

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02007/069412

発行日 平成21年5月21日 (2009.5.21)

(43) 国際公開日 平成19年6月21日 (2007.6.21)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)  
**GO1L 5/00 (2006.01)** GO1L 5/00 1 O 1 Z 2 F 0 5 1

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 30 頁)

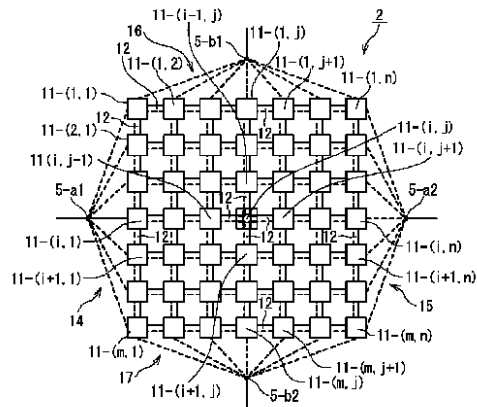
<p>出願番号 特願2007-550098 (P2007-550098)                  (21) 国際出願番号 PCT/JP2006/322294                  (22) 国際出願日 平成18年11月8日 (2006.11.8)                  (31) 優先権主張番号 特願2005-360375 (P2005-360375)                  (32) 優先日 平成17年12月14日 (2005.12.14)                  (33) 優先権主張国 日本国 (JP)</p>	<p>(71) 出願人 504133110                  国立大学法人 電気通信大学                  東京都調布市調布ヶ丘1丁目5番地1                  (74) 代理人 100102864                  弁理士 工藤 実                  (72) 発明者 下条 誠                  東京都調布市調布ヶ丘1丁目5番地1 国                  立大学法人 電気通信大学内                  Fターム(参考) 2F051 AA10 AB07 BA07</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 二次元分布荷重中心位置検出センサおよび二次元分布荷重中心位置検出装置

(57) 【要約】

自由曲面を被覆するセンサをより容易に製造すること。荷重が負荷されると第1電極から第2電極2 2までの電気抵抗が変化する複数の検出エレメントと、隣り合う検出エレメントを接合する複数のケーブル1 2とを備えている。ケーブル1 2は、それぞれ、第1検出エレメント1 1 - ( i , j ) の第1電極2 1を第2検出エレメント1 1 - ( i + 1 , j ) の第1電極2 1に第1抵抗器3 2 - 1 ~ 3 2 - 4を介して接続し、第1検出エレメント1 1 - ( i , j ) の第2電極2 2を第2検出エレメント1 1 - ( i + 1 , j ) の第2電極2 2に第2抵抗器3 2 - 5 ~ 3 2 - 8を介して接続している。ケーブル1 2は、さらに、変形することができる。このような二次元分布荷重中心位置検出センサ2は、自由曲面を被覆することができ、精巧な面状抵抗体を備える必要がなく、容易に製造することができる。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

荷重が負荷されると第 1 電極から第 2 電極までの電気抵抗が変化する複数の検出エレメントと、

前記複数の検出エレメントのうちの隣り合う隣接検出エレメントを接合し、前記隣接検出エレメントのうちの第 1 検出エレメントの第 1 電極を前記隣接検出エレメントのうちの第 2 検出エレメントの第 1 電極に第 1 抵抗器を介して電氣的に接続し、前記第 1 検出エレメントの第 2 電極を前記第 2 検出エレメントの第 2 電極に第 2 抵抗器を介して電氣的に接続する複数のケーブル

とを具備する二次元分布荷重中心位置検出センサ。

10

**【請求項 2】**

請求の範囲 1 において、  
前記ケーブルは、変形可能である  
二次元分布荷重中心位置検出センサ。

**【請求項 3】**

請求の範囲 2 において、  
前記複数の検出エレメントは、格子状に配置される  
二次元分布荷重中心位置検出センサ。

**【請求項 4】**

請求の範囲 1 ~ 請求の範囲 3 のいずれかにおいて、  
前記電気抵抗は、前記荷重に概ね反比例する  
二次元分布荷重中心位置検出センサ。

20

**【請求項 5】**

請求の範囲 1 ~ 請求の範囲 4 のいずれかに記載される二次元分布荷重中心位置検出センサと、

制御装置とを具備し、

前記二次元分布荷重中心位置検出センサは、

前記複数の検出エレメントのうちの第 1 方向の端に配置される検出エレメントの第 1 電極に電氣的に接続される第 1 端子と、

前記複数の検出エレメントのうちの前記第 1 方向の反対方向の端に配置される検出エレメントの第 1 電極に電氣的に接続される第 2 端子と、

30

前記複数の検出エレメントのうちの前記第 1 方向と異なる第 2 方向の端に配置される検出エレメントの第 2 電極に電氣的に接続される第 3 端子と、

前記複数の検出エレメントのうちの前記第 2 方向の反対方向の端に配置される検出エレメントの第 2 電極に電氣的に接続される第 4 端子とを備え、

前記制御装置は、前記二次元分布荷重中心位置検出センサに電流が流れるように前記第 1 端子と前記第 2 端子と前記第 3 端子と前記第 4 端子との間に電圧を印加し、前記第 1 端子を流れる電流と前記第 2 端子を流れる電流と前記第 3 端子を流れる電流と前記第 4 端子を流れる電流とに基づいて前記二次元分布荷重中心位置検出センサに作用する荷重の位置を算出する

40

二次元分布荷重中心位置検出装置。

**【請求項 6】**

請求の範囲 5 において、

前記制御装置は、更に、前記第 1 端子を流れる電流と前記第 2 端子を流れる電流と前記第 3 端子を流れる電流と前記第 4 端子を流れる電流とに基づいて前記荷重を算出する

二次元分布荷重中心位置検出装置。

**【請求項 7】**

請求の範囲 1 ~ 請求の範囲 4 のいずれかにおいて、

前記複数の検出エレメントの各々は、

前記第 1 電極と前記第 2 電極とが表面に配置される基板と、

50

前記第 1 電極と前記第 2 電極との両方に電氣的に接続される感圧素材とを備え、  
前記第 1 電極と前記第 2 電極とは、前記基板と前記感圧素材とに挟まれる  
二次元分布荷重中心位置検出センサ。

【請求項 8】

請求の範囲 1 と請求の範囲 2 と請求の範囲 3 と請求の範囲 4 と請求の範囲 7 とのうちの  
いずれかにおいて、

弾性体から形成されるエラストマ層を更に具備し、

前記エラストマ層は、前記複数の検出エレメントと前記複数のケーブルとから形成され  
る層を被覆する

二次元分布荷重中心位置検出センサ。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、二次元分布荷重中心位置検出センサおよび二次元分布荷重中心位置検出装置  
に関し、特に、物体の表面に作用する荷重とその荷重の中心位置とを算出するときに利用  
される二次元分布荷重中心位置検出センサおよび二次元分布荷重中心位置検出装置に関す  
る。

【背景技術】

【0002】

シート状のセンサに作用する荷重とその荷重の中心位置とを算出する二次元分布荷重中  
心位置検出装置が望まれている。このような二次元分布荷重中心位置検出装置は、たとえ  
ば、そのセンサがロボットの足の裏を被覆し、その足の裏に作用する荷重とその荷重の重  
心位置とを測定することに適用される。または、このような二次元分布荷重中心位置検出  
装置は、そのセンサがロボットの指先を被覆し、そのロボットがその指先で物を摘むとき  
に作用する荷重とその荷重の中心位置とを測定することに適用される。このような二次元  
分布荷重中心位置検出装置は、その荷重とその中心位置とを測定する分解能が小さいこと  
が望まれ、かつ、そのセンサは、その荷重とその中心位置とを示す信号を出力する端子の  
個数が少ないことが望まれている。このようなセンサは、さらに、容易に製造されることが  
望まれ、様々な形状の物体を被覆することが望まれている。

20

【0003】

特許 1 3 0 8 3 2 1 号公報には、極めて簡単な装置により面圧力の総和及びその重心位  
置を容易に検出可能とした面圧力データの検出方法が開示されている。その面圧力の検出  
方法は、伝導性の高い可撓性物質からなる第 1 層の面状抵抗体と、圧力の作用でコンダク  
タンスが略線形に変化する第 2 層の感圧板と、導電性の高い第 3 層の面状抵抗体とによっ  
て構成した圧力検出器を用い、上記圧力検出器における周辺の相対向する二対の対辺に分  
割区画し、第 1 層の面状抵抗体における相対向する一対の対辺に設けた電極及び第 3 層の  
面状抵抗体における他の相対向する一対の対辺に設けた電極にそれぞれ抵抗を介して電圧  
+ a 及び - a を加え、上記電圧及び第 1 または第 2 の面状抵抗体における一対の電極の電  
圧  $V_A$  ,  $V_B$ 、または  $V_C$  ,  $V_D$  に基づき、圧力検出器に作用する面圧力の総和  $W$  を、次  
式：

30

$$W = k_0 ( 2 a - V_A - V_B ) = k_0 ( 2 a + V_C + V_D )$$

(但し、 $k_0$  は定数)

によって求めることを特徴としている。

40

【0004】

特許 1 8 7 5 4 9 8 号公報には、簡易な手段によって対象物体表面上における機器の作  
業端の位置を直接に検出することができ、位置決め装置と対象物との相対的な位置や方向  
の誤差に対しても適応性があり、死角の処理の必要もない面圧力センサによる対象物表面  
への位置決め方法が開示されている。その面圧力センサによる対象物表面への位置決め方  
法は、機器の作業端を対象物表面上へ位置決めするに際し、接触位置と接触力とを同時に  
検出する可撓性の面圧力センサを対象物に貼付し、制御器の制御指令によって駆動制御さ

50

れる駆動装置で上記作業端への対象物表面への接触点を移動させ、上記作業端の接触に伴って面圧力センサから出力される接触位置と、目標となる位置を設定した目標接触位置設定器から出力される目標位置とを、位置比較器において比較すると共に、上記作業端の接触に伴って面圧力センサから出力される接触力と、目標となる接触力を設定した目標接触力設定器から出力される目標接触力とを、接触力比較器において比較し、上記位置比較器及び上記接触力比較器の比較出力を上記制御器の入力として、接触点の位置及び接触力を目標値に近付けるための駆動装置の制御を行い、対象物表面上の目標位置に目標接触力で接触点の位置決めを行うことを特徴としている。

【0005】

特許1928006号公報には、すべりの存在を検出するための簡単な構成のすべり覚センサが開示されている。そのすべり覚センサは、導電性の高い可撓性物質からなる一対の導電性シート間に、それらのシートを部分的に直接対向させる多数の孔を備えた弾性変形可能な絶縁材を挟むことによって検出器を構成し、一方の導電性シートにおける1対の対辺、及び他方の導電性シートにおける他の1対の対辺に設けた電極に、両導電性シート間における電流密度の重心位置と求める重心位置検出回路を介して、上記重心位置の時間的变化から検出器と物体との間のすべりを検出する変動検出回路を接続したことを特徴としている。

10

【発明の開示】

【0006】

本発明の課題は、製造がより容易である二次元分布荷重中心位置検出センサおよび二次元分布荷重中心位置検出装置を提供することにある。

20

本発明の他の課題は、自由曲面に加わる荷重を検出する二次元分布荷重中心位置検出センサおよび二次元分布荷重中心位置検出装置を提供することにある。

本発明のさらに他の課題は、大きい自由曲面に加わる荷重を検出する二次元分布荷重中心位置検出センサおよび二次元分布荷重中心位置検出装置を提供することにある。

本発明のさらに他の課題は、自由曲面に加わる荷重をより確実に検出する二次元分布荷重中心位置検出センサおよび二次元分布荷重中心位置検出装置を提供することにある。

【0007】

本発明による二次元分布荷重中心位置検出センサは、荷重が負荷されると第1電極から第2電極までの電気抵抗が変化する複数の検出エレメントと、複数の検出エレメントのうちの隣り合う隣接検出エレメントを接合する複数のケーブルとを備えている。複数のケーブルは、さらに、隣接検出エレメントのうちの第1検出エレメントの第1電極を隣接検出エレメントのうちの第2検出エレメントの第1電極に第1抵抗器を介して電氣的に接続し、第1検出エレメントの第2電極を第2検出エレメントの第2電極に第2抵抗器を介して電氣的に接続している。

30

【0008】

このような二次元分布荷重中心位置検出センサは、複数の検出エレメントのうちのx軸方向の両端にある検出エレメントの第1電極をそれぞれ2つの端子に接続して複数の検出エレメントのうちのy軸方向の両端にある検出エレメントの第2電極をそれぞれ2つの端子に接続することにより、特許1308321号公報または特許1875498号公報に記載される圧力検出器と概ね等価となる。本発明による二次元分布荷重中心位置検出センサは、素材の組成と厚さとが一様である面状抵抗体を備える必要がなく、その面状抵抗体を備える二次元分布荷重中心位置検出センサより容易に製造することができる。

40

【0009】

ケーブルは、変形可能である。このような二次元分布荷重中心位置検出センサは、様々な曲面に変形することができる。

【0010】

複数の検出エレメントは、格子状に配置される。すなわち、ケーブルのうちの適当な4つのケーブルは、検出エレメントのうちの4つの検出エレメントを頂点とする四角形の辺を形成している。このとき、二次元分布荷重中心位置検出センサは、その四角形の内角が

50

変化することにより、様々な曲面に変形することができ、様々な形状の物体の表面を被覆することができる。

【0011】

検出エレメントの電気抵抗は、負荷される荷重に概ね反比例する。このとき、二次元分布荷重中心位置検出センサが適用される二次元分布荷重中心位置検出装置は、二次元分布荷重中心位置検出センサに作用する荷重をより容易に算出することができる。

【0012】

本発明による二次元分布荷重中心位置検出装置は、本発明による二次元分布荷重中心位置検出センサと、制御装置とを備えている。このとき、二次元分布荷重中心位置検出センサは、複数の検出エレメントのうちの第1方向の端に配置される検出エレメントの第1電極に電氣的に接続される第1端子と、複数の検出エレメントのうちの第1方向の反対方向の端に配置される検出エレメントの第1電極に電氣的に接続される第2端子と、複数の検出エレメントのうちの第1方向と異なる第2方向の端に配置される検出エレメントの第2電極に電氣的に接続される第3端子と、複数の検出エレメントのうちの第2方向の反対方向の端に配置される検出エレメントの第2電極に電氣的に接続される第4端子とを備えている。制御装置は、二次元分布荷重中心位置検出センサに電流が流れるように第1端子と第2端子と第3端子と第4端子との間に電圧を印加し、第1端子を流れる電流と第2端子を流れる電流と第3端子を流れる電流と第4端子を流れる電流とに基づいて二次元分布荷重中心位置検出センサに作用する荷重の位置を算出する。

10

【0013】

制御装置は、第1端子を流れる電流と第2端子を流れる電流と第3端子を流れる電流と第4端子を流れる電流とに基づいて二次元分布荷重中心位置検出センサに作用する荷重を算出する。

20

【0014】

複数の検出エレメントの各々は、第1電極と第2電極とが表面に配置される基板と、第1電極と第2電極との両方に電氣的に接続される感圧素材とを備えている。このとき、第1電極と第2電極とは、基板と感圧素材とに挟まれている。このような二次元分布荷重中心位置検出センサは、製造しやすく、好ましい。

【0015】

本発明による二次元分布荷重中心位置検出センサは、弾性体から形成されるエラストマ層をさらに備えている。エラストマ層は、複数の検出エレメントと複数のケーブルとから形成される層を被覆している。このとき、二次元分布荷重中心位置検出センサは、複数の検出エレメントのうちの隣接する2つの検出エレメントとの間に、その2つの検出エレメントに接触しないくらい細いものが、そのエラストマ層を介して接触したときに、その接触を検出することができる。その結果、二次元分布荷重中心位置検出センサは、荷重をより確実に検出することができる。

30

【0016】

本発明による二次元分布荷重中心位置検出センサおよび二次元分布荷重中心位置検出装置は、より容易に製造することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0017】

【図1】図1は、本発明による二次元分布荷重中心位置検出装置の実施の形態を示すブロック図である。

【図2】図2は、本発明による二次元分布荷重中心位置検出センサの実施の形態を示す平面図である。

【図3】図3は、検出エレメントを示す平面図である。

【図4】図4は、検出エレメントを示す断面図である。

【図5】図5は、検出エレメントの1つの部品を示す斜視図である。

【図6】図6は、検出エレメントの製造方法を示す斜視図である。

【図7】図7は、検出エレメントに等価である回路素子を示す電気回路図である。

50

【図 8】図 8 は、制御装置を示す回路図である。

【図 9】図 9 は、本発明による二次元分布荷重中心位置検出装置の実施の他の形態を示すブロック図である。

【図 10】図 10 は、二次元分布荷重中心位置検出センサを示す断面図である。

【図 11】図 11 は、センサ層を示す平面図である。

【図 12】図 12 は、検出エレメントを示す平面図である。

【図 13】図 13 は、検出エレメントを示す立面図である。

【図 14】図 14 は、検出エレメントに等価である回路素子を示す電気回路図である。

【図 15】図 15 は、二次元分布荷重中心位置検出センサの使用状態を示す斜視図である。

10

【図 16】図 16 は、二次元分布荷重中心位置検出センサに等価である回路と、制御装置が備える回路とを示す回路図である。

【図 17】図 17 は、二次元分布荷重中心位置検出センサに加わる圧力の分布を示すグラフである。

【図 18】図 18 は、センサ層に加わる圧力の分布を示し、検出エレメントにより計測される圧力の分布を示すグラフである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

図面を参照して、本発明による二次元分布荷重中心位置検出装置の実施の形態を記載する。その二次元分布荷重中心位置検出装置 1 は、図 1 に示されているように、二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 と制御装置 3 とを備えている。二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 は、端子 5 - a 1 と端子 5 - a 2 と端子 5 - b 1 と端子 5 - b 2 とを備えている。端子 5 - a 1 は、配線 6 - a 1 を介して制御装置 3 に接続されている。端子 5 - a 2 は、配線 6 - a 2 を介して制御装置 3 に接続されている。端子 5 - b 1 は、配線 6 - b 1 を介して制御装置 3 に接続されている。端子 5 - b 2 は、配線 6 - b 2 を介して制御装置 3 に接続されている。

20

【0019】

図 2 は、二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 を示している。二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 は、複数の検出エレメント 11 - (1, 1) ~ 11 - (m, n) ( $m = 2, 3, 4, \dots$ ;  $n = 2, 3, 4, \dots$ ) と複数のケーブル 12 と配線 14 ~ 17 とを備えている。複数の検出エレメント 11 - (1, 1) ~ 11 - (m, n) は、格子状に配置されている。すなわち、複数の検出エレメント 11 - (1, 1) ~ 11 - (m, n) は、それぞれ、平面に配置される m 本の平行線とその平面に配置される n 本の平行線との交点に配置されている。すなわち、二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 は、(m × n) 個の検出エレメント 11 - (1, 1) ~ 11 - (m, n) を備えている。その m 本の平行線は、その n 本の平行線に垂直である。その m 本の平行線のうちの隣り合う 2 本の平行線の距離は、互いに等しい。その n 本の平行線のうちの隣り合う 2 本の平行線の距離は、互いに等しく、その m 本の平行線のうちの隣り合う 2 本の平行線の距離に等しい。

30

【0020】

ケーブル 12 は、それぞれ、2つの導線と外被とを備えている。2つの導線は、互いに絶縁されて束ねられている。その外被は、その2つの導線を被覆している。ケーブル 12 は、それぞれ、変形することが可能である。ケーブル 12 は、それぞれ、長さが互いに等しく、両端が複数の検出エレメント 11 - (1, 1) ~ 11 - (m, n) のうちの隣り合う2つの検出エレメントに接合されている。すなわち、ケーブル 12 は、それぞれ、検出エレメント 11 - (i, j) ( $i = 1, 2, 3, \dots, m - 1$ ;  $j = 1, 2, 3, \dots, n - 1$ ) を検出エレメント 11 - (i + 1, j) に接合し、または、検出エレメント 11 - (i, j) を検出エレメント 11 - (i, j + 1) に接合している。このとき、ケーブル 12 のうちの適当な4つのケーブルは、検出エレメント 11 - (1, 1) ~ 11 - (m, n) のうちの4つの検出エレメントを頂点とする正方形の辺を形成している。その正方形は、ケーブル 12 が変形することにより、菱形に変形することができる。二次元分布荷重中

40

50

心位置検出センサ 2 は、ケーブル 1 2 により形成される正方形が菱形に変形することにより、様々な曲面に変形することができ、みかんのネットのように様々な形状の物体の表面にぴったり密着するように変形することができる。

#### 【0021】

配線 1 4 ~ 1 7 は、それぞれ、複数の導線から形成されている。配線 1 4 は、検出エレメント 1 1 - ( 1 , 1 ) ~ 1 1 - ( 1 , n ) を端子 5 - a 1 に接合し、検出エレメント 1 1 - ( 1 , 1 ) ~ 1 1 - ( 1 , n ) が備える複数の端子のうちの 1 つの端子を端子 5 - a 1 に電氣的に接続している。配線 1 5 は、検出エレメント 1 1 - ( m , 1 ) ~ 1 1 - ( m , n ) を端子 5 - a 2 に接合し、検出エレメント 1 1 - ( m , 1 ) ~ 1 1 - ( m , n ) が備える複数の端子のうちの 1 つの端子を端子 5 - a 2 に電氣的に接続している。配線 1 6 は、検出エレメント 1 1 - ( 1 , 1 ) ~ 1 1 - ( m , 1 ) を端子 5 - b 1 に接合し、検出エレメント 1 1 - ( 1 , 1 ) ~ 1 1 - ( m , 1 ) が備える複数の端子のうちの 1 つの端子を端子 5 - b 1 に電氣的に接続している。配線 1 7 は、検出エレメント 1 1 - ( 1 , n ) ~ 1 1 - ( m , n ) を端子 5 - b 2 に接合し、検出エレメント 1 1 - ( 1 , n ) ~ 1 1 - ( m , n ) が備える複数の端子のうちの 1 つの端子を端子 5 - b 2 に電氣的に接続している。

10

#### 【0022】

図 3 は、検出エレメント 1 1 - ( i , j ) ( i = 1 , 2 , 3 , … , m ; j = 1 , 2 , 3 , … , n ) を示している。検出エレメント 1 1 - ( i , j ) は、A 層面電極 2 1 と B 層面電極 2 2 と感圧素材 2 3 とを備えている。A 層面電極 2 1 は、導体から形成され、板状部分 2 4 と突起部分 2 5 とから形成されている。その導体としては、金属が例示される。板状部分 2 4 は、正方形の板状に形成されている。突起部分 2 5 は、板状部分 2 4 の正方形の中央に板状部分 2 4 の片面に一体に接合されている。B 層面電極 2 2 は、導体から形成され、板状部分 2 6 と突起部分 2 7 とから形成されている。板状部分 2 6 は、正方形の板状に形成されている。その導体としては、金属が例示される。突起部分 2 7 は、板状部分 2 6 の正方形の中央に板状部分 2 6 の片面に一体に接合されている。

20

#### 【0023】

感圧素材 2 3 は、電気が伝導することができる弾性体から形成され、正方形の板状に形成されている。感圧素材 2 3 は、弾性変形することにより抵抗が変化する。感圧素材 2 3 は、片面が A 層面電極 2 1 の板状部分 2 4 の突起部分 2 5 が接合されていない側の面に接触し、反対側の面が B 層面電極 2 2 の板状部分 2 6 の突起部分 2 7 が接合されていない側の面に接触している。感圧素材 2 3 の A 層面電極 2 1 が接合される面から B 層面電極 2 2 が接合される面までの抵抗  $r_p$  は、感圧素材 2 3 の厚さ方向に加わる圧力  $p$  と適当な正の定数  $c$  とを用いて、次式：

30

$$r_p = p^{-c}$$

により表現される。すなわち、感圧素材 2 3 は、A 層面電極 2 1 と B 層面電極 2 2 とにより圧縮されると、その電気抵抗が小さくなる。

#### 【0024】

検出エレメント 1 1 - ( i , j ) は、さらに、複数の接続端子 3 1 と複数の抵抗器 3 2 と絶縁体 3 3 とを備えている。複数の接続端子 3 1 は、それぞれ、導体から形成され、棒状に形成されている。その導体としては、金属が例示される。複数の抵抗器 3 2 は、それぞれ、接続端子 3 1 と A 層面電極 2 1 の突起部分 2 7 との間に介設され、または、接続端子 3 1 と A 層面電極 2 1 の突起部分 2 7 との間に介設されている。絶縁体 3 3 は、絶縁体から形成されている。絶縁体 3 3 は、A 層面電極 2 1 の板状部分 2 4 の突起部分 2 5 が接合されている側の面に接合され、A 層面電極 2 1 と接続端子 3 1 とを絶縁している。または、絶縁体 3 3 は、B 層面電極 2 2 の板状部分 2 6 の突起部分 2 7 が接合されている側の面に接合され、B 層面電極 2 2 と接続端子 3 1 とを絶縁している。

40

#### 【0025】

複数の接続端子 3 1 は、図 4 に示されているように、接続端子 3 1 - 1 ~ 3 1 - 4 を含んでいる。接続端子 3 1 - 1 ~ 3 1 - 4 は、それぞれ、A 層面電極 2 1 の板状部分 2 4 が

50

形成する正方形の各辺に沿って配置されている。複数の抵抗器 32 は、抵抗器 32 - 1 ~ 32 - 4 を含んでいる。各抵抗器 32 - k (k = 1, 2, 3, 4) は、接続端子 31 - k と A 層面電極 21 の突起部分 25 との間に介設され、A 層面電極 21 の突起部分 25 との間に電気抵抗を与えている。

【0026】

複数の接続端子 31 は、さらに、接続端子 31 - 5 ~ 31 - 8 を含んでいる。接続端子 31 - 5 ~ 31 - 8 は、それぞれ、B 層面電極 22 の板状部分 26 が形成する正方形の各辺に沿って配置されている。複数の抵抗器 32 は、さらに、抵抗器 32 - 5 ~ 32 - 8 を含んでいる。各抵抗器 32 - k' (k' = 5, 6, 7, 8) は、接続端子 31 - k' と B 層面電極 22 の突起部分 27 との間に介設され、B 層面電極 22 の突起部分 27 との間に電気抵抗を与えている。

10

【0027】

すなわち、検出エレメント 11 - (i, j) は、8つの接続端子 31 を備えている。抵抗器 32 - 1 ~ 32 - 8 は、それぞれ、電気抵抗が互いに等しい。その電気抵抗は、ケーブル 12 が備える2つの導線の電気抵抗と比較して十分に大きく、ケーブル 12 が変形するときその導線の電気抵抗が変化する変化量と比較して十分に大きい。

【0028】

このような検出エレメント 11 - (i, j) は、A 層面電極 21 の突起部分 25 と B 層面電極 22 の突起部分 25 とが圧縮されると、接続端子 31 - 1 ~ 31 - 4 と接続端子 31 - 5 ~ 31 - 8 との間の電気抵抗が小さくなる。その電気抵抗は、その圧縮される力の関数であり、その力に対して単純に減少する。

20

【0029】

検出エレメント 11 - (i, j) が備える接続端子 31 - 1 は、検出エレメント 11 - (i, j) と検出エレメント 11 - (i, j + 1) とを接合するケーブル 12 が備える1つの導線を介して検出エレメント 11 - (i, j + 1) が備える接続端子 31 - 3 に電氣的に接続され、検出エレメント 11 - (i, j) が備える接続端子 31 - 5 は、そのケーブル 12 が備える導線の他の1つを介して検出エレメント 11 - (i, j + 1) が備える接続端子 31 - 7 に電氣的に接続されている。

【0030】

検出エレメント 11 - (i, j) の接続端子 31 - 2 は、検出エレメント 11 - (i, j) と検出エレメント 11 - (i + 1, j) とを接合するケーブル 12 の1つの導線を介して検出エレメント 11 - (i + 1, j) の接続端子 31 - 4 に電氣的に接続され、検出エレメント 11 - (i, j) の接続端子 31 - 6 は、そのケーブル 12 の他の導線を介して検出エレメント 11 - (i + 1, j) の接続端子 31 - 8 に電氣的に接続されている。

30

【0031】

検出エレメント 11 - (i, j) の接続端子 31 - 3 は、検出エレメント 11 - (i, j) と検出エレメント 11 - (i, j - 1) とを接合するケーブル 12 の1つの導線を介して検出エレメント 11 - (i, j - 1) の接続端子 31 - 1 に電氣的に接続され、検出エレメント 11 - (i, j) の接続端子 31 - 7 は、そのケーブル 12 の他の導線を介して検出エレメント 11 - (i, j - 1) の接続端子 31 - 5 に電氣的に接続されている。

40

【0032】

検出エレメント 11 - (i, j) の接続端子 31 - 4 は、検出エレメント 11 - (i, j) と検出エレメント 11 - (i - 1, j) とを接合するケーブル 12 の1つの導線を介して検出エレメント 11 - (i - 1, j) の接続端子 31 - 2 に電氣的に接続され、検出エレメント 11 - (i, j) の接続端子 31 - 8 は、そのケーブル 12 の他の導線を介して検出エレメント 11 - (i - 1, j) の接続端子 31 - 6 に電氣的に接続されている。

【0033】

検出エレメント 11 - (i, 1) が備える接続端子 31 - 3 は、すなわち、検出エレメント 11 - (1, 1) ~ 11 - (m, 1) が備える接続端子 31 - 3 は、配線 14 を介して端子 5 - a1 に電氣的に接続されている。検出エレメント 11 - (i, 1) が備える接

50



続端子 31-7 は、開放端であり、どこにも接続されない。検出エレメント 11-(i, n) が備える接続端子 31-1 は、すなわち、検出エレメント 11-(1, n) ~ 11-(m, n) が備える接続端子 31-1 は、配線 15 を介して端子 5-a2 に電氣的に接続されている。検出エレメント 11-(i, n) が備える接続端子 31-5 は、開放端であり、どこにも接続されない。検出エレメント 11-(1, j) が備える接続端子 31-8 は、すなわち、検出エレメント 11-(1, 1) ~ 11-(1, n) が備える接続端子 31-8 は、配線 16 を介して端子 5-b1 に電氣的に接続されている。検出エレメント 11-(1, j) が備える接続端子 31-4 は、開放端であり、どこにも接続されない。検出エレメント 11-(m, j) が備える接続端子 31-6 は、すなわち、検出エレメント 11-(m, 1) ~ 11-(m, n) が備える接続端子 31-6 は、配線 17 を介して端子 5-b2 に電氣的に接続されている。検出エレメント 11-(m, j) が備える接続端子 31-2 は、開放端であり、どこにも接続されない。

10

#### 【0034】

図 5 は、検出エレメント 11-(i, j) の 1 つの部品を示している。その部品 80 は、正方形の板に形成され、その正方形の中央に円形の孔 75 が形成されている。部品 80 は、端子 71-1 ~ 71-4 と抵抗器 72-1 ~ 72-4 と絶縁体 73-1 ~ 73-4 とを備えている。端子 71-1 ~ 71-4 は、金属から形成され、それぞれ、その正方形の 4 つの辺に沿って配置されている。抵抗器 72-1 は、端子 71-1 と孔 75 との間に配置されている。抵抗器 72-2 は、端子 71-2 と孔 75 との間に配置されている。抵抗器 72-3 は、端子 71-3 と孔 75 との間に配置されている。抵抗器 72-4 は、端子 71-4 と孔 75 との間に配置されている。絶縁体 73-1 ~ 73-4 は、それぞれ、その正方形の 4 つの頂点から孔 75 までの間に沿って配置されている。すなわち、絶縁体 73-1 は、端子 71-1 と端子 71-2 とを絶縁し、抵抗器 72-1 と抵抗器 72-2 とを絶縁している。絶縁体 73-2 は、端子 71-2 と端子 71-3 とを絶縁し、抵抗器 72-2 と抵抗器 72-3 とを絶縁している。絶縁体 73-3 は、端子 71-3 と端子 71-4 とを絶縁し、抵抗器 72-3 と抵抗器 72-4 とを絶縁している。絶縁体 73-4 は、端子 71-4 と端子 71-1 とを絶縁し、抵抗器 72-4 と抵抗器 72-1 とを絶縁している。

20

#### 【0035】

すなわち、端子 71-1 は、接続端子 31-1 または接続端子 31-5 に対応している。端子 71-2 は、接続端子 31-2 または接続端子 31-6 に対応している。端子 71-3 は、接続端子 31-3 または接続端子 31-7 に対応している。端子 71-4 は、接続端子 31-4 または接続端子 31-8 に対応している。抵抗器 72-1 は、抵抗器 32-1 または抵抗器 32-5 に対応している。抵抗器 72-2 は、抵抗器 32-2 または抵抗器 32-6 に対応している。抵抗器 72-3 は、抵抗器 32-3 または抵抗器 32-7 に対応している。抵抗器 72-4 は、抵抗器 32-4 または抵抗器 32-8 に対応している。絶縁体 73-1 ~ 73-4 は、絶縁体 33 に対応している。

30

#### 【0036】

図 6 は、検出エレメント 11-(i, j) の製造方法を示している。検出エレメント 11-(i, j) は、部品 80 と部品 80' と部品 81 と部品 81' と部品 82 と部品 82' と部品 83 とを備えている。部品 80' は、部品 80 と同様に形成されている。部品 81 は、絶縁体から形成され、部品 80 の正方形と合同な正方形の板に形成され、中央に孔 75 と合同な孔 84 が形成されている。部品 81' は、部品 81 と同様に形成されている。部品 82 は、金属から形成され、部品 80 の正方形と合同な正方形の板に形成され、一方の面 85 の中央に突起 86 が形成されている。突起 86 は、円柱状に形成されている。その円柱の底面は、孔 75 を形成する円と合同である。その円柱の高さは、部品 80 の厚さと部品 81 の厚さとの和に等しい。部品 82' は、部品 82 と同様に形成されている。部品 83 は、弾性変形することにより抵抗が変化する感圧素材から形成され、部品 80 の正方形と合同な正方形の板に形成されている。

40

#### 【0037】

50

部品 8 3 は、一方の面が部品 8 2 の面 8 5 の反対側の面に接合されて、部品 8 2 に電氣的に接続される。部品 8 3 は、さらに、他方の面が部品 8 2 ' の面 8 5 の反対側の面に接合されて、部品 8 2 ' に電氣的に接続される。部品 8 1 は、突起 8 6 が孔 8 4 の中に配置されるように、部品 8 2 に接合される。部品 8 1 ' は、突起 8 6 が孔 8 4 の中に配置されるように、部品 8 2 ' に接合される。部品 8 0 は、突起 8 6 が孔 7 5 の中に配置され、抵抗器 7 2 - 1 ~ 7 2 - 4 が突起 8 6 に電氣的に接合され、部品 8 1 により端子 7 1 - 1 ~ 7 1 - 4 が部品 8 2 に電氣的に絶縁するように、部品 8 1 に接合される。部品 8 0 ' は、突起 8 6 が孔 7 5 の中に配置され、抵抗器 7 2 - 1 ~ 7 2 - 4 が突起 8 6 に電氣的に接合され、部品 8 1 ' により端子 7 1 - 1 ~ 7 1 - 4 が部品 8 2 ' に電氣的に絶縁するように、部品 8 1 ' に接合される。

10

## 【 0 0 3 8 】

すなわち、部品 8 1 は、絶縁体 3 3 に対応している。部品 8 1 ' は、絶縁体 3 3 に対応している。部品 8 2 は、A 層面電極 2 1 に対応している。部品 8 2 ' は、B 層面電極 2 2 に対応している。部品 8 3 は、感圧素材 2 3 に対応している。

## 【 0 0 3 9 】

図 7 は、検出エレメント 1 1 - ( i , j ) に等価である回路素子を示している。その回路素子は、ノード 4 1 , 4 2 と可変抵抗器 4 3 と抵抗器 4 4 ~ 5 1 とを備えている。ノード 4 1 は、検出エレメント 1 1 - ( i , j ) の A 層面電極 2 1 に対応している。ノード 4 2 は、検出エレメント 1 1 - ( i , j ) の B 層面電極 2 2 に対応している。可変抵抗器 4 3 は、検出エレメント 1 1 - ( i , j ) の感圧素材 2 3 に対応している。抵抗器 4 4 は、ケーブル 1 2 の導線を介して検出エレメント 1 1 - ( i , j ) の抵抗器 3 2 - 1 と検出エレメント 1 1 - ( i , j + 1 ) の抵抗器 3 2 - 3 とが直列つなぎされた回路素子に対応している。抵抗器 4 5 は、ケーブル 1 2 の導線を介して検出エレメント 1 1 - ( i , j ) の抵抗器 3 2 - 2 と検出エレメント 1 1 - ( i + 1 , j ) の抵抗器 3 2 - 4 とが直列つなぎされた回路素子に対応している。抵抗器 4 6 は、ケーブル 1 2 の導線を介して検出エレメント 1 1 - ( i , j ) の抵抗器 3 2 - 3 と検出エレメント 1 1 - ( i , j - 1 ) の抵抗器 3 2 - 1 とが直列つなぎされた回路素子に対応している。抵抗器 4 7 は、ケーブル 1 2 の導線を介して検出エレメント 1 1 - ( i , j ) の抵抗器 3 2 - 4 と検出エレメント 1 1 - ( i - 1 , j ) の抵抗器 3 2 - 2 とが直列つなぎされた回路素子に対応している。抵抗器 4 8 は、ケーブル 1 2 の導線を介して検出エレメント 1 1 - ( i , j ) の抵抗器 3 2 - 5 と検出エレメント 1 1 - ( i , j + 1 ) の抵抗器 3 2 - 7 とが直列つなぎされた回路素子に対応している。抵抗器 4 9 は、ケーブル 1 2 の導線を介して検出エレメント 1 1 - ( i , j ) の抵抗器 3 2 - 6 と検出エレメント 1 1 - ( i + 1 , j ) の抵抗器 3 2 - 8 とが直列つなぎされた回路素子に対応している。抵抗器 5 0 は、ケーブル 1 2 の導線を介して検出エレメント 1 1 - ( i , j ) の抵抗器 3 2 - 7 と検出エレメント 1 1 - ( i , j - 1 ) の抵抗器 3 2 - 5 とが直列つなぎされた回路素子に対応している。抵抗器 5 1 は、ケーブル 1 2 の導線を介して検出エレメント 1 1 - ( i , j ) の抵抗器 3 2 - 8 と検出エレメント 1 1 - ( i - 1 , j ) の抵抗器 3 2 - 6 とが直列つなぎされた回路素子に対応している。

20

30

## 【 0 0 4 0 】

可変抵抗器 4 3 は、ノード 4 1 とノード 4 2 との間に介設されている。抵抗器 4 4 は、ノード 4 1 と検出エレメント 1 1 - ( i , j + 1 ) のノード 4 1 との間に介設されている。抵抗器 4 5 は、ノード 4 1 と検出エレメント 1 1 - ( i + 1 , j ) のノード 4 1 との間に介設されている。抵抗器 4 6 は、ノード 4 1 と検出エレメント 1 1 - ( i , j - 1 ) のノード 4 1 との間に介設されている。抵抗器 4 7 は、ノード 4 1 と検出エレメント 1 1 - ( i - 1 , j ) のノード 4 1 との間に介設されている。抵抗器 4 8 は、ノード 4 2 と検出エレメント 1 1 - ( i , j + 1 ) のノード 4 2 との間に介設されている。抵抗器 4 9 は、ノード 4 2 と検出エレメント 1 1 - ( i + 1 , j ) のノード 4 2 との間に介設されている。抵抗器 5 0 は、ノード 4 2 と検出エレメント 1 1 - ( i , j - 1 ) のノード 4 2 との間に介設されている。抵抗器 5 1 は、ノード 4 2 と検出エレメント 1 1 - ( i - 1 , j ) の

40

50

ノード 4 2 との間に介設されている。

【 0 0 4 1 】

このような二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 は、特許 1 3 0 8 3 2 1 号公報または特許 1 8 7 5 4 9 8 号公報に記載される圧力検出器と概ね等価である。その圧力検出器は、面状抵抗体を備えている。その面状抵抗体は、素材の組成と厚さを均一にする必要があり、面積が大きい物ほど製造することが困難になる。二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 は、このような面状抵抗体を備える必要がなく、その面状抵抗体を備える圧力検出器より容易に製造することができる。

【 0 0 4 2 】

その圧力検出器は、シート状に形成され、1つの方向に曲がる曲面を被覆することができるが、それ以外の曲面（たとえば、球面の一部）を被覆することが困難である。二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 は、ケーブル 1 2 により形成される正方形が菱形に変形することにより、様々な形状の物体の表面を被覆することができ、使い勝手がよい。

【 0 0 4 3 】

図 8 は、制御装置 3 を示している。制御装置 3 は、複数のノード 6 1 ~ 6 6 と複数の抵抗器 6 7 ~ 7 0 とを備えている。ノード 6 3 は、配線 6 - a 1 を介して二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 の端子 5 - a 1 に電氣的に接続されている。ノード 6 4 は、配線 6 - a 2 を介して二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 の端子 5 - a 2 に電氣的に接続されている。ノード 6 5 は、配線 6 - b 1 を介して二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 の端子 5 - b 1 に電氣的に接続されている。ノード 6 6 は、配線 6 - b 2 を介して二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 の端子 5 - b 2 に電氣的に接続されている。抵抗器 6 7 は、ノード 6 1 とノード 6 3 との間に介設されている。抵抗器 6 8 は、ノード 6 1 とノード 6 4 との間に介設されている。抵抗器 6 9 は、ノード 6 2 とノード 6 5 との間に介設されている。抵抗器 7 0 は、ノード 6 2 とノード 6 6 との間に介設されている。複数の抵抗器 6 7 ~ 7 0 は、電気抵抗が互いに等しい。

【 0 0 4 4 】

制御装置 3 は、さらに、図示されていない電源装置と複数の電位計とディスプレイとコンピューターとを備えている。その電源装置は、ノード 6 1 とノード 6 2 との間に一定の電圧を印加する。その電位計は、それぞれ、ノード 6 1 ~ 6 6 の電位を測定する。なお、その複数の電位計は、複数の電圧計に置換することもできる。その電圧計は、ノード 6 1 とノード 6 3 との電位差を測定し、ノード 6 1 とノード 6 4 との電位差を測定し、ノード 6 3 とノード 6 4 との電位差を測定し、ノード 6 5 とノード 6 6 との電位差を測定する。そのディスプレイは、そのコンピューターにより制御されて、そのコンピューターにより生成される画面を表示する。

【 0 0 4 5 】

そのコンピューターは、ノード 6 1 とノード 6 2 との間に電圧が印加されているときのノード 6 1 ~ 6 6 の電位とに基づいて、二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 に作用する荷重とその荷重の中心位置とを算出する。すなわち、そのコンピューターは、ノード 6 1 ~ 6 6 の電位に基づいて、二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 の端子 5 - a 1 または端子 5 - a 2 から端子 5 - b 1 または端子 5 - b 2 に流れる全電流とその全電流の電流密度分布の X 軸まわりの一次モーメントに相当する値とその電流密度分布の Y 軸まわりの一次モーメントに相当する値とを算出する。

【 0 0 4 6 】

その全電流  $I_{a_1 1}$  は、ノード 6 1 の電位  $+V_0$  とノード 6 2 の電位  $-V_0$  とノード 6 3 の電位  $V_{a_1}$  とノード 6 4 の電位  $V_{a_2}$  とノード 6 5 の電位  $V_{b_1}$  とノード 6 6 の電位  $V_{b_2}$  と抵抗器 6 7 ~ 7 0 の電気抵抗  $R_0$  とを用いて、次式：

【数 1】

$$I_{all} = \frac{2V_0 - V_{a1} - V_{a2}}{R_0} = \frac{2V_0 + V_{b1} + V_{b2}}{R_0}$$

により表現される。その電流密度分布の X 軸まわりの一次モーメントに相当する値  $I_x$  は、適当な定数  $a$  と定数  $r$  と定数  $\lambda$  を用いて、次式：

【数 2】

$$I_x = a \left( \frac{\lambda}{R_0} + \frac{2}{r} \right) (V_{a1} - V_{a2})$$

10

により表現される。ここで、定数  $a$  は、次式：

$$a = m \div n$$

により表現される。その電流密度分布の Y 軸まわりの一次モーメントに相当する値  $I_y$  は、次式：

【数 3】

$$I_y = a \left( \frac{1}{R_0} + \frac{2\lambda}{r} \right) (V_{b1} - V_{b2})$$

20

により表現される。そのコンピューターは、全電流  $I_{a11}$  に基づいてその荷重を算出し、値  $I_x$  を全電流  $I_{a11}$  で除算することによりその中心位置の  $x$  座標を算出し、値  $I_y$  を全電流  $I_{a11}$  で除算することによりその中心位置の  $y$  座標を算出する。

【0047】

そのコンピューターは、さらに、その荷重とその中心位置との時間に対する変化に基づいて、すべり覚を算出する。そのすべり覚は、二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 が被覆される物体とその物体が二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 を介して接触する物体との間にすべりが存在するかどうかを示している。そのすべり覚の算出方法は、公知であり、たとえば、特公平 6 - 58239 号公報に記載されている。

30

【0048】

そのコンピューターは、さらに、その荷重とその中心位置とそのすべり覚とを示す画面を生成し、その画面をそのディスプレイに表示する。

【0049】

二次元分布荷重中心位置検出装置 1 は、二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 が対象の表面を被覆して使用される。その表面としては、ロボットの表面（ロボットの足の裏、ロボットの指の腹）、建造物の床面が例示される。二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 は、ノード 61 とノード 62 との間に一定の電圧が印加されているときに、二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 に荷重が加わると、ノード 63 ~ 66 の電位が変化する。すなわち、二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 は、荷重が加わると、二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 の検出エレメント 11 - (i, j) に荷重  $L(i, j)$  が負荷される。検出エレメント 11 - (i, j) の接続端子 31 - 1 ~ 31 - 4 から接続端子 31 - 5 ~ 31 - 8 に流れる電流  $I(i, j)$  は、荷重  $L(i, j)$  が  $r_p$  であるときに、検出エレメント 11 - (i, j) の A 層面電極 21 の電位  $V_a(i, j)$  と検出エレメント 11 - (i, j) の B 層面電極 22 の電位  $V_b(i, j)$  と適当な定数  $k_0$  と適当な関数  $f_z^c$  とを用いて、次式：

40

## 【数 4】

$$I(i, j) = \frac{V_a(i, j) - V_b(i, j)}{r_p} = k_0 P^c = k_0 f_z^c(i, j)$$

により表現される。ここで、全電流  $I_{a11}$  は、荷重  $L(i, j)$  の総和の関数により表現される。値  $I_x$  と値  $I_y$  とは、変数  $i$  の関数  $x_i$  と変数  $j$  の関数  $y_j$  とを用いて、次式

## 【数 5】

$$I_x = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_i I(i, j), I_y = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n y_j I(i, j)$$

により表現される。

## 【0050】

制御装置 3 は、特許 1308321 号公報または特許 1875498 号公報に記載される技術と同様にして、二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 に作用する荷重とその荷重の中心位置とを算出する。すなわち、制御装置 3 は、ノード 61 ~ 66 の電位を測定する。制御装置 3 は、ノード 61 ~ 66 の電位に基づいて、二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 の端子 5 - a1 または端子 5 - a2 から端子 5 - b1 または端子 5 - b2 に流れる全電流  $I_{a11}$  と全電流  $I_{a11}$  の電流密度分布の X 軸まわりの一次モーメントに相当する値とその電流密度分布の Y 軸まわりの一次モーメントに相当する値とを算出する。そのコンピューターは、全電流  $I_{a11}$  に基づいてその荷重を算出し、値  $I_x$  を全電流  $I_{a11}$  で除算することによりその中心位置の x 座標を算出し、値  $I_y$  を全電流  $I_{a11}$  で除算することによりその中心位置の y 座標を算出する。制御装置 3 は、は、さらに、その荷重とその中心位置との時間に対する変化に基づいて、すべり覚を算出する。制御装置 3 は、さらに、その荷重とその中心位置とそのすべり覚とを示す画面を生成し、その画面をそのディスプレイに表示する。

## 【0051】

なお、制御装置 3 の電源装置は、二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 に一定の電流が流れるようにノード 61 とノード 62 との間に一定の電圧を印加することもできる。このとき、そのコンピューターは、二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 に印加される電圧に基づいてその荷重を算出し、値  $I_x$  によりその中心位置の x 座標を算出し、値  $I_y$  によりその中心位置の y 座標を算出することができる。

## 【0052】

すなわち、二次元分布荷重中心位置検出装置 1 は、二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 を特許 1308321 号公報または特許 1875498 号公報に記載される圧力検出器と同様に用いて、二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 に作用する荷重とその荷重の中心位置とを算出することができる。

## 【0053】

本発明による二次元分布荷重中心位置検出センサの実施の他の形態は、既述の実施の形態における検出エレメント 11 - (1, 1) ~ 11 - (m, n) が他の検出エレメントに置換されている。その検出エレメントは、荷重が負荷されるときに A 層面電極 21 と B 層面電極 22 とを電氣的に接続させ、荷重が負荷されないときに A 層面電極 21 と B 層面電極 22 とを電氣的に切断する。このような二次元分布荷重中心位置検出センサを備える二次元分布荷重中心位置検出装置は、その二次元分布荷重中心位置検出センサに作用する荷重とその荷重の中心位置とを算出することができないが、その二次元分布荷重中心位置検出センサに荷重が負荷される領域の中心位置を算出することができる。

## 【0054】

本発明による二次元分布荷重中心位置検出センサの実施のさらに他の形態は、既述の実

10

20

30

40

50

施の形態におけるケーブル 12 が他のケーブルに置換されている。そのケーブルは、それぞれ、2つの抵抗器と外被とを備えている。2つの抵抗器は、互いに絶縁されて束ねられている。その外被は、その2つの抵抗器を被覆している。その抵抗器の電気抵抗は、そのケーブルが変形するときその抵抗器の電気抵抗が変化する変化量に比較して十分に大きい。このような二次元分布荷重中心位置検出センサを備える二次元分布荷重中心位置検出装置は、既述の実施の形態における二次元分布荷重中心位置検出装置 1 と同様にして、その二次元分布荷重中心位置検出センサに作用する荷重とその荷重の中心位置とを算出することができる。このような二次元分布荷重中心位置検出センサによれば、検出エレメント 11 - (1, 1) ~ 11 - (m, n) は、抵抗器 32 を備える必要がなく、より容易に製造されることができる。

10

## 【0055】

本発明による二次元分布荷重中心位置検出センサの実施のさらに他の形態は、既述の実施の形態におけるケーブル 12 が他のケーブルに置換されている。そのケーブルは、長さが異なるケーブルを含んでいる。このような二次元分布荷重中心位置検出センサを備える二次元分布荷重中心位置検出装置は、既述の実施の形態における二次元分布荷重中心位置検出装置 1 と同様にして、その二次元分布荷重中心位置検出センサに作用する荷重とその荷重の中心位置とを算出することができる。このような二次元分布荷重中心位置検出センサによれば、その荷重とその中心位置とを測定する分解能を位置により変えることができ好ましい。

20

## 【0056】

本発明による二次元分布荷重中心位置検出センサの実施のさらに他の形態は、既述の実施の形態におけるケーブル 12 が他のケーブルに置換されている。そのケーブルは、伸縮可能に形成されている。このような二次元分布荷重中心位置検出センサを備える二次元分布荷重中心位置検出装置は、既述の実施の形態における二次元分布荷重中心位置検出装置 1 と同様にして、その二次元分布荷重中心位置検出センサに作用する荷重とその荷重の中心位置とを算出することができる。このような二次元分布荷重中心位置検出センサは、より様々な曲面に変形することができ、好ましい。

## 【0057】

本発明による二次元分布荷重中心位置検出センサの実施のさらに他の形態は、既述の実施の形態における複数の検出エレメント 11 - (1, 1) ~ 11 - (m, n) が他の複数の検出エレメントに置換されている。その検出エレメントは、格子状以外の形状に配置されている。その形状としては、その検出エレメントを接合するケーブルが3つの検出エレメントを頂点とする三角形の辺を形成するもの、そのケーブルが6つの検出エレメントを頂点とする六角形の辺を形成するもの、そのケーブルが4つの検出エレメントを頂点とする長方形の辺を形成するものが例示される。このような二次元分布荷重中心位置検出センサを備える二次元分布荷重中心位置検出装置は、既述の実施の形態における二次元分布荷重中心位置検出装置 1 と同様にして、その二次元分布荷重中心位置検出センサに作用する荷重とその荷重の中心位置とを算出することができる。このような二次元分布荷重中心位置検出センサは、そのケーブルが形成する図形が三角形以外の図形を含むときに、既述の二次元分布荷重中心位置検出センサ 2 と同様にして、その部位が様々な曲面に変形することができる。このような二次元分布荷重中心位置検出センサは、そのケーブルの全部が三角形の辺を形成しているときに、様々な曲面に変形することができないが、面状抵抗体を備える圧力検出器より容易に製造することができる。

30

40

## 【0058】

図9は、本発明による二次元分布荷重中心位置検出装置の実施のさらに他の形態を示している。その二次元分布荷重中心位置検出装置 101 は、二次元分布荷重中心位置検出センサ 102 と制御装置 103 とを備えている。二次元分布荷重中心位置検出センサ 102 は、端子 105 - a1 と端子 105 - a2 と端子 105 - b1 と端子 105 - b2 とを備えている。端子 105 - a1 は、配線 106 - a1 を介して制御装置 103 に接続されている。端子 105 - a2 は、配線 106 - a2 を介して制御装置 103 に接続されている

50

。端子105 - b1は、配線106 - b1を介して制御装置103に接続されている。端子105 - b2は、配線106 - b2を介して制御装置103に接続されている。

【0059】

図10は、二次元分布荷重中心位置検出センサ102を示している。二次元分布荷重中心位置検出センサ102は、対象110の表面を被覆して使用される。二次元分布荷重中心位置検出センサ102は、エラストマ層107とセンサ層108とから形成されている。エラストマ層107は、弾性体から形成されているシートから形成されている。その弾性体としては、ゴム、ビニールが例示される。センサ層108は、複数の検出エレメント111と複数のケーブル112とを備えている。センサ層108は、対象110とエラストマ層107との間に配置される。

10

【0060】

図11は、センサ層108を示している。検出エレメント111は、複数の検出エレメント111 - (1, 1) ~ 111 - (m, n) ( $m = 2, 3, 4, \dots$ ;  $n = 2, 3, 4, \dots$ )から形成されている。複数の検出エレメント111 - (1, 1) ~ 111 - (m, n)は、格子状に配置されている。すなわち、複数の検出エレメント111 - (1, 1) ~ 111 - (m, n)は、それぞれ、平面に配置されるm本の平行線とその平面に配置されるn本の平行線との交点に配置されている。すなわち、二次元分布荷重中心位置検出センサ102は、(m × n)個の検出エレメント111 - (1, 1) ~ 111 - (m, n)を備えている。そのm本の平行線は、そのn本の平行線に垂直である。そのm本の平行線のうちの隣り合う2本の平行線の距離は、互いに等しい。そのn本の平行線のうちの隣り合う2本の平行線の距離は、互いに等しく、そのm本の平行線のうちの隣り合う2本の平行線の距離に等しい。

20

【0061】

ケーブル112は、それぞれ、2つの導線と外被とを備えている。2つの導線は、互いに絶縁されて束ねられている。その外被は、絶縁体から形成され、その2つの導線を被覆し、その2つの導線を互いに電氣的に絶縁している。ケーブル112は、それぞれ、変形することが可能である。ケーブル112は、それぞれ、長さが互いに等しく、両端が複数の検出エレメント111 - (1, 1) ~ 111 - (m, n)のうちの隣り合う2つの検出エレメントに接合されている。すなわち、ケーブル112は、それぞれ、検出エレメント111 - (i, j) ( $i = 1, 2, 3, \dots, m$ ;  $j = 1, 2, 3, \dots, n$ )を検出エレメント111 - (i + 1, j)に接合し、または、検出エレメント111 - (i, j)を検出エレメント111 - (i, j + 1)に接合している。このとき、ケーブル112のうちの適当な4つのケーブルは、検出エレメント111 - (1, 1) ~ 111 - (m, n)のうちの4つの検出エレメント(たとえば、検出エレメント111 - (i, j)と検出エレメント111 - (i, j + 1)と検出エレメント111 - (i + 1, j)と検出エレメント111 - (i + 1, j + 1)と)を頂点とする正方形の辺を形成している。その正方形は、ケーブル112が変形することにより、正方形と異なる四角形に変形することができ、さらに、その4つの頂点が四面体の頂点に配置される立体に変形することができる。二次元分布荷重中心位置検出センサ102は、ケーブル112により形成される正方形がその四角形または立体に変形することにより、様々な曲面に変形することができ、みかんのネットのように様々な形状の物体の表面にぴったり密着するように変形することができる。

30

40

【0062】

図12は、検出エレメント111 - (i, j)を示している。検出エレメント111 - (i, j)は、基板121と複数の端子122 ~ 129と複数の抵抗器131 ~ 134とA層面電極135とB層面電極136と配線137 ~ 138と感圧素材139とを備えている。基板121は、絶縁体から形成され、正方形の板に形成されている。複数の端子122 ~ 129は、それぞれ、基板121の表面にプリントされた金属から形成され、基板121の縁に配置されている。複数の抵抗器131 ~ 134は、2つの端子を備え、抵抗器131 ~ 134の抵抗は、互いに等しい。抵抗器131は、一端が端子122に電気

50

的に接続され、他端が端子123に電氣的に接続されている。抵抗器132は、一端が端子124に電氣的に接続され、他端が端子125に電氣的に接続されている。抵抗器133は、一端が端子126に電氣的に接続され、他端が端子127に電氣的に接続されている。抵抗器134は、一端が端子128に電氣的に接続され、他端が端子129に電氣的に接続されている。A層面電極135は、基板121の表面にプリントされた金属から形成され、基板121の中央に配置されている。B層面電極136は、基板121の表面にプリントされた金属から形成され、基板121の中央に配置されている。配線137は、基板121の表面にプリントされた金属から形成され、端子123とA層面電極135とを電氣的に接続し、端子124とA層面電極135とを電氣的に接続している。配線138は、基板121の表面にプリントされた金属から形成され、端子127とB層面電極136とを電氣的に接続し、端子128とB層面電極136とを電氣的に接続している。

10

## 【0063】

感圧素材139は、弾性変形することにより抵抗が変化する弾性体から形成され、正方形の板状に形成されている。感圧素材139は、図13に示されているように、基板121の中央に配置され、A層面電極135とB層面電極136とに電氣的に接続されている。感圧素材139のA層面電極135からB層面電極136までの抵抗 $r_p$ は、感圧素材139の厚さ方向に加わる圧力 $p$ と適当な正の定数 $c$ とを用いて、次式：

$$r_p = p^{-c}$$

により表現される。すなわち、感圧素材139は、厚さ方向に圧縮されると、その電気抵抗が小さくなる。

20

## 【0064】

端子122は、ケーブル112により、検出エレメント111-( $i, j-1$ )の端子124に接続されている。端子123は、ケーブル112により、検出エレメント111-( $i-1, j$ )の端子125に接続されている。端子124は、ケーブル112により、検出エレメント111-( $i, j+1$ )の端子122に接続されている。端子125は、ケーブル112により、検出エレメント111-( $i+1, j$ )の端子123に接続されている。端子126は、ケーブル112により、検出エレメント111-( $i, j+1$ )の端子128に接続されている。端子127は、ケーブル112により、検出エレメント111-( $i+1, j$ )の端子129に接続されている。端子128は、ケーブル112により、検出エレメント111-( $i, j-1$ )の端子126に接続されている。端子129は、ケーブル112により、検出エレメント111-( $i-1, j$ )の端子127に接続されている。

30

## 【0065】

図14は、検出エレメント111-( $i, j$ )に等価である回路素子を示している。その回路素子は、ノード141~146と可変抵抗器147と抵抗器151~154とを備えている。可変抵抗器147は、ノード141とノード142との間に介設されている。抵抗器151は、ノード141とノード143との間に介設されている。抵抗器152は、ノード141とノード144との間に介設されている。抵抗器153は、ノード142とノード145との間に介設されている。抵抗器154は、ノード142とノード146との間に介設されている。

40

## 【0066】

ノード141は、検出エレメント111-( $i, j$ )の端子123と端子124とに対応している。ノード142は、検出エレメント111-( $i, j$ )の端子127と端子128とに対応している。ノード143は、検出エレメント111-( $i, j$ )の端子122に対応している。ノード144は、検出エレメント111-( $i, j$ )の端子125に対応している。ノード145は、検出エレメント111-( $i, j$ )の端子129に対応している。ノード146は、検出エレメント111-( $i, j$ )の端子126に対応している。可変抵抗器147は、検出エレメント111-( $i, j$ )のA層面電極135とB層面電極136と感圧素材139とに対応している。抵抗器151は、検出エレメント111-( $i, j$ )の抵抗器131に対応している。抵抗器152は、検出エレメント11

50



1 - ( i , j ) の抵抗器 1 3 2 に対応している。抵抗器 1 5 3 は、検出エレメント 1 1 1 - ( i , j ) の抵抗器 1 3 4 に対応している。抵抗器 1 5 4 は、検出エレメント 1 1 1 - ( i , j ) の抵抗器 1 3 3 に対応している。

【 0 0 6 7 】

このとき、ノード 1 4 1 は、さらに、検出エレメント 1 1 1 - ( i - 1 , j ) の端子 1 2 5 に対応し、検出エレメント 1 1 1 - ( i , j + 1 ) の端子 1 2 2 に対応している。ノード 1 4 2 は、検出エレメント 1 1 1 - ( i , j - 1 ) の端子 1 2 6 に対応し、検出エレメント 1 1 1 - ( i + 1 , j ) の端子 1 2 9 に対応している。ノード 1 4 3 は、検出エレメント 1 1 1 - ( i , j - 1 ) の端子 1 2 4 に対応している。ノード 1 4 4 は、検出エレメント 1 1 1 - ( i + 1 , j ) の端子 1 2 3 に対応している。ノード 1 4 5 は、検出エレメント 1 1 1 - ( i - 1 , j ) の端子 1 2 7 に対応している。ノード 1 4 6 は、検出エレメント 1 1 1 - ( i , j + 1 ) の端子 1 2 8 に対応している。

10

【 0 0 6 8 】

このような二次元分布荷重中心位置検出センサ 1 0 2 は、特許 1 3 0 8 3 2 1 号公報または特許 1 8 7 5 4 9 8 号公報に記載される圧力検出器と概ね等価である。その圧力検出器は、面状抵抗体を備えている。その面状抵抗体は、素材の組成と厚さを均一にする必要があり、面積が大きい物ほど製造することが困難になる。二次元分布荷重中心位置検出センサ 1 0 2 は、このような面状抵抗体を備える必要がなく、その面状抵抗体を備える圧力検出器より容易に製造することができる。

【 0 0 6 9 】

20

その圧力検出器は、シート状に形成され、1つの方向に曲がる曲面を被覆することができるが、それ以外の曲面（たとえば、球面の一部）を被覆することが困難である。二次元分布荷重中心位置検出センサ 1 0 2 は、図 1 5 に示されているように、ケーブル 1 1 2 により形成される正方形が正方形以外の四角形または立体に変形し、エラストマ層 1 0 7 が弾性変形することにより、様々な形状の物体の表面を被覆することができ、使い勝手が良い。たとえば、二次元分布荷重中心位置検出センサ 1 0 2 は、図 1 5 に示されているように、ロボットの肘を被覆することができる。

【 0 0 7 0 】

二次元分布荷重中心位置検出センサ 1 0 2 は、図 1 6 に示されているように、検出エレメント 1 1 1 - ( 1 , 1 ) ~ 1 1 1 - ( m , 1 ) の端子 1 2 2 がそれぞれ端子 1 0 5 - a 1 に電氣的に接続されている。検出エレメント 1 1 1 - ( 1 , n ) ~ 1 1 1 - ( m , n ) の端子 1 2 4 は、それぞれ、抵抗器 1 5 6 を介して端子 1 0 5 - a 2 に電氣的に接続されている。検出エレメント 1 1 1 - ( 1 , 1 ) ~ 1 1 1 - ( 1 , n ) の端子 1 2 9 は、それぞれ、端子 1 0 5 - b 1 に電氣的に接続されている。検出エレメント 1 1 1 - ( m , 1 ) ~ 1 1 1 - ( m , n ) の端子 1 2 7 は、それぞれ、抵抗器 1 5 7 を介して端子 1 0 5 - b 2 に電氣的に接続されている。抵抗器 1 5 7 の抵抗は、抵抗器 1 5 6 の抵抗に等しく、抵抗器 1 3 1 ~ 1 3 4 の抵抗に等しい。

30

【 0 0 7 1 】

制御装置 1 0 3 は、図 1 6 に示されているように、複数のノード 1 6 1 ~ 1 6 6 と複数の抵抗器 1 6 7 ~ 1 7 0 とを備えている。ノード 1 6 3 は、配線 1 0 6 - a 1 を介して二次元分布荷重中心位置検出センサ 1 0 2 の端子 1 0 5 - a 1 に電氣的に接続されている。ノード 1 6 4 は、配線 1 0 6 - a 2 を介して二次元分布荷重中心位置検出センサ 1 0 2 の端子 1 0 5 - a 2 に電氣的に接続されている。ノード 1 6 5 は、配線 1 0 6 - b 1 を介して二次元分布荷重中心位置検出センサ 1 0 2 の端子 1 0 5 - b 1 に電氣的に接続されている。ノード 1 6 6 は、配線 1 0 6 - b 2 を介して二次元分布荷重中心位置検出センサ 1 0 2 の端子 1 0 5 - b 2 に電氣的に接続されている。抵抗器 1 6 7 は、ノード 1 6 1 とノード 1 6 3 との間に介設されている。抵抗器 1 6 8 は、ノード 1 6 1 とノード 1 6 4 との間に介設されている。抵抗器 1 6 9 は、ノード 1 6 2 とノード 1 6 5 との間に介設されている。抵抗器 1 7 0 は、ノード 1 6 2 とノード 1 6 6 との間に介設されている。複数の抵抗器 1 6 7 ~ 1 7 0 は、電気抵抗が互いに等しい。

40

50

## 【 0 0 7 2 】

制御装置 1 0 3 は、さらに、図示されていない電源装置と複数の電位計とディスプレイとコンピューターとを備えている。その電源装置は、ノード 1 6 1 とノード 1 6 2 との間に一定の電圧を印加する。その電位計は、それぞれ、ノード 1 6 1 ~ 1 6 6 の電位を測定する。なお、その複数の電位計は、複数の電圧計に置換することもできる。その電圧計は、ノード 1 6 1 とノード 1 6 3 との電位差を測定し、ノード 1 6 1 とノード 1 6 4 との電位差を測定し、ノード 1 6 3 とノード 1 6 4 との電位差を測定し、ノード 1 6 5 とノード 1 6 6 との電位差を測定する。そのディスプレイは、そのコンピューターにより制御されて、そのコンピューターにより生成される画面を表示する。

## 【 0 0 7 3 】

そのコンピューターは、ノード 1 6 1 とノード 1 6 2 との間に電圧が印加されているときのノード 1 6 1 ~ 1 6 6 の電位とに基づいて、二次元分布荷重中心位置検出センサ 1 0 2 に作用する荷重とその荷重の中心位置とを算出する。すなわち、そのコンピューターは、ノード 1 6 1 ~ 1 6 6 の電位に基づいて、二次元分布荷重中心位置検出センサ 1 0 2 の端子 1 0 5 - a 1 または端子 1 0 5 - a 2 から端子 1 0 5 - b 1 または端子 1 0 5 - b 2 に流れる全電流とその全電流の電流密度分布の X 軸まわりの一次モーメントに相当する値とその電流密度分布の Y 軸まわりの一次モーメントに相当する値とを算出する。

## 【 0 0 7 4 】

その全電流  $I_{a11}$  は、ノード 1 6 1 の電位  $+V_0$  とノード 1 6 2 の電位  $-V_0$  とノード 1 6 3 の電位  $V_{a1}$  とノード 1 6 4 の電位  $V_{a2}$  とノード 1 6 5 の電位  $V_{b1}$  とノード 1 6 6 の電位  $V_{b2}$  と抵抗器 1 6 7 ~ 1 7 0 の電気抵抗  $R_0$  とを用いて、次式：

## 【 数 6 】

$$I_{all} = \frac{2V_0 - V_{a1} - V_{a2}}{R_0} = \frac{2V_0 + V_{b1} + V_{b2}}{R_0}$$

により表現される。その電流密度分布の X 軸まわりの一次モーメントに相当する値  $I_x$  は、適当な定数  $a$  と定数  $r$  と定数  $\lambda$  とを用いて、次式：

## 【 数 7 】

$$I_x = a \left( \frac{\lambda}{R_0} + \frac{2}{r} \right) (V_{a1} - V_{a2})$$

により表現される。ここで、定数  $a$  は、次式：

$$a = m \div n$$

により表現される。その電流密度分布の Y 軸まわりの一次モーメントに相当する値  $I_y$  は、次式：

## 【 数 8 】

$$I_y = a \left( \frac{1}{R_0} + \frac{2\lambda}{r} \right) (V_{b1} - V_{b2})$$

により表現される。そのコンピューターは、全電流  $I_{a11}$  に基づいてその荷重を算出し、値  $I_x$  を全電流  $I_{a11}$  で除算することによりその中心位置の x 座標を算出し、値  $I_y$  を全電流  $I_{a11}$  で除算することによりその中心位置の y 座標を算出する。

## 【 0 0 7 5 】

そのコンピューターは、さらに、その荷重とその中心位置との時間に対する変化に基づいて、すべり覚を算出する。そのすべり覚は、二次元分布荷重中心位置検出センサ 1 0 2 が被覆される物体とその物体が二次元分布荷重中心位置検出センサ 1 0 2 を介して接触する物体との間にすべりが存在するかどうかを示している。そのすべり覚の算出方法は、公

10

20

30

40

50

知であり、たとえば、特公平6-58239号公報に記載されている。

【0076】

そのコンピュータは、さらに、その荷重とその中心位置とそのすべり覚とを示す画面を生成し、その画面をそのディスプレイに表示する。

【0077】

二次元分布荷重中心位置検出装置101は、二次元分布荷重中心位置検出センサ102が対象の表面を被覆して使用される。その表面としては、ロボットの表面(ロボットの足の裏、ロボットの指の腹)、建造物の床面が例示される。二次元分布荷重中心位置検出センサ102は、ノード161とノード162との間に一定の電圧が印加されているときに、二次元分布荷重中心位置検出センサ102に荷重が加わると、ノード163~166の電位が変化する。すなわち、二次元分布荷重中心位置検出センサ102は、荷重が加わると、二次元分布荷重中心位置検出センサ102の検出エレメント111-(i,j)に荷重L(i,j)が負荷される。検出エレメント111-(i,j)の感圧素材139を介してA層面電極135からB層面電極136に流れる電流I(i,j)は、荷重L(i,j)が $r_p$ であるときに、検出エレメント111-(i,j)のA層面電極135の電位 $V_a(i,j)$ と検出エレメント111-(i,j)のB層面電極136の電位 $V_b(i,j)$ と適当な定数 $k_0$ と適当な関数 $f_z^c(i,j)$ とを用いて、次式：

10

$$I(i,j) = \frac{V_a(i,j) - V_b(i,j)}{r_p} = k_0 p^c = k_0 f_z^c(i,j)$$

20

により表現される。ここで、全電流 $I_{a11}$ は、荷重L(i,j)の総和の関数により表現される。値 $I_x$ と値 $I_y$ とは、変数iの関数 $x_i$ と変数jの関数 $y_j$ とを用いて、次式：

【数10】

$$I_x = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_i I(i,j), I_y = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n y_j I(i,j)$$

30

により表現される。

【0078】

図17は、複数の検出エレメント111-(1,1)~111-(m,n)のうちの隣接する2つの検出エレメントとの間に、その2つの検出エレメントの両方に接触しないくらい細いものが、二次元分布荷重中心位置検出センサ102に接触したときに、エラストマ層107にかかる圧力分布の例を示している。その圧力分布181は、検出エレメント111-(1,1)~111-(m,n)が配置される位置の範囲182に与えられる圧力が0を示し、その2つの検出エレメントの間に与えられる圧力が正の値を示すことを示している。

【0079】

40

図18は、圧力分布181がエラストマ層107に与えられたときに、センサ層108に与えられる圧力分布を示している。その圧力分布183は、圧力が正の値を示す範囲が、圧力分布181で圧力が正の値を示す範囲より広いことを示している。その範囲は、検出エレメント111-(1,1)~111-(m,n)が配置される位置の範囲182を複数含んでいる。図18は、さらに、圧力分布183がセンサ層108に与えられたときに、検出エレメント111-(1,1)~111-(m,n)に与えられる圧力を示している。ここで、二次元分布荷重中心位置検出センサ102は、エラストマ層107を備えていない場合で、圧力分布181が与えられたときに、検出エレメント111-(1,1)~111-(m,n)に圧力が与えられない。しかしながら、二次元分布荷重中心位置検出センサ102は、エラストマ層107を備えている場合で、圧力分布181が与えら

50

れたときに、検出エレメントに圧力が与えられる。このことから、二次元分布荷重中心位置検出センサ102は、隣接する2つの検出エレメントの間隔より小さいものの接触をより確実に検出することができる。

【0080】

制御装置103は、特許1308321号公報または特許1875498号公報に記載される技術と同様にして、二次元分布荷重中心位置検出センサ102に作用する荷重の中心位置を算出する。すなわち、制御装置103は、ノード161～166の電位を測定する。制御装置103は、ノード161～166の電位に基づいて、二次元分布荷重中心位置検出センサ102の端子105-a1または端子105-a2から端子105-b1または端子105-b2に流れる全電流 $I_{a11}$ と全電流 $I_{a11}$ の電流密度分布のX軸まわりの一次モーメントに相当する値とその電流密度分布のY軸まわりの一次モーメントに相当する値とを算出する。そのコンピューターは、全電流 $I_{a11}$ に基づいてその荷重を算出し、値 $I_x$ を全電流 $I_{a11}$ で除算することによりその中心位置のx座標を算出し、値 $I_y$ を全電流 $I_{a11}$ で除算することによりその中心位置のy座標を算出する。制御装置103は、は、さらに、その荷重とその中心位置との時間に対する変化に基づいて、すべり覚を算出する。制御装置103は、さらに、その荷重とその中心位置とそのすべり覚とを示す画面を生成し、その画面をそのディスプレイに表示する。

10

【0081】

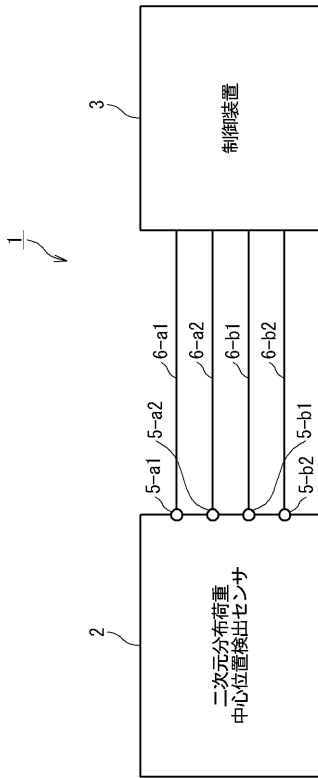
なお、制御装置103の電源装置は、二次元分布荷重中心位置検出センサ102に一定の電流が流れるようにノード161とノード162との間に一定の電圧を印加することもできる。このとき、そのコンピューターは、二次元分布荷重中心位置検出センサ102に印加される電圧に基づいてその荷重を算出し、値 $I_x$ によりその中心位置のx座標を算出し、値 $I_y$ によりその中心位置のy座標を算出することができる。

20

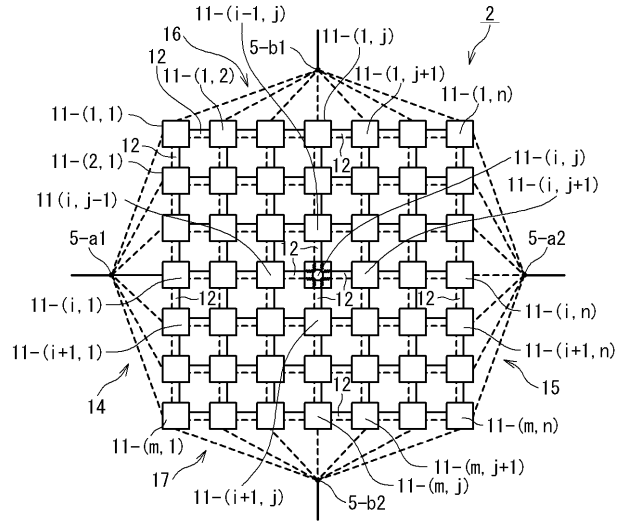
【0082】

すなわち、二次元分布荷重中心位置検出装置101は、二次元分布荷重中心位置検出センサ102を特許1308321号公報または特許1875498号公報に記載される圧力検出器と同様に用いて、二次元分布荷重中心位置検出センサ102に作用する荷重とその荷重の中心位置とを算出することができる。

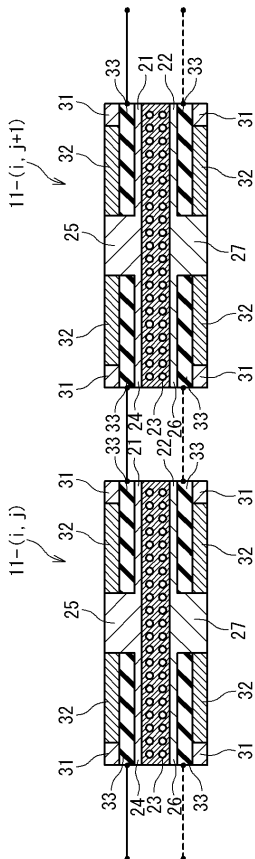
【 図 1 】



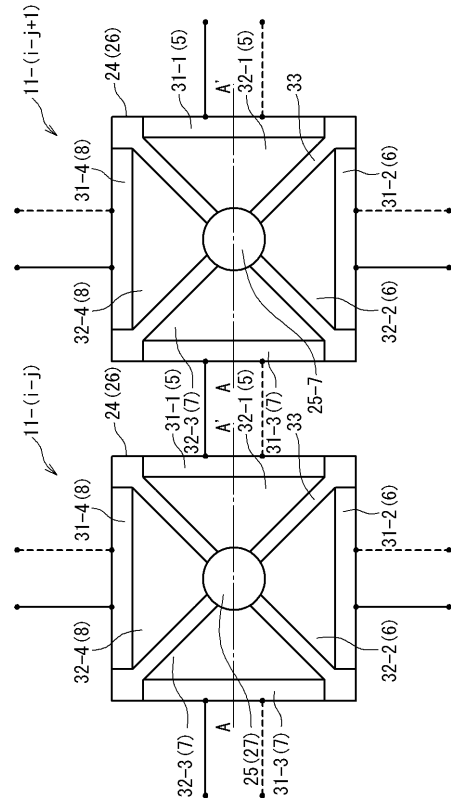
【 図 2 】



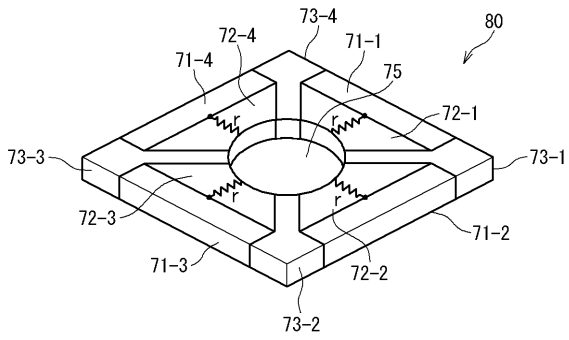
【 図 3 】



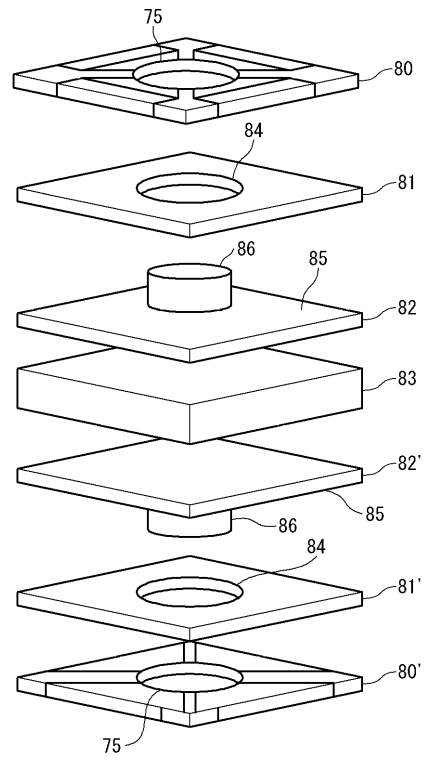
【 図 4 】



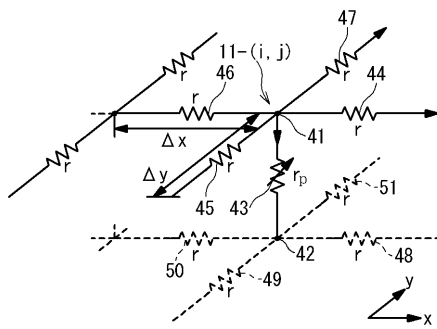
【 図 5 】



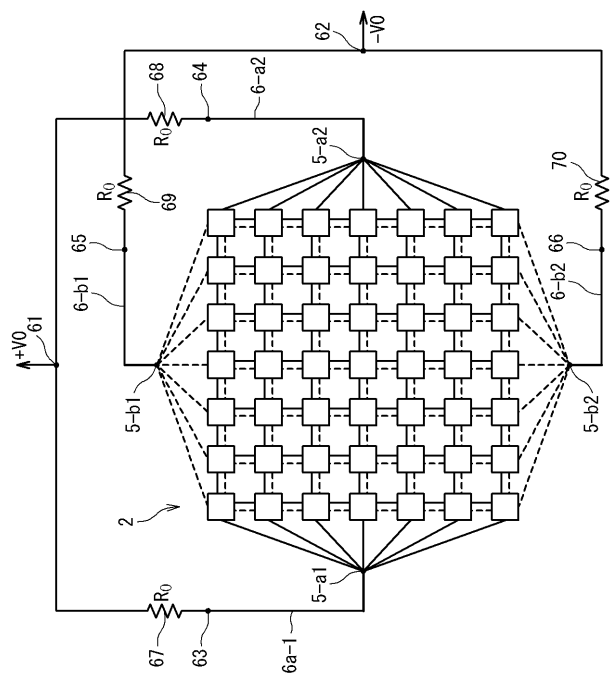
【 図 6 】



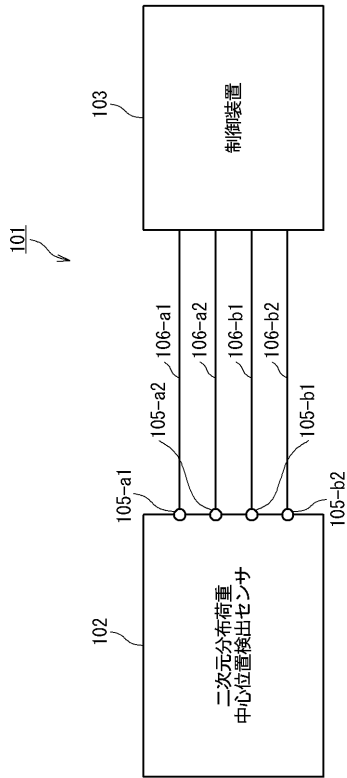
【 図 7 】



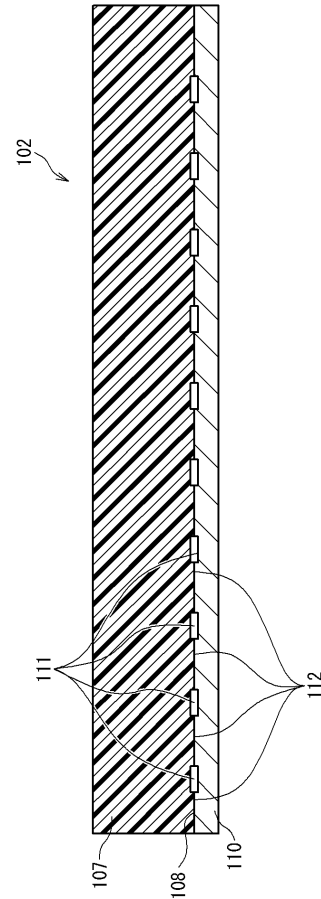
【 図 8 】



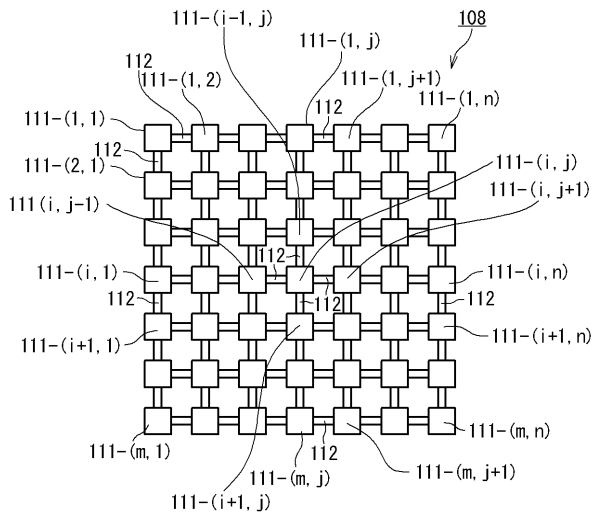
【 図 9 】



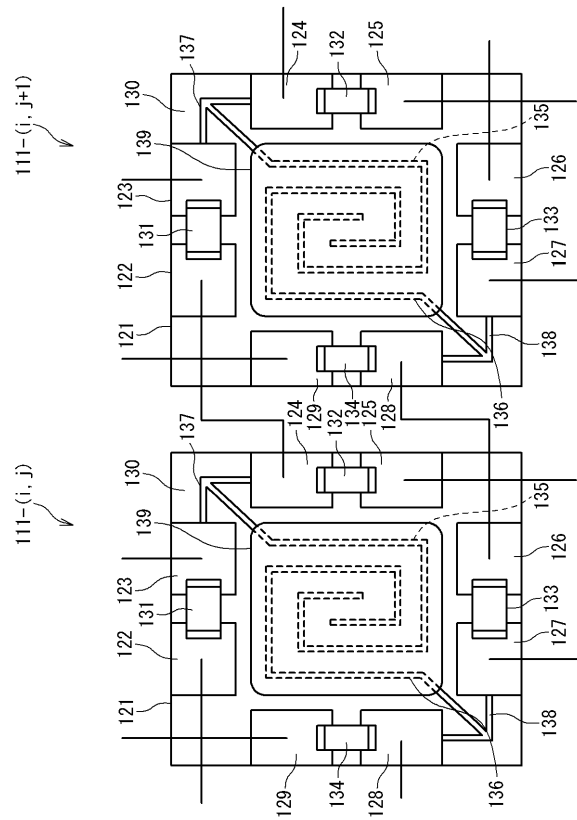
【 図 1 0 】



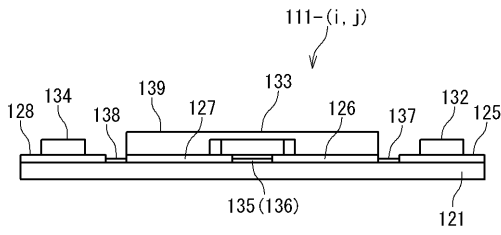
【 図 1 1 】



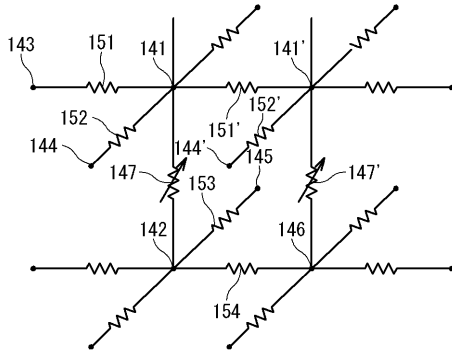
【 図 1 2 】



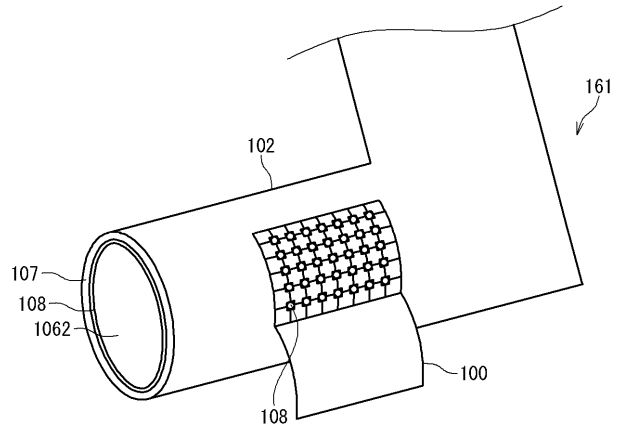
【 図 1 3 】



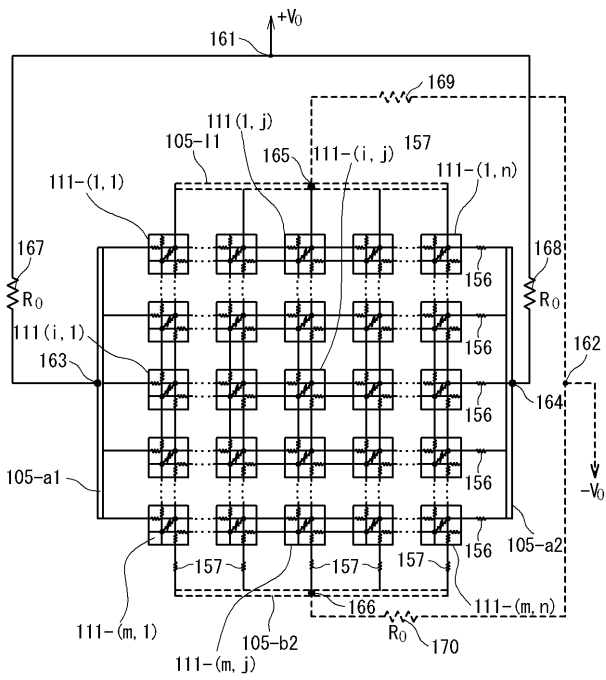
【 図 1 4 】



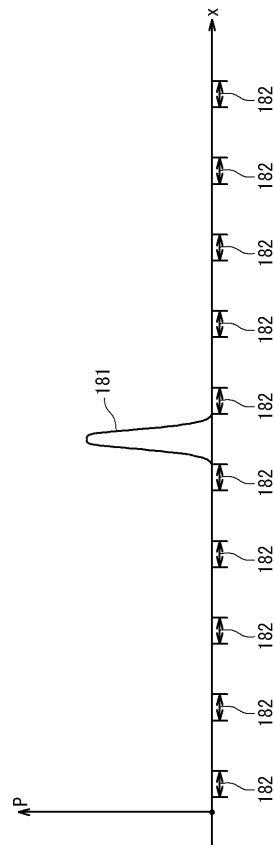
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】

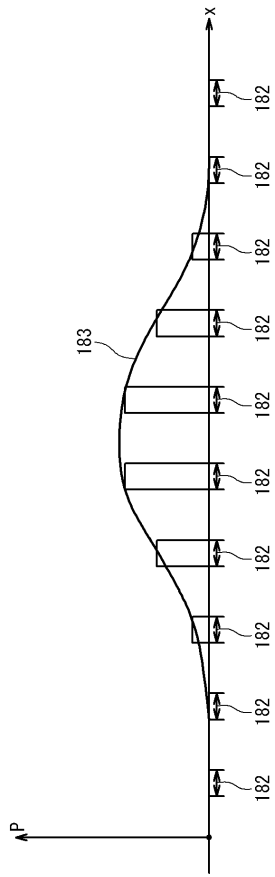


【 図 1 7 】





【 図 18 】



## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2006/322294
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01L5/00 (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) G01L5/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2006 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2006 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2006		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 64-61626 A (The Yokohama Rubber Co., Ltd.), 08 March, 1989 (08.03.89), Full text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2004-205482 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 22 July, 2004 (22.07.04), Par. Nos. [0011] to [0017]; Figs. 1 to 2 & EP 1491871 A1 Par. Nos. [0027] to [0033]; Figs. 1 to 2 & US 2005/0172722 A1 & WO 03/083424 A1 & CN 1643358 A	1-8
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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	"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	
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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	
"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)	"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	
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 27 November, 2006 (27.11.06)	Date of mailing of the international search report 05 December, 2006 (05.12.06)	
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer	
Facsimile No.	Telephone No.	

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2006/322294

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 60-35602 B2 (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 15 August, 1985 (15.08.85), Full text; all drawings (Family: none)	1-8

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2006/322294									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01L5/00(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. G01L5/00											
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2006年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2006年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2006年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2006年	日本国実用新案登録公報	1996-2006年	日本国登録実用新案公報	1994-2006年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2006年										
日本国実用新案登録公報	1996-2006年										
日本国登録実用新案公報	1994-2006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 請求の範囲の番号									
A	JP 64-61626 A (横浜ゴム株式会社) 1989.03.08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8									
A	JP 2004-205482 A (三洋電機株式会社) 2004.07.22, 【0011】-【0017】, 第1-2図 & EP 1491871 A1, [0027]-[0033], 第1-2図 & US 2005/0172722 A1 & WO 03/083424 A1 & CN 1643358 A	1-8									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> 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 27.11.2006		国際調査報告の発送日 05.12.2006									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 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) 松浦 久夫	2F 9613								
		電話番号 03-3581-1101	内線 3216								

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2006/322294
C (続き) . 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 請求の範囲の番号
A	JP 60-35602 B2 (工業技術院長) 1985.08.15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-8

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。