

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

通電性を有する電極を被覆するように導電層が形成されたシート基材を対向させ、当該シート状基材に圧力が加えられたときに抵抗の変化を生じさせる形式の感圧センサーであって、

第 1 の方向に沿って所定の間隔を有して複数の前記電極が長手状に形成された第 1 のシート状基材と、

前記第 1 の方向と交差する第 2 の方向に沿って所定の間隔を有して複数の前記電極が長手状に形成された第 2 のシート状基材と、を備え、

前記第 1 のシート状基材の電極を被覆する導電層の表面および前記第 2 のシート状基材の電極を被覆する導電層の表面のいずれもが平滑化されている

10

ことを特徴とする感圧センサー。

【請求項 2】

前記第 1 のシート状基材の電極を被覆する導電層の表面粗さおよび前記第 2 のシート状基材の電極を被覆する導電層の表面粗さが、いずれも $R_a = 1.0 \mu m$ 以下である

請求項 1 に記載の感圧センサー。

【請求項 3】

前記電極が銀粒子を含むものであって、

前記第 1 のシート状基材の電極に含まれる銀粒子および前記第 2 のシート状基材の電極に含まれる銀粒子の平均粒径が、いずれも $20 nm \sim 7 \mu m$ の範囲内である

20

請求項 1 または 2 に記載の感圧センサー。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧力を測定する感圧センサーに関するものである。

【背景技術】

【0002】

感圧センサーは、一定幅ピッチで行電極を印刷し、その上に電極を覆うように導電層が形成された一方側のシート状基材と、一定幅ピッチで列電極を印刷し、その上に電極を覆うように導電層が形成された他方側のシート状基材とを貼り合わせ、上記導電層の表面相互を対向させる態様で使用するものである。

30

【0003】

この種の感圧センサーは、貼り合わせたシート状基材に荷重が加えられると、行列の電極に被覆された互いの導電層が接触して抵抗が変化する。当該抵抗値は、シート状基材に加えられた圧力の大きさに応じて変化するので、この抵抗値の変化を検知することにより、シート状基材に加えられた圧力の大きさを測定することができる。感圧センサーは、例えば、プリンタの給紙ローラーにかけられる圧力の均一性の測定に用いられったり、椅子等に着座した場合における座圧分布を測定するのに用いられったりする。なお、この種の感圧センサーとしては、例えば、特許文献 1 に記載された感圧センサーが知られている。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2005 - 274549 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、上記のような感圧センサーは、同じ圧力を加えた場合であってもその都度測定結果にバラツキが生じたり、使用頻度に応じて測定結果が経年的に変化したりするといった課題がある。

【0006】

50

本発明の目的は、こうした課題を解消するために鑑みてなされたものであり、感圧センサーの測定結果のバラツキや使用頻度に応じた測定結果の変化を低減させることにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するための本発明は、通電性を有する電極を被覆するように導電層が形成されたシート基材を対向させ、当該シート状基材に圧力が加えられたときに抵抗の変化を生じさせる形式の感圧センサーであって、第1の方向に沿って所定の間隔を有して複数の前記電極が長手状に形成された第1のシート状基材と、前記第1の方向と交差する第2の方向に沿って所定の間隔を有して複数の前記電極が長手状に形成された第2のシート状基材と、を備え、前記第1のシート状基材の電極を被覆する導電層の表面および前記第2のシート状基材の電極を被覆する導電層の表面のいずれもが平滑化されていることを特徴とする感圧センサーである。

10

【0008】

上記の本発明によると、第1のシート状基材の電極を被覆する導電層の表面および第2のシート状基材の電極を被覆する導電層の表面のいずれもが平滑化されているので、加えられる圧力が同じである限り、当該圧力が加えられる都度、第1のシート状基材側の導電層と第2のシート状基材側の導電層とが接触する接触面積が変化するおそれが小さい。したがって、圧力が加えられる都度、測定結果にバラツキが生じるおそれが小さい。加えて、第1のシート状基材の電極を被覆する導電層の表面および第2のシート状基材の電極を被覆する導電層の表面のいずれもが平滑化されているので、これら導電層の表面粗さが使用頻度に応じて変化するおそれが小さい。したがって、使用頻度に応じて測定結果が経年的に変化するおそれが小さい。このようにして、本発明の感圧センサーは、測定結果のバラツキや使用頻度に応じた測定結果の変化を低減させることができる。

20

【0009】

また、上記課題を解決するための本発明に係る感圧センサーにおいて、前記第1のシート状基材の電極を被覆する導電層の表面粗さおよび前記第2のシート状基材の電極を被覆する導電層の表面粗さが、いずれも $R_a = 1.0 \mu m$ 以下であることが好ましい。

【0010】

さらに、上記課題を解決するための本発明に係る感圧センサーにおいて、前記電極が銀粒子を含むものであって、前記第1のシート状基材の電極に含まれる銀粒子および前記第2のシート状基材の電極に含まれる銀粒子の平均粒径が、いずれも $20 nm \sim 7 \mu m$ の範囲内であることが好ましい。

30

【発明の効果】

【0011】

このように、本発明は、感圧センサーの測定結果のバラツキや測定頻度に応じて生じる測定結果の変化を低減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の実施形態に係るタクトイルセンサーの斜視図であって、一方のシート状基材の一部を切り欠いた状態を示したものである。

40

【図2】(a)が図1に示したタクトイルセンサーの一部を構成する一方のシート状基材を示した平面図、(b)が図1に示したタクトイルセンサーの一部を構成する他方のシート状基材を示した平面図である。

【図3】(a)が図1に示したタクトイルセンサーの一部分における断面斜視図、(b)が図1に示したタクトイルセンサーの主要部の断面図である。

【図4】(a)が未使用のタクトイルセンサーの拡大断面図、(b)が一定頻度以上使用されたタクトイルセンサーの拡大断面図である。

【図5】従来のタクトイルセンサーによる出力再現性に関する図である。

【図6】本発明のタクトイルセンサーによる出力再現性に関する図である。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 1 3 】

本発明の感圧センサーとしてのタクトイルセンサー 1 に係る実施形態について、図面を用いて説明する。

【 0 0 1 4 】

本実施形態に係るタクトイルセンサー 1 は、図 1 および図 2 に示すように、可撓性を有するシート状基材 10、20 と、導電部が対向するように貼り合わされたシート状基材 10、20 を固定するとともに電源（図示せず）と接続可能なコネクタ 30 と、を備えている。そして、これらのシート状基材 10、20 を互いに対向させて用いられ、荷重が加えられたときに生じる抵抗の変化を検知することによって圧力を測定する形式の感圧センサーである。

10

【 0 0 1 5 】

第一のシート状基材 10 は、図 1、図 2 (a) および図 3 に示すように、フィルム基材 11 と、フィルム基材 11 の片面（タクトイルセンサー 1 内側の面）において、Y 軸方向に沿って設けられた複数の長尺状の電極 12（より詳しくは、電極 12 および後述する第一の導電層 14 を有する長尺状導電部）と、複数の電極 12 のそれぞれの一端部に 1 つずつ電氣的に接続されている複数の配線 13 と、複数の配線 13 の端部が電氣的に接続されている複数の端子 16 と、を備えている。

【 0 0 1 6 】

第一のシート状基材 10 には、導電部が Y 方向（本発明の第一の方向に相当する）に沿って長手状に伸びており、X 方向に一定幅ピッチ a（図 3 (b) を参照）で複数の導電部が並んで印刷形成されている。この導電部は、電極 12 と、電極 12 の表面全体を被覆するように導電性粒子を含む感圧導電性インクが塗布されることによって形成された第一の導電層 14 と、を有している。以下、本明細書において、「電極 12」を「行電極 12」と称する。行電極 12 に使用される材料としては、金、銀または銅などの金属粒子が挙げられるが、容易に通電するものであればこれに限られない。

20

【 0 0 1 7 】

第二のシート状基材 20 は、図 1、図 2 (b) および図 3 に示すように、フィルム基材 21 と、フィルム基材 21 の片面（タクトイルセンサー 1 内側の面）において、X 軸方向に沿って設けられた複数の長尺状の電極 22（より詳しくは、電極 22 および後述する第二の導電層 24 を有する長尺状導電部）と、複数の電極 22 のそれぞれの一端部に 1 つずつ電氣的に接続されている複数の配線 23a と、電極 22 のそれぞれの他端部に 1 つずつ電氣的に接続されている複数の配線 23b と、複数の配線 23a の端部及び複数の配線 23b の端部が電氣的に接続されている複数の端子 26 と、を備えている。

30

【 0 0 1 8 】

第二のシート状基材 20 には、導電部が、上記の行電極 12 と略直交する X 方向（本発明の第二の方向に相当する）に沿って長手状に伸びており、Y 方向に一定幅ピッチ a（図 3 (b) を参照）で複数の導電部が並んで印刷形成されている。この導電部は、電極 22 と、電極 22 の表面全体を被覆するように導電性粒子を含む感圧導電性インクが塗布されることによって形成された第二の導電層 24 とを有している。以下、本明細書において、「電極 22」を「列電極 22」と称する。列電極 22 に使用される材料導電性粒子としては、行電極 12 と同様に、金、銀または銅などの金属粒子が挙げられるが、容易に通電するものであればこれに限られない。

40

【 0 0 1 9 】

なお、第一の導電層 14 および第二の導電層 24 は、いずれも、導電性粒子と樹脂とを含んでなるものである。ここで、導電性粒子としては、カーボンブラック粒子、金、銀、銅などの金属粒子、合金粒子、表面に金属または合金がコーティングされた樹脂からなる粒子などが例示される。また、上述の導電性粒子の一次粒子径は、20 nm ~ 40 nm の範囲のうちいずれかの値のものを用いることができる。

【 0 0 2 0 】

また、行電極 12 および列電極 22 に含まれる金属粒子は、平均粒径 7 μ m 以下である

50

ことが好ましく、より好ましくは銀粒子のフレーク形状（銀フレークと略す）で平均粒径 $2\ \mu\text{m}$ 以下、もしくは球形状の銀粒子（銀球形と略す）で平均粒径 $2.5\ \mu\text{m}$ 以下のものが用いられる。行電極 12 および列電極 22 に含まれる金属粒子が、銀フレーク：平均粒径 $2\ \mu\text{m}$ 、もしくは銀球形：平均粒径 $2.5\ \mu\text{m}$ の金属粒子を使用したとき、第一の導電層 14 および第二の導電層 24 の表面粗さ（ R_a ）は、約 $0.6\ \mu\text{m}$ となる（後述する実施例 1 を参照）。このようにして、本実施形態に係るタクトイルセンサー 1 は、第一の導電層 14 および第二の導電層 24 の表面が、いずれも平滑化されていることを特徴とする。

【0021】

次に、タクトイルセンサー 1 の動作について説明する。第一のシート状基材 10 と第二のシート状基材 20 とが図 3（a）のように対向した態様で外部から荷重が加えられていない状態における抵抗値は、無限大（つまり、絶縁状態）となる。そして、第一のシート状基材 10 および第二のシート状基材 20 に対して荷重 F_1 が加えられると、導電層 14 と導電層 24 とが接触し、両者間の抵抗値が小さくなる。

【0022】

なお、荷重は、図 4（a）に示されるように、必ずしもシート基材に対して略直交する方向の荷重 F_1 のみではなく、用途に応じてせん断力 F_2 が加えられる場合もある。例えば、プリンタの送りローラーの圧力測定に用いられるときには、せん断力 F_2 が加えられる。

【0023】

ところで、この種のタクトイルセンサーの電極には、従来より、平均粒径 $8\ \mu\text{m}$ 、最大粒径 $12\ \mu\text{m}$ の銀粒子が用いられており、この銀粒子によって作られた電極の上に感圧導電性インクが塗布されて形成された導電層の表面粗さは、 $R_a = 1.2\ \mu\text{m}$ 程度であった。このような従来のタクトイルセンサーにおいて生じていた課題を、図 4 を参照しつつ説明する。

【0024】

従来の未使用のタクトイルセンサーは、図 4（a）に示されるように、第一の導電層 140 および第二の導電層 240 は、いずれも、表面に凹凸が確認できる。この凹凸は、行電極 120 および列電極 220 の上に塗布される感圧導電性インク（第一の導電層 140 および第二の導電層 240）が液体状であるために、行電極 120 および列電極 220 に使用されている銀粒子の粒径に起因して生じる電極表面の凹凸の影響を受けて、導電層の表面にあらわれるものである。このような従来の未使用のタクトイルセンサーに荷重を加えたとしても、第一のシート状基材 100 の第一の導電層 140 と、第二のシート状基材 200 の第二の導電層 240 との接触面積は、互いの表面の凸部どうしが接触してしまうことから比較的小さなものとなる。

【0025】

また、第一の導電層 140 および第二の導電層 240 の表面に凹凸があると、荷重が加えられる都度、当該荷重による圧力が同じであったとしても、第一の導電層 140 と第二の導電層 240 との接触位置が微妙に変わってしまい、ひいては、圧力を測定する都度、測定結果が変わってしまうおそれがあった。

【0026】

さらに、従来の未使用のタクトイルセンサーに対して繰り返し圧力が加えられると（タクトイルセンサーが一定頻度以上使用されると）、図 4（b）に示されるように導電層表面の凹凸が潰れてしまい、その結果として、第一のシート状基材 100 の第一の導電層 140 と第二のシート状基材 200 の第二の導電層 240 との接触面積が初期の状態から増加し、両電極間の抵抗値が小さくなってしまいうおそれもあった。

【0027】

この点、本実施形態のタクトイルセンサー 1 によると、未使用状態であったとしても、第一のシート状基材 10 の行電極 12 に被覆された第一の導電層 14 の表面、および、第二のシート状基材 20 の列電極 22 に被覆された第二の導電層 24 の表面が、いずれも平

10

20

30

40

50

滑化されている。したがって、このタクトイルセンサー 1 に加えられた圧力が同じである限り、第一のシート状基材 10 の第一の導電層 14 と、第二のシート状基材 20 の第二の導電層 24 との接触位置が変わってしまうおそれが小さい。また、繰り返し圧力が加えられたとしても（タクトイルセンサー 1 が一定頻度以上使用されたとしても）、第一のシート状基材 10 の第一の導電層 14 と、第二のシート状基材 20 の第二の導電層 24 との接触面積に変化が生じるおそれが小さい。その結果、圧力を測定する都度、測定結果が変わってしまうといったことが低減できるとともに、使用頻度が高くなっても安定した測定結果を得ることができる。

【0028】

なお、第一の導電層 14 の表面および第二の導電層 24 の表面の平滑化は、それぞれ、行電極 12 および列電極 22 の表面粗さ、すなわち、行電極 12 および列電極 22 に用いられる、例えば金属材料の平均粒径や最大粒径を小さくすることによって実現できる。

【実施例】

【0029】

次に、本発明に係るタクトイルセンサーの実施例について説明する。まずは、比較例として従来のタクトイルセンサーについて記載する。

【0030】

（比較例 1）

従来のタクトイルセンサーにおける、電極 120、電極 220 については以下のものを使用した。具体的には、電極には銀粒子（例えば、デュボン社製 5028）を用いた。当該銀粒子は、具体的には、銀フレーク：D50 = 8 μ m（8 μ m 以下 50 % 以上）の構成のものである。タクトイルセンサーの一般的構成（シート部材、フィルム基材、導電層）についての作製方法については省略する。

【0031】

なお、上述の銀電極、銀配線、銀端子は、印刷によって形成した。また、導電層 140 および導電層 240 に相当する導電層は、ブセチルアセテート：フェノキシ樹脂（Inchem 社製 商品名 PKHH）：カーボンブラック（CABOT 社製 商品名 バルカン XC-72R）：消泡剤（楠本化成株式会社製 商品名 ディスパロン 1970）= 68.9 : 25.5 : 3.6 : 2.0 の割合で配合して得た導電性インクを塗布し乾燥させて形成したものである。ここで、乾燥後の該導電層におけるフェノキシ樹脂とカーボンブラックとの比率は、100 重量部に対して 14.2 重量部である。

【0032】

ここで、図 5 を用いて、比較例 1 に記載した従来のタクトイルセンサーの出力再現性について説明する。図 5 は、タクトイルセンサーへの加圧回数に応じた抵抗値の変化率について示したものである。横軸が加圧回数、縦軸が抵抗値の変化率を示す。測定したデータは 4 種類あり、これらは、シート状のタクトイルセンサーにおける左端、中央、右端における抵抗値および全体の平均値を示す。左端については三角形、中央については四角形、右端についてはひし形および全体の平均値については円形で示す。

【0033】

図 5 に示すように、加圧回数が 5 回未満においては、加圧回数を重ねる毎に、変化率が急激に増大している。具体的には、加圧回数 5 回までの間に、全体平均の変化率が 0 % から約 5 % 以上増大している。これは、タクトイルセンサーへの加圧回数に応じて、タクトイルセンサーの導電層表面の凹凸が潰れ、導電層表面の接触面積が増大し、それに伴い抵抗値が小さくなることを示している。

【0034】

抵抗値の変化率は、タクトイルセンサーへの加圧回数が 20 回程度まで増加し、20 回以降は定常化している。これは、ある程度の加圧回数を経ると（図 5 によると加圧回数約 20 回）タクトイルセンサーの導電層表面の凹凸が潰れることによりある程度平滑化し、導電層表面の接触面積がある程度一定化することによるものであると考えられる。

【0035】

10

20

30

40

50

このように、導電層表面に凸凹が存在するタクトイルセンサーを用いて、一定の抵抗値を得るためには、導電層表面の凹凸を潰すためにある程度の「慣らし」の加圧が必要であることがわかる。これは、抵抗値測定の精度の信頼性が低下するだけでなく、加圧回数を増加させることによる労力、タクトイルセンサーの交換に伴うコストの面においても、無駄な浪費を強いることになり好ましくない。

【0036】

そこで本発明によるタクトイルセンサーは、電極表面を平滑化することで、その上に被覆された導電層表面の凹凸をも平滑化して、加圧回数の少ない段階から抵抗値の変化率に大幅な差が出ないようにしたことを特徴とする。具体的には実施例1のとおりである。

【0037】

(実施例1)

本発明のタクトイルセンサーにおける、電極12、電極22については以下のものを使用した。具体的には、電極には微細銀(例えば、大研化学工業製 CAT1648B-FS5)を用いた。当該微細銀は、具体的には、銀フレーク: $D90 = 7 \mu m$ ($7 \mu m$ 以下90%以上)、 $D50 = 2.0 \mu m$ 、銀球形: $D90 = 5 \mu m$ 、 $D50 = 2.5 \mu m$ ($5 \mu m$ 以下90%以上、 $2.5 \mu m$ 以下50%以上)の構成のものである。タクトイルセンサーの一般的構成(シート部材、フィルム基材、導電層)についての作製方法については省略する。

【0038】

なお、上述の銀電極、銀配線、銀端子は、印刷によって形成した。また、第一の導電層14および第二の導電層24に相当する導電層は、上述した従来のタクトイルセンサーに使用される導電層と同じ組成のものを用いた。

【0039】

上記のとおり、本発明のタクトイルセンサーは、電極に使用する銀粒子の大きさを、従来の平均粒径 $8 \mu m$ から、 $2 \mu m$ 以下のものに変更した。平均粒径 $2 \mu m$ の銀粒子を採用した場合、第一の導電層14および第二の導電層24の表面粗さ(Ra)は、約 $0.6 \mu m$ であり、平均粒径 $8 \mu m$ の銀粒子を採用していた場合(表面粗さ $Ra = 1.2 \mu m$)と比較すると、表面粗さが約50パーセント向上していることが分かる。なお、第一の導電層14および第二の導電層24の表面粗さは、少なくとも $Ra = 1.0 \mu m$ 以下であることが好ましい。

【0040】

本発明のタクトイルセンサーの出力再現性について、図6を用いて説明する。図6は、本発明のタクトイルセンサーへの加圧回数に応じた抵抗値の変化率について示したものである。横軸が加圧回数、縦軸が抵抗値の変化率を示す。測定したデータは4種類あり、これらは、図5の比較例の場合と同様、シート状のタクトイルセンサーにおける左端、中央、右端における抵抗値および全体の平均値を示す。左端については三角形、中央については四角形、右端についてはひし形および全体の平均値については円形で示す。

【0041】

図6に示すように、加圧回数が5回未満における抵抗値の変化率(全体平均)が約3%であることから、図5に示すような従来のタクトイルセンサーの場合と比較(加圧回数が5回未満における抵抗値の変化率が約5%以上)すると、変化率が低下していることが分かる。

【0042】

つまり、電極12、22の表面粗さを低下させ平滑化することで、電極12、22に被覆された導電層14、24の表面粗さを小さく(すなわち平滑化)することが可能となり、加圧回数が少ない初期の段階であっても、タクトイルセンサーの導電層表面の接触面積を大きくすることができた。これにより加圧回数が少ない初期の状態(例えば、5回未満)から、タクトイルセンサーの抵抗値の変化率を小さくすることが可能となった。また、加圧回数を重ねても(例えば、20回以上)、従来のタクトイルセンサーのような導電層表面の凹凸が加圧回数に応じて潰れてしまい、接触面積が逐次変化するという不具合点が

10

20

30

40

50

解消され、タクトイルセンサーの抵抗値の変化率を小さくする（３％程度）ことができた。換言すると、タクトイルセンサーの測定誤差を小さくすることができたといえる。

【００４３】

このように、本実施形態に記載のタクトイルセンサーは、銀粒子を含む電極１２、２２に導電性インクが塗布されることによって導電層１４、２４が形成されたシート状基材１０、２０を対向させ、当該シート状基材１０、２０に圧力が加えられたときに抵抗の変化を生じさせる形式のタクトイルセンサーであって、Ｘ方向に沿って所定の間隔ａを有して複数の電極１２が長手状に形成された第１のシート状基材１０と、Ｘ方向と略直交するＹ方向に沿って所定の間隔ａを有して複数の電極２２が長手状に形成された第２のシート状基材２０と、を備えている。そして、電極１２、２２に用いられる銀粒子の大きさを従来の平均粒径８μｍから７μｍ以下のもに變更することにより、第１のシート状基材の電極１２を被覆する導電層の表面および前記第２のシート状基材の電極２２を被覆する導電層の表面のいずれをも平滑化させたものである。これにより、加えられる圧力が同じである限り、当該圧力が加えられる都度、第１のシート状基材側の導電層と第２のシート状基材側の導電層との接触面積の変化を低減できるとともに、使用頻度に応じたこれら導電層の表面粗さの変化をも低減することができる。したがって、圧力が加えられる都度、測定結果にバラツキが生じたり、使用頻度に応じて測定結果が経年的に変化するということを低減でき、安定的に正確な圧力を測定できる感圧センサーを提供することができる。

10

【００４４】

なお、本発明は上記実施形態および実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。例えば、上記実施形態および実施例においては、行電極１２と列電極２２とが略直交するような配置となっていたが、これに限られず、交差配置となってもよい。

20

【００４５】

また、上記実施形態および実施例においては、電極の表面全体を覆うように導電層が形成されているが、電極の表面全体を覆う必要は必ずしもなく、電極に積層するように導電層を形成したものであってもよい。

【符号の説明】

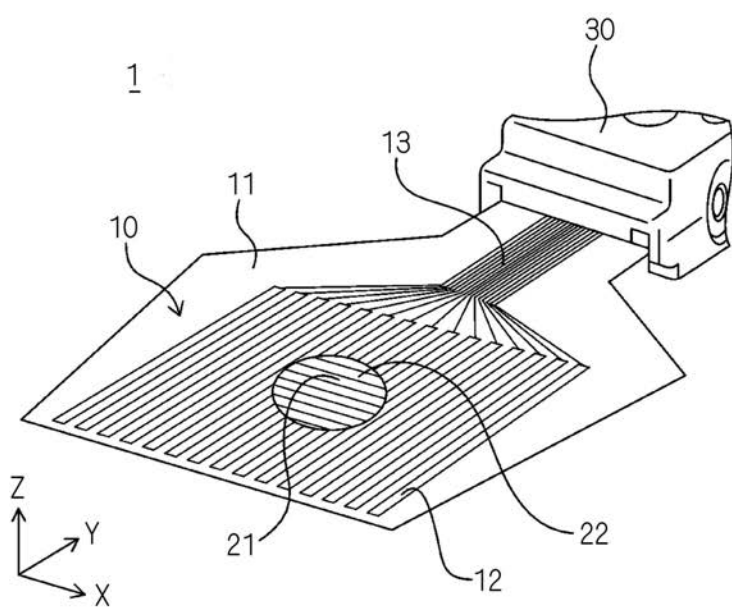
【００４６】

- １ タクトイルセンサー
- １０，１００ 第一のシート状基材
- １１，２１ フィルム基材
- １２，１２０ 行電極
- １３ 配線
- １４，１４０ 第一の導電層
- １６ 端子
- ２０，２００ 第二のシート状基材
- ２２，２２０ 列電極
- ２４，２４０ 第二の導電層
- ３０ コネクター

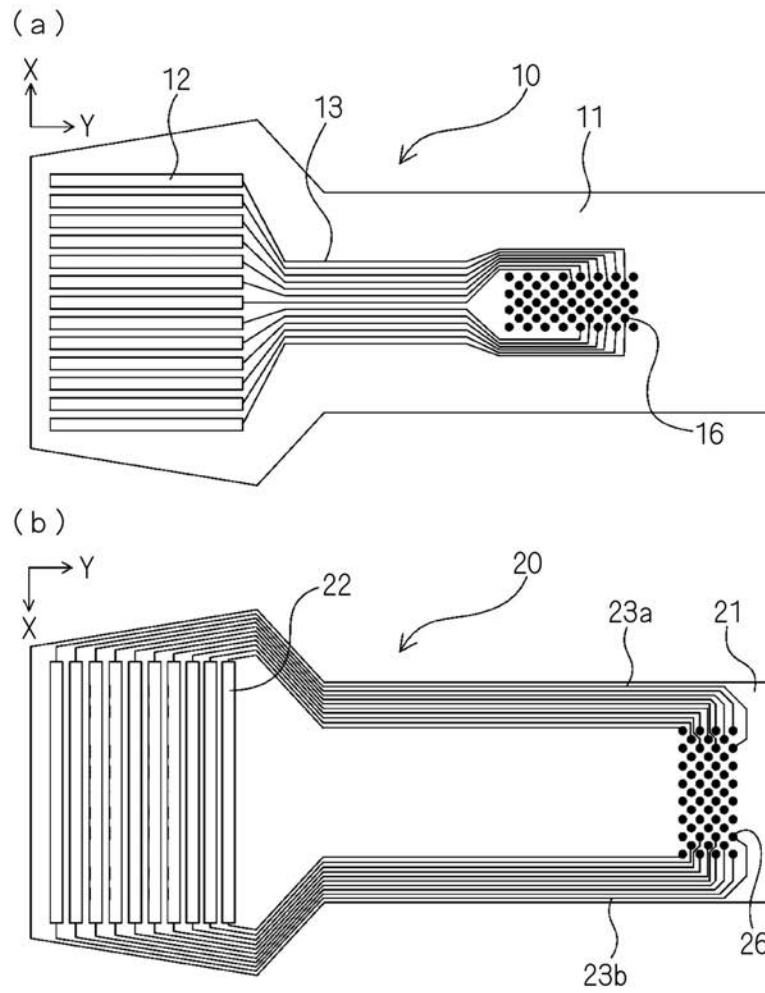
30

40

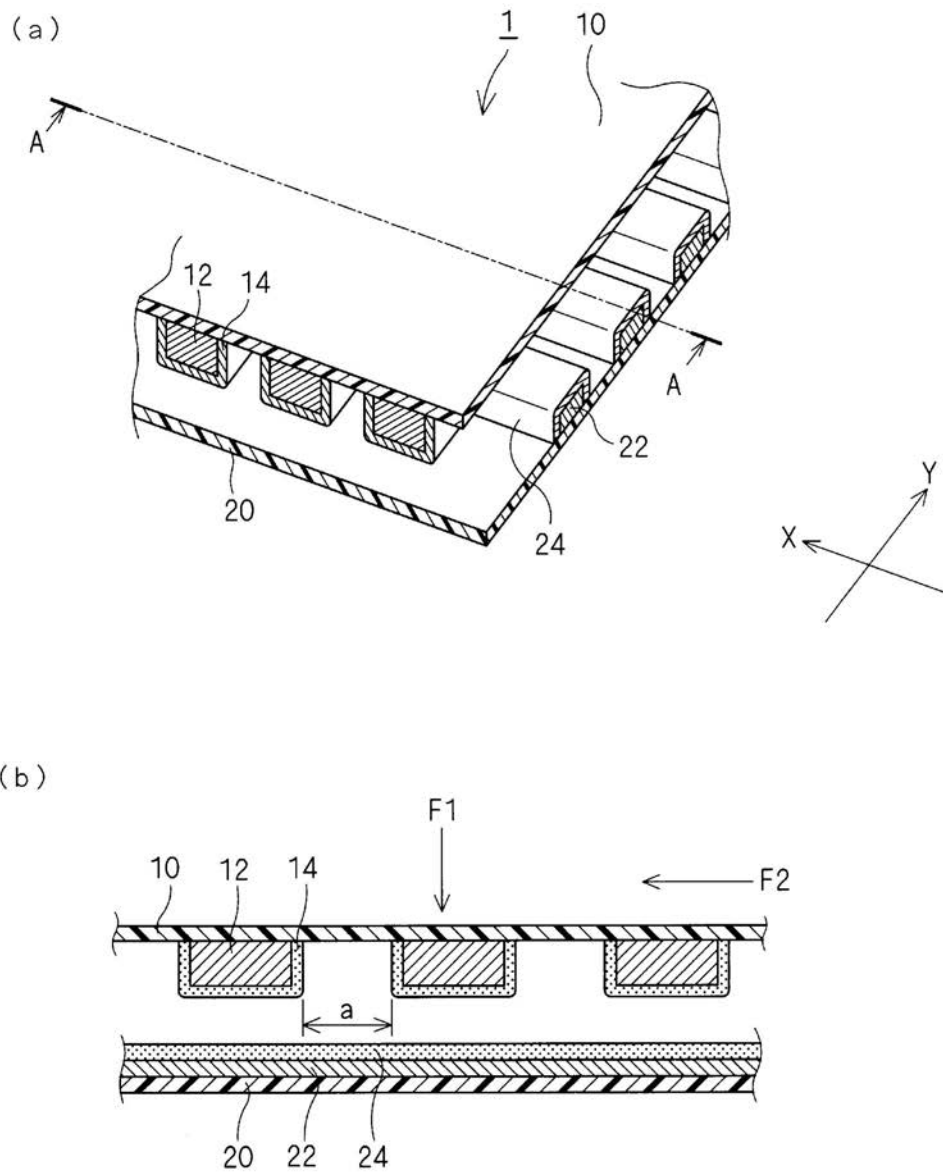
【図 1】



【 図 2 】

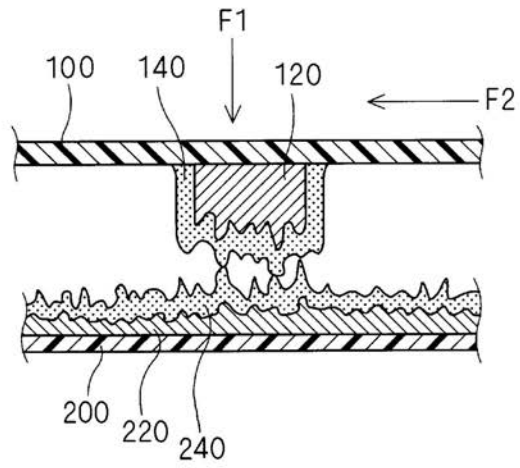


【図 3】

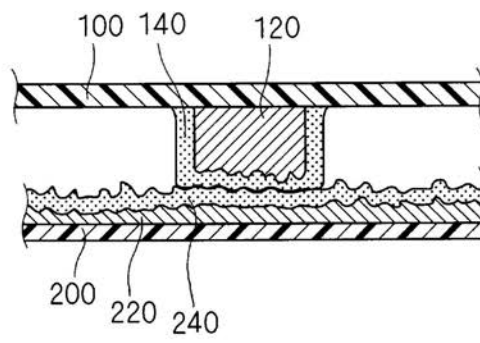


【 図 4 】

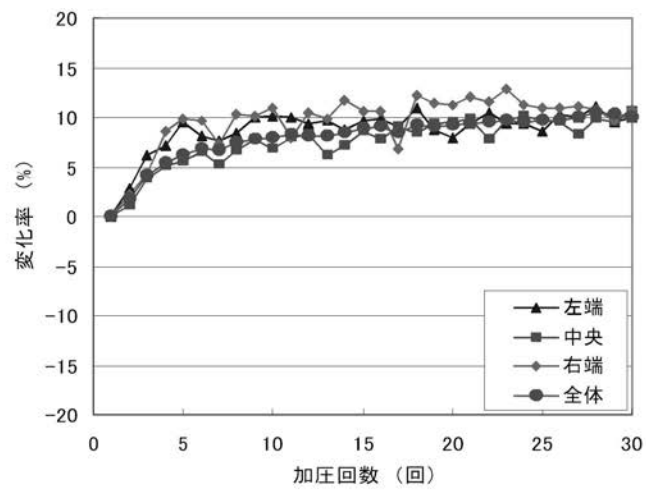
(a)



(b)



【 図 5 】



【 図 6 】

