

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-68029

(P2012-68029A)

(43) 公開日 平成24年4月5日(2012.4.5)

(51) Int.Cl.
G01L 5/16 (2006.01)

F I
G O 1 L 5/16

テーマコード (参考)
2 F 0 5 1

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2010-210516 (P2010-210516)
(22) 出願日 平成22年9月21日 (2010.9.21)

(71) 出願人 000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(74) 代理人 100095728
弁理士 上柳 雅誉
(74) 代理人 100107261
弁理士 須澤 修
(74) 代理人 100127661
弁理士 宮坂 一彦
(72) 発明者 池邊 朋
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
Fターム(参考) 2F051 AA10 AB07 DA03 DB01

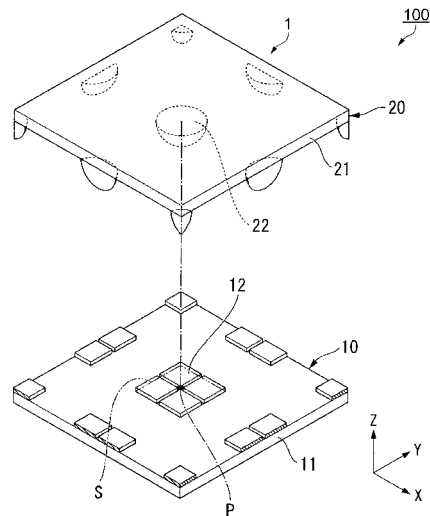
(54) 【発明の名称】 検出装置、電子機器及びロボット

(57) 【要約】

【課題】 外圧の有無を高速に検出し、かつ外圧の方向と大きさを高い精度で検出することが可能な検出装置、電子機器及びロボットを提供すること。

【解決手段】 検出装置は、基準点Pの周りに複数配置された圧力センサー12を有する第1基板10と、基準点Pと重なる位置に重心が位置するとともに外圧によって先端部が第1基板10に当接した状態で弾性変形する弾性体突起22が形成された第2基板20と、を備えた検出部1と、複数の圧力センサー12のうちの一部により検出された圧力値から外圧の有無を検出する検出動作を行い、その検出結果から検出部1の次の検出動作を制御する制御部と、を備える。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の圧力センサーが配置されてなる第 1 の基板と、加えられた外圧を前記複数の圧力センサーにより検出する検出部とを備えた検出装置であって、

前記複数の圧力センサーのうちの一部により検出された圧力値から前記外圧の有無を検出する検出動作を行い、その検出結果に基づいて前記検出部の次の検出動作を制御する制御部を備えることを特徴とする検出装置。

【請求項 2】

前記複数の圧力センサーは前記第 1 の基板上の基準点の周りに配置されてなり、

前記第 1 の基板の前記複数の圧力センサーに対向配置され、前記基準点と重なる位置に先端部が当接する弾性体突起が形成された第 2 の基板を備え、

前記検出部は、前記複数の圧力センサーと前記弾性体突起とにより構成される圧力成分分離機構を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の検出装置。

【請求項 3】

前記複数の圧力センサーのうちの一部は、前記基準点に最も近い位置に配置された圧力センサーを含むことを特徴とする請求項 2 に記載の検出装置。

【請求項 4】

前記外圧によって前記圧力成分分離機構の前記弾性体突起が弾性変形することにより、前記複数の圧力センサーのうち任意に組み合わせられた圧力センサーで検出された圧力値の差分を演算し、その差分に基づいて外圧が加えられた方向と大きさを演算する第 1 の演算処理を行う演算装置を備えることを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の検出装置。

【請求項 5】

前記複数の圧力センサーは、前記基準点に対して点対称に配置されていることを特徴とする請求項 2 ないし 4 のいずれか一項に記載の検出装置。

【請求項 6】

前記複数の圧力センサーは、互いに直交する 2 方向にマトリックス状に配置されていることを特徴とする請求項 5 に記載の検出装置。

【請求項 7】

前記弾性体突起は前記第 2 の基板に複数形成されており、

前記検出部は、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との間に複数の前記圧力成分分離機構を有することを特徴とする請求項 2 ないし 6 のいずれか一項に記載の検出装置。

【請求項 8】

前記演算装置は、前記第 1 の演算処理の結果を用いて、前記第 2 の基板に加わる外圧の合計の方向と大きさを演算する第 2 の演算処理を行うことを特徴とする請求項 4 ないし 7 のいずれか一項に記載の検出装置。

【請求項 9】

前記演算装置は、前記第 1 の演算処理の結果を用いて、外圧によって前記第 2 の基板に加わる回転トルクの方向と大きさを演算する第 3 の演算処理を行うことを特徴とする請求項 4 ないし 8 のいずれか一項に記載の検出装置。

【請求項 10】

前記第 2 の基板の前記弾性体突起が形成された側と反対の側には、前記第 2 の基板よりも高い剛性を有する補強部材が配置されていることを特徴とする請求項 2 ないし 9 のいずれか一項に記載の検出装置。

【請求項 11】

請求項 1 ないし 10 のいずれか一項に記載の検出装置を備えることを特徴とする電子機器。

【請求項 12】

請求項 1 ないし 10 のいずれか一項に記載の検出装置を備えることを特徴とするロボット。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、検出装置、電子機器、及びロボットに関するものである。

【背景技術】

【0002】

外力を検出する検出装置として、特許文献1、及び特許文献2に記載の検出装置が知られている。このような検出装置は、タッチパネルやロボットの触覚センサー等への応用が検討されている。

【0003】

特許文献1の検出装置は、裏面に錘状突起が略均一に配置された受圧シートを用い、その突起の変形量から圧力分布を検出する構成となっている。

特許文献2の検出装置は、表面に変位可能な接触子を備え、また接触子の変位を検出ポイントで検出して出力する複数の感圧素子を備えている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開昭60-135834号公報

【特許文献2】特開2008-164557号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記特許文献1の検出装置では、突起の変形量をカメラにより撮影した画像から演算するため演算量が多く、圧力検出に要する時間が長くなる。また受圧シートの測定面（裏面）にかかる圧力の面内方向の力（すべり力）を測定することはできない。

上記特許文献2の検出装置では、演算により測定面（表面）にかかる圧力の面内方向の力（すべり力）を算出することができるが、接触子一つあたりの検出ポイントが多い場合、出力値を得るために必要な時間が長くなってしまふ。

以上のように、特許文献1、及び特許文献2の検出装置では、いずれも圧力の有無を高速に検出する機能と、外圧の分布や方向および大きさを高い精度で検出する機能が両立されていないという課題があった。

【0006】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、外圧の有無を高速に検出し、かつ外圧の分布や方向および大きさを、高い精度で検出することが可能な検出装置、電子機器、及びロボットを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

〔適用例1〕本適用例の検出装置は、複数の圧力センサーが配置されてなる第1の基板と、加えられた外圧を前記複数の圧力センサーにより検出する検出部とを備えた検出装置であって、前記複数の圧力センサーのうちの一部により検出された圧力値から前記外圧の有無を検出する検出動作を行い、その検出結果に基づいて前記検出部の次の検出動作を制御する制御部を備えることを特徴とする。

【0008】

この検出装置によれば、検出部に配置された複数の圧力センサーのうちの一部によって外圧の有無が検出されるため、特許文献1や特許文献2の検出装置に比べて、外圧の有無を高速に検出することができる。また第1の基板の表面に外圧が加えられたと判定された場合、制御部によって複数の圧力センサーの値をすべて検出するよう制御することにより、外圧の分布と大きさを精度よく検出することができる。

【0009】

〔適用例2〕上記適用例の検出装置において、前記複数の圧力センサーは前記第1の基板上の基準点の周りに配置されてなり、前記第1の基板の前記複数の圧力センサーに対向

10

20

30

40

50

配置され、前記基準点と重なる位置に先端部が当接する弾性体突起が形成された第2の基板を備え、前記検出部は、前記複数の圧力センサーと前記弾性体突起とにより構成される圧力成分分離機構を備えることを特徴とする。

【0010】

この検出装置によれば、検出部の弾性体突起の先端部が第1の基板（複数の圧力センサー）に当接した状態で、弾性体突起がすべり方向（圧力センサー表面に平行な方向）に変形することが可能であるので、外圧の方向と大きさを検出することができる。

第2の基板の表面に所定の方向の外圧が付加されると、弾性体突起は先端部が第1の基板に当接した状態で圧縮変形する。このとき、面内に所定の方向のすべり力成分がある場合、弾性体突起の変形には偏りが生じる。すなわち、弾性体突起の重心は基準点からずれて所定の方向（すべり方向）に移動する。すると、複数の圧力センサーのうち弾性体突起の重心が移動した部分と重なる割合が相対的に大きくなる。つまり、各圧力センサーで異なる値の圧力値が検出される。

具体的には、弾性体突起の重心と重なる位置の圧力センサーでは相対的に大きい圧力値が検出され、弾性体突起の重心と重ならない位置の圧力センサーでは相対的に小さい圧力値が検出されることとなる。よって、各圧力センサーで検出された圧力値の差分を演算し、その差分に基づいて外圧が加えられた方向と大きさを求めることができる。

したがって、複数の圧力センサーのうちの一部により外圧が検出された場合、圧力成分分離機構によって圧力の検出を実行することにより、外圧の方向と大きさを求めることが可能となる。

【0011】

[適用例3] 上記適用例の検出装置において、前記複数の圧力センサーのうちの一部は、前記基準点に最も近い位置に配置された圧力センサーを含むことを特徴とする。

【0012】

この検出装置によれば、外圧によって弾性体突起が第1の基板に最初に当接する部分である基準点に最も近い位置に配置された圧力センサーによって外圧の有無を判定するため、感度よく外圧の有無を判定することが可能となる。

【0013】

[適用例4] 上記適用例の検出装置において、前記外圧によって前記圧力成分分離機構の前記弾性体突起が弾性変形することにより、前記複数の圧力センサーのうち任意に組み合わせられた圧力センサーで検出された圧力値の差分を演算し、その差分に基づいて外圧が加えられた方向と大きさを演算する第1の演算処理を行う演算装置を備えていてもよい。

【0014】

[適用例5] 上記適用例の検出装置において、前記複数の圧力センサーは、前記基準点に対して点対称に配置されていてもよい。

【0015】

この検出装置によれば、基準点と各圧力センサーとの間の距離が互いに等しくなるので、弾性体突起の変形量と各圧力センサーで検出される圧力値の関係が互いに等しくなる。

例えば、複数の圧力センサーが基準点から互いに異なる距離に配置される場合、弾性体突起の変形量が同じであっても、各圧力センサーで検出される圧力値は互いに異なることとなる。このため、検出値の差分を演算する際に各圧力センサーの配置位置に応じた補正係数が必要となる。しかしながら、この構成によれば、弾性体突起の変形量と各圧力センサーが検出する圧力値との関係が互いに等しくなるので、前記補正係数は不要となる。

したがって、各圧力センサーで検出された圧力値の差分から外圧の方向と大きさを演算することが容易となり、外圧を効率よく検出することができる。

【0016】

[適用例6] 上記適用例の検出装置において、前記複数の圧力センサーは、互いに直交する2方向にマトリクス状に配置されていてもよい。

【0017】

この検出装置によれば、各圧力センサーの圧力値のうち任意に組み合わせられた各圧力セ

10

20

30

40

50

ンサーの圧力値の差分から外圧の方向と大きさを演算することが容易となる。

【0018】

[適用例7] 上記適用例の検出装置において、前記弾性体突起は前記第2の基板に複数形成されており、前記検出部は、前記第1の基板と前記第2の基板との間に複数の前記圧力成分分離機構を有していてもよい。

【0019】

この検出装置によれば、検出部に作用する外圧の方向と大きさの分布を検出することができる。

【0020】

[適用例8] 上記適用例の検出装置において、前記演算装置は、前記第1の演算処理の結果を用いて、前記第2の基板に加わる外圧の合力の方向と大きさを演算する第2の演算処理を行うことを特徴とする。

10

【0021】

この検出装置によれば、検出装置の第2基板に加えられた外圧の合計の方向と大きさを求めることができる。

【0022】

[適用例9] 上記適用例の検出装置において、前記演算装置は、前記第1の演算処理の結果を用いて、外圧によって前記第2の基板に加わる回転トルクの方向と大きさを演算する第3の演算処理を行うことを特徴とする。

【0023】

この検出装置によれば、検出装置の第2基板に加えられた外圧の回転トルクの方向と大きさを求めることができる。

20

【0024】

[適用例10] 上記適用例の検出装置において、前記第2の基板の前記弾性体突起が形成された側と反対の側には、前記第2の基板よりも高い剛性を有する補強部材が配置されていることを特徴とする

【0025】

この検出装置によれば、補強部材が無いときに比べて2つの隣り合う前記弾性体突起が互いに反対の方向に圧縮変形してしまうことを抑制することができる。つまり、外圧の加えられた方向と反対の方向を検出するといった誤検出を抑制することができる。したがって、外圧の方向を高い精度で検出することができる。

30

【0026】

[適用例11] 本適用例の電子機器は、上述した検出装置を備えることを特徴とする。

【0027】

この電子機器によれば、上述した検出装置を備えているので、外圧の有無を高速に検出することができ、また外圧の方向と大きさを高い精度で検出することが可能な電子機器を提供することができる。

【0028】

[適用例12] 本適用例のロボットは、上述した検出装置を備えることを特徴とする。

【0029】

このロボットによれば、上述した検出装置を備えているので、外圧の有無を高速に検出することができ、また外圧の方向と大きさを高い精度で検出することが可能なロボットを提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】 第1実施形態に係る検出装置の概略構成を示す模式図。

【図2】 第1実施形態に係る検出部の概略構成を示す分解斜視図。

【図3】 第1実施形態に係る制御部の概略構成を示す模式図。

【図4】 第1実施形態に係る検出装置の制御動作の流れ図。

【図5】 (a) ~ (c) は第1実施形態に係る検出部の単位検出領域における圧力成分分

50

離機構の変化を示す断面図。

【図 6】(a) ~ (c) は第 1 実施形態に係る検出部の単位検出領域における圧力成分分離機構の変化を示す平面図。

【図 7】第 1 実施形態に係る検出部の単位検出領域の座標系を示す図。

【図 8】第 1 実施形態に係る圧力センサーによる垂直方向の圧力分布を示す図。

【図 9】第 1 実施形態に係る圧力センサーによるすべり方向の計算例を示す図。

【図 10】第 2 実施形態に係る検出装置の概略構成を示す模式図。

【図 11】第 2 実施形態に係る検出部の概略構成を示す分解斜視図。

【図 12】(a) ~ (c) は第 2 実施形態に係る検出部の単位検出領域における圧力成分分離機構の変化を示す断面図。

10

【図 13】(a) ~ (c) は第 2 実施形態に係る検出部の単位検出領域における圧力成分分離機構の変化を示す平面図。

【図 14】第 2 実施形態に係る検出部の単位検出領域の座標系を示す図。

【図 15】第 3 実施形態に係る検出部の概略構成を示す分解斜視図。

【図 16】(a) ~ (c) は第 3 実施形態に係る検出部の単位検出領域における圧力成分分離機構の変化を示す断面図。

【図 17】電子機器の一例である携帯電話機の概略構成を示す模式図。

【図 18】電子機器の一例である携帯情報端末の概略構成を示す模式図。

【図 19】(a) および (b) はロボットの一例であるロボットハンドの概略構成を示す模式図。

20

【発明を実施するための形態】

【0031】

以下、図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。かかる実施の形態は、本発明の一態様を示すものであり、この発明を限定するものではなく、本発明の技術的思想の範囲内で任意に変更可能である。また、以下の図面においては、各構成をわかりやすくするために、実際の構造と各構成における縮尺や数等が異なっている。

【0032】

以下の説明においては、図中に X Y Z 直交座標系を設定し、この X Y Z 直交座標系を参照しつつ各部材について説明する。なお、図中に示す X Y Z 直交座標系は、X 軸及び Y 軸が第 1 基板 10 の表裏面が形成される方向に設定され、Z 軸が第 1 基板 10 の表裏面に対して直交する法線方向（第 1 基板 10 の厚さ方向）に設定されている。

30

【0033】

(第 1 実施形態)

< 検出装置 >

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係る検出装置 100 の電氣的な構成を示すブロック図である。

本実施形態の検出装置 100 は、検出部 1 と、制御部 120 とを備える。

検出部 1 は、複数の圧力センサーにより加えられた外圧を検出し、制御部 120 に入力する。

制御部 120 は、そのうちの一部の圧力センサーにより検出された圧力値から外圧の有無を検出する検出動作を行い、その検出結果から検出部 1 の次の検出動作を制御する。

40

【0034】

検出装置 100 は、外圧の方向と大きさを検出可能な圧力センサー方式のタッチパッドであり、例えばノート型パーソナルコンピュータ（ノートパソコン）等の電子機器においてマウスの代わりのポインティングデバイスとして用いられるものである。

【0035】

図 2 は、検出装置 100 における検出部 1 の構成を示す概略分解斜視図である。

ここで X 軸は、第 1 基板 10 の表裏面において交差する 2 辺のうち一方の辺に平行であり、Y 軸は他方の辺に平行である。さらに Z 軸は、第 1 基板 10 の表裏面に対して直交する法線方向である。

50

【0036】

図2に示すように、検出部1は、第1の基板としての第1基板10と第2の基板としての第2基板20とを備えている。

第1基板10は、基準点Pの周りに複数配置された圧力センサー12を有する。

第2基板20は、基準点Pに重なる位置に重心が位置するとともに、先端部が第1基板10に当接し外圧によって弾性変形する弾性体突起22が形成されている。

本実施形態では、基準点Pの周りに、X軸方向とY軸方向にそれぞれ2個、合計4個の圧力センサー12が1つの弾性体突起22に対応して配置され、その領域を単位検出領域Sと呼ぶ。単位検出領域Sにおける複数(4個)の圧力センサー12と複数(4個)の圧力センサー12に対向配置された弾性体突起22とにより、圧力成分分離機構が構成されている。

10

なお、「基準点」とは、すべり力が作用していない状態で弾性体突起22の中心(重心)が平面的に位置するポイントである。

【0037】

第1基板10は、例えばガラス、石英及びプラスチック等の材料で構成された矩形板状の第1基板本体11と、第1基板本体11に配置された複数の圧力センサー12と、を具備して構成されている。例えば、第1基板本体11の大きさ(平面視のサイズ)は、縦56mm×横56mm程度になっている。

【0038】

複数の圧力センサー12は、基準点Pに対して点对称に配置されている。例えば、複数の圧力センサー12は、互いに直交する2方向(X方向及びY方向)にマトリックス状に配置されている。これにより、基準点Pと各圧力センサー12との間の距離が互いに等しくなるので、弾性体突起22の変形と各圧力センサー12で検出される圧力値との関係が互いに等しくなる。よって、各圧力センサー12で検出された圧力値のうち、任意に組み合わせられた各圧力センサー12で検出された、各圧力値の差分を演算することが容易となる。なお、圧力値の差分の演算方法については後述する。

20

【0039】

複数の圧力センサー12は、単位検出領域Sあたり縦2行、横2列に計4つ配置されている。4つの圧力センサー12の中心(単位検出領域Sの中心)が基準点Pとなっている。例えば、単位検出領域Sの大きさ(平面視のサイズ)は、縦2.8mm×横2.8mm程度になっている。また、4つの圧力センサー12の各面積がほぼ等しくなっている。圧力センサー12としては、例えば感圧導電ゴム等による感圧素子を用いることができる。圧力センサー12は、接触面に外圧が作用したときに感圧導電ゴム等に加わる圧力を電気信号に変換する。

30

【0040】

第2基板20は、矩形板状の第2基板本体21と、第2基板本体21に配置された複数の弾性体突起22と、を具備して構成されている。第2基板本体21は、外圧を直接受ける部分である。第2基板本体21は、例えばガラス、石英及びプラスチック等の材料で構成することもできるし、発泡ウレタン樹脂、シリコン樹脂等の樹脂材料で構成することもできる。本実施形態では、第2基板本体21及び弾性体突起22の形成材料として樹脂材料を用い、第2基板本体21及び弾性体突起22を金型で一体形成しているが、これらは別々に形成されていてもよい。

40

【0041】

なお、上述の説明では、第2基板本体21の平面中央部に形成された弾性体突起22について説明したが、符号を付さない複数の弾性体突起が第2基板本体21に形成されている。複数の弾性体突起は、第2基板本体21上においてX方向及びY方向にマトリックス状に配置され、複数の圧力成分分離機構を構成している。弾性体突起22を含む複数の弾性体突起の先端部は、球面の錘状となっており、第1基板10の圧力センサー12を含む複数の圧力センサーに当接している。弾性体突起22の重心は、初期的に基準点Pと重なる位置に配置されている。

50

【 0 0 4 2 】

弾性体突起 2 2 のサイズは任意に設定することができる。本実施形態においては、弾性体突起 2 2 の第 1 基板 1 0 に接する部分の直径は 1 . 8 m m 程度になっている。弾性体突起 2 2 の Z 方向の長さは 2 m m 程度になっている。隣り合う弾性体突起 2 2 の離間間隔は 1 m m 程度になっている。弾性体突起 2 2 のデュロメーター硬さ (タイプ A、I S O 7 6 1 9 準拠のデュロメーターによる硬さ測定値) は 3 0 程度である。

【 0 0 4 3 】

図 3 は、検出装置 1 0 0 における制御部 1 2 0 の構成を示すブロック図である。制御部 1 2 0 は、検出部 1 との信号の授受と演算結果の出力を行うインターフェイス部 (I / O 部) 1 2 1 と、各圧力センサー 1 2 の制御処理を行う制御ユニット 1 2 2、各演算処理を行う演算装置 1 2 3、およびデータを格納するデータメモリー 1 2 4 から構成される。

10

【 0 0 4 4 】

演算装置 1 2 3 は、外圧によって弾性体突起 2 2 が弾性変形することにより、複数の圧力センサー 1 2 で検出された圧力値のうち、任意に組み合わせられた各圧力センサー 1 2 で検出された、各圧力値の差分を演算し、その差分に基づいて外圧が加えられた方向と大きさを演算する第 1 の演算処理を行う。

【 0 0 4 5 】

また、演算装置 1 2 3 は、検出部 1 で検出された圧力の合力の方向と大きさを演算する第 2 の演算処理と、外圧により検出部 1 に作用する回転トルクの方向と大きさを演算する第 3 の演算処理を行う。これらの演算方法については後述する。

20

【 0 0 4 6 】

なお、本実施形態では、制御ユニット 1 2 2 と演算装置 1 2 3 とにそれぞれ C P U を備えているが、1 つの C P U により、制御ユニット 1 2 2 における装置の制御と、演算装置 1 2 3 における各種演算とを行わせる構成としてもよい。言い換えれば、制御ユニット 1 2 2 は C P U を備え、各種の演算にも対応するとしてもよい。

【 0 0 4 7 】

図 4 に、検出装置 1 0 0 の検出制御動作の流れ図を示す。

まず、制御部 1 2 0 は、単位検出領域 S の圧力センサー 1 2 のうち、基準点 P に最も近い任意の一部の圧力センサー 1 2 により圧力値を検出する (ステップ S 4 0 1)。

次に、検出された圧力値から外圧の有無を判定 (検出動作) する (ステップ S 4 0 2)

30

。その判定結果から、対応する単位検出領域 S の圧力センサー 1 2 の次の検出動作を決定し、実行する。

【 0 0 4 8 】

ステップ S 4 0 2 において、外圧が無いと判定された場合には、ステップ S 4 0 1 に戻り、基準点 P に最も近い任意の一部の圧力センサー 1 2 により圧力値を検出し (ステップ S 4 0 1)、検出された圧力値から外圧の有無を高速に判定する (ステップ S 4 0 2) 検出動作を繰り返す。

一方、ステップ S 4 0 2 において、外圧があると判定された場合には、対応する単位検出領域 S の圧力成分分離機構に配置された複数の圧力センサー 1 2 の圧力値をそれぞれ検出する (ステップ S 4 0 3)。

40

そして、外圧の方向と大きさを演算する (ステップ S 4 0 4)。

また、一連の演算終了後は、その結果を出力すると同時に、ステップ S 4 0 1 に戻り、圧力センサー 1 2 により圧力値を検出し、外圧の有無を検出する検出動作を行なう。

【 0 0 4 9 】

図 5 及び図 6 は、単位検出領域 S において、基準点 P に作用する外圧の方向を検出する第 1 の演算処理方法の説明図である。

図 5 (a) ~ (c) は、第 1 実施形態に係る単位検出領域 S における圧力成分分離機構の変化を示す断面図である。図 6 (a) ~ (c) は、図 5 (a) ~ (c) に対応した、第 1 実施形態に係る単位検出領域 S における圧力成分分離機構の変化を示す平面図である。

50

なお、第1基板10の表面とは圧力センサー12の形成された面を指し、第2基板20の表面とは、弾性体突起22が形成された面の裏面である外圧を受ける面を指す。図5(a)及び図6(a)は第2基板20の表面に外圧が付加される前の状態(外圧の作用がないとき)を示している。図5(b)及び図6(b)は第2基板20の表面に垂直方向(すべり力がない状態)の外圧が付加された状態を示している。図5(c)及び図6(c)は第2基板20の表面に斜め方向(すべり力がある状態)の外圧が付加された状態を示している。また、図6(a)~(c)において、符号Gは弾性体突起22の重心(圧力中心)を示している。

【0050】

図5(a)及び図6(a)に示すように、第2基板20の表面に外圧が付加される前においては、弾性体突起22は変形しない。これにより、第1基板10と第2基板20との間の距離は一定に保たれる。このとき、弾性体突起22の重心Gは基準点Pと重なる位置に配置されている。このときの各圧力センサー12の圧力値はデータメモリー124に記憶されている。データメモリー124に記憶された各圧力センサー12の圧力値を基準として外圧の作用する方向と大きさが求められる。

10

【0051】

図5(b)及び図6(b)に示すように、第2基板20の表面に垂直方向の外圧が付加されたときには、弾性体突起22は先端部が第1基板10の表面に配置された複数の圧力センサー12に当接した状態でZ方向に圧縮変形する。これにより、第2基板20が-Z方向に撓み、第1基板10と第2基板20との間の距離が外圧の作用がないときに比べて小さくなる。このときの圧力センサー12の圧力値は、外圧の作用がないときに比べて大きくなる。また、その変化量は各圧力センサー12ともほぼ同じ値となる。

20

【0052】

図5(c)及び図6(c)に示すように、第2基板20の表面に斜め方向の外圧が付加されたときには、弾性体突起22は先端部が第1基板10の表面に配置された複数の圧力センサー12に当接した状態で斜めに傾いて圧縮変形する。これにより、第2基板20が-Z方向に撓み、第1基板10と第2基板20との間の距離が外圧の作用がないときに比べて小さくなる。このとき、弾性体突起22の重心Gは基準点Pから+X方向及び+Y方向にずれる。この場合、弾性体突起22の先端部と4つの圧力センサー12との重なる面積は互いに異なる。具体的には、弾性体突起22の先端部と4つの圧力センサー12との重なる面積は、4つの圧力センサー12のうち-X方向及び-Y方向に配置された圧力センサーと重なる面積よりも、+X方向及び+Y方向に配置された圧力センサーと重なる面積のほうが大きくなる。

30

【0053】

弾性体突起22は、斜め方向の外圧により変形に偏りが生じる。すなわち、弾性体突起22の重心Gは基準点Pからずれてすべり方向(X方向及びY方向)に移動する。すると、各圧力センサー12で異なる値の圧力値が検出される。具体的には、弾性体突起22の重心Gと重なる位置の圧力センサー12では相対的に大きい圧力値が検出され、弾性体突起22の重心Gと重ならない位置の圧力センサー12では相対的に小さい圧力値が検出されることとなる。そして、後述する差分の演算方法に基づいて外圧が加えられた方向と大きさが求められる。

40

【0054】

図7は、第1実施形態に係る単位検出領域Sの座標系を示す図である。図8は、第1実施形態に係る圧力センサーによる垂直方向の圧力分布を示す図である。図9は、第1実施形態に係る圧力センサーによるすべり方向の計算例を示す図である。

【0055】

図7に示すように、単位検出領域Sの複数の圧力センサーS1~S4は、単位検出領域Sあたり縦2行、横2列に計4つ配置されている。ここで、各圧力センサーS1~S4が検出する圧力値(検出値)をそれぞれ P_{S1} 、 P_{S2} 、 P_{S3} 、 P_{S4} とすると、単位検出領域Sに加わる外力のX方向成分 F_x (外力の面内方向成分のうちX方向に作用する分力の割合

50

) は以下の式 (1) で表される。

【 0 0 5 6 】

【 数 1 】

$$F_x = \frac{(P_{S2} + P_{S4}) - (P_{S1} + P_{S3})}{P_{S1} + P_{S2} + P_{S3} + P_{S4}} \dots (1)$$

【 0 0 5 7 】

また、単位検出領域 S に加わる外力の Y 方向成分 F_y (外力の面内方向成分のうち Y 方向に作用する分力の割合) は以下の式 (2) で表される。

10

【 0 0 5 8 】

【 数 2 】

$$F_y = \frac{(P_{S1} + P_{S2}) - (P_{S3} + P_{S4})}{P_{S1} + P_{S2} + P_{S3} + P_{S4}} \dots (2)$$

【 0 0 5 9 】

また、単位検出領域 S に加わる外力の Z 方向成分 F_z (外力の垂直方向成分、Z 軸は図 7 の図中省略) は以下の式 (3) で表される。

20

【 0 0 6 0 】

【 数 3 】

$$F_z = P_{S1} + P_{S2} + P_{S3} + P_{S4} \dots (3)$$

【 0 0 6 1 】

本実施形態では、外圧によって弾性体突起 2 2 が弾性変形することにより、4 つの圧力センサー S 1 ~ S 4 で検出された圧力値のうち、任意に組み合わせられた各圧力センサーで検出された圧力値の差分を演算し、その差分に基づいて外圧が加えられた方向が演算される。

【 0 0 6 2 】

30

式 (1) に示すように、外圧の X 方向成分 F_x においては、4 つの圧力センサー S 1 ~ S 4 で検出された圧力値のうち + X 方向に配置された圧力センサー S 2 及び S 4 で検出された値が組み合わせられるとともに、- X 方向に配置された圧力センサー S 1 及び S 3 で検出された値が組み合わせられる。このように、+ X 方向に配置された圧力センサー S 2 及び S 4 の組み合わせによる圧力値と - X 方向に配置された圧力センサー S 1 及び S 3 の組み合わせによる圧力値との差分に基づいて外圧の X 方向成分が求められる。

【 0 0 6 3 】

式 (2) に示すように、外圧の Y 方向成分 F_y においては、4 つの圧力センサー S 1 ~ S 4 で検出された圧力値のうち + Y 方向に配置された圧力センサー S 1 及び S 2 で検出された値が組み合わせられるとともに、- Y 方向に配置された圧力センサー S 3 及び S 4 で検出された値が組み合わせられる。このように、+ Y 方向に配置された圧力センサー S 1 及び S 2 の組み合わせによる圧力値と - Y 方向に配置された圧力センサー S 3 及び S 4 の組み合わせによる圧力値との差分に基づいて外圧の Y 方向成分が求められる。

40

【 0 0 6 4 】

式 (3) に示すように、外圧の Z 方向成分 F_z においては、4 つの圧力センサー S 1 ~ S 4 の圧力値を足し合わせた合力で求められる。ただし、外圧の Z 方向成分 F_z は、外圧の X 方向成分 F_x 及び外圧の Y 方向成分 F_y (分力) に比べて検出値が大きく検出される傾向がある。例えば、弾性体突起 2 2 の材質として硬いものを用いたり、先端部の形状を先鋭にしたりすると、外圧の Z 方向成分 F_z の検出感度が高くなる。しかしながら、弾性体突起 2 2 の材質として硬いものを用いると弾性体突起 2 2 が変形しにくくなり外圧の面

50

内方向の検出値が小さくなってしまふ。また、弾性体突起 2 2 の先端部の形状を先鋭にすると接触面を指で触ったときのタッチ感に強い感度（違和感）を与える場合がある。このため、外圧の Z 方向成分 F_z の検出値を、外圧の X 方向成分 F_x 及び外圧の Y 方向成分 F_y の検出値と揃えるには、弾性体突起 2 2 の材質や形状によって決定される補正係数で検出値を適宜補正する必要がある。

【 0 0 6 5 】

検出部 1 に加わる外圧の合計の方向と大きさは、第 1 の演算処理で得られた各单位検出領域 S に加えられた外圧の合計によって得られる。したがって外圧の合計の方向と大きさを演算する第 2 の演算処理は、第 1 の演算処理で得られた各单位検出領域 S に加えられた外圧の合計を算出する演算となる。

10

【 0 0 6 6 】

また、検出部 1 に加わる回転トルクの方向と大きさは、第 2 基板 2 0 の表面に加わる外圧の分布の重心を算出し、その座標を中心として点対称となる任意の単位検出領域 S に加わる外圧の X 方向成分または Y 方向成分の差分を取ることにによって得られる。したがって回転トルクの方向と大きさを演算する第 3 の演算処理は、外圧の分布の重心の座標を中心とした点対称となる任意の単位検出領域 S に加わる外力の X 方向成分または Y 方向成分の差分の演算となる。

【 0 0 6 7 】

図 8 は、圧力センサーによる垂直方向の圧力分布を示す図である。

図 8 に示すように、検出部 1 の検出面の中央部より左上寄りの位置を指で斜めに押した場合を考える。検出部 1 の検出面には、単位検出領域 S（圧力センサー S 1 ~ S 4 が縦 2 行、横 2 列に計 4 つ配置された領域）がマトリックス状（例えば、圧力センサー 1 2 が縦 1 6 行 × 横 1 6 列に計 2 5 6 個）に配置されているとする。また、符号 D G は検出した外圧の分布の重心である。

20

【 0 0 6 8 】

指で押されていない領域は、圧力センサー 1 2 の出力電圧が 0 ~ 3 0 m V 程度であるため、圧力センサー 1 2 の出力電圧 3 0 m V を外圧の有無の判定基準として設定している。すなわち単位検出領域 S である圧力センサー S 1 ~ S 4 の合計出力電圧が 3 0 m V 未満であれば、外圧は加わっていないと判定し、圧力センサー S 1 ~ S 4 の出力電圧が 3 0 m V 以上であれば、外圧が加わっていると判定する。

30

【 0 0 6 9 】

図 8 の場合、縦 1 6 行 × 横 1 6 列に配置された単位検出領域 S のうち、7 箇所の単位検出領域 S で外圧が加わっていると判定される。外圧の垂直方向の圧力値は、外圧が作用した範囲の中心部が最も大きくなっている（単位検出領域 S の圧力センサーの合計出力電圧 9 0 ~ 1 2 0 m V 程度）。また、外圧の垂直方向の圧力値は、中心部に次いでその周辺部（6 0 ~ 9 0 m V 程度）、最外周部（3 0 ~ 6 0 m V 程度）の順に小さくなっている。

【 0 0 7 0 】

図 9 に示すように、検出部 1 の検出面の中央部より左上寄りの位置を指で斜めに押した場合の外圧の面内方向成分（すべり方向）の算出方法を考える。図 8 の場合、指の押圧力（外力）は、縦 1 6 行 × 横 1 6 列に配置された単位検出領域 S のうち、7 箇所の単位検出領域 S で外圧が加わっていると判定される。そこでこの 7 箇所の単位検出領域 S のみを抽出して第 1 の演算処理による外圧の面内方向成分（すべり方向）の演算を行うことにより、演算処理が高速化される。

40

【 0 0 7 1 】

抽出した 7 箇所の各单位検出領域 S は、それぞれ 4 つの圧力センサー S 1 ~ S 4 を有しており、各圧力センサー S 1 ~ S 4 で検出された圧力値のうち、任意に組み合わせられた各圧力センサーで検出された圧力値の差分を演算し、その差分に基づいて外圧が加えられた方向が演算される。つまり、各单位検出領域 S では、上述した式（1）及び式（2）に基づいて、各单位検出領域 S における外圧の X 方向成分 F_x 及び外圧の Y 方向成分 F_y が第 1 の演算処理によって算出される。

50

【0072】

第2の演算処理により、外圧の合計の方向と大きさが算出される。ここでは、外圧がX方向に -0.54 、Y方向に 0.845 の方向成分を持つことから、+X方向を基準として左回りに約 122° の方向に合計の外圧が作用していることが分かる。

【0073】

また、第3の演算処理により、回転トルクの方法と大きさが算出される。図8の場合、外圧の分布の重心DGの座標は $X = 6.73$ 、 $Y = 10.04$ となり、 $X = 7$ 、 $Y = 10$ に位置する単位検出領域Sに近似される。そこで $X = 7$ 、 $Y = 10$ を中心として点対称の関係にある2つの単位検出領域Sの組み合わせについて、X軸方向成分の差分から回転トルクの大きさを算出する。差分の大きさは 8 mV であることから、検出部1の検出面には右ねじの方向にごく微小な回転トルクが作用していることが分かる。

10

【0074】

本実施形態の検出装置100によれば、外圧が加えられた単位検出領域Sのみを抽出して面内方向成分(すべり方向)を演算することで、特許文献1や特許文献2の検出装置に比べて演算処理が高速化される。

【0075】

この構成によれば、弾性体突起22の先端部が第1基板10(複数の圧力センサー12)に当接した状態ですべり方向(圧力センサー12表面に平行な方向)に変形するので、外圧の方向と大きさの検出精度を高めることができる。第2基板20の表面に所定の方向の外圧が付加されると、弾性体突起22は先端部が第1基板10に配置された複数の圧力センサー12に当接した状態で圧縮変形する。このとき、弾性体突起22の変形には偏りが生じる。すなわち、弾性体突起22の重心Gは基準点Pからずれて所定方向(すべり方向)に移動する。すると、複数の圧力センサー12のうち弾性体突起22の重心Gが移動した部分と重なる割合が相対的に大きくなる。つまり、各圧力センサーS1~S4で異なる値の圧力値が検出される。具体的には、弾性体突起22の重心Gと重なる位置の圧力センサー12では相対的に大きい圧力値が検出され、弾性体突起22の重心Gと重ならない位置の圧力センサー12では相対的に小さい圧力値が検出されることとなる。よって、第1の演算処理により、各圧力センサーS1~S4で検出された圧力値の差分を演算し、その差分に基づいて外圧が加えられた方向と大きさを求めることができる。したがって、外圧の方向と大きさを高い精度で検出することが可能な検出装置100を提供することができる。

20

30

【0076】

この構成によれば、複数の圧力センサー12が基準点Pに対して点対称に配置されているので、基準点Pと各圧力センサー12との間の距離が互いに等しくなる。このため、各圧力センサーS1~S4で検出された圧力値が互いに等しくなる。例えば、複数の圧力センサー12が基準点Pから互いに異なる距離に配置される場合、各圧力センサー12で検出された圧力値は互いに異なることとなる。このため、検出値の差分を演算する際に各圧力センサーS1~S4の配置位置に応じた補正係数が必要となる。しかしながら、この構成によれば、各圧力センサーS1~S4で検出された圧力値が互いに等しくなるので、前記補正係数は不要となる。したがって、各圧力センサーS1~S4の圧力値の差分を演算することが容易となり、外圧を効率よく検出することができる。

40

【0077】

この構成によれば、複数の圧力センサー12が互いに直交する2方向にマトリックス状に配置されているので、各圧力センサーS1~S4で検出された圧力値のうち任意に組み合わせられた各圧力センサー12で検出された圧力値の差分を演算することが容易となる。例えば、面内方向成分のうちX方向成分を演算する場合、複数の圧力センサー12が複数の方向にランダムに配置されている場合に比べて、相対的に+X方向に配置された圧力センサーS2及びS4の組み合わせと相対的に-X方向に配置された圧力センサーS1及びS3の組み合わせとを区別して選出しやすくなる。したがって、外圧を効率よく検出することができる。

50

【0078】

この構成によれば、単位検出領域Sに対応する圧力成分分離機構がマトリックス状に配置されているので、検出部1に作用する外圧の方向と大きさの分布を検出することができる。また検出部1で検出された圧力の合力の方向と大きさを演算する第2の演算処理と、外圧による回転トルクの方向と大きさを演算する第3の演算処理により、検出部1に作用する外圧の合計の大きさと方向、および回転トルクを検出することができる。

【0079】

なお、本実施形態においては、圧力センサー12が単位検出領域Sあたり縦2行、横2列に計4つ配置されている例を挙げて説明したが、これに限らない。圧力センサー12は、単位検出領域Sあたり3つ以上配置されていけばよい。

10

【0080】

(第2実施形態)

図10は、本発明の第2実施形態に係る検出装置101の構成を示すブロック図である。第2実施形態の検出装置101は、第1実施形態と同様、複数の圧力センサー112により加えられた外圧を検出する検出部2と、複数の圧力センサー112のうちの一部により検出された圧力値から外圧の有無を検出する検出動作を行い、その検出結果から検出部の次の検出動作を制御する制御部120を備える。

【0081】

図11は、図2に対応した、第2実施形態に係る検出部2の概略構成を示す分解斜視図である。図11において、図2と同様の要素には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。図11において、符号Pは基準点、符号Sは1つの弾性体突起22に対応して配置された複数の圧力センサー112が検出する単位検出領域Sを示している。

20

本実施形態の検出部2は、複数の圧力センサー112が互いに直交する2方向(X方向及びY方向)に少なくとも縦4行、横4列に配置されている点で、上述の第1実施形態で説明した検出部1と異なる。なお、図11においては、便宜上、複数の圧力センサー112が単位検出領域Sあたり縦4行、横4列に配置されているが、実際には図12及び図13に示すように、複数の圧力センサー112が単位検出領域Sあたり縦4行、横4列以上に配置されていてもよいものとする。

【0082】

検出部2は、基準点Pの周りに複数配置された圧力センサー112、を有する第1基板110と、基準点Pに重なる位置に重心が位置するとともに外圧によって先端部が第1基板110に当接し外圧によって弾性変形する弾性体突起22、が形成された第2基板20と、を備えている。

30

【0083】

複数の圧力センサー112は、互いに直交する2方向(X方向及びY方向)に少なくとも縦4行、横4列に計16個配置されている。具体的には、複数の圧力センサー112は、単位検出領域Sあたり少なくとも縦4行、横4列に計16個配置されている。これら16個の圧力センサー112の中心(単位検出領域Sの中心)が基準点Pとなっている。

【0084】

制御部120は、基準点Pの周りに複数配置された圧力センサー112のうち、基準点Pに最も近い4個の圧力センサー112で検出された圧力値から外圧の有無を検出する検出動作を行い、その検出結果から対応する単位検出領域の圧力センサー112の次の検出動作を決定する。

40

【0085】

制御部120は、外圧によって弾性体突起22が弾性変形することにより複数の圧力センサー112で検出された圧力値のうち、任意に組み合わせられた各圧力センサー112で検出された圧力値の差分を演算し、その差分に基づいて外圧が加えられた方向と大きさを演算する第1の演算処理を行う演算装置123を備えている。

【0086】

また、演算装置123は、検出部2で検出された圧力の合力の方向と大きさを演算する

50

第2の演算処理と、検出部2に作用する外圧による回転トルクの方角と大きさを演算する第3の演算処理を行う。これらの演算方法は第1の実施形態と同じである。

【0087】

検出装置101の検出制御動作の流れも第1実施形態と同じである。制御部120は、基準点Pの周りに複数配置された圧力センサー112のうち、基準点に最も近い4個の圧力センサー112で検出された圧力値から外圧の有無を検出する検出動作を行い、その検出結果から対応する単位検出領域Sの圧力センサー112の次の検出動作を決定する。

【0088】

外圧が無いと判定された場合には、基準点に最も近い4個の圧力センサー112で検出された圧力値から外圧の有無を高速に検出する検出動作を継続する。一方、外圧があると判定された場合には、対応する単位検出領域Sの圧力成分分離機構に配置された複数の圧力センサー112の圧力値をそれぞれ検出し、外圧の方角と大きさを演算する。また、一連の演算終了後は、その結果を出力し、外圧の有無を検出する検出動作に戻る。

10

【0089】

図12(a)~(c)は、図5(a)~(c)に対応した、第2実施形態に係る単位検出領域Sにおける圧力成分分離機構の変化を示す断面図である。図13(a)~(c)は、図6(a)~(c)に対応した、第2実施形態に係る単位検出領域Sにおける圧力成分分離機構の変化を示す平面図である。

なお、図12(a)及び図13(a)は第2基板20の表面に外圧が付加される前の状態(外圧の作用がないとき)を示している。図12(b)及び図13(b)は第2基板20の表面に垂直方向の外圧が付加された状態を示している。図12(c)及び図13(c)は第2基板20の表面に斜め方向の外圧が付加された状態を示している。また、図13(a)~(c)において、符号Gは弾性体突起22の重心を示している。図12及び図13において、図5及び図6と同様の要素には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

20

【0090】

図12(a)及び図13(a)に示すように、第2基板20の表面に外圧が付加される前においては、弾性体突起22は変形しない。これにより、第1基板110と第2基板20との間の距離は一定に保たれる。このとき、弾性体突起22の重心Gは基準点Pと重なる位置に配置されている。このときの各圧力センサー112の圧力値はデータメモリー124に記憶されている。データメモリー124に記憶された各圧力センサー112の圧力値を基準として外圧の作用する方向や大きさが求められる。

30

【0091】

図12(b)及び図13(b)に示すように、第2基板20の表面に垂直方向の外圧が付加されたときには、弾性体突起22は先端部が第1基板110の表面に配置された複数の圧力センサー112に当接した状態でZ方向に圧縮変形する。これにより、第2基板20が-Z方向に撓み、第1基板110と第2基板20との間の距離が外圧の作用がないときに比べて小さくなる。このときの圧力センサー112で検出された圧力値は、外圧の作用がないときに比べて大きくなる。また、その変化量は各圧力センサー112ともほぼ同じ値となる。

40

【0092】

図12(c)及び図13(c)に示すように、第2基板20の表面に斜め方向の外圧が付加されたときには、弾性体突起22は先端部が第1基板110の表面に配置された複数の圧力センサー112に当接した状態で斜めに傾いて圧縮変形する。

これにより、第2基板20が-Z方向に撓み、第1基板110と第2基板20との間の距離が外圧の作用がないときに比べて小さくなる。また、第2基板20の撓み量は-X方向成分よりも+X方向成分の方が大きくなる。このとき、弾性体突起22の重心Gは基準点Pから+X方向及び+Y方向にずれる。

この場合、弾性体突起22の先端部と複数の圧力センサー112との重なる面積の割合は、-X方向及び-Y方向に配置された部分と重なる面積よりも+X方向及び+Y方向に配置された部分と重なる面積のほうが重なる面積の割合が大きくなる。

50

【 0 0 9 3 】

図 1 4 は、図 7 に対応した、第 2 実施形態に係る単位検出領域 S の座標系を示す図である。なお、図 1 4 において、複数の圧力センサー S_i (1 0 0 個) がマトリックス状に配置されており、このうちの 2 5 個の圧力センサー S_i がそれぞれ - X 方向及び + Y 方向に区画された領域、 + X 方向及び + Y 方向に区画された領域、 - X 方向及び - Y 方向に区画された領域、 + X 方向及び - Y 方向に区画された領域に配置されている。また、図 1 4 においては、便宜上、1 0 0 個の圧力センサー S_i を図示しているが、圧力センサー S_i の配置数はこれに限らず任意に変更することができる。

【 0 0 9 4 】

図 1 4 に示すように、複数の圧力センサー S_i は、単位検出領域 S あたり縦 1 0 行、横 1 0 列に計 1 0 0 個配置されている。ここで、各圧力センサー S_i が検出する圧力値 (検出値) をそれぞれ P_i ($i = 1 \sim 1 0 0$)、基準点 P と各圧力センサー S_i との間の距離の面内方向成分を r_i ($i = 1 \sim 1 0 0$) とする。また、面内方向成分のうち X 方向成分を r_{xi} ($i = 1 \sim 1 0 0$)、面内方向成分のうち Y 方向成分を r_{yi} ($i = 1 \sim 1 0 0$) とすると、単位検出領域 S に加わる外力の X 方向成分 F_x (外力の面内方向成分のうち X 方向に作用する分力の割合) は以下の式 (4) で表される。

【 0 0 9 5 】

【 数 4 】

$$F_x = \frac{\sum_i P_i r_{xi}}{\sum_i P_i} \dots (4)$$

10

20

【 0 0 9 6 】

また、単位検出領域 S に加わる外力の Y 方向成分 F_y (外力の面内方向成分のうち Y 方向に作用する分力の割合) は以下の式 (5) で表される。

【 0 0 9 7 】

【 数 5 】

$$F_y = \frac{\sum_i P_i r_{yi}}{\sum_i P_i} \dots (5)$$

30

【 0 0 9 8 】

また、単位検出領域 S に加わる外力の Z 方向成分 F_z (外力の垂直方向成分) は以下の式 (6) で表される。

【 0 0 9 9 】

【 数 6 】

$$F_z = \sum_i P_i \dots (6)$$

40

【 0 1 0 0 】

本実施形態では、外圧によって弾性体突起が弾性変形することにより変化する 1 0 0 個の圧力センサー S_i の圧力値のうち任意に組み合わせられた各圧力センサー S_i の圧力値の差分を演算し、その差分に基づいて外圧が加えられた方向が演算される。

【 0 1 0 1 】

式 (4) に示すように、外圧の X 方向成分 F_x においては、1 0 0 個の圧力センサー S

50

S_i で検出された圧力値のうち相対的に+ X方向に配置された圧力センサー S_i で検出された値が組み合わされるとともに、相対的に- X方向に配置された圧力センサー S_i で検出された値が組み合わされる。このように、相対的に+ X方向に配置された圧力センサー S_i の組み合わせによる圧力値と相対的に- X方向に配置された圧力センサー S_i の組み合わせによる圧力値との差分に基づいて外圧のX方向成分が求められる。

【0102】

式(5)に示すように、外圧のY方向成分 F_y においては、100個の圧力センサー S_i の圧力値のうち相対的に+ Y方向に配置された圧力センサー S_i で検出された値が組み合わされるとともに、相対的に- Y方向に配置された圧力センサー S_i で検出された値が組み合わされる。このように、相対的に+ Y方向に配置された圧力センサー S_i の組み合わせによる圧力値と相対的に- Y方向に配置された圧力センサー S_i の組み合わせによる圧力値との差分に基づいて外圧のY方向成分が求められる。

10

【0103】

式(6)に示すように、外圧のZ方向成分 F_z においては、100個の圧力センサー S_i で検出された圧力値を足し合わせた合力で求められる。ただし、外圧のZ方向成分 F_z は、外圧のX方向成分 F_x 及び外圧のY方向成分 F_y に比べて検出値が大きく検出される傾向がある。このため、外圧のZ方向成分 F_z の検出値を、外圧のX方向成分 F_x 及び外圧のY方向成分 F_y の検出値と揃えるには、弾性体突起22の材質や形状によって決定される補正係数で検出値を適宜補正する必要がある。

20

【0104】

検出部2に加わる外圧の合力の方向と大きさは、第1実施形態と同様、第1の演算処理で得られた各単位検出領域Sに加えられた外力の合計によって得られる。したがって外圧の合計の方向と大きさを演算する第2の演算処理は、第1の演算処理で得られた各単位検出領域Sに加えられた外圧の合計を算出する演算となる。

【0105】

また検出部2に加わる回転トルクの方向と大きさは、第2基板20の表面に加わる外圧の分布の重心の座標を算出し、その外圧の分布の重心の座標を中心とした点対称となる、任意の単位検出領域に加わる外圧のX方向成分、またはY方向成分の差分を取ることで得られる。したがって回転トルクの方向と大きさを演算する第3の演算処理は、外圧の分布の重心の座標を中心として点対称となる任意の単位検出領域Sに加わる外圧のX方向成分またはY方向成分の差分の演算となる。

30

【0106】

本実施形態の検出装置101によれば、単位検出領域Sあたり縦10行、横10列に計100個配置された複数の圧力センサー S_i のうち、基準点Pに最も近い4個の圧力センサー112のみによって圧力の有無を検出するため、特許文献1や特許文献2の検出装置に比べて検出処理が高速化される。

【0107】

この構成によれば、複数の圧力センサー112が互いに直交する2方向に、少なくとも縦4行、横4列に配置されているので、第1実施形態に比べて配置される圧力センサー112の数が多くなる。このため、多数の圧力センサー112で検出された圧力値に基づいて各圧力センサー112の検出結果を積算して外圧の作用する方向と大きさを求めることができる。したがって、外圧の方向と大きさを高い精度で検出することができる。

40

【0108】

(第3実施形態)

図15は、図11に対応した、第3実施形態に係る検出装置102の検出部3の概略構成を示す分解斜視図である。なお、図15において、符号Pは基準点、符号Sは1つの弾性体突起22に対応して配置された複数の圧力センサー112が検出する単位検出領域Sを示している。

本実施形態の検出装置102は、検出部3の第2基板20の表面に第2基板本体21よりも高い剛性を有する補強部材51が配置されている点で、上述の第2実施形態で説明し

50

た検出装置 101 と異なる。図 15 において、図 11 と同様の要素には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0109】

図 15 に示すように、検出部 3 は、基準点 P の周りに複数配置された圧力センサー 112、を有する第 1 基板 110 と、基準点 P に重なる位置に重心が位置するとともに外圧によって先端部が第 1 基板 110 に当接した状態で弾性変形する弾性体突起 22、が形成された第 2 基板 20 と、第 2 基板 20 の弾性体突起 22 が配置された側と反対の側に配置された補強部材 51 と、を備えている。

【0110】

補強部材 51 は、矩形板状となっており、平面視において第 2 基板本体 21 と同じサイズに形成されている。この補強部材 51 は、第 2 基板本体 21 よりも高い剛性を有している。例えば、第 2 基板本体 21 の材質が弾性体突起 22 の材質と同様に発泡ウレタン樹脂（デュロメーター硬さ 30 程度）の場合、補強部材 51 の形成材料としては、エポキシ樹脂を用いたりウレタン樹脂（デュロメーター硬さ 60 程度）を用いたりすることができる。このため、補強部材 51 の表面である接触面に弾性体突起 22 の配置間隔よりも小さい対象物（例えば先鋭なスタイラスペン）によって外力が加えられた場合であっても、外圧を正確に検出することができる。

10

【0111】

図 16 (a) ~ (c) は、図 12 (a) ~ (c) に対応した、第 3 実施形態に係る単位検出領域 S における圧力成分分離機構の変化を示す断面図である。

20

なお、図 16 (a) は第 2 基板 20 の表面（補強部材 51 の表面）に外圧が付加される前の状態（外圧の作用がないとき）を示している。図 16 (b) は第 2 基板 20 の表面に垂直方向の外圧が付加された状態を示している。図 16 (c) は第 2 基板 20 の表面に斜め方向の外圧が付加された状態を示している。図 16 において、図 12 と同様の要素には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0112】

図 16 (a) に示すように、第 2 基板 20 の表面に外圧が付加される前においては、弾性体突起 22 は変形しない。これにより、第 1 基板 110 と第 2 基板 20 との間の距離は一定に保たれる。このときの各圧力センサー 112 で検出された圧力値はデータメモリー 124 に記憶されている。データメモリー 124 に記憶された各圧力センサー 112 で検出された圧力値を基準として外圧の作用する方向や大きさが求められる。

30

【0113】

図 16 (b) に示すように、第 2 基板 20 の表面に垂直方向の外圧が付加されたときには、弾性体突起 22 は先端部が第 2 基板 20 の表面に当接した状態で Z 方向に圧縮変形する。これにより、第 2 基板 20 が - Z 方向に撓み、第 1 基板 110 と第 2 基板 20 との間の距離が外圧の作用がないときに比べて小さくなる。このときの圧力センサー 112 で検出された圧力値は、外圧の作用がないときに比べて大きくなる。

【0114】

また、外圧は 2 つの隣り合う弾性体突起 22 の間の領域に作用している。本実施形態では第 2 基板 20 の表面に第 2 基板本体 21 よりも高い剛性を有する補強部材 51 を備えているので、例えば、指で検出部 3 を垂直方向に押した場合、2 つの隣り合う弾性体突起 22 は互いに垂直方向に圧縮変形することとなる。このように、補強部材 51 が無い場合に比べて外力により 2 つの隣り合う弾性体突起 22 が互いに反対方向に圧縮変形してしまうことを抑制することができる。

40

【0115】

図 16 (c) に示すように、第 2 基板 20 の表面に斜め方向の外圧が付加されたときには、弾性体突起 22 は先端部が第 2 基板 20 の表面に当接した状態で斜めに傾いて圧縮変形する。これにより、第 2 基板 20 が - Z 方向に撓み、第 1 基板 110 と第 2 基板 20 との間の距離が外圧の作用がないときに比べて小さくなる。また、第 2 基板 20 の撓み量は - X 方向成分よりも + X 方向成分の方が大きくなる。このとき、弾性体突起 22 の重心 G

50

は基準点 P から + X 方向及び + Y 方向にずれる。

【 0 1 1 6 】

また、外圧は 2 つの隣り合う弾性体突起 2 2 の間の領域に作用している。本実施形態では第 2 基板 2 0 の表面に第 2 基板本体 2 1 よりも高い剛性を有する補強部材 5 1 を備えているので、例えば、指で検出部 3 を斜め方向に押した場合、2 つの隣り合う弾性体突起 2 2 は互いに斜め方向に圧縮変形することとなる。このように、補強部材 5 1 が無い場合に比べて外力により 2 つの隣り合う弾性体突起 2 2 が互いに反対方向に圧縮変形してしまうことを抑制することができる。

【 0 1 1 7 】

本実施形態の検出装置 1 0 2 によれば、検出部 3 には第 2 基板 2 0 の弾性体突起 2 2 が形成された側と反対の側に第 2 基板本体 2 1 よりも高い剛性を有する補強部材 5 1 が配置されているので、外圧の方向を高い精度で検出することができる。例えば、外圧が 2 つの隣り合う弾性体突起 2 2 の間の領域に作用する場合、補強部材 5 1 が無いときに比べて 2 つの隣り合う弾性体突起 2 2 が互いに反対の方向に圧縮変形してしまうことを抑制することができる。つまり、外圧の加えられた方向と反対の方向を検出するという誤検出を抑制することができる。したがって、外圧の方向と大きさを高い精度で検出することができる。

【 0 1 1 8 】

なお、本実施形態においては、補強部材 5 1 が第 2 基板 2 0 の表面に配置されているが、これに限らない。例えば、補強部材 5 1 を設けずに、第 2 基板本体 2 1 自体を弾性体突起 2 2 よりも高い剛性を有する材質で形成してもよい。これにより、補強部材 5 1 を設ける構成に比べて装置の薄型化を図ることができる。

【 0 1 1 9 】

(第 4 実施形態)

< 電子機器 >

図 1 7 は、上記実施形態に係る検出装置 1 0 0 , 1 0 1 , 1 0 2 のいずれかを適用した携帯電話機 1 0 0 0 の概略構成を示す模式図である。携帯電話機 1 0 0 0 は、複数の操作ボタン 1 0 0 3 及びコントロールパッド 1 0 0 2、並びに表示部としての液晶パネル 1 0 0 1 を備えている。コントロールパッド 1 0 0 2 を操作することによって、液晶パネル 1 0 0 1 にはメニューボタン (図示略) が表示される。例えば、メニューボタンにカーソル (図示略) を合わせてコントロールパッド 1 0 0 2 を強く押すことで、電話帳が表示されたり、携帯電話機 1 0 0 0 の電話番号が表示されたりする。

【 0 1 2 0 】

図 1 8 は、上記実施形態に係る検出装置 1 0 0 , 1 0 1 , 1 0 2 のいずれかを適用した携帯情報端末 (P D A : P e r s o n a l D i g i t a l A s s i s t a n t s) 2 0 0 0 の概略構成を示す模式図である。携帯情報端末 2 0 0 0 は、複数の操作ボタン 2 0 0 2 及びコントロールパッド 2 0 0 3、並びに表示部としての液晶パネル 2 0 0 1 を備えている。コントロールパッド 2 0 0 3 を操作すると、液晶パネル 2 0 0 1 に表示されたメニューを操作できる。例えば、メニュー (図示略) にカーソル (図示略) を合わせてコントロールパッド 2 0 0 3 を強く押すことで、住所録が表示されたり、スケジュール帳が表示されたりする。

【 0 1 2 1 】

このような電子機器によれば、上述した検出装置 1 0 0 , 1 0 1 , 1 0 2 のいずれかをコントロールパッド 1 0 0 2 , 2 0 0 3 に備えているので、外圧の方向と大きさを高い精度で検出することが可能な電子機器を提供することができる。

【 0 1 2 2 】

なお、電子機器としては、この他にも、例えばパーソナルコンピューター、ビデオカメラのモニター、カーナビゲーション装置、ページャー、電子手帳、電卓、ワードプロセッサ、ワークステーション、テレビ電話、POS 端末、デジタルスチールカメラ、タッチパネルを備えた機器等が挙げられる。これらの電子機器に対しても、本発明に係る検出装

10

20

30

40

50

置を適用させることができる。

【0123】

(第5実施形態)

<ロボット>

図19は、上記実施形態に係る検出装置100, 101, 102のいずれかを適用したロボットハンド3000の概略構成を示す模式図である。図19(a)に示すように、ロボットハンド3000は、本体部3003及び一对のアーム部3002、並びに検出装置100, 101, 102のいずれかを適用した把持部3001を備えている。例えば、リモコン等の制御装置によりアーム部3002に駆動信号を送信すると、一对のアーム部3002が開閉動作する。

10

【0124】

図19(b)に示すように、ロボットハンド3000でコップ等の対象物3010を把持する場合を考える。このとき、対象物3010に作用する力は把持部3001で圧力として検出される。ロボットハンド3000は、把持部3001として上述した検出装置100, 101, 102のいずれかを備えているので、対象物3010の表面(接触面)に垂直な方向の力と併せて重力 Mg ですべる方向の力(すべり力の成分)や回転トルクを検出することが可能である。例えば、柔らかい物体を変形させたりすべりやすい物体を落としたりしないよう、対象物3010の質感に応じて力を加減しながら持つことができる。

【0125】

このロボットによれば、上述した検出装置100, 101, 102のいずれかを備えているので、外圧の方向と大きさを高い精度で検出することが可能なロボットを提供することができる。

20

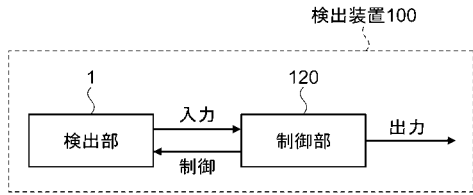
【符号の説明】

【0126】

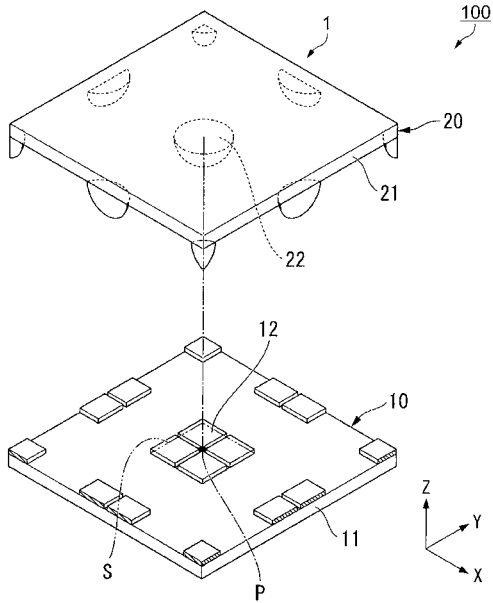
1, 2, 3...検出部、10, 110...第1基板、12, 112, S1, S2, S3, S4, S_i...圧力センサー、20...第2基板、22...弾性体突起、51...補強部材、100, 101, 102...検出装置、120...制御部、121...インターフェイス部、122...制御ユニット、123...演算装置、124...データメモリー、1000...携帯電話機(電子機器)、2000...携帯情報端末(電子機器)、3000...ロボットハンド(ロボット)、G...弾性体突起の重心、DG...外圧の分布の重心。

30

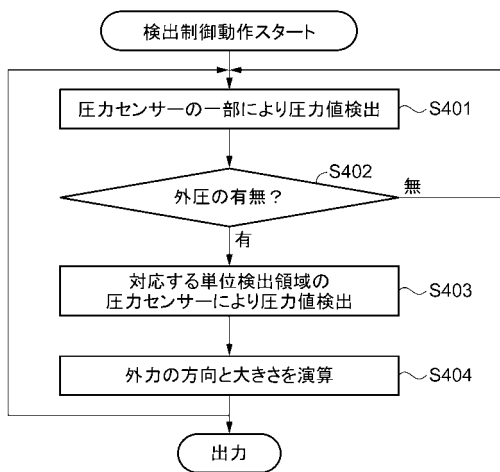
【 図 1 】



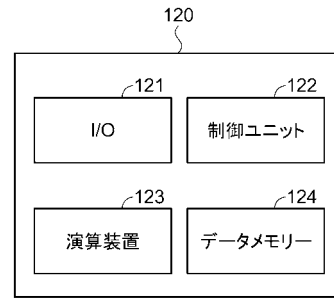
【 図 2 】



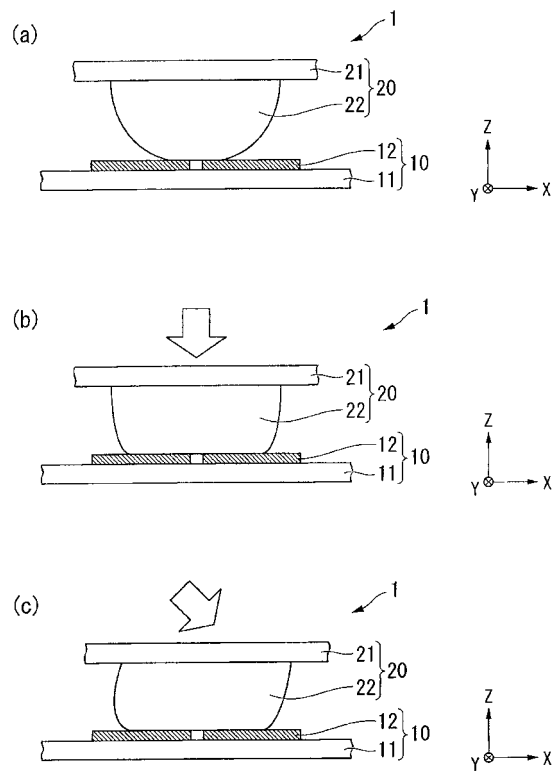
【 図 4 】



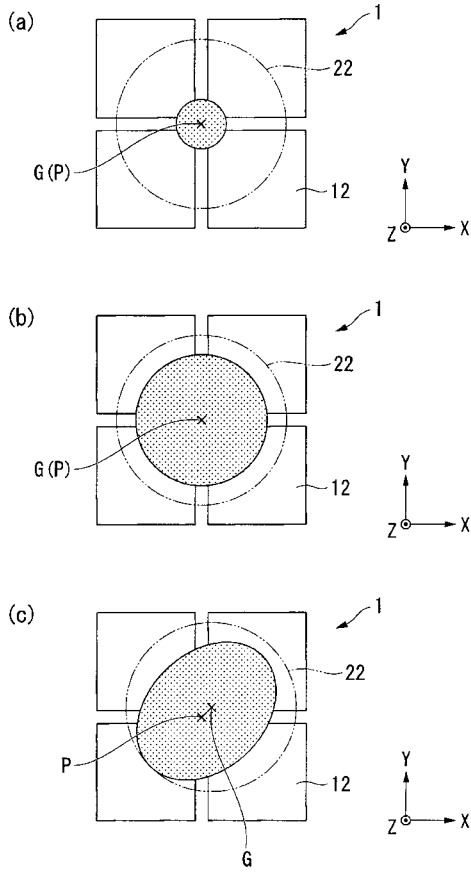
【 図 3 】



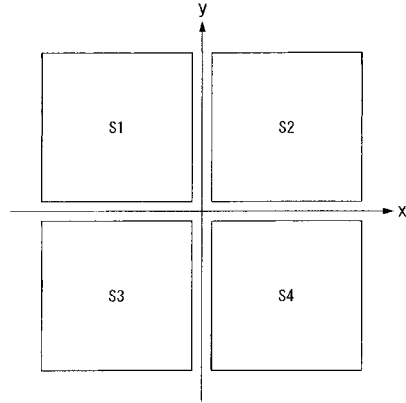
【 図 5 】



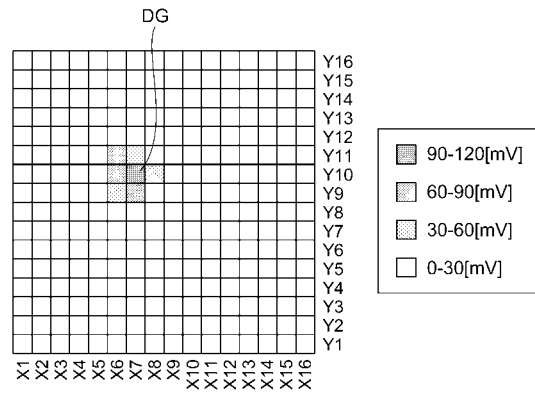
【 図 6 】



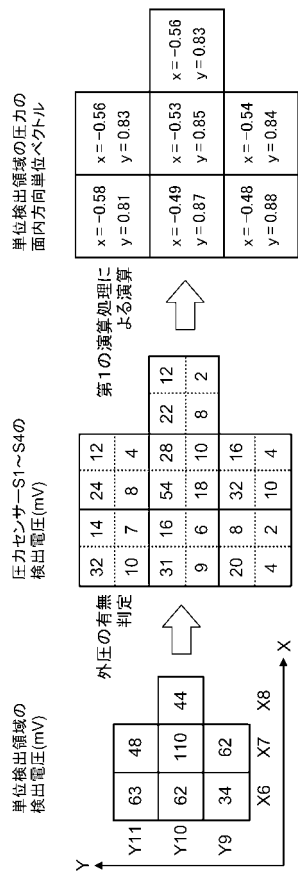
【 図 7 】



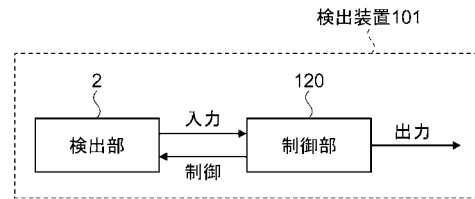
【 図 8 】



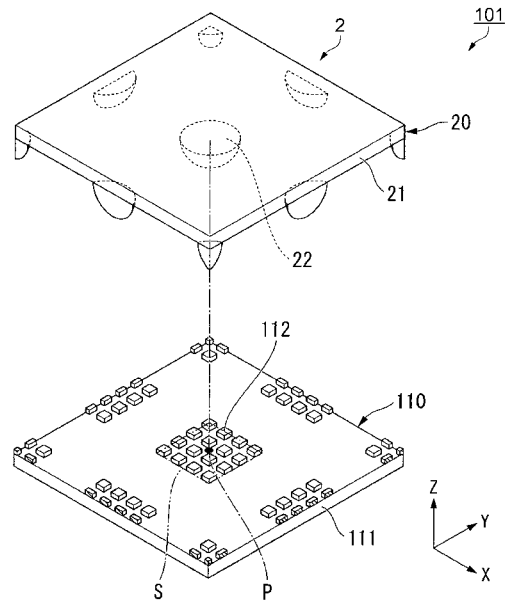
【 図 9 】



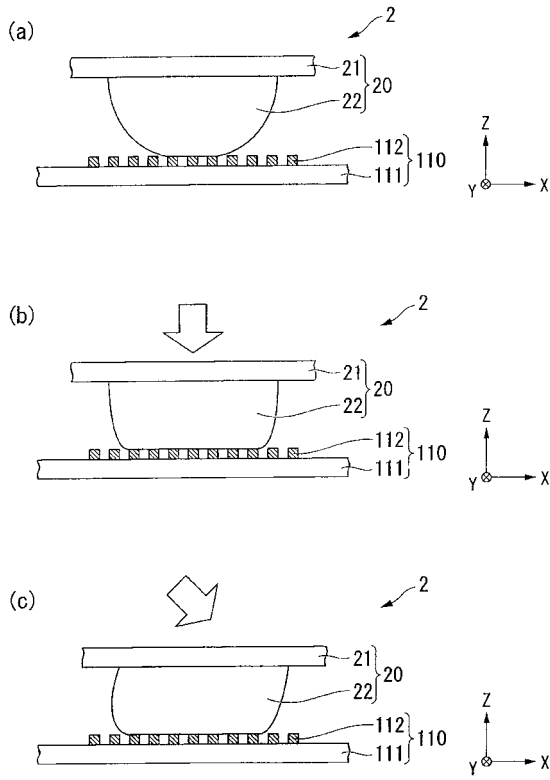
【 図 10 】



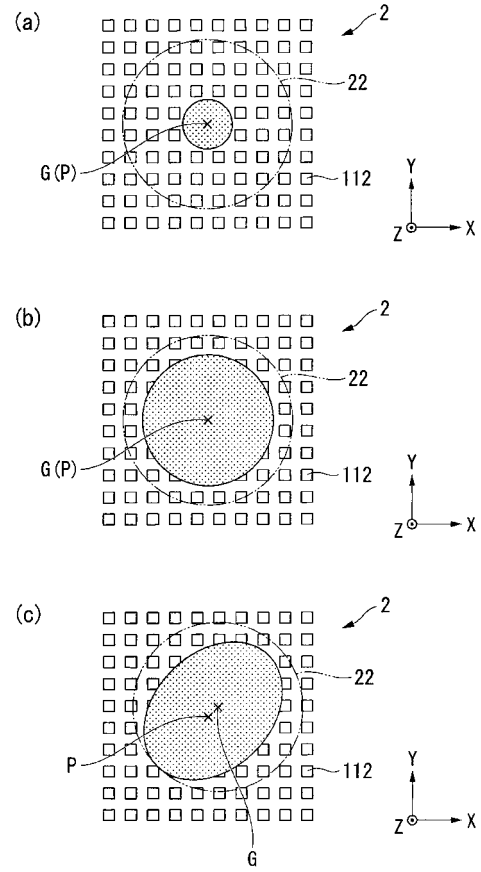
【 図 11 】



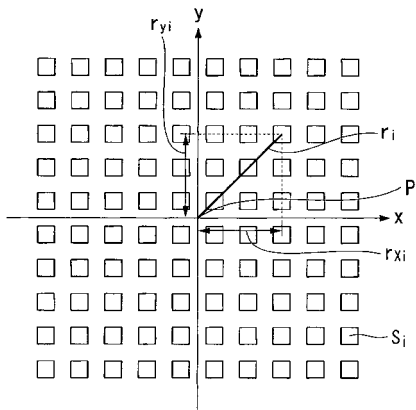
【 図 1 2 】



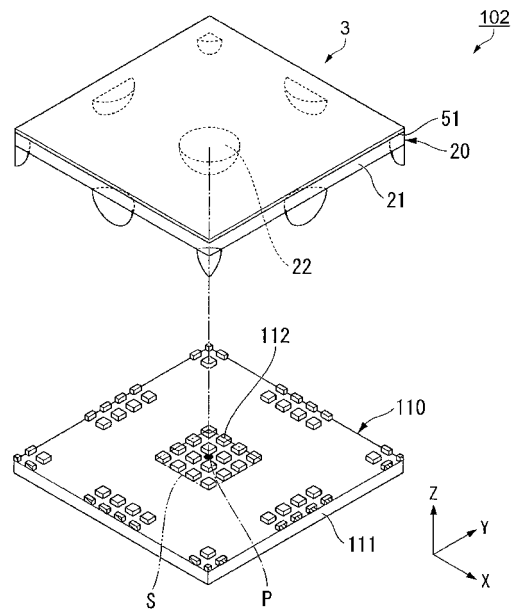
【 図 1 3 】



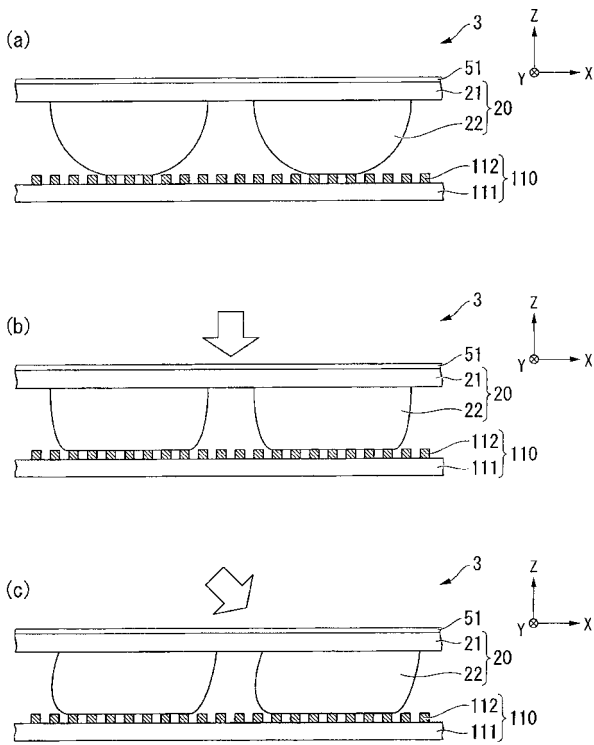
【 図 1 4 】



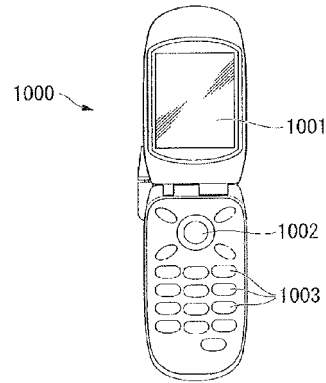
【 図 1 5 】



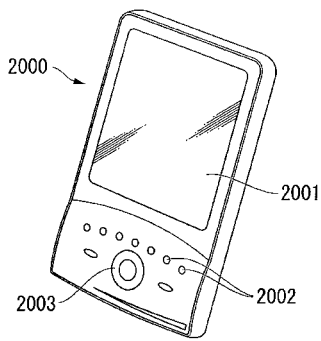
【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



【 図 1 9 】

