

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6048529号
(P6048529)

(45) 発行日 平成28年12月21日(2016.12.21)

(24) 登録日 平成28年12月2日(2016.12.2)

(51) Int.Cl.	F I				
HO 1 B 5/14 (2006.01)	HO 1 B	5/14	A		
B 3 2 B 9/00 (2006.01)	B 3 2 B	9/00	A		
B 3 2 B 15/04 (2006.01)	B 3 2 B	15/04	Z		
C 2 3 C 14/08 (2006.01)	C 2 3 C	14/08	K		
C 2 3 C 14/06 (2006.01)	C 2 3 C	14/06	N		
請求項の数 5 (全 27 頁) 最終頁に続く					

(21) 出願番号	特願2015-83559 (P2015-83559)	(73) 特許権者	000003067
(22) 出願日	平成27年4月15日(2015.4.15)		TDK株式会社
(65) 公開番号	特開2016-12555 (P2016-12555A)		東京都港区芝浦三丁目9番1号
(43) 公開日	平成28年1月21日(2016.1.21)	(74) 代理人	100088155
審査請求日	平成28年5月31日(2016.5.31)		弁理士 長谷川 芳樹
(31) 優先権主張番号	特願2014-113829 (P2014-113829)	(74) 代理人	100113435
(32) 優先日	平成26年6月2日(2014.6.2)		弁理士 黒木 義樹
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100124062
早期審査対象出願			弁理士 三上 敬史
		(74) 代理人	100145012
			弁理士 石坂 泰紀
		(72) 発明者	大川 秀一
			東京都港区芝浦三丁目9番1号 TDK株式会社内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 透明導電性フィルム及びタッチパネル

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

透明基体と、該透明基体の上に透明導電膜と、を備える透明導電性フィルムであって、前記透明導電膜は、金属薄膜と当該金属薄膜を挟持する一対の金属酸化物薄膜とを有する3層構造を備えており、

前記一対の金属酸化物薄膜に含まれる金属元素は主としてTi、Nb又はSn、及びZnであり、

Ti、Nb又はSn、及びZnのそれぞれの含有率は、これらの合計を基準として10~80mol%である透明導電性フィルム。

【請求項2】

前記一対の金属酸化物薄膜に含まれる前記金属元素は主としてTi、Nb及びZnであり、

前記一対の金属酸化物薄膜のうち、Tiの含有率をX、Nbの含有率をY、及びZnの含有率をZとしたとき、 $26X + 23Y + 21Z$ の値の小さい方が大きい膜厚を有する、請求項1に記載の透明導電性フィルム。

【請求項3】

前記一対の該金属酸化物薄膜に含まれる前記金属元素は主としてTi、Sn及びZnであり、

前記一対の金属酸化物薄膜のうち、Tiの含有率をX、Snの含有率をW、Znの含有率をZとしたとき、 $26X + 19W + 21Z$ の値の小さい方が大きい膜厚を有する、請求

項 1 に記載の透明導電性フィルム。

【請求項 4】

前記金属薄膜の膜厚は 5 ~ 11 nm であり、前記一对の金属酸化物薄膜の膜厚はそれぞれ 20 ~ 50 nm である、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の透明導電性フィルム。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の透明導電性フィルムを備えるタッチパネル。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、透明導電性フィルム及びその透明導電性フィルムを用いたタッチパネルに関する。 10

【背景技術】

【0002】

透明導電膜としてITO（酸化インジウムスズ）が広く使われている。近年、タッチパネルでは感度向上及び大面積化のために、例えば、透過率を85%以上に保ちつつ、50 / sq. 以下の低い表面抵抗を有する透明導電膜が要求されている。

【0003】

しかし、膜厚が約20nmであるITO膜の表面抵抗は100 / sq. 程度であり、上述の要求を満たせない。このため、ITO代替の動きが加速している。ITO膜を凌駕する低抵抗を実現するものとしてサンドイッチ型透明導電膜がある（例えば、特許文献 1 ~ 2 参照）。このタイプの透明導電膜は、金属薄膜を金属酸化物薄膜で挟むことによっ 20

【0004】

サンドイッチ型透明導電膜に用いる金属酸化物薄膜として酸化亜鉛（ZnO）をベースとしたものが提案されている。主材料であるZnO以外の成分である各種の酸化物等の種類、含有量を調整することによって、高い透過率に加えて、十分に低い表面抵抗、及び十分な耐環境性を付与することができる。

【0005】

ところが、特許文献1の図2に示された分光透過率では、短波長及び長波長において透過率が低下している。サンドイッチ型透明導電膜は干渉効果を利用しているため、このよ 30

【0006】

このような色調の変化を抑制するために、特許文献2では、金属薄膜と金属酸化物薄膜との積層構造からなる透明導電膜において、その透明導電膜の補色となる色素を透明基体に含有させること、又は透明基体の表面に塗布すること等によって透過色の色調補正を実現している。しかし、特許文献2の構成では、色素を用いて特定波長の光を吸収することによって透過色の色調を調整しているため、膜全体としての透過率は低下してしまう。この特許文献2に記載された技術によって透過率を高くすることは困難である。

【0007】 40

透明導電膜を、例えばタッチパネルのようなデバイスに組み込む際は、多くの場合、引き出し配線を透明導電膜に接続する。その際、引き出し配線と透明導電膜との導通を良好にするためには、金属酸化物薄膜がその表面において安定した抵抗値を示す必要がある。

【0008】

また、従来は透明基体としてガラスを適用したものが多いが、大面積化すると重量が増加し、また落とした際に割れやすいという問題が起きる。よって割れにくく軽い樹脂フィルムを透明基体として適用することが有利である。このような薄い樹脂フィルムを適用する場合、樹脂フィルムを屈曲した際に表面抵抗値の上昇、ヘイズの上昇、及び透過率の低下が生じる確率が高くなる。したがって、透明導電性フィルムの大面積化を実現するためには、曲げて特性変化が生じない高い屈曲性を同時に実現する必要がある。これに加え 50

て、樹脂フィルムはガラスなどに比べ湿度などの環境により膨潤などが生じやすく、その上に成膜した透明導電膜の抵抗値及び色調などが経時的に劣化する懸念がある。よって水分などの環境物質の透過を防ぐバリア性能を併せ持たせる必要がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開平09-176837号公報

【特許文献2】特開2000-147244号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0010】

本発明は、一つの側面において、最表面にて安定した抵抗値を示し、高い屈曲性と高い耐環境性を有する透明導電性フィルムを提供することを課題とする。また、本発明は、別の側面において、上記透明導電性フィルムを用いることによって、上述の特性に優れるタッチパネルを提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

このような課題に対し、本発明者らは鋭意検討を行った。その結果、金属薄膜を金属酸化物薄膜で挟持した3層構造を有する透明導電膜が透明基体上に形成された透明導電性フィルムにおいて、金属酸化物薄膜の屈折率が高くなるように酸化物材料の組成比を所定範囲に調整することを試みた。その結果、金属酸化物薄膜の最表面にて安定した抵抗値を示し、高い屈曲性と高い耐環境性を併せ持つ、極めて実用性の高い透明導電性フィルムが得られることを見出した。更に、金属酸化物薄膜を所定の膜厚範囲内で形成することによって、金属薄膜が例えば $50 \text{ } \Omega / \text{sq}$ 以下の表面抵抗を得るために必要な所定の厚み以上であっても、透過率の波長依存性が小さく且つ高い透過率が得られることを見出した。また、これによって低抵抗と高い色再現性が実現されることを見出した。

20

【0012】

更に、本発明者らは、この透明導電性フィルムを用いることで、極めて色再現性の高いタッチパネルが得られることを見出した。このようにして、本発明を完成するに至った。

【0013】

30

すなわち、本発明は、一つの側面において、透明基体と、該透明基材の上に透明導電膜と、を備える透明導電性フィルムであって、透明導電膜は、金属薄膜と当該金属薄膜を挟持する一对の金属酸化物薄膜とを有する3層構造を備えており、一对の金属酸化物薄膜に含まれる金属元素は主としてTi、Nb又はSn、及びZnであり、Ti、Nb又はSn、及びZnのそれぞれの含有率は、これらの合計を基準として10~80mol%である透明導電性フィルムを提供する。

【0014】

このような透明導電性フィルムは、最表面にて安定した抵抗値を示すとともに、高い屈曲性と高い耐環境性とを併せ持つことから、極めて高い実用性を有する。

【0015】

40

上記一对の金属酸化物薄膜に含まれる上記金属元素が主としてTi、Nb及びZnである場合、一对の金属酸化物薄膜のうち、Tiの含有率をX、Nbの含有率をY、及びZnの含有率をZとしたとき、 $26X + 23Y + 21Z$ の値の小さい方が大きい膜厚を有していてもよい。これによって、上記の諸特性に加えて、屈折率のバランスにより色再現性をも十分に向上することができる。

【0016】

上記一对の該金属酸化物薄膜に含まれる上記金属元素が主としてTi、Sn及びZnである場合、一对の金属酸化物薄膜のうち、Tiの含有率をX、Snの含有率をW、Znの含有率をZとしたとき、 $26X + 19W + 21Z$ の値の小さい方が大きい膜厚を有していてもよい。これによって、上記の諸特性に加えて、屈折率のバランスにより色再現性をも

50

十分に向上することができる。

【0017】

金属薄膜の膜厚は5～11nmであってもよい。一对の金属酸化物薄膜の膜厚はそれぞれ20～50nmであってもよい。このような構造とすることによって、上記の諸特性に加えて、初期の表面抵抗を十分低くするとともに、色再現性を一層向上することができる。

【0018】

本発明は、別の側面において、上述の透明導電性フィルムを備えるタッチパネルを提供する。このタッチパネルは、上述の透明導電性フィルムを備えることから、優れた特性及び耐久性を有する。

【発明の効果】

【0019】

本発明の透明導電性フィルムは、ITO膜を形成した透明導電性フィルムと同等の透過率を有しつつ、ITO膜を形成した透明導電性フィルムでは得られないような、最表面における抵抗安定性を実現できる。また、薄い樹脂フィルムの透明基体を用いた場合に、曲げてクラックなどが生じない高い屈曲性を実現することができる。また、湿度などの影響による経時的な特性劣化を十分に抑制することができる。したがって、長期にわたり高い性能を維持することが可能である。また、透過色の色調を殆ど損なわない高い色再現性を実現することも可能であることから、軽量性及びフレキシブル性が求められるタッチパネルなどの用途に好適である。

【0020】

本発明の透明導電性フィルムは、タッチパネル以外に、液晶ディスプレイ、エレクトロルミネッセンスディスプレイ、太陽電池パネル用などの透明電極として適用できる。また熱線遮断、電磁波遮蔽、透明発熱体等の用途にも適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る透明導電性フィルムの基本構造を示す模式断面図である。

【図2】図1の透明導電性フィルムの変形例を示す模式断面図である。

【図3】図1の透明導電性フィルムの別の変形例を示す模式断面図である。

【図4】本発明の第2の実施形態に係る透明導電性フィルムの構造を示す模式断面図である。

【図5】本発明の第3の実施形態に係る透明導電性フィルムの構造を示す模式断面図である。

【図6】本発明の第4の実施形態に係る、パターンが形成された透明導電性フィルムの模式断面図である。

【図7】本発明のタッチパネルの一実施形態を示す模式断面図である。

【図8】本発明のタッチパネルの別の実施形態を示す模式断面図である。

【図9】本発明の透明導電性フィルムを用いて作製されたタッチパネルのマトリクス形状の1例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら説明する。ただし、以下の実施形態は、本発明を説明するための例示であり、本発明を以下の内容に限定する趣旨ではない。説明において、同一要素又は同一機能を有する要素には同一符号を用い、場合により重複する説明は省略する。また、上下左右等の位置関係は、特に断らない限り、図面に示す位置関係に基づくものとする。更に、図面の寸法比率は図示の比率に限られるものではない。

【0023】

図1は、第1の実施形態である透明導電性フィルムの模式断面図である。図1の透明導

10

20

30

40

50

電性フィルム10aは、透明基体12の一方面（一方の主面）上に、透明導電膜60を備える。透明導電膜60は、金属薄膜16とこれを挟持する一対の金属酸化物薄膜15、18とを有する。すなわち、透明導電膜60は、透明基体12側から、第1の金属酸化物薄膜15と、金属薄膜16と、第2の金属酸化物薄膜18とがこの順で積層された3層構造を有する。第1の金属酸化物薄膜15と第2の金属酸化物薄膜18（以下、纏めて「金属酸化物薄膜15及び18」という場合もある。）は、同一の膜厚で形成されている。第1の金属酸化物薄膜15と第2の金属酸化物薄膜18の組成は、同一であってもよく、互いに異なってもよい。

【0024】

図2は、第1の実施形態の変形例である透明導電性フィルム10bの模式断面図である。図2の透明導電性フィルム10bは、透明基体12と第1の金属酸化物薄膜15との間に機能性樹脂層13が設けられている点で、図1の透明導電性フィルム10aと異なる。すなわち、透明導電性フィルム10bは、透明基体12と透明導電膜60との間に機能性樹脂層13を有する。機能性樹脂層13は、透明基体12の硬度又は強度を向上させる作用を有する。機能性樹脂層13としては、例えば、（メタ）アクリロイル基、ビニル基等のエネルギー線反応性基を有する硬化性化合物を含む樹脂組成物を含む。

10

【0025】

硬化性化合物は、例えばアクリル系モノマーを含有する。アクリル系モノマーとしては、具体的には、1,6-ヘキサジオールジ（メタ）アクリレート、トリエチレングリコールジ（メタ）アクリレート、エチレンオキサイド変性ビスフェノールAジ（メタ）アクリレート、トリメチロールプロパントリ（メタ）アクリレート、トリメチロールプロパンエチレンオキサイド変性トリ（メタ）アクリレート、トリメチロールプロパンプロピレンオキサイド変性トリ（メタ）アクリレート、ペンタエリスリトールテトラ（メタ）アクリレート、ジトリメチロールプロパンテトラ（メタ）アクリレート、ジペンタエリスリトールペンタ（メタ）アクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサ（メタ）アクリレート、ペンタエリスリトールトリ（メタ）アクリレート、及び3-（メタ）アクリロイルオキシグリセリンモノ（メタ）アクリレート等が挙げられる。ただし、必ずしもこれらに限定されるものではない。例えば、ウレタン変性アクリレート、及びエポキシ変性アクリレート等も挙げられる。

20

【0026】

硬化性化合物は、例えばビニル基を有する化合物を含有する。ビニル基を有する化合物としては、具体的には、エチレングリコールジビニルエーテル、ペンタエリスリトールジビニルエーテル、1,6-ヘキサジオールジビニルエーテル、トリメチロールプロパンジビニルエーテル、エチレンオキサイド変性ヒドロキノンジビニルエーテル、エチレンオキサイド変性ビスフェノールAジビニルエーテル、ペンタエリスリトールトリビニルエーテル、ジペンタエリスリトールヘキサビニルエーテル、及び、ジトリメチロールプロパンポリビニルエーテル等が挙げられる。ただし、必ずしもこれらに限定されるものではない。

30

【0027】

樹脂組成物は、硬化性化合物を紫外線によって硬化させる場合、光重合開始剤を含む。光重合開始剤としては、種々のものを用いることができる。例えば、アセトフェノン系、ベンゾイン系、ベンゾフェノン系、及びチオキサントン系等の公知の化合物から適宜選択すればよい。より具体的には、ダロキュア1173、イルガキュア651、イルガキュア184、イルガキュア907（以上商品名、BASFジャパン株式会社製）、及び、KAYACURE DETX-S（商品名、日本化薬株式会社製）が挙げられる。

40

【0028】

光重合開始剤は、硬化性化合物に対して、0.01～20質量%、又は0.5～5質量%程度の割合で配合すればよい。樹脂組成物は、アクリル系モノマーに光重合開始剤を配合した公知のものであってもよい。アクリル系モノマーに光重合開始剤を配合したものとしては、例えば、紫外線硬化型樹脂であるSD-318（商品名、DIC株式会社製）、

50

及び、XNR5535（商品名、長瀬産業株式会社製）等が挙げられる。

【0029】

樹脂組成物は、塗膜の強度を高めること、及び/又は、屈折率を調整すること等のために、有機微粒子及び/又は無機微粒子を含んでいてもよい。有機微粒子としては、例えば、有機珪素微粒子、架橋アクリル微粒子、及び架橋ポリスチレン微粒子等が挙げられる。無機微粒子としては、例えば、酸化珪素微粒子、酸化アルミニウム微粒子、酸化ジルコニウム微粒子、酸化チタン微粒子、及び酸化鉄微粒子等が挙げられる。これらのうち、酸化珪素微粒子が好ましい。

【0030】

微粒子は、その表面がシランカップリング剤で処理され、（メタ）アクリロイル基、及び/又はビニル基等のエネルギー線反応性基が表面に膜状に存在しているものも好ましい。このような反応性を有する微粒子を用いると、エネルギー線照射の際に、微粒子同士が反応したり、微粒子と多官能モノマー又はオリゴマーとが反応したりして、膜の強度を強くすることができる。（メタ）アクリロイル基を含有するシランカップリング剤で処理された酸化珪素微粒子が好ましく用いられる。

10

【0031】

微粒子の平均粒径は、機能性樹脂層13の厚みよりも小さく、十分な透明性を確保する観点から、100nm以下であってもよく、20nm以下であってもよい。一方、コロイド溶液の製造上の観点から、5nm以上であってもよく、10nm以上であってもよい。有機微粒子及び/又は無機微粒子を用いる場合、有機微粒子及び無機微粒子の合計量は、硬化性化合物100質量部に対して、例えば5～500質量部であってもよく、20～200質量部であってもよい。

20

【0032】

エネルギー線で硬化する樹脂組成物を用いると、紫外線等のエネルギー線を照射することによって、樹脂組成物を硬化させることができる。したがって、このような樹脂組成物を用いることが製造工程上の観点からも好ましい。

【0033】

機能性樹脂層13は、樹脂組成物の溶液又は分散液を、透明基体12の一方面上に塗布して乾燥し、樹脂組成物を硬化させて作製することができる。この際の塗布は、公知の方法により行うことができる。塗布方法としては、例えば、エクストルージョンノズル法、ブレード法、ナイフ法、パーコート法、キスコート法、キスリパース法、グラビアロール法、ディップ法、リバースロール法、ダイレクトロール法、カーテン法、及びスクイズ法などが挙げられる。

30

【0034】

機能性樹脂層13の厚みは、例えば0.5～10μmである。厚みが10μmを超えると、厚みムラやシワなどが生じ易くなる傾向にある。一方、厚みが0.5μmを下回ると、透明樹脂基材11中に可塑剤又はオリゴマー等の低分子量成分が相当量含まれている場合に、これらの成分のブリードアウトを十分に抑制することが困難になる場合がある。

【0035】

図3は、第1の実施形態の別の変形例である透明導電性フィルム10cの模式断面図である。図3の透明導電性フィルム10cは、機能性樹脂層13と第1の金属酸化物薄膜15との間に、密着層14が更に設けられている点で、図2の透明導電性フィルム10bと異なる。すなわち、透明導電性フィルム10cは、透明基体12と透明導電膜60との間に、透明基体12側から機能性樹脂層13と密着層14とをこの順で有する。密着層14は、機能性樹脂層13と第1の金属酸化物薄膜15との密着性を向上させる作用を有する。

40

【0036】

図4は、第2の実施形態である透明導電性フィルム20aの模式断面図である。図4の透明導電性フィルム20aは、透明基体12の一方面上に透明導電膜60aを備える。透明導電膜60aは、透明基体12側から、第1の金属酸化物薄膜15と、金属薄膜16と

50

、第2の金属酸化物薄膜18aとがこの順で積層されている3層構造を有する。第1の金属酸化物薄膜15は、第2の金属酸化物薄膜18aよりも厚く形成されている。このように、第1の金属酸化物薄膜15と第2の金属酸化物薄膜18aの膜厚は互いに異なってもよい。

【0037】

図5は、第3の実施形態である透明導電性フィルム20bの模式断面図である。透明導電性フィルム20bは、透明基体12の一方面上に、透明導電膜60bを備える。透明導電膜60bは、透明基体12側から、第1の金属酸化物薄膜15aと、金属薄膜16と、第2の金属酸化物薄膜18とがこの順に積層されている3層構造を有する。第1の金属酸化物薄膜15aは、第2の金属酸化物薄膜18よりも薄く形成されている。

10

【0038】

図6は、第4の実施形態である透明導電性フィルム30の模式断面図である。透明導電性フィルム30には、図6のようにパターンが形成されていてもよい。透明導電性フィルム30は、第1の金属酸化物薄膜15と、金属薄膜16と、第2の金属酸化物薄膜18とがこの順に積層された透明導電膜60からなる透明導電部32と絶縁部34が形成されている。つまり、透明導電部32には透明導電膜60が存在するのに対し、絶縁部34には透明導電膜60が存在しない。透明導電性フィルム30は、例えば、図1の透明導電性フィルム10aにおける透明導電膜60の一部をエッチングすることによって得ることができる。

【0039】

本明細書における「透明」とは、可視光が透過することを意味しており、光をある程度散乱してもよい。光の散乱度合いについては、透明導電性フィルムの用途によって要求されるレベルが異なる。一般に半透明といわれるような光の散乱があるものも、本明細書における「透明」の概念に含まれる。光の散乱度合いは小さい方が好ましく、透明性は高い方が好ましい。

20

【0040】

図1～図6に示すように、透明導電性フィルム10a(10b, 10c, 20a, 20b, 30)は、金属薄膜16(銀系薄膜)を金属酸化物薄膜15, 18(18a)にて挟持する3層構造の透明導電膜60(60a, 60b)が透明基体12の少なくとも片面に形成されている。そして、金属酸化物薄膜15, 18(18a)中に含まれる金属元素は主としてTiとNbとZn、又はTiとSnとZnであり、かつそれぞれの金属元素の含有率が10mol%以上80mol%以下である。2つの金属酸化物薄膜15, 18(18a)が、金属薄膜16の両側に形成されていてもよい。金属薄膜16の膜厚は例えば5nm以上11nm以下である。金属酸化物薄膜15, 18(18a)の膜厚は例えば20nm以上50nm以下である。図1～図6に示す各透明導電性フィルムの各部材の材質、形状について説明する。

30

【0041】

<透明基体>

透明基体12としては、ソーダライムガラス、無アルカリガラス、石英ガラスなどの無機化合物成形物を用いることができる。軽く且つ割れにくくする観点から、高分子成形物がより好適に使用できる。高分子成形物は可視波長領域において透明であればよい。高分子としては、例えばポリエチレンテレフタレート、ポリエーテルサルフォン、ポリスチレン、ポリエチレンナフタレート、ポリアリレート、ポリエーテルエーテルケトン、ポリカーボネート、ポリエチレン、ポリプロピレン、ナイロン6等のポリアミド、ポリイミド、トリアセチルセルロース等のセルロース系樹脂、ポリウレタン、ポリテトラフルオロエチレン等のフッ素系樹脂、ポリ塩化ビニル等のビニル化合物、ポリアクリル酸、ポリアクリル酸エステル、ポリアクリロニトリル、ビニル化合物の付加重合体、ポリメタクリル酸、ポリメタクリル酸エステル、ポリ塩化ビニリデン等のビニリデン化合物、フッ化ビニリデン/トリフルオロエチレン共重合体、エチレン/酢酸ビニル共重合体等のビニル化合物又はフッ素系化合物の共重合体、ポリエチレンオキシド等のポリエーテル、エポキシ樹脂、

40

50

ポリビニルアルコール、及びポリビニルブチラール等が挙げられる。ただし、高分子は、これらに限定されるものではない。上述の1種を単独で、又は2種以上を組み合わせてもよい。

【0042】

透明な高分子成形物は、主面が平滑であれば板状であってもフィルム状であってもよい。フレキシブル性に富むフィルム状のものは特に好適に使用できる。透明基体12の厚みは特に限定はされない。例えば高分子成形物であれば25~200 μm 、好ましくは50~188 μm である。無機化合物成形物であれば、0.1~1mm、好ましくは0.3~0.7mmである。透明基体12の厚みが薄すぎるとハンドリングし難くなる傾向にある。逆に厚すぎると透明基体12が重くなると同時にコストアップする傾向にある。

10

【0043】

透明基体12の表面には、図2に示すように、透明基体12の硬度又は強度を向上させる作用を有する機能性樹脂層13が形成されていてもよい。図3に示すように、機能性樹脂層13と第1の金属酸化物薄膜15との密着性を向上させる機能を有する密着層14がさらに形成されていてもよい。機能性樹脂層13及び密着層14の材質や膜厚等は、機能に応じて適宜調整可能である。

【0044】

<金属酸化物薄膜>

金属酸化物薄膜15, 18は、主たる金属元素としてTi、Nb及びSnの一方、並びにZnを含む。主たる金属元素としてNbを含む場合、それぞれの金属元素の含有率は、Ti、Nb、及びZnの合計を基準として10~80mol%である。主たる金属元素としてSnを含む場合、それぞれの金属元素の含有率は、Ti、Sn、及びZnの合計を基準として10~80mol%である。このような組成範囲とすることにより、表面抵抗の安定性、耐環境性及び屈曲性の全てに優れる透明導電性フィルムとすることができる。

20

【0045】

金属酸化物薄膜15, 18は、酸化チタン、酸化ニオブ又は酸化スズ、及び酸化亜鉛を含有する。酸化チタンは、例えばTiO₂である。酸化ニオブは例えばNb₂O₅である。酸化スズは、例えばSnO₂である。酸化亜鉛は、例えばZnOである。各金属酸化物における金属原子と酸素原子の比は、化学量論比からずれていてもよい。各金属元素の含有量は、例えば蛍光X線分析によって求めることができる。

30

【0046】

また、金属酸化物薄膜の膜厚は20~50nmとすることが好ましい。金属酸化物薄膜の膜厚が、20nm未満であるか、又は50nmより大きい場合には、金属薄膜で生じる反射光を透過光に変換するための光干渉効果が最適な条件から外れてしまう場合がある。このため、透過光の色調変化を抑制しきれず、色再現性が低下する場合がある。

【0047】

透明導電性フィルム10a(10b, 10c, 20a, 20b, 30)を構成する各層の厚みは、以下の手順で測定することができる。集束イオンビーム装置(FIB, Focused Ion Beam)によって透明導電性フィルムを切断して断面を得る。透過電子顕微鏡(TEM)を用いて当該断面を観察し、各層の厚みを測定する。測定は、任意に選択された10箇所以上の位置で測定を行い、その平均値を求めることが好ましい。断面を得る方法として、集束イオンビーム装置以外の装置としてマイクロトームを用いてもよい。厚みを測定する方法としては、走査電子顕微鏡(SEM)を用いてもよい。また蛍光X線装置を用いても膜厚を測定することが可能である。

40

【0048】

Ti、Nb又はSn、及びZnの合計を基準とするTiの含有率が10mol%未満である場合、Ti添加によって得ようとしている水分等の環境物質に対するバリア性が低下してしまい、抵抗値及び透過率の経時的な劣化が生じてしまう。またTiは酸化物薄膜の屈折率を上げる効果も有するため、Tiの含有率が低いと酸化物薄膜の屈折率を上げることができない。このため、金属薄膜の膜厚が大きい場合における透過光の色調変化を抑制

50

しきれず、色再現性が悪化してしまう。一方、Tiの上記含有率が80mol%を超える場合は、後述するようにNb、Sn又はZnのいずれかの含有量が10mol%未満となってしまう、これらの元素で本来得ようとしている効果が得られなくなってしまう。

【0049】

Ti、Nb又はSn、及びZnの合計を基準とする、Nb又はSnの含有率が10mol%未満である場合、Nb又はSn添加によって金属酸化物薄膜を非晶質化させ、屈曲した際のクラック発生を抑制させる効果が弱まってしまい、耐屈曲性が低下してしまう。一方、Nb又はSnの上記含有率が80mol%を超える場合は、前述のTi又は後述のZnのどちらかの含有量が10mol%未満となってしまう、これらの元素で本来得ようとしている効果が得られなくなってしまう。

10

【0050】

Ti、Nb又はSn、及びZnの合計を基準とするZnの含有率が10mol%未満である場合、Zn添加によって膜に導電性を付与し、最表面における安定した抵抗値を持たせる効果が弱まってしまう。その結果、デバイスとして使用する際の引き出し配線との接続不良が生じてしまう。また、Znの上記含有率が80mol%を超える場合は、前述のTi、或いはNb又はSnのいずれかの含有量が10mol%未満となってしまう、これらの元素で本来得ようとしている効果が得られなくなってしまう。

【0051】

金属酸化物薄膜15、18が、主たる金属元素としてTiとNbとZnを含み、第1の金属酸化物薄膜15と第2の金属酸化物薄膜18との組成が異なる場合には、図4及び図5に示すように、透過色の色調変化が最小となるように、それぞれの薄膜を異なる膜厚で形成してもよい。具体的には、金属酸化物薄膜15、18のうち、 $26X + 23Y + 21Z$ で表される値が小さい方の膜厚を、当該値が大きい方の膜厚よりも厚くすることが好ましい。このパラメータは、主たる金属元素としてTiとNbとZnを含む金属酸化物薄膜15、18の屈折率と相関がある。このパラメータを用いて金属酸化物薄膜15、18の屈折率の大小関係を判定することができる。

20

【0052】

上記式のX、Y、Zは、それぞれ、Ti、Nb及びZnの合計を基準とする、Ti、Nb及びZnのモル基準の含有率である。上記式においてX、Y、Zに掛けあわせられる各係数は、金属酸化物薄膜15、18を主として構成する個々の酸化物の屈折率に対応する数値である。具体的には、各酸化物単体の屈折率を10倍して、小数点第一位を四捨五入したものである。

30

【0053】

金属酸化物薄膜15、18が、主たる金属元素としてTiとSnとZnを含み、第1の金属酸化物薄膜15と第2の金属酸化物薄膜18との組成が異なる場合には、図4及び図5に示すように、透過色の色調変化が最小となるように、それぞれの薄膜を異なる膜厚で形成してもよい。具体的には、金属酸化物薄膜15、18のうち、 $26X + 19W + 21Z$ で表される値が小さい方の膜厚を、当該値が大きい方の膜厚よりも厚くすることが好ましい。このパラメータは、主たる金属元素としてTiとSnとZnを含む金属酸化物薄膜15、18の屈折率と相関があり、このパラメータを用いて金属酸化物薄膜15、18の屈折率の大小関係を判定することができる。

40

【0054】

上記式のX、W、Zは、それぞれ、Ti、Sn及びZnの合計を基準とする、Ti、Sn及びZnのモル含有率である。上記式においてX、Y、Zに掛けあわせられる各係数は、金属酸化物薄膜15、18を主として構成する個々の酸化物の屈折率に対応する数値である。具体的には、各酸化物単体の屈折率を10倍して、小数点第一位を四捨五入したものである。

【0055】

金属酸化物薄膜15、18の成膜方法は、例えば各金属元素を構成元素とする酸化物ターゲットを用いたDCマグネトロンスパッタが挙げられる。成膜方法は、これに限定され

50

ず、プラズマ又はイオンビーム等を用いたその他の真空成膜法、或いは構成元素を適当なバインダーに分散した液体を用いたコーティング法などを適宜選択可能である。

【0056】

金属酸化物薄膜15, 18に含まれる金属元素は、上記に示したどちらかの組み合わせ、すなわち、TiとNbとZnの組み合わせか、又はTiとSnとZnの組み合わせが主体となっていればよく、他の微量の金属元素が含まれていてもよい。例えば、微量の金属元素として、Al、Mg、Th、Y、Hf、La、Si、Nd、Sb、In、Zr、Ta、Ce、W、Biなどが含まれていても、所望の効果をを得ることができる。これらの金属元素は酸化物として含まれていてもよい。全金属元素に対するTi、Nb又はSn、及びZnの合計含有率は、例えば95mol%以上であってもよく、98mol%以上であつてもよい。

10

【0057】

<金属薄膜>

本発明の金属薄膜16は、体積抵抗率の低い銀が主体となっていることが好ましい。膜厚は、5~11nm(5nm以上11nm以下)であることが好ましい。金属薄膜16が5nm未満である場合、50/sq.以下の表面抵抗が得られ難くなる傾向にある。一方、膜厚が11nmを超える場合、金属酸化物薄膜15, 18の高屈折率化が限界に達し、透過光の色調変化が抑制できず、色再現性が低下してしまう傾向にある。金属薄膜16は、例えばDCマグネトロンスパッタを用いて形成することができる。金属薄膜16の成膜方法は特に限定されず、プラズマ又はイオンビーム等を用いたその他の真空成膜法、或いは構成元素を適当なバインダーに分散した液体を用いたコーティング法などを適宜選択可能である。

20

【0058】

また、金属薄膜16の材質は銀が主体となっていればよく、他の微量の金属元素が含まれていてもよい。例えばCu、Nd、Pt、Pd、Bi、Sn、Sbなどが微量含有されると、銀の耐環境性が向上する。銀とこれらの微量の金属とが合金化していてもよい。銀合金の例としては、Ag-Pd、Ag-Cu、Ag-Pd-Cu、Ag-Nd-Cu、Ag-In-Sn、及びAg-Sn-Sbが挙げられる。

【0059】

<タッチパネル>

次に、本発明のタッチパネルの実施形態を説明する。本実施形態のタッチパネルは、上述のいずれかの透明導電性フィルムを有する。ここでは、一例として、上述の透明導電性フィルムを静電容量式タッチパネルに適用した場合について説明する。静電容量式タッチパネルの構造は、通常、透明基体上に、マトリクス状の透明導電膜からなる第1のパターン(例えば、図9のパターン52)と第2のパターン(例えば、図9のパターン54)が設けられた構造を有している。

30

【0060】

図7は、それぞれパターンが形成された2つの透明導電性フィルムを用いて作製されるタッチパネルの一実施形態における断面構造を示している。図8は、それぞれパターンが形成された2つの透明導電性フィルムを用いて作製されるタッチパネルの別の実施形態の断面構造を示している。図7及び図8に示すようなタッチパネルの作製に用いられる透明導電性フィルムとしては、例えば図6に示すようなパターンが形成された透明導電性フィルムを用いることができる。

40

【0061】

図7のタッチパネル40aは、パターンが形成された第1の透明導電性フィルム44の第2の金属酸化物薄膜18側の面と、パターンが形成された第2の透明導電性フィルム46の透明基体12'とが、透明接着剤層42によって貼り合わされている。第1の透明導電性フィルム44における透明導電膜60は、X透明配線52を構成する。第2の透明導電性フィルム46における透明導電膜60'は、Y透明配線54を構成する。透明導電膜60は、透明基体12側から、第1の金属酸化物薄膜15と金属薄膜16と第2の金属酸

50

化物薄膜 18 とがこの順で積層されている 3 層構造を有する。透明導電膜 60' は、透明基体 12' 側から、第 1 の金属酸化物薄膜 15' と金属薄膜 16' と第 2 の金属酸化物薄膜 18' とがこの順で積層されている 3 層構造を有する。

【0062】

図 8 のタッチパネル 40b は、パターンが形成された第 1 の透明導電性フィルム 44 の第 2 の金属酸化物薄膜 18 側の面と、パターンが形成された第 2 の透明導電性フィルム 46 の第 2 の金属酸化物薄膜 18' 側の面とが、透明接着剤層 42 によって貼り合わされている。第 1 の透明導電性フィルム 44 における透明導電膜 60 は、X 透明配線を構成する。第 2 の透明導電性フィルム 46 における透明導電膜 60' は、Y 透明配線を構成する。

10

【0063】

X 透明配線と Y 透明配線の積層順序は、ここに記載の順序に限定されない。また、透明接着剤層 42 の材質は特に限定されず、透過性及び接着性に優れた樹脂材料であれば適宜選択可能である。また、図示していないが、図 7 及び図 8 の上下どちらか一方の面には、指と直接接触する保護パネルが、また他方の面には液晶や有機 EL などの表示パネルが配置されていてよい。保護パネル及び表示パネルは、適宜選択された透明接着剤等によって各々接着される。

【0064】

図 7 及び図 8 のタッチパネルにおける X 透明配線（透明導電膜 60）及び Y 透明配線（透明導電膜 60'）には、引き出し配線 48 が接続されている。なお、Y 透明配線に接続される引き出し配線は図示していない。引き出し配線 48 の材質は特に限定され、一般に体積抵抗率の低い材料が好ましく、例えば Cu や Ag などが好適に使用可能である。

20

【0065】

図 9 は、タッチパネルのマトリックス形状の 1 例を示す図である。このようなタッチパネルは、上述の透明導電性フィルムのいずれかを用いて作製することができる。図 9 のタッチパネル 50 は、菱形形状を有する導電性領域が X 方向にブリッジ接続されたパターン 52 と、菱形形状を有する導電性領域が Y 方向にブリッジ接続されたパターン 54 とが、互いに隙間を埋めるように配置されている。

【0066】

図 9 におけるパターン 52 は、X 透明配線であり、図 8 における第 1 の透明導電性フィルム 44 における透明導電膜 60 で構成される。図 9 におけるパターン 54 は、Y 透明配線であり、図 8 における第 2 の透明導電性フィルム 46 における透明導電膜 60' で構成される。

30

【0067】

図 9 における X 透明配線（パターン 52）及び Y 透明配線（パターン 54）には、引き出し配線 58 が接続されている。引き出し配線 58 は、図 8 の引き出し配線 48 に対応する。

【0068】

静電容量方式は、さらにいくつかの方式に分類可能であるが、図 8 及び図 9 に示すタッチパネル構造を元に、自己容量方式のタッチパネルの動作原理を説明する。

40

【0069】

自己容量方式のタッチパネルでは、図 8 及び図 9 に示す X 透明配線と Y 透明配線に交互に電流を流し（スキャンし）、静電容量値を読み取っている。指が近づくと、近傍のパターン部と指との間でコンデンサが形成され、静電容量が変化する。どこの配線で静電容量が変化したかを、X 透明配線と Y 透明配線とがそれぞれ検出することによって、どの位置に指があるかを判別することが可能となる。

【0070】

また、別の方式として相互容量方式がある。これは、導電性パターンと指との間における容量変化を検出する自己容量方式と異なり、X 透明配線と Y 透明配線との間に形成される静電容量値の変化を読み取る方式である。つまり、X 透明配線と Y 透明配線との間にコ

50

ンデンサが形成されており、そこに指が近づくと、X透明配線とY透明配線との間に形成されていた電界分布が変化し、X透明配線とY透明配線との間の静電容量値が変化する。これを検出することによって、どの位置に指があるかを判別する。この方式は、自己容量方式に比べ多点接触に対する感度が高いというメリットがある。

【0071】

自己容量方式と相互容量方式のいずれにおいても、X透明配線とY透明配線に交互に電流を流し、タッチ位置を検出している。通常は複数回スキャンを行うことによって、タッチ位置の検出精度を高めている。1回あたりの静電容量値の変化量が大きいほど、つまり感度が高いほどスキャン回数を減らすことができる。これによって、タッチしてから位置を判別するまでの時間が短縮されるため、省エネ及びタッチに対する応答速度の向上につながる。感度を高くするためには、透明導電膜の低抵抗化が非常に重要となる。

10

【0072】

また、大画面タッチパネルにおいては、上記のようなスキャン回数は、エネルギー消費量及びタッチに対する応答速度に対し、より顕著な影響が現れる。よって、上記各実施形態の透明導電性フィルムは、自己容量方式や相互容量方式等の方式に関わらず、静電容量方式のタッチパネルに使用することが可能であり、また大面積のタッチパネルにおいて、より好適に使用することが可能である。

【0073】

透明導電膜や引き出し配線のエッチング方法に特に制限はなく、酸又はアルカリによるウェットエッチング法、或いは、真空中での反応性プラズマ又は反応性イオンビームを用いたドライエッチング法などを適宜選択可能である。また構成元素を適当なバインダーに分散した液体を用い、グラビア印刷法又はインクジェット法などと組み合わせるパターン形成することも可能である。

20

【0074】

以上、本発明の好適な実施形態を説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではない。

【実施例】

【0075】

以下に実施例を挙げて本発明をさらに具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

30

【0076】

以下の各実施例及び各比較例では、透明基体として厚み125 μ mのポリエチレンテレフタレート(PET)フィルムを使用した。各実施例及び各比較例の金属酸化物薄膜及び金属薄膜(銀系薄膜)は、以下のとおりにして形成した。

【0077】

金属酸化物薄膜は、TiO₂ターゲット、Nb₂O₅ターゲット又はSnO₂ターゲット、及びZnOターゲットを用い、DCマグネトロンスパッタによって形成した。成膜条件は、Arガス：30sccm、成膜圧力：0.5Paの条件とした。所望の組成比を有する金属酸化物薄膜が得られるように、上述の3つのターゲットの成膜パワーを調整しながら、3元同時スパッタによって成膜を行った。

40

【0078】

金属薄膜は、AgPdCu(Ag：Pd：Cu=99.0：0.5：0.5(質量%))ターゲットを用い、DCマグネトロンスパッタによって形成した。成膜条件は、Arガス：30sccm、成膜圧力：0.5Pa、成膜パワー：0.2kWとした。

【0079】

各実施例及び各比較例における透明導電性フィルムの詳細な構造については後述する。作製した透明導電性フィルムの評価方法について、以下に説明する。

【0080】

<色調及び透過率の評価>

透過色の色調についてはヘイズメーター(村上色彩技術研究所社製：HM-150)を

50

使用し、 $L^*a^*b^*$ 表色系における「 a^* 」及び「 b^* 」の値で評価した。「 a^* 」及び「 b^* 」の値が $-1 \sim +1$ の範囲に入っていれば人の目で色調変化を識別することが困難となり好ましい。長期にわたる使用でも安定した色再現性を確保するためには、「 a^* 」及び「 b^* 」の値はゼロに近いほど好ましい。

【0081】

<表面抵抗値、及び最表面での抵抗安定性の評価>

表面抵抗は4端子法の抵抗測定器を用いて測定した。1点につき15秒間の連続測定を、異なる10点において行った。全ての測定点で示した表面抵抗の平均値(R_{ave})を求めた。また表面抵抗の最大値を R_{max} 、最小値を R_{min} としたときの変化率を、 $(R_{max} - R_{min}) / R_{ave} \times 100$ によって求めた。この変化率が10%未満の場合を「A」、10%を超える場合を「B」と評価した。この評価結果を、表1~4中、「抵抗安定性」の欄に示した。評価「A」の透明導電性フィルムは、引き出し配線との間で安定した導電性を確保でき、タッチパネルに用いた場合に安定した駆動性能を確保できる。

10

【0082】

<耐環境性の評価>

耐環境性は、作製した透明導電性フィルムを85%RHに保持した恒温槽に200時間保持した。保持前から保持後の透過率の低下幅(保持前の透過率-保持後の透過率)が1%未満であり、かつ保持前の表面抵抗(R_0)に対する保持後の表面抵抗(R_1)の上昇率 $[(R_1 - R_0) / R_0]$ が10%未満のものを「A」と評価し、それ以外のものを「B」と評価した。評価「A」の透明導電性フィルムは、タッチパネルに用いた場合に、その使用環境下において長期にわたり安定した駆動性能が確保できる。

20

【0083】

<屈曲性の評価>

屈曲性は、成膜したフィルムを5mmの円筒に巻きつける前後における表面抵抗の変化率(上昇率)で評価した。当該変化率(上昇率)は、巻きつけ前の表面抵抗値を R_0 、巻きつけ後の表面抵抗値を R_1 としたときに、 $(R_1 - R_0) / R_0 \times 100$ の数式で計算した。表面抵抗の変化率は小さいほど好ましい。巻きつけ前後の表面抵抗値の変化率が1.1%未満であるものを「A」と評価し、変化率が1.1%以上のものを「B」と評価した。評価結果が「A」であれば、透明導電性フィルムやタッチパネルの製造工程におけるハンドリング等の影響で、特性が劣化する事態を回避することができる。また、曲面を有する表示パネル用のタッチパネルとして適用する場合においても、安定した性能を確保することができる。

30

【0084】

作製した透明導電性フィルムの構造及び特性を、表1~4に記載した。個別の実施例における詳細な構造及び手順について、以下に説明する。

【0085】

[実施例1]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(35nm)、金属薄膜(7nm)、第2の金属酸化物薄膜(35nm)をこの順に積層して、図1に示すような透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表1に記載の組成比となるようにした。なお、表1~表4に記載の各金属元素の含有率は、3つの金属元素の合計に対するモル分率である。また、それぞれの金属元素の含有率から、 $26X + 23Y + 21Z$ 、又は $26X + 19W + 21Z$ の計算値を表1~表4に示す。

40

【0086】

[実施例2]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(35nm)、金属薄膜(7nm)、第2の金属酸化物薄膜(25nm)をこの順に積層して、図4に示すような透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワ

50

ーを調整することによって、表 1 に記載の組成比となるようにした。

【 0 0 8 7 】

[実施例 3]

P E T フィルムの表面に第 1 の金属酸化物薄膜 (3 5 n m)、金属薄膜 (7 n m)、第 2 の金属酸化物薄膜 (4 5 n m) をこの順に積層して、図 5 に示すような透明導電性フィルムを作製した。第 1 及び第 2 の金属酸化物薄膜の組成比は、3 種類のターゲットのパワーを調整することによって、表 1 に記載の組成比となるようにした。

【 0 0 8 8 】

[実施例 4]

P E T フィルムの表面に第 1 の金属酸化物薄膜 (3 5 n m)、金属薄膜 (7 n m)、第 2 の金属酸化物薄膜 (1 5 n m) をこの順に積層して、図 4 に示すような透明導電性フィルムを作製した。第 1 及び第 2 の金属酸化物薄膜の組成比は、3 種類のターゲットのパワーを調整することによって、表 1 に記載の組成比となるようにした。

【 0 0 8 9 】

[実施例 5]

P E T フィルムの表面に第 1 の金属酸化物薄膜 (3 5 n m)、金属薄膜 (7 n m)、第 2 の金属酸化物薄膜 (5 5 n m) をこの順に積層して、図 5 に示すような透明導電性フィルムを作製した。第 1 及び第 2 の金属酸化物薄膜の組成比は、3 種類のターゲットのパワーを調整することによって、表 1 に記載の組成比となるようにした。

【 0 0 9 0 】

実施例 1 ~ 5 では、第 2 の金属酸化物薄膜の厚みを変えている。表 1 に示すように、実施例 1 ~ 5 の金属酸化物薄膜は、T i、N b、Z n いずれも 1 0 m o l % 以上 8 0 m o l % 以下の範囲にあった。これらの最表面での抵抗安定性、耐環境性、及び屈曲性の評価結果は、いずれも「A」であった。R a v e がいずれも約 1 6 / s q . であり、5 0 / s q . より低く良好であった。

【 0 0 9 1 】

第 2 の金属酸化物薄膜の膜厚が 2 0 ~ 5 0 n m の範囲にある実施例 1 ~ 3 の「a *」及び「b *」は - 1 ~ + 1 の範囲内にあり、色再現性が良好であった。これに対し、上記範囲から逸脱している実施例 4 ~ 5 の「b *」は、+ 1 より大きくなっており、目視できるレベル以上の色調変化を呈していた。

【 0 0 9 2 】

[実施例 6]

P E T フィルムの表面に第 1 の金属酸化物薄膜 (3 9 n m)、金属薄膜 (5 n m)、第 2 の金属酸化物薄膜 (3 9 n m) をこの順に積層して、図 1 に示すような透明導電性フィルムを作製した。第 1 及び第 2 の金属酸化物薄膜の組成比は、3 種類のターゲットのパワーを調整することによって、表 1 に記載の組成比となるようにした。

【 0 0 9 3 】

[実施例 7]

P E T フィルムの表面に第 1 の金属酸化物薄膜 (3 3 n m)、金属薄膜 (1 1 n m)、第 2 の金属酸化物薄膜 (3 3 n m) をこの順に積層して、図 1 に示すような透明導電性フィルムを作製した。第 1 及び第 2 の金属酸化物薄膜の組成比は、3 種類のターゲットのパワーを調整することによって、表 1 に記載の組成比となるようにした。

【 0 0 9 4 】

[実施例 8]

P E T フィルムの表面に第 1 の金属酸化物薄膜 (3 9 n m)、金属薄膜 (4 n m)、第 2 の金属酸化物薄膜 (3 9 n m) をこの順に積層して、図 1 に示すような透明導電性フィルムを作製した。第 1 及び第 2 の金属酸化物薄膜の組成比は、3 種類のターゲットのパワーを調整することによって、表 1 に記載の組成比となるようにした。

【 0 0 9 5 】

[実施例 9]

10

20

30

40

50

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(33nm)、金属薄膜(12nm)、第2の金属酸化物薄膜(33nm)をこの順に積層して、図1に示すような透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表1に記載の組成比となるようにした。

【0096】

実施例6~9では、金属薄膜の膜厚を変えている。表1に示すように、実施例6~9の金属酸化物薄膜は、Ti、Nb、Znのいずれもが10mol%以上80mol%以下の範囲にあり、最表面での抵抗安定性、耐環境性、及び屈曲性の評価結果は、いずれも「A」であった。

【0097】

金属薄膜の膜厚が5~11nmの範囲にある実施例6~7は、Raveがいずれも50/sq.より低く良好であった。一方、金属薄膜の膜厚が4nmである実施例8の「a*」及び「b*」は-1~+1の範囲内にあった。このように、色再現性は良好であった。ただし、表面抵抗が約100/sq.と高かった。金属薄膜の膜厚が12nmである実施例9では、Raveは約9/sq.と低く良好であった。一方、「a*」は-1より小さくなっており、視認できるレベル以上の色調変化を呈していた。

【0098】

[比較例1]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(35nm)、金属薄膜(7nm)、第2の金属酸化物薄膜(35nm)をこの順に積層して、図1と同様の構造を有する透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表2に記載の組成比となるようにした。

【0099】

[比較例2]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(35nm)、金属薄膜(8nm)、第2の金属酸化物薄膜(35nm)をこの順に積層して、図1と同様の構造を有する透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表2に記載の組成比となるようにした。

【0100】

比較例1~2は、金属酸化物薄膜中のTiの含有量を変えている。表2に示すように、金属酸化物薄膜中のTi含有量が5mol%である比較例1において、「a*」及び「b*」は-1~+1の範囲内にあり、色再現性は良好であった。表面抵抗は、約16/sq.であり、50/sq.より低く良好であった。最表面での抵抗安定性、及び屈曲性の評価結果は「A」であった。一方、耐環境性評価における表面抵抗の上昇率が10%以上となり、不十分であった。

【0101】

金属酸化物薄膜中のTi含有量が85mol%である比較例2の「a*」及び「b*」は-1~+1の範囲内にあり、色再現性は良好であった。表面抵抗は、約13/sq.であり、50/sq.より低く良好であった。最表面での抵抗安定性、及び耐環境性の評価結果は「A」であった。一方、屈曲性評価における表面抵抗の上昇率が1.1%以上となり、不十分であった。

【0102】

[比較例3]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(35nm)、金属薄膜(7nm)、第2の金属酸化物薄膜(35nm)をこの順に積層して、図1と同様の構造を有する透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表2に記載の組成比となるようにした。

【0103】

[比較例4]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(35nm)、金属薄膜(8nm)、第

10

20

30

40

50

2の金属酸化物薄膜(35nm)をこの順に積層して、図1と同様の構造を有する透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表2に記載の組成比となるようにした。

【0104】

比較例3~4は、金属酸化物薄膜中のNbの含有量を変えている。表2に示すように、金属酸化物薄膜中のNb含有量が5mol%である比較例3の「a*」及び「b*」は-1~+1の範囲内にあり、色再現性は良好であった。表面抵抗は約16 /sq.であり、50 /sq.より低く良好であった。最表面での抵抗安定性、及び耐環境性の評価結果は「A」であった。一方、屈曲性評価における表面抵抗の上昇率が1.1%以上となり、不十分であった。

10

【0105】

金属酸化物薄膜中のNb含有量が85mol%である比較例4の「a*」及び「b*」は-1~+1の範囲内にあり、色再現性は良好であった。表面抵抗は約13 /sq.であり、50 /sq.より低く良好であった。耐環境性、及び屈曲性の評価結果は「A」であった。一方、最表面での抵抗安定性評価における表面抵抗の変化率が10%以上となり、不十分であった。

【0106】

[比較例5]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(35nm)、金属薄膜(8nm)、第2の金属酸化物薄膜(35nm)をこの順に積層して、透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表2に記載の組成比となるようにした。

20

【0107】

[比較例6]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(35nm)、金属薄膜(7nm)、第2の金属酸化物薄膜(35nm)をこの順に積層して、透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表2に記載の組成比となるようにした。

【0108】

比較例5~6は、金属酸化物薄膜中のZnの含有量を変えている。表2に示すように、金属酸化物薄膜中のZn含有量が5mol%である比較例5の「a*」及び「b*」は-1~+1の範囲内にあり、色再現性は良好であった。表面抵抗は約13 /sq.であり、50 /sq.より低く良好であった。最表面での耐環境性、及び屈曲性の評価結果は「A」であった。一方、最表面での抵抗安定性評価における表面抵抗の変化率が10%以上となり、不十分であった。

30

【0109】

また、金属酸化物薄膜中のZn含有量が85mol%である比較例6の「a*」及び「b*」は-1~+1の範囲内にあり、色再現性は良好であった。表面抵抗は約16 /sq.であり、50 /sq.より低く良好であった。最表面での抵抗安定性、及び屈曲性の評価結果は「A」であった。一方、耐環境性評価における表面抵抗の上昇率が10%以上となり、不十分であった。

40

【0110】

[実施例10]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(29nm)、金属薄膜(7nm)、第2の金属酸化物薄膜(41nm)をこの順に積層して、図5に示すような透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表2に記載の組成比となるようにした。

【0111】

[実施例11]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(35nm)、金属薄膜(7nm)、第

50

2の金属酸化物薄膜(35nm)をこの順に積層して、図1に示すような透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表2に記載の組成比となるようにした。

【0112】

[実施例12]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(41nm)、金属薄膜(7nm)、第2の金属酸化物薄膜(29nm)をこの順に積層して、図4に示すような透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表2に記載の組成比となるようにした。

【0113】

実施例10~12は、第1の金属酸化物薄膜と第2の金属酸化物薄膜との組成が異なっている。表2に示すように、実施例10において、 $26X + 23Y + 21Z$ で示される値が、第1の金属酸化物薄膜と第2の金属酸化物薄膜とで異なっている。実施例10では、第1の金属酸化物薄膜と第2の金属酸化物薄膜のうち、 $26X + 23Y + 21Z$ で示される値が小さい第2の金属酸化物薄膜の方が、第1の金属酸化物薄膜よりも膜厚が厚くなっている。一方、実施例11では、第1の金属酸化物薄膜と第2の金属酸化物薄膜とが同じ膜厚となっている。また、実施例12では、第1の金属酸化物薄膜と第2の金属酸化物薄膜のうち、 $26X + 23Y + 21Z$ で示される値が小さい第2の金属酸化物薄膜の方が、第1の金属酸化物薄膜よりも膜厚が薄くなっている。

【0114】

表2に示すように、実施例10~12の金属酸化物薄膜は、Ti、Nb、Znのいずれもが10~80mol%の範囲にあった。そして、最表面での抵抗安定性、耐環境性、屈曲性の評価結果がいずれも「A」であった。また、表面抵抗がいずれも約 $16 \Omega / \text{sq}$ であり、 $50 \Omega / \text{sq}$ より低く良好であった。一方、「a*」及び「b*」の値は、実施例10が最もゼロに近く、実施例11、実施例12の順に「a*」及び「b*」の値が大きくなっていることが分かった。このことから、 $26X + 23Y + 21Z$ で計算される値が小さい第2の金属酸化物薄膜が、第1の金属酸化物薄膜よりも大きい膜厚を有することによって、色調変化が十分に抑制され、安定した色再現性が得られることが確認された。

【0115】

[実施例13]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(35nm)、金属薄膜(7nm)、第2の金属酸化物薄膜(35nm)をこの順に積層して、図1に示すような透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表3に記載の組成比となるようにした。

【0116】

[実施例14]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(35nm)、金属薄膜(7nm)、第2の金属酸化物薄膜(25nm)をこの順に積層して、図4に示すような透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表3に記載の組成比となるようにした。

【0117】

[実施例15]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(35nm)、金属薄膜(7nm)、第2の金属酸化物薄膜(45nm)をこの順に積層して、図5に示すような透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表3に記載の組成比となるようにした。

【0118】

[実施例16]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(35nm)、金属薄膜(7nm)、第

10

20

30

40

50

2の金属酸化物薄膜(15nm)をこの順に積層して、図4に示すような透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表3に記載の組成比となるようにした。

【0119】

[実施例17]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(35nm)、金属薄膜(7nm)、第2の金属酸化物薄膜(55nm)をこの順に積層して、図5に示すような透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表3に記載の組成比となるようにした。

【0120】

実施例13~17は、第2の金属酸化物薄膜の厚みを変えている。表3に示すように、実施例13~17の金属酸化物薄膜は、Ti、Sn、Znのいずれも10~80mol%の範囲にあり、最表面での抵抗安定性、耐環境性、屈曲性の評価結果がいずれも「A」であった。また、表面抵抗がいずれも約 $16 \Omega / sq$ であり、 $50 \Omega / sq$ より低く良好であった。

【0121】

第2の金属酸化物薄膜の膜厚が20~50nmの範囲にある実施例13~15の「a*」及び「b*」は-1~+1の範囲内にあり、色再現性が良好であった。これに対し、第2の金属酸化物薄膜の膜厚が上記範囲から逸脱している実施例16~17の「b*」は+1より大きくなっており、目視できるレベル以上の色調変化を呈していた。

【0122】

[実施例18]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(35nm)、金属薄膜(5nm)、第2の金属酸化物薄膜(35nm)をこの順に積層して、図1に示すような透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表3に記載の組成比となるようにした。

【0123】

[実施例19]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(34nm)、金属薄膜(11nm)、第2の金属酸化物薄膜(34nm)をこの順に積層して、図1に示すような透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表3に記載の組成比となるようにした。

【0124】

[実施例20]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(35nm)、金属薄膜(4nm)、第2の金属酸化物薄膜(35nm)をこの順に積層して、図4に示すような透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表3に記載の組成比となるようにした。

【0125】

[実施例21]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(34nm)、金属薄膜(12nm)、第2の金属酸化物薄膜(34nm)をこの順に積層して、図1に示すような透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表3に記載の組成比となるようにした。

【0126】

実施例18~21は、金属薄膜の膜厚を変えている。表3に示すように、実施例18~21の金属酸化物薄膜は、Ti、Sn、Znのいずれも10~80mol%の範囲にあり、最表面での抵抗安定性、耐環境性、屈曲性の評価結果はいずれも「A」であった。

【0127】

金属薄膜の膜厚が5~11nmの範囲にある実施例18~19は、表面抵抗がいずれも

10

20

30

40

50

50 / sqより低く良好であった。一方、金属薄膜の膜厚が4 nmである実施例20の「a*」及び「b*」は-1~+1の範囲内にあり、色再現性は良好であった。ただし、表面抵抗は約100 / sqと高かった。

【0128】

金属薄膜の膜厚が12 nmである実施例21の表面抵抗は約9 / sqと低く良好であった。一方、「a*」は-1より小さくなっており、視認できるレベル以上の色調変化を呈していた。

【0129】

[比較例7]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(35 nm)、金属薄膜(7 nm)、第2の金属酸化物薄膜(35 nm)をこの順に積層して、図1と同様の構造を有する透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表4に記載の組成比となるようにした。

【0130】

[比較例8]

第1の実施形態において、PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(35 nm)、金属薄膜(8 nm)、第2の金属酸化物薄膜(35 nm)をこの順に積層して、図1と同様の構造を有する透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表4に記載の組成比となるようにした。

【0131】

比較例7~8は、金属酸化物薄膜中のTiの含有量を変えている。表4に示すように、金属酸化物薄膜中のTi含有量が5 mol%である比較例7の「a*」及び「b*」は-1~+1の範囲内にあり、色再現性は良好であった。表面抵抗は約16 / sqであり、50 / sqより低く良好であった。最表面での抵抗安定性、及び屈曲性の評価結果は「A」であった。一方、耐環境性評価における表面抵抗の上昇率が10%以上となり、不十分であった。

【0132】

金属酸化物薄膜中のTi含有量が85 mol%である比較例8の「a*」及び「b*」は-1~+1の範囲内にあり、色再現性は良好であった。表面抵抗は約13 / sqで、50 / sqより低く良好であった。また、最表面での抵抗安定性、及び耐環境性の評価結果は「A」であった。一方、屈曲性評価における表面抵抗の上昇率が1.1%以上となり、不十分であった。

【0133】

[比較例9]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(35 nm)、金属薄膜(7 nm)、第2の金属酸化物薄膜(35 nm)をこの順に積層して、図1と同様の構造を有する透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表4に記載の組成比となるようにした。

【0134】

[比較例10]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(35 nm)、金属薄膜(6 nm)、第2の金属酸化物薄膜(35 nm)をこの順に積層して、図1と同様の構造を有する透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表4に記載の組成比となるようにした。

【0135】

比較例9~10は、金属酸化物薄膜中のSnの含有量を変えている。表4に示すように、金属酸化物薄膜中のSn含有量が5 mol%である比較例9は、「a*」及び「b*」は-1~+1の範囲内にあり、色再現性は良好であった。表面抵抗は約16 / sqであり、50 / sqより低く良好であった。最表面での抵抗安定性、及び耐環境性の評価結果

10

20

30

40

50

は「A」であった。一方、屈曲性評価における表面抵抗の上昇率が1.1%以上となり、不十分であった。

【0136】

金属酸化物薄膜中のSn含有量が85mol%である比較例10の「a*」及び「b*」は-1~+1の範囲内にあり、色再現性は良好であった。表面抵抗は約23 / sqであり、50 / sqより低く良好であった。耐環境性、及び屈曲性の評価結果は「A」であった。一方、最表面での抵抗安定性評価における表面抵抗の変化率が10%以上となり、不十分であった。

【0137】

[比較例11]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(35nm)、金属薄膜(6nm)、第2の金属酸化物薄膜(35nm)をこの順に積層して、図1と同様の構造を有する透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表4に記載の組成比となるようにした。

10

【0138】

[比較例12]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(35nm)、金属薄膜(7nm)、第2の金属酸化物薄膜(35nm)をこの順に積層して、図1と同様の構造を有する透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表4に記載の組成比となるようにした。

20

【0139】

比較例11~12は、金属酸化物薄膜中のZnの含有量を変えている。表4に示すように、金属酸化物薄膜中のZn含有量が5mol%である比較例11の「a*」及び「b*」は-1~+1の範囲内にあり、色再現性は良好であった。表面抵抗は約23 / sqであり、50 / sqより低く良好であった。最表面での耐環境性、及び屈曲性の評価結果は「A」であった。一方、最表面での抵抗安定性評価における表面抵抗の変化率が10%以上となり、不十分であった。

【0140】

金属酸化物薄膜中のZn含有量が85mol%である比較例12の「a*」及び「b*」は-1~+1の範囲内にあり、色再現性は良好であった。表面抵抗は約16 / sqであり、50 / sqより低く良好であった。また、最表面での抵抗安定性、及び屈曲性の評価結果は「A」であった。一方、耐環境性評価における表面抵抗の上昇率が10%以上となり、不十分であった。

30

【0141】

[実施例22]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(30nm)、金属薄膜(7nm)、第2の金属酸化物薄膜(41nm)をこの順に積層して、図5に示すような透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表4に記載の組成比となるようにした。

【0142】

[実施例23]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(35nm)、金属薄膜(7nm)、第2の金属酸化物薄膜(35nm)をこの順に積層して、図1に示すような透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワーを調整することによって、表4に記載の組成比となるようにした。

40

【0143】

[実施例24]

PETフィルムの表面に第1の金属酸化物薄膜(41nm)、金属薄膜(7nm)、第2の金属酸化物薄膜(30nm)をこの順に積層して、図4に示すような透明導電性フィルムを作製した。第1及び第2の金属酸化物薄膜の組成比は、3種類のターゲットのパワ

50

ーを調整することによって、表4に記載の組成比となるようにした。実施例22~24は、第1の金属酸化物薄膜と第2の金属酸化物薄膜との組成が異なっている。

【0144】

表4に示すように、実施例22において、 $26X + 19W + 21Z$ で示される値が、第1の金属酸化物薄膜と第2の金属酸化物薄膜とで異なっている。すなわち、第1の金属酸化物薄膜と第2の金属酸化物薄膜のうち、 $26X + 19W + 21Z$ で示される値が小さい第2の金属酸化物薄膜の方が、第1の金属酸化物薄膜よりも膜厚が厚くなっている。一方、実施例23では、第1の金属酸化物薄膜と第2の金属酸化物薄膜とが同じ膜厚となっている。実施例24では、第1の金属酸化物薄膜と第2の金属酸化物薄膜のうち、 $26X + 19W + 21Z$ で示される値が小さい第2の金属酸化物薄膜の方が、第1の金属酸化物薄膜よりも膜厚が薄くなっている。

10

【0145】

表4に示すように、実施例22~24の金属酸化物薄膜は、Ti、Sn、Znのいずれも10~80mol%の範囲にあり、最表面での抵抗安定性、耐環境性、屈曲性の評価結果はいずれも「A」であった。また、表面抵抗がいずれも約 $16 \Omega / \text{sq}$ であり、 $50 \Omega / \text{sq}$ より低く良好であった。一方、「a*」及び「b*」の平均値は、実施例22が最もゼロに近く、実施例23、実施例24の順に「a*」及び「b*」の平均値が大きくなっていることが分かった。 $26X + 19W + 21Z$ で計算される値が小さい第2の金属酸化物薄膜の方が、第1の金属酸化物薄膜よりも大きい膜厚を有することによって、色調変化が十分に抑制され、安定した色再現性が得られることが確認された。

20

【0146】

[実施例25]

以下の手順でタッチパネルを作製した。実施例1で作製した透明導電性フィルムの表面に、フェノール系ポジ型フォトリソグレイド（関東化学製：OFPR-800LB）を用いて、図9のパターン52の形状に対応するようにレジストパターンを形成した。その後、レジストパターンをマスクとし、透明導電性フィルムを23に保持したエッチング液（富士技研工業製：クロマットIT）に1分間浸漬した。これによって、マスクされていない部分の透明導電膜（第1の金属酸化物薄膜、金属薄膜、及び第2の金属酸化物薄膜）をエッチングして絶縁部を形成し、図7、8の透明導電膜60で構成される第1のパターン52を作製した。続いて、第1のパターン52を形成する工程と同じ工程によって、図7、8の透明導電膜60'で構成される第2のパターン54を作製した。

30

【0147】

続いて、作製した第1のパターン52と第2のパターン54に、Cu微粒子が分散されたペーストを用い、インクジェット法により図7、8の引き出し配線48（図9の引き出し配線58）を形成した。

【0148】

続いて、第1のパターン透明導電性フィルムと第2のパターン透明導電性フィルムとを、光学接着剤を用い、図8及び図9に示すとおり貼りあわせすることで、タッチパネルを作製した。

【0149】

上記タッチパネルを、接着剤によって液晶パネルと貼り合わせ、表示画像の色調を目視で確認した。その結果、タッチパネルを貼り合わせる前後において、液晶パネルの表示色がほとんど変化せず、高い色再現性が実現されていることを確認した。

40

【0150】

また、上記の方法により、4インチ、7インチ、10インチ、14インチのタッチパネルをそれぞれ作製した。これらのタッチパネルと、液晶パネル及び保護パネルとを貼り合わせし、指の接触に対する精度及び応答速度を評価した。その結果、どのサイズにおいても誤認識することなく、またほぼ同等の応答速度で接触位置が検出されていることを確認した。

【0151】

50

【表 1】

		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9
第2の金属 酸化物薄膜	Ti (X)	25%	25%	25%	25%	25%	10%	80%	10%	80%
	Nb (Y)	25%	25%	25%	25%	25%	10%	10%	10%	10%
	Zn (Z)	50%	50%	50%	50%	50%	80%	10%	80%	10%
	26X + 23Y + 21Z	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	21.7	25.2	21.7	25.2
	膜厚	35nm	25nm	45nm	15nm	55nm	39nm	33nm	39nm	33nm
金属薄膜	膜厚	7nm	7nm	7nm	7nm	7nm	5nm	11nm	4nm	12nm
第1の金属 酸化物薄膜	Ti (X)	25%	25%	25%	25%	25%	10%	80%	10%	80%
	Nb (Y)	25%	25%	25%	25%	25%	10%	10%	10%	10%
	Zn (Z)	50%	50%	50%	50%	50%	80%	10%	80%	10%
	26X + 23Y + 21Z	22.8	22.8	22.8	22.8	22.8	21.7	25.2	21.7	25.2
	膜厚	35nm	35nm	35nm	35nm	35nm	39nm	33nm	39nm	33nm
透過a*		0.14	0.01	-0.02	-0.32	-0.36	0.24	-0.68	0.38	-1.10
透過b*		0.25	0.70	0.59	1.57	1.48	0.14	0.52	-0.16	0.58
表面抵抗 Rave[Ω/□]		16	16	16	16	16	40	10	100	9
抵抗安定性		A	A	A	A	A	A	A	A	A
耐環境性		A	A	A	A	A	A	A	A	A
屈曲性		A	A	A	A	A	A	A	A	A

10

【 0 1 5 2 】

【表 2】

		比較例1	比較例2	比較例3	比較例4	比較例5	比較例6	実施例10	実施例11	実施例12
第2の金属 酸化物薄膜	Ti (X)	5%	85%	37%	10%	53%	5%	12%	12%	12%
	Nb (Y)	38%	5%	5%	85%	42%	10%	20%	20%	20%
	Zn (Z)	57%	10%	58%	5%	5%	85%	68%	68%	68%
	26X + 23Y + 21Z	22.0	25.4	23.0	23.2	24.5	21.5	22.0	22.0	22.0
	膜厚	35nm	35nm	35nm	35nm	35nm	35nm	41nm	35nm	29nm
金属薄膜	膜厚	7nm	8nm	7nm	8nm	8nm	7nm	7nm	7nm	7nm
第1の金属 酸化物薄膜	Ti (X)	5%	85%	37%	10%	53%	5%	60%	60%	60%
	Nb (Y)	38%	5%	5%	85%	42%	10%	25%	25%	25%
	Zn (Z)	57%	10%	58%	5%	5%	85%	15%	15%	15%
	26X + 23Y + 21Z	22.0	25.4	23.0	23.2	24.5	21.5	24.5	24.5	24.5
	膜厚	35nm	35nm	35nm	35nm	35nm	35nm	29nm	35nm	41nm
透過a*		-0.14	0.08	0.14	-0.12	0.11	-0.31	0.17	0.19	0.41
透過b*		0.27	0.05	0.25	0.28	0.19	0.19	0.23	0.49	0.79
表面抵抗 Rave[Ω/□]		16	13	16	13	13	16	16	16	16
抵抗安定性		A	A	A	B	B	A	A	A	A
耐環境性		B	A	A	A	A	B	A	A	A
屈曲性		A	B	B	A	A	A	A	A	A

20

30

【 0 1 5 3 】

【表 3】

		実施例13	実施例14	実施例15	実施例16	実施例17	実施例18	実施例19	実施例20	実施例21
第2の金属 酸化物薄膜	Ti (X)	50%	50%	50%	50%	50%	25%	80%	25%	80%
	Sn (W)	25%	25%	25%	25%	25%	28%	10%	28%	10%
	Zn (Z)	25%	25%	25%	25%	25%	47%	10%	47%	10%
	26X + 19W + 21Z	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	21.7	24.8	21.7	24.8
	膜厚	35nm	25nm	45nm	15nm	55nm	35nm	34nm	35nm	34nm
金属薄膜	膜厚	7nm	7nm	7nm	7nm	7nm	5nm	11nm	4nm	12nm
第1の金属 酸化物薄膜	Ti (X)	50%	50%	50%	50%	50%	25%	80%	25%	80%
	Sn (W)	25%	25%	25%	25%	25%	28%	10%	28%	10%
	Zn (Z)	25%	25%	25%	25%	25%	47%	10%	47%	10%
	26X + 19W + 21Z	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	21.7	24.8	21.7	24.8
	膜厚	35nm	35nm	35nm	35nm	35nm	35nm	34nm	35nm	34nm
透過a*		0.14	0.01	-0.02	-0.32	-0.36	0.24	-0.82	0.38	-1.30
透過b*		0.25	0.70	0.59	1.57	1.48	0.14	0.64	-0.16	0.69
表面抵抗 Rave[Ω/□]		16	16	16	16	16	40	10	100	9
抵抗安定性		A	A	A	A	A	A	A	A	A
耐環境性		A	A	A	A	A	A	A	A	A
屈曲性		A	A	A	A	A	A	A	A	A

40

【 0 1 5 4 】

【表4】

		比較例7	比較例8	比較例9	比較例10	比較例11	比較例12	実施例22	実施例23	実施例24
第2の金属 酸化物薄膜	Ti (X)	5%	85%	42%	10%	56%	5%	20%	12%	12%
	Sn (W)	12%	5%	5%	85%	39%	10%	25%	20%	20%
	Zn (Z)	83%	10%	53%	5%	5%	85%	55%	68%	68%
	26X + 19W + 21Z	21.0	25.2	23.0	19.8	23.0	21.1	21.5	21.2	21.2
	膜厚	35nm	35nm	35nm	35nm	35nm	35nm	41nm	35nm	30nm
金属薄膜	膜厚	7nm	8nm	7nm	6nm	6nm	7nm	7nm	7nm	7nm
第1の金属 酸化物薄膜	Ti (X)	5%	85%	42%	10%	56%	5%	60%	60%	60%
	Sn (W)	12%	5%	5%	85%	39%	10%	25%	25%	25%
	Zn (Z)	83%	10%	53%	5%	5%	85%	15%	15%	15%
	26X + 19W + 21Z	21.0	25.2	23.0	19.8	23.0	21.1	23.5	23.5	23.5
	膜厚	35nm	35nm	35nm	35nm	35nm	35nm	30nm	35nm	41nm
透過a*	-0.48	0.10	0.14	-0.51	0.14	-0.44	-0.01	0.00	0.14	
透過b*	0.04	0.08	0.25	-0.06	0.25	0.07	0.28	0.48	0.76	
表面抵抗 Rave[Ω/sq]	16	13	16	23	23	16	16	16	16	
抵抗安定性	A	A	A	B	B	A	A	A	A	
耐環境性	B	A	A	A	A	B	A	A	A	
屈曲性	A	B	B	A	A	A	A	A	A	

10

【産業上の利用可能性】

【0155】

本発明によれば、最表面にて安定した抵抗値を示し、高い屈曲性と高い耐環境性とを兼ね備える透明導電性フィルムを提供することができる。また、上記透明導電性フィルムを用いることによって、上述の特性に優れたタッチパネルを提供することができる。

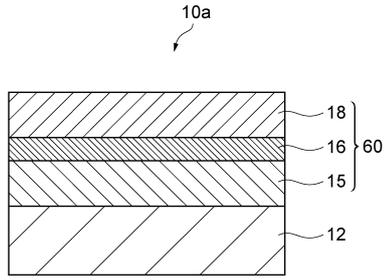
20

【符号の説明】

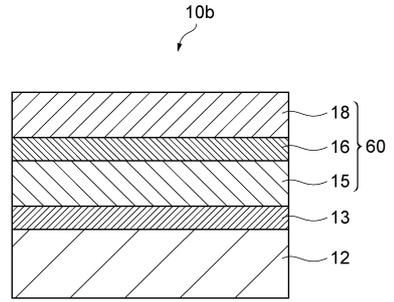
【0156】

10a, 10b, 10c...透明導電性フィルム、12, 12'...透明基体、13...機能性樹脂層、14...密着層、15、15'...第1の金属酸化物薄膜、16, 16'...金属薄膜、18, 18'...第2の金属酸化物薄膜、20a, 20b...透明導電性フィルム、30...透明導電性フィルム、32...透明導電部、34...絶縁部、40a, 40b, 50...タッチパネル、42...透明接着剤層、44...第1の透明導電性フィルム、46...第2の透明導電性フィルム、48, 58...引き出し配線、52...X透明配線(パターン)、54...Y透明配線(パターン)。

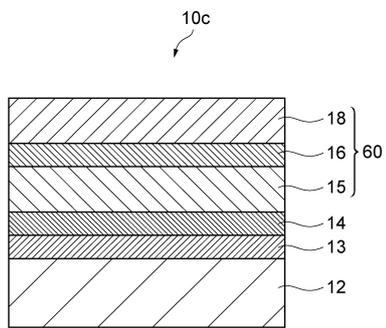
【 図 1 】



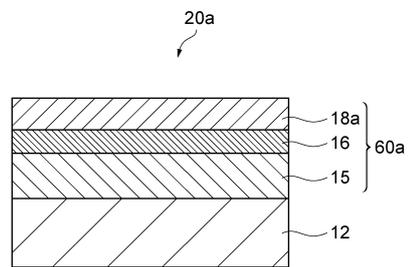
【 図 2 】



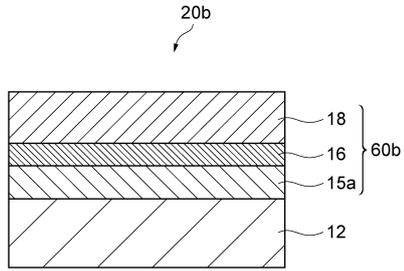
【 図 3 】



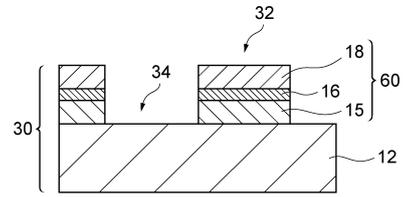
【 図 4 】



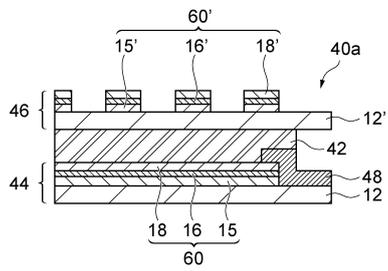
【図5】



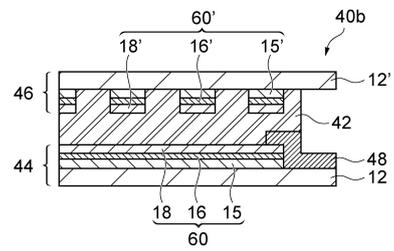
【図6】



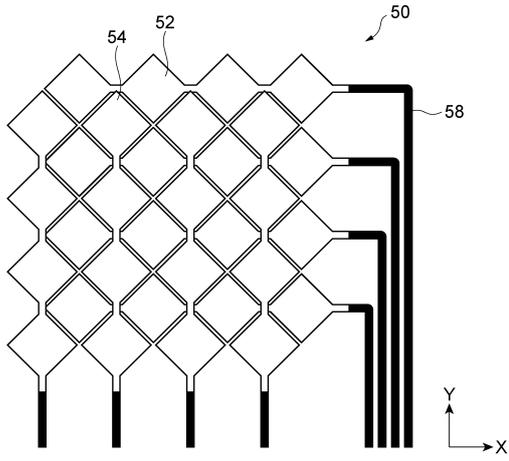
【図7】



【図8】



【 図 9 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 6 F 3/041 (2006.01) G 0 6 F 3/041 4 9 5

(72)発明者 新開 浩
東京都港区芝浦三丁目9番1号 TDK株式会社内

(72)発明者 櫻井 元広
東京都港区芝浦三丁目9番1号 TDK株式会社内

審査官 高木 康晴

(56)参考文献 特開2015-067867(JP,A)
特開2011-207742(JP,A)
特開2013-124204(JP,A)
特開2007-314812(JP,A)
特開2010-157497(JP,A)
特開平09-176837(JP,A)
特開2000-147244(JP,A)
特開2002-015623(JP,A)
国際公開第2006/088108(WO,A1)
特開2007-250430(JP,A)
特公昭47-006315(JP,B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 B 5 / 1 4
C 2 3 C 1 4 / 0 0 - 1 4 / 5 8
C 0 4 B 3 2 / 0 0 - 3 5 / 2 2
G 0 6 F 3 / 0 4 1