【公報種別】特許法第１７条の２の規定による補正の掲載
【部門区分】第７部門第１区分
【発行日】平成19年6月14日(2007.6.14)

【公開番号】特開2007-12443(P2007-12443A)
【公開日】平成19年1月18日(2007.1.18)
【年通号数】公開・登録公報2007-002
【出願番号】特願2005-191886(P2005-191886)
【国際特許分類】
Ｈ０１Ｂ　5/14　(2006.01)
Ｂ３２Ｂ　7/02　(2006.01)
【ＦＩ】
Ｈ０１Ｂ　5/14　Ａ
Ｂ３２Ｂ　7/02　１０４

【手続補正書】
【提出日】平成19年4月19日(2007.4.19)
【手続補正１】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
フィルム状または板状の支持体と、当該支持体の上に配設されると共にその表面が粗面に形成された透明導電層とを備え、
前記透明導電層の前記表面は、表面粗さを表す最大山高さの値が０．３５μｍ以上０．４３μｍ以下の範囲内となるように形成されている透明導電体。
【請求項２】
フィルム状または板状の支持体と、当該支持体の上に配設されると共にその表面が粗面に形成された透明導電層とを備え、
前記透明導電層の前記表面は、表面粗さを表す最大谷深さの値が１．０３μｍ以上２．３７μｍ以下の範囲内となるように形成されている透明導電体。
【請求項３】
フィルム状または板状の支持体と、当該支持体の上に配設されると共にその表面が粗面に形成された透明導電層とを備え、
前記透明導電層の前記表面は、表面粗さを表す最大山高さの値が０．３５μｍ以上０．４３μｍ以下の範囲内で、かつ表面粗さを表す最大谷深さの値が１．０３μｍ以上２．３７μｍ以下の範囲内となるように形成されている透明導電体。
【請求項４】
前記透明導電層は、導電性微粒子を圧縮して構成されている請求項１から３のいずれかに記載の透明導電体。
【請求項５】
請求項１から４のいずれかに記載の透明導電体が電極として用いられているタッチパネル。
【手続補正２】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】

【発明の詳細な説明】
【発明の名称】透明導電体およびタッチパネル
【技術分野】
【０００１】
本発明は、フィルム状または板状の支持体の上に透明導電層が配設された透明導電体、およびこの透明導電体が電極として用いられているタッチパネルに関するものである。
【背景技術】
【０００２】
この種の透明導電体として、特開平１１－２５０７６４号公報に開示されたタッチパネルに用いられている透明電極（タッチ側透明電極）が知られている。この透明電極は、透明樹脂フィルム、および透明樹脂フィルム上に積層された透明薄膜電極層を備えて構成されている。また、この透明電極は、指やペンでタッチしたときのニュートンリング（干渉縞）の発生を防止するために、透明薄膜電極層における表面の表面粗さが所定の範囲内となるように形成されている。この場合、この透明電極では、表面粗さを表す「中心線平均粗さ」および「最大高さ」が、それぞれ０．０５μｍ以上２μｍ以下、および０．６μｍ以上２．５μｍ以下の範囲内となるように規定されている。
【特許文献１】特開平１１－２５０７６４号公報（第２－３頁、第１－３図）
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００３】
ところが、上記の透明電極には、以下の問題点がある。すなわち、この透明電極では、透明薄膜電極層における表面の中心線平均粗さおよび最大高さが上記の範囲となるように形成することで、ニュートンリングの発生を防止している。しかしながら、例えば、中心線平均粗さおよび最大高さの値が規定範囲内に収まっていたとしても、中心線（平均線）から突出している部分（山の部分）が高いときには、タッチパネルに組み込まれた状態においてタッチ操作が繰り返されるうちに、対向するディスプレイ側透明電極における透明薄膜電極層の表面が山の部分によって傷付けられることがある。この場合、この種のタッチパネルでは、透明薄膜電極層の表面に傷が発生したときには、透明薄膜電極層の抵抗値が変化して、タッチ位置を特定するのが困難となるおそれがあるという問題点が存在する。
【０００４】
本発明は、かかる問題点に鑑みてなされたものであり、ニュートンリングの発生を防止すると共に傷の発生を低減し得る透明導電体、およびこの透明導電体が電極として用いられているタッチパネルを提供することを主目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００５】
上記目的を達成すべく本発明に係る透明導電体は、フィルム状または板状の支持体と、当該支持体の上に配設されると共にその表面が粗面に形成された透明導電層とを備え、前記透明導電層の前記表面は、表面粗さを表す最大山高さの値が０．３５μｍ以上０．４３μｍ以下の範囲内となるように形成されている。
【０００６】
また、本発明に係る透明導電体は、フィルム状または板状の支持体と、当該支持体の上に配設されると共にその表面が粗面に形成された透明導電層とを備え、前記透明導電層の前記表面は、表面粗さを表す最大谷深さの値が１．０３μｍ以上２．３７μｍ以下の範囲内となるように形成されている。
【０００７】
また、本発明に係る透明導電体は、フィルム状または板状の支持体と、当該支持体の上に配設されると共にその表面が粗面に形成された透明導電層とを備え、前記透明導電層の前記表面は、表面粗さを表す最大山高さの値が０．３５μｍ以上０．４３μｍ以下の範囲内で、かつ表面粗さを表す最大谷深さの値が１．０３μｍ以上２．３７μｍ以下の範囲内

となるように形成されている。

【０００８】

この場合、導電性微粒子を圧縮して前記透明導電層を構成することができる。

【０００９】

また、本発明に係るタッチパネルは、上記の透明導電体が電極として用いられている。

【発明の効果】

【００１０】

本発明に係る透明導電体によれば、表面における表面粗さを表す最大山高さの値が０．３５μｍ以上０．４３μｍ以下の範囲内となるように透明導電層を形成したことにより、光を適度に散乱させることができるため、ニュートンリングの発生を確実に防止することができる。また、最大山高さの値を０．３５μｍ以上０．４３μｍ以下の範囲内となるようにしたことで、最大山高さの値が大きい従来の透明導電体とは異なり、各山部の高さを平均化させることができるため、上部電極および下部電極が摺動する際に、各山部に圧力が分散する結果、表面における傷の発生を確実に低減することができる。したがって、この透明導電体を組み込んだタッチパネルによれば、ニュートンリングの発生を確実に防止しつつ、耐久性を十分に向上させることができる。

【００１１】

また、本発明に係る透明導電体によれば、表面における表面粗さを表す最大谷深さの値が１．０３μｍ以上２．３７μｍ以下の範囲内となるように透明導電層を形成したことにより、光を適度に散乱させることができるため、ニュートンリングの発生を確実に防止することができる。また、最大谷深さの値が１．０３μｍ以上２．３７μｍ以下の範囲内となるようにしたことで、最大谷深さの値が小さい従来の透明導電体とは異なり、谷部が多い分、山部の数を少なくすることができるため、上部電極および下部電極が摺動する際に、表面における傷の発生を確実に低減することができる。したがって、この透明導電体を組み込んだタッチパネルによれば、ニュートンリングの発生を確実に防止しつつ、耐久性を十分に向上させることができる。

【００１２】

また、本発明に係る透明導電体によれば、表面における表面粗さを表す最大山高さの値が０．３５μｍ以上０．４３μｍ以下の範囲内で、かつ表面における表面粗さを表す最大谷深さの値が１．０３μｍ以上２．３７μｍ以下の範囲内となるように透明導電層を形成したことにより、各山部の高さを平均化させることができると共に、谷部が多い分、山部の数を少なくすることができるため、上部電極および下部電極が摺動する際に各山部に圧力を分散させることができると共に、山部が下部電極の表面に接触する頻度を少なくすることができる。この結果、表面における傷の発生を一層確実に低減することができる。したがって、この透明導電体を組み込んだタッチパネルによれば、ニュートンリングの発生を確実に防止しつつ、耐久性を一層向上させることができる。

【００１３】

また、本発明に係る透明導電体によれば、導電性微粒子を圧縮して透明導電層を構成したことにより、導電性微粒子相互間の接触点を増やして接触面を増加させることができるため、透明導電層の強度を強化することができると共に、透明導電層の光透過率を向上させることができる。また、透明導電層を形成する際に導電性微粒子とバインダー（樹脂）とを含む塗料を塗布する従来の製造方法とは異なり、樹脂を含ませていない塗料（分散液）を塗布して導電性微粒子を圧縮することで透明導電層を形成することができるため、導電性微粒子同士の接触がバインダーにより阻害されて導電性が低下する可能性を低くすることができる。

【００１４】

また、本発明に係るタッチパネルによれば、上記の透明導電体を電極として用いたことにより、ニュートンリング等の発生を確実に防止しつつ、耐久性を十分に向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１５】
以下、本発明に係る透明導電体およびタッチパネルの最良の形態について、添付図面を参照して説明する。
【００１６】
最初に、透明導電フィルム１の構成について、図面を参照して説明する。
【００１７】
図１に示す透明導電フィルム１は、本発明に係る透明導電体の一例であって、支持体２、樹脂層３および透明導電層４を備えて構成されている。なお、本発明における透明とは、可視光を透過することを意味し、光をある程度散乱しても透明に含まれる。この場合、光の散乱度合いについては、透明導電フィルム１の用途により要求されるレベルが異なり、一般的に半透明といわれる程度の光の散乱も本発明における透明に含まれる。
【００１８】
支持体２は、樹脂およびガラス等の透明性を有する材料によってフィルム状または板状に構成されている。この場合、支持体２を構成する樹脂としては、一例として、ポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）等のポリエステル系樹脂、ポリエチレンやポリプロピレン等のポリオレフィン系樹脂、ポリカーボネート、アクリルおよびノルボルネン等を用いることができる。樹脂層３は、支持体２の表面に形成された透明性を有する層であって、後述する形成方法に従って形成される。透明導電層４は、透明性および導電性を有する層であって、樹脂層３を介して支持体２の表面に形成（配設）されている。また、透明導電層４は、後述する形成方法に従って形成されることにより、その表面４１が粗面に形成されている。この場合、透明導電層４の表面４１は、表面粗さを表す最大山高さＳｐの値が０．３５μｍ以上０．４３μｍ以下の範囲内で、かつ表面粗さを表す最大谷深さＳｖの値が１．０３μｍ以上２．３７μｍ以下の範囲内となるように形成されている。
【００１９】
次に、透明導電フィルム１の製造方法について、図面を参照して説明する。
【００２０】
まず、図２に示すように、ベースフィルム５、アンカー層６および透明導電層４をこの順序で積層した転写用フィルム１０を作製する。ここで、転写用フィルム１０は、後述する被転写用フィルム２０（図３参照）に透明導電層４を転写するためのフィルムであって、透明導電層４を転写した後にベースフィルム５およびアンカー層６が透明導電層４から剥離される。ベースフィルム５は、例えば、酸化珪素（SiO_2）等の無機質の微粒子を含有する樹脂によってフィルム状に構成されている。この場合、ベースフィルム５の表面には、微粒子の形状が反映した微細な凹凸が形成されている。アンカー層６は、透明導電層４をベースフィルム５に仮に固定する（定着させる）機能を有している。
【００２１】
この転写用フィルム１０を作製する際には、まず、ベースフィルム５の上にアンカー層６形成用の塗液（例えばシリコーン樹脂を含む塗液）を塗布する。この場合、ベースフィルム５に塗液を塗布する方法としては、公知の各種の塗布方法を採用することもできる。具体的には、例えば、塗液が１０００ｃｐｓ以上の高粘度のときには、ブレード法およびナイフ法などを採用することができる。また、塗液が５００ｃｐｓ未満の低粘度のときには、バーコート法、キスコート法、スクイズ法および噴霧や吹き付けによる方法などを採用することができる。さらに、塗液の粘度に拘わらず、リバースロール法、ダイレクトロール法、エクストルージョンノズル法、カーテン法、グラビアロール法およびディップ法などを採用することもできる。次いで、ベースフィルム５に塗布した塗液を乾燥させる。これにより、ベースフィルム５の表面にアンカー層６が形成される。
【００２２】
続いて、透明導電層４形成用の分散液を作製する。具体的には、まず、サンドグラインダーミル法やボールミル法等の公知の分散方法によって導電性微粒子（分散質）を分散媒中に分散して分散液を生成する。導電性微粒子としては、透明性および導電性を有する透明導電層４を形成可能な各種の微粒子を用いることができる。一例として、アンチモンド

ープ酸化錫（ＡＴＯ）およびフッ素ドープ酸化錫（ＦＴＯ）等の酸化錫の微粒子、錫ドープ酸化インジウム（ＩＴＯ）等の酸化インジウムの微粒子、アルミニウムドープ酸化亜鉛（ＡＺＯ）等の酸化亜鉛の微粒子、並びに酸化カドミウムの微粒子を用いることができる。この場合、優れた導電性が得られる点でＩＴＯが好ましい。また、ＡＴＯ、ＩＴＯ等を硫酸バリウム等の透明性を有する微粒子の表面にコーティングしたものを導電性微粒子として用いることもできる。また、これらの微粒子の粒子径は、透明導電フィルム１の用途に応じて必要とされる散乱の度合いによって任意に規定することができ、一般的には、１．０μｍ以下（好ましくは０．１μｍ以下、より好ましくは５ｎｍ以上５０ｎｍ以下）に規定することができる。

【００２３】

また、上記した導電性微粒子の表面を無機物で表面処理して分散質とすることもできる。この場合、表面処理用の無機物としては、一例として、珪素化合物（例えば、二酸化ケイ素SiO_2（僅かな酸素欠損のあるSiO_{2-X}を含む））を用いることができる。ここで、導電性微粒子の表面を無機物で表面処理することにより、圧縮形成された透明導電層４の耐久性が向上するため、高温高湿環境下における電気抵抗値の経時安定性が向上する。

【００２４】

一方、導電性微粒子を分散する分散媒としては、公知の各種の液体を用いることができる。具体的には、ヘキサン等の飽和炭化水素類、トルエンおよびキシレン等の芳香族炭化水素類、メタノール、エタノール、プロパノールおよびブタノール等のアルコール類、アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトンおよびジイソブチルケトン等のケトン類、酢酸エチル、酢酸ブチル等のエステル類、テトラヒドロフラン、ジオキサン、ジエチルエーテル等のエーテル類、Ｎ，Ｎ－ジメチルホルムアミド、Ｎ－メチルピロリドン（ＮＭＰ）およびＮ，Ｎ－ジメチルアセトアミド等のアミド類、並びにエチレンクロライドおよびクロルベンゼン等のハロゲン化炭化水素等を用いることができる。この場合、これらの各分散媒の中で、極性を有する分散媒が好ましく、メタノールおよびエタノール等のアルコール類、並びにＮＭＰ等のアミド類のような親水性を有する分散媒は、分散剤を混合しなくても分散性が良好であるためより好ましい。また、これらの分散媒は、単独で用いてもよいし、２種類以上を混合して用いてもよい。また、分散媒の種類に応じて、分散剤を用いることもできる。さらに、分散媒として、水を用いることもできるが、透明導電層４の膜厚を均一にするためには、支持体２が親水性である必要がある。したがって、一般的には疎水性である樹脂フィルムを支持体２として用いる際には、親水性を有するアルコール類を水に混合するのが好ましい。ここで、導電性微粒子の分散に用いる分散媒の量は、分散後の分散液を塗布するのに適した粘度となるように、適宜調整することができる。

【００２５】

次いで、アンカー層６の上に分散液を塗布する。この場合、分散液の塗布方法としては、ベースフィルム５の形成に用いた方法と同様の各種の塗布方法を採用することができる。続いて、乾燥装置を用いて、分散液を塗布したベースフィルム５を分散媒の種類に応じた適切な乾燥温度で乾燥する。これにより、分散液中の分散媒が蒸発して、凝縮した導電性微粒子（分散質）によって導電性微粒子層が形成される。次いで、導電性微粒子層をシートプレス機やロールプレス機を用いて圧縮する。この場合、導電性微粒子層に加える圧縮力が４４Ｎ／mm^2以上であるのが好ましく、１３５Ｎ／mm^2以上であるのがより好ましく、１８０Ｎ／mm^2であるのが更に好ましい。

【００２６】

これにより、アンカー層６の上に透明導電層４が形成される。ここで、この製造方法では、導電性微粒子層を圧縮するため、導電性微粒子相互間の接触点が増えて接触面が増加して、透明導電層４の強度が強化されると共に、透明導電層４の光透過率が向上する。また、この製造方法では、従来の製造方法においてバインダーとして添加していた樹脂を添加することなく透明導電層４を形成することが可能となっている。このため、導電性微粒

子同士の接触がバインダーにより阻害されて、導電性が低下する可能性が低くなる。なお、透明導電層４の導電性を低下させない範囲内で、紫外線吸収剤、界面活性剤および分散剤等の添加剤を添加してもよい。

【００２７】

続いて、図３に示すように、支持体２の上に樹脂層３を積層した被転写用フィルム２０を作製する。具体的には、支持体２の上に樹脂を溶剤で溶解した樹脂層３形成用の塗液を塗布する。この場合、この樹脂としては、一例として、フッ素ポリマー、シリコーン樹脂、アクリル樹脂、ポリビニルアルコール、カルボキシメチルセルロース、ヒドロキシプロピルセルロース、再生セルロース、ジアセチルセルロース、ポリ塩化ビニル、ポリビニルピロリドン、ポリエチレン、ポリプロピレン、ＳＢＲ、ポリブタジエン、ポリエチレンオキシド、ポリエステルおよびポリウレタン等の有機ポリマー並びにこれらの前駆体（モノマー、オリゴマー）などを用いることができる。また、樹脂を溶解する溶媒としては、ヘキサン等の飽和炭化水素類、トルエン、キシレン等の芳香族炭化水素類、メタノール、エタノール、プロパノール、ブタノール等のアルコール類、アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトンおよびジイソブチルケトン等のケトン類、酢酸エチルおよび酢酸ブチル等のエステル類、テトラヒドロフラン、ジオキサンおよびジエチルエーテル等のエーテル類、Ｎ，Ｎ－ジメチルホルムアミド、Ｎ－メチルピロリドン（ＮＭＰ）およびＮ，Ｎ－ジメチルアセトアミド等のアミド類、エチレンクロライドおよびクロルベンゼン等のハロゲン化炭化水素類並びに水等を用いることができる。ここで、樹脂層３は、支持体２と透明導電層４とを結びつける（接着させる）接着層としても機能する。このため、紫外線等の電子線によって樹脂を硬化させるための電子線（紫外線）硬化型樹脂を塗液に添加するのが好ましい。また、硬化させるための手法として、上記の樹脂に反応基を付加する等の公知の方法を採用することもできる。さらに、紫外線吸収剤、赤外線吸収剤および着色剤等の添加剤を塗液に添加することもできる。

【００２８】

一方、上記した塗液の支持体２への塗布方法としては、リバースロール法、ダイレクトロール法、ブレード法、ナイフ法、エクストルージョンノズル法、カーテン法、グラビアロール法、バーコート法、ディップ法、キスコート法およびスクイズ法などの公知の方法を採用することができる。また、噴霧や吹き付けによって塗液を支持体２に塗布する方法を採用することもできる。次いで、塗布した塗液を乾燥して溶媒を気化させる。これにより、支持体２の上に樹脂層３が積層（形成）される。

【００２９】

続いて、図４に示すように、転写用フィルム１０の透明導電層４と、被転写用フィルム２０の樹脂層３とが密着するようにして、被転写用フィルム２０の上に転写用フィルム１０を重ね合わせる。この際に、樹脂層３を構成する樹脂が、透明導電層４を構成する導電性微粒子同士の空隙に浸透する（充填される）。次いで、例えば、樹脂層３形成用の塗液に紫外線硬化型樹脂を添加したときには、転写用フィルム１０におけるベースフィルム５の外側（同図では上方）から紫外線を照射して、樹脂層３と、透明導電層４の空隙に浸透した樹脂層３を構成する樹脂とを硬化させる。続いて、ベースフィルム５を剥離する。この場合、アンカー層６とベースフィルム５との密着性が、アンカー層６と透明導電層４との密着性よりも高いため、図５に示すように、アンカー層６は、ベースフィルム５と共に透明導電層４から剥離する。これにより、図１に示すように、支持体２の上に樹脂層３を介して透明導電層４が転写されると共に、透明導電層４が露出した透明導電フィルム１が製造される。ここで、透明導電層４の厚みが０．１μｍ未満のときには、電気抵抗が高くなって透明導電フィルム１の電気的特性が低下するおそれがある。一方、透明導電層４の厚みが５μｍを超えるときには、全光線透過率が低下して透明性が損なわれるおそれがある。このため、透明導電層４の厚みとしては、０．１μｍ以上５μｍ以下の範囲内であるのが好ましい。

【００３０】

次に、上記した製造方法に従って以下に説明する製造手順で製造した透明導電フィルム

１Ａ～１Ｃの特性、および後述する製造方法に従って製造した比較用の透明導電フィルム１Ｄの特性について説明する。

【００３１】

最初に、透明導電フィルム１Ａの製造手順について説明する。まず、図２に示すように、ベースフィルム５Ａ、アンカー層６Ａおよび透明導電層４Ａをこの順序で積層した転写用フィルム１０Ａを作製した。具体的には、ベースフィルム５Ａの表面にアンカー層６Ａ形成用の塗液を塗布した後に、７０℃で２４時間乾燥して硬化させて、厚みが１μｍのアンカー層６Ａを形成した。この場合、ベースフィルム５Ａとしては、表面粗さを表す算術平均高さＳａが０．４μｍで厚みが２６μｍのＰＥＴフィルム（東レ（株）製のＸ４２）を用いた。また、アンカー層６Ａ形成用の塗液としては、シリコーン樹脂（松下電工（株）製フレッセラＮのＡ液１００重量部およびＢ液３００重量部を混合してもの）を用いた。

【００３２】

次いで、ＩＴＯ微粒子（住友金属鉱山（株）製ＳＵＦＰ－ＨＸ（一次粒径：２０ｎｍ））１００重量部に対してエタノール３００重量部を加えて、ボールミル装置を用いて分散して透明導電層４Ａ形成用の塗液を作製した。この場合、分散用のメディアとしてジルコニアビーズを用いた。続いて、透明導電層４Ａ形成用の塗液をバーコーターを用いてアンカー層６Ａの上に塗液を塗布した後に、５０℃の温風を送風して乾燥して、ＩＴＯを含む厚みが１．７μｍの塗膜を形成した（以下、この状態のフィルムを「圧縮前転写用フィルム」ともいう）を得た。

【００３３】

次いで、圧縮圧力を確認するための予備実験を行った。具体的には、表面にハードクロムめっき処理を施した直径１４０ｍｍの一対の金属ロールを備えたロールプレス機を用いて、金属ロールを回転させない状態において２３℃の条件下で、圧縮前転写用フィルムを挟んで圧縮した。この際に、フィルム幅方向の単位長さ当たりの圧力を６６０Ｎ／ｍｍに規定した。続いて、圧力を解放して、圧縮前転写用フィルムにおける圧縮された部分の長手方向の長さを測定した。この場合、この部分の長手方向の長さが、１．９ｍｍであった。この結果から、単位面積当たりに３４７Ｎ／ｍｍ^{2}の圧力が加えられたことが判明した。次いで、圧縮前転写用フィルムを金属ロール間に挟んで上記の予備実験と同じ条件下で圧縮して、ロールを回転させて５ｍ／分の送り速度で圧縮した。これにより、転写用フィルム１０Ａを得た。この場合、透明導電層４Ａの厚みをアンリツ（株）製のエレクトロニックマイクロメータ（Ｋ－４０２Ｂ）を用いて測定したところ、その厚みは、１．０μｍであった。

【００３４】

続いて、図３に示すように、支持体２Ａおよび樹脂層３Ａを積層した被転写用フィルム２０Ａを作製した。具体的には、アクリル樹脂（大成化工（株）製１ＢＲ－３０５（固形分：３９．５％））１００重量部、および紫外線硬化型樹脂（大日本インキ化学工業（株）製ＳＤ－３１８）９２重量部に対して、溶媒としてのメチルエチルケトン１８４重量部を加えて、樹脂層３Ａ形成用の塗液を作製した。次いで、支持体２ＡとしてのＰＥＴフィルム（厚み：１８８μｍ）に樹脂層３Ａ形成用の塗液を塗布した後に溶媒を蒸発させて、厚みが８μｍの樹脂層３Ａを形成して被転写用フィルム２０Ａを得た。続いて、図４に示すように、転写用フィルム１０Ａの透明導電層４Ａと、被転写用フィルム２０Ａの樹脂層３Ａとが密着するようにして、被転写用フィルム２０Ａの上に転写用フィルム１０Ａを重ね合わせた。これにより、樹脂層３Ａの上に透明導電層４Ａを積層させると共に、樹脂層３Ａを構成するアクリル樹脂と紫外線硬化型樹脂の混合物（以下、この混合物を「紫外線硬化型樹脂等」ともいう）を透明導電層４Ａ内の空隙に浸透させた。

【００３５】

次いで、転写用フィルム１０Ａのベースフィルム５Ａの外側から紫外線を照射して、樹脂層３Ａ、および透明導電層４Ａ内の空隙に浸透させた紫外線硬化型樹脂等を硬化させた。続いて、図５に示すように、ベースフィルム５Ａおよびアンカー層６Ａを透明導電層４

Ａから剥離した。これにより、図１に示すように、支持体２Ａの上に樹脂層３Ａを介して透明導電層４Ａが転写されると共に、透明導電層４Ａが露出した透明導電フィルム１Ａを得た。

【００３６】

次に、透明導電フィルム１Ｂの製造手順について説明する。まず、図２に示すように、ベースフィルム５Ｂ、アンカー層６Ｂおよび透明導電層４Ｂをこの順序で積層した転写用フィルム１０Ｂを、上記した転写用フィルム１０Ａの作製手順と同様の手順で作製した。この場合、アンカー層６Ｂは、上記したアンカー層６Ａ形成用の塗液を用いて、０．５μｍの厚みに形成した。また、その他については、転写用フィルム１０Ａの作製に用いた材料と同じ材料を用いて、透明導電層４Ｂの厚みが１．０μｍとなるように形成した。次いで、図３に示すように、支持体２Ｂおよび樹脂層３Ｂを積層した被転写用フィルム２０Ｂを、上記した被転写用フィルム２０Ａの作製手順と同様の手順で作製した。続いて、図４に示すように、被転写用フィルム２０Ｂの上に転写用フィルム１０Ｂを重ね合わせた後に、転写用フィルム１０Ｂにおけるベースフィルム５Ｂの外側から紫外線を照射して、樹脂層３Ｂ、および透明導電層４Ｂの空隙に充填した紫外線硬化型樹脂等を硬化させた。次いで、図５に示すように、ベースフィルム５Ｂおよびアンカー層６Ｂを剥離して、透明導電フィルム１Ｂを得た。

【００３７】

次に、透明導電フィルム１Ｃの製造手順について説明する。まず、図２に示すように、ベースフィルム５Ｃ、アンカー層６Ｃおよび透明導電層４Ｃをこの順序で積層した転写用フィルム１０Ｃを、上記した転写用フィルム１０Ａの作製手順と同様の手順で作製した。この場合、ベースフィルム５Ｃとしては、表面粗さを表す算術平均高さＳａが０．３５μｍで厚みが２６μｍのＰＥＴフィルム（東レ（株）製のＸ４３）を用いた。また、アンカー層６Ｃは、上記したアンカー層６Ａ形成用の塗液を用いて、０．５μｍの厚みに形成した。また、その他については、転写用フィルム１０Ａの作製に用いた材料と同じ材料を用いて、透明導電層４Ｃの厚みが１．０μｍとなるように形成した。続いて、図３に示すように、支持体２Ｃおよび樹脂層３Ｃを積層した被転写用フィルム２０Ｃを、上記した被転写用フィルム２０Ａの作製手順と同様の手順で作製した。次いで、図４に示すように、被転写用フィルム２０Ｃの上に転写用フィルム１０Ｃを重ね合わせた後に、転写用フィルム１０Ｃにおけるベースフィルム５Ｃの外側から紫外線を照射して、樹脂層３Ｃ、および透明導電層４Ｃの空隙に充填した紫外線硬化型樹脂等を硬化させた。続いて、図５に示すように、ベースフィルム５Ｃおよびアンカー層６Ｃを剥離して、透明導電フィルム１Ｃを得た。

【００３８】

次に、比較用の透明導電フィルム１Ｄの製造方法について説明する。まず、厚さが１８８μｍで幅が３５０ｍｍのＰＥＴフィルの一面にエンボス加工を施して支持体２Ｄとした。この場合、このエンボス加工には、レーザー彫刻によって算術平均高さＳａおよび最大断面高さＳｔがそれぞれ１．９μｍおよび３５．８μｍとなるように形成した表面にクロムメッキを施したロールを用いた。また、ロール（プレス）条件としては、プレス圧力（線圧）を３５Ｋｇ／ｃｍに、プレス温度（金属ロールの表面温度）を１７５℃に、プレス速度を３ｍ／ｍｉｎにそれぞれ設定した。このエンボス加工を施した支持体２Ｄの表面粗さを測定したところ、算術平均高さＳａおよび最大断面高さＳｔがそれぞれ０．１４μｍおよび２．７８μｍであった。次いで、エンボス加工を施した支持体２Ｄの一面にコロナ放電処理を施した。続いて、テトラエトキシシラン１モルに対して水６モル、エチルアルコール６モルおよび塩酸０．０３モルの割合となるように混合したゾルーゲル溶液を支持体２Ｄの一面にロールコーティングした。次いで、支持体２Ｄの一面に熱風を吹きかけて溶媒を蒸発させた後にさらに加熱して、二酸化ケイ素膜を形成した。続いて、二酸化ケイ素薄膜の上に、ＩＴＯをスパッタリングして、膜厚が２５ｎｍの透明導電層４Ｄを形成した。これにより、支持体２Ｄの上に二酸化ケイ素膜を介して透明薄膜電極層４Ｄが形成された透明導電フィルム１Ｄを得た。

【００３９】
次いで、作製した透明導電フィルム１Ａ～１Ｄにおける各透明導電層４Ａ～４Ｄについて、表面粗さを示す算術平均高さＳａおよび最大山高さＳｐを、米国Micromap社製の三次元非接触表面形状測定システム（Ｍｉｃｒｏｍａｐ）を用いて測定した。この場合、測定条件を次のとおりとした。
測定モード：Ｗａｖｅモード、
測定エリア：６４０ピクセル×４８０ピクセル
倍率：１０倍
解析条件：Ｄｅｔｒｅｎｄｉｎｇ補正＝Ｐｌａｎｅ
ＦＩＬＬ＝あり
ＭｅｄｉａｎＦｉｌｔｅｒ：Ｘwindow＝５，Ｙwindow＝５
ＳｍｏｏｈｔＦｉｌｔｅｒ：Ｘwindow＝５，Ｙwindow＝５
この結果、透明導電フィルム１Ａ～１Ｄにおける各透明導電層４Ａ～４Ｄの算術平均高さＳａの値は、図６に示すように、それぞれ０．１０μｍ、０．１２μｍ、０．１６μｍおよび０．１１μｍであった。一方、各透明導電層４Ａ～４Ｄの最大山高さＳｐの値は、同図に示すように、それぞれ０．３５μｍ、０．４３μｍ、０．４１μｍおよび１．６６μｍであった。
【００４０】
続いて、透明導電フィルム１Ａ～１Ｄを用いたタッチパネル３０Ａ～３０Ｄ（以下、区別しないときには「タッチパネル３０」ともいう）を作製した。この場合、ガラス基板の上にＩＴＯの被膜（透明導電層）を形成すると共に、ドット状の非伝導性スペーサをその被膜の上にマトリクス状に配置した透明導電体を下部電極として用いた。また、透明導電フィルム１Ａ～１Ｄを上部電極として用いた。次いで、ペン先が直径０．８ｍｍの球状（半球状）に形成されたポリアセタール製のタッチペンを用いて、各タッチパネル３０Ａ～３０Ｄにおける上部電極（透明導電フィルム１Ａ～１Ｄ）上の２０地点を押圧（タッチ）して、そのときにニュートンリング（干渉縞）やぎらつきが生じるか否かを目視によって観察した。この結果、図６に示すように、各タッチパネル３０Ａ～３０Ｄについて、いずれの地点においてもニュートンリング等の発生を確認できなかった。この結果から、透明導電層４の表面４１における最大山高さＳｐの値が０．３５μｍ～１．６６μｍの範囲内のときには、光が適度に散乱されて、ニュートンリング等の発生を確実に防止できるのが明らかである。この場合、透明導電層４の表面４１における算術平均高さＳａの値が０．０５μｍ以上０．３５μｍ以下の範囲内のときにニュートンリング等の発生を防止できることが従来から知られていたが、上記の結果から、この値が０．１０μｍ以上０．１６μｍ以下の範囲内のときには、ニュートンリング等の発生を確実に防止できることも、この結果から明らかである。
【００４１】
続いて、各タッチパネル３０Ａ～３０Ｄにおける各上部電極の表面を上記のタッチペンのペン先で下部電極側に押圧した状態でペン先を往復移動させることによって上部電極および下部電極を摺動させ、その前後における下部電極の抵抗値の変化率を測定した。この場合、タッチペンには２５０ｇの荷重を加え、ペン先の往復移動回数は１５万回とした。その結果、図６に示すように、透明導電フィルム１Ａ～１Ｃを用いたタッチパネル３０Ａ～３０Ｃでは、下部電極における抵抗値の変化率がそれぞれ１．５％、２．３％および２．５％であるのに対して、透明導電フィルム１Ｄを用いたタッチパネル３０Ｄでは、抵抗値の変化率が１２％もあった。これらの測定結果から、透明導電フィルム１Ｄのように、透明導電層４の表面４１における算術平均高さＳａの値が小さいとき（この場合０．１１μｍ）であっても、最大山高さＳｐの値が大きいとき（この場合１．６６μｍ）には、上部電極および下部電極の摺動の際にその山部（凸部）に圧力が集中して透明導電層４の表面４１が傷つけられて抵抗値の変化が大きくなるのに対して、最大山高さＳｐの値が０．３５μｍ以上０．４３μｍ以下の範囲内のときには、各山部の高さが平均化して上部電極および下部電極が摺動する際に各山部に圧力が分散するため、表面４１における傷の発生

が低減されて、抵抗値の変化が小さく抑えられるのが明らかである。

【００４２】

次いで、透明導電フィルム１Ａ～１Ｄにおける各透明導電層４Ａ～４Ｄについて、表面粗さを示す最大谷深さＳｖおよび最大断面高さＳｔを、上記の三次元非接触表面形状測定システムを用いて上記と同じ条件で測定した。この結果、各透明導電層４Ａ～４Ｄにおける最大谷深さＳｖの値は、図６に示すように、絶対値がそれぞれ２．３７μｍ、２．０６μｍ、１．０３μｍおよび０．２２μｍであった。一方、各透明導電層４Ａ～４Ｄにおける最大断面高さＳｔの値は、同図に示すように、それぞれ２．７２μｍ、２．４９μｍ、１．４４μｍおよび１．８８μｍであった。続いて、図７～図１０に示すように、上記の三次元非接触表面形状測定システムを用いて透明導電フィルム１Ａ～１Ｄにおける各透明導電層４Ａ～４Ｄの表面形状図を描画した。これらの表面形状図から、透明導電フィルム１Ａ～１Ｃのように最大谷深さＳｖの値が１．０３μｍ以上２．３７μｍ以下の範囲内のときには、谷部が多い分、平均面から突出する山部の数が少ないのが明らかである。一方、透明導電フィルム１Ｄのように最大谷深さＳｖの値が小さいとき（この場合０．２２μｍ）には、最大断面高さＳｔの値が比較的小さいとき（この場合１．８８μｍ）であっても、平均面から突出する山部の数が多いのが明らかである。したがって、これらの表面形状図および上記の測定結果から、最大谷深さＳｖの値が小さいときには上部電極および下部電極の摺動の際に数多くの山部によって透明導電層４の表面４１が傷つけられて抵抗値の変化が大きくなるのに対して、最大谷深さＳｖの値が１．０３μｍ以上２．３７μｍ以下の範囲内のときには、山部が少ないため、上部電極および下部電極が摺動する際に、表面４１における傷の発生が抑えられて、抵抗値の変化が小さく抑えられるのが明らかである。

【００４３】

この場合、透明導電層４の表面４１における最大山高さＳｐの値が０．３５μｍ以上０．４３μｍ以下の範囲内で、かつ最大谷深さＳｖの値が１．０３μｍ以上２．３７μｍ以下の範囲内のときには、各山部の高さが平均化すると共に、谷部が多い分、平均面から突出する山部が少ないため、上部電極および下部電極が摺動する際に各山部に圧力が分散すると共に、山部が下部電極の表面に接触する頻度が少なくなる。このため、最大山高さＳｐの値、および最大谷深さＳｖの値がそれぞれ上記の範囲内のときには、表面４１における傷の発生が一層確実に抑えられるのが明らかである。

【００４４】

このように、この透明導電フィルム１によれば、表面４１における表面粗さを表す最大山高さＳｐの値が０．３５μｍ以上０．４３μｍ以下の範囲内となるように透明導電層４を形成したことにより、光を適度に散乱させることができるため、ニュートンリング等の発生を確実に防止することができる。また、最大山高さＳｐの値を０．３５μｍ以上０．４３μｍ以下の範囲内となるようにしたことで、最大山高さＳｐの値が大きい透明導電フィルム（上記した透明導電フィルム１Ｄ）とは異なり、各山部の高さを平均化させることができるため、上部電極および下部電極が摺動する際に、各山部に圧力が分散する結果、表面４１における傷の発生を確実に低減することができる。したがって、この透明導電フィルム１を組み込んだタッチパネルによれば、ニュートンリング等の発生を確実に防止しつつ、耐久性を十分に向上させることができる。

【００４５】

また、この透明導電フィルム１によれば、表面４１における表面粗さを表す最大谷深さＳｖの値が１．０３μｍ以上２．３７μｍ以下の範囲内となるように透明導電層４を形成したことにより、光を適度に散乱させることができるため、ニュートンリング等の発生を確実に防止することができる。また、最大谷深さＳｖの値が１．０３μｍ以上２．３７μｍ以下の範囲内となるようにしたことで、最大谷深さＳｖの値が小さい透明導電フィルム（上記した透明導電フィルム１Ｄ）とは異なり、谷部が多い分、山部の数を少なくすることができるため、上部電極および下部電極が摺動する際に、表面４１における傷の発生を確実に低減することができる。したがって、この透明導電フィルム１を組み込んだタッチ

パネルによれば、ニュートンリング等の発生を確実に防止しつつ、耐久性を十分に向上させることができる。

【００４６】

また、この透明導電フィルム１によれば、表面４１における表面粗さを表す最大山高さＳｐの値が０．３５μｍ以上０．４３μｍ以下の範囲内で、かつ表面４１における表面粗さを表す最大谷深さＳｖの値が１．０３μｍ以上２．３７μｍ以下の範囲内となるように透明導電層４を形成したことにより、各山部の高さを平均化させることができると共に、谷部が多い分、山部の数を少なくすることができるため、上部電極および下部電極が摺動する際に各山部に圧力を分散させることができると共に、山部が下部電極の表面に接触する頻度を少なくすることができる。この結果、表面４１における傷の発生を一層確実に低減することができる。したがって、この透明導電フィルム１を組み込んだタッチパネルによれば、ニュートンリング等の発生を確実に防止しつつ、耐久性を一層向上させることができる。

【００４７】

また、この透明導電フィルム１によれば、導電性微粒子を圧縮して透明導電層４を構成したことにより、導電性微粒子相互間の接触点を増やして接触面を増加させることができるため、透明導電層４の強度を強化することができると共に、透明導電層４の光透過率を向上させることができる。また、導電性微粒子を圧縮することで、従来の製造方法とは異なり、バインダーとしての樹脂を添加することなく透明導電層４を形成することができるため、導電性微粒子同士の接触がバインダーにより阻害されて導電性が低下する可能性を低くすることができる。

【００４８】

なお、本発明は上記の構成に限定されない。例えば、本発明に係る透明導電体としての透明導電フィルム１をタッチパネル３０の上部電極として用いた例について上記したが、タッチパネル３０の下部電極に本発明を適用することができるのは勿論である。また、支持体２の上に樹脂層３を介して透明導電層４を配設（形成）した例について上記したが、支持体２上に透明導電層４を直接配設（形成）した透明導電フィルムにも本発明を適用することができる。また、導電性微粒子層を圧縮することによって透明導電層４を形成する例について上記したが、導電性微粒子の種類や大きさ等に応じて圧縮の工程を適宜省略することもできる。

【図面の簡単な説明】

【００４９】

【図１】透明導電フィルム１（１Ａ～１Ｃ）の断面図である。

【図２】転写用フィルム１０（１０Ａ～１０Ｃ）の断面図である。

【図３】被転写用フィルム２０（２０Ａ～２０Ｃ）の断面図である。

【図４】転写用フィルム１０（１０Ａ～１０Ｃ）と被転写用フィルム２０（２０Ａ～２０Ｃ）とを密着させた状態の断面図である。

【図５】ベースフィルム５（５Ａ～５Ｃ）およびアンカー層６（６Ａ～６Ｃ）を透明導電層４（４Ａ～４Ｃ）から剥離している状態の断面図である。

【図６】透明導電フィルム１Ａ～１Ｄの測定結果を示す測定結果図である。

【図７】透明導電フィルム１Ａの表面を撮像した図面代用写真である。

【図８】透明導電フィルム１Ｂの表面を撮像した図面代用写真である。

【図９】透明導電フィルム１Ｃの表面を撮像した図面代用写真である。

【図１０】透明導電フィルム１Ｄの表面を撮像した図面代用写真である。

【符号の説明】

【００５０】

１　透明導電フィルム
２，２Ａ～２Ｃ　支持体
４，４Ａ～４Ｃ　透明導電層
４１　表面

Ｓｐ　最大山高さ
Ｓｖ　最大谷深さ