

WO 2018/180346 A1



(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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

When a load is applied by an operation on the operation member, the second electrode undergoes elastic deformation and the distance between the second electrode and the first electrode is changed by this elastic deformation.

(57) 要約: 基材と、基材上の第1領域に固定された第1電極と、基材において第1領域と異なる第2領域に固定され、第1電極よりも高い位置まで延びる第2電極と、第1電極と第2電極との間の距離に対応する静電容量を検知する静電容量検知部と、第2電極と接触する接触領域を有する操作部材とを備え、第1電極と第2電極の少なくとも一方は複数設けられ、第2電極は、操作部材に対する操作によって荷重が加えられると弾性変形を生じ、この弾性変形によって第2電極と第1電極との距離が変化する。

明 細 書

発明の名称：力覚センサ

技術分野

[0001] 本発明は、操作部材に対する操作によって加えられた荷重を検知可能な力覚センサに関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 に記載の荷重検出装置は、突起状の受圧部を有する荷重センサと、受圧部を上面側に向けて荷重センサを収納するケースと、荷重センサの上面側に配置され、荷重を受けて荷重センサを高さ方向に押圧する弾性体を有している。これにより、良好なハンドリング性と小型化を実現でき、良好なセンサ感度を備えた荷重検出装置を提供できるとしている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開 2 0 1 5 - 1 6 1 5 3 1 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献 1 に記載の荷重検出装置では、荷重センサによって高さ方向における押圧力を検出することはできるものの、弾性体に対して加えられた荷重の向き・範囲・分布などの状況を検出することはできなかった。よって、この荷重検出装置を、例えば、遠隔操作される構造体に組み込んだとしても、この構造体に加えられる荷重の状況が明らかでないため、この検出結果に基づいて行う感触伝達は細かさに欠け、リアルな感触を再現することは困難であった。

[0005] そこで本発明は、加えられた荷重の向き・大きさ・範囲・分布などの状況を検知できる力覚センサを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するために、本開示の力覚センサは、基材と、基材上の第

1 領域に固定された第 1 電極と、基材において第 1 領域と異なる第 2 領域に固定され、第 1 電極よりも高い位置まで延びる第 2 電極と、第 1 電極と第 2 電極との間の距離に対応する静電容量を検知する静電容量検知部と、第 2 電極と接触する接触領域を有する操作部材とを備え、第 1 電極と第 2 電極の少なくとも一方は複数設けられ、第 2 電極は、操作部材に対する操作によって荷重が加えられると弾性変形を生じ、この弾性変形によって第 2 電極と第 1 電極との距離が変化することを特徴としている。

[0007] これにより、操作部材に加えられた荷重の向き・大きさ・分布などの状況を精度良く検知することができる。

[0008] 本開示の力覚センサにおいては、静電容量検知部からの出力情報に基づいて操作部材へ加わった荷重の状況を検知する演算部を備えることが好ましい。

[0009] これにより、操作部材に加えられた荷重の向き・大きさ・範囲・分布などの状況を正確に算出することができる。

[0010] 本開示の力覚センサにおいて、第 1 電極は基材上において 1 つの環状をなしており、第 2 電極は、第 1 電極の環の内側において基材に固定され、さらに、第 1 電極の上方へ湾曲して延びることが好ましい。

[0011] これにより、検知精度を確保しつつ、第 1 電極と第 2 電極を効率良く配置することができる。

[0012] 本開示の力覚センサにおいて、第 2 電極は、環状の第 1 電極の平面中心に関して対称となるように 4 つに分割されていることが好ましい。

[0013] これにより、種々の向きや範囲について荷重の状況を検知することが可能となる。

[0014] 本開示の力覚センサにおいて、操作部材は、第 2 電極を覆うように基材に装着されることが好ましい。

[0015] これにより、操作部材に対する操作によって加わる荷重を複数の電極で検知できるため、複雑に加えられた荷重の状況を検知することができる。

発明の効果

[0016] 本開示によると、操作部材に加えられた荷重の向き・大きさ・範囲・分布などの状況を検知できる力覚センサを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]第1実施形態に係る力覚センサの構成を示す断面図である。

[図2]第1実施形態に係る力覚センサの構成を示す平面図である。

[図3]第1実施形態に係る力覚センサの機能ブロック図である。

[図4]第1実施形態に係る力覚センサの適用例を示す図である。

[図5] (A) ~ (E) は第1実施形態に係る力覚センサに加えられた外力の方向を示す図である。

[図6]第2実施形態に係る力覚センサの構成を示す断面図である。

[図7]第2実施形態に係る力覚センサの構成を示す平面図である。

[図8]第2実施形態に係る力覚センサの機能ブロック図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の実施形態に係る力覚センサについて図面を参照しつつ詳しく説明する。＜第1実施形態＞

図1は第1実施形態に係る力覚センサ10の構成を示す断面図、図2は力覚センサ10の構成を示す平面図、図3は力覚センサ10の機能ブロック図である。図4は力覚センサ10の適用例を示す図である。図1は、図2のA-A'線における断面から見た正面図に対応する。操作部材12は、図1においては破線で仮想的に示し、図2では省略している。各図には、基準座標としてX-Y-Z座標が示されている。Z方向は上方向であり、X-Y面はZ方向に直交する面である。以下の説明において、Z方向に沿って見た状態を平面視ということがある。

[0019] 図1又は図2に示すように、第1実施形態に係る力覚センサ10は基材11を備え、基材11上には、操作部材12と、第1電極20と、4つの第2電極31、32、33、34とが設けられている。

[0020] なお、第1実施形態では、第2電極が4つの例を示しているが、第2電極の数は2つ、3つ、又は、5つ以上でもよく、その数と配置は、力覚センサ

の仕様等に応じて任意に設定できる。

[0021] 基材 11 は、ガラス、プラスチック等からなる非導電性の板材であって、例えば回路基板であり、図 3 に示す演算部 51 と制御部 52 を構成する集積回路、これに接続される配線等が配置されている。制御部 52 はインターフェース部を有しており、例えば演算部 51 による演算結果を外部の表示装置 53 へ与えて表示させる。

[0022] 操作部材 12 は、非導電性で弾性を有する材料、例えば、ウレタンゴム、シリコンゴムなどの合成ゴムからなり、4 つの第 2 電極 31、32、33、34 の上部を Z 方向上側から覆うように配置されており、X-Y 面方向の端部 12a が基材 11 に対して接着によって固定されている。操作部材 12 は、その内面 12b が、4 つの第 2 電極 31、32、33、34 の上部に接触する接触領域を構成する。

[0023] 操作部材 12 は、例えば図 4 に示すような人体モデルの指 F の表皮 F1 を構成する。この構成においては、基材 11 や、基材 11 上に固定された 4 つの第 2 電極 31、32、33、34 は、指 F の内部に配置される。

[0024] 図 2 に示すように、第 1 電極 20 は、平面中心 20c を中心とする環状の第 1 領域 R1 上において、第 1 領域 R1 と同一の 1 本の環をなすように基材 11 の表面 11a 上に設けられている。上記平面中心 20c は、平面視正方形の基材 11 の中心と一致する。第 1 電極 20 は、導電性材料で形成されている。第 1 電極 20 は、例えば、薄板状の金属材料、例えばりん青銅を基材 11 の表面 11a 上に接着等によって固定したり、銅箔のエッチング、ITO（酸化インジウム・スズ）のスパッタリング、PVD（物理気相成長）、CVD（化学気相成長）によって形成される。

[0025] 図 1 に示すように、第 2 電極 31 は、その下部が基材 11 の表面 11a 上の第 2 領域 R2 上に固定されている。ここで、第 2 領域 R2 は、図 2 において斜線を付して示すように、環状の第 1 電極 20 の径方向において、第 1 電極 20 よりも内側、すなわち第 1 電極 20 の平面中心 20c 側に配置されており、かつ、第 1 電極 20 の円周方向において等角度間隔で 4 つに分割され

ている。第2電極31は、第2領域R2のうち、X-Y面の第2象限に対応する領域R22と同一に重なるように配置されている。さらに、第2電極31は、基材11の表面11aから上へ延びており、第2電極31の下部の外周面31aは第1電極20の内周面22に対向する。

[0026] 第2電極31は、導電性と弾性を有する材料、例えばりん青銅、導電性プラスチック、又は、導電性ゴムで構成される。または、弾性変形可能な絶縁性のプラスチックで形成され、第1電極20に対向する部分に導電体が形成されていてもよい。第2電極31は、その外側に位置する第1電極20の上方に、上部（先端部）の端面31cが位置するように湾曲されている。ここで、図1に示すように、前記端面31cは、第1電極20の径方向において、第1電極20の外周面21と内周面22の中間の位置まで延びている。また、第2電極31と第1電極20は互いに離れており、かつ、第2電極31に接触する操作部材12に対する操作によって荷重が加えられると第2電極31は弾性変形する。この弾性変形によって、第2電極31と第1電極20との距離が変化する。

[0027] 第1電極20と第2電極31、32、33、34は、一方が接地電位に設定され、他方が図4に示す静電容量検知部41、42、43、44に接続されている。

[0028] 図3に示す第1実施形態では、第1電極20が接地電位に設定され、第2電極31、32、33、34が静電容量検知部41、42、43、44にそれぞれ接続されている。

[0029] ただし、図6以下に基づいて後に説明する第2実施形態のように、4分割されている第1電極20が、静電容量検知部41、42、43、44に個別に接続され、第2電極31、32、33、34が接地電位に設定されていてもよい。この場合に、第2電極を、変形可能な導電性材料で形成し、円周方向に連続するようにドーナツ状に形成することもできる。

[0030] 第1実施形態では、図3に示すように、第2電極31が静電容量検知部41に接続されている。第2電極31に荷重が加わっていないときは、第2電

極 3 1 からの検知出力は、第 2 電極 3 1 と第 1 電極 2 0 の初期の対向距離の寄生容量に応じた値となる。第 2 電極 3 1 に荷重が加わって弾性変形すると、第 2 電極 3 1 と第 1 電極 2 0 との対向距離が変化し、対向距離の変化に応じて静電容量が変化する。静電容量検知部 4 1 では、前記対向距離の変動に基づく静電容量の変化を、第 2 電極 3 1 からの自己容量の変化出力として検知する。

[0031] 第 2 電極 3 1 以外の 3 つの第 2 電極 3 2、3 3、3 4 も、第 2 電極 3 1 と同様の構成を備え、X-Y 面の各象限のそれぞれに配置される。具体的には、図 2 に示すように、4 つの第 2 電極 3 1、3 2、3 3、3 4 は、第 1 電極 2 0 の平面中心 2 0 c に関して互いに対称となるように、又は、平面中心 2 0 c の周りに等角度間隔となるように、平面視環状の電極が 4 つに分割され、かつ、互いに離間された構成を備える。したがって、第 2 電極 3 1、3 2、3 3、3 4 は互いに電氣的に導通していない。また、基材 1 1 の表面 1 1 a に固定されている、それぞれの下部の外周面 3 1 a、3 2 a、3 3 a、3 4 a 及び内周面 3 1 b、3 2 b、3 3 b、3 4 b は、第 1 電極 2 0 の内周面 2 2 にそれぞれ沿うように配置されている。

[0032] 上記 3 つの第 2 電極 3 2、3 3、3 4 も、第 2 電極 3 1 と同様に、導電性と弾性を有する材料で構成され、それぞれが対向する位置の第 1 電極 2 0 の上方に、上部の端面 3 2 c、3 3 c、3 4 c がそれぞれ位置するように湾曲させている。第 2 電極 3 1 と同様に、ほかの 3 つの第 2 電極 3 2、3 3、3 4 のそれぞれと第 1 電極 2 0 とは互いに離れて配置されている。操作部材 1 2 に対する操作によって、操作部材 1 2 に接触する第 2 電極 3 2、3 3、3 4 に荷重が加えられると、第 2 電極 3 2、3 3、3 4 はそれぞれ弾性変形し、この弾性変形によって、それぞれと第 1 電極 2 0 との距離が変化する。この距離の変化に対応して、第 2 電極 3 2、3 3、3 4 がそれぞれ接続される、静電容量検知部 4 2、4 3、4 4 において、第 2 電極 3 1 の弾性変形による静電容量の変化に対応する出力として検知される。ここで、第 1 電極 2 0 の周方向における、第 2 電極 3 1、3 2、3 3、3 4 の相互の間隔や、弾性

変形していない状態の第1電極20と第2電極31、32、33、34との間隔は、用途、仕様などに応じて任意に設定できる。

[0033] 図3に示すように、静電容量検知部41、42、43、44からの検知出力は、演算部51にそれぞれ与えられる。演算部51は、静電容量検知部41、42、43、44から与えられた出力情報に基づいて、操作部材12へ加わった荷重の状況を検知する。

[0034] 以上の構成の力覚センサ10では、例えば図5(A)～(E)に示すような外力によって加えられた荷重の向き・大きさ・範囲・分布などの状況を検知することができる。ここで、図5(A)～(E)は図1に対応する断面図であり、力覚センサ10に加えられた外力の方向を示す図であり、操作部材12の図示は省略している。図5(A)～(E)に示すのは一部の例であり、これ以外の荷重、例えば、図5(A)～(E)に示す外力が組み合わさった力による荷重の状況も検知することができる。また、図5(A)～(E)についての以下の説明では、Z方向が鉛直方向に沿うように力覚センサ10を載置した場合を想定して述べるが、力覚センサ10の載置方向はこれに限定されない。

[0035] まず、図5(A)に示すように、操作部材12(図5(A)では不図示)を上方向から下向きに押したときは、4つの第2電極31、32、33、34のすべてに下向きの力D1が作用し、4つの第2電極31、32、33、34に、これらに対応する第1電極20に向けて接近する弾性変形が生じる。また、操作部材12を上方向と左方向から押しつぶそうとするような操作が行われると、前記力D1に加えて、水平方向の力としてX方向に沿った力D2が作用する。この場合には、平面視右側に位置する2つの第2電極32、33が、対応する第1電極20に向けてさらに接近するように弾性変形が重畳される。あるいは、平面視左側に位置する第2電極31、34が、これらに対向する第1電極20から離れるように変形する。このような弾性変形による、それぞれの第2電極31、32、33、34と第1電極20との距離の変化に対応して、静電容量検知部41、42、43、44のそれぞれで

検知される静電容量に変化が生じ、この変化に基づいて、演算部51は操作部材12へ加わった荷重の向き・大きさ・範囲・分布などの状況を検知することができる。

[0036] 図5(B)では、左右両方向からの力として、X方向のプラス方向とマイナス方向に沿った2つの力D3、D4が示されている。このような外力が加わるようなケースとしては、操作部材12を左右方向からつまむような動作が想定される。このような力D3、D4が同時に加わるような操作が行われたとき、4つの第2電極31、32、33、34のすべてにおいて、対応する第1電極20からそれぞれ遠ざかるような弾性変形が生じる。このような弾性変形による第1電極20との距離の変化に対応して、静電容量検知部41、42、43、44のそれぞれで検知される静電容量に変化が生じ、この変化に基づいて、演算部51は操作部材12へ加わった荷重の向き・大きさ・範囲・分布などの状況を検知することができる。

[0037] 図5(C)では、左右両方向に沿った力として、X方向のマイナス方向とプラス方向に沿った2つの力D5、D6が示されている。このような外力が加わるようなケースとしては、操作部材12を左右方向に広げるような動作が想定される。このような力D5、D6が同時に加わるような操作が行われたとき、4つの第2電極31、32、33、34のすべてにおいて、対応する第1電極20にそれぞれ接近するような弾性変形が生じる。このような弾性変形による第1電極20との距離の変化に対応して、静電容量検知部41、42、43、44のそれぞれで検知される静電容量に変化が生じ、この変化に基づいて、演算部51は操作部材12へ加わった荷重の向き・大きさ・範囲・分布などの状況を検知することができる。

[0038] 図5(D)では、X-Y面に平行な面内で回転する力D7が示されている。このような外力が加わるようなケースとしては、操作部材12を、鉛直軸を中心にひねるような動作が想定される。または、操作部材12に対して4つの第2電極31、32、33、34に順に押圧力が作用するような回転力が与えられる動作が想定される。このような力D7が加わるような操作が行

われたとき、４つの第２電極３１、３２、３３、３４において、力Ｄ７による回転方向に応じて、対応する第１電極２０に接近又は遠ざかる弾性変形が順番に生じる。このような弾性変形による第１電極２０との距離の変化に対応して、静電容量検知部４１、４２、４３、４４のそれぞれで検知される静電容量に変化が生じ、この変化に基づいて、演算部５１は操作部材１２へ加わった荷重の向き・大きさ・範囲・分布などの状況を検知することができる。

[0039] 図５（Ｅ）では、互いに異なる方向の力Ｄ８、Ｄ９、Ｄ１０が示されている。このような外力が加わるようなケースとしては、操作部材１２に対して、ひねりながら押す動作や、複数の指で異なる動きを与える動作などが想定される。このような力Ｄ８～Ｄ１０が同時に加わるような操作が行われたとき、４つの第２電極３１、３２、３３、３４において、力Ｄ８～Ｄ１０の方向に応じて、対応する第１電極２０に接近又は遠ざかる弾性変形が生じる。このような弾性変形による第１電極２０との距離の変化に対応して、静電容量検知部４１、４２、４３、４４のそれぞれで検知される静電容量に変化が生じ、この変化に基づいて、演算部５１は操作部材１２へ加わった荷重の向き・大きさ・範囲・分布などの状況を検知することができる。

[0040] なお、上述の図５（Ａ）～（Ｅ）に関する説明において、４つの第２電極が弾性変形すると述べたが、弾性変形するのが３つ以下の第２電極であっても、操作部材１２へ加わった荷重の状況を検知することができる。

[0041] 以上のように構成されたことから、第１実施形態の力覚センサによれば、操作部材１２に加えられた荷重の向き・大きさ・範囲・分布などの状況を精度良く検知することができる。

[0042] 第１電極２０は基材１１上において１つの環状をなしており、４つの第２電極３１、３２、３３、３４は、第１電極２０の環の内側において基材１１に固定され、さらに、第１電極２０の上方へ湾曲して延びている。この構成により、検知精度を確保しつつ、第１電極２０と第２電極３１、３２、３３、３４を効率良く配置することができる。

[0043] 第1電極20の平面中心20cに関して対称となるように4つの第2電極31、32、33、34を分割配置している。このため、種々の向きや範囲について荷重の状況を検知することが可能となる。

[0044] 4つの第2電極31、32、33、34を覆うように、操作部材12を基材11に装着しているため、操作部材12に対する操作によって加わる荷重を4つの第2電極で検知できるようになることから、複雑に加えられた荷重の状況を検知することができる。

[0045] また、操作部材12が弾性を有することにより、操作者にリアルな感触を与えつつ、加えられた荷重の状況を精度良く検知することができる。

[0046] 以下に変形例について説明する。

[0047] 上記第1実施形態では、第1領域R1に第1電極20を設け、第1領域R1よりも内側の第2領域R2に第2電極31、32、33、34を設けていたが、これに代えて、第1電極の外側に4つの第2電極を設け、第2電極の先端部が第1電極の上方へ至るように湾曲させる構成も可能である。

[0048] また、第1実施形態では、第1電極20を接地させ、第2電極31、32、33、34の変形によって変化する静電容量（自己容量）を検知していたが、これに代えて、前述のように、第1電極20を駆動電極とするとともに、第2電極31、32、33、34を検知電極とする構成も可能である。この構成では、駆動電極と検知電極にそれぞれ所定の波形の電流を印加し、第2電極の変形によって変化する、駆動電極と検知電極の間の相互容量の変化を検知する。

[0049] <第2実施形態>

つづいて、第2実施形態について説明する。第2実施形態においては、4つの第2電極131、132、133、134のそれぞれに対応するように第1電極も4つに分割しており、さらに、第2電極131、132、133、134を導通板135で互いに導通させている点が第1実施形態と異なる。第2実施形態においては、第1実施形態と同様の構成については、その詳細な説明は省略する。

- [0050] 図6は第2実施形態に係る力覚センサ110の構成を示す断面図、図7は力覚センサ110の構成を示す平面図、図8は力覚センサ110の機能ブロック図である。図6は、図7のB-B'線における断面から見た正面図に対応する。操作部材112は、図6においては破線で仮想的に示し、図7では省略している。図6と図7には、図1、図2、及び図5と同様に、基準座標としてX-Y-Z座標が示されている。
- [0051] 図6又は図7に示すように、第2実施形態に係る力覚センサ110は基材111を備え、基材111上には、操作部材112と、4つの第1電極121、122、123、124と、4つの第2電極131、132、133、134と、導通板135とが設けられている。
- [0052] 基材111は、第1実施形態の基材11と同様の構成を有する。この基材111には、図8に示す演算部151と制御部152を構成する集積回路、これに接続される配線等が配置されている。制御部152はインターフェース部を有しており、例えば演算部151による演算結果を外部の表示装置153へ与えて表示させる。
- [0053] 操作部材112は、第1実施形態の操作部材12と同様の構成を有する。この操作部材112は、4つの第2電極131、132、133、134の上部をZ方向上側から覆うように配置されており、X-Y面方向の端部112aが基材111に対して接着によって固定されている。操作部材112は、その内面112bが、4つの第2電極131、132、133、134の上部に接触する接触領域を構成する。
- [0054] 図7に示すように、4つの第1電極121、122、123、124は、平面中心120cを中心とする環状の第1領域R11上において、等角度間隔で4つに分割され、平面中心120cに関して互いに対称に配置されている。上記平面中心120cは、平面視正方形の基材111の中心と一致する。これらの第1電極121、122、123、124は、第1実施形態の第1電極20と同様に導電性材料で形成される。
- [0055] 4つの第2電極131、132、133、134は、第1実施形態の第2

電極 3 1、3 2、3 3、3 4 と同様の構成であり、下部が基材 1 1 1 の表面 1 1 1 a 上の第 2 領域 R 1 2 上に固定されている。第 2 領域 R 1 2 は、図 7 において斜線を付して示すように、環状の 4 つの第 1 電極 1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4 の径方向において、4 つの第 1 電極 1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4 よりも内側に配置されており、かつ、4 つの第 1 電極 1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4 のそれぞれに対向するように、円周方向において等角度間隔で 4 つに分割されている。

[0056] 4 つの第 2 電極 1 3 1、1 3 2、1 3 3、1 3 4 は、その外側に位置する 4 つの第 1 電極 1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4 の上方に、上部（先端部）の端面 1 3 1 c、1 3 2 c、1 3 3 c、1 3 4 c がそれぞれ位置するように湾曲されている。図 6 に一部を示すように、前記端面 1 3 1 c、1 3 2 c、1 3 3 c、1 3 4 c は、4 つの第 1 電極 1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4 の径方向において、対応する第 1 電極の外周面 1 2 1 a、1 2 2 a、1 2 3 a、1 2 4 a と内周面 1 2 1 b、1 2 2 b、1 2 3 b、1 2 4 b との中間の位置まで延びている。また、第 2 電極 1 3 1、1 3 2、1 3 3、1 3 4 と、それぞれに対応する第 1 電極 1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4 とは互いに離れており、操作部材 1 1 2 に対する操作によって、これに接触する第 2 電極 1 3 1、1 3 2、1 3 3、1 3 4 に荷重が加えられると、第 2 電極 1 3 1、1 3 2、1 3 3、1 3 4 はそれぞれ弾性変形する。この弾性変形によって、各第 2 電極と、それぞれに対応する第 1 電極 1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4 との距離が変化する。

[0057] 基材 1 1 1 の平面中心には、同心状に、円板状の導通板 1 3 5 が設けられている。導通板 1 3 5 は、4 つの第 2 電極 1 3 1、1 3 2、1 3 3、1 3 4 の内周面 1 3 1 b、1 3 2 b、1 3 3 b、1 3 4 b と電氣的に導通するように設けられており、不図示の配線によって接地される。導通板 1 3 5 は、導電性材料で形成され、例えば、薄板状の金属材料、例えばりん青銅を基材 1 1 1 の表面 1 1 1 a 上に接着等によって固定したり、銅箔のエッチング、ITO（酸化インジウム・スズ）のスパッタリング、PVD（物理気相成長）

、CVD（化学気相成長）によって形成される。また、第2電極131、132、133、134と導通板135とを成形によって一体に製造してもよい。

[0058] 図8に示すように、第1電極121、122、123、124は、静電容量検知部141、142、143、144にそれぞれ接続されている。第2電極131、132、133、134に荷重が加わっていないときは、対応する第1電極121、122、123、124との間の寄生容量に応じて、第1電極121、122、123、124のそれぞれに電流が流れる。ここで、第2電極131、132、133、134のいずれかに荷重が加わって弾性変形すると、変形した第2電極と、これに対応する第1電極の距離が変化するため、この距離の変化に応じて静電容量（自己容量）が変化し、これにより、その第1電極に流れる電流も変化する。第1電極に対応する静電容量検知部では、第2電極の弾性変形による電流の変化を静電容量の変化として検知する。静電容量検知部141、142、143、144からの出力は、演算部151にそれぞれ与えられる。演算部151は、静電容量検知部141、142、143、144から与えられた出力情報に基づいて、操作部材112へ加わった荷重の状況を検知する。

[0059] なお、その他の構成、作用、効果、変形例は第1実施形態と同様である。

[0060] 本発明について上記実施形態を参照しつつ説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、改良の目的または本発明の思想の範囲内において改良または変更が可能である。

産業上の利用可能性

[0061] 以上のように、本発明に係る力覚センサは、操作部材に加えられた荷重の向き・大きさ・範囲・分布などの状況を検知できる点で有用である。

[0062] 本国際出願は2017年3月25日に出願された日本国特許出願2017-060242号に基づく優先権を主張するものであり、その全内容をここに援用する。

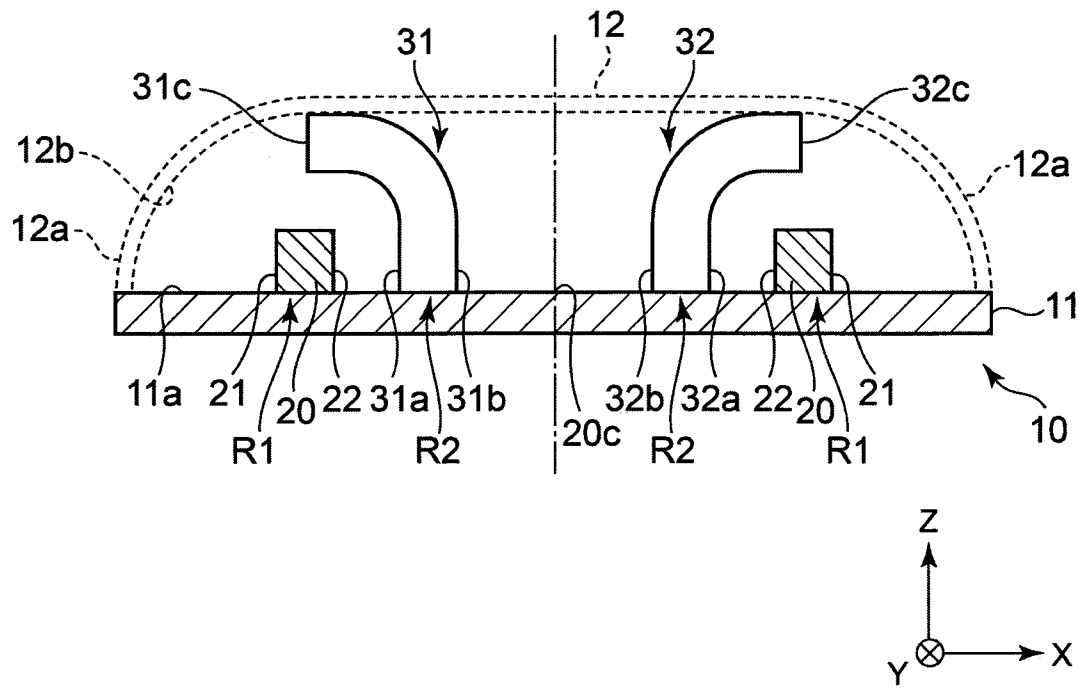
符号の説明

[0063]	1 0	力覚センサ
	1 1	基材
	1 2	操作部材
	2 0	第 1 電極
	2 0 c	平面中心
	3 1、3 2、3 3、3 4	第 2 電極
	4 1、4 2、4 3、4 4	静電容量検知部
	5 1	演算部
	5 2	制御部
	5 3	表示装置
	1 1 0	力覚センサ
	1 1 1	基材
	1 1 2	操作部材
	1 2 0 c	平面中心
	1 2 1、1 2 2、1 2 3、1 2 4	第 1 電極
	1 3 1、1 3 2、1 3 3、1 3 4	第 2 電極
	1 3 5	導通板
	1 4 1、1 4 2、1 4 3、1 4 4	静電容量検知部
	1 5 1	演算部
	1 5 2	制御部
	1 5 3	表示装置
	R 1、R 1 1	第 1 領域
	R 2、R 1 2	第 2 領域

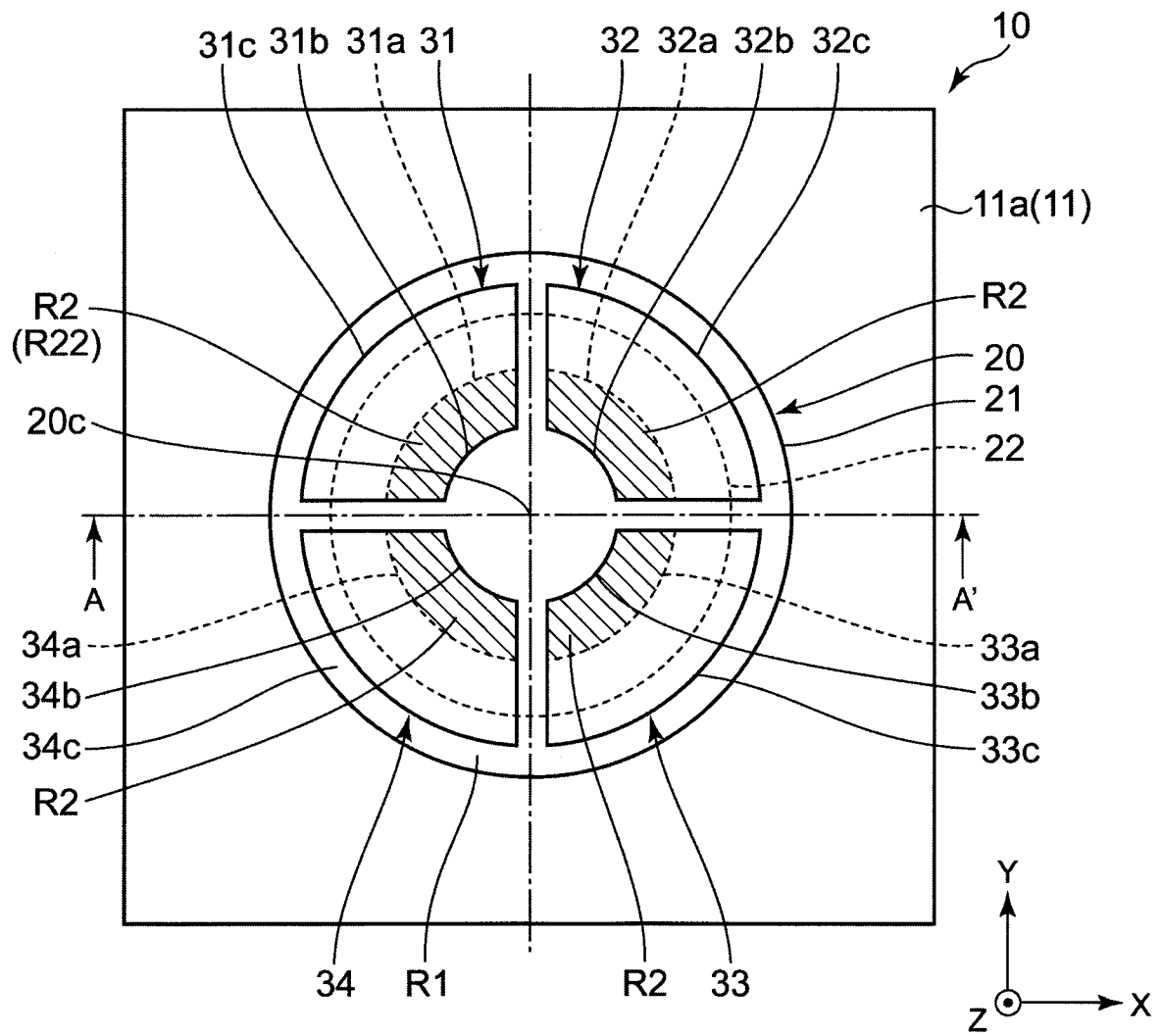
請求の範囲

- [請求項1] 基材と、
 前記基材上の第1領域に固定された第1電極と、
 前記基材において前記第1領域と異なる第2領域に固定され、前記第1電極よりも高い位置まで延びる第2電極と、
 前記第1電極と前記第2電極との間の距離に対応する静電容量を検知する静電容量検知部と、
 前記第2電極と接触する接触領域を有する操作部材とを備え、
 前記第1電極と前記第2電極の少なくとも一方は複数設けられ、
 前記第2電極は、前記操作部材に対する操作によって荷重が加えられると弾性変形を生じ、この弾性変形によって前記第2電極と前記第1電極との距離が変化することを特徴とする力覚センサ。
- [請求項2] 前記静電容量検知部からの出力情報に基づいて前記操作部材へ加わった荷重の状況を検知する演算部を備える請求項1に記載の力覚センサ。
- [請求項3] 前記第1電極は前記基材上において1つの環状をなしており、
 前記第2電極は、前記第1電極の環の内側において前記基材に固定され、さらに、前記第1電極の上方へ湾曲して延びる請求項1又は請求項2に記載の力覚センサ。
- [請求項4] 前記第2電極は、環状の前記第1電極の平面中心に関して対称となるように4つに分割されている請求項3に記載の力覚センサ。
- [請求項5] 前記操作部材は、前記第2電極を覆うように前記基材に装着される請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の力覚センサ。

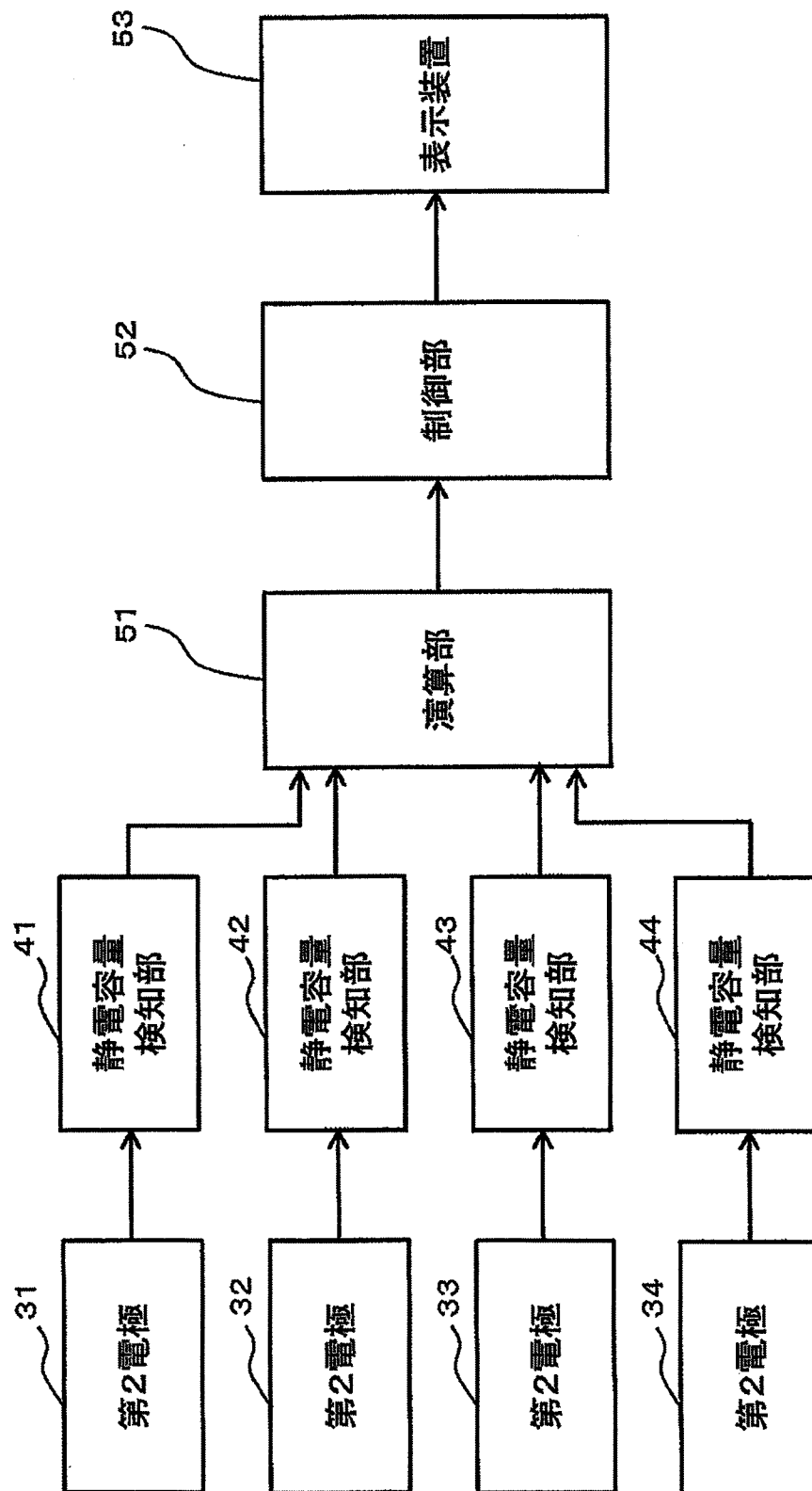
[図1]



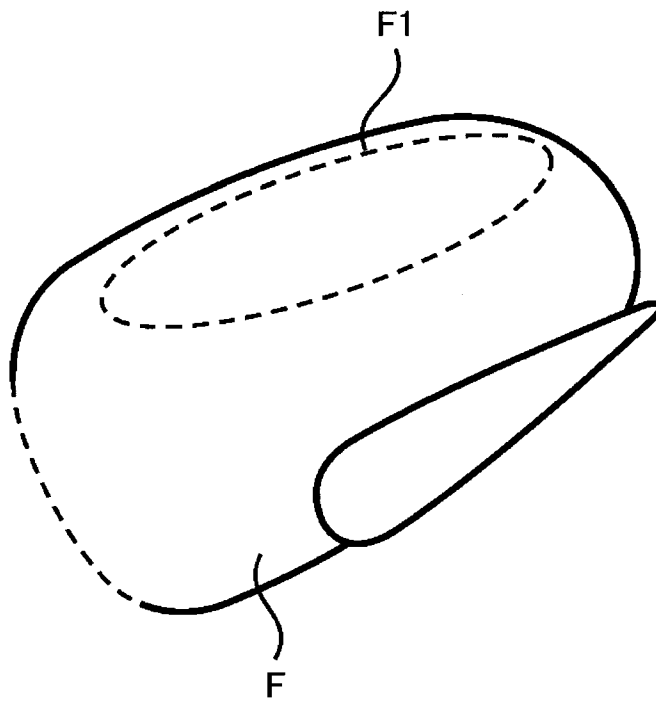
[図2]



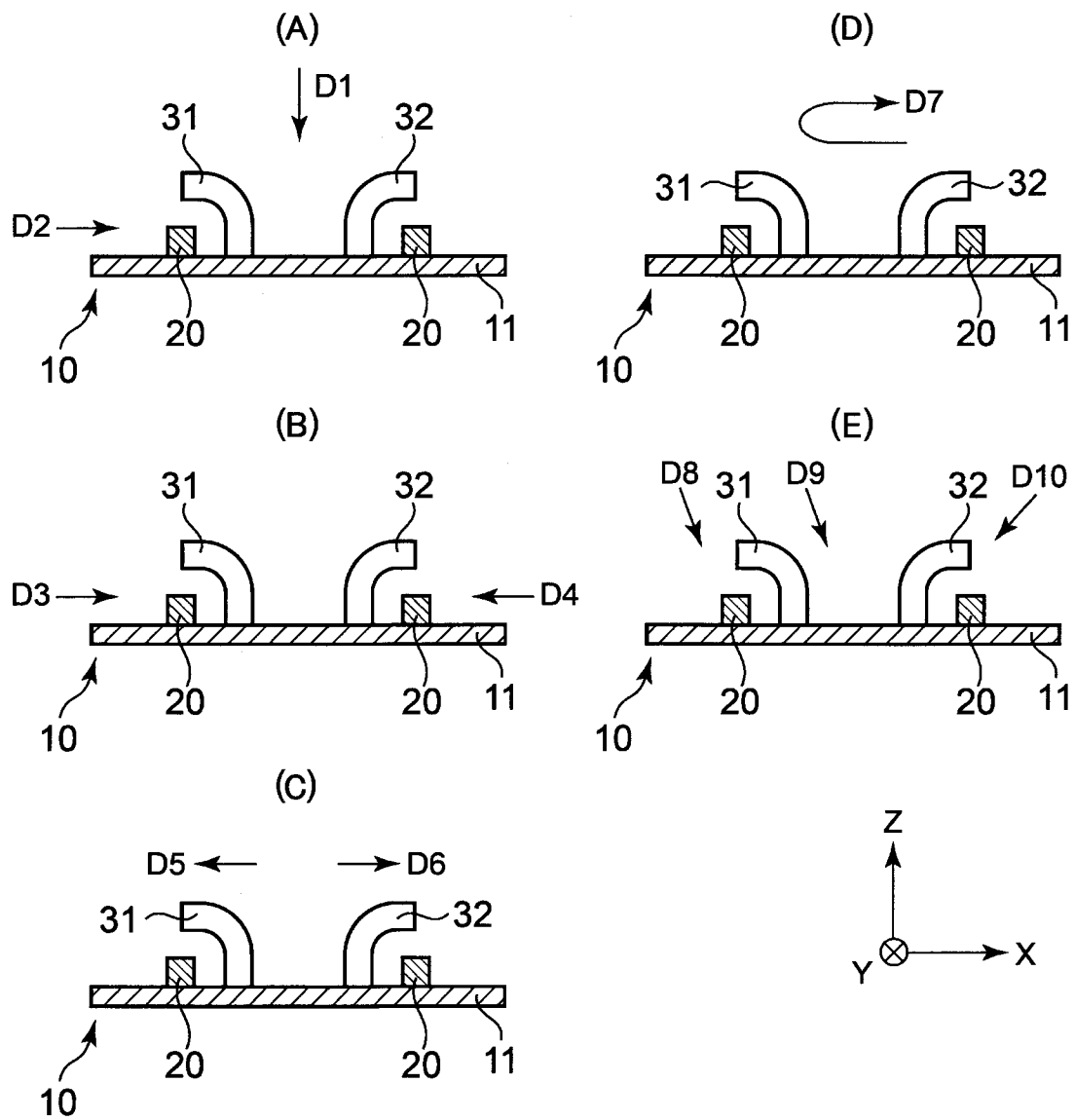
[図3]



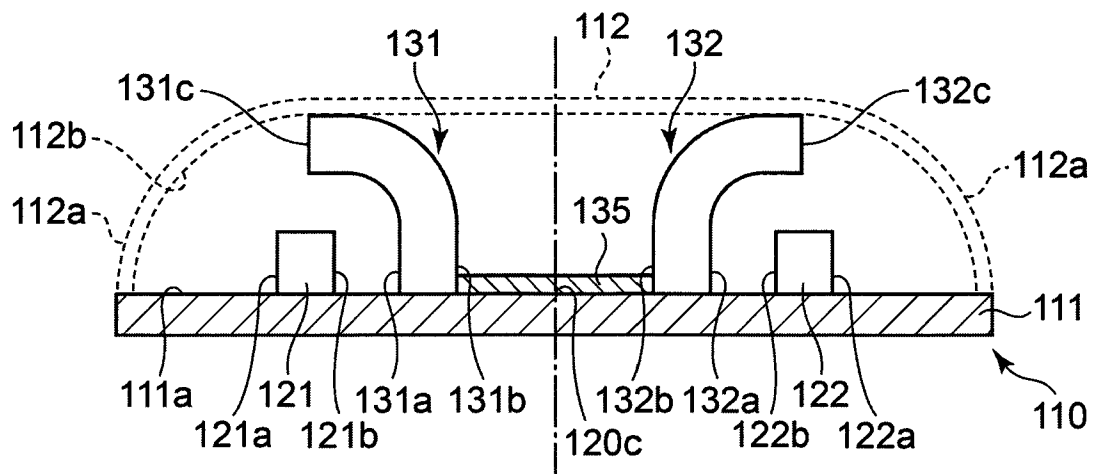
[図4]



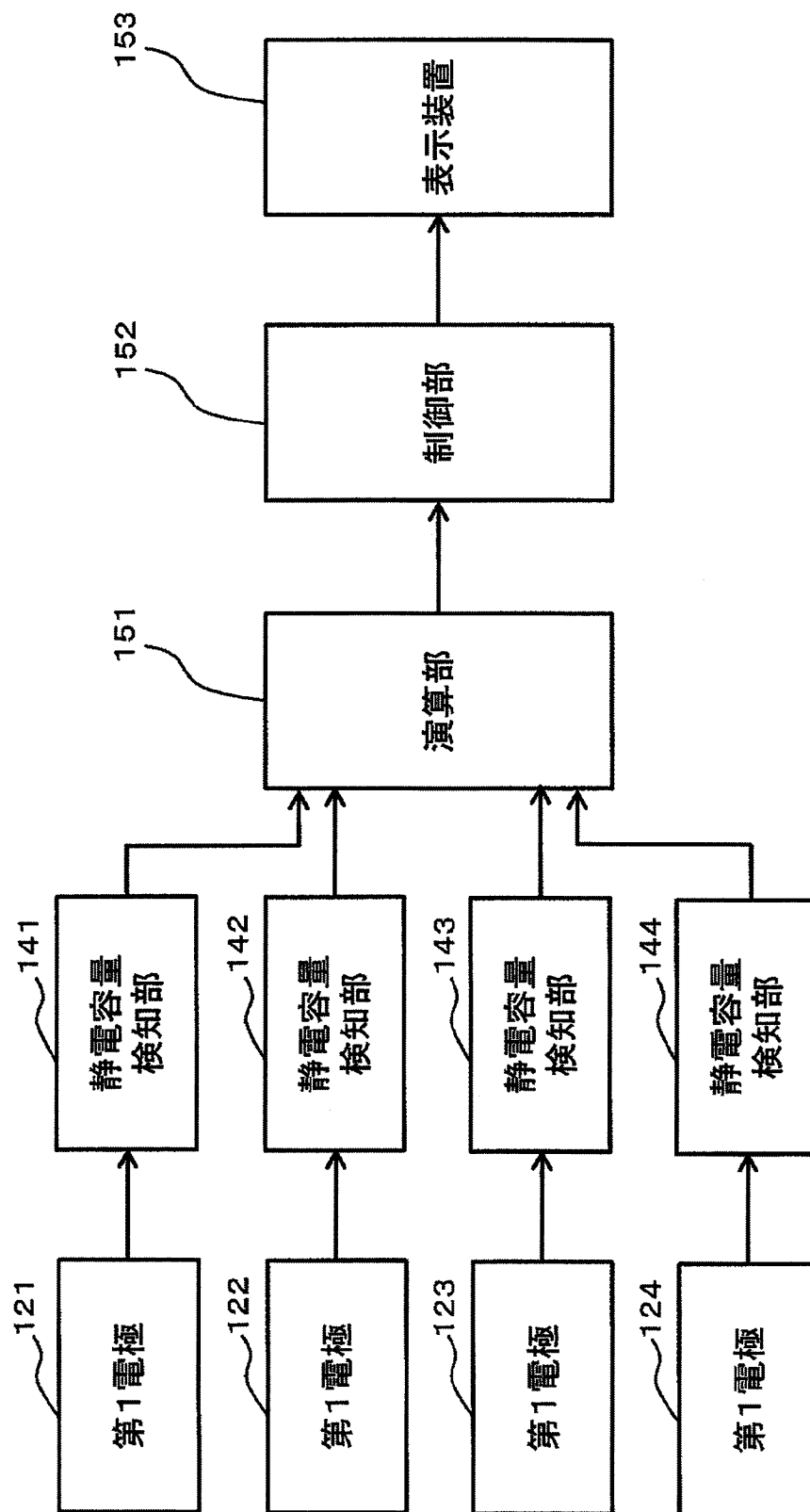
[図5]



[図6]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/009040

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G01L5/16 (2006.01) i, G01L1/14 (2006.01) i, G06F3/02 (2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. G01L5/16, G01L1/14, G06F3/02

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 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 4295883 B2 (WACOH CORP.) 15 July 2009, fig. 1, 6, 7 & EP 1109182 B1, fig. 1, 6, 7 & US 6530283 B2, fig. 1, 6, 7	1-2, 5 3-4

☐ 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
26.03.2018

Date of mailing of the international search report
03.04.2018

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01L5/16(2006.01)i, G01L1/14(2006.01)i, G06F3/02(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01L5/16, G01L1/14, G06F3/02

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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	J P 4 2 9 5 8 8 3 B 2（株式会社ワコー） 2 0 0 9 . 0 7 . 1 5, 図 1, 図 6, 図 7	1 - 2, 5
A	& E P 1 1 0 9 1 8 2 B 1（図 1, 図 6, 図 7） & U S 6 5 3 0 2 8 3 B 2（図 1, 図 6, 図 7）	3 - 4

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26.03.2018

国際調査報告の発送日

03.04.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

森 雅之

2 F

8505

電話番号 03-3581-1101 内線 3216