

(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
2022年11月17日(17.11.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/239434 A1

(51) 国際特許分類:
G01L 1/16 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/010522

(22) 国際出願日: 2022年3月10日(10.03.2022)

(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 2021-080401 2021年5月11日(11.05.2021) 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 1 0 番 1 号 Kyoto (JP).

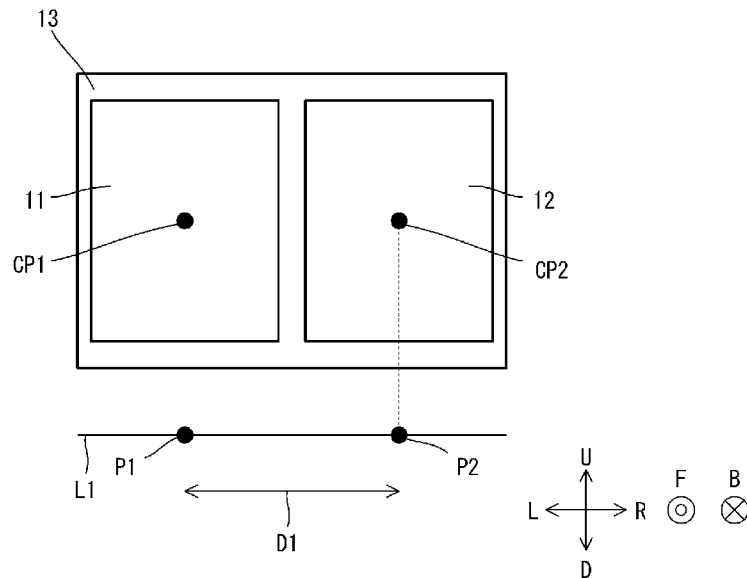
(72) 発明者: 飯塚 雄彦 (**IIZUKA Takehiko**);
〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1
0 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
能澤 伸幸(**NOZAWA Nobuyuki**); 〒6178555 京
都府長岡京市東神足 1 丁目 1 0 番 1 号 株
式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 古樋 知重
(**FURUHI Tomoshige**); 〒6178555 京都府長岡京
市東神足 1 丁目 1 0 番 1 号 株式会社村田製
作所内 Kyoto (JP). 川野 浩嗣(**KAWANO Koji**);
〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 0
番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 渡
部 貴志(**WATANABE Takashi**); 〒6178555 京都
府長岡京市東神足 1 丁目 1 0 番 1 号 株式会
社村田製作所内 Kyoto (JP). 牧野 純(**MAKINO
Jun**); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁

(54) **Title:** SENSOR UNIT AND SENSOR UNIT INSTALLATION METHOD

(54) 発明の名称: センサユニットおよびセンサユニット取付方法

[図1]

10



(57) **Abstract:** This sensor unit comprises a first sensor section that detects deformation of a measured object and a second sensor section that detects deformation of the measured object. The first sensor section and the second sensor section, when attached to the measured object, are fixed to the measured object so that the measured object is located between the first sensor section and the second sensor section in a first direction. A physical property value of the first sensor section and a physical property value of the second sensor section change depending on a first deformation of the measured object.



WO 2022/239434 A1



目 1 0 番 1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP). 吾郷 健太(AGO Kenta); 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 0 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, 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, JM, 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))

(57) 要約: センサユニットにおいて、被測定物の変形を検出する第 1 センサ部と、被測定物の変形を検出する第 2 センサ部と、を備え、第 1 センサ部および第 2 センサ部は、被測定物に取り付けられた状態で、第 1 方向において第 1 センサ部と第 2 センサ部との間に被測定物が配置されるように、被測定物に固定され、被測定物の第 1 変形に応じて、第 1 センサ部の物性値および第 2 センサ部の物性値は、変化する。

明 細 書

発明の名称： センサユニットおよびセンサユニット取付方法

技術分野

[0001] 本発明は、被測定物の形状変化を検出するセンサユニットおよびセンサユニット取付方法に関する。

背景技術

[0002] 従来のセンサユニットおよびセンサユニット取付方法に関する発明としては、例えば、特許文献1に記載のスイング解析装置、スイング解析方法、およびスイング解析システムが知られている。特許文献1に記載のスイング解析装置は、ゴルフクラブのシャフトに取り付けられたセンサにより検出された加速度情報、角速度情報およびシャフトの歪み情報の入力を受け付ける情報入力部と、加速度情報および角速度情報に基づいて、スイング期間のゴルフクラブの姿勢情報を算出する姿勢算出部と、シャフトの歪み情報に基づいて、インパクト時におけるゴルフクラブの姿勢情報を補正する補正部と、補正部により補正されたゴルフクラブの姿勢情報をディスプレイに表示させる表示制御部とを備えている。このようなスイング解析装置によれば、ゴルフクラブのスイングを解析することができる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第6342034号公報

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に記載のスイング解析装置において、センサの検出精度を向上したいという要望がある。

[0005] そこで、本発明の目的は、検出精度に優れたセンサユニットおよびセンサユニット取付方法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センサユニットは、
被測定物の変形を検出するセンサユニットであって、
前記センサユニットは、
前記被測定物の変形を検出する第1センサ部と、
前記被測定物の変形を検出する第2センサ部と、を備え、
前記第1センサ部および前記第2センサ部は、前記被測定物に取り付けられた状態で、第1方向において前記第1センサ部と前記第2センサ部との間に前記被測定物が配置されるように、前記被測定物に固定され、
前記被測定物の第1変形に応じて、前記第1センサ部の物性値および前記第2センサ部の物性値は、変化する。
- [0007] 本発明の一形態に係るセンサユニット取付方法は、
第3方向に垂直な断面が点対称な形状を含む被測定物に対して、第1センサ部および第2センサ部を取り付けるセンサユニット取付方法であって、
前記第1センサ部と前記第2センサ部との間に前記被測定物が配置されるように、かつ、前記被測定物の変形に応じて、前記第1センサ部の物性値および前記第2センサ部の物性値が変化するよう、前記第1センサ部および前記第2センサ部を前記被測定物に固定する。
- [0008] 本明細書において、第3方向に延びる軸や部材は、必ずしも第3方向と平行である軸や部材だけを示すものではない。第3方向に延びる軸や部材とは、第3方向に対して ± 45 度の範囲で傾斜している軸や部材のことである。同様に、前後方向に延びる軸や部材とは、前後方向に対して ± 45 度の範囲で傾斜している軸や部材のことである。左右方向に延びる軸や部材とは、左右方向に対して ± 45 度の範囲で傾斜している軸や部材のことである。上下方向に延びる軸や部材とは、上下方向に対して ± 45 度の範囲で傾斜している軸や部材のことである。
- [0009] 本明細書において、方向を以下のように定義する。ゴルフクラブ20, 20a~20dにおいて、それぞれ、被測定物であるシャフト21, 21a~21dは、円柱形状であり、その円柱の中心軸線方向を第3方向と定義する

。第3方向周りを周方向と定義する。第3方向に直交する方向を第1方向と定義する。第3方向に直交し、第1方向と異なる方向を第2方向と定義する。また、シート13、13a～13dが平面に展開された状態で、それぞれ、シート13、13a～13dの主面の法線方向を前後方向と定義する。シート13、13a～13dが平面に展開された状態で、前後方向に視て、それぞれ、第1センサ部11、11a～11dと第2センサ部12、12a～12dとが並ぶ方向を左右方向と定義する。前後方向と左右方向とに直交する方向を上下方向と定義する。

[0010] 本明細書において、特に断りのない場合には、第1部材の各部について以下のように定義する。第1部材の前部とは、第1部材の前半分を意味する。第1部材の後部とは、第1部材の後半分を意味する。第1部材の左部とは、第1部材の左半分を意味する。第1部材の右部とは、第1部材の右半分を意味する。第1部材の上部とは、第1部材の上半分を意味する。第1部材の下部とは、第1部材の下半分を意味する。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、検出精度に優れたセンサユニットおよびセンサユニット取付方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図1は、第1の実施形態に係るシート13が平面に展開された状態のセンサユニット10の平面図である。

[図2]図2は、第1の実施形態に係るシート13が平面に展開された状態の第1センサ部11の平面図および断面図である。

[図3]図3は、第1の実施形態に係るシート13が平面に展開された状態の第2センサ部12の平面図および断面図である。

[図4]図4は、第1の実施形態に係るセンサユニット10のシャフト21への取り付け状態の斜視図である。

[図5]図5は、第1の実施形態に係るセンサユニット10のシャフト21への取り付け状態のA-Aにおける断面図である。

[図6]図6は、第1の変形例に係るシート13aが平面に展開された状態のセンサユニット10aの平面図である。

[図7]図7は、第2の実施形態に係るシート13bが平面に展開された状態のセンサユニット10bの平面図である。

[図8]図8は、第2の実施形態に係るシート13bが平面に展開された状態の第3センサ部15bの平面図および断面図である。

[図9]図9は、第2の実施形態に係るシート13bが平面に展開された状態の第4センサ部16bの平面図および断面図である。

[図10]図10は、第2の実施形態に係るセンサユニット10bのシャフト21bへの取り付け状態の斜視図である。

[図11]図11は、第2の実施形態に係るセンサユニット10bのシャフト21bへの取り付け状態のA-Aにおける断面図である。

[図12]図12は、第2の変形例に係るシート13cが平面に展開された状態のセンサユニット10cの平面図である。

[図13]図13は、第3の実施形態に係るシート13dが平面に展開された状態のセンサユニット10dの平面図である。

[図14]図14は、第3の実施形態に係るシート13dが平面に展開された状態の第5センサ部18dの平面図および断面図である。

[図15]図15は、第3の実施形態に係るセンサユニット10dのシャフト21dへの取り付け状態の斜視図である。

[図16]図16は、第3の実施形態に係るセンサユニット10dのシャフト21dへの取り付け状態のA-Aにおける断面図である。

発明を実施するための形態

[0013] [第1の実施形態]

以下に、本発明の第1の実施形態に係るセンサユニット10について、図を参照しながら説明する。図1は、第1の実施形態に係るシート13が平面に展開された状態のセンサユニット10の平面図である。図2は、第1の実施形態に係るシート13が平面に展開された状態の第1センサ部11の平面

図および断面図である。図3は、第1の実施形態に係るシート13が平面に展開された状態の第2センサ部12の平面図および断面図である。図4は、第1の実施形態に係るセンサユニット10のシャフト21への取り付け状態の斜視図である。図5は、第1の実施形態に係るセンサユニット10のシャフト21への取り付け状態のA-Aにおける断面図である。

[0014] センサユニット10は、後述のシャフト21の変形を検出するセンサユニットである。図1に示すように、センサユニット10は、第1センサ部11、第2センサ部12およびシート13を備えている。第1センサ部11および第2センサ部12は、左から右へとこの順に並んでいる。

[0015] 第1センサ部11は、後述のシャフト21の変形を検出し、フィルム形状を含んでいる。第1センサ部11は、前主面および後主面を含んでいる。図2に示すように、第1センサ部11は、圧電フィルム113、第1電極114a、第2電極114b、チャージアンプ115および電圧増幅回路116を含んでいる。

[0016] 圧電フィルム113は、圧電体の一例である。圧電フィルム113は、フィルム形状を有している。したがって、圧電フィルム113（第1圧電体）は、前主面S111（第1圧電体第1主面）および後主面S112（第1圧電体第2主面）を含んでいる。圧電フィルム113（第1圧電体）の主面は、圧電フィルム113（第1圧電体）が平面に展開された状態で、シート13（第1シート）の主面の法線方向に視て、矩形状を有している。本実施形態では、シート13（第1シート）が平面に展開された状態において、圧電フィルム113（第1圧電体）の前主面S111および後主面S112は、前後方向に視て、上下方向に延びる長辺および左右方向に延びる短辺を有する矩形状を有している。本実施形態では、圧電フィルム113（第1圧電体）の長手方向は、上下方向であり、圧電フィルム113（第1圧電体）の短手方向は、左右方向である。本実施形態では、圧電フィルム113は、PLAフィルムである。

[0017] 第2センサ部12は、後述のシャフト21の変形を検出し、フィルム形状

を含んでいる。ただし、第1センサ部11が検出する後述のシャフト21の変形方向と第2センサ部12が検出する後述のシャフト21の変形方向とは、同じ方向である。第2センサ部12は、前主面および後主面を含んでいる。図3に示すように、第2センサ部12は、圧電フィルム123、第3電極124aおよび第4電極124bを含んでいる。

[0018] 圧電フィルム123は、圧電体の一例である。圧電フィルム123は、フィルム形状を有している。したがって、圧電フィルム123（第2圧電体）は、前主面S121（第2圧電体第1主面）および後主面S122（第2圧電体第2主面）を含んでいる。圧電フィルム123（第2圧電体）の主面は、圧電フィルム123（第2圧電体）が平面に展開された状態で、シート13（第1シート）の主面の法線方向に視て、矩形状を有している。本実施形態では、シート13（第1シート）が平面に展開された状態において、圧電フィルム123（第2圧電体）の前主面S121および後主面S122は、前後方向に視て、上下方向に延びる長辺および左右方向に延びる短辺を有する矩形状を有している。本実施形態では、圧電フィルム123（第2圧電体）の長手方向は、上下方向であり、圧電フィルム123（第2圧電体）の短手方向は、左右方向である。本実施形態では、圧電フィルム123は、PLAフィルムである。以下に、圧電フィルム113および圧電フィルム123についてより詳細に説明する。

[0019] 圧電フィルム113および圧電フィルム123は、それぞれ、圧電フィルム113および圧電フィルム123のそれぞれの変形量の微分値に応じた電荷を発生する。圧電フィルム113および圧電フィルム123がそれぞれ上下方向に伸張されたときに発生する電荷の極性が、圧電フィルム113および圧電フィルム123がそれぞれ左右方向に伸張されたときに発生する電荷の逆となる特性を有している。具体的には、圧電フィルム113および圧電フィルム123は、それぞれ、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。P L L Aは、一軸延伸されて分子が配向する圧電性を有する。圧電フィルム113および圧電フィルム123は、それぞれ、d14の圧電定数を有している。

[0020] 圧電フィルム113（第1圧電体）の一軸延伸軸OD1は、上下方向に対して時計回りに45度の角度を形成し、左右方向に対して反時計回りに45度の角度を形成している。すなわち、圧電フィルム113（第1圧電体）は、少なくとも一軸方向に延伸されている。この45度は、例えば、45度±10度程度を含む角度を含む。これにより、圧電フィルム113は、圧電フィルム113が上下方向に伸張されるように変形することまたは上下方向に圧縮されるように変形することにより、電荷を発生する。圧電フィルム113は、例えば、上下方向に伸張されるように変形すると負の電荷を発生する。圧電フィルム113は、例えば、上下方向に圧縮されるように変形すると正の電荷を発生する。電荷の大きさは、伸張または圧縮による圧電フィルム113の変形量の微分値に依存する。

[0021] 圧電フィルム123（第2圧電体）の一軸延伸軸OD2は、上下方向に対して反時計回りに45度の角度を形成し、左右方向に対して時計回りに45度の角度を形成している。すなわち、圧電フィルム123（第2圧電体）は、少なくとも一軸方向に延伸されている。この45度は、例えば、45度±10度程度を含む角度を含む。これにより、圧電フィルム113（第1圧電体）の一軸延伸軸OD1は、シート13（第1シート）が平面に展開された状態で、圧電フィルム123（第2圧電体）の一軸延伸軸OD2に対して時計回りに90度の角度を形成する。この90度は、例えば、90度±10度程度を含む角度を含む。また、圧電フィルム123は、圧電フィルム123が上下方向に伸張されるように変形することまたは上下方向に圧縮されるように変形することにより、電荷を発生する。圧電フィルム123は、例えば、上下方向に伸張されるように変形すると正の電荷を発生する。圧電フィルム123は、例えば、上下方向に圧縮されるように変形すると負の電荷を発生する。電荷の大きさは、伸張または圧縮による圧電フィルム123の変形

量の微分値に依存する。

- [0022] 第1電極114aは、信号電極である。図2に示すように、第1電極114aは、後主面S112（第1圧電体第2主面）に設けられている。第1電極114aは、後主面S112を覆っている。第1電極114a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。
- [0023] 第2電極114bは、グランド電極である。第2電極114bは、グランド電位に接続される。図2に示すように、第2電極114bは、前主面S111（第1圧電体第1主面）に設けられている。これにより、圧電フィルム113は、第1電極114aと第2電極114bとの間に位置している。第2電極114bは、前主面S111を覆っている。第2電極114b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。
- [0024] このような第1センサ部11は、図示しない接着層を介して、シート13（第1シート）に取り付けられている。より詳細には、接着層は、導電性を有する。具体的には、接着層は、第1電極114aとシート13（第1シート）の前主面とを固定する。すなわち、第1センサ部11の後主面は、シート13の前主面に固定されている。
- [0025] 第3電極124aは、信号電極である。図3に示すように、第3電極124aは、後主面S122（第2圧電体第2主面）に設けられている。第3電極124aは、後主面S122を覆っている。第3電極124a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。
- [0026] 第4電極124bは、グランド電極である。第4電極124bは、グランド電位に接続される。図3に示すように、第4電極124bは、前主面S121（第2圧電体第1主面）に設けられている。これにより、圧電フィルム123は、第3電極124aと第4電極124bとの間に位置している。第4電極124bは、前主面S121を覆っている。第4電極124bは、例

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] このような第2センサ部12は、図示しない接着層を介して、シート13（第1シート）に取り付けられている。より詳細には、接着層は、導電性を有する。具体的には、接着層は、第3電極124aとシート13（第1シート）の前主面とを固定する。すなわち、第2センサ部12の後主面は、シート13の前主面に固定されている。

[0028] シート13は、後述のシャフト21に取り付けられるシートである。シート13（第1シート）は、導電性を有する。これにより、シート13（第1シート）は、第1電極114aと第2センサ部12の第3電極124aとを電氣的に接続している。したがって、第3電極124aは、第1電極114aを介してチャージアンプ115に接続されている。

[0029] チャージアンプ115は、圧電フィルム113および圧電フィルム123が発生した電荷を電圧信号である検出信号に変換して、電圧増幅回路116に出力する。電圧増幅回路116は、検出信号を増幅して、出力する。

[0030] シート13の説明に戻る。シート13は、前主面および後主面を含んでいる。シート13の前主面および後主面の形状は、矩形状である。シート13の前主面は、上下方向に延びる左短辺、上下方向に延びる右短辺、左右方向に延びる上長辺および左右方向に延びる下長辺を有する矩形状を有している。シート13の後主面は、上下方向に延びる左短辺、上下方向に延びる右短辺、左右方向に延びる上長辺および左右方向に延びる下長辺を有している。シート13の前主面の上長辺および下長辺、並びに、シート13の後主面の上長辺および下長辺の長さは、シート13が平面に展開された状態で、後述のシャフト21の断面円の円周の長さ以上である。シート13の後主面には、図示しない接着層が設けられている。接着層は、絶縁性を有する。

[0031] 図1に示すように、シート13が平面に展開された状態で、第1センサ部11の前主面は、前後方向に視て、第2センサ部12の前主面と重ならない位置に配置されている。すなわち、第1センサ部11の前主面は、シート1

3が平面に展開された状態で、前後方向に視て、第2センサ部12の前主面と重ならない部分を有している。第2センサ部12の前主面は、前後方向に視て、第1センサ部11の前主面と重ならない位置に配置されている。すなわち、第2センサ部12の前主面は、シート13が平面に展開された状態で、前後方向に視て、第1センサ部11の前主面と重ならない部分を有している。

[0032] 図1に示すように、シート13（第1シート）が平面に展開された状態で、シート13の前主面の左短辺および右短辺、第1センサ部11の長辺（第1圧電体の長手方向）、並びに、第2センサ部12の長辺（第2圧電体の長手方向）は、互いに平行である。また、シート13が平面に展開された状態で、シート13の前主面の上長辺および下長辺、第1センサ部11の短辺、並びに、第2センサ部12の短辺は、互いに平行である。

[0033] 図1に示すように、シート13が平面に展開された状態で、前後方向に視て、第1センサ部11の第1中心点CP1を定義する。第1中心点CP1は、例えば、第1センサ部11の前主面の重心である。また、第1中心点CP1は、例えば、第1センサ部11の後主面の重心であってもよい。また、第1中心点CP1は、例えば、第1センサ部11の前主面の中心であってもよい。このとき、例えば、第1センサ部11の前主面において2つの対角線を定義した場合、第1中心点CP1において、2つの対角線が交わる。また、例えば、第1センサ部11の前主面において、2つの短辺の中点同士を結ぶ直線および2つの長辺の中点同士を結ぶ直線を定義した場合、第1中心点CP1において2つの短辺の中点同士を結ぶ直線と2つの長辺の中点同士を結ぶ直線とは、交わる。また、第1中心点CP1は、例えば、第1センサ部11の後主面の中心であってもよい。このとき、例えば、第1センサ部11の後主面において2つの対角線を定義した場合、第1中心点CP1において、2つの対角線が交わる。また、例えば、第1センサ部11の後主面において、2つの短辺の中点同士を結ぶ直線および2つの長辺の中点同士を結ぶ直線を定義した場合、第1中心点CP1において2つの短辺の中点同士を結ぶ直

線と2つの長辺の midpoint同士を結ぶ直線とは、交わる。

[0034] 同様に、シート13が平面に展開された状態で、前後方向に視て、第2センサ部12の第2中心点CP2を定義する。なお、第2中心点CP2の定義は、第1中心点CP1の定義に準じるため、詳細な説明を省略する。

[0035] 図1に示すように、シート13が平面に展開された状態で、前後方向に視て、左右方向に延びる任意の直線L1を定義する。シート13が平面に展開された状態で、前後方向に視て、第1中心点CP1から直線L1に下ろした垂線と直線L1との交点を第1交点P1と定義する。また、前後方向に視て、第2中心点CP2から直線L1に下ろした垂線と直線L1との交点を第2交点P2と定義する。第1交点P1と第2交点P2との距離を第1距離D1と定義する。本実施形態の第1距離D1は、シート13が平面に展開された状態で、後述のシャフト21の断面円の円周の長さの2分の1と等しい。

[0036] 図4に示すように、ゴルフクラブ20は、シャフト21およびヘッド22を備える。シャフト21の形状は、円柱形状である。その円柱の中心軸線方向は、第3方向DIR3と等しい。すなわち、シャフト21は、第3方向DIR3に延びている。シャフト21の第3方向DIR3に垂直な断面は、円形状を有する。シャフト21の断面円の円周方向は、周方向DIRCと等しい。シャフト21は、第3方向DIR3において、第1端および第2端を有している。ヘッド22は、シャフト21の第1端に設けられている。グリップは、シャフト21の第2端近傍に設けられている。本実施形態では、被測定物は、シャフト21である。

[0037] センサユニット10は、シャフト21の円周面に取り付けられている。具体的には、シート13の後主面は、シート13の後主面に設けられている図示しない接着層によりシャフト21に固定されている。図4の例では、センサユニット10は、シャフト21のグリップ付近に取り付けられているが、センサユニット10のシャフト21への取付位置は、これに限るものではない。センサユニット10がシャフト21に取り付けられた状態において、シート13の前主面の上長辺および下長辺の延びる方向は、周方向DIRCと

等しい。

[0038] 上述のように、シート13の前主面上長辺および下長辺の延びる方向は、周方向D1RCと等しい。これにより、第1距離D1は、第1センサ部11の第1中心点CP1と第2センサ部12の第2中心点CP2との間の周方向D1RCにおける距離と等しい。また、上述のように、第1距離D1は、シート13が平面に展開された状態で、シャフト21の断面円の円周の長さの2分の1と等しい。これにより、第1センサ部11の第1中心点CP1と第2センサ部12の第2中心点CP2とは、シャフト21の周方向D1RCに180度離れるように配置される。すなわち、図5に示すように、センサユニット10がシャフト21に取り付けられた状態で、第1センサ部11および第2センサ部12は、第1方向D1R1において第1センサ部11と第2センサ部12との間にシャフト21が配置されるように、シャフト21に固定されている。これにより、第1センサ部11は、シャフト21の第1方向D1R1の変形を検出する。同様に、第2センサ部12は、シャフト21の第1方向D1R1の変形を検出する。本実施形態では、第1センサ部11が検出するシャフト21の変形は、シャフト21の第1方向D1R1の変形（曲げ）であり、第2センサ部12が検出するシャフト21の変形は、シャフト21の第1方向D1R1の変形（曲げ）である。

[0039] 例えば、シャフト21が第1方向D1R1に変形した場合、シャフト21の変形に応じて、圧電フィルム113は、電荷を発生し、圧電フィルム123は、電荷を発生する。すなわち、シャフト21の変形（第1変形）に応じて、圧電フィルム113の電気的特性および圧電フィルム123の電気的特性は、変化する。圧電フィルム113は、上下方向に圧縮されるため、正の電荷を発生し、圧電フィルム123は、上下方向に伸張されるため、正の電荷を発生する。すなわち、圧電フィルム113が発生する電荷の極性と圧電フィルム123が発生する電荷の極性とは、等しくなる。

[0040] ただし、シャフト21が第2方向D1R2に変形した場合、シャフト21の変形に応じて、圧電フィルム113は、電荷を発生せずまたは電荷をほと

んど発生せず、圧電フィルム 1 2 3 は、電荷を発生せずまたは電荷をほとんど発生しない。すなわち、シャフト 2 1 の変形（第 2 変形）に応じて、圧電フィルム 1 1 3 の電気的特性および圧電フィルム 1 2 3 の電気的特性は、変化しないまたはほとんど変化しない。

[0041] [効果]

センサユニット 1 0 によれば、検出精度を向上させることができる。より詳細には、シャフト 2 1 の第 3 方向 D 1 R 3 に垂直な断面は、円形状を有する。第 1 センサ部 1 1 および第 2 センサ部 1 2 は、シャフト 2 1 に取り付けられた状態で、第 1 方向 D 1 R 1 において第 1 センサ部 1 1 と第 2 センサ部 1 2 との間にシャフト 2 1 が配置されるように、シャフト 2 1 に固定される。シャフト 2 1 の変形に応じて、第 1 センサ部 1 1 の電気的特性および第 2 センサ部 1 2 の電気的特性は、変化する。これにより、シャフト 2 1 が第 1 方向 D 1 R 1 に変形（曲げ）した場合、圧電フィルム 1 1 3 は、圧縮し、圧電フィルム 1 2 3 は、伸張し、圧電フィルム 1 1 3 および圧電フィルム 1 2 3 の両方が電荷を発生する。よって、第 1 センサ部 1 1 の検出信号の電位が変化すると共に、第 2 センサ部 1 2 の検出信号の電位が変化する。これにより、シャフト 2 1 の変形の検知に第 1 センサ部 1 1 の検出信号および第 2 センサ部 1 2 の検出信号を利用できる。その結果、センサユニット 1 0 によれば、シャフト 2 1 の変形の検出精度を向上させることができる。

[0042] センサユニット 1 0 によれば、第 1 センサ部 1 1 および第 2 センサ部 1 2 の検出信号の生成が容易になる。より詳細には、圧電フィルム 1 1 3（第 1 圧電体）の一軸延伸軸 O D 1 は、上下方向に対して時計回りに 4 5 度の角度を形成し、左右方向に対して反時計回りに 4 5 度の角度を形成している。圧電フィルム 1 2 3（第 2 圧電体）の一軸延伸軸 O D 2 は、上下方向に対して反時計回りに 4 5 度の角度を形成し、左右方向に対して時計回りに 4 5 度の角度を形成している。これにより、圧電フィルム 1 1 3（第 1 圧電体）の一軸延伸軸 O D 1 は、シート 1 3（第 1 シート）が平面に展開された状態で、圧電フィルム 1 2 3（第 2 圧電体）の一軸延伸軸 O D 2 に対して時計回りに

90度の角度を形成する。これにより、シャフト21が第1方向D1R1に変形（曲げ）した場合、圧電フィルム113が発生する電荷の極性と圧電フィルム123が発生する電荷の極性とは、等しくなる。よって、圧電フィルム113が発生する電荷と圧電フィルム123が発生する電荷とを加算することによって、検出信号を生成することができる。その結果、第1センサ部11および第2センサ部12の検出信号の生成が容易になる。

[0043] センサユニット10によれば、シート13（第1シート）は、第1電極114aと第3電極124aとを電氣的に接続している。これにより、1個のチャージアンプ115および1個の電圧増幅回路116により、第1センサ部11および第2センサ部12の検出信号を生成することができる。その結果、センサユニット10の回路構成が簡素化される。

[0044] [第1の変形例]

以下に、本発明の第1の変形例に係るセンサユニット10aについて、図を参照しながら説明する。図6は、第1の変形例に係るシート13aが平面に展開された状態のセンサユニット10aの平面図である。なお、第1の変形例に係るセンサユニット10aについては、第1の実施形態に係るセンサユニット10の配置構造と異なる部分のみ説明し、後は省略する。

[0045] 図6に示すように、センサユニット10aは、シート14aを更に備える。シート13a（第1シート）は、絶縁性を有する。シート14a（第2シート）は、導電性を有する。シート14aは、前後方向に視て、左右方向に延びる帯形状を有している。シート14aは、第1センサ部11aおよび第2センサ部12aに取り付けられている。具体的には、シート14a（第2シート）は、第1電極114aと第3電極124aとを電氣的に接続する。シート14aの左部は、第1電極114aの上部に取り付けられている。シート14aの右部は、第3電極124aの上部に取り付けられている。

[0046] 以上のようなセンサユニット10aにおいても、センサユニット10と同じ効果を奏する。

[0047] なお、本変形例では、シート14aは、第1電極114aと第3電極12

4 a とを電氣的に接続しているが、シート 1 4 a は、第 2 電極 1 1 4 b と第 4 電極 1 2 4 b と電氣的に接続してもよい。

[0048] また、センサユニット 1 0 a は、導電性を有するシート 1 4 e を更に備え、第 1 センサ部 1 1 a と第 2 センサ部 1 2 a とは、シート 1 4 e により、接続されてもよい。具体的には、シート 1 4 a は、第 1 電極 1 1 4 a と第 3 電極 1 2 4 a とを接続し、シート 1 4 e は、第 2 電極 1 1 4 b と第 4 電極 1 2 4 b とを接続してもよい。すなわち、シート 1 4 a (第 2 シート) は、第 1 電極 1 1 4 a と第 3 電極 1 2 4 a とを電氣的に接続し、シート 1 4 e (第 3 シート) は、第 2 電極 1 1 4 b と第 4 電極 1 2 4 b とを電氣的に接続してもよい。

[0049] [第 2 の実施形態]

以下に、本発明の第 2 の実施形態に係るセンサユニット 1 0 b について、図を参照しながら説明する。図 7 は、第 2 の実施形態に係るシート 1 3 b が平面に展開された状態のセンサユニット 1 0 b の平面図である。図 8 は、第 2 の実施形態に係るシート 1 3 b が平面に展開された状態の第 3 センサ部 1 5 b の平面図および断面図である。図 9 は、第 2 の実施形態に係るシート 1 3 b が平面に展開された状態の第 4 センサ部 1 6 b の平面図および断面図である。図 1 0 は、第 2 の実施形態に係るセンサユニット 1 0 b のシャフト 2 1 b への取り付け状態の斜視図である。図 1 1 は、第 2 の実施形態に係るセンサユニット 1 0 b のシャフト 2 1 b への取り付け状態の A - A における断面図である。なお、第 2 の実施形態に係るセンサユニット 1 0 b については、第 1 の実施形態に係るセンサユニット 1 0 の配置構造と異なる部分のみ説明し、後は省略する。

[0050] 図 7 に示すように、センサユニット 1 0 b は、シート 1 4 b、第 3 センサ部 1 5 b、第 4 センサ部 1 6 b およびシート 1 7 b を更に備える。シート 1 3 b が平面に展開された状態において、第 1 センサ部 1 1 b、第 2 センサ部 1 2 b、第 3 センサ部 1 5 b および第 4 センサ部 1 6 b は、左から右へこの順に並んでいる。シート 1 3 b (第 1 シート) は、絶縁性を有する。シー

ト 1 4 b (第 2 シート) およびシート 1 7 b (第 4 シート) は、導電性を有する。

[0051] 第 3 センサ部 1 5 b は、被測定物であるシャフト 2 1 b の変形を検出し、フィルム形状を含んでいる。ただし、第 1 センサ部 1 1 b および第 2 センサ部 1 2 b が検出する被測定物であるシャフト 2 1 b の変形の方法 (第 1 方向) と第 3 センサ部 1 5 b が検出する被測定物であるシャフト 2 1 b の変形の方法 (第 2 方向) とは、異なる方向である。第 3 センサ部 1 5 b は、前主面および後主面を含んでいる。

[0052] 図 8 に示すように、第 3 センサ部 1 5 b は、圧電フィルム 1 5 3、第 5 電極 1 5 4 a、第 6 電極 1 5 4 b、チャージアンプ 1 5 5 および電圧増幅回路 1 5 6 を含んでいる。

[0053] 圧電フィルム 1 5 3 は、圧電体の一例である。圧電フィルム 1 5 3 は、フィルム形状を有している。したがって、圧電フィルム 1 5 3 (第 3 圧電体) は、前主面 S 1 5 1 (第 3 圧電体第 1 主面) および後主面 S 1 5 2 (第 3 圧電体第 2 主面) を含んでいる。圧電フィルム 1 5 3 (第 3 圧電体) の主面は、圧電フィルム 1 5 3 (第 3 圧電体) が平面に展開された状態で、シート 1 3 b (第 1 シート) の主面の法線方向に視て、矩形状を有している。本実施形態では、シート 1 3 b (第 1 シート) が平面に展開された状態において、圧電フィルム 1 5 3 (第 3 圧電体) の前主面 S 1 5 1 および後主面 S 1 5 2 は、前後方向に視て、上下方向に延びる長辺および左右方向に延びる短辺を有する矩形状を有している。本実施形態では、圧電フィルム 1 5 3 (第 3 圧電体) の長手方向は、上下方向であり、圧電フィルム 1 5 3 (第 3 圧電体) の短手方向は、左右方向である。本実施形態では、圧電フィルム 1 5 3 は、PLA フィルムである。PLA フィルムについては、第 1 の実施形態と同じであり、説明は省略する。本実施形態では、圧電フィルム 1 5 3 (第 3 圧電体) の一軸延伸軸 O D 3 は、上下方向に対して時計回りに 4 5 度の角度を形成し、左右方向に対して反時計回りに 4 5 度の角度を形成している。すなわち、圧電フィルム 1 5 3 (第 3 圧電体) は、少なくとも一軸方向に延伸され

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5電極154a、第6電極154b、チャージアンプ155および電圧増幅回路156は、第1電極114a、第2電極114b、チャージアンプ115および電圧増幅回路116と同じ構造を有するため、説明を省略する。

[0054] このような第3センサ部15bは、図示しない接着層を介して、シート13b（第1シート）に取り付けられている。具体的には、接着層は、第5電極154aとシート13b（第1シート）の前主面とを固定する。すなわち、第3センサ部15bの後主面は、シート13bの前主面に固定されている。

[0055] 第4センサ部16bは、被測定物であるシャフト21bの変形を検出し、フィルム形状を含んでいる。ただし、第3センサ部15bが検出する被測定物であるシャフト21bの変形方向と第4センサ部16bが検出する被測定物であるシャフト21bの変形方向とは、同じ方向である。第4センサ部16bは、前主面および後主面を含んでいる。

[0056] 図9に示すように、第4センサ部16bは、圧電フィルム163、第7電極164aおよび第8電極164bを含んでいる。

[0057] 圧電フィルム163は、圧電体の一例である。圧電フィルム163は、フィルム形状を有している。したがって、圧電フィルム163（第4圧電体）は、前主面S161（第4圧電体第1主面）および後主面S162（第4圧電体第2主面）を含んでいる。圧電フィルム163（第4圧電体）の主面は、圧電フィルム163（第4圧電体）が平面に展開された状態で、シート13b（第1シート）の主面の法線方向に視て、矩形状を有している。本実施形態では、シート13b（第1シート）が平面に展開された状態において、圧電フィルム163（第4圧電体）の前主面S161および後主面S162は、前後方向に視て、上下方向に延びる長辺および左右方向に延びる短辺を有する矩形状を有している。本実施形態では、第4センサ部16bの圧電フィルム163（圧電体）の長手方向は、上下方向であり、第4センサ部16

bの圧電フィルム163（圧電体）の短手方向は、左右方向である。また、本実施形態では、圧電フィルム163は、PLAフィルムである。PLAフィルムについては、第1の実施形態と同じであり、説明は省略する。本実施形態では、圧電フィルム163（第4圧電体）の一軸延伸軸OD4は、上下方向に対して反時計回りに45度の角度を形成し、左右方向に対して時計回りに45度の角度を形成している。すなわち、圧電フィルム163（第4圧電体）は、少なくとも一軸方向に延伸されている。この45度は、例えば、45度±10度程度を含む角度を含む。これにより、圧電フィルム153（第3圧電体）の一軸延伸軸OD3は、シート13b（第1シート）が平面に展開された状態で、圧電フィルム163（第4圧電体）の一軸延伸軸OD4に対して時計回りに90度の角度を形成する。この90度は、例えば、90度±10度程度を含む角度を含む。なお、第7電極164aおよび第8電極164bは、第1電極114aおよび第2電極114bと同じ構造を有するため、説明を省略する。

[0058] このような第4センサ部16bは、図示しない接着層を介して、シート13b（第1シート）に取り付けられている。具体的には、接着層は、第7電極164aとシート13b（第1シート）の前主面とを固定する。すなわち、第4センサ部16bの後主面は、シート13bの前主面に固定されている。

[0059] 図7に示すように、シート14b（第2シート）は、第1センサ部11bおよび第2センサ部12bに取り付けられている。具体的には、シート14b（第2シート）は、第1電極114aと第3電極124aとを電氣的に接続する。シート14bの左部は、第1電極114aの上部に取り付けられている。シート14bの右部は、第3電極124aの上部に取り付けられている。

[0060] 図7に示すように、シート17b（第4シート）は、第3センサ部15bおよび第4センサ部16bに取り付けられている。具体的には、シート17b（第4シート）は、第5電極154aと第7電極164aとを電氣的に接

続する。シート 17b の左部は、第 5 電極 154a の下部に取り付けられている。シート 17b の右部は、第 7 電極 164a の下部に取り付けられている。

[0061] 図 7 に示すように、シート 13b が平面に展開された状態で、第 3 センサ部 15b の前主面は、前後方向に視て、第 4 センサ部 16b の前主面と重ならない位置に配置されている。すなわち、第 3 センサ部 15b の前主面は、シート 13b が平面に展開された状態で、前後方向に視て、第 4 センサ部 16b の前主面と重ならない部分を有している。第 4 センサ部 16b の前主面は、前後方向に視て、第 3 センサ部 15b の前主面と重ならない位置に配置されている。すなわち、第 4 センサ部 16b の前主面は、シート 13b が平面に展開された状態で、前後方向に視て、第 3 センサ部 15b の前主面と重ならない部分を有している。

[0062] 図 7 に示すように、シート 13b（第 1 シート）が平面に展開された状態で、シート 13b の前主面の左短辺および右短辺、第 1 センサ部 11b の長辺（第 1 圧電体の長手方向）、第 2 センサ部 12b の長辺（第 2 圧電体の長手方向）、第 3 センサ部 15b の長辺（第 3 圧電体の長手方向）、並びに、第 4 センサ部 16b の長辺の（第 4 圧電体の長手方向）は、互いに平行である。また、シート 13b が平面に展開された状態で、シート 13b の前主面の上長辺および下長辺、第 1 センサ部 11b の短辺、第 2 センサ部 12b の短辺、第 3 センサ部 15b の短辺、並びに、第 4 センサ部 16b の短辺は、互いに平行である。

[0063] 図 7 に示すように、シート 13b が平面に展開された状態で、前後方向に視て、第 3 センサ部 15b の第 3 中心点 CP3b および第 4 センサ部 16b の第 4 中心点 CP4b を定義する。なお、第 3 中心点 CP3b の定義および第 4 中心点 CP4b の定義は、第 1 中心点 CP1 の定義に準じるため、詳細な説明を省略する。

[0064] 図 7 に示すように、シート 13b が平面に展開された状態で、前後方向に視て、第 3 中心点 CP3b から直線 L1 に下ろした垂線と直線 L1 との交点

を第3交点P 3 bと定義する。また、前後方向に視て、第4中心点C P 4 bから直線L 1に下ろした垂線と直線L 1との交点を第4交点P 4 bと定義する。第3交点P 3 bと第4交点P 4 bとの距離を第2距離D 2 bと定義する。また、第1交点P 1 bと第3交点P 3 bとの距離を第3距離D 3 bと定義する。また、第1交点P 1 bと第4交点P 4 bとの距離をD 4 bと定義する。また、第2交点P 2 bと第3交点P 3 bとの距離をD 5 bと定義する。また、第2交点P 2 bと第4交点P 4 bとの距離をD 6 bと定義する。

[0065] 本実施形態の第1距離D 1 bは、シート1 3 bが平面に展開された状態で、被測定物であるシャフト2 1 bの断面円の円周の長さの2分の1と等しい。また、第2距離D 2 bは、シート1 3 bが平面に展開された状態で、被測定物であるシャフト2 1 bの断面円の円周の長さの2分の1と等しい。また、本実施形態の第3距離D 3 bは、シート1 3 bが平面に展開された状態で、被測定物であるシャフト2 1 bの断面円の円周の長さの4分の1と等しい。また、本実施形態の第4距離D 4 bは、シート1 3 bが平面に展開された状態で、被測定物であるシャフト2 1 bの断面円の円周の長さの4分の3と等しい。また、本実施形態の第5距離D 5 bは、シート1 3 bが平面に展開された状態で、被測定物であるシャフト2 1 bの断面円の円周の長さの4分の1と等しい。また、本実施形態の第6距離D 6 bは、シート1 3 bが平面に展開された状態で、被測定物であるシャフト2 1 bの断面円の円周の長さの4分の1と等しい。

[0066] 図1 0および図1 1に示すように、センサユニット1 0 bは、シャフト2 1 bの円周面に取り付けられている。具体的には、シート1 3 bの後主面は、シート1 3 bの後主面に設けられている図示しない接着層によりシャフト2 1 bに固定されている。上述のように、第2距離D 2 bは、シート1 3 bが平面に展開された状態で、シャフト2 1 bの断面円の円周の長さの2分の1と等しい。これにより、第3センサ部1 5 bの第3中心点C P 3 bと第4センサ部1 6 bの第4中心点C P 4 bとは、シャフト2 1 bの周方向D I R Cに1 8 0度離れるように配置される。すなわち、図1 1に示すように、セ

ンサユニット10bがシャフト21bに取り付けられた状態で、第3センサ部15bおよび第4センサ部16bは、第2方向D1R2において第3センサ部15bと第4センサ部16bとの間にシャフト21bが配置されるように、シャフト21bに固定されている。これにより、第3センサ部15bは、シャフト21bの第2方向D1R2の変形を検出する。同様に、第4センサ部16bは、シャフト21bの第2方向D1R2の変形を検出する。本実施形態では、第3センサ部15bが検出するシャフト21bの変形は、シャフト21bの第2方向D1R2の変形（曲げ）であり、第4センサ部16bが検出するシャフト21bの変形は、シャフト21bの第2方向D1R2の変形（曲げ）である。

[0067] 上述のように、第3距離D3bは、シート13bが平面に展開された状態で、シャフト21bの断面円の円周の長さの4分の1と等しい。これにより、第1センサ部11bの第1中心点CP1bと第3センサ部15bの第3中心点CP3bとは、シャフト21bの周方向D1RCに90度離れるように配置される。すなわち、第1方向D1R1と第2方向D1R2とは、第3方向D1R3に視て、90度異なる方向である。

[0068] 例えば、シャフト21bが第1方向D1R1に変形した場合、シャフト21bの変形に応じて、圧電フィルム113は、電荷を発生し、圧電フィルム123は、電荷を発生する。すなわち、シャフト21bの変形（第1変形）に応じて、圧電フィルム113の電気的特性および圧電フィルム123の電気的特性は、変化する。圧電フィルム113は、上下方向に圧縮されるため、正の電荷を発生し、圧電フィルム123は、上下方向に伸張されるため、正の電荷を発生する。すなわち、圧電フィルム113が発生する電荷の極性と圧電フィルム123が発生する電荷の極性とは、等しくなる。

[0069] ただし、シャフト21bが第1方向D1R1に変形した場合、シャフト21bの変形に応じて、圧電フィルム153は、電荷を発生せずまたは電荷をほとんど発生せず、圧電フィルム163は、電荷を発生せずまたは電荷をほとんど発生しない。すなわち、シャフト21bの変形（第1変形）に応じて

、圧電フィルム１５３の電気的特性および圧電フィルム１６３の電気的特性は、変化しないまたはほとんど変化しない。

[0070] 例えば、シャフト２１ｂが第２方向ＤＩＲ２に変形した場合、シャフト２１ｂの変形に応じて、圧電フィルム１５３は、電荷を発生し、圧電フィルム１６３は、電荷を発生する。すなわち、シャフト２１ｂの変形（第２変形）に応じて、圧電フィルム１５３の電気的特性および圧電フィルム１６３の電気的特性は、変化する。圧電フィルム１５３は、上下方向に伸張されるため、負の電荷を発生し、圧電フィルム１６３は、上下方向に圧縮されるため、負の電荷を発生する。すなわち、圧電フィルム１５３が発生する電荷の極性と圧電フィルム１６３が発生する電荷の極性とは、等しくなる。

[0071] ただし、シャフト２１ｂが第２方向ＤＩＲ２に変形した場合、シャフト２１ｂの変形に応じて、圧電フィルム１１３は、電荷を発生せずまたは電荷をほとんど発生せず、圧電フィルム１２３は、電荷を発生せずまたは電荷をほとんど発生しない。すなわち、シャフト２１ｂの変形（第２変形）に応じて、圧電フィルム１１３の電気的特性および圧電フィルム１２３の電気的特性は、変化しないまたはほとんど変化しない。

[0072] 以上のようなセンサユニット１０ｂにおいても、センサユニット１０と同じ効果を奏する。また、第１方向ＤＩＲ１におけるシャフト２１ｂの変形の検出精度を向上し、かつ、第１方向ＤＩＲ１と異なる第２方向ＤＩＲ２におけるシャフト２１ｂの変形の検出精度を向上させることができる。より詳細には、シャフト２１ｂの第３方向ＤＩＲ３に垂直な断面は、円形状を有する。第３センサ部１５ｂおよび第４センサ部１６ｂは、シャフト２１ｂに取り付けられた状態で、第１方向ＤＩＲ１と異なる第２方向ＤＩＲ２において第３センサ部１５ｂと第４センサ部１６ｂとの間にシャフト２１ｂが配置されるように、シャフト２１ｂに固定される。シャフト２１ｂの変形に応じて、第３センサ部１５ｂの電気的特性および第４センサ部１６ｂの電気的特性は、変化する。これにより、シャフト２１ｂが第２方向ＤＩＲ２に変形（曲げ）した場合、圧電フィルム１５３は、圧縮し、圧電フィルム１６３は、伸張

し、圧電フィルム１５３および圧電フィルム１６３の両方が電荷を発生する。よって、第３センサ部１５ｂの検出信号の電位が変化すると共に、第４センサ部１６ｂの検出信号の電位が変化する。これにより、シャフト２１ｂの変形の検知に第３センサ部１５ｂの検出信号および第４センサ部１６ｂの検出信号を利用できる。その結果、センサユニット１０ｂによれば、シャフト２１ｂの変形の検出精度を向上させることができる。

[0073] センサユニット１０ｂによれば、第３センサ部１５ｂおよび第４センサ部１６ｂの検出信号の生成が容易になる。より詳細には、圧電フィルム１５３（第３圧電体）の一軸延伸軸ＯＤ３は、上下方向に対して時計回りに４５度の角度を形成し、左右方向に対して反時計回りに４５度の角度を形成している。圧電フィルム１６３（第４圧電体）の一軸延伸軸ＯＤ４は、上下方向に対して反時計回りに４５度の角度を形成し、左右方向に対して時計回りに４５度の角度を形成している。これにより、圧電フィルム１５３（第３圧電体）の一軸延伸軸ＯＤ３は、シート１３（第１シート）が平面に展開された状態で、圧電フィルム１６３（第４圧電体）の一軸延伸軸ＯＤ４に対して時計回りに９０度の角度を形成する。これにより、シャフト２１ｂが第２方向Ｄ１Ｒ２に変形（曲げ）した場合、圧電フィルム１５３が発生する電荷の極性と圧電フィルム１６３が発生する電荷の極性とは、等しくなる。よって、圧電フィルム１５３が発生する電荷と圧電フィルム１６３が発生する電荷とを加算することによって、検出信号を生成することができる。その結果、第３センサ部１５ｂおよび第４センサ部１６ｂの検出信号の生成が容易になる。

[0074] センサユニット１０ｂによれば、シート１７ｂ（第４シート）は、第５電極１５４ａと第７電極１６４ａとを電氣的に接続している。これにより、１個のチャージアンプ１５５および１個の電圧増幅回路１５６により、第３センサ部１５ｂおよび第４センサ部１６ｂの検出信号を生成することができる。その結果、センサユニット１０ｂの回路構成が簡素化される。

[0075] なお、本実施形態では、シート１７ｂは、第５電極１５４ａと第７電極１６４ａとを電氣的に接続しているが、シート１７ｂは、第６電極１５４ｂと

第8電極164bと電氣的に接続してもよい。

[0076] また、センサユニット10bは、導電性を有するシート17eを更に備え、第3センサ部15bと第4センサ部16bとは、シート17eにより、接続されてもよい。具体的には、シート17bは、第5電極154aと第7電極164aとを接続し、シート17eは、第6電極154bと第8電極164bとを接続してもよい。すなわち、シート17b（第4シート）は、第5電極154aと第7電極164aとを電氣的に接続し、シート17e（第5シート）は、第6電極154bと第8電極164bとを電氣的に接続してもよい。

[0077] [第2の変形例]

以下に、本発明の第2の変形例に係るセンサユニット10cについて、図を参照しながら説明する。図12は、第2の変形例に係るシート13cが平面に展開された状態のセンサユニット10cの平面図である。なお、第2の変形例に係るセンサユニット10cについては、第2の実施形態に係るセンサユニット10bの配置構造と異なる部分のみ説明し、後は省略する。

[0078] 図12に示すように、シート13cが平面に展開された状態において、第1センサ部11cおよび第2センサ部12cは、左から右へこの順に並んでいる。シート13cが平面に展開された状態において、第3センサ部15cおよび第4センサ部16cは、左から右へこの順に並んでいる。また、第3センサ部15cの左部は、第1センサ部11cの右部の下に位置している。第3センサ部15cの右部は、第2センサ部12cの左部の下に位置している。第4センサ部16cの左部は、第2センサ部12cの右部の下に位置している。

[0079] 図12に示すように、シート13cが平面に展開された状態において、第1センサ部11cは、上下方向に視て、第3センサ部15cと重なる部分を有している。また、シート13cが平面に展開された状態において、第2センサ部12cは、上下方向に視て、第3センサ部15cおよび第4センサ部16cと重なる部分を有している。また、シート13cが平面に展開された

状態において、第3センサ部15cは、上下方向に視て、第1センサ部11cおよび第2センサ部12cと重なる部分を有している。また、シート13cが平面に展開された状態において、第4センサ部16cは、上下方向に視て、第2センサ部12cと重なる部分を有している。

[0080] 以上のようなセンサユニット10cにおいても、センサユニット10bと同じ効果を奏する。また、第1センサ部11c、第2センサ部12c、第3センサ部15cおよび第4センサ部16cのそれぞれの前主面および後主面の面積を大きくすることができるので、第1センサ部11c、第2センサ部12c、第3センサ部15cおよび第4センサ部16cのそれぞれの電荷を検出する面積を大きくすることができる。これにより、第1センサ部11cおよび第2センサ部12cの検出信号の電圧の変動が大きくなる。また、第3センサ部15cおよび第4センサ部16cの検出信号の電圧の変動が大きくなる。その結果、センサユニット10cの検出精度を向上させることができる。

[0081] [第3の実施形態]

以下に、本発明の第3の実施形態に係るセンサユニット10dについて、図を参照しながら説明する。図13は、第3の実施形態に係るシート13dが平面に展開された状態のセンサユニット10dの平面図である。図14は、第3の実施形態に係るシート13dが平面に展開された状態の第5センサ部18dの平面図および断面図である。図15は、第3の実施形態に係るセンサユニット10dのシャフト21dへの取り付け状態の斜視図である。図16は、第3の実施形態に係るセンサユニット10dのシャフト21dへの取り付け状態のA-Aにおける断面図である。なお、第3の実施形態に係るセンサユニット10dについては、第1の実施形態に係るセンサユニット10の配置構造と異なる部分のみ説明し、後は省略する。

[0082] 図13に示すように、センサユニット10dは、第5センサ部18dおよびシート19dを更に備える。シート13dが平面に展開された状態において、第1センサ部11dおよび第5センサ部18dは、前から後へとこの順

に並んでいる。

[0083] 第5センサ部18dは、被測定物であるシャフト21dの変形を検出し、フィルム形状を含んでいる。ただし、第1センサ部11dおよび第2センサ部12dが検出する被測定物であるシャフト21dの変形方向と第5センサ部18dが検出する被測定物であるシャフト21dの変形方向とは、同じ方向である。第5センサ部18dは、前主面および後主面を含んでいる。また、第5センサ部18dの前主面の面積は、第1センサ部11dの前主面の面積よりも小さい。

[0084] 図14に示すように、第5センサ部18dは、圧電フィルム183、第9電極184a、第10電極184b、チャージアンプ185および電圧増幅回路186を含んでいる。

[0085] 圧電フィルム183は、圧電体の一例である。圧電フィルム183は、フィルム形状を有している。したがって、圧電フィルム183は、前主面S181および後主面S182を含んでいる。圧電フィルム183（第5圧電体）の主面は、圧電フィルム183（第5圧電体）が平面に展開された状態で、シート13d（第1シート）の主面の法線方向に視て、矩形状を有している。本実施形態では、シート13d（第1シート）が平面に展開された状態において、圧電フィルム183（第5圧電体）の前主面S181および後主面S182は、前後方向に視て、上下方向に延びる長辺および左右方向に延びる短辺を有する矩形状を有している。本実施形態では、圧電フィルム183（第5圧電体）の長手方向は、上下方向であり、圧電フィルム183（第5圧電体）の短手方向は、左右方向である。本実施形態では、圧電フィルム183は、PLAフィルムである。PLAフィルムについては、第1の実施形態と同じであり、説明は省略する。本実施形態では、圧電フィルム183（第5圧電体）の一軸延伸軸OD5は、上下方向に対して時計回りに45度の角度を形成し、左右方向に対して反時計回りに45度の角度を形成している。すなわち、圧電フィルム183（第5圧電体）は、少なくとも一軸方向に延伸されている。また、圧電フィルム183（第5圧電体）の一軸延伸軸

OD5と圧電フィルム113（第1圧電体）の一軸延伸軸OD1とは、同じ方向である。なお、第9電極184a、第10電極184b、チャージアンプ185および電圧増幅回路186は、第1電極114a、第2電極114b、チャージアンプ115および電圧増幅回路116と同じ構造を有するため、説明を省略する。

[0086] このような第5センサ部18dは、図示しない接着層を介して、シート19d（第6シート）に取り付けられている。具体的には、接着層は、第9電極184aとシート19dの前主面とを固定する。すなわち、第5センサ部18dの後主面は、シート19dの前主面に固定されている。

[0087] 第5センサ部18dは、図示しない接着層を介して、シート13dに取り付けられている。接着層は、絶縁性を有する。具体的には、第10電極184bとシート13dの後主面とを固定する。すなわち、第5センサ部18dの前主面は、シート13dの後主面に固定されている。

[0088] シート19dは、被測定物であるシャフト21dに取り付けられるシートである。シート19d（第6シート）は、絶縁性を有する。シート19dは、前主面および後主面を含んでいる。シート19dの前主面および後主面の形状は、矩形状である。シート19dの前主面は、上下方向に延びる左短辺、上下方向に延びる右短辺、左右方向に延びる上長辺および左右方向に延びる下長辺を有する矩形状を有している。シート19dの後主面は、上下方向に延びる左短辺、上下方向に延びる右短辺、左右方向に延びる上長辺および左右方向に延びる下長辺を有している。シート19dの前主面の上長辺および下長辺の長さは、シート13dの前主面の上長辺および下長辺の長さよりも短い。また、シート19dの前主面の左短辺および右短辺の長さは、シート13dの前主面の左短辺および右短辺の長さよりも短い。

[0089] シート19d（第6シート）は、図示しない接着層を介して、シート13d（第1シート）に取り付けられている。より詳細には、接着層は、絶縁性を有する。具体的には、接着層は、シート19dの前主面の一部とシート13dの後主面とを固定する。シート19dの前主面の一部は、シート19d

が平面に展開された状態で、前後方向に視て、シート 19 d の前主面と第 5 センサ部 18 d の前主面とが重ならない部分、かつ、シート 13 d の後主面とシート 19 d の前主面とが重なる部分である。すなわち、シート 19 d の前主面の一部は、シート 13 d の後主面の一部に固定されている。

[0090] 図 13 に示すように、シート 13 d (第 1 シート) が平面に展開された状態で、シート 13 d の前主面の左短辺および右短辺、第 1 センサ部 11 d の長辺 (第 1 圧電体の長手方向)、第 2 センサ部 12 d の長辺 (第 2 圧電体の長手方向)、並びに、第 5 センサ部 18 d の長辺 (第 5 圧電体の長手方向) は、互いに平行である。また、シート 13 d が平面に展開された状態で、シート 13 d の前主面の上長辺および下長辺、第 1 センサ部 11 d の短辺、第 2 センサ部 12 d の短辺、並びに、第 5 センサ部 18 d の短辺は、互いに平行である。

[0091] 図 13 に示すように、シート 13 d が平面に展開された状態で、前後方向に視て、第 5 センサ部 18 d の第 5 中心点 CP5 d を定義する。なお、第 5 中心点 CP5 d の定義は、第 1 中心点 CP1 の定義に準じるため、詳細な説明を省略する。

[0092] 本実施形態における第 1 センサ部 11 d の第 1 中心点 CP1 d と第 5 センサ部 18 d の第 5 中心点 CP5 d とは、一致する。これにより、第 5 センサ部 18 d の前主面は、シート 13 d が平面に展開された状態で、前後方向に視て、第 1 センサ部 11 d の前主面と重なる部分を有している。

[0093] 図 15 および図 16 に示すように、センサユニット 10 d は、シャフト 21 d の円周面に取り付けられている。具体的には、シート 13 d の後主面の一部およびシート 19 d の後主面の一部は、シート 13 d の後主面の一部およびシート 19 d の後主面の一部に設けられている図示しない接着層によりシャフト 21 d に固定されている。センサユニット 10 d がシャフト 21 d に取り付けられた状態で、第 5 センサ部 18 d は、第 1 方向 DIR1 において第 1 センサ部 11 d とシャフト 21 d との間に配置されるように、シャフト 21 d に固定されている。これにより、第 5 センサ部 18 d は、第 1 セン

サ部 1 1 d および第 2 センサ部 1 2 d と同様に、シャフト 2 1 d の第 1 方向 D | R 1 の変形を検出する。本実施形態では、第 1 センサ部 1 1 d、第 2 センサ部 1 2 d および第 5 センサ部 1 8 d が検出するシャフト 2 1 d の変形は、シャフト 2 1 d の第 1 方向 D | R 1 の変形（曲げ）である。また、第 5 センサ部 1 8 d の圧電フィルム 1 8 3 が発生する電荷の極性と第 1 センサ部 1 1 d の圧電フィルム 1 1 3 および第 2 センサ部 1 2 d の圧電フィルム 1 2 3 が発生する電荷の極性とは、等しくなる。

[0094] 例えば、シャフト 2 1 d が第 1 方向 D | R 1 に変形した場合、シャフト 2 1 d の変形に応じて、圧電フィルム 1 1 3 は、電荷を発生し、圧電フィルム 1 2 3 は、電荷を発生し、圧電フィルム 1 8 3 は、電荷を発生する。すなわち、シャフト 2 1 d の変形に応じて、圧電フィルム 1 1 3 の電気的特性、圧電フィルム 1 2 3 の電気的特性および圧電フィルム 1 8 3 の電気的特性は、変化する。また、圧電フィルム 1 1 3 は、上下方向に圧縮されるため、正の電荷を発生し、圧電フィルム 1 2 3 は、上下方向に伸張されるため、正の電荷を発生し、圧電フィルム 1 8 3 は、上下方向に圧縮されるため、正の電荷を発生する。すなわち、圧電フィルム 1 1 3 が発生する電荷の極性と圧電フィルム 1 2 3 が発生する電荷の極性と圧電フィルム 1 8 3 が発生する電荷の極性とは、等しくなる。

[0095] ただし、シャフト 2 1 d が第 2 方向 D | R 2 に変形した場合、シャフト 2 1 d の変形に応じて、圧電フィルム 1 1 3 は、電荷を発生せずまたは電荷をほとんど発生せず、圧電フィルム 1 2 3 は、電荷を発生せずまたは電荷をほとんど発生せず、圧電フィルム 1 8 3 は、電荷を発生せずまたは電荷をほとんど発生しない。すなわち、シャフト 2 1 d の変形（第 2 変形）に応じて、圧電フィルム 1 1 3 の電気的特性および圧電フィルム 1 2 3 の電気的特性および圧電フィルム 1 8 3 の電気的特性は、変化しないまたはほとんど変化しない。

[0096] 以上のようなセンサユニット 1 0 d においても、センサユニット 1 0 と同じ効果を奏する。より詳細には、シャフト 2 1 d の第 3 方向 D | R 3 に垂直

な断面は、円形状を有する。第5センサ部18dは、シャフト21dに取り付けられた状態で、第1方向D1R1において第1センサ部11dとシャフト21dとの間に配置されるように、シャフト21dに固定される。シャフト21dの変形に応じて、第1センサ部11dの電気的特性、第2センサ部12dの電気的特性および第5センサ部18dの電気的特性は、変化する。これにより、シャフト21dが第1方向D1R1に変形（曲げ）した場合、圧電フィルム113および圧電フィルム183は、圧縮し、圧電フィルム123は、伸張し、圧電フィルム113、圧電フィルム123および圧電フィルム183が電荷を発生する。よって、第1センサ部11dの検出信号の電位および第2センサ部12dの検出信号の電位が変化すると共に、第5センサ部18dの検出信号の電位が変化する。これにより、シャフト21dの変形の検知に第1センサ部11dの検出信号、第2センサ部12dおよび第5センサ部18dの検出信号を利用できる。その結果、センサユニット10dによれば、シャフト21dの変形の検出精度を向上させることができる。

[0097] センサユニット10dによれば、第5センサ部18dの前主面の面積は、第1センサ部11dの前主面の面積よりも小さいので、シャフト21dに対するセンサユニット10dの密着性を向上させることができる。

[0098] [その他の実施形態]

本発明に係るセンサユニットは、センサユニット10、10a～10dに限らず、その要旨の範囲において変更可能である。また、センサユニット10、10a～10dの構成を任意に組み合わせてもよい。

[0099] なお、シート13、13a～13dが平面に展開された状態で、圧電フィルム113の一軸延伸軸OD1、圧電フィルム153の一軸延伸軸OD3および圧電フィルム183の一軸延伸軸OD5は、それぞれ、上下方向に対して時計回りに45度の角度および左右方向に対して反時計回りに45度の角度に限ることなく、他の角度であってもよい。また、圧電フィルム123の一軸延伸軸OD2および圧電フィルム163の一軸延伸軸OD4は、それぞれ、上下方向に対して反時計回りに45度の角度および左右方向に対して時

計回りに45度の角度に限ることなく、他の角度であってもよい。

[0100] 例えば、シート13, 13a~13d(第1シート)が平面に展開された状態で、圧電フィルム113(第1圧電体)の一軸延伸軸OD1、圧電フィルム153(第3圧電体)の一軸延伸軸OD3および圧電フィルム183(第5圧電体)の一軸延伸軸OD5は、それぞれ、上下方向に対して反時計回りに45度の角度を形成し、左右方向に対して時計回りに45度の角度を形成し、圧電フィルム123(第2圧電体)の一軸延伸軸OD2および圧電フィルム163(第4圧電体)の一軸延伸軸OD4は、それぞれ、上下方向に対して時計回りに45度の角度を形成し、左右方向に対して反時計回りに45度の角度を形成していてもよい。この構成では、シャフト21, 21a~21dが第1方向D1R1に変形(曲げ)した場合、圧電フィルム113および圧電フィルム183は、上下方向に圧縮されるため、負の電荷を発生し、圧電フィルム123は、上下方向に伸張されるため、負の電荷を発生する。また、シャフト21bおよびシャフト21cが第2方向D1R2に変形(曲げ)した場合、圧電フィルム153は、上下方向に伸張されるため、正の電荷を発生し、圧電フィルム163は、上下方向に圧縮されるため、正の電荷を発生する。

[0101] なお、圧電フィルム113(第1圧電体)の一軸延伸軸OD1および圧電フィルム153(第3圧電体)の一軸延伸軸OD3は、それぞれ、シート13, 13a~13d(第1シート)が平面に展開された状態で、圧電フィルム123(第2圧電体)の一軸延伸軸OD2および圧電フィルム163(第4圧電体)の一軸延伸軸OD4のそれぞれに対して反時計回りに90度の角度を形成していてもよい。この90度は、例えば、90度±10度程度を含む角度を含む。

[0102] なお、第5センサ部18dの前主面は、シート13dが平面に展開された状態で、前後方向に視て、第2センサ部12dの前主面と重なる部分を有し、圧電フィルム183の一軸延伸軸OD5と圧電フィルム123の一軸延伸軸OD2とは、同じ方向であってもよい。

[0103] なお、第1センサ部11, 11a~11d、第2センサ部12, 12a~12d、第3センサ部15b, 15c、第4センサ部16b, 16cおよび第5センサ部18dは、それぞれ、他の圧電体を有する材料を含んでいてもよい。また、第1センサ部11, 11a~11d、第2センサ部12, 12a~12d、第3センサ部15b, 15c、第4センサ部16b, 16cおよび第5センサ部18dは、それぞれ、圧電性を有さない材料を含んでいてもよい。

[0104] 例えば、第1センサ部11, 11a~11d、第2センサ部12, 12a~12d、第3センサ部15b, 15c、第4センサ部16b, 16cおよび第5センサ部18dは、それぞれ、d31の圧電定数を有していてもよい。d31の圧電定数を有する第1センサ部11, 11a~11d、第2センサ部12, 12a~12d、第3センサ部15b, 15c、第4センサ部16b, 16cおよび第5センサ部18dは、それぞれ、例えば、P V D F（ポリフッ化ビニリデン）フィルムである。

[0105] なお、被測定物の変形の検出は、変形量そのものを検出してもよい。

[0106] なお、被測定物の変形の検出は、被測定物の曲げの検出であってもよいし、被測定物の捻れの検出であってもよい。

[0107] 例えば、第1センサ部11, 11a~11d、第2センサ部12, 12a~12d、第3センサ部15b, 15c、第4センサ部16b, 16cおよび第5センサ部18dは、それぞれ、歪ゲージを含んでいてもよい。

[0108] なお、シャフト21, 21a~21dの変形に応じて変化する第1センサ部11, 11a~11d、第2センサ部12, 12a~12d、第3センサ部15b, 15c、第4センサ部16b, 16cおよび第5センサ部18dの特性は、それぞれ、電気的特性以外の物性値であってもよい。例えば、シャフト21, 21a~21dの変形に応じて変化する第1センサ部11, 11a~11d、第2センサ部12, 12a~12d、第3センサ部15b, 15c、第4センサ部16b, 16cおよび第5センサ部18dの物性値は、それぞれ、機械的特性、熱的特性、光学的特性および化学的特性であって

もよい。

[0109] なお、第1電極114aは、前主面S111に設けられ、第2電極114bは、後主面S112に設けられ、第3電極124aは、前主面S121に設けられ、第4電極124bは、後主面S122に設けられていてもよい。これにより、第2電極114bと第4電極124bとは、電氣的に接続されてもよい。

[0110] また、第5電極154aは、前主面S151に設けられ、第6電極154bは、後主面S152に設けられ、第7電極164aは、前主面S161に設けられ、第8電極164bは、後主面S162に設けられていてもよい。これにより、第6電極154bと第8電極164bとは、電氣的に接続されてもよい。

[0111] また、第9電極184aは、前主面S181に設けられ、第10電極184bは、後主面S182に設けられていてもよい。

[0112] なお、第9電極184aは、第1電極114aまたは第3電極124aと電氣的に接続されてもよい。また、第10電極184bは、第2電極114bまたは第4電極124bと電氣的に接続されてもよい。これにより、チャージアンプ185および電圧増幅回路186を省略してもよい。

[0113] なお、第1センサ部11、11a～11d、第2センサ部12、12a～12d、第3センサ部15b、15c、第4センサ部16b、16cおよび第5センサ部18dは、それぞれ、チャージアンプおよび電圧増幅回路を含んでいてもよい。

[0114] なお、第2センサ部12、12a～12dは、チャージアンプ115および電圧増幅回路116を含んでいてもよい。また、第4センサ部16b、16cは、チャージアンプ155および電圧増幅回路156を含んでいてもよい。

[0115] なお、第1センサ部11、11a～11d、第2センサ部12、12a～12d、第3センサ部15b、15c、第4センサ部16b、16cおよび第5センサ部18dは、それぞれ、フィルム形状を含んでいなくてもよい。

- [0116] なお、第1センサ部11, 11a~11d、第2センサ部12, 12a~12d、第3センサ部15b, 15c、第4センサ部16b, 16cおよび第5センサ部18dは、それぞれ、シート13, 13a~13dおよびシート19dに取り付けられなくてもよい。この場合、第1センサ部11, 11a~11dの前主面または後主面、第2センサ部12, 12a~12dの前主面または後主面、第3センサ部15b, 15cの前主面または後主面、第4センサ部16b, 16cの前主面または後主面には、それぞれ、絶縁性を有する接着層が設けられ、第1センサ部11, 11a~11d、第2センサ部12, 12a~12d、第3センサ部15b, 15c、第4センサ部16b, 16cは、それぞれ、接着層によりシャフト21, 21a~21dまたは第5センサ部18dに固定されてもよい。また、第5センサ部18dの前主面または後主面には、絶縁性を有する接着層が設けられ、第5センサ部18dは、接着層によりシャフト21dに固定されてもよい。
- [0117] なお、シート13, 13a~13dが平面に展開された状態において、第1センサ部11, 11a~11dの前主面および後主面、第2センサ部12, 12a~12dの前主面および後主面、第3センサ部15b, 15cの前主面および後主面、第4センサ部16b, 16cの前主面および後主面、並びに、第5センサ部18dの前主面および後主面は、それぞれ、前後方向に視て、上下方向に延びる短辺および左右方向に延びる長辺を有する矩形状を有していてもよい。
- [0118] なお、シート13, 13a~13dの前主面の上長辺および下長辺の長さ、並びに、シート13, 13a~13dの後主面の上長辺および下長辺の長さは、それぞれ、シート13, 13a~13dが平面に展開された状態で、シャフト21, 21a~21dの断面円の円周の長さよりも長くてよい。
- [0119] なお、センサユニット10, 10a~10dがそれぞれシャフト21, 21a~21dに取り付けられた状態において、第3方向D1R3に視て、第3方向D1R3に直交する任意の直線とシート13, 13a~13dの前主面との交点は、それぞれ、3つ以上であってもよい。

- [0120] なお、シート13, 13a~13dの前主面の上長辺および下長辺の長さ、並びに、シート13, 13a~13dの後主面の上長辺および下長辺の長さは、それぞれ、シート13, 13a~13dが平面に展開された状態で、シャフト21, 21a~21dの断面円の円周の長さと等しくてもよい。
- [0121] なお、シート13, 13a~13dおよびシート19dの前主面および後主面は、それぞれ、矩形状を有していなくてもよい。矩形状とは、矩形および矩形を僅かに変形した形状を含む。矩形を僅かに変形した形状は、例えば、矩形の角に面取りが施された形状である。シート13, 13a~13dおよびシート19dの前主面および後主面の形状は、それぞれ、矩形状とは全く異なる形状であってもよい。
- [0122] なお、シート13, 13a~13dおよびシート19dの厚み（シート13, 13a~13dおよびシート19dのそれぞれの前主面と後主面との距離）は、それぞれ、均一であってもよいし、均一でなくてもよい。
- [0123] なお、シート13, 13a~13dが平面に展開された状態において、第1センサ部11, 11a~11dの前主面および後主面、第2センサ部12, 12a~12dの前主面および後主面、第3センサ部15b, 15cの前主面および後主面、第4センサ部16b, 16cの前主面および後主面、並びに、第5センサ部18dの前主面および後主面は、それぞれ、矩形状を有していなくてもよい。
- [0124] 例えば、シート13, 13a~13dが平面に展開された状態において、第1センサ部11, 11a~11dの前主面および後主面、第2センサ部12, 12a~12dの前主面および後主面、第3センサ部15b, 15cの前主面および後主面、第4センサ部16b, 16cの前主面および後主面、並びに、第5センサ部18dの前主面および後主面は、それぞれ、楕円状を有していてもよい。
- [0125] 例えば、シート13, 13a~13dが平面に展開された状態において、第1センサ部11, 11a~11dの前主面および後主面、第2センサ部12, 12a~12dの前主面および後主面、第3センサ部15b, 15cの

前主面および後主面、第4センサ部16b, 16cの前主面および後主面、並びに、第5センサ部18dの前主面および後主面は、それぞれ、正方形形状を有していてもよい。

[0126] なお、シート13, 13a~13dが平面に展開された状態において、上下方向における第1中心点CP1, CP1a, CP1b, CP1c, CP1dの位置と上下方向における第2中心点CP2, CP2a, CP2b, CP2c, CP2dの位置と上下方向における第5中心点CP5dの位置とは、それぞれ、異なってもよい。また、シート13b, 13cが平面に展開された状態において、上下方向における第1中心点CP1b, CP1cの位置と上下方向における第2中心点CP2b, CP2cの位置と上下方向における第3中心点CP3b, CP3cの位置と上下方向における第4中心点CP4b, CP4cの位置とは、それぞれ、異なってもよい。

[0127] なお、シート13, 13a~13dが平面に展開された状態において、第1センサ部11, 11a~11dの後主面は、それぞれ、前後方向に視て、第2センサ部12, 12a~12dの後主面と重ならない部分を有していてもよい。また、シート13b, 13cが平面に展開された状態において、第3センサ部15b, 15cの後主面は、それぞれ、第4センサ部16b, 16cの後主面と重ならない部分を有していてもよい。

[0128] また、シート13dが平面に展開された状態において、第1センサ部11dの前主面および後主面は、第5センサ部18dの前主面および後主面と重ならない部分を有していてもよい。

[0129] なお、センサユニット10, 10a~10dがそれぞれシャフト21, 21a~21dに取り付けられた状態において、第1センサ部11, 11a~11d、第2センサ部12, 12a~12d、第3センサ部15b, 15cおよび第4センサ部16b, 16cは、それぞれ、シャフト21, 21a~21dとシート13, 13a~13dとの間に配置されてもよい。この場合、第1センサ部11, 11a~11dの前主面、第2センサ部12, 12a~12dの前主面、第3センサ部15b, 15cの前主面、並びに、第4セ

ンサ部 16b, 16c の前主面には、それぞれ、絶縁性を有する接着層が設けられ、第1センサ部 11, 11a~11d、第2センサ部 12, 12a~12d、第3センサ部 15b, 15c および第4センサ部 16b, 16c は、それぞれ、接着層によりシャフト 21, 21a~21d に固定されてもよい。

[0130] なお、センサユニット 10d がシャフト 21d に取り付けられた状態において、第1センサ部 11d は、第5センサ部 18d とシャフト 21d との間に配置されてもよい。

[0131] なお、第1センサ部 11b, 11c の前主面は、それぞれ、シート 13b, 13c が平面に展開された状態で、前後方向に視て、第3センサ部 15b, 15c の前主面または第4センサ部 16b, 16c の前主面と重なる部分を有してもよい。

[0132] なお、第2センサ部 12b, 12c の前主面は、それぞれ、シート 13b, 13c が平面に展開された状態で、前後方向に視て、第3センサ部 15b, 15c の前主面または第4センサ部 16b, 16c の前主面と重なる部分を有してもよい。

[0133] なお、シート 19d は、第1センサ部 11d または第2センサ部 12d に取り付けられてもよい。

[0134] なお、第5センサ部 18d の前主面の面積は、第1センサ部 11d の前主面の面積以上であってもよい。

[0135] なお、被測定物の第3方向 D | R 3 に垂直な断面は、点対称な形状であれば、円に限らない。例えば、被測定物の第3方向 D | R 3 に垂直な断面は、楕円、平行四辺形、矩形、正偶数角形であってもよい。

[0136] なお、被測定物の形状は、第3方向 D | R 3 に延びていない形状であってもよい。

[0137] なお、被測定物は、シャフトに限らない。例えば、野球バット、テニスラケット、ロボットアームであってもよい。

[0138] なお、センサ部は、3つ以上であってもよい。

[0139] なお、センサユニット 10, 10a~10dを2つ以上積層してもよい。

符号の説明

[0140] 10, 10a, 10b, 10c, 10d : センサユニット

11, 11a, 11b, 11c, 11d : 第1センサ部

12, 12a, 12b, 12c, 12d : 第2センサ部

13, 13a, 13b, 13c, 13d : シート

14a, 14b, 14e : シート

15b, 15c : 第3センサ部

16b, 16c : 第4センサ部

17b, 17e : シート

18d : 第5センサ部

19d : シート

20, 20a, 20b, 20c, 20d : ゴルフクラブ

21, 21a, 21b, 21c, 21d : シャフト

22 : ヘッド

113, 123, 153, 163, 183 : 圧電フィルム

114a : 第1電極

114b : 第2電極

124a : 第3電極

124b : 第4電極

154a : 第5電極

154b : 第6電極

164a : 第7電極

164b : 第8電極

184a : 第9電極

184b : 第10電極

115, 155, 185 : チャージアンプ

116, 156, 186 : 電圧増幅回路

OD 1, OD 2, OD 3, OD 4, OD 5 : 一軸延伸軸

S 1 1 1, S 1 2 1, S 1 5 1, S 1 6 1, S 1 8 1 : 前主面

S 1 1 2, S 1 2 2, S 1 5 2, S 1 6 2, S 1 8 2 : 後主面

CP 1, CP 1 a, CP 1 b, CP 1 d : 第 1 中心点

CP 2, CP 2 a, CP 2 b : 第 2 中心点

CP 3 b : 第 3 中心点

CP 4 b : 第 4 中心点

CP 5 d : 第 5 中心点

P 1, P 1 b : 第 1 交点

P 2, P 2 b : 第 2 交点

P 3 b : 第 3 交点

P 4 b : 第 4 交点

D 1, D 1 b : 第 1 距離

D 2 b : 第 2 距離

D 3 b : 第 3 距離

D 4 b : 第 4 距離

D 5 b : 第 5 距離

D 6 b : 第 6 距離

請求の範囲

- [請求項1] 被測定物の変形を検出するセンサユニットであって、
前記センサユニットは、
前記被測定物の変形を検出する第1センサ部と、
前記被測定物の変形を検出する第2センサ部と、を備え、
前記第1センサ部および前記第2センサ部は、前記被測定物に取り付けられた状態で、第1方向において前記第1センサ部と前記第2センサ部との間に前記被測定物が配置されるように、前記被測定物に固定され、
前記被測定物の第1変形に応じて、前記第1センサ部の物性値および前記第2センサ部の物性値は、変化する、
センサユニット。
- [請求項2] 前記第1センサ部は、フィルム形状を含み、
前記第2センサ部は、フィルム形状を含む、
請求項1に記載のセンサユニット。
- [請求項3] 前記センサユニットは、
第1シートを、
更に備え、
前記第1センサ部および前記第2センサ部は、前記第1シートに取り付けられる、
請求項1または請求項2に記載のセンサユニット。
- [請求項4] 前記第1センサ部は、第1圧電体を含み、
前記第2センサ部は、第2圧電体を含む、
請求項1乃至請求項3のいずれかに記載のセンサユニット。
- [請求項5] 前記第1圧電体は、少なくとも一軸方向に延伸されているポリ乳酸を有するフィルムであり、
前記第2圧電体は、少なくとも一軸方向に延伸されているポリ乳酸を有するフィルムである、

請求項4に記載のセンサユニット。

[請求項6] 前記第1圧電体の主面は、前記第1圧電体が平面に展開された状態で、前記第1圧電体の主面の法線方向に視て、矩形状を有し、

前記第2圧電体の主面は、前記第2圧電体が平面に展開された状態で、前記第2圧電体の主面の法線方向に視て、矩形状を有する、

請求項4に記載のセンサユニット。

[請求項7] 前記第1圧電体の延伸軸は、前記第1圧電体および前記第2圧電体が平面に展開された状態で、前記第2圧電体の延伸軸に対して時計回りに90度または反時計回りに90度の角度を形成する、

請求項5または請求項6に記載のセンサユニット。

[請求項8] 前記第1圧電体の長手方向は、前記第1圧電体および前記第2圧電体が平面に展開された状態で、前記第2圧電体の長手方向と平行であり、

前記第1圧電体の延伸軸は、前記第1圧電体が平面に展開された状態で、前記第1圧電体の長手方向に対して時計回りに45度の角度を形成し、

前記第2圧電体の延伸軸は、前記第2圧電体が平面に展開された状態で、前記第2圧電体の長手方向に対して反時計回りに45度の角度を形成する、

請求項7に記載のセンサユニット。

[請求項9] 前記センサユニットは、
絶縁性を有する第1シートと、
導電性を有する第2シートと、を、
更に備え、

前記第1センサ部および前記第2センサ部は、前記第1シートに取り付けられ、

前記第1圧電体は、第1圧電体第1主面および第1圧電体第2主面を有し、

前記第2圧電体は、第2圧電体第1主面および第2圧電体第2主面を有し、

前記第1センサ部は、前記第1圧電体第2主面に設けられている第1電極と、前記第1圧電体第1主面に設けられている第2電極と、を含み、

前記第2センサ部は、前記第2圧電体第2主面に設けられている第3電極と、前記第2圧電体第1主面に設けられている第4電極と、を含み、

前記第1電極は、前記第1シートに固定され、

前記第3電極は、前記第1シートに固定され、

前記第2シートは、前記第1電極と前記第3電極とを電氣的に接続している、

請求項7または請求項8に記載のセンサユニット。

[請求項10]

前記センサユニットは、

絶縁性を有する第1シートと、

導電性を有する第3シートと、を、

更に備え、

前記第1センサ部および前記第2センサ部は、前記第1シートに取り付けられ、

前記第1圧電体は、第1圧電体第1主面および第1圧電体第2主面を有し、

前記第2圧電体は、第2圧電体第1主面および第2圧電体第2主面を有し、

前記第1センサ部は、前記第1圧電体第2主面に設けられている第1電極と、前記第1圧電体第1主面に設けられている第2電極と、を含み、

前記第2センサ部は、前記第2圧電体第2主面に設けられている第3電極と、前記第2圧電体第1主面に設けられている第4電極と、を

含み、

前記第 1 電極は、前記第 1 シートに固定され、

前記第 3 電極は、前記第 1 シートに固定され、

前記第 3 シートは、前記第 2 電極と前記第 4 電極とを電氣的に接続している、

請求項 7 乃至請求項 9 のいずれかに記載のセンサユニット。

[請求項 11]

前記センサユニットは、

導電性を有する第 1 シートを、

更に備え、

前記第 1 センサ部および前記第 2 センサ部は、前記第 1 シートに取り付けられ、

前記第 1 圧電体は、第 1 圧電体第 1 主面および第 1 圧電体第 2 主面を有し、

前記第 2 圧電体は、第 2 圧電体第 1 主面および第 2 圧電体第 2 主面を有し、

前記第 1 センサ部は、前記第 1 圧電体第 2 主面に設けられている第 1 電極と、前記第 1 圧電体第 1 主面に設けられている第 2 電極と、を含み、

前記第 2 センサ部は、前記第 2 圧電体第 2 主面に設けられている第 3 電極と、前記第 2 圧電体第 1 主面に設けられている第 4 電極と、を含み、

前記第 1 電極は、前記第 1 シートに固定され、

前記第 3 電極は、前記第 1 シートに固定され、

前記第 1 シートは、前記第 1 電極と前記第 3 電極とを電氣的に接続している、

請求項 7 または請求項 8 に記載のセンサユニット。

[請求項 12]

前記センサユニットは、

前記被測定物の変形を検出する第 3 センサ部と、

前記被測定物の変形を検出する第4センサ部と、を、
更に備え、

前記第3センサ部および前記第4センサ部は、前記第1シートに取り付けられ、

前記第3センサ部および前記第4センサ部は、前記被測定物に取り付けられた状態で、第2方向において前記第3センサ部と前記第4センサ部との間に前記被測定物が位置するように、前記被測定物に固定され、

前記被測定物の第2変形に応じて、前記第3センサ部の物性値および前記第4センサ部の物性値は、変化し、

前記第3センサ部は、フィルム形状を含み、

前記第3センサ部は、第3圧電体を含み、

前記第3圧電体は、少なくとも一軸方向に延伸されているポリ乳酸を有するフィルムであり、

前記第4センサ部は、フィルム形状を含み、

前記第4センサ部は、第4圧電体を含み、

前記第4圧電体は、少なくとも一軸方向に延伸されているポリ乳酸を有するフィルムであり、

前記第3圧電体の延伸軸は、前記第1シートが平面に展開された状態で、前記第4圧電体の延伸軸に対して時計回りに90度または反時計回りに90度の角度を形成し、

前記第1方向と前記第2方向とは、異なる方向である、

請求項9または請求項10に記載のセンサユニット。

[請求項13]

前記第3圧電体の主面は、前記第1シートが平面に展開された状態で、前記第1シートの主面の法線方向に視て、矩形状を有し、

前記第4圧電体の主面は、前記第1シートが平面に展開された状態で、前記第1シートの主面の法線方向に視て、矩形状を有し、

前記第3圧電体の長手方向は、前記第1シートが平面に展開された

状態で、前記第4圧電体の長手方向と平行であり、

前記第3圧電体の延伸軸は、前記第1シートが平面に展開された状態で、前記第3圧電体の長手方向に対して時計回りに45度の角度を形成し、

前記第4圧電体の延伸軸は、前記第1シートが平面に展開された状態で、前記第4圧電体の長手方向に対して反時計回りに45度の角度を形成する、

請求項12に記載のセンサユニット。

[請求項14]

前記センサユニットは、

導電性を有する第4シートを、

更に備え、

前記第3圧電体は、第3圧電体第1主面および第3圧電体第2主面を有し、

前記第4圧電体は、第4圧電体第1主面および第4圧電体第2主面を有し、

前記第3センサ部は、前記第3圧電体第2主面に設けられている第5電極と、前記第3圧電体第1主面に設けられている第6電極と、を含み、

前記第4センサ部は、前記第4圧電体第2主面に設けられている第7電極と、前記第4圧電体第1主面に設けられている第8電極と、を含み、

前記第5電極は、前記第1シートに固定され、

前記第7電極は、前記第1シートに固定され、

前記第4シートは、前記第5電極と前記第7電極とを電氣的に接続している、

請求項12または請求項13に記載のセンサユニット。

[請求項15]

前記センサユニットは、

導電性を有する第5シートを、

更に備え、

前記第3圧電体は、第3圧電体第1主面および第3圧電体第2主面を有し、

前記第4圧電体は、第4圧電体第1主面および第4圧電体第2主面を有し、

前記第3センサ部は、前記第3圧電体第2主面に設けられている第5電極と、前記第3圧電体第1主面に設けられている第6電極と、を含み、

前記第4センサ部は、前記第4圧電体第2主面に設けられている第7電極と、前記第4圧電体第1主面に設けられている第8電極と、を含み、

前記第5電極は、前記第1シートに固定され、

前記第7電極は、前記第1シートに固定され、

前記第5シートは、前記第6電極と前記第8電極とを電氣的に接続している、

請求項12乃至請求項14のいずれかに記載のセンサユニット。

[請求項16]

前記センサユニットは、

絶縁性を有する第1シートと、

前記被測定物の変形を検出する第5センサ部と、

絶縁性を有する第6シートと、を、

更に備え、

前記第1センサ部および前記第2センサ部は、前記第1シートに取り付けられ、

前記第6シートは、前記第1センサ部または第1シートに取り付けられ、

前記第5センサ部は、前記第6シートに取り付けられ、

前記第5センサ部は、前記被測定物に取り付けられた状態で、前記第1方向において前記第1センサ部と前記被測定物との間に配置され

るように、前記被測定物に固定され、

前記第5センサ部の主面は、前記第1シートが平面に展開された状態で、前記第1シートの主面の法線方向に視て、前記第1センサ部の主面と重なる部分を有し、

前記第1変形に応じて、前記第5センサ部の物性値は、変化し、

前記第5センサ部は、フィルム形状を含み、

前記第5センサ部は、第5圧電体を含み、

前記第5圧電体は、少なくとも一軸方向に延伸されているポリ乳酸を有するフィルムであり、

前記第5圧電体の主面は、前記第1シートが平面に展開された状態で、前記第1シートの主面の法線方向に視て、矩形状を有し、

前記第5圧電体の長手方向は、前記第1シートが平面に展開された状態で、前記第1圧電体の長手方向と平行であり、

前記第5圧電体の延伸軸と前記第1圧電体の延伸軸とは、前記第1シートが平面に展開された状態で、同じ方向である、

請求項5乃至請求項15のいずれかに記載のセンサユニット。

[請求項17] 前記第5センサ部の主面の面積は、前記第1センサ部の主面の面積よりも小さい、

請求項16に記載のセンサユニット。

[請求項18] 前記被測定物の形状は、前記第1方向および前記第1方向と異なる第2方向の両方に直交する第3方向に延びる形状である、

請求項1乃至請求項17のいずれかに記載のセンサユニット。

[請求項19] 前記被測定物の前記第1方向および前記第1方向と異なる第2方向の両方に直交する第3方向に垂直な断面は、点対称な形状を含む、

請求項1乃至請求項18のいずれかに記載のセンサユニット。

[請求項20] 前記第1センサ部が検出する前記被測定物の変形は、前記被測定物の曲げであり、

前記第2センサ部が検出する前記被測定物の変形は、前記被測定物

の曲げである、

請求項 1 乃至請求項 19 のいずれかに記載のセンサユニット。

[請求項21] 前記第 1 変形に応じて、第 1 圧電体は、圧縮し、第 2 圧電体は、伸張する、

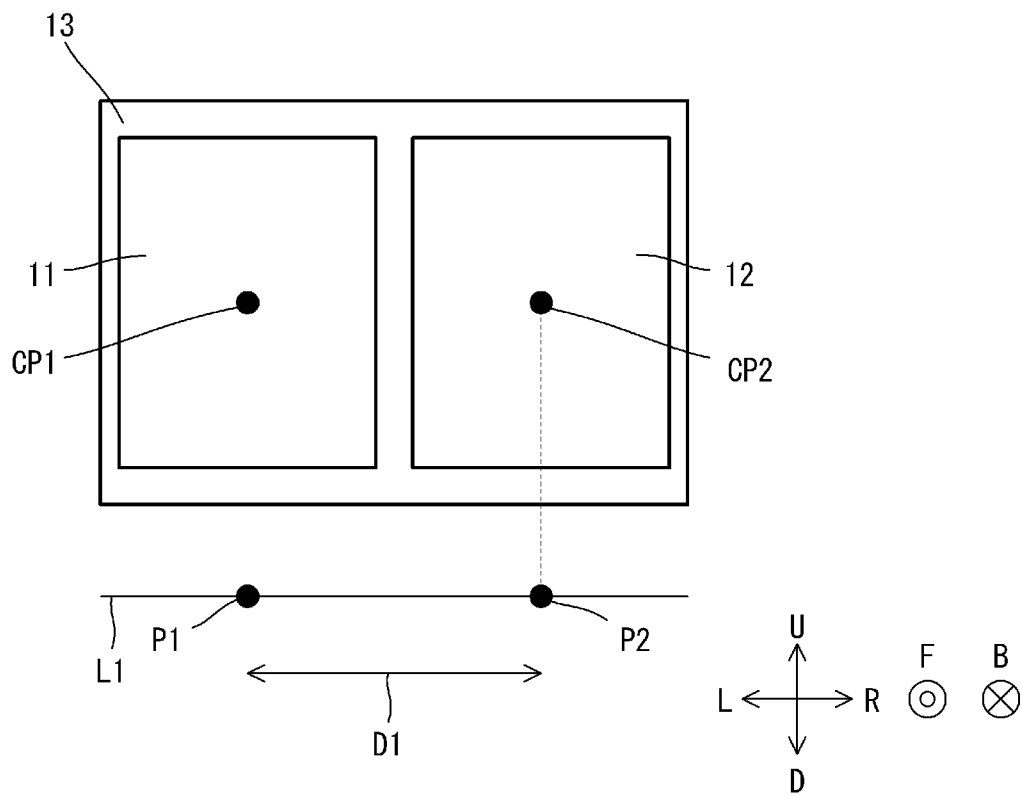
請求項 4 乃至請求項 20 のいずれかに記載のセンサユニット。

[請求項22] 第 3 方向に垂直な断面が点対称な形状を含む被測定物に対して、第 1 センサ部および第 2 センサ部を取り付けるセンサユニット取付方法であって、

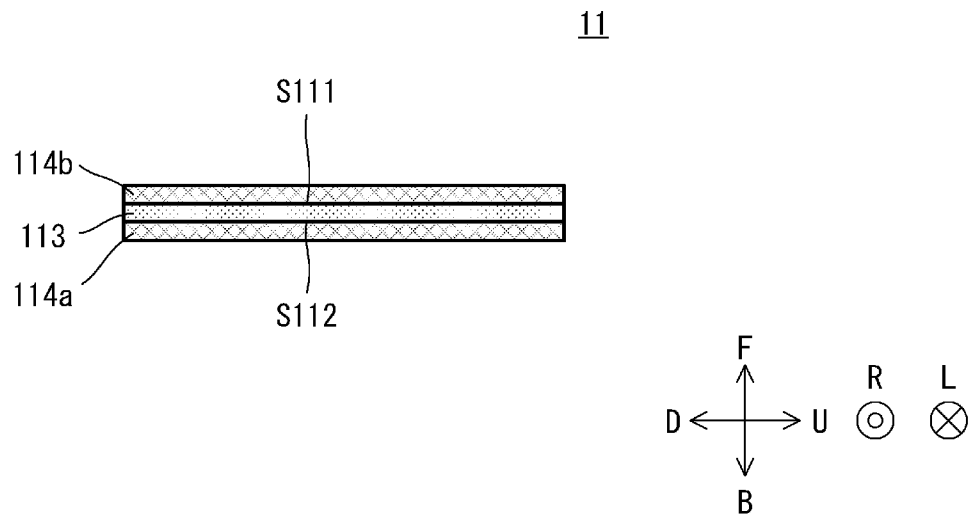
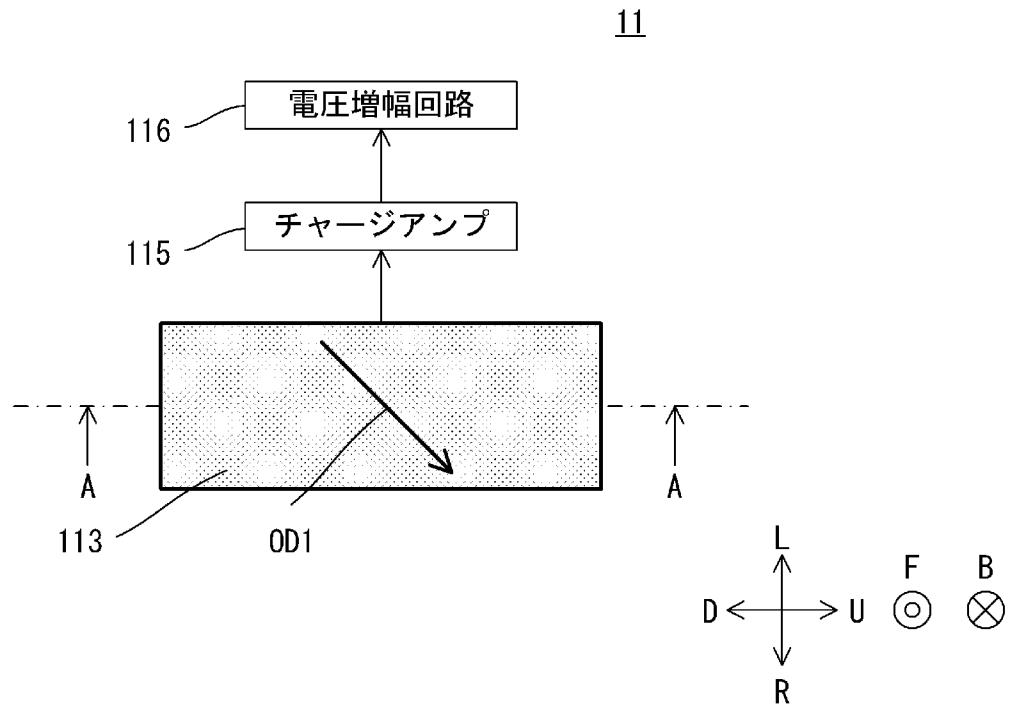
前記第 1 センサ部と前記第 2 センサ部との間に前記被測定物が配置されるように、かつ、前記被測定物の変形に応じて、前記第 1 センサ部の物性値および前記第 2 センサ部の物性値が変化するように、前記第 1 センサ部および前記第 2 センサ部を前記被測定物に固定する、

センサユニット取付方法。

[図1]

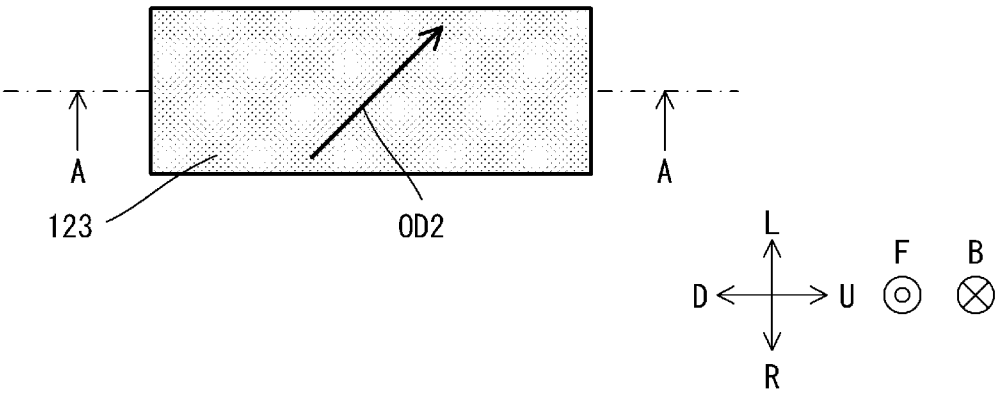
10

[図2]

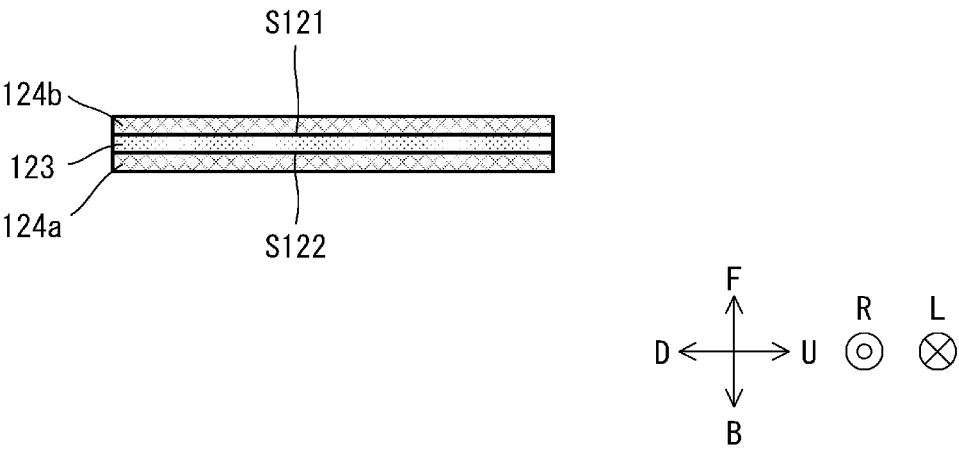


[図3]

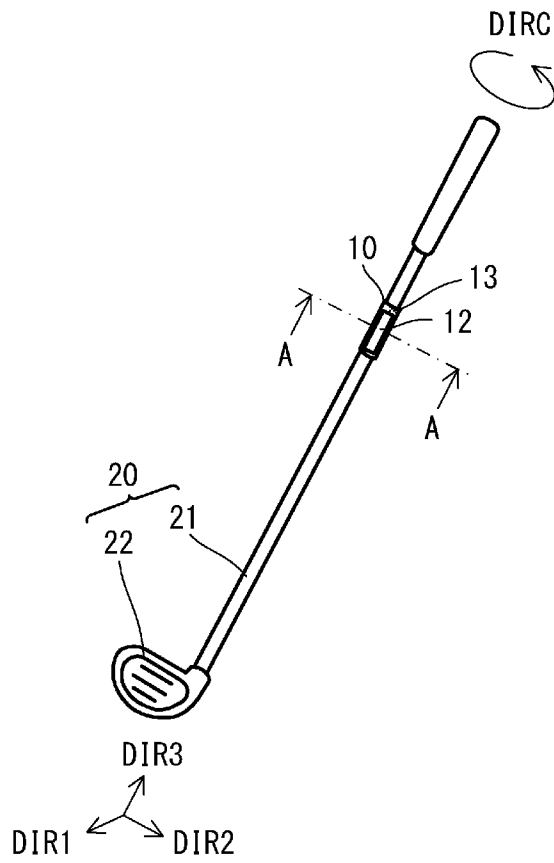
12



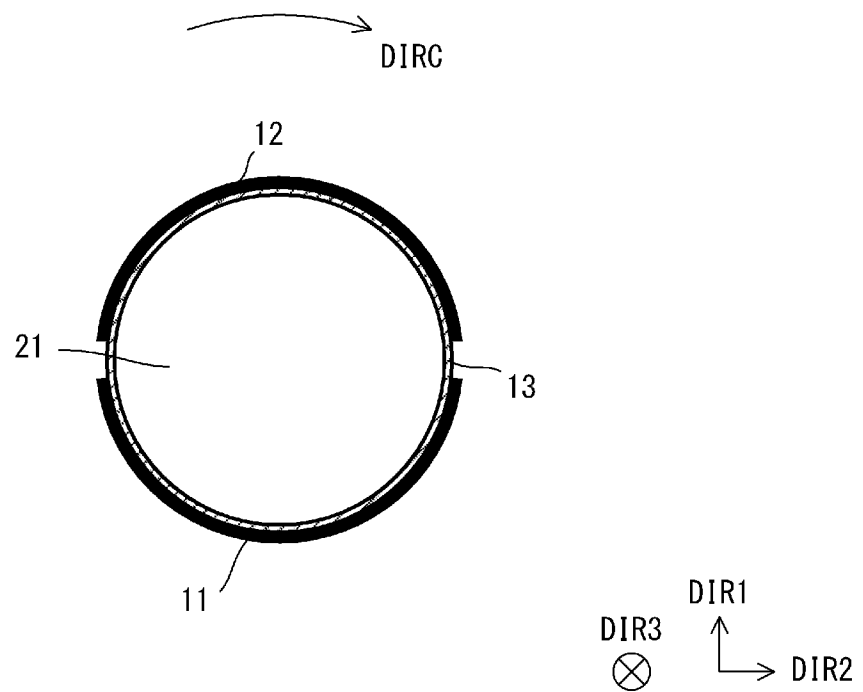
12



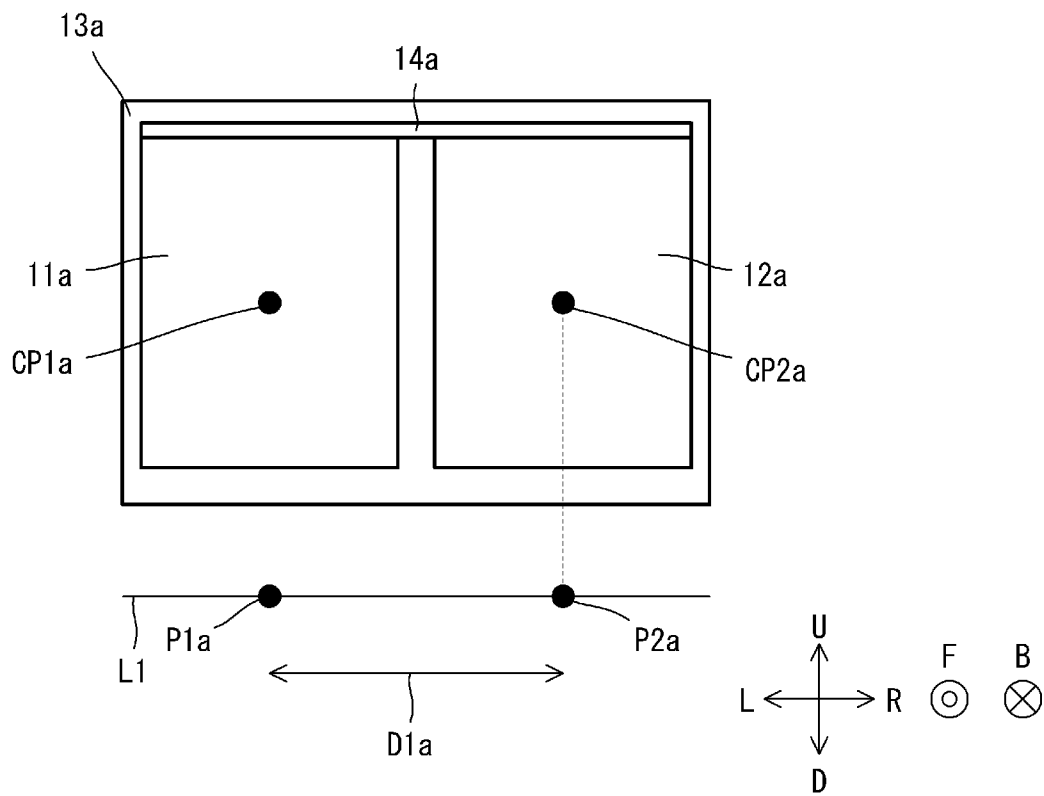
[図4]



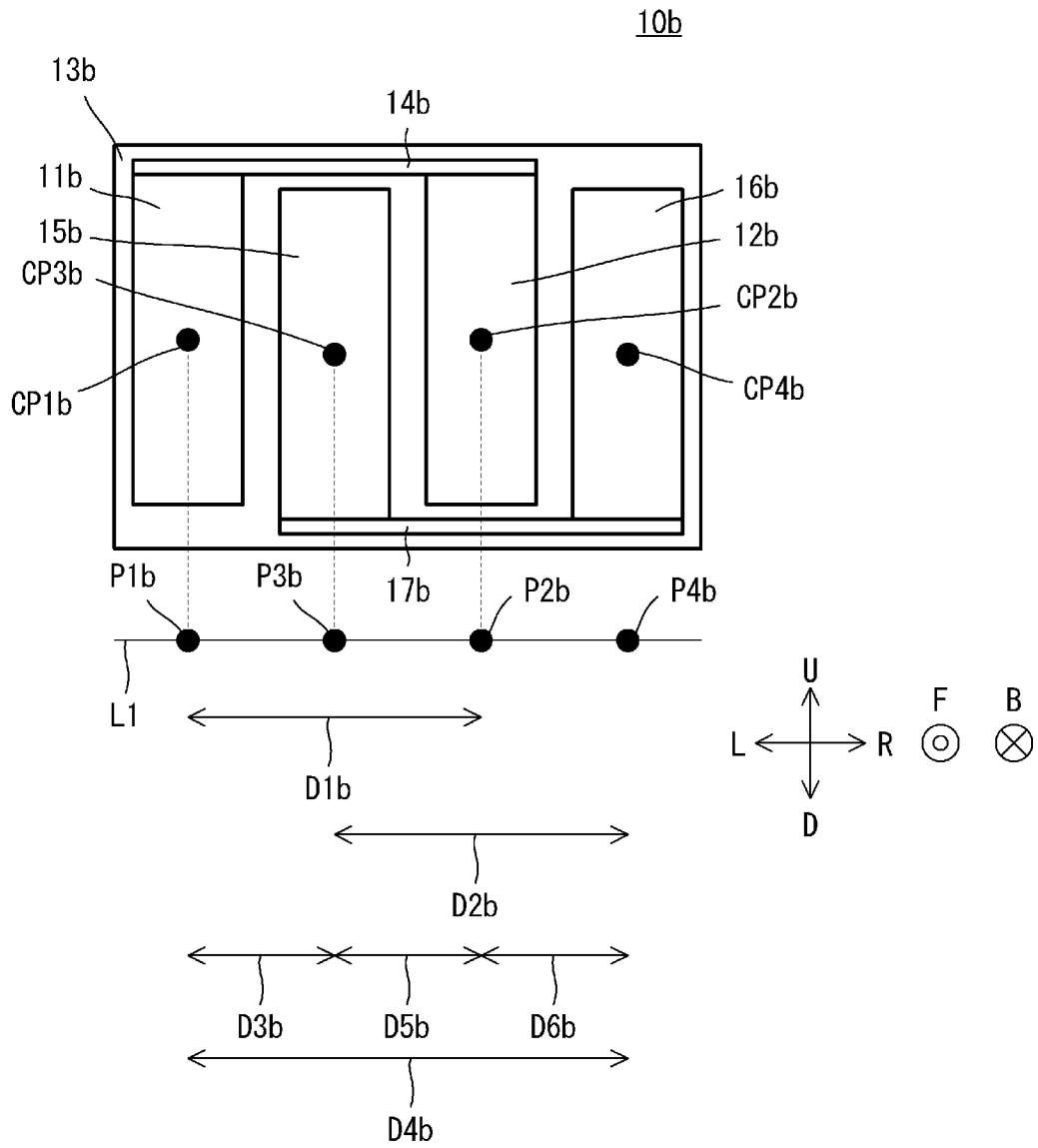
[図5]



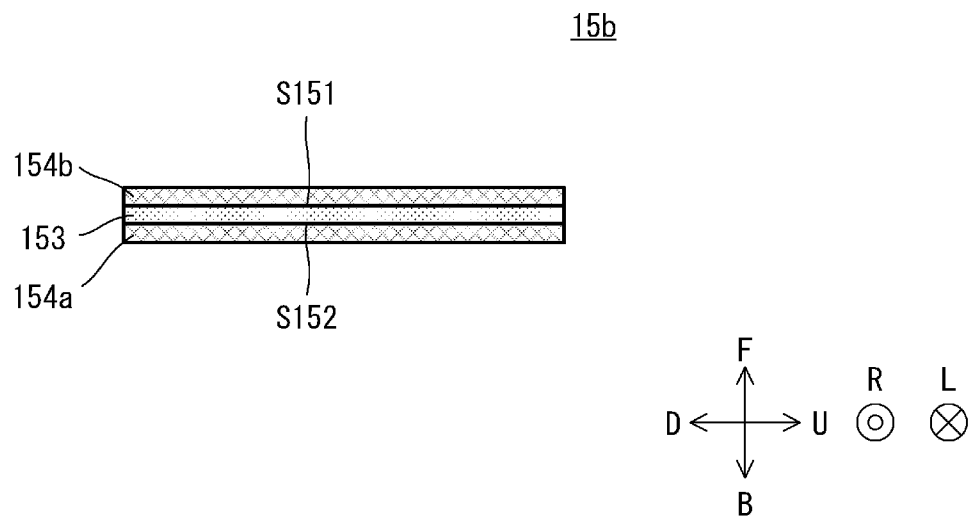
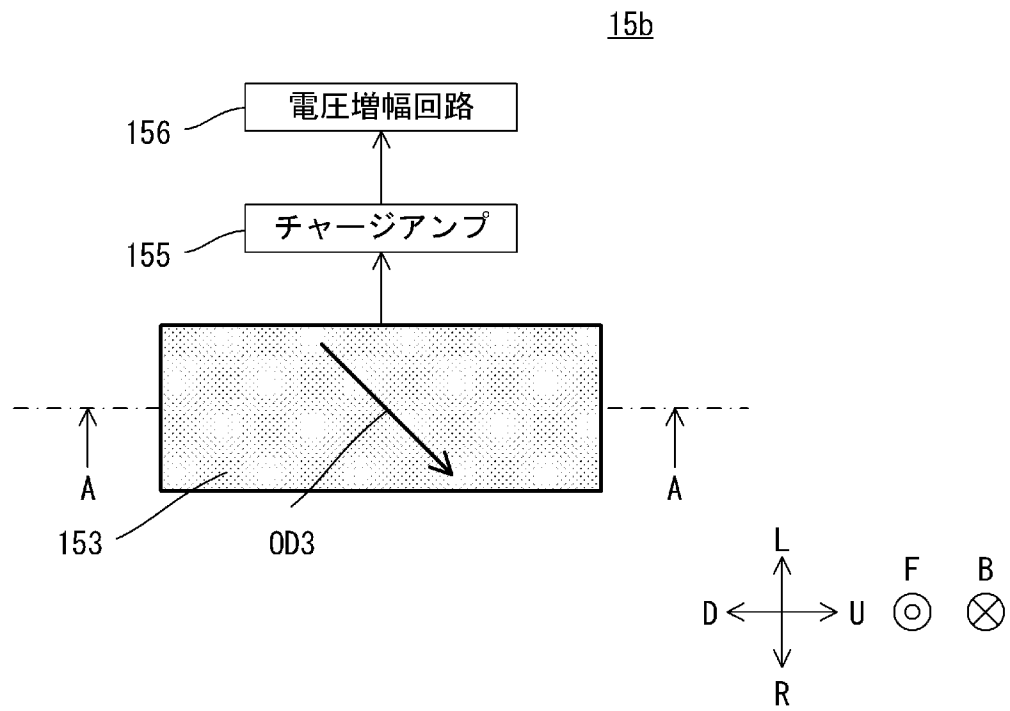
[図6]

10a

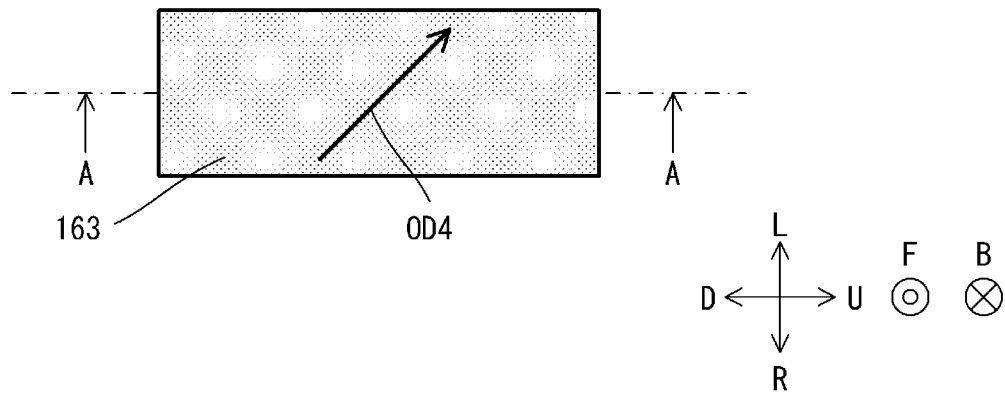
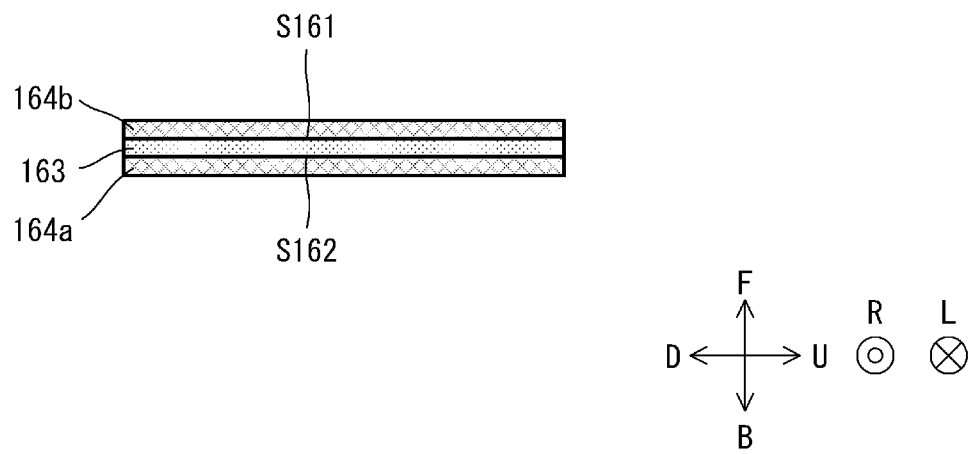
[図7]



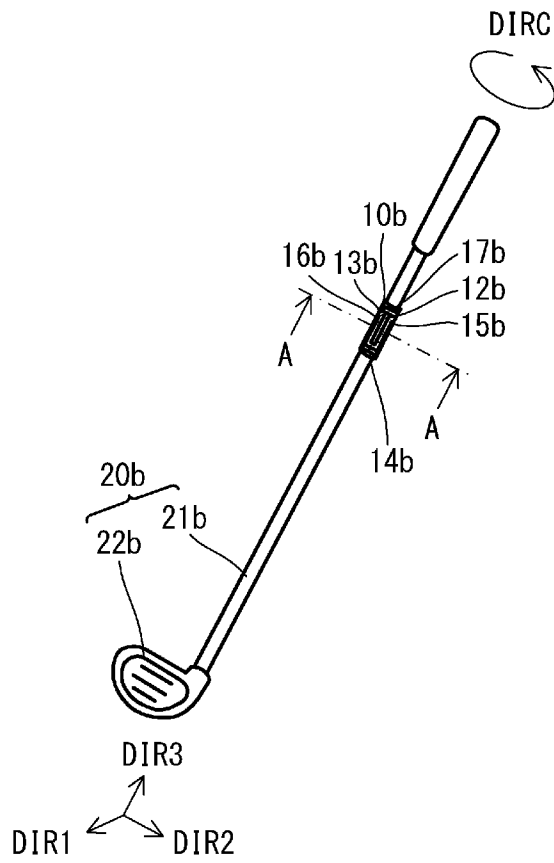
[図8]



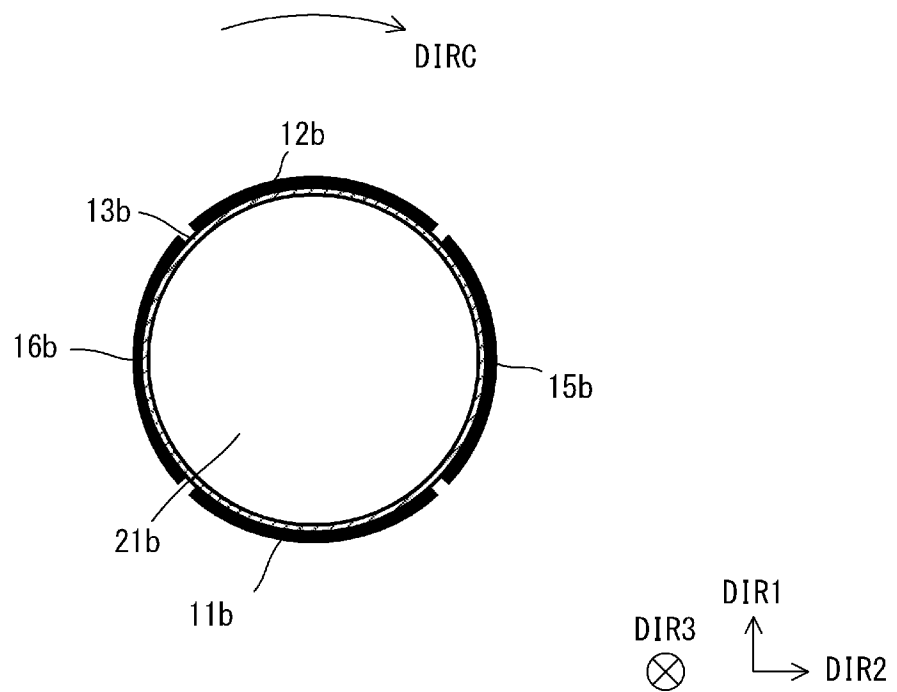
[図9]

16b16b

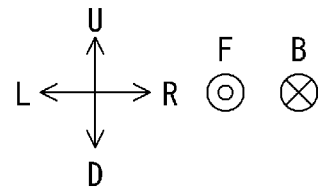
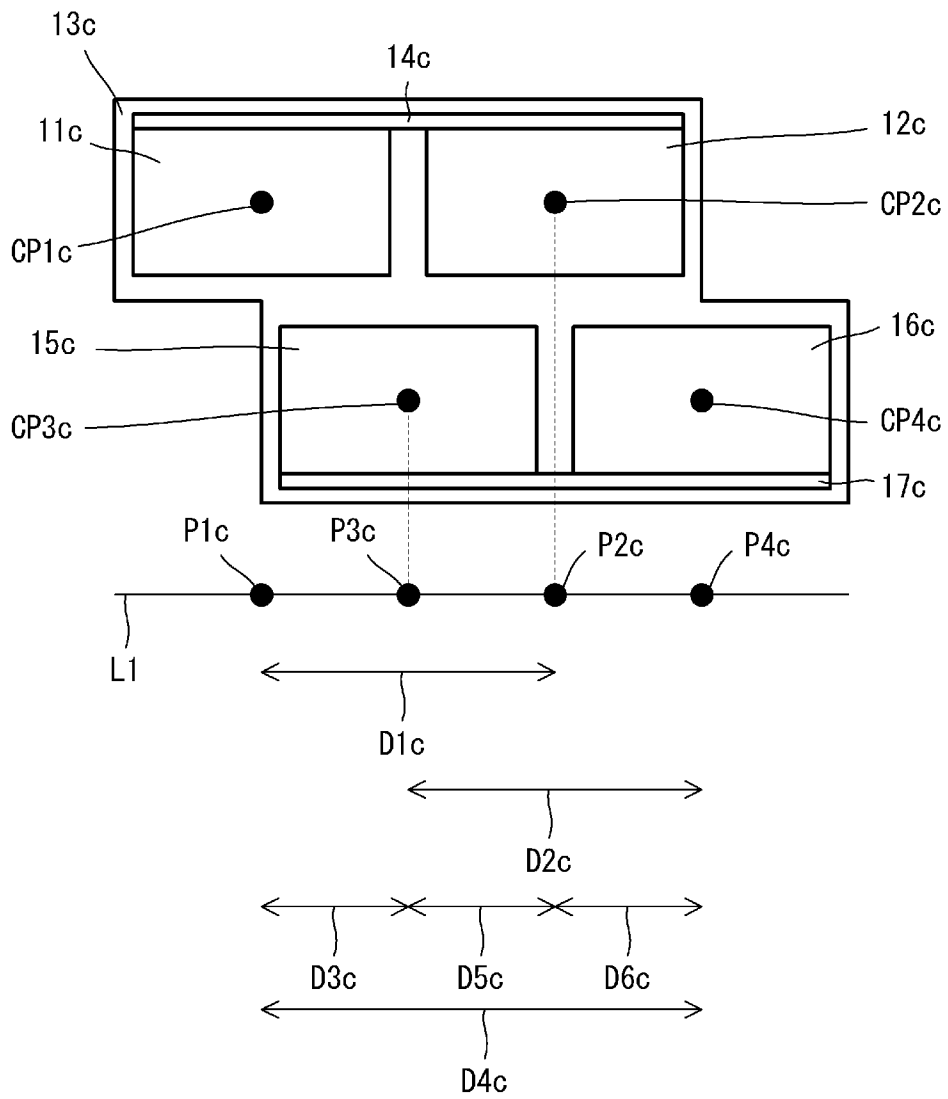
[図10]



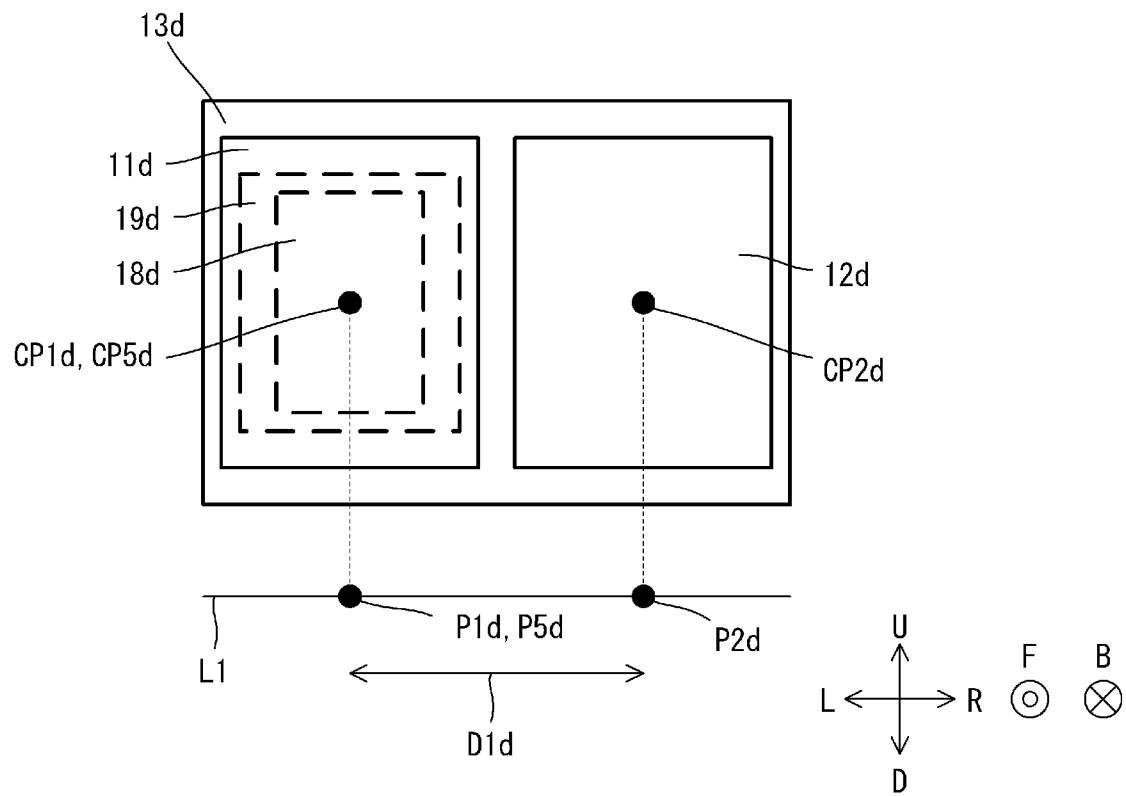
[図11]



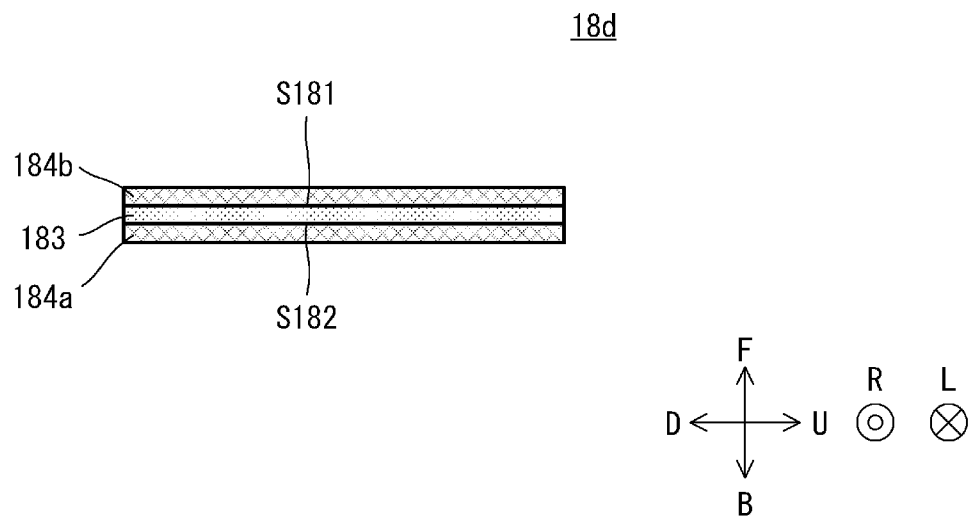
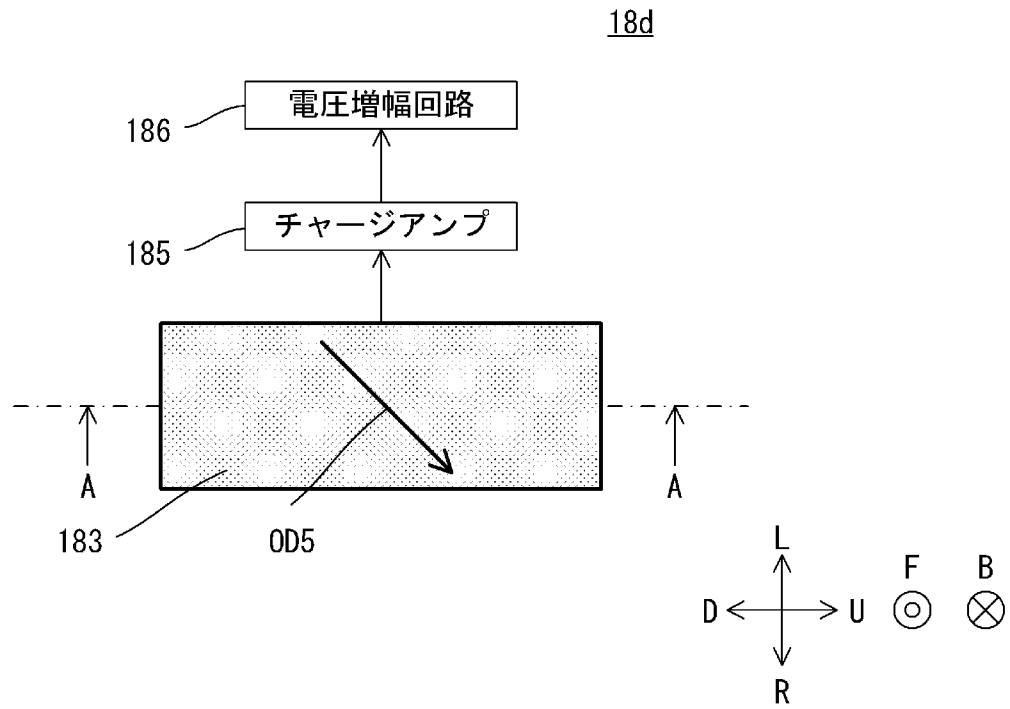
[図12]

10c

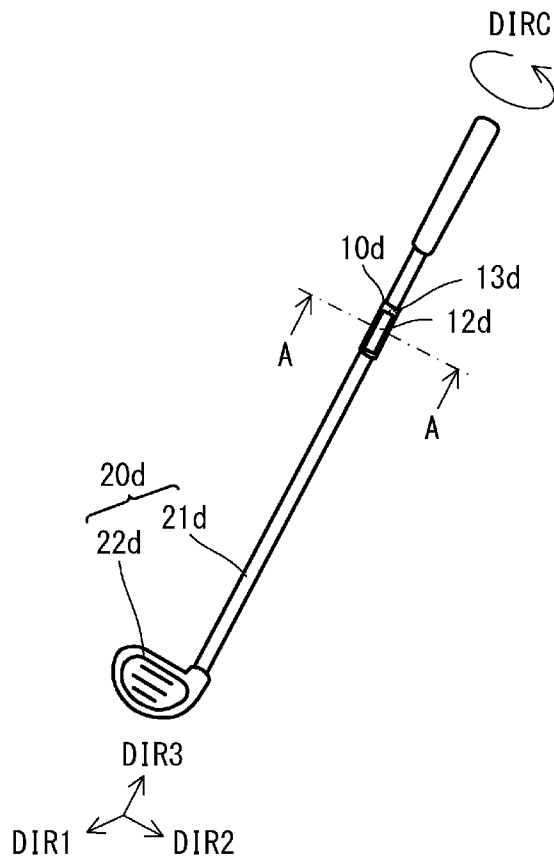
[図13]

10d

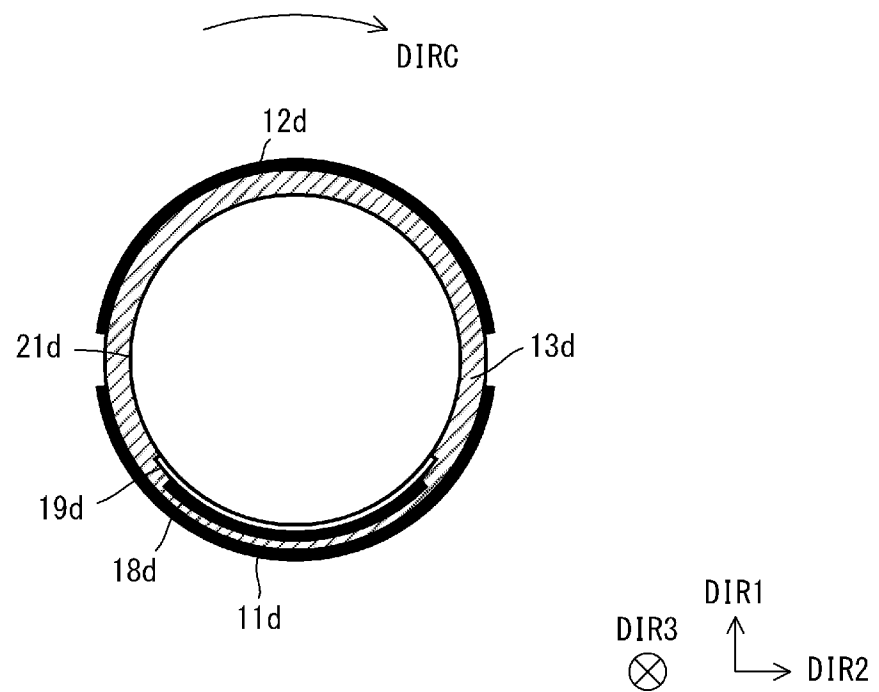
[図14]



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/010522

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01L 1/16 (2006.01)i FI: G01L1/16 B According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																										
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01L1/16; G01L5/167; A63B53/00 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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)																										
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>JP 10-244023 A (NIPOON SHAFT CO LTD) 14 September 1998 (1998-09-14) paragraphs [0021]-[0049], fig. 1-10</td> <td>1, 18-20, 22</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>paragraphs [0021]-[0049], fig. 1-10</td> <td>2-6, 21</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>WO 2016/027614 A1 (MURATA MANUFACTURING CO) 25 February 2016 (2016-02-25) paragraphs [0028]-[0042], [0058]-[0076], fig. 1-8</td> <td>2-6, 21</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>paragraphs [0028]-[0042], [0058]-[0076], fig. 1-8</td> <td>7-17</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2005-532559 A (AB BEHEER B.V) 27 October 2005 (2005-10-27) paragraph [0045], fig. 19-20</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2003-185507 A (FUJIMOTO, Yukio) 03 July 2003 (2003-07-03) paragraphs [0015]-[0031], fig. 1-9</td> <td>1-22</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>GB 2585709 A (CAMBRIDGE TOUCH TECHNOLOGIES LTD) 20 January 2021 (2021-01-20) p. 8, line 1 to p. 33, line 30, fig. 1-22</td> <td>1-22</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	JP 10-244023 A (NIPOON SHAFT CO LTD) 14 September 1998 (1998-09-14) paragraphs [0021]-[0049], fig. 1-10	1, 18-20, 22	Y	paragraphs [0021]-[0049], fig. 1-10	2-6, 21	Y	WO 2016/027614 A1 (MURATA MANUFACTURING CO) 25 February 2016 (2016-02-25) paragraphs [0028]-[0042], [0058]-[0076], fig. 1-8	2-6, 21	A	paragraphs [0028]-[0042], [0058]-[0076], fig. 1-8	7-17	Y	JP 2005-532559 A (AB BEHEER B.V) 27 October 2005 (2005-10-27) paragraph [0045], fig. 19-20	3	A	JP 2003-185507 A (FUJIMOTO, Yukio) 03 July 2003 (2003-07-03) paragraphs [0015]-[0031], fig. 1-9	1-22	A	GB 2585709 A (CAMBRIDGE TOUCH TECHNOLOGIES LTD) 20 January 2021 (2021-01-20) p. 8, line 1 to p. 33, line 30, fig. 1-22	1-22
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																								
X	JP 10-244023 A (NIPOON SHAFT CO LTD) 14 September 1998 (1998-09-14) paragraphs [0021]-[0049], fig. 1-10	1, 18-20, 22																								
Y	paragraphs [0021]-[0049], fig. 1-10	2-6, 21																								
Y	WO 2016/027614 A1 (MURATA MANUFACTURING CO) 25 February 2016 (2016-02-25) paragraphs [0028]-[0042], [0058]-[0076], fig. 1-8	2-6, 21																								
A	paragraphs [0028]-[0042], [0058]-[0076], fig. 1-8	7-17																								
Y	JP 2005-532559 A (AB BEHEER B.V) 27 October 2005 (2005-10-27) paragraph [0045], fig. 19-20	3																								
A	JP 2003-185507 A (FUJIMOTO, Yukio) 03 July 2003 (2003-07-03) paragraphs [0015]-[0031], fig. 1-9	1-22																								
A	GB 2585709 A (CAMBRIDGE TOUCH TECHNOLOGIES LTD) 20 January 2021 (2021-01-20) p. 8, line 1 to p. 33, line 30, fig. 1-22	1-22																								
☐ 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 27 April 2022		Date of mailing of the international search report 24 May 2022																								
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/JP2022/010522

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	10-244023	A	14 September 1998	(Family: none)	
WO	2016/027614	A1	25 February 2016	US 2017/0156636 A1 paragraphs [0034]-[0047], [0064]-[0080], fig. 1-8	
				CN 106575698 A	
JP	2005-532559	A	27 October 2005	US 2005/0134470 A1 paragraph [0084], fig. 19-20	
				WO 2004/008096 A1	
				AU 2003257447 A1	
				TW 200417725 A	
JP	2003-185507	A	03 July 2003	(Family: none)	
GB	2585709	A	20 January 2021	WO 2021/009480 A1	

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 B		
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）） G01L1/16; G01L5/167; A63B53/00		
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 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022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 10-244023 A（日本シャフト株式会社）14.09.1998（1998-09-14） 段落0021-0049, 図1-10	1, 18-20, 22
Y	段落0021-0049, 図1-10	2-6, 21
Y	WO 2016/027614 A1（株式会社村田製作所）25.02.2016（2016-02-25） 段落0028-0042, 0058-0076, 図1-8	2-6, 21
A	段落0028-0042, 0058-0076, 図1-8	7-17
Y	JP 2005-532559 A（アーバー ベーヘル バスローテン フェンノートシャップ） 27.10.2005（2005-10-27） 段落0045, 図19-20	3
A	JP 2003-185507 A（藤本 由紀夫）03.07.2003（2003-07-03） 段落0015-0031, 図1-9	1-22
A	GB 2585709 A（CAMBRIDGE TOUCH TECHNOLOGIES LTD）20.01.2021（2021-01-20） Page8, line1-Page33, line30, Figs.1-22	1-22
☐ 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、一般的な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		
国際調査を完了した日 27.04.2022		国際調査報告の発送日 24.05.2022
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） 大森 努 2F 8352 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/JP2022/010522

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	10-244023	A	14.09.1998	(ファミリーなし)	
WO	2016/027614	A1	25.02.2016	US 2017/0156636 A1	
				Paragraphs0034-0047, 0064-0080, Figs.1-8	
				CN 106575698 A	
JP	2005-532559	A	27.10.2005	US 2005/0134470 A1	
				Paragraph0084, Figs.19-20	
				WO 2004/008096 A1	
				AU 2003257447 A1	
				TW 200417725 A	
JP	2003-185507	A	03.07.2003	(ファミリーなし)	
GB	2585709	A	20.01.2021	WO 2021/009480 A1	