、圧力センサ22に対して垂直方向に10gf及び1kgfの荷重F_zが加えられたときの圧力センサ22の垂直方向での検出感度は、それぞれ、5及び100であった。この検出感度は、低圧時及び高圧時において、低い値とされている。

[0206] つまり、比較例6では、第1の変形層44の厚さが100 μ mで薄すぎるため低圧時及び高圧時の変形量が小さく検出感が悪い。

[0207] (比較例7)

比較例7では、第1の変形層44の材料として発泡フィルムのPORON(登録商標)H48が用いられ、第1の変形層44の厚さが1500 μ mとされ、面積占有率が100%とされた。また、比較例7では、目付量が70mg/cm²とされた。また、比較例7では、第2の変形層48の材料として両面テープのNeofix(登録商標)100が用いられた。

[0208] 比較例7では、圧力センサ22に対して垂直方向に10gf及び1kgfの荷重F_zが加えられたときの圧力センサ22の垂直方向での検出感度は、それぞれ、5及び30であった。この検出感度は、低圧時及び高圧時において、低い値とされている。

[0209] つまり、比較例7では、第1の変形層44の目付量が70で大きすぎるので、第1の変形層44が硬く、低圧時及び高圧時の変形量が小さく検出感が悪い。また、比較例7では、第1の変形層44の厚さが1500 μ mで厚

すぎるため、低圧時における変形量では、センサ電極層47と、第1のリファレンス電極層42及び第2のリファレンス電極層50と間の距離が遠すぎて検出感度が悪い。

[0210] (比較例8)

比較例8では、第1の変形層44の材料として発泡フィルムのPORON(登録商標)H48が用いられ、第1の変形層44の厚さが1500 μm とされ、面積占有率が100%とされた。また、比較例8では、目付量が70 mg/cm^2 とされた。また、比較例8では、第2の変形層48の材料として発泡フィルムのPORON(登録商標)H48が用いられた。

[0211] 比較例8では、圧力センサ22に対して垂直方向に10gf及び1kgfの荷重Fzが加えられたときの圧力センサ22の垂直方向での検出感度は、それぞれ、5及び50であった。この検出感度は、低圧時及び高圧時において、低い値とされている。

[0212] つまり、比較例8では、第1の変形層44の目付量が70で大きすぎるので、第1の変形層44が硬く、低圧時及び高圧時の変形量が小さく検出感度が悪い。また、比較例8では、第1の変形層44の厚さが1500 μm で厚すぎるため、低圧時における変形量では、センサ電極層47と、第1のリファレンス電極層42及び第2のリファレンス電極層50と間の距離が遠すぎて検出感度が悪い。

[0213] 図17に示す結果から、第1の変形層44の厚さが、100 μm よりも大きく、かつ、1000 μm 以下とされ、第1の変形層44における目付量が、50 mg/cm^2 以下とされれば、垂直方向での荷重Fzに対する検出感度を向上させることができることが分かる。

[0214] <<第3実施形態>>

次に、本技術の第2実施形態について説明する。第3実施形態では、圧力センサ22のさらに別の例について説明する。第3実施形態に係る圧力センサ22'は、第2実施形態に係る圧力センサ22'と同様に、垂直方向において下層側から順番に、第2の電極フィルム層51(第2のリファレンス電極

層50)、第2の変形層48、センサ電極層47、第1の変形層44、第1の電極フィルム層43(第1のリファレンス電極層42)が積層された積層構造とされている。

[0215] 第3実施形態では、第1の変形層44の厚さが、 $100\mu\text{m}$ 以下であり、第1の変形層44における目付量が、 $3\text{mg}/\text{cm}^2$ 以下とされる。また、第3実施形態では、第2の変形層48の厚さが、 $100\mu\text{m}$ よりも大きく、かつ、 $1000\mu\text{m}$ 以下とされ、第2の変形層48における目付量が、 $50\text{mg}/\text{cm}^2$ 以下とされる。

[0216] 第3実施形態では、第1の変形層44及び第2の変形層48を上記の範囲で構成することで、第1の変形層44により低圧時の検出感度を向上させつつ、第2の変形層48により低圧時及び高圧時の検出感度を向上させることとしている。

[0217] <各実施例及び各変形例>

次に、第3実施形態における各実施例及び各比較例について説明する。図18は、第3実施形態に係る各実施例及び各比較例を示す図である。図18には、各実施例及び比較例における第1の変形層44の厚さ、目付量、商品名、材料が示されている。また、図18には、第2の変形層48の厚さ、目付量、商品名、材料が示されている。

[0218] また、図18には、センサ20に対して垂直方向の下側に向けて 10kPa 、 100kPa の荷重 F_z が加えられたときのセンサ20における垂直方向での検出感度が示されている。また、図18には、変位が $5\mu\text{m}$ であるときの変位検出感度が示されている。

[0219] (実施例25)

実施例25では、第1の変形層44の厚さが $100\mu\text{m}$ とされ、目付量が $2.5\text{mg}/\text{cm}^2$ とされた。また、実施例25では、第1の変形層44の材料として、ポリウレタンで構成されたナノファイバーが用いられた。

[0220] また、実施例25では、第2の変形層48の厚さが $500\mu\text{m}$ とされ、目付量が $12\text{mg}/\text{cm}^2$ とされた。また、実施例25では、第2の変形層48

の材料として、ポリウレタンで構成された発泡フィルムであるPORON（登録商標）SS-24DPが用いられた。

[0221] 実施例25では、センサ20に対して垂直方向に1kPa及び100kPaの荷重Fzが加えられたときのセンサ20の垂直方向での検出感度は、それぞれ、3及び120であった。この検出感度は、低圧時及び高圧時において、高い値とされている。また、実施例25では、変位が5 μ mであるときの変位検出感度が5であり、高い値であった。

[0222] （実施例26）

実施例26では、第1の変形層44の厚さが25 μ mとされ、目付量が0.9mg/cm²とされた。また、実施例26は、第1の変形層44の材料として、ポリウレタンで構成されたナノファイバーが用いられた。

[0223] また、実施例26では、第2の変形層48の厚さが500 μ mとされ、目付量が12mg/cm²とされた。また、実施例26では、第2の変形層48の材料として、ポリウレタンで構成された発泡フィルムであるPORON（登録商標）SS-24DPが用いられた。

[0224] 実施例26では、センサ20に対して垂直方向に1kPa及び100kPaの荷重Fzが加えられたときのセンサ20の垂直方向での検出感度は、それぞれ、3及び120であった。この検出感度は、低圧時及び高圧時において、高い値とされている。また、実施例26では、変位が5 μ mであるときの変位検出感度が10であり、高い値であった。

[0225] （実施例27）

実施例27では、第1の変形層44の厚さが25 μ mとされ、目付量が0.9mg/cm²とされた。また、実施例27では、第1の変形層44の材料として、ポリウレタンで構成されたナノファイバーが用いられた。

[0226] また、実施例27では、第2の変形層48の厚さが500 μ mとされ、目付量が7.5mg/cm²とされた。また、実施例27では、第2の変形層48の材料として、ポリウレタンで構成された発泡フィルムであるPORON（登録商標）SS-15DPが用いられた。

[0227] 実施例 27 では、センサ 20 に対して垂直方向に 1 kPa 及び 100 kPa の荷重 F_z が加えられたときのセンサ 20 の垂直方向での検出感度は、それぞれ、10 及び 200 であった。この検出感度は、低圧時及び高圧時において、高い値とされている。また、実施例 27 では、変位が 5 μm であるときの変位検出感度が 15 であり、高い値であった。

[0228] (比較例 9)

比較例 9 では、第 1 の変形層 44 の厚さが 500 μm とされ、目付量が 12 mg/cm^2 とされた。また、比較例 9 では、第 1 の変形層 44 の材料として、ポリウレタンで構成された発泡フィルムである PORON (登録商標) SS-24DP が用いられた。

[0229] また、比較例 9 では、第 2 の変形層 48 の厚さが 100 μm とされ、第 2 の変形層 48 の材料として、両面テープである Neofix (登録商標) 100 が用いられた。

[0230] 比較例 9 では、センサ 20 に対して垂直方向に 1 kPa 及び 100 kPa の荷重 F_z が加えられたときのセンサ 20 の垂直方向での検出感度は、それぞれ、3 及び 120 であった。この検出感度は、低圧時及び高圧時において、高い値とされている。一方、比較例 9 では、変位が 5 μm であるときの変位検出感度が 1 以下であり、低い値であった。

[0231] (比較例 10)

比較例 10 では、第 1 の変形層 44 の厚さが 25 μm とされ、目付量が 0.9 mg/cm^2 とされた。また、比較例 10 では、第 1 の変形層 44 の材料として、ポリウレタンで構成されたナノファイバーが用いられた。

[0232] また、比較例 10 では、第 2 の変形層 48 の厚さが 100 μm とされ、第 2 の変形層 48 の材料として、両面テープである Neofix (登録商標) 100 が用いられた。

[0233] 比較例 10 では、センサ 20 に対して垂直方向に 1 kPa 及び 100 kPa の荷重 F_z が加えられたときのセンサ 20 の垂直方向での検出感度は、それぞれ、2 及び 20 であった。この検出感度は、低圧時は問題ないが、高圧

時において、低い値とされている。また、比較例10では、変位が $20\mu\text{m}$ であるときの変位検出感度が20であり、高い値であった。

[0234] 《各種変形例》

以上の説明では、センサ20が搭載される電子機器の一例として、ロボットハンド10を例に挙げて説明した。一方、センサ20が搭載される電子機器は、ロボットハンド10に限られず、携帯電話機（スマートフォンを含む）、PC等の他の機器であっても構わない。典型的には、センサ20が搭載された機器であれば、どのような機器であっても電子機器と見做される。

[0235] 本技術は、以下の構成を採ることもできる。

(1) 互いに対向する表側の第1の圧力センサ及び裏側の第2の圧力センサを含み、前記第1の圧力センサ及び前記第2の圧力センサによる面内方向での圧力検出位置に基づいて、前記面内方向の力を検出するセンサ部と、

空隙部を有し、前記第1の圧力センサ及び前記第2の圧力センサの間に介在された離隔層と

を具備するセンサ。

(2) 上記(1)に記載のセンサであって、

前記離隔層は、前記空隙部によって形成され、前記面内方向に垂直な垂直方向に延在する複数の柱部を有する

センサ。

(3) 上記(2)に記載のセンサであって、

前記空隙部は、前記垂直方向で前記離隔層を貫通しない溝状に設けられるセンサ。

(4) 上記(2)に記載のセンサであって、

前記空隙部は、前記垂直方向で前記離隔層を貫通する穴状に設けられるセンサ。

(5) 上記(3)に記載のセンサであって、

前記離隔層は、前記空隙部を有しない第1の層と、前記空隙部を有し、かつ、前記空隙部によって形成された前記複数の柱部を有する第2の層とを含

む

センサ。

(6) 上記(5)に記載のセンサであって、
前記第1の層は、前記第1の圧力センサ側の層であり、
前記第2の層は、前記第2の圧力センサ側の層である
センサ。

(7) 上記(6)に記載のセンサであって、
前記第2の層は、前記第1の層よりも相対的に硬い材料により構成される
センサ。

(8) 上記(2)～(7)のうちいずれか1つに記載のセンサであって、
前記複数の柱部は、それぞれ、前記第2の圧力センサに接し、
前記第2の圧力センサは、圧力を検出する複数のセンシング部を有し、
前記複数の柱部は、前記垂直方向で前記複数のセンシング部に対応する位
置に設けられる
センサ。

(9) 上記(2)～(8)のうちいずれか1つに記載のセンサであって、
前記複数の柱部は、前記垂直方向で太さが一定の形状を有する
センサ。

(10) 上記(2)～(8)のうちいずれか1つに記載のセンサであって
、
前記複数の柱部は、前記垂直方向で太さが異なる形状を有する
センサ。

(11) 上記(10)に記載のセンサであって、
前記複数の柱部は、前記垂直方向で表側から裏側にかけて太さが細くなる
形状を有する
センサ。

(12) 上記(1)～(11)のうちいずれか1つに記載のセンサであっ
て、

前記センサ部は、前記第1の圧力センサ及び前記第2の圧力センサのうち少なくとも前記第1の圧力センサによって検出された圧力の値に基づいて、前記面内方向に垂直な垂直方向の力を検出する

センサ。

(13) 上記(12)に記載のセンサであって、

前記第1の圧力センサは、第1のリファレンス電極層と、圧力を検出する複数のセンシング部を含むセンサ電極層と、前記第1のリファレンス電極層及びセンサ電極層との間に介在された第1の変形層とを含み、

前記第1の変形層の目付量は、 50 mg/cm^2 以下であり、

前記第1の変形層の厚みは、 $100\text{ }\mu\text{m}$ よりも大きく、かつ、 $1000\text{ }\mu\text{m}$ 以下である

センサ。

(14) 上記(13)に記載のセンサであって、

前記第1の変形層は、多孔質層を含む

センサ。

(15) 上記(13)又は(14)に記載のセンサであって、

前記第1の変形層は、ファイバー層を含む

センサ。

(16) 上記(13)～(15)のうちいずれか1つに記載のセンサであって、

前記第1の変形層は、ナノファイバーを含む

センサ。

(17) 上記(13)～(16)のうちいずれか1つに記載のセンサであって、

前記第1の圧力センサは、第2のリファレンス電極層と、前記第2のリファレンス電極層及びセンサ電極層との間に介在された第2の変形層とを含むセンサ。

(18) 上記(12)～(17)のうちいずれか1つに記載のセンサであ

って、

前記第2の圧力センサは、第1のリファレンス電極層と、圧力を検出する複数のセンシング部を含むセンサ電極層と、前記第1のリファレンス電極層及びセンサ電極層との間に介在された第1の変形層とを含み、

前記第1の変形層の目付量は、 50 mg/cm^2 以下であり、

前記第1の変形層の厚みは、 $100\text{ }\mu\text{m}$ よりも大きく、かつ、 $1000\text{ }\mu\text{m}$ 以下である

センサ。

(19) 上記(12)に記載のセンサであって、

前記第1の圧力センサは、第1のリファレンス電極層と、圧力を検出する複数のセンシング部を含むセンサ電極層と、前記第1のリファレンス電極層及びセンサ電極層の間に介在された第1の変形層と、第2のリファレンス電極層と、前記第2のリファレンス電極層及びセンサ電極層の間に介在された第2の変形層とを含み、

前記第1の変形層の目付量は、 3 mg/cm^2 以下であり、

前記第1の変形層の厚みは、 $100\text{ }\mu\text{m}$ 以下であり、

前記第2の変形層の目付量は、 50 mg/cm^2 以下であり、

前記第2の変形層の厚みは、 $100\text{ }\mu\text{m}$ よりも大きく、かつ、 $1000\text{ }\mu\text{m}$ 以下である

センサ。

(20) 互いに対向する表側の第1の圧力センサ及び裏側の第2の圧力センサを含み、前記第1の圧力センサ及び前記第2の圧力センサによる面内方向での圧力の検出位置に基づいて、前記面内方向の力を検出するセンサ部と、

空隙部を有し、前記第1の圧力センサ及び前記第2の圧力センサの間に介在された離隔層とを有するセンサ

を具備する電子機器。

符号の説明

- [0236] 1 0…ロボットハンド
2 0…センサ
2 1…センサ部
2 2…圧力センサ
2 2 a…第1の圧力センサ
2 2 b…第2の圧力センサ
2 3…離隔層
3 3…空隙部
3 4…柱部

請求の範囲

- [請求項1] 互いに対向する表側の第1の圧力センサ及び裏側の第2の圧力センサを含み、前記第1の圧力センサ及び前記第2の圧力センサによる面内方向での圧力検出位置に基づいて、前記面内方向の力を検出するセンサ部と、
- 空隙部を有し、前記第1の圧力センサ及び前記第2の圧力センサの間に介在された離隔層と
- を具備するセンサ。
- [請求項2] 請求項1に記載のセンサであって、
- 前記離隔層は、前記空隙部によって形成され、前記面内方向に垂直な垂直方向に延在する複数の柱部を有する
- センサ。
- [請求項3] 請求項2に記載のセンサであって、
- 前記空隙部は、前記垂直方向で前記離隔層を貫通しない溝状に設けられる
- センサ。
- [請求項4] 請求項2に記載のセンサであって、
- 前記空隙部は、前記垂直方向で前記離隔層を貫通する穴状に設けられる
- センサ。
- [請求項5] 請求項3に記載のセンサであって、
- 前記離隔層は、前記空隙部を有しない第1の層と、前記空隙部を有し、かつ、前記空隙部によって形成された前記複数の柱部を有する第2の層とを含む
- センサ。
- [請求項6] 請求項5に記載のセンサであって、
- 前記第1の層は、前記第1の圧力センサ側の層であり、
- 前記第2の層は、前記第2の圧力センサ側の層である

センサ。

[請求項7] 請求項6に記載のセンサであって、
前記第2の層は、前記第1の層よりも相対的に硬い材料により構成される

センサ。

[請求項8] 請求項2に記載のセンサであって、
前記複数の柱部は、それぞれ、前記第2の圧力センサに接し、
前記第2の圧力センサは、圧力を検出する複数のセンシング部を有し、

前記複数の柱部は、前記垂直方向で前記複数のセンシング部に対応する位置に設けられる

センサ。

[請求項9] 請求項2に記載のセンサであって、
前記複数の柱部は、前記垂直方向で太さが一定の形状を有する
センサ。

[請求項10] 請求項2に記載のセンサであって、
前記複数の柱部は、前記垂直方向で太さが異なる形状を有する
センサ。

[請求項11] 請求項10に記載のセンサであって、
前記複数の柱部は、前記垂直方向で表側から裏側にかけて太さが細くなる形状を有する

センサ。

[請求項12] 請求項1に記載のセンサであって、
前記センサ部は、前記第1の圧力センサ及び前記第2の圧力センサのうち少なくとも前記第1の圧力センサによって検出された圧力の値に基づいて、前記面内方向に垂直な垂直方向の力を検出する

センサ。

[請求項13] 請求項12に記載のセンサであって、

前記第1の圧力センサは、第1のリファレンス電極層と、圧力を検出する複数のセンシング部を含むセンサ電極層と、前記第1のリファレンス電極層及びセンサ電極層との間に介在された第1の変形層とを含み、

前記第1の変形層の目付量は、 50 mg/cm^2 以下であり、

前記第1の変形層の厚みは、 $100\text{ }\mu\text{m}$ よりも大きく、かつ、 $1000\text{ }\mu\text{m}$ 以下である

センサ。

[請求項14] 請求項13に記載のセンサであって、
前記第1の変形層は、多孔質層を含む
センサ。

[請求項15] 請求項13に記載のセンサであって、
前記第1の変形層は、ファイバー層を含む
センサ。

[請求項16] 請求項13に記載のセンサであって、
前記第1の変形層は、ナノファイバーを含む
センサ。

[請求項17] 請求項13に記載のセンサであって、
前記第1の圧力センサは、第2のリファレンス電極層と、前記第2のリファレンス電極層及びセンサ電極層との間に介在された第2の変形層とを含む
センサ。

[請求項18] 請求項12に記載のセンサであって、
前記第2の圧力センサは、第1のリファレンス電極層と、圧力を検出する複数のセンシング部を含むセンサ電極層と、前記第1のリファレンス電極層及びセンサ電極層との間に介在された第1の変形層とを含み、

前記第1の変形層の目付量は、 50 mg/cm^2 以下であり、

前記第1の変形層の厚みは、 $100\mu\text{m}$ よりも大きく、かつ、 $1000\mu\text{m}$ 以下である
センサ。

[請求項19]

請求項12に記載のセンサであって、

前記第1の圧力センサは、第1のリファレンス電極層と、圧力を検出する複数のセンシング部を含むセンサ電極層と、前記第1のリファレンス電極層及びセンサ電極層の間に介在された第1の変形層と、第2のリファレンス電極層と、前記第2のリファレンス電極層及びセンサ電極層の間に介在された第2の変形層とを含み、

前記第1の変形層の目付量は、 $3\text{mg}/\text{cm}^2$ 以下であり、

前記第1の変形層の厚みは、 $100\mu\text{m}$ 以下であり、

前記第2の変形層の目付量は、 $50\text{mg}/\text{cm}^2$ 以下であり、

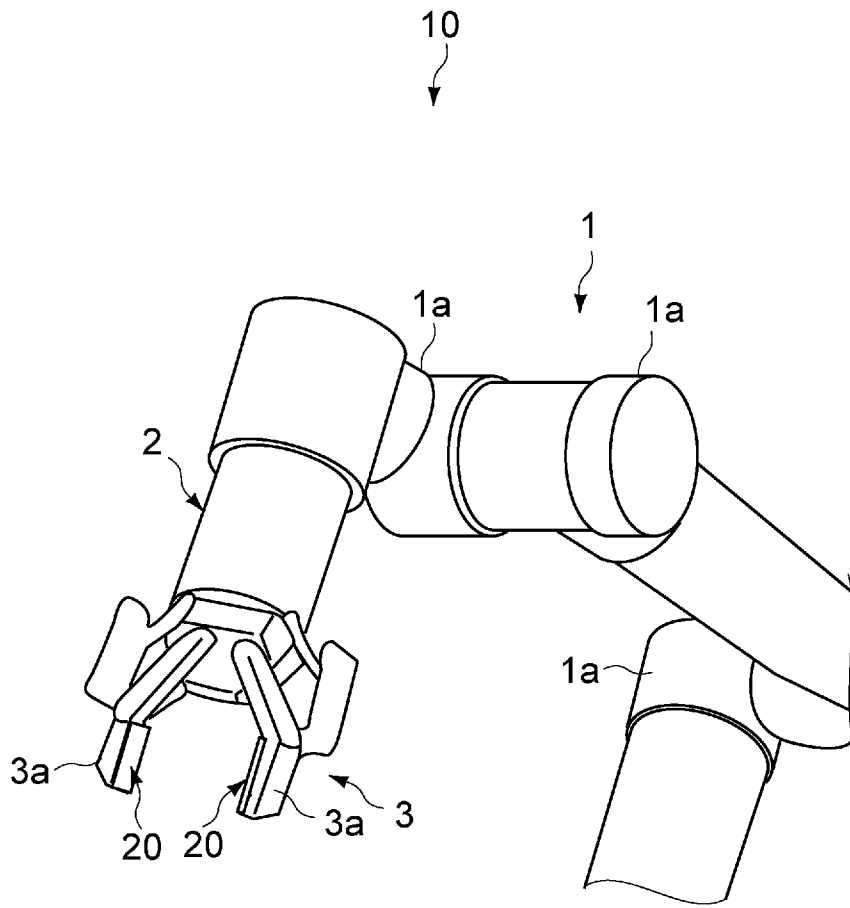
前記第2の変形層の厚みは、 $100\mu\text{m}$ よりも大きく、かつ、 $1000\mu\text{m}$ 以下である
センサ。

[請求項20]

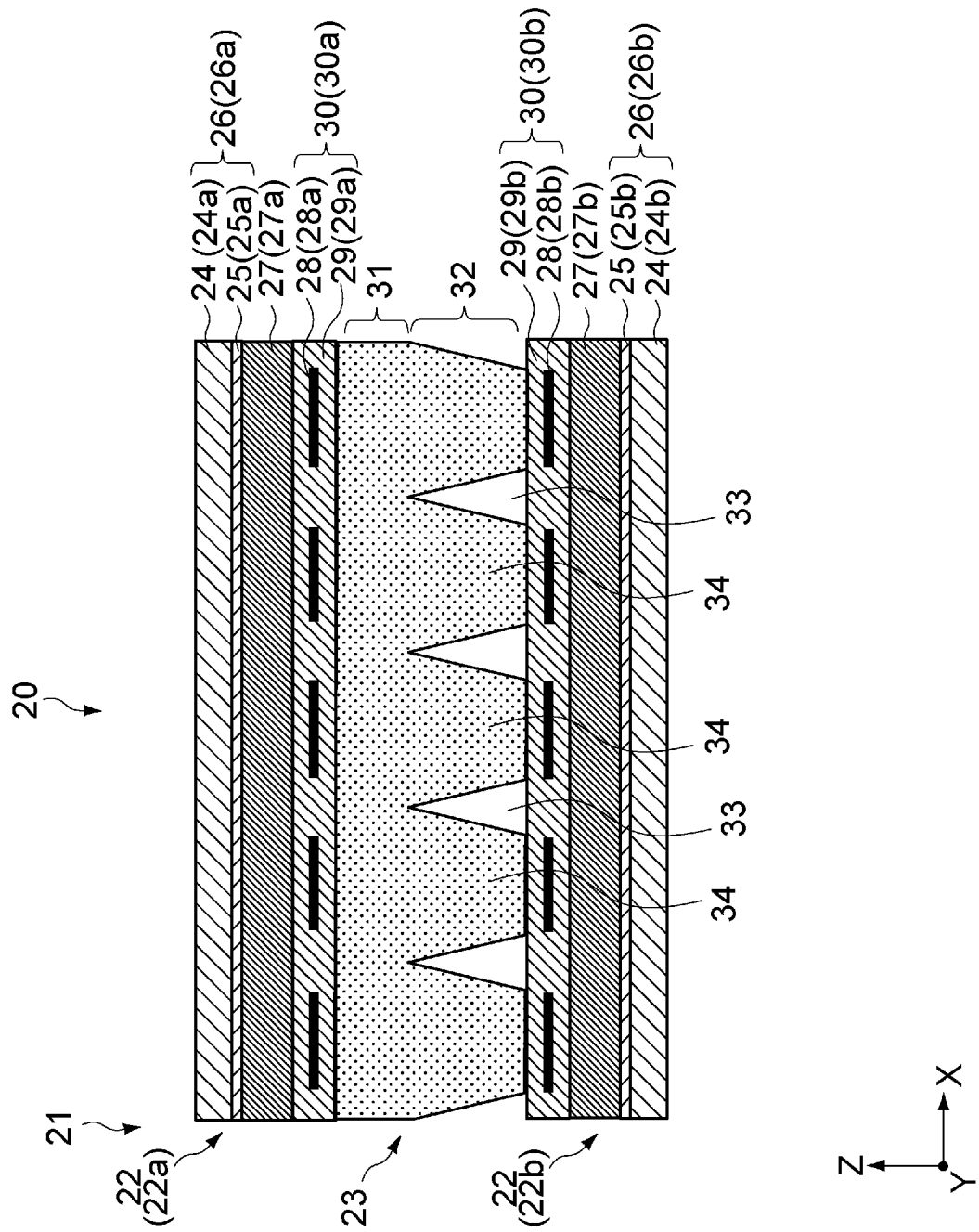
互いに対向する表側の第1の圧力センサ及び裏側の第2の圧力センサを含み、前記第1の圧力センサ及び前記第2の圧力センサによる面内方向での圧力の検出位置に基づいて、前記面内方向の力を検出するセンサ部と、

空隙部を有し、前記第1の圧力センサ及び前記第2の圧力センサの間に介在された離隔層とを有するセンサ
を具備する電子機器。

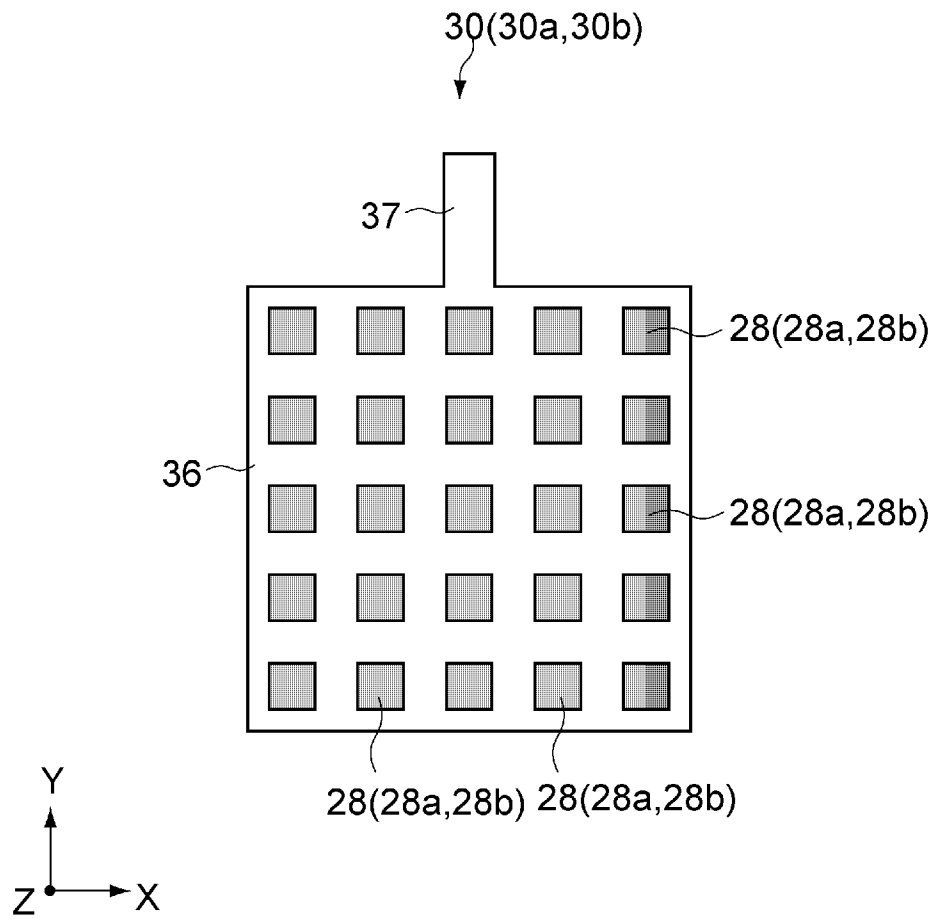
[図1]



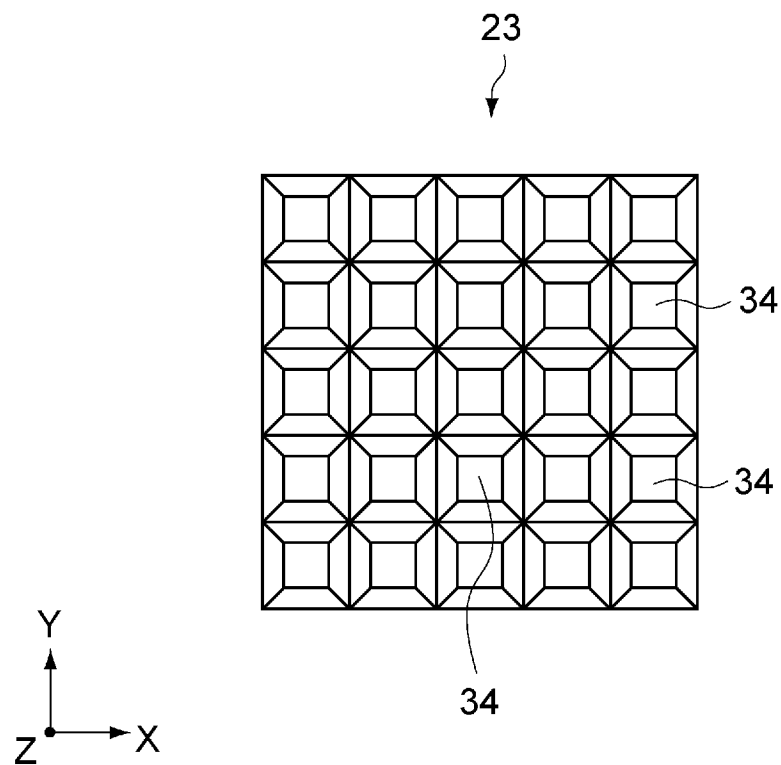
[図2]



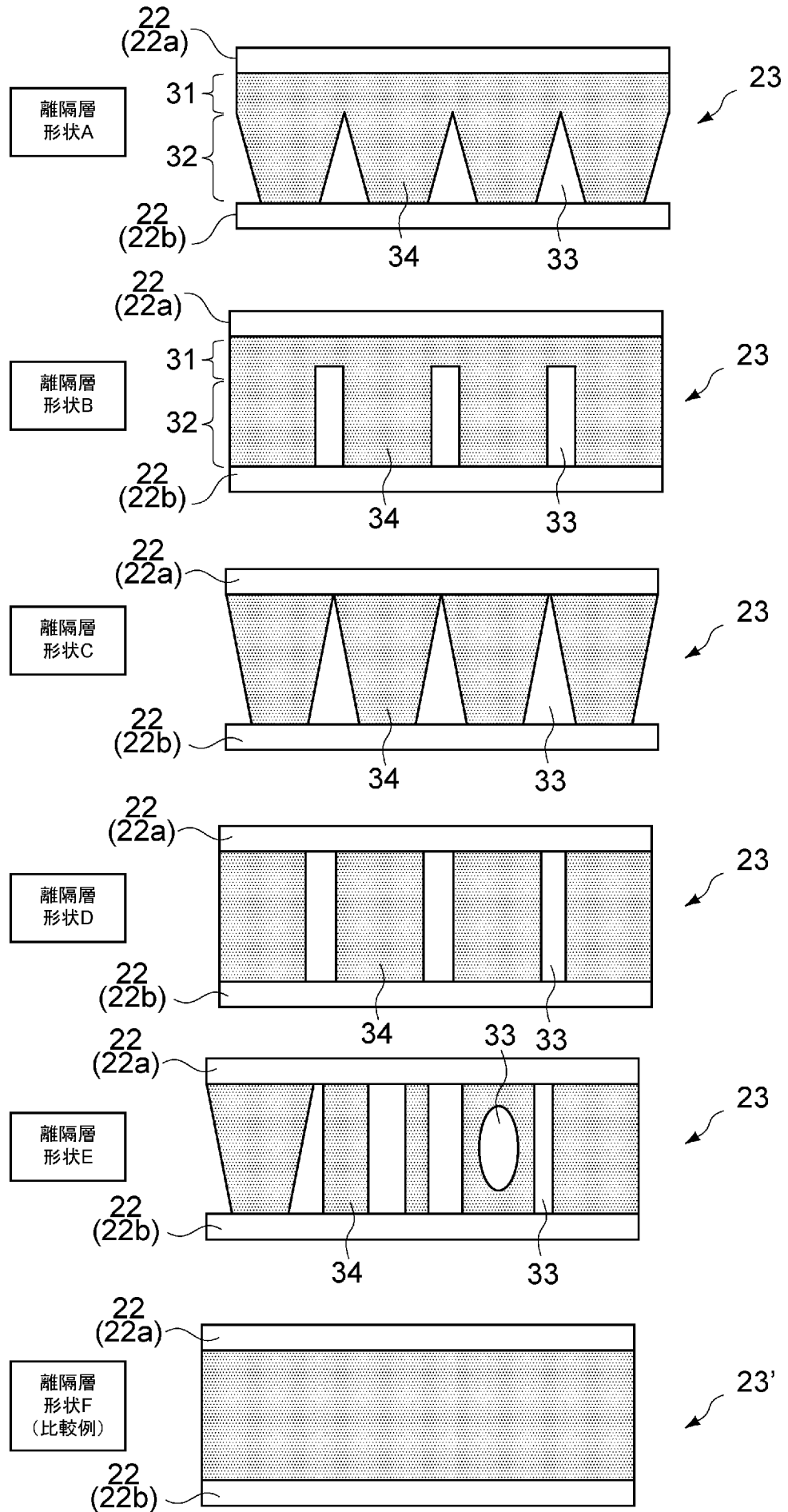
[図3]



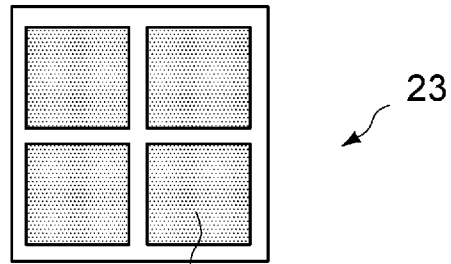
[図4]



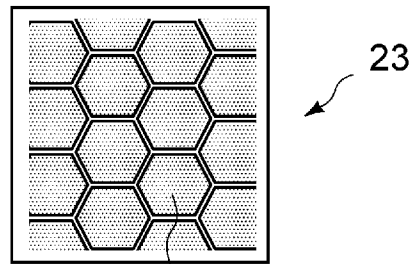
[図5]



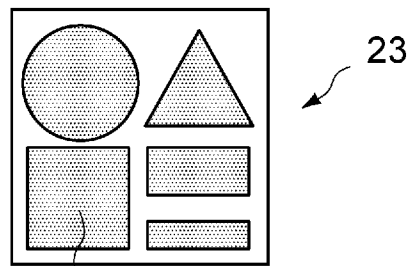
[図6]



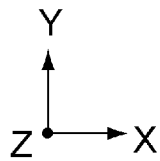
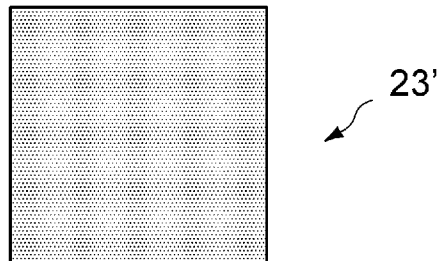
34



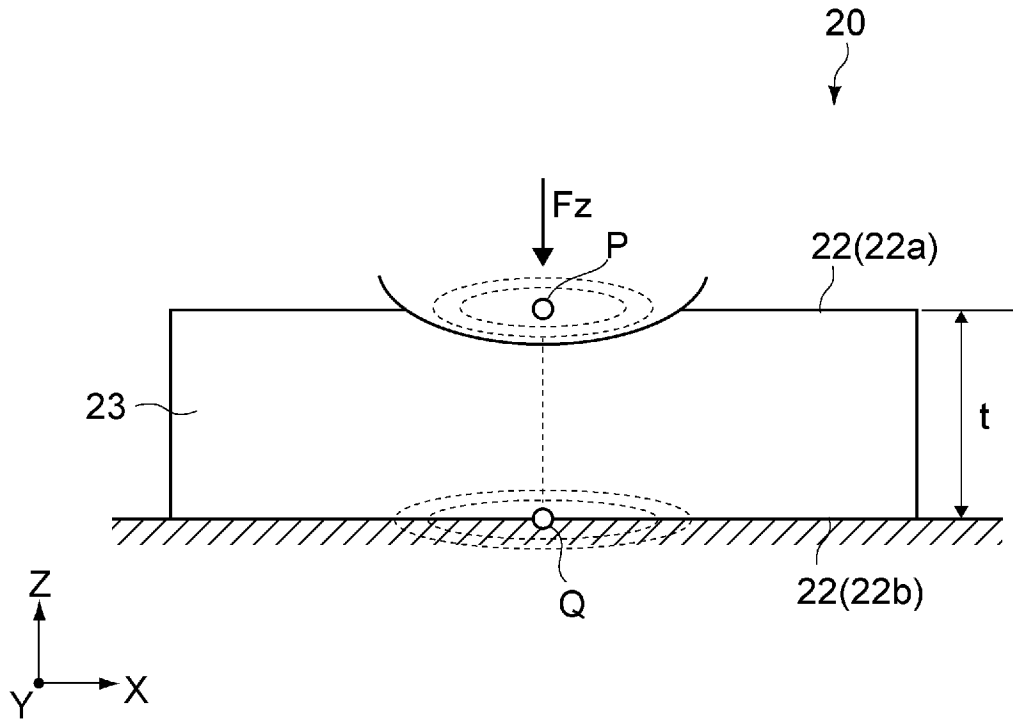
34



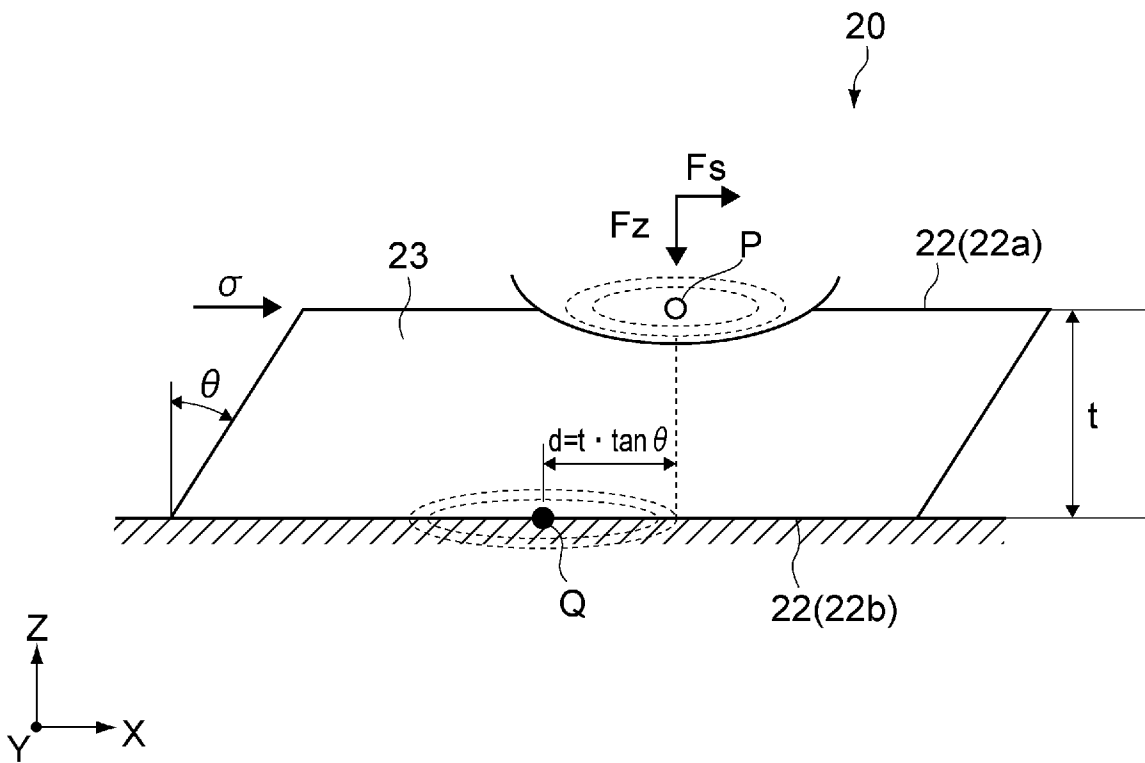
34



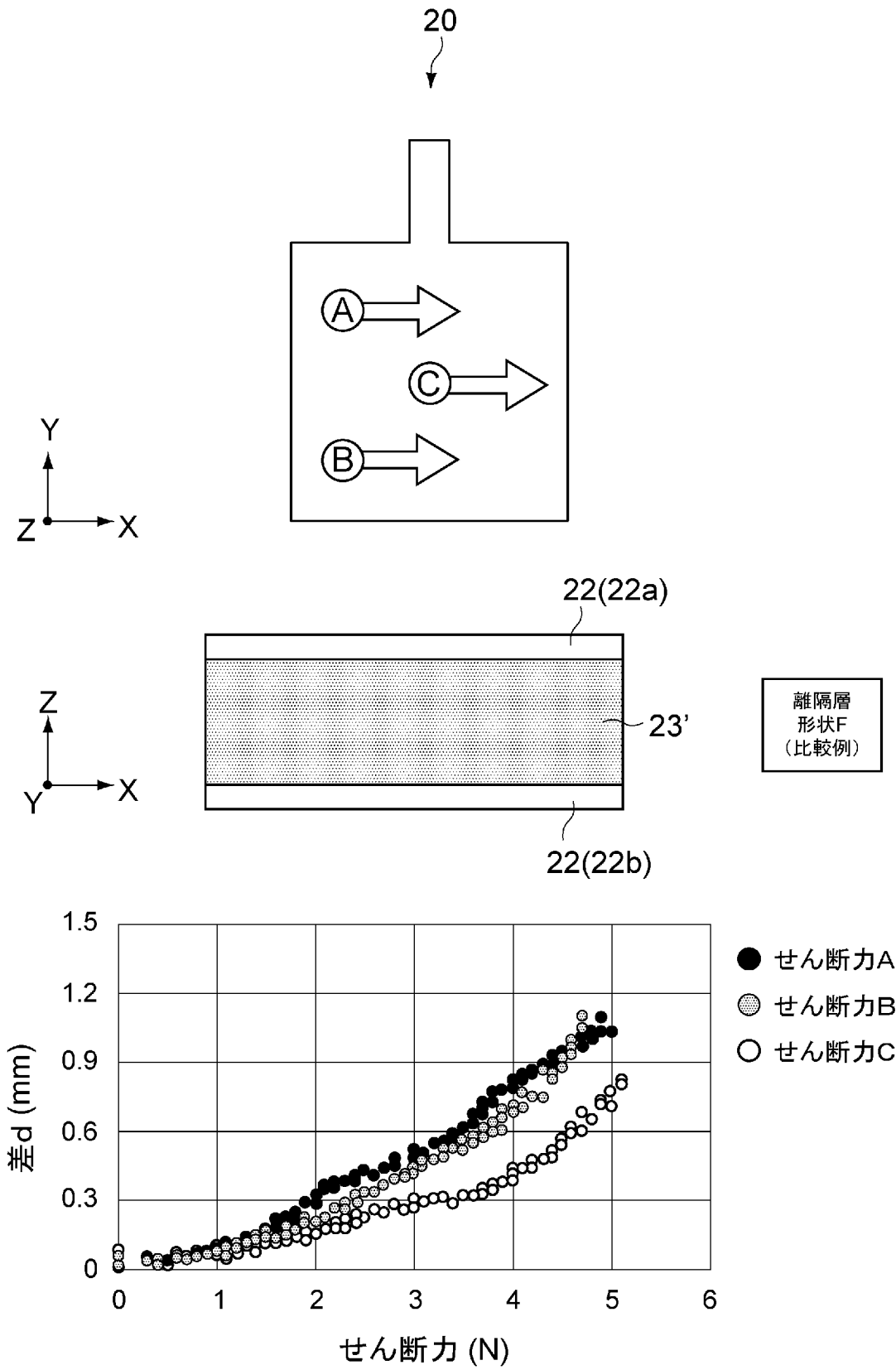
[図7]



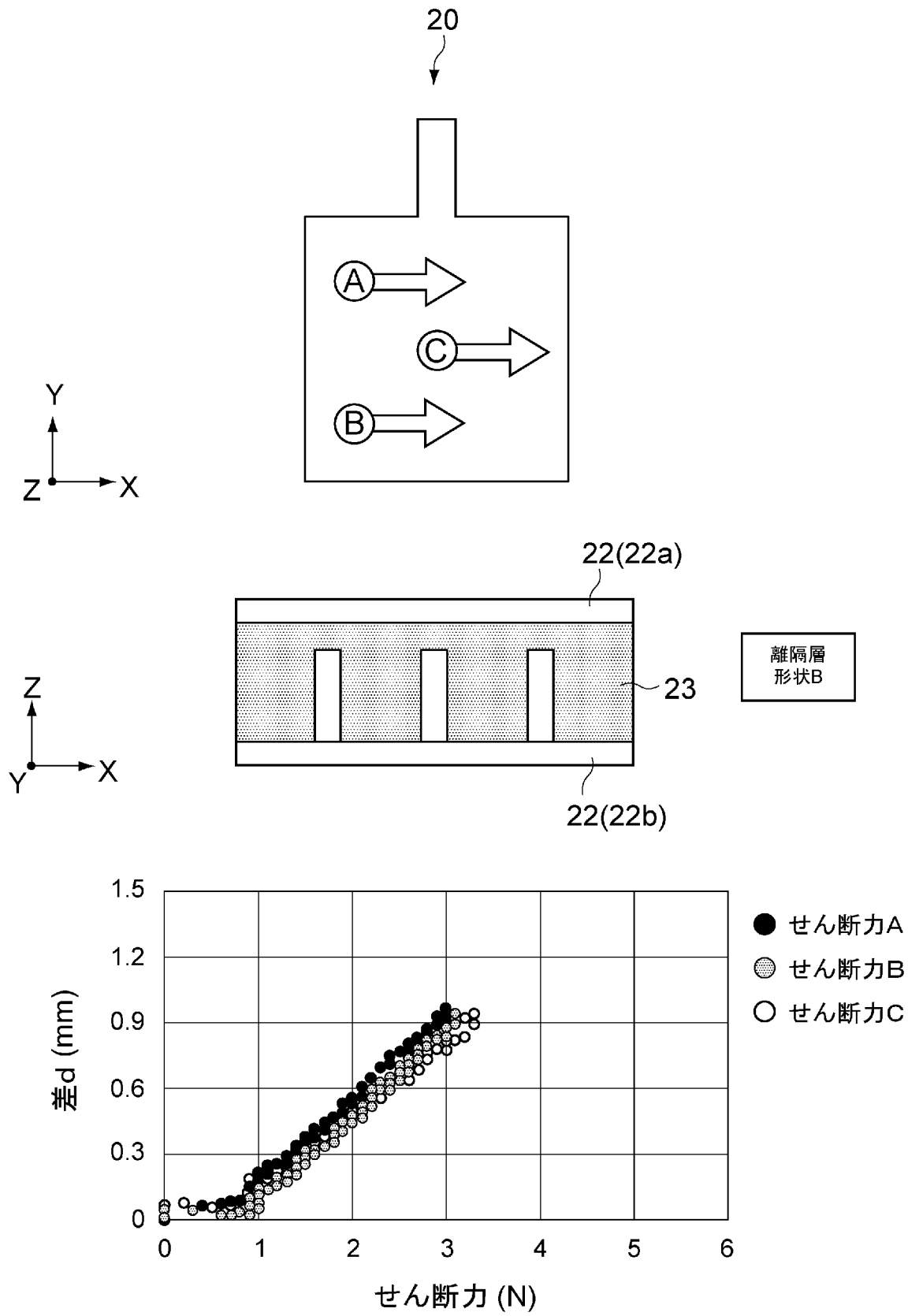
[図8]



[図9]



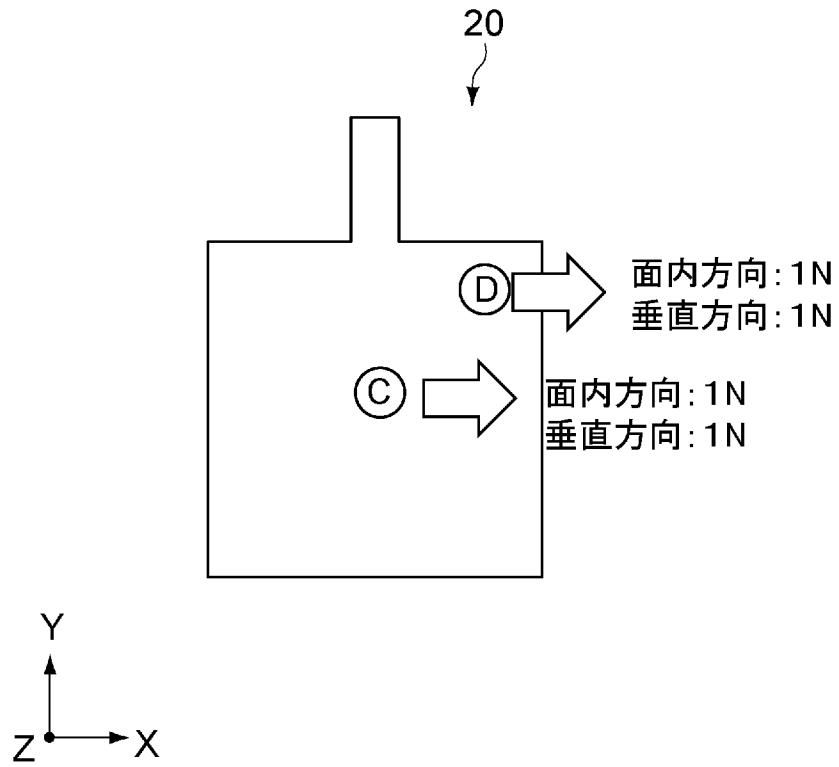
[図10]



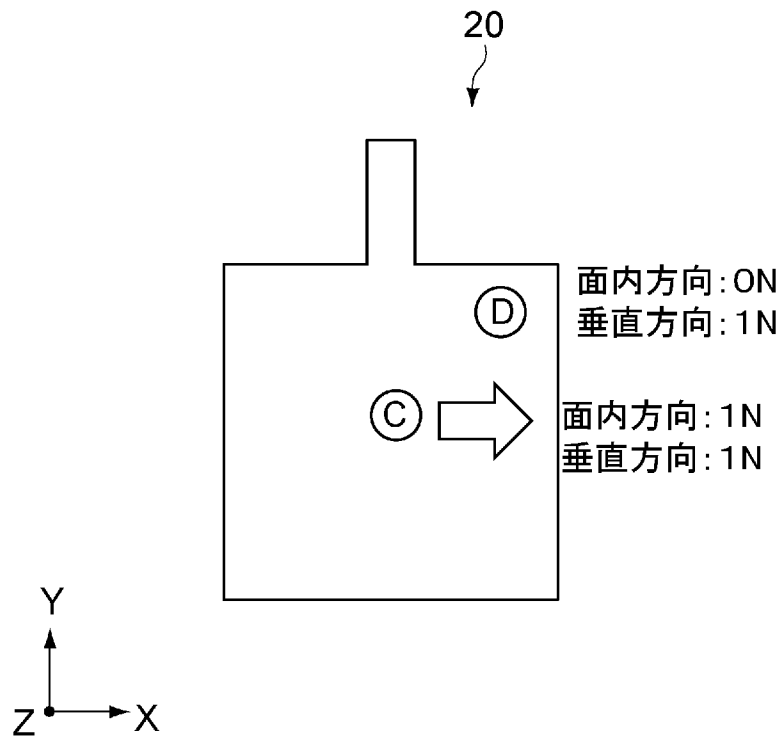
[図11]

	離隔層		面内方向の 検出感度 (S/N)	面内方向の 感度バラつき (%)	面内方向の 感度分離能 (%)
	厚み	材料・針入度			
実施例 1	2000 μ m	シリコンゲル 110°	○ 4.5	130%	50%
実施例 2	4000 μ m	シリコンゲル 110°	○ 7.5	130%	50%
実施例 3	4000 μ m	シリコンゲル 110°	○ 7.5	130%	50%
実施例 4	4000 μ m	シリコンゲル 110°	○ 10.0	100%	25%
実施例 5	4000 μ m	シリコンゲル 110°	○ 10.0	100%	25%
実施例 6	4000 μ m	シリコンゲル 110°	○ 10.0	100%	10%
比較例 1	2000 μ m	シリコンゲル 110°	○ 3.0	240%	100%
比較例 2	4000 μ m	シリコンゲル 110°	○ 5.0	200%	80%

[图12]



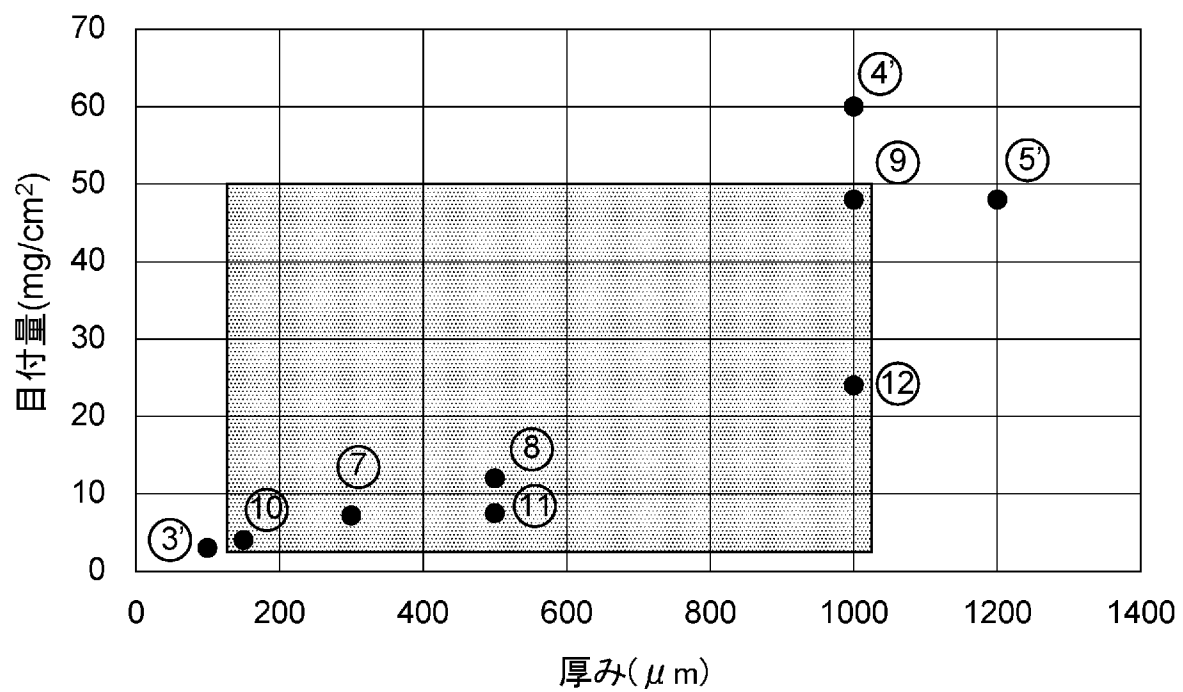
[图13]



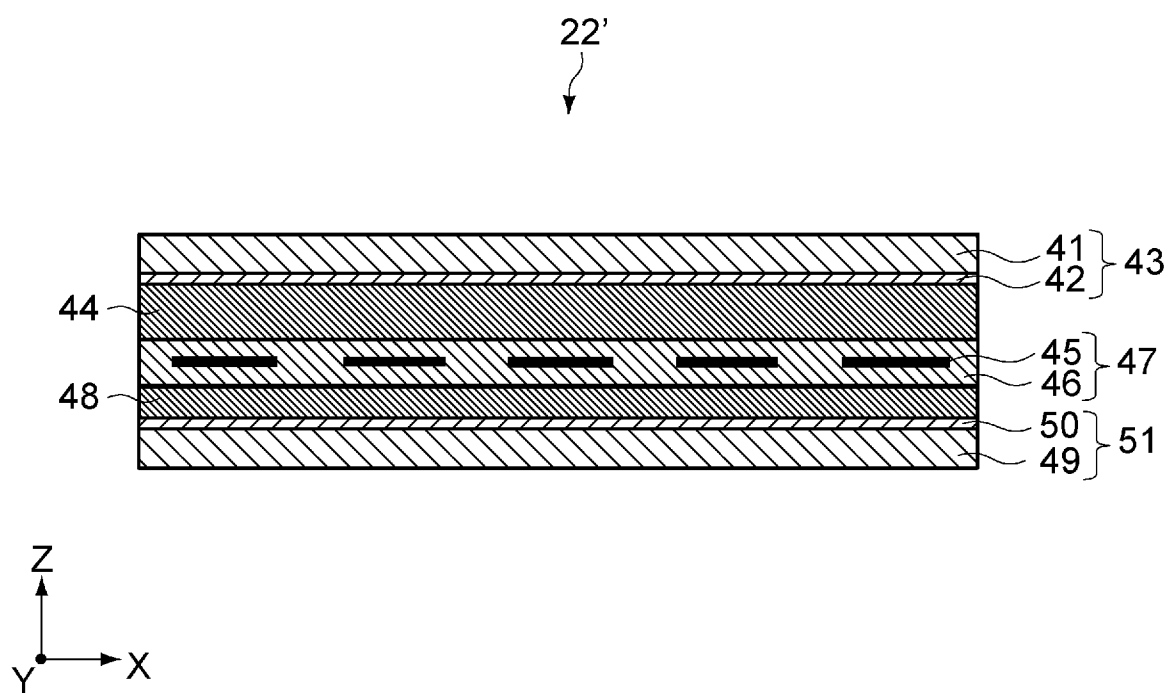
[図14]

	変形層				垂直方向の検出感度 (S/N)	
	厚み (μm)	目付量 (mg/cm ²)	商品名	材料	1kPa	100kPa
実施例 7	300	7.2	発泡フィルム PORON SS-24DP	ポリウレタン	3.0	80
実施例 8	500	12	発泡フィルム PORON SS-24DP	ポリウレタン	2.5	120
実施例 9	1000	24	発泡フィルム PORON SS-24DP	ポリウレタン	2.0	150
実施例 10	150	4	発泡フィルム PORON SS-15DP	ポリウレタン	4.0	200
実施例 11	500	7.5	ナノファイバ	ポリウレタン	2.0	60
実施例 12	1000	48	発泡フィルム PORON SR-S-48	ポリウレタン	1.5	80
比較例 3	100	3	発泡フィルム Purecell S010	ポリウレタン	2.0	× 20
比較例 4	1000	60	発泡フィルム PORON NU60	ポリウレタン	× 1以下	× 30
比較例 5	1200	48	発泡フィルム PORON MS40	ポリウレタン	× 1以下	80

[図15]



[図16]



[図17]

	第一の変形層				第二の変形層				10gf時の 感度	1kgf時の 感度	感度 評価結果
	材料	商品名	厚み (μm)	面積占有率 (%)	目付量 (mg/cm^2)	材料	商品名				
実施例13	ナノアライバ層(1)	—	150	100	4	両面テープ	Neofix100	10	150	良好	
実施例14	ナノアライバ層(2)	—	400	100	10	両面テープ	Neofix100	40	300	良好	
実施例15	発泡フィルム	PORON SR-S-32P	200	100	6	両面テープ	Neofix100	10	200	良好	
実施例16	発泡フィルム	PORON SS-32P	500	100	16	両面テープ	Neofix100	30	350	良好	
実施例17	発泡フィルム	PORON SS-24P	300	100	7	両面テープ	Neofix100	50	350	良好	
実施例18	発泡フィルム	PORON SS-24P	500	100	12	両面テープ	Neofix100	40	400	良好	
実施例19	発泡フィルム	PORON SS-15P	500	100	8	両面テープ	Neofix100	50	400	良好	
実施例20	発泡フィルム	PORON SR-S-40P	1000	100	40	両面テープ	Neofix100	15	200	良好	
実施例21	発泡フィルム	PORON HH48	1000	100	50	両面テープ	Neofix100	10	150	良好	
実施例22	発泡フィルム	PORON SS-24P	500	100	12	発泡フィルム	PORON SS-24P	60	500	良好	
実施例23	発泡フィルム	PORON SS-24P	500	100	12	発泡フィルム	PORON SS-32P	50	600	良好	
実施例24	発泡フィルム	PORON SS-24P	500	100	12	シリコンゲル	FFG-42100-1t	40	400	良好	
比較例6	発泡フィルム	Purecell S010	100	100	3	両面テープ	Neofix100	\times 5	\times 100	不良	
比較例7	発泡フィルム	PORON H48	1500	100	70	両面テープ	Neofix100	\times 5	\times 30	不良	
比較例8	発泡フィルム	PORON H48	1500	100	70	発泡フィルム	PORON H48	\times 5	\times 50	不良	

[図18]

	第一の変形層				第二の変形層				垂直方向の検出感度 (S/N)		変位検出感度 (S/N)
	厚み (μm)	目付量 (mg/cm ²)	商品名	材料	厚み (μm)	目付量 (mg/cm ²)	商品名	材料	1kPa	100kPa	5μm
実施例 25	100	2.5	ナノファイバー	ポリウレタン	500	12	発泡フィルム PORON SS-24DP	ポリウレタン	3	120	5
実施例 26	25	0.9	ナノファイバー	ポリウレタン	500	12	発泡フィルム PORON SS-24DP	ポリウレタン	3	120	10
実施例 27	25	0.9	ナノファイバー	ポリウレタン	500	7.5	発泡フィルム PORON SS-15DP	ポリウレタン	10	200	15
比較例 9	500	12	発泡フィルム PORON SS-24DP	ポリウレタン	100		両面テープ NeoFix100		3	120	^x 1以下
比較例 10	25	0.9	ナノファイバー	ポリウレタン	100		両面テープ NeoFix100		2	^x 20	20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/009800

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G01L5/165 (2020.01) i, G01L5/00 (2006.01) i
 FI: G01L5/165, G01L5/00 101Z

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. G01L5/16-5/173, G01L5/00, G01L1/14, B25J19/02

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2009-34742 A (SONY CORP.) 19 February 2009, paragraphs [0040]-[0142], fig. 1-13	1, 12-20 2-11
Y	JP 2008-101384 A (ASAHI KASEI HOMES KK) 01 May 2008, paragraph [0027]	1, 12-20
Y	WO 2019/135401 A1 (SONY CORP.) 11 July 2019, paragraphs [0022]-[0079], fig. 4-6	13-19
A	JP 2012-247297 A (TOKAI RUBBER INDUSTRIES, LTD.) 13 December 2012	1-20
A	JP 2020-46375 A (NISSHA CO., LTD.) 26 March 2020	1-20

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
 30.03.2021

Date of mailing of the international search report
 13.04.2021

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

Authorized officer

 Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/JP2021/009800

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2016/0015311 A1 (UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON) 21 January 2016	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/009800

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2009-34742 A	19.02.2009	US 2009/0031825 A1 paragraphs [0059]- [0159], fig. 1-13	
JP 2008-101384 A	01.05.2008	US 2011/0252896 A1 (Family: none)	
WO 2019/135401 A1	11.07.2019	(Family: none)	
JP 2012-247297 A	13.12.2012	(Family: none)	
JP 2020-46375 A	26.03.2020	WO 2020/059766 A1	
US 2016/0015311 A1	21.01.2016	WO 2014/068269 A1 GB 2521975 A	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G01L 5/165(2020.01)i; G01L 5/00(2006.01)i FI: G01L5/165; G01L5/00 101Z</p>										
<p>B. 調査を行った分野</p>										
<p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G01L5/16-5/173; G01L5/00; G01L1/14; B25J19/02</p>										
<p>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</p> <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 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年									
<p>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）</p>										
<p>C. 関連すると認められる文献</p>										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号								
Y A	JP 2009-34742 A (ソニー株式会社) 19.02.2009 (2009 - 02 - 19) 段落[0040]-[0142], 図1-13	1, 12-20 2-11								
Y	JP 2008-101384 A (旭化成ホームズ株式会社) 01.05.2008 (2008 - 05 - 01) 段落[0027]	1, 12-20								
Y	WO 2019/135401 A1 (ソニー株式会社) 11.07.2019 (2019 - 07 - 11) 段落[0022]-[0079], 図4-6	13-19								
A	JP 2012-247297 A (東海ゴム工業株式会社) 13.12.2012 (2012 - 12 - 13)	1-20								
A	JP 2020-46375 A (N I S S H A株式会社) 26.03.2020 (2020 - 03 - 26)	1-20								
A	US 2016/0015311 A1 (UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON) 21.01.2016 (2016 - 01 - 21)	1-20								
<p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>										
<p>* 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</p>	<p>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献</p>									
<p>国際調査を完了した日 30.03.2021</p>	<p>国際調査報告の発送日 13.04.2021</p>									
<p>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</p>	<p>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</p>									

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/009800

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2009-34742	A	19.02.2009	US	2009/0031825	A1	
					段落[0059]-[0159], 図1-13		
				US	2011/0252896	A1	
JP	2008-101384	A	01.05.2008	(ファミリーなし)			
WO	2019/135401	A1	11.07.2019	(ファミリーなし)			
JP	2012-247297	A	13.12.2012	(ファミリーなし)			
JP	2020-46375	A	26.03.2020	WO	2020/059766	A1	
US	2016/0015311	A1	21.01.2016	WO	2014/068269	A1	
				GB	2521975	A	