

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012年10月26日(26.10.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/144550 A1

- (51) 国際特許分類:
G01L 1/14 (2006.01) G01L 5/00 (2006.01)
G01B 7/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/060551
- (22) 国際出願日: 2012年4月19日(19.04.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-092712 2011年4月19日(19.04.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 東海
ゴム工業株式会社(TOKAI RUBBER INDUSTRIES,
LTD.) [JP/JP]; 〒4858550 愛知県小牧市東三丁目1
番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 稲田 誠生
(INADA, Seishou) [JP/JP]; 〒4858550 愛知県小牧市
東三丁目1番地 東海ゴム工業株式会社内 Ai-
chi (JP). 郭 士傑(GUO, Shijie) [CN/JP]; 〒4858550

愛知県小牧市東三丁目1番地 東海ゴム工業株
式会社内 Aichi (JP). 白岡 貴久(SHIRAOKA,
Takahisa) [JP/JP]; 〒4858550 愛知県小牧市東三丁
目1番地 東海ゴム工業株式会社内 Aichi (JP).
磯部 宏(ISOBE, Hiroshi) [JP/JP]; 〒4858550 愛知県
小牧市東三丁目1番地 東海ゴム工業株式会
社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 大川 宏(OHKAWA, Hiroshi); 〒4500002
愛知県名古屋市中村区名駅3丁目2番5号 Ai-
chi (JP).

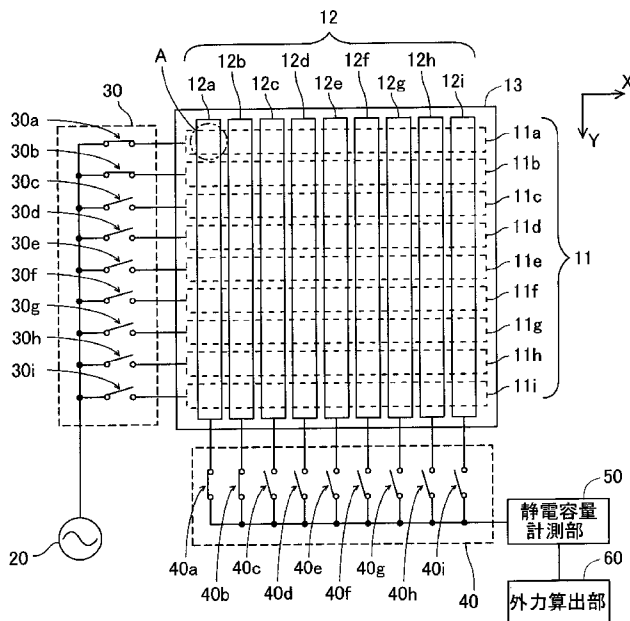
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,
KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA,
RO, RS, RU, RW, 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.

[続葉有]

(54) Title: CAPACITANCE-TYPE SENSOR

(54) 発明の名称: 静電容量型センサ装置

[図2]



50 CAPACITANCE MEASUREMENT UNIT
60 EXTERNAL FORCE CALCULATION UNIT

(57) Abstract: Provided is a capacitance-type sensor cap-
able of detecting the position and magnitude of an external
force at high accuracy. The capacitance-type sensor is em-
ployed in which electrode pairs each provided facing apart
from each other are disposed in a matrix and an elastically
deformable dielectric layer is disposed between each of the
electrode pairs. A capacitance measurement unit performs
the measurements of the capacitances in an electrode pair
group consisting of a plurality of electrode pairs including a
selected electrode pair for a plurality of combinations of
electrode pair groups. Based on the plurality of capacitances
thus measured, an external force calculation unit calculates
the magnitude of an external force applied to the position of
the selected electrode pair.

(57) 要約: 外力の位置および大きさを高精度に
検出することができる静電容量型センサ装置を
提供する。距離を隔てて対向して設けられた
電極対をマトリクス状に配置し、電極対の間
に弾性変形可能な誘電層を配置してなる静電容
容量型センサを用いる。静電容量計測部が、選
択された電極対を含む複数の電極対からなる電
極対群の間の静電容量の計測を、複数の組み合
わせからなる電極対群について行う。このよう
にして計測された複数の静電容量に基づいて、外
力算出部が、選択された電極対の位置に付与
された外力の大きさを算出する。

WO 2012/144550 A1



(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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称 : 静電容量型センサ装置

技術分野

[0001] 本発明は、対向する電極対の間に弾性変形可能な誘電層を介在して形成された静電容量型センサに外力が付与された場合に、当該誘電層の変形に伴って変化する静電容量を計測することにより、当該外力の位置および大きさを計測することができる静電容量型センサ装置に関するものである。

背景技術

[0002] 静電容量を用いたタッチセンサが国際公開2009/013965号に記載されている。このタッチセンサは、配列された電極とアースとの間の静電容量を検出する。例えば、人間の指を接近させることで、接近した電極とアースとの静電容量が変化することを利用して、接近した指の位置を検出することとしている。

[0003] また、電極とアースとの間の静電容量を計測する装置ではなく、電極対をマトリックス状に配置し、外力の付与によって誘電層が弾性変形することにより当該電極対の間の距離が変化する静電容量型センサを対象とし、電極対間の静電容量を計測することで付与された外力の分布を計測する装置が、特公平6-52206号公報に記載されている。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特公平6-52206号公報に記載されている誘電層が弾性変形することにより電極対の間の距離が変化する装置においては、誘電層は、外力を受けたときに弾性変形することができる程度に厚みを有する必要がある。誘電層の厚みを確保すると、電極対の離間距離が大きくなる。電極対の離間距離が大きくなると、外力が付与されて誘電層が弾性変形した場合に、電極対の離間距離が小さくなることに伴って電極対の間の静電容量が変化するが、その静電容量の変化が小さい。そのため、検出できる外力の大きさの分解能が低

くなり、外力の大きさを高精度に検出することができない。

[0005] そのことを解決するために、それぞれの電極対の面積を大きくすることで、同一の外力が付与された場合に静電容量の変化を大きくすることができる。しかしながら、それぞれの電極対の面積を大きくすると、同一の電極対内において、外力が付与された位置を検出することができない。つまり、センサ全体として見た場合に、外力の位置を高精度に検出することができないという問題を有する。このように、従来は、外力の位置を高精度に検出しつつ、外力の大きさを高精度に検出することは容易ではない。

[0006] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、外力の位置および大きさを高精度に検出することができる静電容量型センサ装置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] 本手段に係る静電容量型センサ装置は、距離を隔てて対向して設けられた電極対をマトリックス状に配置し、前記電極対の間に弾性変形可能な誘電層を配置してなる静電容量型センサと、選択された前記電極対を含む複数の前記電極対からなる電極対群の間の静電容量の計測を、複数の組み合わせからなる前記電極対群について行う静電容量計測部と、計測された複数の前記静電容量に基づいて、前記選択された前記電極対の位置に付与された外力の大きさを算出する外力算出部とを備える。

[0008] 本手段によれば、外力により誘電層が弾性変形することに伴って電極対の離間距離が変化することで、電極対の間の静電容量が変化する。このことを利用して、外力の位置および大きさを取得している。そして、本手段における静電容量計測部は、それぞれの電極対ごとの静電容量を計測するのではなく、複数の電極対から構成される電極対群の静電容量を計測している。従って、計測する際の電極対の面積が、1つの電極対の面積ではなく、複数の電極対の面積となる。ここで、静電容量は、電極対の面積が大きいほど、大きな値となる。従って、電極対群の静電容量を計測することで、計測される静電容量は、1つの電極対の静電容量を計測する場合に比べて、大きな値を出

力する。従って、計測される静電容量は、高精度となる。

[0009] しかし、単に、複数の電極対から構成される電極対群の静電容量を計測するのでは、従来のように、電極対の面積を大きくしたことに相当する。つまり、このままでは、電極対群の中で、外力が付与された位置を検出することができない。しかし、本手段によれば、以下により、電極対群の中で、外力が付与された位置を検出することができるようにしている。

[0010] 本手段によれば、選択された電極対を含む電極対群の複数の組み合わせについて静電容量を計測する。つまり、選択された電極対は、複数の組合せからなる電極対群に含まれている。従って、これらの電極対群の静電容量は、全て、当該選択された電極対の静電容量の影響を受けた値となる。

[0011] そして、複数の組合せからなる電極対群の静電容量に基づいて、選択された電極対の位置に付与された外力の大きさを算出している。ここで、選択された電極対の静電容量は、当該選択された電極対に付与された外力の大きさに比例する。そこで、外力算出部は、複数の電極対群の静電容量を用いて、当該選択された電極対の静電容量に比例する値としての外力を算出している。例えば、電極対群の中で当該選択された電極対の影響度を考慮して、それぞれの電極対群の静電容量の影響度を決定し、当該選択された電極対に付与された外力の大きさを算出する。従って、電極対群を構成するそれぞれの電極対が受ける外力を検出することができる。つまり、マトリックス状の静電容量型センサに付与される外力の大きさおよび位置を高精度で且つ高分解能で得ることができる。

[0012] また、前記静電容量型センサは、第一方向に延びる第一電極を前記第一方向に直交する第二方向に複数配列した第一電極群と、前記第二方向に延びる第二電極を第一方向に複数配列し、前記第一電極群に対して距離を隔てて対向して配置された第二電極群と、前記第一電極群と前記第二電極群との間に配置された前記誘電層とを備えるようにしてもよい。これにより、電極数および配線数を減らすことができる。

[0013] また、前記静電容量計測部において静電容量を計測する前記電極対群は、

連続した複数の前記電極対からなるようにしてもよい。これにより、電極対群の中で当該選択された電極対の影響度を、比較的容易に決定できる。つまり、簡易的な計算で高精度に得ることができる。

[0014] また、前記静電容量計測部において計測する前記電極対群は、直前に計測した前記電極対群を構成する前記電極対を含まない前記電極対群であるとしてもよい。ここで、静電容量の計測により、電極対群は帯電する。そして、直前に計測した電極対群と今回計測する電極対群とが重なっていると、今回計測する電極対群の静電容量に、前回計測により電極対群に帯電した電荷の影響を受けるおそれがある。これに対して、上記によれば、直前に計測した電極対群と今回計測する電極対群とは、重なっていない。従って、今回計測する電極対群の静電容量は、前回計測により電極対群に帯電した電荷の影響を小さくできる。その結果、今回計測する電極対群の静電容量を高精度に計測することができる。ひいては、静電容量型センサに付与された外力の位置および大きさを高精度に算出することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]第一実施形態：静電容量型センサ装置の構成を示す図であり、静電容量型センサの断面図を示す。

[図2]静電容量型センサ装置の構成を示す図であり、静電容量型センサ、入力側切替回路および出力側切替回路の詳細構成を示す図である。特に、静電容量型センサは、絶縁層を取り除いた状態における平面図である。

[図3A]第一実施形態：静電容量型センサの平面図を示し、ハッチングにて静電容量計測部により計測する際の静電容量型センサの電極対群を示す。

[図3B]静電容量型センサの平面図を示し、ハッチングにて図3Aの次の計測順序において静電容量計測部により計測する際の静電容量型センサの電極対群を示す。

[図3C]静電容量型センサの平面図を示し、ハッチングにて図3Bの次の計測順序において静電容量計測部により計測する際の静電容量型センサの電極対群を示す。

[図3D]静電容量型センサの平面図を示し、ハッチングにて図3Cの次の計測順序において静電容量計測部により計測する際の静電容量型センサの電極対群を示す。

[図4A]第二実施形態：静電容量型センサの平面図を示し、ハッチングにて静電容量計測部により計測する際の静電容量型センサの電極対群を示す。

[図4B]静電容量型センサの平面図を示し、ハッチングにて図4Aの次の計測順序において静電容量計測部により計測する際の静電容量型センサの電極対群を示す。

[図4C]静電容量型センサの平面図を示し、ハッチングにて図4Bの次の計測順序において静電容量計測部により計測する際の静電容量型センサの電極対群を示す。

[図4D]静電容量型センサの平面図を示し、ハッチングにて図4Cの次の計測順序において静電容量計測部により計測する際の静電容量型センサの電極対群を示す。

[図4E]静電容量型センサの平面図を示し、ハッチングにて図4Dの次の計測順序において静電容量計測部により計測する際の静電容量型センサの電極対群を示す。

[図4F]静電容量型センサの平面図を示し、ハッチングにて図4Eの次の計測順序において静電容量計測部により計測する際の静電容量型センサの電極対群を示す。

[図5]第三実施形態：静電容量型センサの平面図を示し、ハッチングにて静電容量計測部により計測する際の静電容量型センサの電極対群を示す。

発明を実施するための形態

[0016] <第一実施形態>

第一実施形態の静電容量型センサ装置について、図1および図2を参照して説明する。静電容量型センサ装置は、シート状に形成された静電容量型センサの表面に付与された外力の分布、すなわち外力の位置および大きさを検出することができる。静電容量型センサ装置について以下に詳細に説明する

- 。
- [0017] 静電容量型センサ装置は、静電容量型センサ10と、交流電源20と、入力側切換回路30と、出力側切換回路40と、静電容量計測部50と、外力算出部60とを備える。静電容量型センサ10は、シート状に形成されており、可撓性を有し且つ伸縮自在な性質を有する。従って、静電容量型センサ10は、平面形状のみならず、曲面形状に形成することもできる。ただし、以下において、図1を参照して、平面形状の静電容量型センサ10について説明する。
- [0018] 静電容量型センサ10は、面法線方向（図1の上下方向）に距離を隔てて対向して設けられた電極対E_s（第一、第二電極11a～11i, 12a～12iにより構成）をマトリックス状に配置し、電極対E_sの間に弾性変形可能な誘電層13を配置している。図2においては、電極対E_sを、横方向（以下、「X方向」）に9列、縦方向（以下、「Y方向」）に9列のマトリックス状に配置している静電容量型センサ10を示す。図2において、Aで囲む部位は、電極対E_sの一つを示している。
- [0019] ただし、静電容量型センサ10は、マトリックス状に電極対E_sを点在させると、電極数および配線数が多くなるため、以下のように構成している。すなわち、静電容量型センサ10は、第一電極群11、第二電極群12と、第一、第二電極群11, 12間に設けられた誘電層13と、第二電極群12側の表面および第一電極群11側の裏面を被覆するように設けられた絶縁層14, 15を備えて構成される。
- [0020] 第一電極群11は、X方向に延びる長尺板形状の第一電極11a～11iをY方向（X軸方向に直交する方向）に平行に複数（例えば、9列）配列する。第二電極群12は、Y方向に延びる長尺板形状の第二電極12a～12iをX方向に平行に複数（例えば、9列）配列し、第一電極群11に対して面法線方向に距離を隔てて対向して配置される。ここでは、第二電極群12は、第一電極群11に対して静電容量型センサ10の表面側に配置される。ここで、第一電極群11と第二電極群12とが交差する部位のそれぞれが、

電極対E sを構成する。

[0021] そして、静電容量型センサ10の表面に付与される外力Fに応じて第一電極11a~11iと第二電極12a~12iとの離間距離が変化し、この変化に伴って第一電極11a~11iと第二電極12a~12iの間の静電容量が変化する。なお、静電容量が電極間距離に反比例する関係にあることは周知であるため、詳細な説明は省略する。

[0022] 第一、第二電極11a~11i, 12a~12iは、同一材質により形成されている。具体的には、第一、第二電極11a~11i, 12a~12iの材質は、エラストマー中に導電性フィラーを配合させることにより成形している。そして、第一、第二電極11a~11i, 12a~12iは、可撓性を有し且つ伸縮自在な性質を有するようにしている。

[0023] 第一、第二電極11a~11i, 12a~12iを構成するエラストマーは、例えば、シリコンゴム、エチレン-プロピレン共重合ゴム、天然ゴム、スチレン-ブタジエン共重合ゴム、アクリロニトリル-ブタジエン共重合ゴム、アクリルゴム、エピクロロヒドリンゴム、クロロスルホン化ポリエチレン、塩素化ポリエチレン、ウレタンゴムなどが適用できる。また、第一、第二電極11a~11i, 12a~12iに配合される導電性フィラーは、導電性を有する粒子であればよく、例えば、炭素材料や金属等の微粒子を適用できる。

[0024] 誘電層13は、エラストマーまたは樹脂により成形され、第一、第二電極11a~11i, 12a~12iと同様に、可撓性を有し且つ伸縮自在な性質を有する。この誘電層13を構成するエラストマーは、例えば、シリコンゴム、アクリロニトリル-ブタジエン共重合ゴム、アクリルゴム、エピクロロヒドリンゴム、クロロスルホン化ポリエチレン、塩素化ポリエチレン、ウレタンゴムなどが適用できる。また、誘電層13を構成する樹脂は、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリウレタン、ポリスチレン（架橋発泡ポリスチレンを含む）、ポリ塩化ビニル-ポリ塩化ビニリデン共重合体、エチレン-酢酸共重合体などが適用できる。

- [0025] この誘電層 13 は、設定された厚みを有し、第一、第二電極群 11, 12 の外形状と同程度または大きく形成されている。絶縁層 14, 15 は、第一、第二電極 11a~11i, 12a~12i と同様に、可撓性を有し且つ伸縮自在な性質を有する。この絶縁層 14, 15 を構成するエラストマーまたは樹脂は、例えば、誘電層 13 を構成するエラストマーまたは樹脂として記載した材料が適用される。
- [0026] そして、静電容量型センサ 10 が静電容量型センサ 10 の面法線方向に圧縮する外力 F を受けた場合には、誘電層 13 が当該面法線方向に圧縮変形することにより、外力 F が付与された部位に位置する第一、第二電極 11a~11i, 12a~12i 間の離間距離が短くなる。この場合、当該第一、第二電極 11a~11i, 12a~12i 間の静電容量は大きくなる。
- [0027] 交流電源 20 は、交流電圧を発生し、静電容量型センサ 10 の第一電極群 11 に対して印加する。
- [0028] 入力側切換回路 30 は、複数のスイッチ 30a~30i により構成されている。各スイッチ 30a~30i の一端は、交流電源 20 に接続されており、各スイッチ 30a~30i の他端は、対応する第一電極 11a~11i に接続されている。そして、第一電極 11a~11i の中から選択された複数と交流電源 20 とを接続し、第一電極 11a~11i の残りは交流電源に対して切断する。なお、図 2 においては、入力側切換回路 30 の第一、第二スイッチ 30a, 30b を短絡 (ON) させ、他のスイッチ 30c~30i を切断 (OFF) している。
- [0029] 出力側切換回路 40 は、複数のスイッチ 40a~40i により構成されている。各スイッチ 40a~40i の一端は、対応する第二電極 12a~12i に接続され、各スイッチ 40a~40i の他端は、静電容量計測部 50 に接続される。そして、第二電極 12a~12i の中から選択された複数と静電容量計測部 50 とを接続し、第二電極 12a~12i の残りを切断する。なお、図 2 においては、出力側切換回路 40 の第一、第二スイッチ 40a, 40b を短絡 (ON) させ、他のスイッチ 40c~40i を切断 (OFF)

している。

[0030] 静電容量計測部50は、第一電極群11のうち交流電圧が印加されている第一電極11a~11iと第二電極群12のうち出力側切換回路40により接続されている第二電極12a~12iとの間の静電容量を計測する。ただし、実際には、静電容量計測部50は、当該静電容量に応じた電圧を計測する。ここで、図2には、静電容量計測部50は、第一電極11a, 11bと第二電極12a, 12bとの間の静電容量に応じた電圧を計測する状態を示している。

[0031] ここで、図3A~図3Dを参照して、静電容量計測部50による静電容量を計測する手順について説明する。ここで、図3A~図3Dにおいて、電極対E_sを破線の正方形にて表している。つまり、当該電極対E_sは、図2に示す第一電極11a~11iと第二電極12a~12iとが交差する部位に対応している。

[0032] 最初に、静電容量計測部50は、図3Aのハッチングの範囲(X1~X2, Y1~Y2)の電極対群E_gの静電容量を計測する。このとき、入力側切換回路30の第一, 第二スイッチ30a, 30bがONされ、残りのスイッチ30c~30iはOFFされる。また、出力側切換回路40の第一, 第二スイッチ40a, 40bがONされ、残りのスイッチ40c~40iがOFFされる。続いて、図3Bのハッチングの範囲(X1~X2, Y2~Y3)の電極対群E_gの静電容量を計測する。このとき、入力側切換回路30の第二, 第三スイッチ30b, 30cがONされ、残りのスイッチ30a, 30d~30iはOFFされる。また、出力側切換回路40の第一, 第二スイッチ40a, 40bがONされ、残りのスイッチ40c~40iがOFFされる。

[0033] 続いて、図3Cのハッチングの範囲(X2~X3, Y1~Y2)の電極対群E_gの静電容量を計測する。このとき、入力側切換回路30の第一, 第二スイッチ30a, 30bがONされ、残りのスイッチ30c~30iはOFFされる。また、出力側切換回路40の第二, 第三スイッチ40b, 40c

がONされ、残りのスイッチ40a, 40d~40iがOFFされる。続いて、図3Dのハッチングの範囲(X2~X3, Y2~Y3)の電極対群Egの静電容量を計測する。このとき、入力側切換回路30の第二, 第三スイッチ30b, 30cがONされ、残りのスイッチ30a, 30d~30iはOFFされる。また、出力側切換回路40の第二, 第三スイッチ40b, 40cがONされ、残りのスイッチ40a, 40d~40iがOFFされる。

[0034] このように、静電容量計測部50により同時に計測する電極対群Egは、連続した正方形状となる4つの電極対Esとしている。そして、マトリックス状の電極対Esの中から、選択可能な全ての電極対群Egを対象として、静電容量計測部50が静電容量を計測する。例えば、選択された電極対Esを、図3A~図3Dの座標(X2, Y2)の電極対Esであるとする。この場合、図3A~図3Dに示すように、当該選択された電極対Es(X2, Y2)を含む4種類の電極対群Eg(X1~X2, Y1~Y2)、(X1~X2, Y2~Y3)、(X2~X3, Y1~Y2)、(X2~X3, Y2~Y3)についての静電容量を計測する。

[0035] 図1および図2に示す外力算出部60は、静電容量計測部50により計測された複数の電極対群Egの静電容量に基づいて、それぞれの電極対Esに対して付与されている外力の大きさを算出する。図3A~図3Dにおける座標(X2, Y2)の電極対Esにおける外力を算出する場合について説明する。

[0036] 静電容量計測部50により計測された電極対群Eg(X1~X2, Y1~Y2)、(X1~X2, Y2~Y3)、(X2~X3, Y1~Y2)、(X2~X3, Y2~Y3)の静電容量をそれぞれ、 $C_{12,12} + C_{12,23} + C_{23,12} + C_{23,23}$ とする。ここで、電極対群Egは、連続した4つの正方形状となる4つの電極対Esとしている。従って、計測対象の座標(X2, Y2)の電極対Esによるそれぞれの電極対群Egに対する影響度は、均等とする。そこで、式(1)に示すようにして、座標(X2, Y2)の電極対Esの静電容量 C_{22} を計測する。

[0037] [数1]

$$C_{22} = \frac{1}{4}(C_{12,12} + C_{12,23} + C_{23,12} + C_{23,23}) \quad \dots \quad (1)$$

- C_{22} : 座標(X2, Y2)の電極対の静電容量
- $C_{12,12}$: (X1~X2, Y1~Y2)の電極対群の静電容量
- $C_{12,23}$: (X1~X2, Y2~Y3)の電極対群の静電容量
- $C_{23,12}$: (X2~X3, Y1~Y2)の電極対群の静電容量
- $C_{23,23}$: (X2~X3, Y2~Y3)の電極対群の静電容量

[0038] 算出した座標 (X 2 , Y 2) の電極対 E s の静電容量 C_{22} は、座標 (X 2 , Y 2) の電極対 E s に付与される外力の大きさに応じた値となる。そこで、予め静電容量の大きさと外力の大きさの関係を設定しておくことで、座標 (X 2 , Y 2) の電極対 E s に付与される外力の大きさを算出できる。

[0039] ここで、上記式 (1) は、座標 (X 2 , Y 2) の電極対 E s の静電容量 C_{22} について示した。他の座標の電極対 E s の静電容量 C_{km} については、式 (2) のように表される。

[0040] [数2]

$$C_{km} = \frac{1}{4}(C_{(k-1)k,(m-1)m} + C_{(k-1)k,m(m+1)} + C_{k(k+1),(m-1)m} + C_{k(k+1),m(m+1)}) \quad \dots \quad (2)$$

- C_{km} : 座標(Xk, Ym)の電極対の静電容量
- $C_{(k-1)k,(m-1)m}$: ($X(k-1) \sim Xk, Y(m-1) \sim Ym$)の電極対群の静電容量
- $C_{(k-1)k,m(m+1)}$: ($X(k-1) \sim Xk, Ym \sim Y(m+1)$)の電極対群の静電容量
- $C_{k(k+1),(m-1)m}$: ($Xk \sim X(k+1), Y(m-1) \sim Ym$)の電極対群の静電容量
- $C_{k(k+1),m(m+1)}$: ($Xk \sim X(k+1), Ym \sim Y(m+1)$)の電極対群の静電容量

[0041] 以上説明したように、外力 F により誘電層 1 3 が弾性変形することに伴って電極対 E s の離間距離が変化することで、電極対 E s の間の静電容量が変化する。このことを利用して、外力 F の位置および大きさを取得している。そして、静電容量計測部 5 0 は、それぞれの電極対 E s ごとの静電容量を計測するのではなく、複数の電極対 E s から構成される電極対群 E g の静電容量を計測している。従って、計測する際の電極対の面積が、1つの電極対 E

sの面積ではなく、複数の電極対E sの面積となる。ここで、静電容量は、電極対の面積が大きいほど、大きな値となる。従って、電極対群E gの静電容量を計測することで、計測される静電容量は、1つの電極対E sの静電容量を計測する場合に比べて、大きな値を出力する。従って、計測される静電容量は、高精度となる。

[0042] しかし、単に、複数の電極対E sから構成される電極対群E gの静電容量を計測するのでは、従来のように、電極対E sの面積を大きくしたことに相当する。つまり、このままでは、電極対群E gの中で、外力Fが付与された位置を検出することができない。これに対して、静電容量計測部50は、選択された電極対E sを含む電極対群E gの複数の組み合わせについて静電容量を計測する。つまり、選択された電極対E sは、複数の組合せからなる電極対群E gに含まれている。従って、これらの電極対群E gの静電容量は、全て、当該選択された電極対E sの静電容量の影響を受けた値となる。

[0043] そして、複数の組合せからなる電極対群E gの静電容量に基づいて、選択された電極対E sの位置に付与された外力Fの大きさを算出している。ここで、選択された電極対E sの静電容量は、当該選択された電極対E sに付与された外力Fの大きさに比例する。そこで、外力算出部60は、複数の電極対群E gの静電容量を用いて、当該選択された電極対E sの静電容量に比例する値としての外力Fを算出している。例えば、電極対群E gの中で当該選択された電極対E sの影響度を考慮して、それぞれの電極対群E gの静電容量の影響度を決定し、当該選択された電極対E sに付与された外力Fの大きさを算出する。従って、電極対群E gを構成するそれぞれの電極対E sが受ける外力Fを検出することができる。つまり、マトリックス状の静電容量型センサに付与される外力Fの大きさおよび位置を高精度で且つ高分解能で得ることができる。

[0044] また、静電容量計測部50において静電容量を計測する電極対群E gは、連続した複数の電極対E sからなるようにしている。これにより、上述したように、電極対群E gの中で当該選択された電極対E sの影響度を、比較的

容易に決定できる。上記においては、均等割とした。つまり、簡易的な計算で高精度に得ることができる。

[0045] <第二実施形態>

第一実施形態において、静電容量計測部50により計測する電極対群E_gは、(X₁~X₂, Y₁~Y₂) → (X₁~X₂, Y₂~Y₃) → (X₂~X₃, Y₁~Y₂) → (X₂~X₃, Y₂~Y₃)の順として説明した。この他に、図4A~図4Fに示す順序で静電容量の計測を行っても良い。

[0046] つまり、静電容量計測部50(図1, 2に示す)は、電極対群E_gの座標(X₁~X₂, Y₁~Y₂) → (X₁~X₂, Y₃~Y₄) → (X₁~X₂, Y₅~Y₆) → (X₁~X₂, Y₇~Y₈) → (X₁~X₂, Y₂~Y₃) → (X₁~X₂, Y₄~Y₅)の順に静電容量を計測する。この後は、例えば、(X₁~X₂, Y₆~Y₇) → (X₁~X₂, Y₈~Y₉)の順に静電容量を計測し、続いて、上記の電極対群のX座標を(X₂~X₃)とした電極対群について静電容量を計測する。

[0047] このように、静電容量計測部50において計測する電極対群E_gは、直前に計測した電極対群E_gを構成する電極対E_sを含まない電極対群E_gとしている。ここで、静電容量の計測により、電極対群E_gは帯電する。そして、直前に計測した電極対群E_gと今回計測する電極対群E_gとが重なっていると、今回計測する電極対群E_gの静電容量に、前回計測により電極対群E_gに帯電した電荷の影響を受けるおそれがある。そこで、上述したように、直前に計測した電極対群E_gと今回計測する電極対群E_gとが重ならないようにする従って、今回計測する電極対群E_gの静電容量は、前回計測により電極対群E_gに帯電した電荷の影響を小さくできる。その結果、今回計測する電極対群E_gの静電容量を高精度に計測することができる。ひいては、静電容量型センサ10に付与された外力Fの位置および大きさを高精度に算出することができる。

[0048] <第三実施形態>

また、上記第一、第二実施形態においては、電極対群E_gを4つの正方形

状の電極対 E s として説明した。電極対群 E g は、例えば、図 5 に示すように、9 つの正方形の電極対 E s としてもよく、その他に、任意の複数の電極対 E s により構成することもできる。

[0049] 図 5 に示すような 9 つの正方形の電極対 E s により電極対群 E g を構成する場合には、外力算出部 60 (図 1, 2 に示す) は、それぞれの電極対群 E g に対する係数を、算出したい電極対 E s の影響度に応じた係数に設定する。例えば、式 (3) に従って、算出した電極対 E s の静電容量を算出する。式 (3) の右辺第一項は、9 つの電極対の中心座標が算出したい電極対 E s に一致する場合の静電容量であり、右辺第二項は、9 つの電極対の中心座標が算出したい電極対 E s の左右または上下に 1 つずれた位置における静電容量であり、右辺第三項は、9 つの電極対の角部が算出したい電極対 E s に一致する場合の静電容量である。なお、係数 a, b, c は、以下に限られず、適宜調整することができる。

[0050] [数3]

$$C_{km} = a \times C_{(k-1)(k+1),(m-1)(m+1)} + b \times (C_{(k-1)(k+1),(m-2)m} + C_{(k-1)(k+1),m(m+2)} + C_{(k-2)k,(m-1)(m+1)} + C_{k(k+2),(m-1)(m+1)}) + c \times (C_{(k-2)k,(m-2)m} + C_{(k-2)k,m(m+2)} + C_{k(k+2),(m-2)m} + C_{k(k+2),m(m+2)}) \dots (3)$$

$$a = \frac{3}{9}$$

$$b = \frac{1}{9}$$

$$c = \frac{1}{18}$$

C_{km} : 座標 (Xk, Ym) の電極対の静電容量

$C_{(k-1)(k+1),(m-1)(m+1)}$: $(X(k-1) \sim X(k+1), Y(m-1) \sim Y(m+1))$ の電極対群の静電容量

符号の説明

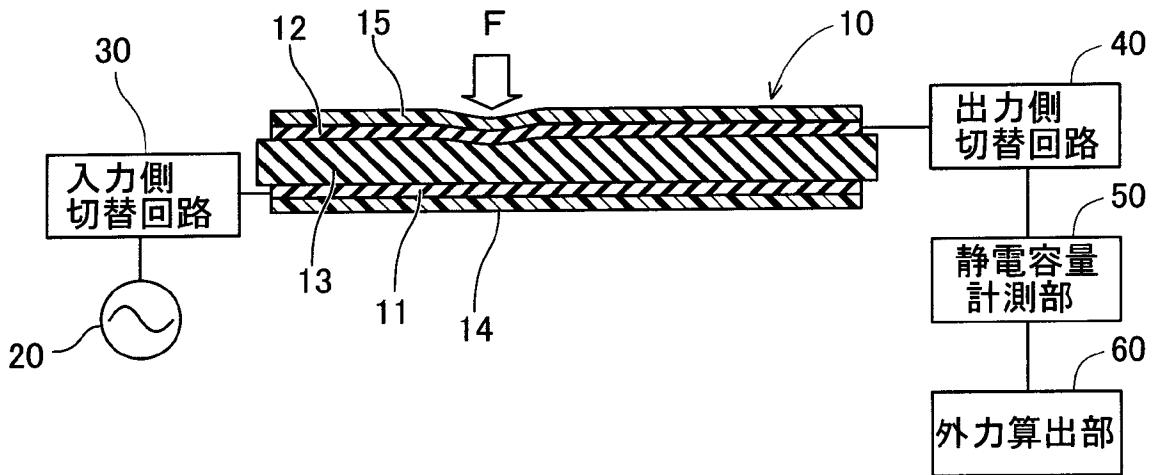
[0051] 10 : 静電容量型センサ、 11 : 第一電極群、 11a ~ 11i : 第一電極、 12 : 第二電極群、 12a ~ 12i : 第二電極、 13 : 誘電層、

14, 15 : 絶縁層、 50 : 静電容量計測部、 60 : 外力算出部、
Es : 電極対、 Eg : 電極対群、 F : 外力

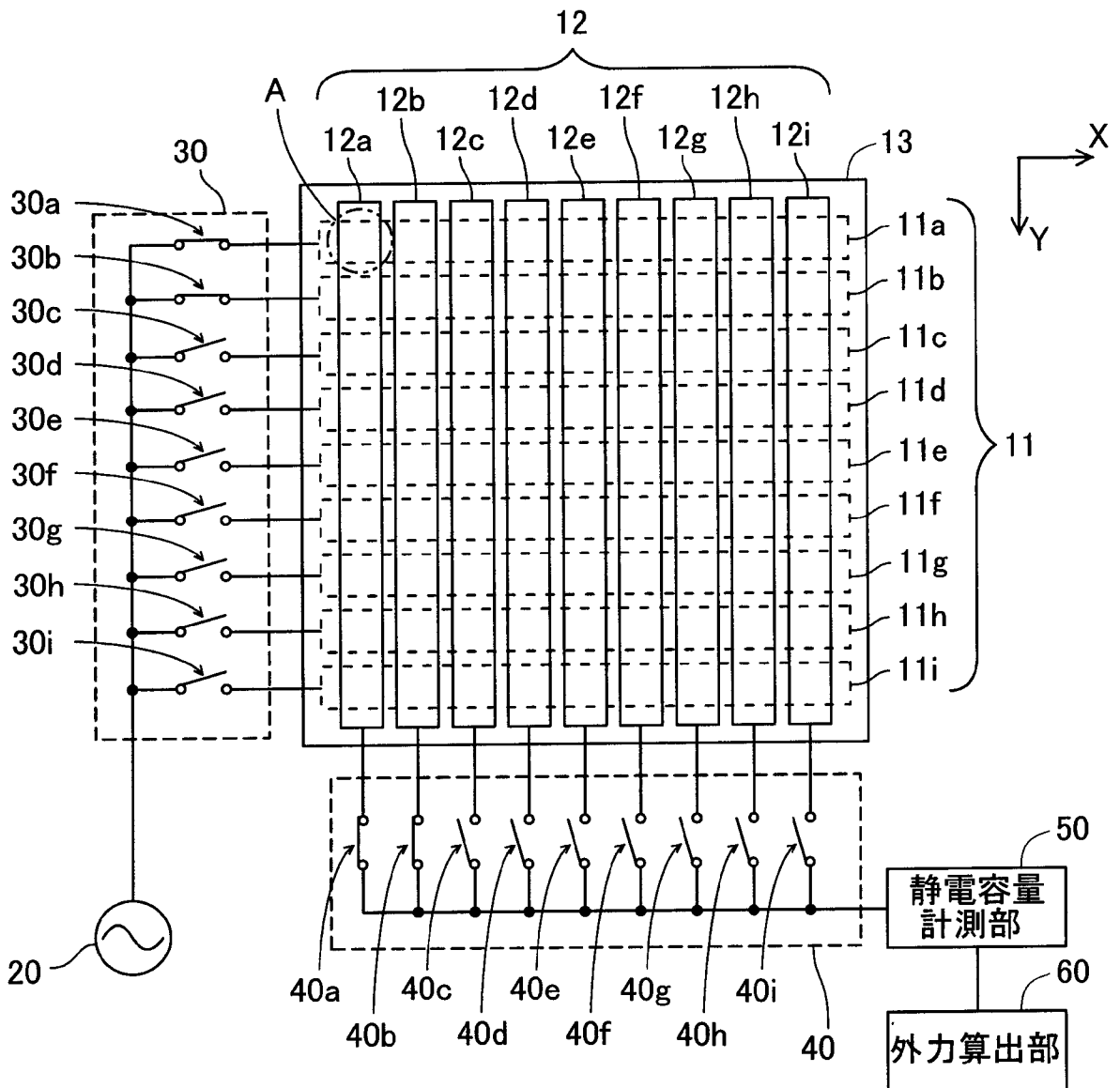
請求の範囲

- [請求項1] 距離を隔てて対向して設けられた電極対をマトリックス状に配置し、前記電極対の間に弾性変形可能な誘電層を配置してなる静電容量型センサと、
- 選択された前記電極対を含む複数の前記電極対からなる電極対群の間の静電容量の計測を、複数の組み合わせからなる前記電極対群について行う静電容量計測部と、
- 計測された複数の前記静電容量に基づいて、前記選択された前記電極対の位置に付与された外力の大きさを算出する外力算出部と、
- を備える、静電容量型センサ装置。
- [請求項2] 前記静電容量型センサは、
- 第一方向に延びる第一電極を前記第一方向に直交する第二方向に複数配列した第一電極群と、
- 前記第二方向に延びる第二電極を第一方向に複数配列し、前記第一電極群に対して距離を隔てて対向して配置された第二電極群と、
- 前記第一電極群と前記第二電極群との間に配置された前記誘電層と、
- を備える、請求項1の静電容量型センサ装置。
- [請求項3] 前記静電容量計測部において静電容量を計測する前記電極対群は、連続した複数の前記電極対からなる、請求項1の静電容量型センサ装置。
- [請求項4] 前記静電容量計測部において計測する前記電極対群は、直前に計測した前記電極対群を構成する前記電極対を含まない前記電極対群である、請求項1の静電容量型センサ装置。

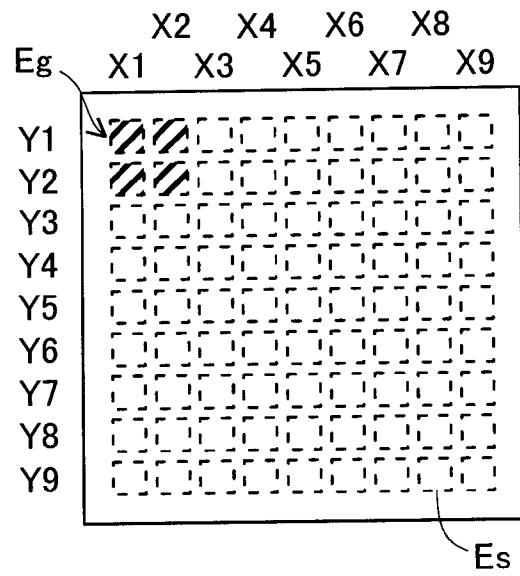
[図1]



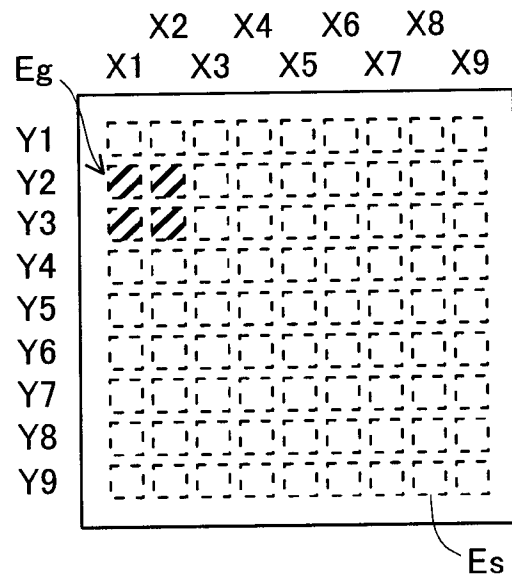
[図2]



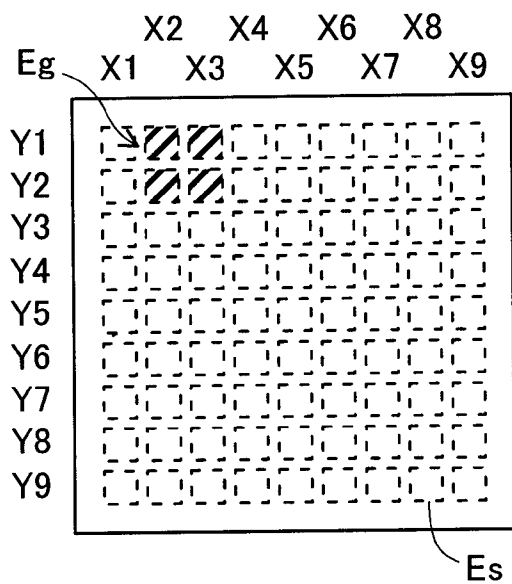
[図3A]



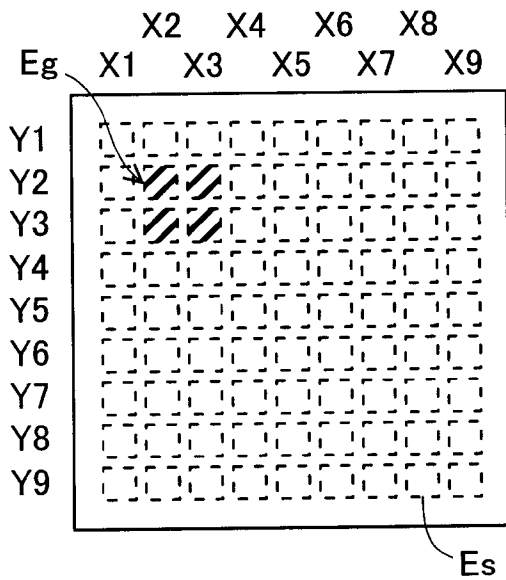
[図3B]



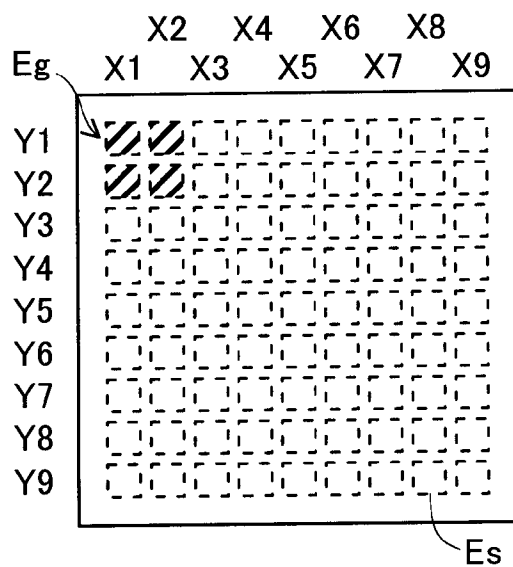
[図3C]



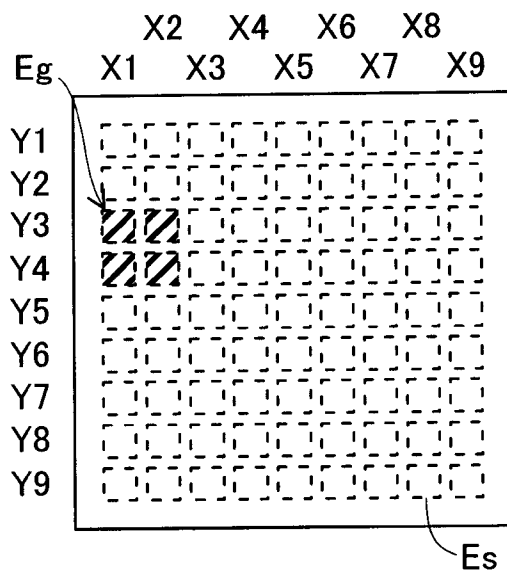
[図3D]



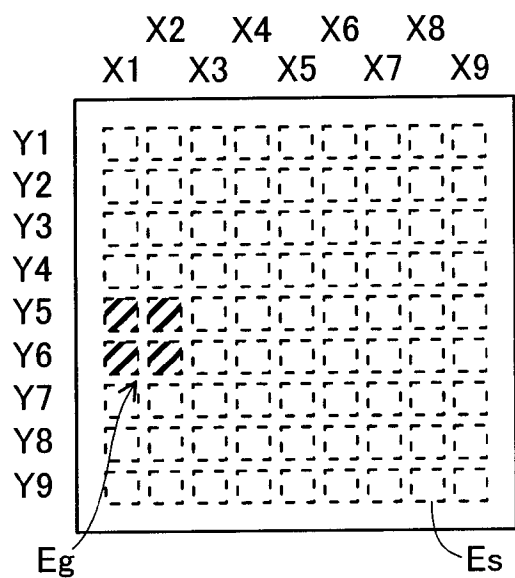
[図4A]



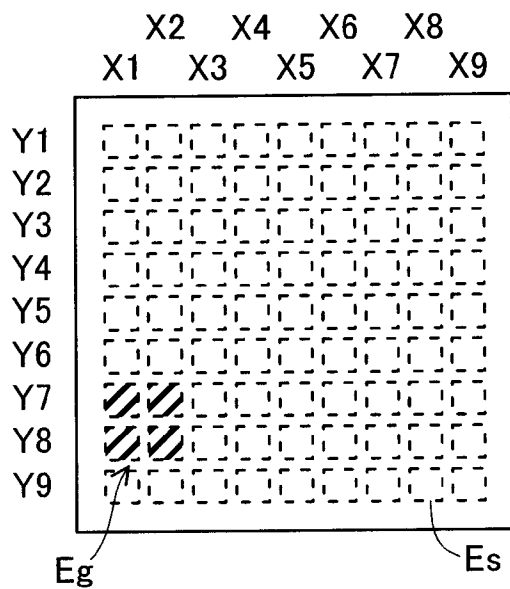
[図4B]



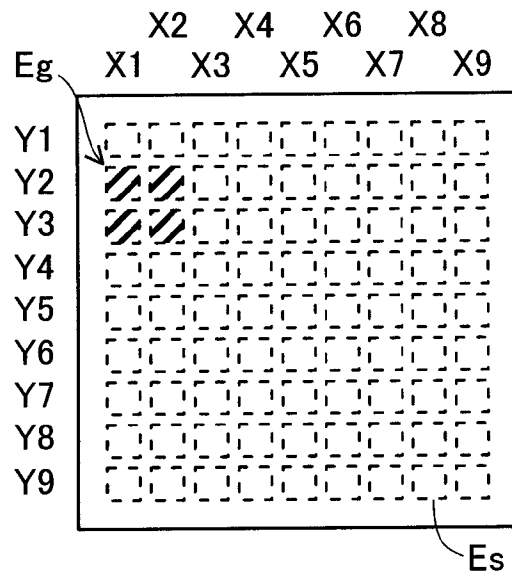
[図4C]



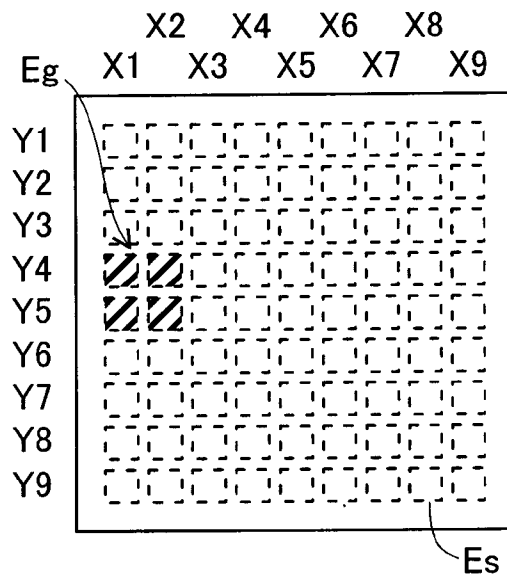
[図4D]



[図4E]



[図4F]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/060551

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01L1/14(2006.01) i, G01B7/00(2006.01) i, 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)

G01L1/14, G01B7/00, G01L5/00, G06F3/033

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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 2006-329909 A (Toyota Motor Corp.), 07 December 2006 (07.12.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2003-014564 A (Fujitsu Ten Ltd.), 15 January 2003 (15.01.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2009-058445 A (Niigata University), 19 March 2009 (19.03.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-4

 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
02 July, 2012 (02.07.12)Date of mailing of the international search report
10 July, 2012 (10.07.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/060551

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 1-214727 A (Anima Corp.), 29 August 1989 (29.08.1989), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2001-287189 A (Director-General of National Aerospace Laboratory of Science and Technology Agency), 16 October 2001 (16.10.2001), entire text; all drawings & US 2001/0029406 A1	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. G01L1/14(2006.01)i, G01B7/00(2006.01)i, 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. G01L1/14, G01B7/00, G01L5/00, G06F3/033

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 1971-2012年
 日本国実用新案登録公報 1996-2012年
 日本国登録実用新案公報 1994-2012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
A	JP 2006-329909 A（トヨタ自動車株式会社） 2006.12.07, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-4
A	JP 2003-014564 A（富士通テン株式会社） 2003.01.15, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-4
A	JP 2009-058445 A（国立大学法人 新潟大学） 2009.03.19, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-4

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。

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

国際調査を完了した日 02.07.2012	国際調査報告の発送日 10.07.2012
--------------------------	--------------------------

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） 公文代 康祐	2 F	4 7 4 1
	電話番号 03-3581-1101 内線 3216		

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 請求項の番号
A	JP 1-214727 A (アニマ株式会社) 1989.08.29, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2001-287189 A (科学技術庁航空宇宙技術研究所長) 2001.10.16, 全文, 全図 & US 2001/0029406 A1	1-4