

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5580155号
(P5580155)

(45) 発行日 平成26年8月27日(2014.8.27)

(24) 登録日 平成26年7月18日(2014.7.18)

(51) Int.Cl. F I
G06F 3/041 (2006.01) G06F 3/041 G02
 G06F 3/041 G60

請求項の数 3 (全 12 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2010-214944 (P2010-214944) (22) 出願日 平成22年9月27日 (2010.9.27) (65) 公開番号 特開2012-69042 (P2012-69042A) (43) 公開日 平成24年4月5日 (2012.4.5) 審査請求日 平成25年9月4日 (2013.9.4)</p>	<p>(73) 特許権者 000002303 スタンレー電気株式会社 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 (74) 代理人 100091340 弁理士 高橋 敬四郎 (74) 代理人 100105887 弁理士 来山 幹雄 (72) 発明者 安田 喜昭 東京都目黒区中目黒2丁目9番13号 ス タンレー電気株式会社内 審査官 岩橋 龍太郎</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タッチパネル入力装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

- (a) 成長基板を準備する工程と、
 - (b) 前記成長基板上に第1密着層を形成する工程と、
 - (c) 前記第1密着層上に第2密着層を形成する工程と、
 - (d) 前記第2密着層表面の選択された領域に、レーザを照射することにより、前記第2密着層のみを前記選択された領域から除去する工程と、
 - (e) 前記第2密着層が除去された領域及び前記第2密着層上に、成長下地層を形成する工程と、
 - (f) 前記成長下地層上に圧電性を有する酸化物薄膜を形成する工程と、
 - (g) 前記酸化物薄膜層を成長させた前記成長基板と、第1の透明電極が形成された第2の基板とを接着する工程と、
 - (h) 前記酸化物薄膜層を前記第2密着層が除去された領域のみにおいて、前記第1密着層と前記成長下地層との界面から剥離させ、前記第2の基板へ転写する工程と、
 - (i) 前記転写された酸化物薄膜層を挟みこむ形で、前記第2の基板を第2の透明電極が形成された第3の基板へ接着する工程と
- を有するタッチパネル入力装置の製造方法。

【請求項2】

前記圧電性酸化物薄膜は、ペロブスカイト結晶構造を持つ圧電体酸化物、層状ペロブスカイト結晶構造を持つ圧電体酸化物、非鉛系ペロブスカイト型圧電体酸化物、酸化亜鉛お

よび水晶などの単結晶圧電体薄膜のうち選択された一つの圧電体組成から成ることを特徴とする請求項1記載のタッチパネル入力装置の製造方法。

【請求項3】

前記第1密着層はTiO₂、ZrO₂、RuO₂、IrO₂のいずれか少なくとも一つから成り、

前記第2密着層はTi、Zr、Ru、Ir、Au、Cu、Niのいずれか少なくとも一つから成り、

前記成長下地層はPt、Ir、SrRuO₃、LaNiO₃のいずれか少なくとも一つまたはそれらの積層体から成ることを特徴とする請求項1又は2記載のタッチパネル入力装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、タッチパネル入力装置の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、タッチパネルにおける入力方式として、抵抗膜方式、静電容量方式、超音波表面弾性波方式、赤外線走査方式などが知られている。

【0003】

抵抗膜方式のタッチパネルは、一对の対向する基板、すなわち、入力パネル表面の可撓性上部基板と、それに対向する下部基板とから構成されている。それぞれの基板の内側は、透明導電膜がコーティングされており、透明導電膜同士は、所定の空隙を持って対向し、透明導電膜同士が接触しないように配置されている。そして、下部透明電極膜を抵抗として電位分布を形成し、使用者が指やスタイラスで押す際に、電極同士が接触することを利用して操作位置を検出する。抵抗膜式のタッチパネルを用いた場合、2つの透明電極層によりパネルの透過率が低下する。また、入力時に2つの透明電極が接触してパネル上の位置を検出するために、磨耗による損傷が起き易いとともに、透明導電膜が変形しなければならないため耐久性の向上に問題がある。さらには、マルチタッチ検出に対応することが難しいという問題がある。

【0004】

静電容量方式のタッチパネルは、抵抗膜方式と同様に、透明導電膜がコーティングされた入力パネルに、指の接触による静電容量の変化により接触位置を検出する。抵抗膜方式との違いは、透明導電膜がコーティングされた基板が1枚で済むことと、同時多点検出すなわちマルチタッチ検出に対応できることである。静電容量方式では人間の指が接触したときの静電容量変化を検出するので、指以外の例えばペンやスタイラス等の入力補助器具を使用できない。

【0005】

超音波弾性波方式や赤外線走査方式のタッチパネルは、透明パネル上を表面弾性波や赤外線で走査することにより、接触位置を検出する。これらの方式では透明導電膜のコーティングは特に必要としないが、超音波や赤外線を受発信部が必要となる。超音波弾性波方式や赤外線走査方式は構成が複雑になりやすく、また、同時多点接触には対応が困難である。

【0006】

さらに上記のいずれの方式でも、入力の際に使用者の押した力を検出することはできない。単にパネル上の入力位置を検出するのみであり、押し圧を検出することができないので、入力を意図してタッチをしたのか誤入力なのかを識別することができない。

【0007】

また、使用者に入力したことを直接的にフィードバックすることができない。表示部への入力確認表示や音声により入力されたことを知らせることは可能であるが、その場合、

10

20

30

40

50

表示パネルを見て確認する必要があったり、レスポンスが遅かったりして、確実に入力できたか不安になり、結果として入力に時間がかかってしまうことがある。

【 0 0 0 8 】

押し圧の検出に対しては、特許文献 1 において、電子ペーパーに組み込む形で圧電体による押し圧の強さを検出することが提案されている。また、特許文献 2 は、透明圧電体結晶の両側に透明電極を配置した構成のセンサにより、押し圧の強さを検出することを提案している。さらに、特許文献 3 および特許文献 4 には透明圧電ポリマーフィルムの両側に透明電極パターンを配置して、押し圧を検出できるタッチパネルを構成することが開示されている。

【 0 0 0 9 】

入力のフィードバックに関しては、操作するユーザの指先に触覚をフィードバックするようにしたタッチパネルディスプレイ装置が、特許文献 5 に開示されている。ユーザの指先が接触するタッチパネルを、そのパネル面に対して垂直方向に振動させることによって、ユーザの指先に触覚を発生させるようにしたものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 1 0 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 6 - 1 6 3 6 1 9 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 4 - 1 2 5 5 7 1 号公報

【特許文献 3】特開 2 0 1 0 - 2 6 9 3 8 号公報

【特許文献 4】特開 2 0 1 0 - 1 0 8 4 9 0 号公報

【特許文献 5】特開 2 0 0 3 - 2 8 8 1 5 8 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 1 】

タッチパネルは表示装置の前面に設置するので、表示装置の表示の視認性を高めるため、透明性が高いことが求められる。特許文献 3 および 4 は圧電ポリマーであるポリフッ化ビニリデン (P V D F) をシート状に加工したものでタッチパネルを構成しているため、透明性が高く、高い精度で押し圧の強さを検出できるが、ポリマー圧電材料を使用しているために、押し圧の強さの検出はできるものの、触覚フィードバック用の振動を発生させる能力が小さい。

【 0 0 1 2 】

これに対して、特許文献 5 では、積層圧電セラミクスからなる素子を押し圧の検出と触覚フィードバック用の振動発生に両用するが、透明性がないため、タッチパネル表示部の周辺非表示部に配置する必要がある。したがって、使用者のタッチ入力を直接的に検出することはできず、タッチパネル部材を介しての検出となるため、パネル上の入力位置等を検知する機構や制御回路が複雑であり、簡単に正確な位置検知ができない。

【 0 0 1 3 】

また、圧電素子だけではマルチタッチ入力を検出することは難しく、パネル位置およびマルチタッチの有無は静電容量方式や抵抗膜方式に頼らざるを得ない。触覚フィードバック用に振動を発生させる機能も、タッチ入力位置に直接的にはなく、タッチパネル部材全体での振動を利用するしかないので、入力位置のみ局所的に振動させることはできない。さらに、マルチタッチの際の振動もタッチパネル全体の振動なので、触覚フィードバックの機能としては不十分なものである。

【 0 0 1 4 】

また、積層圧電アクチュエータの変形による電圧信号からパネルを押しした位置を求める場合には、ユーザがパネルを押しした際に、圧電素子は押圧力に応じて変形した状態を維持するので、この押圧力が強すぎると、セラミック素材などを用いた積層圧電素子は脆い材料であるために該変形により破壊するおそれがある。

【 0 0 1 5 】

10

20

30

40

50

本発明の目的は、透明性が高く、タッチ位置に加えてタッチ入力の押し圧の強さも検出でき、さらにはタッチ位置にて局所的に振動を発生させて触覚フィードバックを実現できるタッチパネル入力装置の製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明の一観点によれば、タッチパネル入力装置の製造方法は、(a)成長基板を準備する工程と、(b)前記成長基板上に第1密着層を形成する工程と、(c)前記第1密着層上に第2密着層を形成する工程と、(d)前記第2密着層表面の選択された領域に、レーザを照射することにより、前記第2密着層のみを前記選択された領域から除去する工程と、(e)前記第2密着層が除去された領域及び前記第2密着層上に、成長下地層を形成する工程と、(f)前記成長下地層上に圧電性を有する酸化物薄膜を形成する工程と、(g)前記酸化物薄膜層を成長させた前記成長基板と、第1の透明電極が形成された第2の基板とを接着する工程と、(h)前記酸化物薄膜層を前記第2密着層が除去された領域のみにおいて、前記第1密着層と前記成長下地層との界面から剥離させ、前記第2の基板へ転写する工程と、(i)前記転写された酸化物薄膜層を挟みこむ形で、前記第2の基板を第2の透明電極が形成された第3の基板へ接着する工程とを有する。

10

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、透明性が高く、タッチ位置に加えてタッチ入力の押し圧の強さも検出でき、さらにはタッチ位置にて局所的に振動を発生させて触覚フィードバックを実現できるタッチパネル入力装置の製造方法を提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】圧電PZT薄膜パターンから構成されるタッチパネル入力部10の概略平面図である。

【図2】各PZT薄膜パターン3に対する透明電極配置を示す概略断面図である。

【図3】本発明の実施例によるタッチパネル入力部10を組み込んだタッチパネル100の構成を表す概略断面図である。

【図4】使用者がタッチ入力した時の押し圧変化とPZT膜パターン3の圧電応答を示すグラフである。

30

【図5】触覚フィードバックのための局所的な振動発生制御を説明するためのグラフである。

【図6】本発明の実施例によるタッチパネル入力部10の製造方法を説明するための概略断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)に代表される鉛系ペロブスカイト酸化物は、高い圧電性を示す材料として知られている。圧電ポリマーの代表例であるポリフッ化ビニリデン(PVDF)と比較すると、PZTでは電気・機械変換の性能指標である圧電定数 $d_{31} = 110 \text{ pm/V}$ 、電気機械結合係数 $k = 0.6 \sim 0.8$ であるのに対して、PVDFでは $d_{31} = 20 \text{ pm/V}$ 、 $k = 0.1$ と低い。したがって、アクチュエータとしての応用については、圧電ポリマーよりも鉛系ペロブスカイト酸化物のほうが格段に有利であることがわかる。しかしながら、同酸化物は従来バルクセラミックスとしての応用が主体であり、シート形状や透明性を要求される応用はあまり検討されてこなかった。

40

【0024】

近年、溶液塗布法、スパッタ法およびイオンプレーティング法によりバルクセラミックスと同等の圧電性能を持った薄膜が形成できるようになってきた。10~50 μm 程度の膜厚では、PZTでも可視光領域で80%以上の、チタン酸ジルコン酸ランタン鉛(PLZT)では90%以上の透過率を示す。ただし、PZTやPLZT等のペロブスカイト酸化物の薄膜成長温度は500以上と高く、耐熱性のある基板上にしか成長できない。

50

【0025】

ペロブスカイト酸化物を成長させるための基板材料としては、シリコンウエハが最も一般的であり、この他、ステンレス、酸化マグネシウム単結晶、石英などが用いられている。したがって、タッチパネルに使用されるガラス上には直接成長させることができない。そのため、タッチパネルの表示領域上に配置する圧電材料としては圧電性能の低いPVD F系ポリマーを選択するしかなかった。

【0026】

そこで、本発明者は、高い圧電性を有するPZT等のペロブスカイト酸化物薄膜を成長基板上に形成し、所望のパターンとしてタッチパネルガラス上に剥離転写することにより、透明性が高く、しかも圧電性能が高い圧電薄膜アレイを基本構造とする、新規のタッチパネル入力部を製造することとした。

10

【0027】

強誘電体キャパシタ等において、PZT膜の下部電極構造および基板との密着層については多くの研究開発事例が報告されている。その中でも密着層としてTiをPt下部電極の下に形成することが最も一般的である。Si基板表面のシリコン熱酸化膜(SiO₂)との界面に酸化物(TiO_x)を形成するとともに、Pt電極層に固相拡散してその一部がPt表面に露出し、PZT成膜時の初期核の形成や密着性に寄与するからである。一方、Tiの酸化物であるTiO₂をPt下部電極の下に形成する例も多い。上記2つの構造の優れた点をあわせたPt/Ti/TiO₂という3層構造からなる下部電極構造が提案されている。

20

【0028】

本発明の実施例では、このPt/Ti/TiO₂という3層下部電極構造の中間Ti層をレーザ照射によるアブレーションで部分的に除去し、その後Pt電極層をその上に成膜することにより、PZT成膜前に潜像として剥離転写パターンを形成する。PZT成膜時の基板最表面は全面Pt電極で覆われているため、ペロブスカイト結晶構造をもったPZT膜の成長には何ら影響を与えることなく、潜像として形成したTi密着層のパターンによりPZT膜と下部電極との密着性について、パターン形成することができる。パターン処理部は未処理部に対して、下地との密着力が低下しているため、超音波処理、ヒートショック等の処理を施すことによって、パターン処理部がPt/TiO₂界面できれいに選択的に剥離する。すなわちセルフリフトオフ効果によって効率的にPZT薄膜パターンアレイの剥離・転写を実現できる。ただし、Ptは透明ではないので、後に除去する必要がある。

30

【0029】

PZT薄膜パターンを剥離させる前にタッチパネルのタッチ面を構成する保護フィルムシートを接着させておくことにより、PZT膜のみを同フィルムシートに剥離転写することができる。PZT膜のパターンアレイが転写されたフィルムシートをタッチパネルガラス基板に接着させれば、圧電性のPZT膜のパターンが全面に分散配置されたタッチパネル入力部を形成することができる。なお、各PZT膜パターンの電気的な接続は、予め保護フィルムおよびタッチパネルガラス上に形成しておいた透明電極パターンによって行う。

40

【0030】

図1は、圧電PZT薄膜パターンから構成されるタッチパネル入力部10の概略平面図である。なお、最上層の透明保護フィルムシート1(図2)を省略した状態を示す。図2は、各PZT薄膜パターン3に対する透明電極配置を示す概略断面図である。

【0031】

最下層のタッチパネルガラス5上の表示エリア6内に複数行(n行)複数列(m列)に渡ってPZT薄膜パターン3が形成される。各PZT薄膜パターン3は、人間の指先の大きさを考慮して数mm角サイズとする。本実施例では、例えば、横5mm×縦3mmのパターンとしている。なお、PZT薄膜パターン3の厚みは、圧電出力と透明性とのバランスを考慮して10~50μm程度が好ましい。

50

【0032】

タッチパネルのタッチ面を構成する透明保護フィルムシート1上には、PZT薄膜パターン3の行に対応して複数行のx方向透明電極2($x_1 \sim x_m$)を形成する。また、タッチパネルガラス5上には、PZT薄膜パターン3の列に対応して複数列のy方向透明電極4($y_1 \sim y_m$)を形成する。x方向透明電極2とy方向透明電極4とでPZT薄膜パターン3を挟むように、透明保護フィルムシート1とタッチパネルガラス5を重ねあわせて、タッチパネル入力部10を構成する。なお、本実施例ではタッチ検出用と振動駆動用の電極配線をx方向透明電極2とy方向透明電極4とで兼用する。

【0033】

x方向透明電極2とy方向透明電極4とは、制御回路(検出・駆動回路)7に電気的に接続されている。制御回路7は、図4及び図5を参照して後述するようにPZT膜パターン3からの圧電応答にしたがいタッチ位置及び押し圧を検出し、当該タッチを検出したPZT膜パターン3に対して駆動信号を供給することにより、PZT膜パターン3を駆動し、触覚フィードバックのための局所的な振動を起こす。

10

【0034】

図3は、本発明の実施例によるタッチパネル入力部10を組み込んだタッチパネル100の構成を表す概略断面図である。液晶表示装置(LCD)等の表示部13の上に、触覚フィードバックのための振動が伝わらないように、空間14を保って、ゴムやゲルのようなダンパー11を介して、機器筐体12内に図1及び図2に示すタッチパネル入力部10を表示部13と平行に配置する。空間14の厚さは例えば、0.5mm程度であり、タッチパネル入力部10の厚さは、例えば、0.5~0.7mm程度である。

20

【0035】

PZT薄膜パターン3を用いることにより、透明性が高く、タッチ入力位置だけでなくタッチ押し圧強度も検出できる。さらに、PZT薄膜パターン3を全面に連続して1つ設けるのではなく、複数行複数列にわたって多数設けることにより、入力位置のみ局所的に圧電振動させ、使用者へ触覚フィードバックを与えることが可能となる。

【0036】

PZT圧電薄膜パターン3を用いたタッチパネル検出原理および局所的な振動による触覚フィードバックの仕組みについて以下に説明する。

【0037】

図4は、使用者がタッチ入力した時の押し圧変化とPZT膜パターン3の圧電応答を示すグラフである。

30

【0038】

使用者がタッチ入力した時のグラフ上段に示す押し圧の強さにほぼ比例して、PZT膜パターン3からグラフ下段に示す圧電応答が出力される。タッチパネル入力部10の表示領域6上のどの位置のPZT膜パターン3が押されたかの検出は、一般的な単純マトリクス配線の信号読取りで行う。すなわち、X方向およびY方向の走査線(透明電極)2及び4を数kHzの速度でスキャンして、電圧出力の有無を測定する。X方向の制御回路7(図2)における走査線ナンバー($x_1 \sim x_m$)とY方向の制御回路7における走査線ナンバー($y_1 \sim y_m$)の判別により(X、Y)座標としてタッチ入力位置が決定される。

40

【0039】

マルチタッチの場合でも走査線のスキャン速度が人間の指の動きに対してはるかに速いので、電圧検出信号を制御回路7で処理することにより、マルチの入力位置を識別できる。抵抗膜方式および静電容量方式とは異なり、圧電薄膜からの電圧出力は押し圧にほぼ比例することから、入力位置ごとに、電圧の出力レベルによって押し圧の強さも検出できる。

【0040】

図5は、触覚フィードバックのための局所的な振動発生制御を説明するためのグラフである。グラフ上段は、使用者がタッチ入力した時の押し圧を示す。

【0041】

50

タッチパネル入力部 10 の構造を簡単にするために、本実施例ではタッチ検出用と振動駆動用の電極配線を兼用する構成とした。そのため、制御回路 7 (図 2) は、グラフ中段に示すように、タッチ検出用のスキャン周波数を高く設定して短時間で P Z T 薄膜パターン 3 からの電圧を測定し、グラフ下段に示すように、その後すぐのタイミングで振動駆動信号をタッチを検出した P Z T 薄膜パターン 3 に供給している。

【 0 0 4 2 】

つまり、タッチ入力単位スキャンフレームを検出時間と駆動時間とに分割することにより、両信号のクロストークを防止している。圧電体の応答速度は人間が振動を感じる時間よりもかなり速いので、タッチ入力してすぐに位置と押し圧強度を検出し、その後、人間の指がまだパネルに接触している間にタッチ位置の P Z T 薄膜パターン 3 を駆動して局所的な振動を発生させることは十分に可能である。

10

【 0 0 4 3 】

各 P Z T 薄膜パターン 3 は平面サイズ (例えば、5 mm × 3 mm) に比べて厚み (例えば、10 ~ 50 μm) が薄いので、パネル面に垂直な膜厚方向よりもパネル面に平行な平面に沿って振動するため、駆動力の小さな薄膜小片のアクチュエータによっても可動パネルユニットの局所範囲を振動させることができる。ただしこの振動はパネル全体を大きく振動させるものではないので、マルチタッチ入力時でも、指ごとに異なる振動をフィードバックすることが可能である。このため、従来のタッチパネルでは難しかったバーチャルキーボードの個別キーごとのクリック感を提供することも可能である。

【 0 0 4 4 】

20

なお、上記実施例においては複数行複数列のパターンを設けたが、これに限らず、各領域の配置やサイズに規則を設ける必要はない。上下の少なくとも一方が複数の電極を有し、上下の電極が異なる組み合わせで重なる複数の領域を形成し、各領域において独立している圧電体が上下の電極に挟まれている圧電体素子ならばよい。各領域に圧電体が独立して存在しているため、互いに影響を与えずに制御が可能となる。例えば、電極の重なる領域をバーチャルキーボードの個別キーに対応させて配置やサイズを決めてもよい。ただし、表示画面にあわせ、さまざまな用途に対応可能という点では、上記実施例のような複数行複数列の配置が好ましい。位置検出及び振動駆動が上下の電極の組み合わせで行われることはどのような場合でも同様である。

【 0 0 4 5 】

30

図 6 は、本発明の実施例によるタッチパネル入力部 10 の製造方法を説明するための概略断面図である。

【 0 0 4 6 】

本実施例では、厚み 650 μm の 6 インチシリコン (Si) ウエハを P Z T 膜の成長基板 21 として用いた。本発明では基板 21 の具体的種類に制限はないが、Si ウエハおよび SOI ウエハのいずれかを用いることが好ましい。

【 0 0 4 7 】

図 6 (A) に示すように、まず Si ウエハ 21 の表面に電気炉加熱で膜厚 0.5 μm の熱酸化膜 22 を形成した後、その上に、マグネトロンスパッタ装置にて、成膜圧力 0.4 Pa、基板加熱温度 300、RF パワー 500 W で TiO₂ をスパッタし、膜厚 0.1 μm の酸化チタン (TiO₂) 薄膜 (第 1 密着層) 23 を形成する。なお、第 1 密着層 23 としては、TiO₂ 以外にも、ZrO₂、RuO₂、IrO₂ を用いることができる。

40

【 0 0 4 8 】

TiO₂ 薄膜 23 を形成後、引き続き、同装置によって Ti を DC パワー 1 kW でスパッタし、膜厚 0.02 μm の Ti 薄膜 (第 2 密着層) 24 を形成する。その後、図 6 (B) に示すように、Ti 薄膜 24 の一部の領域にのみ、集光した高出力のレーザビームを照射する。するとレーザ照射された領域の Ti 薄膜 24 がアブレーション効果によって蒸発・消失する。その結果、図 6 (C) に示すように、TiO₂ 薄膜 23 上に Ti 薄膜 24 のパターンが形成される。例えば、Ti 薄膜 24 形成済みの基板 21 の Ti 表面に 300 mJ · cm² のエネルギーを有する矩形状のエキシマレーザ (248 nm) を一領域の大き

50

さ5 mm×3 mm角でステップ&リピート方式で照射し、その領域のTi薄膜24をアブレーションによって蒸発・消去する。なお、この時の一領域の大きさが後の各PZT薄膜パターン3の大きさとなる。照射領域の位置合せは基板21の外形(オリエンテーションフラット部、ノッチ等)を基準にX-Yステージで同基板21を移動させて実施する。なお、領域間のスペースは0.2 mmとする。

【0049】

本実施例で使用するレーザーとしては、エキシマレーザー(XeF: 351 nm、XeCl: 308 nm、KrF: 248 nm、KrCl: 222 nm、ArF: 193 nm等)およびNd:YAGレーザーの3倍高調波(355 nm)、4倍高調波(266 nm)であって、光出力が数100 mJ/cm²と高出力のものが必要となる。

10

【0050】

また、使用されるレーザービームの形状と大きさは、素子デザインに対応して円形、矩形、線形などのさまざまなビームプロファイルに変更可能であることが好ましい。一般的に、ビームサイズが大きい場合にはエキシマレーザーが、小さい場合にはNd:YAGレーザーが適しているが、集光光学系によってビームプロファイルを変更可能であるので、上記2種のレーザーのどちらを用いても本質的に差はない。

【0051】

なお、第2密着層24としては、Ti以外にも、Zr、Ru、Ir、Au、Cu、Ni等を用いることができる。

【0052】

20

次に、基板21を洗浄して、図6(D)に示すように、成長下地層として白金(Pt)薄膜25をマグネトロンスパッタ法により形成する。Ti薄膜24のパターンは潜像となり、最表面にはPt薄膜25が基板21上全面を覆う形となる。具体的には、マグネトロンスパッタ装置にて、PtをDCパワー500 Wでスパッタし、膜厚0.15 μmのPt薄膜25を形成する。成膜条件は、例えば、圧力0.4 Pa、基板加熱温度300 とする。なお、成長下地層25としては、Pt以外にも、Ir、SrRuO₃、LaNiO₃又はそれらの積層体を用いることができる。

【0053】

その後、図6(E)に示すように、反応性アーク放電イオンプレーティング(ADRI P)法(特開2001-234331号公報、特開2002-177765号公報、および特開2003-81694号公報を参照)によってPb(Zr_xTi_{1-x})O₃(x=0.5)のPZT薄膜3aを成長させる。この成膜時にはPt薄膜25が基板21全面に渡って露出しているため、結晶性の良いPZT薄膜3aが成長する。例えば、成膜時の圧力は0.1 Pa、基板温度は550 で、PZT膜3aの膜厚は3~20 μmとする。

30

【0054】

次に、図6(F)に示すように、PZT薄膜3aを成長させた基板(PZT薄膜成長基板)21を、透明電極パターン2が形成された保護フィルムシート1に接着する。保護フィルムシート1は、例えば、ポリエチレンテレフタレート(PET)等からなる。ここでは、PZT薄膜成長基板21をプラズマ洗浄によって表面を活性化した後に、同様にプラズマ洗浄によって表面を活性化された透明電極付き保護フィルムシート1に接着する(表面活性化接合)。なお、保護フィルムシート1は予めガラス(又は樹脂)基板(図示しない)に仮接着されて支持されている。

40

【0055】

その後、基板21ごとPZT薄膜3aを含む薄膜層に超音波処理またはヒートショック処理を施す。例えば、基板21ごとイソプロピルアルコール(IPA)溶液の入った容器の中に浸し、その容器ごと超音波洗浄槽にいれて1 kWの超音波処理を5分間実施すると、密着層であるTi薄膜24が除去された領域(レーザー照射によってTi薄膜24を除去した部分)において、Pt/TiO₂界面からPt薄膜25ごとPZT薄膜3aが剥離し、図6(G)に示すように、保護フィルムシート1上にPZT薄膜3aのセルフリフトオフによる剥離転写パターンが形成される。

50

【 0 0 5 6 】

続いて、図 6 (H) に示すように、 P Z T 薄膜パターン 3 上の P t 薄膜 2 5 をドライエッチングで除去して、透明な圧電 P Z T 薄膜パターン 3 が保護フィルムシート 1 の透明電極パターン 2 上に形成される。

【 0 0 5 7 】

最後に図 6 (I) に示すように、 P Z T 薄膜パターン 3 が形成された保護フィルムシート 1 を透明電極パターン 4 が形成されたタッチパネルガラス基板 5 に接着し、仮接着していた支持基板 (図示せず) を剥離する。ここでは、 P Z T 薄膜パターン 3 が形成された保護フィルムシート 1 をプラズマ洗浄によって表面を活性化した後、同様にプラズマ洗浄によって表面を活性化された透明電極パターン 4 が形成されたタッチパネルガラス基板 5 に接着する (表面活性化接合) 。これを、表示ディスプレイのサイズにカットして制御回路 7 (図 2) とフレキシブルテープ等を介して電氣的に接続し、タッチパネル入力部 1 0 が完成する。なお、成長に使用したシリコンウエハ 2 1 は残存する薄膜層をエッチング除去し、最表面のみ研磨加工することにより、 P Z T 薄膜の成長基板として繰り返し利用可能であるので、ランニングコストが非常に安い。

【 0 0 5 8 】

以上、本発明の実施例によれば、圧電アクチュエータとしての能力が高い鉛系ペロブスカイト型酸化物 (例えば、 P Z T 、 P L Z T 等) の薄膜 (膜厚 : 数 1 0 μ m) を連続した 1 枚のシートではなく、数 mm 角のパターンの集合体としてタッチパネル部材に貼り付けて透明電極パターンを形成する。したがって、表示ディスプレイの表示領域上に配置できるほど透明性が高く、かつ、使用者のタッチ入力位置および押し圧の強さを検出することができ、さらに、入力位置に限定された振動によって操作感、クリック感を使用者へ伝える触覚フィードバック機能を持った優れたタッチパネル入力装置を提供することが可能である。

【 0 0 5 9 】

また、本発明の実施例によれば、パネル面に接触しているユーザの指先に触覚を発生させるために、可動パネルユニットを、局所的に、そのパネル面に垂直な方向にではなく、そのパネル面に平行な平面に沿って振動させるようにしたため、駆動力の小さな薄膜小片のアクチュエータによっても可動パネルユニットの局所範囲を振動させることができ、そのパネル面で空気を振動させることもない。そのため、操作する使用者の指先に触覚を発生させるようにしたタッチパネルディスプレイ装置を、小型化、薄型化、及び軽量化が容易で、消費電力が少なく、また静音化の容易なものとすることができる。

【 0 0 6 0 】

なお、上述の実施例では、シリコンウエハを P Z T 膜の成長基板 2 1 として用いたが、ステンレス板を用いることも可能である。例えば、厚み 0 . 3 mm 、大きさが 3 5 0 mm \times 2 5 0 mm 角のステンレス板上に、上述の実施例と同様の手法 (ただし、熱酸化膜形成工程を除く) で T i 薄膜 2 4 の潜像パターンおよび P Z T 膜の成長を実施することが可能である。ステンレス板の場合、 P Z T 成膜の熱履歴の影響で繰り返し利用は難しいが、シリコンウエハに比べて圧倒的に価格が安いので、産業応用上特に問題になることはない。

【 0 0 6 1 】

また、上述の実施例では、超音波処理により P t 薄膜 2 5 の剥離を行ったが、ヒートショックサイクルにより剥離を行うこともできる。この場合、例えば、 1 5 0 環境から - 4 0 環境へのヒートショックサイクルを数回繰り返すことで、 P t 薄膜 2 5 を剥離することができる。

【 0 0 6 2 】

なお、 P Z T 薄膜パターン 3 の周囲をシリコン系の透明樹脂等で埋めるようにしてもよい。

【 0 0 6 3 】

以上実施例に沿って本発明を説明したが、本発明はこれらに制限されるものではない。例えば、種々の変更、改良、組み合わせ等が可能なことは当業者に自明であろう。

10

20

30

40

50

【符号の説明】

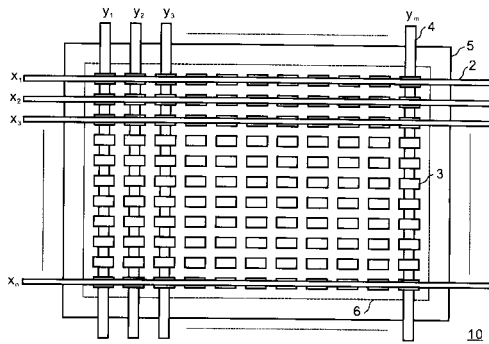
【0064】

- 1 透明保護フィルムシート
- 2 x方向透明電極
- 3 PZT薄膜パターン
- 4 y方向透明電極
- 5 タッチパネルガラス
- 6 表示エリア
- 7 制御回路
- 10 タッチパネル入力部
- 11 ダンパー
- 12 機器筐体
- 13 表示部
- 14 空間
- 21 成長基板
- 22 熱酸化膜
- 23 TiO₂薄膜
- 24 Ti薄膜
- 25 Pt薄膜
- 100 タッチパネル

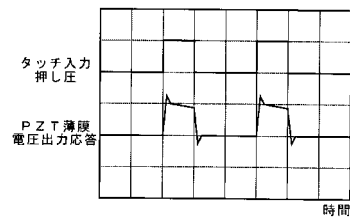
10

20

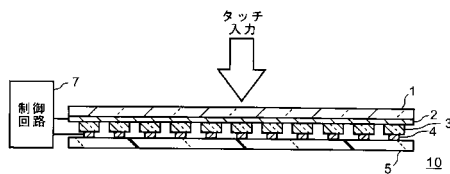
【図1】



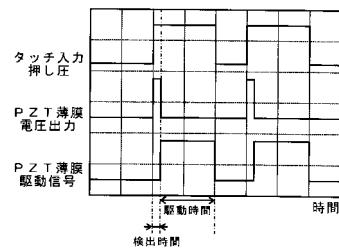
【図4】



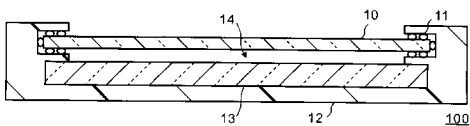
【図2】



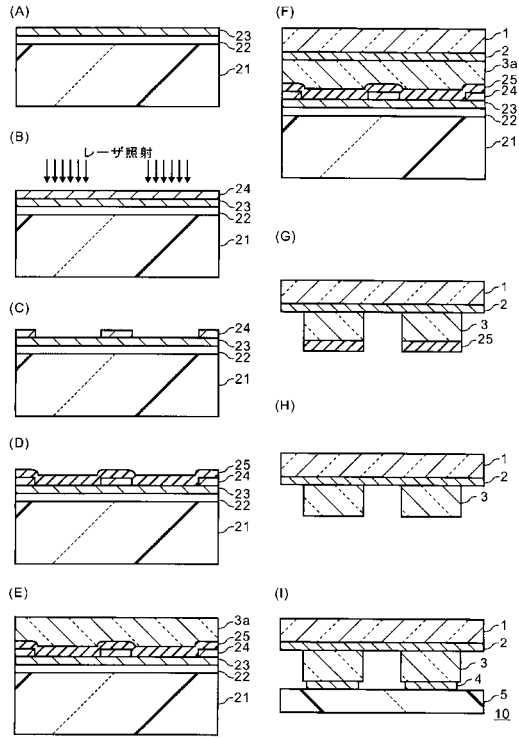
【図5】



【図3】



【図6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-081694(JP,A)
特開2006-245094(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 3/041 - 3/047

H01L 41/00 - 41/26