

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4775728号  
(P4775728)

(45) 発行日 平成23年9月21日(2011.9.21)

(24) 登録日 平成23年7月8日(2011.7.8)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>C 2 3 C</b> 14/34	<b>(2006.01)</b>	C 2 3 C	14/34 U
<b>C 2 3 C</b> 14/08	<b>(2006.01)</b>	C 2 3 C	14/08 N
<b>H O 1 B</b> 13/00	<b>(2006.01)</b>	H O 1 B	13/00 5 O 3 B

請求項の数 6 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2010-546971 (P2010-546971)</p> <p>(86) (22) 出願日 平成22年10月6日 (2010.10.6)</p> <p>(86) 国際出願番号 PCT/JP2010/067524</p> <p>(87) 国際公開番号 W02011/046050</p> <p>(87) 国際公開日 平成23年4月21日 (2011.4.21)</p> <p>審査請求日 平成23年3月2日 (2011.3.2)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願2009-239106 (P2009-239106)</p> <p>(32) 優先日 平成21年10月16日 (2009.10.16)</p> <p>(33) 優先権主張国 日本国(JP)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 000003160 東洋紡績株式会社 大阪府大阪市北区堂島浜2丁目2番8号</p> <p>(74) 代理人 100103816 弁理士 風早 信昭</p> <p>(74) 代理人 100120927 弁理士 浅野 典子</p> <p>(72) 発明者 村上 英生 滋賀県大津市堅田二丁目1番1号 東洋紡績株式会社 総合研究所内</p> <p>(72) 発明者 大谷 寿幸 滋賀県大津市堅田二丁目1番1号 東洋紡績株式会社 総合研究所内</p> <p>審査官 岡田 隆介</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	--

(54) 【発明の名称】 透明導電性フィルムの製造装置及び製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

透明プラスチックフィルム上に、第1透明層、第1透明層より低い屈折率を持つ第2透明層、および透明導電性層をこの順で積層した透明導電性フィルムの連続的な製造装置であって、巻回されたプラスチックフィルムを巻き出すためのフィルム巻き出し室と、巻き出されたプラスチックフィルム中の残留溶液や水分を除去するための脱ガス室と、第1のバッファ室と、第1透明層と第2透明層をスパッタリング法で成膜するための第1の成膜室と、第2透明層と透明導電性層をスパッタリング法で成膜するための第2の成膜室と、第2のバッファ室と、第1、第2の成膜室で成膜されたプラスチックフィルムを巻き取るためのフィルム巻き取り室とを備え、プラスチックフィルムがこれらの室を通過する製造装置において、成膜されたプラスチックフィルムの分光透過率または分光反射率を第2のバッファ室からフィルム巻き取り室でフィルムが巻き取られるまでの間で測定するための測定装置を設け、さらに、この測定装置で測定された分光透過率または分光反射率の値と予め設定された目標とする分光透過率または分光反射率の値の差が小さくなるように、第2透明層を形成するためのスパッタリング時のプラズマ発光強度または放電電圧を制御する装置を設けたことを特徴とする製造装置。

【請求項2】

測定装置が第2のバッファ室内に設けられていることを特徴とする請求項1に記載の製造装置。

【請求項3】

透明プラスチックフィルム上に、第1透明層、第1透明層より低い屈折率を持つ第2透明層、及び透明導電性層をこの順で積層した透明導電性フィルムの連続的な製造方法であって、プラスチックフィルムが、プラスチックフィルムを巻き出すためのフィルム巻き出し室、巻き出されたプラスチックフィルム中の残留溶液や水分を除去するための脱ガス室、第1のバッファ室、第1透明層と第2透明層をスパッタリング法で成膜するための第1の成膜室、第2透明層と透明導電性層をスパッタリング法で成膜するための第2の成膜室、第2のバッファ室、および第1、第2の成膜室で成膜されたプラスチックフィルムを巻き取るためのフィルム巻き取り室を通過する製造方法において、第2のバッファ室からフィルム巻き取り室でフィルムが巻き取られるまでの間でプラスチックフィルムの分光透過率または分光反射率を測定し、さらにこの測定された分光透過率または分光反射率の値と予め設定された目標とする分光透過率または分光反射率の値の差が小さくなるように、第2透明層を形成するためのスパッタリング時のプラズマ発光強度または放電電圧を制御することを特徴とする製造方法。

10

**【請求項4】**

測定が第2のバッファ室内で行われることを特徴とする請求項3に記載の製造方法。

**【請求項5】**

分光透過率または分光反射率の測定が、フィルムの幅方向の中央付近と両端付近を含む少なくとも3箇所で行われることを特徴とする請求項3または4に記載の製造方法。

**【請求項6】**

測定と制御が連続的に行われることを特徴とする請求項3～5のいずれかに記載の製造方法。

20

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、透明プラスチックフィルム上に、第1透明層（高屈折率層）、第2透明層（低屈折率層）、及び透明導電性層を積層した透明導電性フィルムの連続的な製造装置及び製造方法であって、特に抵抗膜式タッチパネル用または静電容量式タッチパネル用に好適な透明導電性フィルムを生産性良く、安定的に製造することができるものに関する。

**【背景技術】****【0002】**

30

透明プラスチックフィルム上に、透明でかつ抵抗が小さい薄膜を積層した透明導電性フィルムは、その導電性を利用した用途、例えば、液晶ディスプレイやエレクトロルミネッセンスディスプレイなどのフラットパネルディスプレイ、抵抗膜式タッチパネルの透明電極などの電気、電子分野の用途に広く使用されている。

**【0003】**

近年、タッチパネルは入力インターフェイスとして幅広く認知され、特に携帯情報端末やデジタルビデオカメラ、デジタルカメラなどの携帯端末には操作キーを省くため表示ディスプレイにタッチパネルを搭載するケースが増えている。一方、これらの携帯端末に用いられる液晶ディスプレイ等の表示体の高精細化はますます進んでおり、このような表示体の前面に組み込まれるタッチパネル用の電極フィルムは、視認性を低下させないことが強く望まれている。すなわち、抵抗膜式タッチパネル用の電極フィルムとして用いる場合、透過率が低いと、液晶ディスプレイ等の表示体の輝度が低下し、表示画面が暗くなるため表示が見づらくなる。また、電極フィルムが着色していると、液晶ディスプレイ等の表示色（特に白色）の色表示が変化し、鮮明な画像が得られにくくなる。このため、電極フィルムには透過率が高く、かつ着色の少ないことが望まれている。

40

**【0004】**

また、近年、静電容量式のタッチパネルが携帯電話、携帯音楽端末などのモバイル機器に搭載されるケースが増えている。このような静電容量式のタッチパネルではパターンニングされた導体上に誘電体層を積層した構成を有し、指などでタッチすることにより、人体の静電容量を介して接地される。この際、パターンニング電極と接地点との間の抵抗値に変

50

化が生じ、位置入力を認識する。しかしながら、従来の透明導電性フィルムを用いた場合、透明導電性薄膜層を有する部分と除去された部分での光学特性の差が大きいため、パターンニングが強調され、液晶ディスプレイ等の表示体の前面に配置した際に視認性が低下するという問題があった。

【0005】

透明導電性フィルムにおいて視認性を向上させるためには、反射防止加工等で用いられる屈折率の異なる層を積層させ、光の干渉を利用することが提案されている。具体的には、透明導電性層と基材フィルムの間屈折率の異なる層を設けて光学干渉を利用することが提案されている（特許文献1～3参照）。この構成の透明導電性フィルムは、視認性の改善はできるものの、これらの文献では、どのようにしてロールコーターのような連続的なスパッタリング装置において良好な安定性と生産性を維持して製造することについては全く検討されていない。

10

【0006】

一方、透明導電性フィルムのロールコーター式連続スパッタリング装置として、特許文献4記載の装置が提案されている。このスパッタリング装置は、透明導電性薄膜層のみの成膜装置としては生産性、安定性に優れるものの、この文献の装置では、上述の抵抗膜式タッチパネル用または静電容量式タッチパネル用の透明導電性フィルムを生産性良く、安定的に製造することについては必ずしも満足できるものではなかった。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0007】

【特許文献1】特開平11-286066号公報

【特許文献2】特開2000-301648号公報

【特許文献3】特開2006-346878号公報

【特許文献4】特開2003-183813号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、上記の従来技術の問題点に鑑み創案されたものであり、その目的は、抵抗膜式タッチパネル用または静電容量式タッチパネル用に好適な透明導電性フィルムを生産性良く、安定的に製造することができる装置及び方法を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明者は、上記目的を達成するために鋭意検討した結果、成膜後の透明導電性フィルムの光学特性をフィードバックしてスパッタリング時のプラズマ発光強度または放電電圧を制御して、スパッタリングにより積層される層の厚さをほぼ一定に保つことにより、上述の用途の透明導電性フィルムであっても生産性良く、安定的に製造できることを見出し、本発明の完成に至った。

【0010】

すなわち、本発明は、以下の(1)～(6)の構成を有するものである。

40

(1)透明プラスチックフィルム上に、第1透明層、第1透明層より低い屈折率を持つ第2透明層、および透明導電性層をこの順で積層した透明導電性フィルムの連続的な製造装置であって、巻回されたプラスチックフィルムを巻き出すためのフィルム巻き出し室と、巻き出されたプラスチックフィルム中の残留溶液や水分を除去するための脱ガス室と、第1のバッファ室と、第1透明層と第2透明層をスパッタリング法で成膜するための第1の成膜室と、第2透明層と透明導電性層をスパッタリング法で成膜するための第2の成膜室と、第2のバッファ室と、第1、第2の成膜室で成膜されたプラスチックフィルムを巻き取るためのフィルム巻き取り室とを備え、プラスチックフィルムがこれらの室を通過する製造装置において、成膜されたプラスチックフィルムの分光透過率または分光反射率を第2のバッファ室からフィルム巻き取り室でフィルムが巻き取られるまでの間で測定するた

50

めの測定装置を設け、さらに、この測定装置で測定された分光透過率または分光反射率の値と予め設定された目標とする分光透過率または分光反射率の値の差が小さくなるように、第2透明層を形成するためのスパッタリング時のプラズマ発光強度または放電電圧を制御する装置を設けたことを特徴とする製造装置。

(2) 測定装置が第2のバッファ室内に設けられていることを特徴とする(1)に記載の製造装置。

(3) 透明プラスチックフィルム上に、第1透明層、第1透明層より低い屈折率を持つ第2透明層、及び透明導電性層をこの順で積層した透明導電性フィルムの連続的な製造方法であって、プラスチックフィルムが、プラスチックフィルムを巻き出すためのフィルム巻き出し室、巻き出されたプラスチックフィルム中の残留溶液や水分を除去するための脱ガス室、第1のバッファ室、第1透明層と第2透明層をスパッタリング法で成膜するための第1の成膜室、第2透明層と透明導電性層をスパッタリング法で成膜するための第2の成膜室、第2のバッファ室、および第1、第2の成膜室で成膜されたプラスチックフィルムを巻き取るためのフィルム巻き取り室を通過する製造方法において、第2のバッファ室からフィルム巻き取り室でフィルムが巻き取られるまでの間でプラスチックフィルムの分光透過率または分光反射率を測定し、さらにこの測定された分光透過率または分光反射率の値と予め設定された目標とする分光透過率または分光反射率の値の差が小さくなるように、第2透明層を形成するためのスパッタリング時のプラズマ発光強度または放電電圧を制御することを特徴とする製造方法。

(4) 測定が第2のバッファ室内で行われることを特徴とする(3)に記載の製造方法。

(5) 分光透過率または分光反射率の測定が、フィルムの幅方向の中央付近と両端付近を含む少なくとも3箇所で行われることを特徴とする(3)または(4)に記載の製造方法。

(6) 測定と制御が連続的に行われることを特徴とする(3)~(5)のいずれかに記載の製造方法。

#### 【発明の効果】

##### 【0011】

本発明の製造装置及び製造方法によれば、成膜されたフィルムの光学特性を測定し、目標とする光学特性からのズレを少なくするようにプラズマ発光強度または放電電圧を制御しているので、積層される層の厚さはほぼ一定に保たれ、高い生産性と安定性で抵抗膜式タッチパネル用または静電容量式タッチパネル用に好適な透明導電性フィルムを提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0012】

【図1】本発明の製造装置の全体構成に関する説明図である。

【図2】本発明の実施例1における分光透過率の測定結果である。

【図3】本発明の実施例2における分光反射率の測定結果である。

【図4】本発明の比較例1における分光透過率の測定結果である。

#### 【発明を実施するための形態】

##### 【0013】

本発明の透明導電性フィルムは、透明プラスチックフィルム上に、第1透明層、第1透明層より低い屈折率を持つ第2透明層、及び透明導電性層をこの順で積層したものである。以下、本発明の透明導電性フィルムの構成層について説明する。

##### 【0014】

本発明の透明導電性フィルムで基材として用いる透明プラスチックフィルムは、有機ポリマーをフィルム状に熔融押し出し又は溶液押し出ししてフィルム状に成形し、必要に応じ、長手方向及び/又は幅方向に延伸、熱固定、熱弛緩処理を施したものである。有機ポリマーとしては、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエチレンテレフタレート、ポリエチレン-2,6-ナフタレート、ポリプロピレンテレフタレート、ナイロン6、ナイロン4、ナイロン66、ナイロン12、ポリアミド、ポリアミドイミド、ポリエーテルサルファン

10

20

30

40

50

、ポリエーテルエーテルケトン、ポリカーボネート、ポリアリレート、セルロースプロピオネート、ポリ塩化ビニール、ポリ塩化ビニリデン、ポリビニルアルコール、ポリエーテルイミド、ポリフェニレンスルフィド、ポリフェニレンオキサイド、ポリスチレン、シンジオタクチックポリスチレン、ノルボルネン系ポリマーなどが挙げられる。

【0015】

これらの有機ポリマーの中では、ポリエチレンテレフタレート、ポリプロピレンテレフタレート、ポリエチレン-2,6-ナフタレート、シンジオタクチックポリスチレン、ノルボルネン系ポリマー、ポリカーボネート、ポリアリレートなどが好適である。また、これらの有機ポリマーは他の有機ポリマーのモノマーを少量共重合してもよいし、他の有機ポリマーをブレンドしてもよい。

10

【0016】

透明プラスチックフィルムの厚みは、好ましくは10~300 $\mu\text{m}$ であり、より好ましくは70~260 $\mu\text{m}$ である。プラスチックフィルムの厚みが10 $\mu\text{m}$ 未満では、機械的強度が不足し、透明導電性薄膜のパターン形成工程でのハンドリングが難しくなるおそれがある。一方、厚みが300 $\mu\text{m}$ を超えると、タッチパネルの厚みが厚くなりすぎるため、モバイル機器などには適さなくなるおそれがある。

【0017】

透明プラスチックフィルムは、本発明の目的を損なわない範囲で、コロナ放電処理、グロー放電処理、火炎処理、紫外線照射処理、電子線照射処理、オゾン処理などの表面活性化処理を施されてもよい。

20

【0018】

また、透明プラスチックフィルムには、第1透明層との密着性向上、耐薬品性の付与、オリゴマーなどの低分子量物の析出防止を目的として、硬化型樹脂を主たる構成成分とする硬化物層を設けてもよい。

【0019】

硬化型樹脂は、加熱、紫外線照射、電子線照射などのエネルギー印加により硬化する樹脂であれば特に限定されず、シリコン樹脂、アクリル樹脂、メタクリル樹脂、エポキシ樹脂、メラミン樹脂、ポリエステル樹脂、ウレタン樹脂などが挙げられる。生産性の観点からは、紫外線硬化型樹脂を主成分とする硬化型樹脂が好ましい。

【0020】

紫外線硬化型樹脂としては、例えば、多価アルコールのアクリル酸又はメタクリル酸エステルのような多官能性のアクリレート樹脂、ジイソシアネート、多価アルコール及びアクリル酸又はメタクリル酸のヒドロキシアルキルエステルなどから合成されるような多官能性のウレタンアクリレート樹脂などを挙げることができる。必要に応じて、これらの多官能性の樹脂に単官能性の単量体、例えば、ビニルピロリドン、メチルメタクリレート、スチレンなどを加えて共重合させることができる。

30

【0021】

また、第1透明層と硬化物層との付着力を向上するために、硬化物層を更に表面処理することが有効である。具体的な方法としては、グロー放電又はコロナ放電を照射する放電処理によって、カルボニル基、カルボキシル基、水酸基を増加させる方法や、酸又はアルカリで処理する化学薬品処理によって、アミノ基、水酸基、カルボニル基などの極性基を増加させる方法などが挙げられる。

40

【0022】

紫外線硬化型樹脂は、通常、光重合開始剤を添加して使用される。光重合開始剤としては、紫外線を吸収してラジカルを発生する公知の化合物を使用することができ、例えば、各種ベンゾイン類、フェニルケトン類、ベンゾフェノン類などを使用することができる。光重合開始剤の添加量は、紫外線硬化型樹脂100質量部に対して1~5質量部とすることが好ましい。

【0023】

硬化物層のための塗布液中の樹脂成分の濃度は、コーティング法に応じた粘度などを考

50

慮して適切に選択することができる。例えば、塗布液中に紫外線硬化型樹脂、光重合開始剤の合計量が占める割合は、通常は20～80質量%である。また、この塗布液には、必要に応じて、その他の公知の添加剤、例えば、シリコン系界面活性剤、フッ素系界面活性剤などのレベリング剤などを添加してもよい。

#### 【0024】

調製された塗布液を透明プラスチックフィルム上にコーティングする方法は、特に限定されず、バーコート法、グラビアコート法、リバースコート法などの公知の方法を使用することができる。

#### 【0025】

また、硬化物層の厚みは0.1～15 $\mu\text{m}$ の範囲であることが好ましく、より好ましくは0.5～10 $\mu\text{m}$ 、特に好ましくは1～8 $\mu\text{m}$ である。硬化物層の厚みが0.1 $\mu\text{m}$ 未満の場合には、十分に架橋した構造が形成されにくくなるため、耐薬品性が低下しやすくなり、オリゴマーなどの低分子量による密着性の低下も起こりやすくなる。一方、硬化物層の厚みが15 $\mu\text{m}$ を超える場合には、生産性が低下する傾向がある。

#### 【0026】

本発明の透明導電性フィルムで用いる第1透明層は、第2透明層より高い屈折率を持つ。第1透明層の屈折率は1.70～2.50の範囲であり、好ましくは1.90～2.30である。この高屈折率の第1透明層と後述の低屈折率の第2透明層を透明プラスチックフィルム上に形成することによって、光の干渉効果が得られる。第1透明層としては、例えばTiO<sub>2</sub>、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>が用いられる。しかしながら、スパッタリング法によりTiO<sub>2</sub>層、Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>層を形成する場合、成膜速度が遅く生産性が低下するおそれがある。このため生産性の観点からは第1透明層としてIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>層が好ましい。

#### 【0027】

第1透明層を形成する場合には、Ti、Nb、In、ITM(InとSnの合金)などの金属ターゲットやTiO<sub>2-x</sub>、Nb<sub>2</sub>O<sub>5-x</sub>、In<sub>2</sub>O<sub>3-x</sub>、ITO(SnドープIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)などの酸化物ターゲットを使用することができる。酸化物ターゲットを使用すると、第1透明層の膜厚を安定化させることができる。

#### 【0028】

本発明の透明導電性フィルムで用いる第2透明層は、第1透明層の上に形成されるものであり、その屈折率は1.30～1.60であることが好ましい。第2透明層の屈折率が1.30未満の場合は、ポーラスな膜となるため、その上に形成した透明導電性薄膜層の電気特性を低下させてしまう。一方、屈折率が1.60を超える場合、透明導電性薄膜層との光の干渉が弱くなりすぎるため、所望の透明導電性フィルムを得ることが困難となる。第2透明層としては、例えばSiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>などの透明金属酸化物及びSiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の複合金属酸化物が用いられる。

#### 【0029】

第2透明層を形成する場合には、Si、Alなどの金属ターゲットやこれらの合金ターゲットやSiCなどを含むDCスパッタ可能なターゲットを使用することができる。このため、SiO<sub>2</sub>などの低屈折率層を成膜する際、酸素ガスを導入する反応性スパッタリング法が使用される。

#### 【0030】

本発明の透明導電性フィルムで用いる透明導電性層は第2透明層の上に形成されるものであり、その屈折率は1.80～2.20であることが好ましい。透明導電性層の屈折率が1.80未満の場合は、導電性の良好な透明導電性薄膜層を形成することが困難である。一方、屈折率が2.20を超える場合、空気と透明導電性薄膜層との界面での反射が大きくなり、所望の光学特性を満たすことが困難となる。

#### 【0031】

透明導電性層としては、例えば酸化インジウム、酸化スズ、酸化亜鉛、インジウム-スズ複合酸化物、スズ-アンチモン複合酸化物、亜鉛-アルミニウム複合酸化物、インジウム-亜鉛複合酸化物などを使用することができる。これらの中では、環境安定性や回路加

10

20

30

40

50

工性の観点から、インジウム - スズ複合酸化物が好適である。

【0032】

次に、本発明の透明導電性フィルムの製造装置の一例について図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の製造装置の全体構成を表わしたものである。

【0033】

本発明の製造装置は、図1に示すように、フィルム巻き出し室1と、脱ガス室2と、第1のバッファ室3と、第1の成膜室4と、第2のバッファ室5と、第2の成膜室4と、フィルム巻き取り室6とを備えたものである。

【0034】

フィルム巻き出し室1は、巻回された透明プラスチックフィルムロールをセットし、それを巻き出すための部屋である。脱ガス室2は、透明プラスチックフィルムに含有される残留溶液や水分を蒸発させて除去するための部屋であり、この脱ガス室2によりフィルムの成膜時の残留溶液や水分の影響による膜質の低下を抑制することができる。

【0035】

第1のバッファ室3は、脱ガス室2で蒸発した残留溶液や水分が第1の成膜室4に侵入しにくくするための部屋である。図1の装置では、第1のバッファ室3は、脱ガス室2と第1の成膜室4の間、および第1の成膜室4と第2のバッファ室5の間でプラスチックフィルムが移動する際に真空度を保つための緩衝部屋の役割を果たしている。

【0036】

第1の成膜室4は、プラスチックフィルム上に第1透明層（高屈折率層）、第2透明層（低屈折率層）をスパッタリング法で成膜するための部屋であり、第2の成膜室4は、第1の成膜室4で積層されたプラスチックフィルムの層上に第2透明層（低屈折率層）、透明導電性層をスパッタリング法で成膜するための部屋である。

【0037】

第2のバッファ室5は、フィルム巻き取り室6におけるフィルムロールの交換の際に第2の成膜室4の真空度の低下を抑制するための部屋である。図1の装置では、第2のバッファ室5は、第2の成膜室4とフィルム巻き取り室6の間、および第1のバッファ室3と第2の成膜室4の間でプラスチックフィルムが移動する際に真空度を保つための緩衝部屋の役割を果たしている。

【0038】

フィルム巻き取り室6は、第1の成膜室4、第2の成膜室4で成膜されたプラスチックフィルムを巻き取るための部屋である。このフィルム巻き取り室6から巻回された成膜済の透明導電性フィルムが取り出される。

【0039】

本発明の製造装置では、第1の成膜室4、第2の成膜室4で成膜されたプラスチックフィルムの分光透過率または分光反射率を測定するための測定装置が設けられ、さらに、この測定装置で測定された分光透過率または分光反射率の値と予め設定された目標とする分光透過率または分光反射率の値の差が小さくなるように、第2透明層を形成するためのスパッタリング時のプラズマ発光強度または放電電圧を制御する装置が設けられていることが最大の特徴である。従来は、スパッタリング時のプラズマ発光強度または放電電圧が一定になるようにスパッタリング装置を設定しておけば形成される膜厚は一定になると考えられてきたが、本発明者らは、たとえプラズマ発光強度や放電電圧が一定であっても、ターゲットが経時変化により削れてきたりスパッタ源の周囲が汚れてくると、形成される膜厚が微妙に変化してくることを見出した。本発明の装置は、成膜されたプラスチックフィルムの分光透過率または分光反射率の変化を膜厚の変化の指標としてスパッタリング時のプラズマ発光強度または放電電圧にフィードバックすることにより、膜厚のこの微妙な変化をも効果的に防止するものである。

【0040】

分光透過率または分光反射率の測定装置は、プラスチックフィルムが第1の成膜室4、第2の成膜室4で成膜された後、第2のバッファ室5からフィルム巻き取り室6で巻き

10

20

30

40

50

取られるまでの間で設けられる。測定装置は、成膜直後の真空度の高い場所で正確に測定するために第2の成膜室4を出てからフィルム巻き取り室6でフィルムが巻き取られるまでの間で、好ましくは第2のバッファ室5に設けられる。

#### 【0041】

プラスチックフィルムの分光透過率または分光反射率の測定は、従来公知の方法で適宜行うことができるが、例えば光ファイバーによって光源部の光を第2のバッファ室5内に導いてプラスチックフィルムに当て、透過または反射した光を再び光ファイバーによって第2のバッファ室5外に導き、分光部のフィルターによって分光し、受光部のフォトメーターによって電気信号に変換し、コンピュータの演算処理部により測定値を算出して、その結果を出力することによって行うことができる。出力は、制御装置に入力され、制御装置は、この出力値に基づいて第2透明層を形成するためのスパッタリング時のプラズマ発光強度または放電電圧を制御する。なお、スパッタリング法で成膜される三つの層（第1透明層、第2透明層、透明導電性層）のうち、第2透明層のみについてスパッタリング時のプラズマ発光強度または放電電圧を制御するのは、第2透明層がその素材の点で膜厚の調節が最も容易だからである。制御は、従来公知の方法で適宜行うことができ、例えばスパッタリング中に装置内に導入する反応性ガスの流量を微量制御することによりスパッタ電圧を一定に制御するインピーダンス制御またはスパッタリングされる元素や反応性ガスに由来する発光強度を一定に制御するプラズマ発光制御で行うことができる。測定のための投光または受光は、測定精度向上の点から、できるだけフィルムの近くで行うことが好ましく、また、測定は、フィルムの幅方向の中央付近と両端付近を含む少なくとも3箇所で行うことが好ましい。

#### 【0042】

測定のための光源部は、プラスチックフィルムに300～800nmの波長の光を照射することが必要であるが、連続投光でも断続投光でもよく、光を絞ったり、平行光にして投光してもよい。分光部は、フィルターによって特定の波長にしてもよいが、光源光量の変動等の影響を除くために複数の波長で測定し、測定精度の向上を図ることもできる。受光部は、受光感度のよい光電子増倍管、シリコンダイオード等が使用できる。演算処理部は、フィルムを透過または反射分光された光を、その強度に応じた電気信号に変換する受光素子と、得られた電気信号を演算できるレベルまで増幅する増幅回路と、バックグラウンドノイズを除去するノイズフィルム回路と、演算により膜厚を求める演算回路と結果をモニターする表示回路で構成され、演算は、アナログ演算でも、デジタル演算でもよい。市販の部材を利用する場合には、例えば大塚電子(株)製のPHOTAL(登録商標)-MCPD-1000等を利用することができる。この装置を使用する場合には、まず成膜前のフィルムについて透過率を計測し、ゼロ点調整を行い、成膜後の透過率を測定し、実際の透過率を算出することが好ましい。

#### 【0043】

制御装置では、測定装置で測定された分光透過率または分光反射率の値は、予め設定された目標とする分光透過率または分光反射率の値と比較され、測定値と目標値の差が小さくなるように制御される。具体的には、測定値が目標値より低い場合は第2透明層を形成するためのスパッタリング時のプラズマ発光強度または放電電圧を高くし、測定値が目標値より高い場合は該プラズマ発光強度または放電電圧を低く制御する。プラズマ発光強度または放電電圧を高くすると、第2透明層の膜厚が大きくなり、低くすると第2透明層の膜厚が小さくなる。このような測定と制御は連続的に行うことが好ましい。これにより、分光透過率または分光反射率のバラツキが少ない、即ち成膜された層の膜厚のバラツキが少ない透明導電性フィルムが連続的に安定して得られる。

#### 【0044】

次に、本発明の透明導電性フィルムの製造方法を図1の製造装置に基づいて説明する。まず、巻き出しロール7にセットされたプラスチックフィルム16は、フィルム巻き出し室1から出発して脱ガス室2、第1バッファ室3を順に通過して第1の成膜室4に至る。脱ガス室2では、プラスチックフィルム16をヒーター14で加熱してフィルム中の残留

10

20

30

40

50



溶液や水分を蒸発させ、クライオ・コイル 11 により蒸発成分を吸着する。第 1 の成膜室 4 でプラスチックフィルム 16 上に第 1 透明層、第 2 透明層を順次積層した後、再び第 1 のバッファ室 3 を経由して第 2 のバッファ室を通り、第 2 の成膜室 4 に至る。そして、第 2 の成膜室 4 でプラスチックフィルム 16 上にさらに第 2 透明層、透明導電性層を順次積層した後、再び、第 2 のバッファ室 5 を経由してフィルム巻き取り室 6 に至る。

【0045】

第 1 のバッファ室 3 と第 1 の成膜室 4、および第 2 の成膜室 4 と第 2 のバッファ室 5 は、冷却ロール 9 または 10 と仕切り 12 によって隔離されており、フィルムが通る隙間だけが開いている。第 1、第 2 の成膜室 4, 4 では、ターゲットが取り付けられているカソード・ボックス 13 がそれぞれ第 1 の冷却ロール 9、第 2 の冷却ロール 20 の半径方向側面に配置されており、例えばアルゴンガス雰囲気（酸素ガスなどの反応性ガスを含んでもよい）中で高電圧をターゲットに加えることでターゲット材料の一部がプラスチックフィルム上にスパッタリングされて、第 1 透明層、第 2 透明層および透明導電性層が連続的に成膜されるようになっている。

10

【0046】

フィルム巻き出し室 1 と脱ガス室 2、およびフィルム巻き取り室 6 と第 2 のバッファ室 5 の間には、フィルムを挟み込む装置 15 が設けられることが好ましい。これにより、フィルムロール交換時にフィルム巻き出し室 1 とフィルム巻き取り室 6 のみを大気開放にするだけで、第 1 および第 2 の成膜室の真空度を 10 Pa 以下に保持した状態でロール交換が可能である。

20

【0047】

また、カールの大きなフィルムを用いた場合、フィルムを挟み込む装置 15 を通過する際、フィルムが擦れてキズが入るおそれがある。このためフィルムを挟み込む装置 15 の前後にわたってカール抑制補助機構を備えていることが好ましい。例えば補助機構としては、補助ロール 17 を使用することができ、これによりフィルムを幅方向に引っ張ったり、フィルムのカールを押さえつけてフィルムの損傷を防止できる。

【実施例】

【0048】

以下、実施例により本発明をさらに詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例により何ら限定されるものではない。なお、透明導電性フィルムの性能は、下記の方法により測定した。

30

【0049】

(1) 全光線透過率

JIS-K7136 に準拠し、日本電色工業(株)製、NDH-1001DP を用いて、全光線透過率を測定した。

【0050】

(2) 表面抵抗値

JIS-K7194 に準拠し、4 端子法にて表面抵抗値を測定した。測定器は、三菱油化(株)製、Lotest AMCP-T400 を用いた。

【0051】

(3) カラー b 値

JIS-K7105 に準拠し、色差計(日本電色工業製、ZE-2000)を用いて、標準の光 C/2 でカラー b 値を測定した。

40

【0052】

(4) ペン摺動耐久性

ポリアセタール製のペン(先端の形状: 0.8 mm R)に 5 N の荷重をかけ、30 万回(往復 5 万回)の直線摺動試験を透明導電性フィルムに行った。この時の摺動距離は 30 mm、摺動速度は 60 mm/秒とした。この摺動耐久性試験後に、摺動部が白化しているかを目視によって観察し、以下の基準で評価した。

: 摺動部位が全く白化していない

50

： 摺動部位が少し白化

×： 摺動部位が白化

### 【0053】

#### (5) 視認性

透明導電性フィルムにエッチングレジストを印刷した後、1 N 塩酸中に浸漬して透明導電性層を除去し、1 cm × 3 cm のパターンを形成した。透明導電性層側に屈折率 1.52 のアクリル系粘着層を有する二軸配向ポリエチレンテレフタレートフィルムを保護フィルムとして貼り合わせた。富士通社製 FMV-BIBLOLOOX T70M/T を用いて画面を白色表示にし、保護フィルムを貼り合わせたフィルムをその前に置いて、様々な角度からパターンニングの見え方を観察し、以下の基準で評価した。

： パターンニングがほとんど見えない。

： パターンニングが少し見える。

×： パターンニングが見える。

### 【0054】

#### (6) 分光透過率

分光光度計（島津製作所製 UV-3150）を用いて、380 ~ 780 nm の範囲で透明導電性薄膜側に光が照射するようにして、室内の空気を透過率の参照として測定した。

### 【0055】

#### (7) 分光反射率

透明導電性フィルムの透明導電性薄膜層とは反対面に黒色光沢テープ（日東電工株式会社製、ピニルテープ No21；黒）を貼り合わせて測定サンプルを作製した。分光光度計（島津製作所製 UV-3150）を用いて、380 ~ 780 nm の範囲で透明導電性薄膜側に光が照射するようにして、入射角 5° で Al 蒸着ミラーに対する相対鏡面反射率で測定した。

### 【0056】

#### （実施例 1）

光重合開始剤含有紫外線硬化型アクリル系樹脂（大日精化工業社製、セイカビーム EXF-01J）100 質量部に、溶剤としてトルエン/MEK（80/20；質量比）の混合溶媒を、固形分濃度が 50 質量% になるように加え、攪拌して均一に溶解し塗布液を調製した。

### 【0057】

両面に易接着層を有する二軸配向透明ポリエチレンテレフタレートフィルム（東洋紡績（株）製、A4300、幅：1300 mm、厚み：188 μm）に、塗膜の厚みが 5 μm になるように、調製した塗布液を塗布した。80℃ で乾燥を行った後、紫外線照射装置（アイグラフィックス社製、UB042-5AM-W 型）を用いて紫外線を照射（光量：3000 mJ/cm<sup>2</sup>）し、塗膜を硬化させた。次いで、反対面についても同様に塗膜を設けた。

### 【0058】

上記フィルムを巻回したものを図 1 に記載の製造装置に設置して透明導電性フィルムを製造した。第 1 成膜室の最初の 2 枚のターゲットはインジウム-スズ複合酸化物（酸化インジウム/酸化スズ = 64 重量% / 36 重量%、住友金属鉱山（株）製）を用い、DC マグネトロン・スパッタ法により酸素分圧  $3.0 \times 10^{-2}$  Pa、全圧 0.6 Pa の圧力で投入電力 1.0 W/cm<sup>2</sup> でスパッタリングを行った。なお、この際の第 1 の冷却ロールの温度は 0℃、ラインスピードは 1.3 m/分で行った（第 1 透明層）。

次の第 1 成膜室の 4 枚のターゲットおよび続く第 2 成膜室の 4 枚のターゲットは B ドープ柱状晶シリコン（アルバックマテリアル（株）製）を用い、DC マグネトロン・スパッタ法により全圧 0.6 Pa の圧力で投入電力 3.0 W/cm<sup>2</sup> でスパッタリングを行った。なお、この際の第 2 の冷却ロールの温度も 0℃、第 2 透明層を形成する各カソードを Gencoa 社製の Speedflo を用いてスパッタリング時の放電電圧が一定になるように酸素流量を制御しながら行った（第 2 透明層）。

10

20

30

40

50

第2成膜室の最後の2枚のターゲットはインジウム - スズ複合酸化物（酸化インジウム / 酸化スズ = 95重量% / 5重量%、住友金属鉱山（株）製）を用い、DCマグネトロン・スパッタ法により酸素分圧  $1.0 \times 10^{-2}$  Pa、全圧 0.6 Pa の圧力で投入電力  $3.0 \text{ W/cm}^2$  でスパッタリングを行った（透明導電性層）。

#### 【0059】

1000mのフィルムロールに連続的に成膜を実施していく際、第2のバッファ室内に設置した大塚電子社製 P H O T A L - M C P D - 1000を用いて第2成膜室での成膜後のフィルムの分光透過率を連続的に測定した。この際、分光透過率のスペクトルが一定（最大値ピークが500nm）になるように、第2透明層を形成する各カソードのスパッタリング時の放電電圧の設定値を変更し、第2透明層の膜厚を制御した。具体的には、分光透過率が所望の分光透過率より低波長側にずれているときは、スパッタリング時の放電電圧を高くし、逆に高波長側にずれているときは、スパッタリング時の放電電圧を低くした。

10

#### 【0060】

得られた透明導電性フィルムのロールを100m毎にサンプリングし、幅方向3点（中央部と中央部から左右500mmの両端部の位置）について表面抵抗値、光学特性（全光線透過率、カラーb値、分光透過率）、ペン摺動耐久性、視認性を評価した。なお、全光線透過率、カラーb値、分光透過率は、透明性の指標であり、ペン摺動耐久性は、透明導電性フィルムをタッチパネルに使用する場合の耐久性の指標であり、視認性は、透明導電性フィルムを静電容量式タッチパネルに使用する場合の性能の指標である。その際、表面抵抗値は全体の平均値、光学特性は最大値と最小値、ペン摺動耐久性とパターンニング視認性は最も悪い評価のものを表1、図2に記載した。

20

#### 【0061】

##### （実施例2）

実施例1と同じフィルムと製造装置を使用して透明導電性フィルムを製造した。第1成膜室の最初の2枚のターゲットはインジウム - スズ複合酸化物（酸化インジウム / 酸化スズ = 64重量% / 36重量%、住友金属鉱山（株）製）を用い、DCマグネトロン・スパッタ法により酸素分圧  $3.0 \times 10^{-2}$  Pa、全圧 0.6 Pa の圧力で投入電力  $0.35 \text{ W/cm}^2$  でスパッタリングを行った。なお、この際の第1の冷却ロールの温度は0、ラインスピードは2.0m/分で行った（第1透明層）。

30

次の第1成膜室の4枚のターゲットおよび続く第2成膜室の4枚のターゲットはBドーブ柱状晶シリコン（アルバックマテリアル（株）製）を用い、DCマグネトロン・スパッタ法により全圧 0.6 Pa の圧力で投入電力  $3.0 \text{ W/cm}^2$  でスパッタリングを行った。なお、この際の第2の冷却ロールの温度も0、第2透明層を形成する各カソードをGencoa社製のSpeedfloを用いてスパッタリング時のプラズマ発光強度（フィルターをかけて288nmの強度を測定）が一定になるように酸素流量を制御しながら行った（第2透明層）。

第2成膜室の最後の2枚のターゲットはインジウム - スズ複合酸化物（酸化インジウム / 酸化スズ = 95重量% / 5重量%、住友金属鉱山（株）製）を用い、DCマグネトロン・スパッタ法により酸素分圧  $1.0 \times 10^{-2}$  Pa、全圧 0.6 Pa の圧力で投入電力  $0.7 \text{ W/cm}^2$  でスパッタリングを行った（透明導電性層）。

40

#### 【0062】

1000mのフィルムロールに連続的に成膜を実施していく際、第2のバッファ室に設置した大塚電子社製 P H O T A L - M C P D - 3700を用いて第2成膜室での成膜後のフィルムの分光反射率を連続的に測定した。この際、分光反射率が一定になるように、低屈折率層を形成する各カソードのプラズマ発光強度の設定値を変更し、低屈折率層の膜厚を制御した。具体的には、分光反射率が所望の分光反射率より低波長側にずれているときは、プラズマ発光強度を高くし、逆に高波長側にずれているときは、プラズマ発光強度を低くした。得られた透明導電性フィルムを実施例1と同様に表面抵抗値、光学特性（全光線透過率、カラーb値、分光反射率）、ペン摺動耐久性、視認性を評価した。その際、表

50

面抵抗値は全体の平均値、光学特性は最大値と最小値、ペン摺動耐久性とパターンング視認性は最も悪い評価のものを表 1、図 3 に記載した。

【 0 0 6 3 】

( 比較例 1 )

フィルムの分光透過率の測定、スパッタ電圧の設定値の変更による第 2 透明層の膜厚の制御を行わなかった以外は、実施例 1 と同様に透明導電性フィルムを製造した。得られた透明導電性フィルムを実施例 1 と同様に表面抵抗値、光学特性 ( 全光線透過率、カラー b 値、分光透過率 )、ペン摺動耐久性、視認性を評価した。その際、表面抵抗値は全体の平均値、光学特性は最大値と最小値、ペン摺動耐久性とパターンング視認性は最も悪い評価のものを表 1、図 4 に記載した。

【 0 0 6 4 】

実施例 1 , 2 と比較例 1 で得られた透明導電性フィルムの評価結果を表 1 に示す。

【表 1】

	表面抵抗値 ( $\Omega/\square$ )	全光線透過率 (%)		カラー b 値		ペン摺動 耐久性	視認性
		最大値	最小値	最大値	最小値		
実施例 1	350	90.3	90.0	0.8	0.5	○	○
実施例 2	280	88.3	88.0	2.5	2.3	○	○
比較例 1	350	91.0	89.5	2.1	0.2	×	△

【 0 0 6 5 】

表 1 の結果より、実施例 1 , 2 の方法で作製した透明導電性フィルムロールは光学特性のバラツキが小さく、生産性に優れるものであった。一方、光学特性のフィードバック制御がない比較例の方法で作製した透明導電性フィルムロールは、生産性が悪く、光学特性のバラツキが有意に存在した。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 6 6 】

本発明によれば、成膜されたフィルムの光学特性を測定し、目標とする光学特性からのズレを少なくするようにプラズマ発光強度または放電電圧で制御するようにしているので、積層される層の厚さはほぼ一定に保たれ、高い生産性と安定性で抵抗膜式タッチパネル用または静電容量式タッチパネル用に好適な透明導電性フィルムを提供することができる。

【符号の説明】

【 0 0 6 7 】

- 1 : フィルム巻き出し室
- 2 : 脱ガス室
- 3 : 第 1 のバッファ室
- 4 : 第 1 の成膜室
- 4 : 第 2 の成膜室
- 5 : 第 2 のバッファ室
- 6 : フィルム巻き取り室
- 7 : 巻き出しロール
- 8 : 巻き取りロール
- 9 : 第 1 の冷却ロール
- 10 : 真空排気装置
- 11 : クライオ・コイル
- 12 : 仕切り

10

20

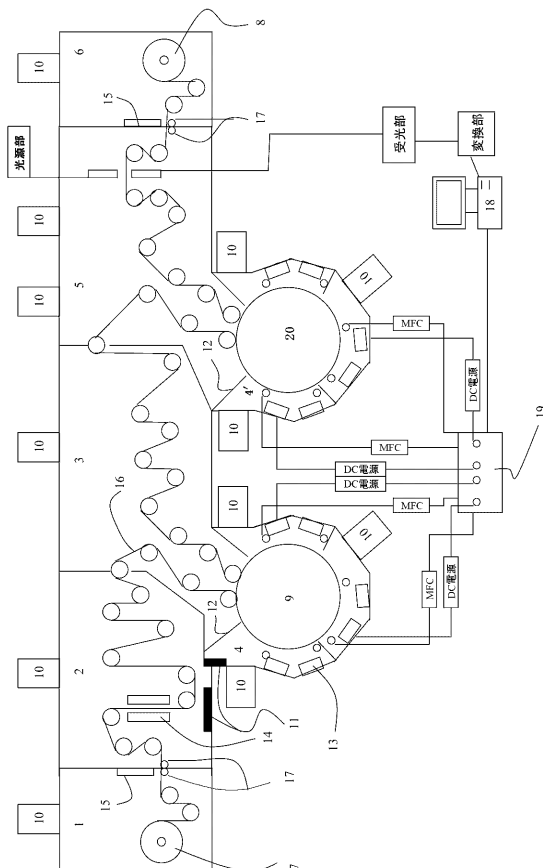
30

40

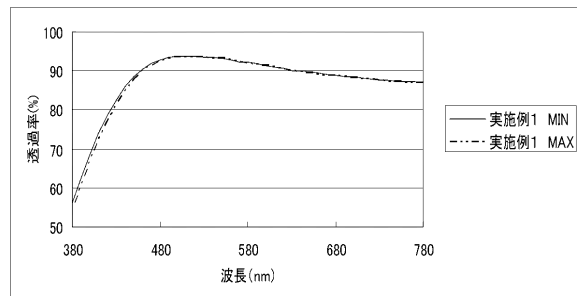
50

- 13 : カソード・ボックス
- 14 : ヒーター
- 15 : フィルムを挟み込む装置
- 16 : プラスチックフィルム
- 17 : 補助ロール
- 18 : P C
- 19 : プラズマモニター
- 20 : 第2の冷却ロール

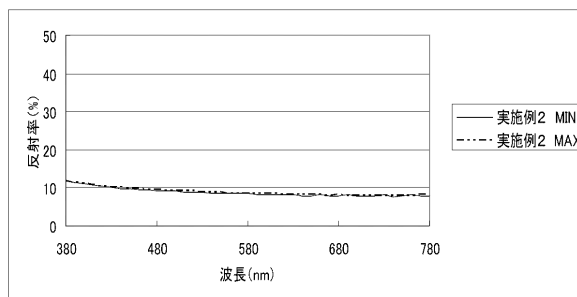
【図1】



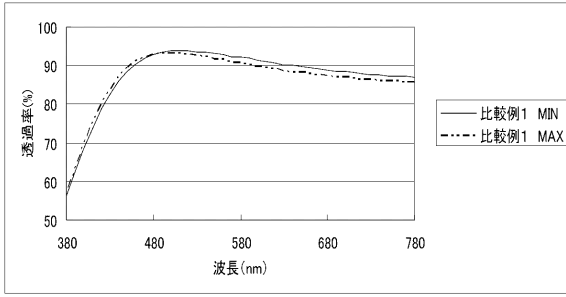
【図2】



【図3】



【 図 4 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-048402(JP,A)  
特開2007-213886(JP,A)  
特開平09-195035(JP,A)  
特開2002-097571(JP,A)  
特開2009-235488(JP,A)  
特開2006-249473(JP,A)  
特開2002-275628(JP,A)  
特開2006-117967(JP,A)  
特開平11-029863(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C23C 14/00~14/58

H01B 13/00

WPI