

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-147249

(P2016-147249A)

(43) 公開日 平成28年8月18日(2016.8.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B05D 1/28 (2006.01)	B05D 1/28	2H113
B05D 7/24 (2006.01)	B05D 7/24 303C	4D075
C09D 11/52 (2014.01)	C09D 11/52	4J038
C09D 5/00 (2006.01)	C09D 5/00 D	4J039
C09D 183/16 (2006.01)	C09D 183/16	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 25 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-26707 (P2015-26707)
 (22) 出願日 平成27年2月13日 (2015.2.13)

(71) 出願人 000108410
 デクセリアルズ株式会社
 東京都品川区大崎一丁目11番2号 ゲートシティ大崎イーストタワー8階

(74) 代理人 100147485
 弁理士 杉村 憲司

(74) 代理人 100136858
 弁理士 池田 浩

(72) 発明者 井上 純一
 東京都品川区大崎1-11-2 ゲートシティ大崎イーストタワー8F デクセリアルズ株式会社内

Fターム(参考) 2H113 AA04 BA01 BB08 BB09 BB22
 BC12 CA17 DA38 EA01 EA12
 EA15 FA52

最終頁に続く

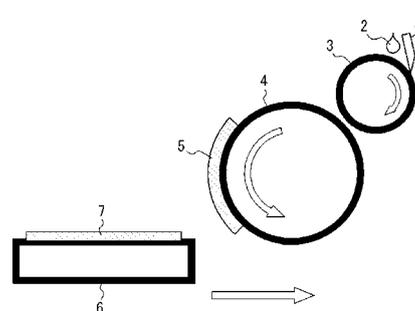
(54) 【発明の名称】 電極及びその製造方法、並びに前記電極を備えるタッチパネル及び有機EL照明素子

(57) 【要約】

【課題】低抵抗な金属ナノワイヤー層（導電膜）を基材の一部のみに容易に形成することができる電極及びその製造方法、並びに前記電極を備えるタッチパネル及び有機EL照明素子の提供。

【解決手段】本発明の電極の製造方法は、基材の一部に金属ナノワイヤー分散液をフレキソ印刷法により塗布する塗布工程と、前記基材上に形成された金属ナノワイヤー分散液からなる分散膜を乾燥して、前記基材上に金属ナノワイヤー層を形成する金属ナノワイヤー層形成工程とを含む電極の製造方法であって、前記ナノワイヤー分散液の粘度が40mPa・s～300mPa・sであり、かつ、前記金属ナノワイヤー分散液中に、沸点が160以上の主溶剤を60質量%以上含有する、ことを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基材の一部に金属ナノワイヤー分散液をフレキソ印刷法により塗布する塗布工程と、前記基材上に形成された金属ナノワイヤー分散液からなる分散膜を乾燥して、前記基材上に金属ナノワイヤー層を形成する金属ナノワイヤー層形成工程とを含む電極の製造方法であって、

前記ナノワイヤー分散液の粘度が $40 \text{ mPa} \cdot \text{s} \sim 300 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ であり、かつ、前記金属ナノワイヤー分散液中に、沸点が 160 以上の主溶剤を 60 質量%以上含有する、ことを特徴とする電極の製造方法。

【請求項 2】

前記主溶剤の沸点が 200 以上かつ 300 未満である、請求項 1 に記載の電極の製造方法。

【請求項 3】

前記金属ナノワイヤー分散液中における水の含有量が 40 質量%以下である、請求項 1 又は 2 に記載の電極の製造方法。

【請求項 4】

前記基材はガラス転移温度が 150 以上の高分子フィルムである、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の電極の製造方法。

【請求項 5】

前記基材がガラスである、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の電極の製造方法。

【請求項 6】

前記基材の上にアンカー層を形成するアンカー層形成工程をさらに含み、前記金属ナノワイヤー層形成工程において、前記金属ナノワイヤー層が前記アンカー層上に形成される、請求項 1 から 5 のいずれかに記載の電極の製造方法。

【請求項 7】

前記アンカー層形成工程において、前記基材の上にポリシラザンを塗布し、該塗布されたポリシラザンを反応させて、前記基材の上に前記アンカー層を形成する、請求項 6 に記載の電極の製造方法。

【請求項 8】

前記金属ナノワイヤー層形成工程において、前記アンカー層におけるポリシラザンの反応率が $50\% \sim 95\%$ であるときに、前記アンカー層の上に前記金属ナノワイヤー層を形成する、請求項 7 に記載の電極の製造方法。

【請求項 9】

前記ポリシラザンがパーヒドロポリシラザンである、請求項 7 又は 8 に記載の電極の製造方法。

【請求項 10】

前記フレキソ印刷法において用いたアニロックスロールの線数が 150 線/インチ ~ 400 線/インチである、請求項 1 から 9 のいずれかに記載の電極の製造方法。

【請求項 11】

前記フレキソ印刷法における印刷速度が $5 \text{ m/min} \sim 30 \text{ m/min}$ である、請求項 1 から 10 のいずれかに記載の電極の製造方法。

【請求項 12】

前記金属ナノワイヤーが銀ナノワイヤーである、請求項 1 から 11 のいずれかに記載の電極の製造方法。

【請求項 13】

請求項 1 から 12 のいずれかに記載の電極の製造方法により製造されたことを特徴とする、電極。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の電極を備えることを特徴とする、タッチパネル。

【請求項 15】

10

20

30

40

50

請求項 13 に記載の電極を備えることを特徴とする、有機 EL 照明素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電極及びその製造方法、並びに前記電極を備えるタッチパネル及び有機EL照明素子に関し、特に、導電膜として金属ナノワイヤーを含む金属ナノワイヤー層が形成された電極及びその製造方法、並びに前記電極を備えるタッチパネル及び有機EL照明素子に関する。

【背景技術】

【0002】

タッチパネル等の表示パネルの表示面に設けられる透明導電膜、表示パネルの表示面に配置される情報入力装置の透明導電膜、更には、有機EL基板のガラス基材又はポリエチレンテレフタレート（PET）等のプラスチック基材上に形成される透明導電膜等、光透過性が要求される透明導電膜には、インジウムスズ酸化物（ITO）のような金属酸化物が用いられてきた。

【0003】

また、近年、金属酸化物を用いた透明導電膜に代えて、塗布や印刷による成膜が可能で、しかも曲げやたわみに対する耐性も高く、且つ低抵抗を実現可能な金属ナノワイヤーを用いた透明導電膜が検討されている。金属ナノワイヤーを用いた透明導電膜は、レアメタルであるインジウムを使わない次世代の透明導電膜としても注目されている（例えば、特許文献1, 2 参照）。

【0004】

この金属ナノワイヤーを用いた透明導電膜による基材への回路（配線パターン）の形成方法としては、例えば、（i）ダイコーター等を用いて金属ナノワイヤー分散液を基材全面に塗布し（平盤スリットダイ塗布）、その後、露光現像等により回路を形成する方法、（ii）開口部によるパターンを形成したマスクを基材上に配し、その後、スプレーによって金属ナノワイヤーの吹き付け塗布（スプレー塗布）を行う方法、などが提案されている（例えば、特許文献3 参照）。

【0005】

しかしながら、上述した基材全面に塗布する方法では、基材の一部のみに回路を形成したい場合に、余分な場所にまで金属ナノワイヤー分散液を塗布することになり、高価な金属ナノワイヤーが無駄になることのみならず、余分な場所に塗布された金属ナノワイヤー層を除去する手間が掛かるといった問題があった。また、スプレーによる塗布方法では、基材の一部のみに回路を形成することは可能であるものの、スプレーノズル又は基材をX-Y方向に移動させる必要があるため、時間が掛かるといった問題がある。さらに、スプレーによる塗布方法には、（i）ノズル詰まりの問題、（ii）洗浄に手間が掛かるといった問題、（iii）使用後に金属ナノワイヤー分散液が配管に残るため、歩留まりが悪化するといった問題、などがあった。

【0006】

斯かる問題を解決すべく、例えば、印刷法により、金属ナノワイヤー分散液を基材の一部に塗布し、その後、露光現像等により回路を形成する方法が検討されている（例えば、特許文献4, 5 参照）。

しかしながら、一般に、金属ナノワイヤー分散液は粘度が低いため、通常のスクリーン印刷や凸版印刷では、塗布が困難である。ここで、粘度を高くするために、金属ナノワイヤー分散液に増粘剤等を添加すると、印刷による塗布は可能になるものの、不導体である増粘剤が乾燥後の塗膜内に残るため、導通性を妨げるという問題があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特表2010-507199号公報

10

20

30

40

50

【特許文献2】特表2010-525526号公報

【特許文献3】特開2010-137220号公報

【特許文献4】特開2010-073322号公報

【特許文献5】特開2013-544917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、従来における前記諸問題を解決し、以下の目的を達成することを課題とする。即ち、本発明は、低抵抗な金属ナノワイヤー層（導電膜）を基材の一部のみに容易に形成することができる電極及びその製造方法、並びに前記電極を備えるタッチパネル及び有機EL照明素子を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明者らは、前記目的を達成すべく鋭意検討を行った結果、金属ナノワイヤー分散液の粘度が $40\text{ mPa}\cdot\text{s} \sim 300\text{ mPa}\cdot\text{s}$ であり、かつ、金属ナノワイヤー分散液中に、沸点が 160 以上の主溶剤を 60 質量%以上含有することにより、低抵抗な金属ナノワイヤー層（導電膜）を基材の一部のみに容易に形成することができることを見出し、本発明の完成に至った。

【0010】

本発明は、本発明者らによる前記知見に基づくものであり、前記課題を解決するための手段としては以下の通りである。即ち、

20

<1> 基材の一部に金属ナノワイヤー分散液をフレキソ印刷法により塗布する塗布工程と、前記基材上に形成された金属ナノワイヤー分散液からなる分散膜を乾燥して、前記基材上に金属ナノワイヤー層を形成する金属ナノワイヤー層形成工程とを含む電極の製造方法であって、前記ナノワイヤー分散液の粘度が $40\text{ mPa}\cdot\text{s} \sim 300\text{ mPa}\cdot\text{s}$ であり、かつ、前記金属ナノワイヤー分散液中に、沸点が 160 以上の主溶剤を 60 質量%以上含有する、ことを特徴とする電極の製造方法、である。

該<1>に記載の電極の製造方法において、フレキソ印刷法を用いることにより、一般に、低粘度である金属ナノワイヤー分散液を基材の一部に塗布することができる。また、該<1>に記載の電極の製造方法において、前記ナノワイヤ分散液の粘度が $40\text{ mPa}\cdot\text{s}(\text{cp}) \sim 300\text{ mPa}\cdot\text{s}(\text{cp})$ であることにより、十分な塗膜厚が得られ、かつ、塗膜厚のバラツキを小さくして、抵抗値を小さくすることができる。さらに、該<1>に記載の電極の製造方法において、金属ナノワイヤー分散液中に、沸点が 160 以上の主溶剤を 60 質量%以上含有することにより、金属ナノワイヤー分散液を基材の一部に塗布することができ、かつ、印刷時におけるロール上での乾きを遅くして、塗布ムラが生じるのを防止することができる。ここで、「塗布ムラ」は、局所的な膜厚差であり、低膜厚の部分は導通不良や高抵抗になりやすい。

30

なお、本明細書において、「電極」は、「基材と、該基材上に形成された金属ナノワイヤー層とを備える構造体」を意味する。

<2> 前記主溶剤の沸点が 200 以上かつ 300 未満である、前記<1>に記載の電極の製造方法である。

40

該<2>に記載の電極の製造方法において、前記主溶剤の沸点が 200 以上であることにより、乾燥による塗布ムラをより抑制することができ、また、前記主溶剤の沸点が 300 未満であることにより、乾燥工程後に溶剤が残留して抵抗値が上がってしまうのを防止することができる。

<3> 前記金属ナノワイヤー分散液中における水の含有量が 40 質量%以下である、前記<1>又は<2>に記載の電極の製造方法である。

該<3>に記載の電極の製造方法において、前記金属ナノワイヤー分散液中における水の含有量が 40 質量%以下であれば、良好に塗布及び乾燥を行うことができる。

<4> 前記基材はガラス転移温度が 150 以上の高分子フィルムである、前記<1>

50

> から < 3 > のいずれかに記載の電極の製造方法である。

該 < 4 > に記載の電極の製造方法において、前記基材をガラス転移温度が 150 以上の高分子フィルムとすることにより、基材の変形を抑制して、該変形により塗布厚にムラが生じて、高抵抗の部分が生じるのを防止することができる。

本発明によれば、高分子フィルムを基材として、その一部に金属ナノワイヤー分散液を塗布することが可能である。しかしながら、本発明においては、沸点が 160 以上の主溶剤を使用するため、乾燥温度を、例えば 150 位の高温に設定する必要がある。その際、高分子フィルムは、ガラス転移温度が 150 未満であると、若干の変形が生じることがある。斯かる高分子フィルムの変形により、塗布厚にムラが生じて、高抵抗の部分が生じる虞があるという問題がある。なお、ここで、乾燥温度を高分子フィルムのガラス転移温度未満にすれば、上記問題は生じないが、乾燥工程に時間が掛かり、生産上好ましくない。

10

また、フレキシブル性が求められる場合、又は、基材厚みを薄くしたい場合には、板状の基材ではなくフィルム状の基材を用いることが望ましく、ハンドリング性を上げたい場合には、上記のようにガラス転移温度が 150 以上の高分子フィルムを使用することが望ましい。

< 5 > 前記基材がガラスである、前記 < 1 > から < 3 > のいずれかに記載の電極の製造方法である。

該 < 5 > に記載の電極の製造方法において、前記基材がガラスであることにより、基材の変形を抑制して、該変形により塗布厚にムラが生じて、高抵抗の部分が生じるのを防止することができる。

20

基材の変形により塗布厚にムラが生じて、高抵抗の部分が生じる恐れがあるという問題を解決するためには、基材を、ガラス、石英、サファイヤ等の耐熱性の高い素材を用いればよい。

< 6 > 前記基材の上にアンカー層を形成するアンカー層形成工程をさらに含み、前記金属ナノワイヤー層形成工程において、前記金属ナノワイヤー層が前記アンカー層上に形成される、前記 < 1 > から < 3 > のいずれかに記載の電極の製造方法である。

該 < 6 > に記載の電極の製造方法において、前記金属ナノワイヤー層を前記アンカー層上に形成することにより、基材と電極の密着性を向上させて、耐久性に優れた電極を得ることができる。

30

< 7 > 前記アンカー層形成工程において、前記基材の上にポリシラザンを塗布し、該塗布されたポリシラザンを反応させて、前記基材の上に前記アンカー層を形成する、前記 < 6 > に記載の電極の製造方法である。

該 < 7 > に記載の電極の製造方法において、前記基材の上にポリシラザンを塗布し、該塗布されたポリシラザンを反応させて、前記基材の上に前記アンカー層を形成することにより、基材と金属ナノワイヤー層との密着性を向上させることができる。

ポリシラザンは、特に、ガラスや有機物に対する密着性に優れているため、好ましく使用することができる。

< 8 > 前記金属ナノワイヤー層形成工程において、前記アンカー層におけるポリシラザンの反応率が 50% ~ 95% であるときに、前記アンカー層の上に前記金属ナノワイヤー層を形成する、前記 < 7 > に記載の電極の製造方法である。

40

該 < 8 > に記載の電極の製造方法において、前記アンカー層におけるポリシラザンの反応率が 50% ~ 95% であるときに、前記アンカー層の上に前記金属ナノワイヤー層を形成することにより、強固な塗膜を形成して、耐久性を向上させることができる。

ここで、ポリシラザンの反応率が 95% を超えると、ガラスと同じ物質となるため、耐久性は基材にガラスを用いた場合と同様となり、アンカー層を設ける意味が無くなる。また、反応率が 50% 未満であると、強固な塗膜を形成することができず、耐久性の向上を達成することができない。

< 9 > 前記ポリシラザンがパーヒドロポリシラザンである、前記 < 7 > 又は < 8 > に記載の電極の製造方法である。

50

< 10 > 前記フレキシソ印刷法において用いたアニロックスロールの線数が150線/インチ~400線/インチである、前記< 1 >から< 9 >のいずれかに記載の電極の製造方法である。

該< 10 >に記載の電極の製造方法において、前記フレキシソ印刷法において用いたアニロックスロールの線数を150線/インチ~400線/インチとすることにより、製造された電極の抵抗値が上昇するのを防止することができる。

ここで、アニロックスロールの線数が、150線/インチ未満であると、塗布量が少なく、抵抗値が上昇し、400線/インチより大きいと、塗布量が多過ぎて塗布ムラが生じ、部分的に抵抗値が上昇する。

< 11 > 前記フレキシソ印刷法における印刷速度が5m/min~30m/minである、前記< 1 >から< 10 >のいずれかに記載の電極の製造方法である。

該< 11 >に記載の電極の製造方法において、前記フレキシソ印刷法における印刷速度が5m/min~30m/minであることにより、電極が部分的に抵抗値が上昇するのを防止することができる。

前記フレキシソ印刷法における印刷速度は、5m/min未満では、ロール上で溶剤の乾燥が進み、塗布ムラが生じ、部分的に抵抗値が上昇し、30m/minより大きいと、転写時間が十分でなく、塗布ムラが生じ、部分的に抵抗値が上昇する。

< 12 > 前記金属ナノワイヤーが銀ナノワイヤーである、前記< 1 >から< 11 >のいずれかに記載の電極の製造方法である。

該< 11 >に記載の電極の製造方法において、前記金属ナノワイヤーが銀ナノワイヤーであると、電極を低抵抗にすることができる。

< 13 > 前記< 1 >から< 12 >のいずれかに記載の電極の製造方法により製造されたことを特徴とする、電極である。

< 14 > 前記< 13 >に記載の電極を備えることを特徴とする、タッチパネルである。

< 15 > 前記< 13 >に記載の電極を備えることを特徴とする、有機EL照明素子である。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、従来における前記諸問題を解決し、低抵抗な金属ナノワイヤー層（導電膜）を基材の一部のみに容易に形成することができる電極及びその製造方法、並びに前記電極を備えるタッチパネル及び有機EL照明素子を提供することができる。

本発明によれば、基材の全面に印刷する（べた塗り）のではなく、基材の一部に印刷することができる（スポット塗布が可能となる）ので、数100μmオーダーのラフな電極であれば、露光現像等でエッチングすることなく、そのまま電極を形成することができる（ダイレクト印刷が可能となる）。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、本発明の一実施形態に係る電極の製造方法における塗布工程で用いられるフレキシソ印刷法を説明するための模式図である。

【図2】図2は、本発明の一実施形態に係るタッチパネルの模式図である。

【図3】図3は、本発明の一実施形態に係る有機EL照明素子の模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

（電極の製造方法）

本発明の電極の製造方法は、少なくとも、塗布工程と、金属ナノワイヤー層形成工程とを含み、更に、必要に応じて適宜選択した、アンカー層形成工程、オーバーコート層形成工程、その他の工程を含む。

【0014】

< 塗布工程 >

10

20

30

40

50

前記塗布工程は、基材の一部に金属ナノワイヤー分散液をフレキシ印刷法により塗布する工程である。

【0015】

<<基材>>

前記基材としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、無機材料、プラスチック材料等の可視光に対して透過性を有する材料からなる透明基材が好ましい。

前記透明基材は、透明導電膜を有する透明電極に必要とされる膜厚を有しており、例えばフレキシブルな屈曲性を実現できる程度に薄膜化されたフィルム状（シート状）、又は適度の屈曲性と剛性を実現できる程度の膜厚を有する平板状とすることができる。

10

前記無機材料としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、石英、サファイア、ガラス、などが挙げられる。これらの中でも、基材の変形を抑制して、該変形により塗布厚にムラが生じて、高抵抗の部分が生じるのを防止することができる点で、ガラスが好ましい。

前記プラスチック材料としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、トリアセチルセルロース（TAC）、ポリエステル（PEE）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）、ポリイミド（PI）、ポリアミド（PA）、アラミド、ポリエチレン（PE）、ポリアクリレート、ポリエーテルスルホン、ポリスルホン、ポリプロピレン（PP）、ジアセチルセルロース、ポリ塩化ビニル、アクリル樹脂（PMA）、ポリカーボネート（PC）、エポキシ樹脂、尿素樹脂、ウレタン樹脂、メラミン樹脂、シクロオレフィンポリマー（COP）、などの公知の高分子材料が挙げられる。これらの中でも、高分子フィルムの変形を抑制して、該変形により塗布厚にムラが生じて、高抵抗の部分が生じるのを防止することができる点で、ガラス転移温度が150以上の高分子フィルム（例えば、ポリエチレンナフタレート（PEN、ガラス転移温度155）、ポリイミドフィルム（PI、宇部興産社製ユーピレックスS、ガラス転移温度359））、が好ましい。

20

斯かるプラスチック材料を用いて透明基材を構成した場合、生産性の観点から透明基材の膜厚を5 μ m～500 μ mとすることが好ましいが、この範囲に特に限定されるものではない。

なお、透明基材の膜厚は、マイクロゲージを用いて、MD方向（流れ方向）及びTD方向（流れに直角方向）に測定することができる。

30

【0016】

<<金属ナノワイヤー分散液>>

前記金属ナノワイヤー分散液は、少なくとも、金属ナノワイヤーと、主溶剤とを含んでなり、更に必要に応じて、水、副溶剤、カーボンナノチューブ、透明樹脂材料（バインダー）、分散剤、その他の成分、などを含んでなる。

スリットダイ塗布又はスプレー塗布では、20mPa \cdot s未満の低粘度の金属ナノワイヤー分散液を用いるのが好適である。しかしながら、フレキシ印刷で低粘度の金属ナノワイヤー分散液を用いた場合、走行方向の塗膜ムラが問題となる場合が多い。ここで、沸点が160以上の高沸点溶剤を用いると、印刷膜のはじきや、偏りによるムラのない、均一な印刷膜を形成することができる。以上より、本発明の製造方法にて用いるフレキシ印刷では、沸点が160以上の高沸点溶媒がリッチの組成の金属ナノワイヤー分散液を用いるのが好適である。

40

【0017】

前記金属ナノワイヤー分散液の分散手法としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、攪拌、超音波分散、ビーズ分散、混練、ホモジナイザー処理、加圧分散処理、などが好適に挙げられる。

【0018】

前記金属ナノワイヤー分散液の粘度としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、40mPa \cdot s～300mPa \cdot sが好ましく、60mPa \cdot s～

50

200 mPa・s がより好ましい。

前記金属ナノワイヤー分散液の粘度が、40 mPa・s 未満であると、十分な塗膜厚が得られず、又は、塗膜厚のパラッキが大きくなって、抵抗値が高くなることがあり、300 mPa・s 超であると、塗膜厚のパラッキが大きくなって、抵抗値が高くなることがある。

【0019】

- 金属ナノワイヤー -

前記金属ナノワイヤーは、金属を用いて構成されたものであって、nmオーダーの径を有する微細なワイヤーであり、アスペクト比が1:100以上である。

前記アスペクト比としては、1:100以上である限り、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、導電膜のネットワーク形成の点で、1:500以上が好ましい。

本発明の電極の製造方法において、金属ナノワイヤーの代わりに金属ナノ粒子を使用すると、金属ナノワイヤー分散液内での金属ナノ粒子の沈降が大きくなり、塗布時にムラが生じやすい。よって、本発明の電極の製造方法では、金属ナノワイヤーを使用する。

前記金属ナノワイヤーの構成元素としては、金属元素である限り、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、Ag、Au、Ni、Cu、Pd、Pt、Rh、Ir、Ru、Os、Fe、Co、Sn、Al、Ti、Zn、Nb、Ti、In、W、Mo、Cr、Fe、V、Ta、などが挙げられる。これらは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

これらの中でも、Agが、低抵抗で導電性が高い点で、好ましい。

また、金属ナノワイヤーの代わりに、後述するカーボンナノチューブを用いることも可能である。

【0020】

前記金属ナノワイヤーの平均短軸径としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、1nm超500nm以下が好ましく、10nm~100nmがより好ましい。

前記金属ナノワイヤーの平均短軸径が、1nm以下であると、金属ナノワイヤーの導電率が劣化して、該金属ナノワイヤーを含む透明導電膜が導電膜として機能しにくいことがあり、500nmを超えると、前記金属ナノワイヤーを含む透明導電膜の全光線透過率やヘイズ(Haze)が劣化することがある。一方、前記金属ナノワイヤーの平均短軸径が前記より好ましい範囲内であると、前記金属ナノワイヤーを含む透明導電膜の導電性が高く、且つ透明性が高い点で有利である。

【0021】

前記金属ナノワイヤーの平均長軸長としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、1μm~1000μmが好ましく、1μm~100μmがより好ましい。

前記金属ナノワイヤーの平均長軸長が、1μm未満であると、金属ナノワイヤー同士がつながりにくく、該金属ナノワイヤーを含む透明導電膜が導電膜として機能しにくいことがあり、1000μmを超えると、前記金属ナノワイヤーを含む透明導電膜の全光線透過率やヘイズ(Haze)が劣化したり、透明導電膜を形成する際に用いる金属ナノワイヤー分散液における金属ナノワイヤーの分散性が劣化することがある。一方、前記金属ナノワイヤーの平均長軸長が前記より好ましい範囲内であると、前記金属ナノワイヤーを含む透明導電膜の導電性が高く、且つ透明性が高い点で有利である。

なお、金属ナノワイヤーの平均短軸径及び平均長軸長は、走査型電子顕微鏡により測定可能な、数平均短軸径及び数平均長軸長である。より具体的には、金属ナノワイヤーを少なくとも100本以上測定し、電子顕微鏡写真から画像解析装置を用いて、それぞれのナノワイヤーの投影径及び投影面積を算出する。投影径を、短軸径とした。また、下記式に基づき、長軸長を算出した。

長軸長 = 投影面積 / 投影径

10

20

30

40

50

平均短軸径は、短軸径の算術平均値とした。平均長軸長は、長軸長の算術平均値とした。

【0022】

更に、前記金属ナノワイヤーは、金属ナノ粒子が数珠状に繋がってワイヤー形状を有しているものでもよい。この場合、前記金属ナノワイヤーの長さは限定されない。

【0023】

前記金属ナノワイヤーの目付量としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、 $0.001 \text{ g/m}^2 \sim 1.000 \text{ g/m}^2$ が好ましく、 $0.003 \text{ g/m}^2 \sim 0.3 \text{ g/m}^2$ がより好ましい。

前記金属ナノワイヤーの目付量が、 0.001 g/m^2 未満であると、金属ナノワイヤーが十分に金属ナノワイヤー層中に存在せず、透明導電膜の導電性が劣化することがあり、 1.000 g/m^2 を超えると、透明導電膜の全光線透過率やヘイズ(Haze)が劣化することがある。一方、前記金属ナノワイヤーの目付量が前記より好ましい範囲内であると、透明導電膜の導電性が高く、且つ透明性が高い点で有利である。

【0024】

前記金属ナノワイヤー分散液中における前記金属ナノワイヤーの含有量としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、1質量%未満が好ましく、 $0.05 \text{ 質量}\% \sim 0.5 \text{ 質量}\%$ がより好ましい。

前記含有量が、1質量%以上であると、平均液滴径(液滴の平均粒径)を制御できなかつたり、スプレーヘッドが詰まったりすることがある。一方、前記含有量が、前記より好ましい範囲内であると、平均液滴径(液滴の平均粒径)を容易に制御できる点で有利である。

【0025】

- 金属ナノワイヤーネットワーク -

なお、前記金属ナノワイヤーネットワークとは、複数の金属ナノワイヤーが互いに網状に連結されて形成されたネットワーク構造を意味する。前記金属ナノワイヤーネットワークは、後述する加圧処理を経ることにより形成される。

【0026】

- 主溶剤 -

前記主溶剤としては、沸点が160以上である限り、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、例えば、エチルカルビトール(沸点202)、ジアセトンアルコール(沸点168)、ジエチレングリコール(沸点244)、トリエチレングリコール(沸点287)、フタル酸ジブチル(沸点340)、ブチルセロソルブ(沸点171)、シクロヘキサノール(沸点161)、などが挙げられる。これらは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

これらの中でも、沸点が200以上300未満であるエチルカルビトール(沸点202)、ジエチレングリコール(沸点244)、トリエチレングリコール(沸点287)が、乾燥による塗布ムラをより抑制することができ、かつ、乾燥工程後に溶剤が残留して抵抗値が上がってしまうのを防止することができる点で、好ましい。

前記主溶剤の沸点は、160以上であれば、金属ナノワイヤー分散液を基板の一部に塗布することが可能であるが、200以上であれば、乾燥による塗布ムラをより抑制することができる。また、前記主溶剤の沸点が300以上であると、乾燥が遅いため、乾燥工程後に若干の溶剤が残留する場合があります、抵抗値を上げる要因になり得る。

なお、乾燥時間を長くすれば、溶剤の残留は生じないが、乾燥工程に時間が掛かり、生産上は好ましくない。また、乾燥温度を高くしても、この問題は生じないが、コストが増加し、また、加熱・冷却に時間が掛かるため、生産上は好ましくない。

【0027】

前記金属ナノワイヤー分散液中における主溶剤の含有量としては、60質量%以上である限り、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、70質量%以上が好ましく、80質量%以上がより好ましい。

10

20

30

40

50

前記金属ナノワイヤー分散液中における主溶剤の含有量が60質量%以上であることにより、金属ナノワイヤー分散液を基材の一部に塗布することができ、かつ、印刷時におけるロール上での乾きを遅くして、塗布ムラが生じるのを防止することができる。ここで、「塗布ムラ」は、局所的な膜厚差であり、低膜厚の部分は導通不良や高抵抗になりやすい。

前記金属ナノワイヤー分散液中における主溶剤の含有量が、好ましい範囲内又はより好ましい範囲内であることにより、均一な厚みにすることができるため、導通性に優れた電極を得ることができる。

【0028】

- 水 -

前記金属ナノワイヤー分散液中における水の含有量としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、40質量%以下が好ましく、20質量%以下がより好ましい。

前記金属ナノワイヤー分散液中における水の含有量が40質量%超であると、乾燥が速いため、塗布ムラが生じ易い。ここで、「塗布ムラ」は、局所的な膜厚差であり、低膜厚の部分は導通不良や高抵抗になりやすい。

一般に、金属ナノワイヤーは、水分散液の状態を提供されている。この水を沸点が160以上の溶剤に置換することは、定法により可能であるが、工程の手間が増えるという問題が生じる。よって、金属ナノワイヤー水分散液に高沸点溶剤を添加するか、又は、若干の加温等により、ある程度水を減量した状態でフレキソ印刷法による塗布を行うことが望ましい。

【0029】

- 副溶剤 -

前記副溶剤としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、エタノール（沸点78）、イソプロパノール（沸点82）、メチルイソブチルケトン（沸点116）、エチルラクトート（沸点155）、イソブチルアルコール（沸点108）、トルエン（沸点111）、などが挙げられる。

【0030】

- カーボンナノチューブ -

前記カーボンナノチューブとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、従来の合成法で合成されるものでもよく、また、市販のものであってもよい。

前記カーボンナノチューブの合成法としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、アーク放電法、レーザー蒸発法、熱CVD法、などが挙げられる。

前記カーボンナノチューブとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、単層カーボンナノチューブ（SWNT）であってもよく、多層カーボンナノチューブ（MWNT）であってもよい。但し、前記単層カーボンナノチューブが好ましい。

前記カーボンナノチューブとしては、金属性と半導体性のカーボンナノチューブの混合物であってもよく、また、また選択的に分離された半導体性カーボンナノチューブであってもよい。

【0031】

- - カーボンナノチューブネットワーク - -

前記カーボンナノチューブネットワークとは、複数のカーボンナノチューブが互いに網状に連結されて形成されたネットワーク構造を意味する。前記カーボンナノチューブネットワークは、後述する加圧処理を経ることにより形成される。

【0032】

- 透明樹脂材料（バインダー） -

前記透明樹脂材料（バインダー）は、前記金属ナノワイヤー及び/又は前記カーボンナノチューブを分散させるものである。

前記透明樹脂材料（バインダー）としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択す

10

20

30

40

50

ることができ、例えば、既知の透明な、天然高分子樹脂、合成高分子樹脂、などが挙げられ、熱可塑性樹脂であってもよく、また、熱、光、電子線、放射線で硬化する熱（光）硬化性樹脂であってもよい。これらは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

前記熱可塑性樹脂としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、ポリ塩化ビニル、塩化ビニル-酢酸ビニル共重合体、ポリメチルメタクリレート、ニトロセルロース、塩素化ポリエチレン、塩素化ポリプロピレン、フッ化ビニリデン、エチルセルロース、ヒドロキシプロピルメチルセルロース、ポリビニルアルコール、ポリビニルピロリドン、などが挙げられる。

前記熱（光）硬化性樹脂としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、メラミンアクリレート、ウレタンアクリレート、イソシアネート、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、アクリル変性シリケート等のシリコン樹脂、アジド基やジアジリン基などの感光基を主鎖及び側鎖の少なくともいずれかに導入したポリマー、などが挙げられる。

【0033】

- 分散剤 -

前記分散剤としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、ポリビニルピロリドン（PVP）；ポリエチレンイミン等のアミノ基含有化合物；スルホ基（スルホン酸塩含む）、スルホニル基、スルホンアミド基、カルボン酸基（カルボン酸塩含む）、アミド基、リン酸基（リン酸塩、リン酸エステル含む）、フォスフィノ基、シラノール基、エポキシ基、イソシアネート基、シアノ基、ビニル基、チオール基、カルピノール基等の官能基を有する化合物で金属に吸着可能なもの；などが挙げられる。これらは、1種単独で使用してもよいし、2種以上を併用してもよい。

前記分散剤を、前記金属ナノワイヤー又は任意に含まれるカーボンナノチューブの表面に吸着させてもよい。これにより、前記金属ナノワイヤー又は任意に含まれるカーボンナノチューブの分散性を向上させることができる。

【0034】

また、前記分散剤を前記金属ナノワイヤー分散液に対して添加する場合は、最終的に得られる導電膜の導電性が劣化しない程度の添加量にすることが好ましい。これにより、前記分散剤を、導電膜の導電性が劣化しない程度の量で金属ナノワイヤー又は任意に含まれるカーボンナノチューブに吸着させることができる。

【0035】

- その他の成分 -

前記その他の成分としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、レベリング剤、界面活性剤、粘度調整剤、硬化促進触媒、可塑性、酸化防止剤や硫化防止剤等の安定剤、などが挙げられる。

【0036】

<<フレキシソ印刷法>>

図1は、本発明の一実施形態に係る電極の製造方法における塗布工程で用いられるフレキシソ印刷法を説明するための模式図である。

前記フレキシソ印刷法は、図1に示すように、ドクターブレード1を用いて、インク2をアニロックスロル（金属ロール）3に充填し、版胴4上に形成されたフレキシソ樹脂版5にインク2を転写し、印刷ステージ（厚胴）6上の基材7に印刷する方法である。

【0037】

前記フレキシソ印刷法における印刷速度としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、 $5\text{ m/min} \sim 30\text{ m/min}$ が好ましく、 $10\text{ m/min} \sim 20\text{ m/min}$ がより好ましい。

前記印刷速度が、 5 m/min 未満であると、印刷ムラによって印刷膜の外観不良が発生することがあり、 30 m/min を超えると、インク転写が不十分となり均一な膜厚が得られないことがある。一方、前記印刷速度が、前記より好ましい範囲内であると、均一

10

20

30

40

50

な厚みにすることができるため、導通性に優れた電極膜形成の点で有利である。

【0038】

前記フレキシ印刷法において用いたアニロックスロールの線数としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、150線/インチ～400線/インチが好ましく、200線/インチ～350線/インチがより好ましい。

前記アニロックスロールの線数が、150線/インチ未満であると、解像度が低くなるため印刷版に供給されるインキの量が不均一となることがあり、400線/インチを超えると、微細なパターン形状によって解像度が高くなるため印刷版に供給されるインキの量が少なくなることがある。一方、前記アニロックスロールの線数が、前記より好ましい範囲内であると、供給されるインキを均質に定量受け取った後に刷版に受け渡すことができるため適切な印刷効果が得られる点で有利である。

10

【0039】

< 金属ナノワイヤー層形成工程 >

前記金属ナノワイヤー層形成工程は、前記基材上に形成された金属ナノワイヤー分散液からなる分散膜を乾燥して、前記基材上に金属ナノワイヤー層を形成する工程である。

【0040】

<< 乾燥 >>

前記乾燥における加熱温度としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、100～200が好ましく、120～180がより好ましく、約150が特に好ましい。

20

前記乾燥における加熱温度が、100未満であると、乾燥に要する時間が長くなり作業性が悪化することがあり、200を超えると、基材のガラス転移温度(Tg)との兼ね合いで基材が歪曲することがある。一方、前記加熱温度が、前記より好ましい範囲内又は前記特に好ましい範囲内であると、金属ナノワイヤーのネットワーク形成の点で有利である。

前記乾燥における加熱時間としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、1分間～30分間が好ましく、2分間～10分間がより好ましく、約5分間が特に好ましい。

前記乾燥における加熱時間が、1分間未満であると、溶媒を十分に除去することができないことがあり、30分間を超えると、作業性及び電極の生産性が悪化することがある。一方、前記加熱時間が、前記より好ましい範囲内又は前記特に好ましい範囲内であると、金属ナノワイヤーのネットワーク形成、作業性及び電極の生産性の向上の点で有利である。

30

【0041】

<< 金属ナノワイヤー層 >>

前記金属ナノワイヤー層は、金属ナノワイヤー分散液を用いて形成され、該金属ナノワイヤー分散液は、前述した通りである。また、前記金属ナノワイヤー分散液に含まれ得る金属ナノワイヤー、主溶剤、水、副溶剤、カーボンナノチューブ、透明樹脂材料(バインダー)、分散剤、その他の成分は、いずれも、金属ナノワイヤー分散液の説明で前述した通りである。

40

【0042】

前記金属ナノワイヤー層の抵抗値の標準偏差としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、20 / sq以下が好ましく、15 / sq以下がより好ましく、10 / sq以下が特に好ましい。

前記金属ナノワイヤー層の抵抗値の標準偏差が20 / sqを超えると、抵抗値の均一性が低いため、電気回路として問題が生じることがある。例えば、前記金属ナノワイヤー層を備えるタッチパネルは、パネルの場所によってタッチ部位の検出精度に差が生じ、消費電力が増大するという問題があり、また、前記金属ナノワイヤー層を備える有機EL照明素子は、輝度ムラや発熱が生じる。

前記金属ナノワイヤー層の抵抗値は、抵抗率計EC-80Pを用いて、測定プローブを

50

金属ナノワイヤー層の表面に接触させて、MD方向（流れ方向）及びTD方向（流れに直角方向）に20mm毎に測定することができる。なお、通常、20点以上測定する。

【0043】

前記金属ナノワイヤー層の厚みとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、分散膜のウェット厚として3 μm ～20 μm が好ましく、5 μm ～15 μm がより好ましい。

前記分散膜のウェット厚が、3 μm 未満であると、金属ナノワイヤー層の形成が困難になることがあり、20 μm を超えると、得られる透明導電膜の表面抵抗の分布が不均一になることがある。一方、前記分散膜のウェット厚が、前記より好ましい範囲内であると、分散膜の良好な形成及び得られる透明導電膜の表面抵抗の分布の均一性の点で有利である。

10

【0044】

<アンカー層形成工程>

前記アンカー層形成工程は、前記基材の上にアンカー層を形成する工程である。

本発明の電極の製造方法が、前記アンカー層形成工程をさらに含む場合、前記金属ナノワイヤー層は、前記アンカー層上に形成される。

【0045】

- アンカー層 -

前記アンカー層としては、基材と金属ナノワイヤー層との両方の密着性が高い層（例えば、分子中にSi原子と有機物を同時に含む化合物等を用いて形成される層）が好ましい。

20

前記アンカー層の厚みとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、0.001 μm ～5 μm が好ましく、0.01 μm ～1 μm がより好ましい。

前記アンカー層の厚みが、0.001 μm 未満であると、基材と金属ナノワイヤー層との密着不良が生じることがあり、5 μm を超えると、電極膜の色度や全光線透過率などの光学特性において特性不良が生じることがある。一方、前記アンカー層の厚みが、前記より好ましい範囲内であると、密着性と光学特性の点で有利である。

前記アンカー層としてのポリシラザン膜のバリア膜性能により、電極の経時劣化を軽減することができる。

【0046】

30

- ポリシラザン -

前記ポリシラザンは、特に、ガラスや有機物に対する密着性に優れているため、アンカー層成分として好適に使用される。

前記ポリシラザンの重量平均分子量としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、500～5000が好ましい。

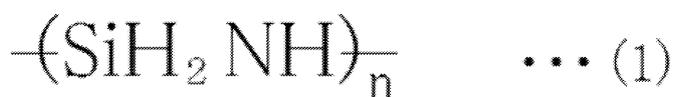
前記ポリシラザンとしては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、パーヒドロポリシラザン、などが挙げられる。

前記パーヒドロポリシラザンは、下記式(1)（nは任意の整数を示す）によって表され、大気中の水分と反応してシリカガラスに転化する（下記反応式(2)参照）。

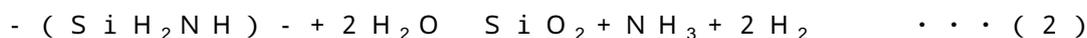
【0047】

40

【化1】



【0048】



【0049】

- アンカー層におけるポリシラザンの反応率 -

アンカー層の上に金属ナノワイヤー層を形成する時点でのアンカー層におけるポリシラザンの反応率としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、5

50

0%～95%が好ましく、70%～95%がより好ましく、82.5%～87.5%が特に好ましい。

前記反応率が、50%未満であると、耐溶剤性に劣ることがあり、95%を超えると、アンカー層がほぼガラスと同じ構造体となるため、金属ナノワイヤーの密着性が劣ることがある。一方、前記反応率が前記より好ましい範囲内、又は、前記特に好ましい範囲内であると、耐溶剤性及び密着性の点で有利である。

前記アンカー層におけるポリシラザンの反応率は、測定対象となるサンプルの赤外分光法(IR)スペクトルを用いて算出した割合(%)であり、例えば、上記反応式(2)の反応前のパーヒドロポリシラザンのSi-N基の吸収ピークの高さを100%とした場合の、上記反応式(2)の反応後のパーヒドロポリシラザンのSi-N基の吸収ピークの高さの割合(%)を指す。なお、上記反応率の算出には、事前に作成した検量線(縦軸が「Si-N基の吸収ピークの高さ」、横軸が「反応時間」のグラフ)を用いてもよい。

10

【0050】

基材上に金属ナノワイヤー分散液を塗布して電極を形成するよりも、まず、基材上にアンカー層を形成して、アンカー層上に金属ナノワイヤー分散液を塗布して電極を形成する方が、基材と電極の密着性が良好となるため、耐久性に優れた電極を得ることができる。

【0051】

アンカー層が所謂プライマー層となり、基材と金属ナノワイヤー層の中間層となることで、密着性を改善できる。アンカー層は、金属ナノワイヤー層と透明基材との両方に密着性がよいことが望ましく、例えば、分子中にSi原子と有機物を同時に含む化合物等を用いることができる。

20

【0052】

前記基材の上にアンカー層を形成する方法としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、凸版印刷、フレキソ印刷、スクリーン印刷、スリットダイ塗布、スプレー塗布、浸漬法、などの既存の塗布方法が挙げられる。斯かる印刷法を用いることにより、短時間で基材の一部のみにアンカー層を形成できる。

前記基材の上にアンカー層を形成する方法の具体例としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、基材の上にポリシラザンを塗布し、該塗布されたポリシラザンを反応させて、前記基材の上にアンカー層を形成する方法、などが挙げられる。

30

【0053】

<オーバーコート層形成工程>

本発明において、形成した電極の保護を目的として、既存の物質によりオーバーコート層を形成してもよい。

前記金属ナノワイヤー層の上にオーバーコート層を形成する方法としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、前記金属ナノワイヤー層の上にアクリレートモノマーを含有する液状物を塗布し、該塗布された液状物を硬化させて、前記金属ナノワイヤー層の上に前記オーバーコート層を形成する方法、などが挙げられる。

【0054】

- オーバーコート層 -

40

前記オーバーコート層の形成方法としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、ポリアクリレート、ポリカーボネート、ポリメチルメタクリレート等のポリマーを溶剤に溶解後、塗布/乾燥する方法、などが挙げられる。

ここで、前記オーバーコート層が架橋構造を形成し得る硬化系材料で形成されると、耐溶剤性及び耐環境試験性をより高めることができる。前記硬化系材料としては、架橋構造を形成し得る限り、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができるが、透明性、速硬化性、耐溶剤性、耐環境試験の観点から、アクリル重合系材料が好ましく、特に、耐溶剤性、耐環境試験を向上する観点から、多官能アクリルモノマー含有材料がより好ましい。また、前記硬化系材料の硬化反応系としては、熱硬化及び光硬化のいずれでもよいが、部材への熱ダメージが少ない点で、光硬化系が好ましい。

50

【 0 0 5 5 】

(電極)

本発明の電極は、本発明の製造方法により製造された電極であって、少なくとも、基材と、該基材上に形成された金属ナノワイヤー層とを有し、必要に応じて、その他の部材を有する。

なお、前記基材及び前記金属ナノワイヤー層は、前述した通りである。

前記その他の部材としては、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができ、例えば、アンカー層、オーバーコート層、などが挙げられる。

【 0 0 5 6 】

(タッチパネル)

本発明のタッチパネルは、少なくとも、本発明の電極を有し、必要に応じて、その他の部材を有する。

図 2 は、本発明の一実施形態に係るタッチパネルの模式図である。

図 2 において、タッチパネル 200 は、本発明の電極を有する画像表示部材 11 と、画像表示部材 11 上に形成された光透過性硬化樹脂層 12 と、光透過性硬化樹脂層 12 上に形成された光透過性カバー部材 14 と、光透過性硬化樹脂層 12 と光透過性カバー部材 14 との間に介装された遮光層 13 とを備える。

【 0 0 5 7 】

(有機 EL 照明素子)

本発明の有機 EL 照明素子は、少なくとも、本発明の電極を有し、必要に応じて、その他の部材を有する。

図 3 は、本発明の一実施形態に係る有機 EL 照明素子の模式図である。

図 3 において、本発明の有機 EL 照明素子 300 は、ガラス等からなる基材 21 と、この基材 21 の表面に成膜された陽極 22、陽極 22 の表面に成膜された有機発光層 23 と、有機発光層 23 の表面に成膜された陰極 24 と、これらの表面を封止するガラス製の封止材 25 と、封止材 25 の内側面に形成された乾燥剤膜 26 と、基材 21 と封止材 25 の周囲とを接着する接着剤 27 とを備える。ここで、基材 21 と陽極 22 とが、本発明の電極を構成する。

【実施例】

【 0 0 5 8 】

次に、実施例及び比較例を挙げて本発明をより具体的に説明するが、本発明は下記実施例に制限されるものではない。

【 0 0 5 9 】

(比較例 1)

< 銀ナノワイヤーインク (金属ナノワイヤー分散液) の調製 >

下記の配合にて、銀ナノワイヤーインク (金属ナノワイヤー分散液) を作製した。

(1) 金属ナノワイヤー: 銀ナノワイヤー (Blue Nano 社製、SLV-NW-35、平均径 35 nm (メーカー値)、平均長さ 10 μm (メーカー値)): 配合量 0.500 質量部

(2) バインダー: ヒドロキシプロピルメチルセルロース (アルドリッチ株式会社製、2% 水溶液の 20 における粘度 2600 cP ~ 5600 cP): 配合量 0.500 質量部

(3) 増粘剤: A-20L (東亜合成株式会社製): 配合量 0.005 質量部

(4) 界面活性剤: Triton X100 (アルドリッチ株式会社製): 配合量 0.005 質量部

(5) 主溶剤: エチルカルピトール (沸点 202): 配合量 98.990 質量部

【 0 0 6 0 】

< 銀ナノワイヤーインク (金属ナノワイヤー分散液) の粘度測定 >

粘度計 (製造会社名: 東機産業株式会社、商品名: TVB10) を用いて銀ナノワイヤーインク (金属ナノワイヤー分散液) の粘度を測定した結果、29 mPa·s (29 cP) であった。

10

20

30

40

50

【0061】

< 銀ナノワイヤー透明導電膜の作製 >

調製した銀ナノワイヤーインク（分散液）を、フレキソ印刷装置（図1）を用いて、基材としてのPENフィルム（帝人デュポンフィルム株式会社製、商品名：「Q65HA」、厚み125 μm）上に印刷して透明導電膜を作製し、その後、クリーンオープンにて150 / 10分間で乾燥した。

なお、印刷条件は、以下の通りであった。

- (1) アニロックスロールの線数：180線/インチ
- (2) 印刷速度：15 m/min
- (3) 印刷押込み量：0.15 mm

10

【0062】

< 抵抗値の測定 >

銀ナノワイヤー透明導電膜の抵抗値を、以下のように測定した。銀ナノワイヤー透明導電膜表面に、手動式非破壊抵抗測定器（ナブソン株式会社製、EC-80P）の測定プローブを接触させて、透明導電膜（銀ナノワイヤー層）表面上の所定領域（100 mm²）に対して、20 mm毎に測定したのち測定値から平均値ave、面内分布を算出した。算出結果を表1に示す。

<< 面内分布 の評価 >>

上述したように算出した抵抗値の面内分布を4段階で評価した。評価結果を表1に示す。

20

- ：5 / sq未満
- ：5 / sq以上、10 / sq未満
- ：10 / sq以上、20 / sq未満
- ×：20 / sq以上

<< 環境試験（抵抗値変化の評価） >>

60 / 90% RH / 100時間の環境試験前後の抵抗値変化を以下の基準で評価した。評価結果を表1に示す。

- ：変化率10%未満
- ：変化率10%以上20%未満
- ×：変化率20%以上

30

【0063】

< 印刷膜外観の評価 >

印刷膜外観を3段階で評価した。評価結果を表1に示す。

- ：印刷起因の欠陥（スジ等の外観不良）なし
- ：印刷起因の欠陥（スジ等の外観不良）あり
- ×：印刷できていない（基材の下地が見えている）

【0064】

（実施例1）

比較例1において、粘度が29 mPa・sの銀ナノワイヤーインクを用いる代わりに、粘度が41 mPa・sの銀ナノワイヤーインクを用いたこと以外は、比較例1と同様にし、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表1に示す。

40

【0065】

（実施例2）

比較例1において、粘度が29 mPa・sの銀ナノワイヤーインクを用いる代わりに、粘度が96 mPa・sの銀ナノワイヤーインクを用いたこと以外は、比較例1と同様にし、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表1に示す。

50

【0066】

(実施例3)

比較例1において、粘度が29 mPa・sの銀ナノワイヤーインクを用いる代わりに、粘度が150 mPa・sの銀ナノワイヤーインクを用いたこと以外は、比較例1と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表1に示す。

<銀ナノワイヤーインクの調製>

下記の配合にて、銀ナノワイヤーインクを調製した。

(1) 金属ナノワイヤー：銀ナノワイヤー（Blue Nano社製、SLV-NW-35、平均短軸径15 nm（メーカー値）、平均長軸長35 μm（メーカー値））：配合量0.20質量部

(2) バインダー：ヒドロキシプロピルメチルセルロース（アルドリッチ社製、2%水溶液の20における粘度2,600 cP~5,600 cP（文献値））：配合量0.25質量部

(3) 増粘剤：増粘剤（東亜合成社製、A-7185）：配合量0.15質量部

(4) 溶剤：エチルカルビトール：配合量99.40質量部

【0067】

(実施例4)

比較例1において、粘度が29 mPa・sの銀ナノワイヤーインクを用いる代わりに、粘度が295 mPa・sの銀ナノワイヤーインクを用いたこと以外は、比較例1と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表1に示す。

【0068】

(比較例2)

比較例1において、粘度が29 mPa・sの銀ナノワイヤーインクを用いる代わりに、粘度が421 mPa・sの銀ナノワイヤーインクを用いたこと以外は、比較例1と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表1に示す。

【0069】

(比較例3)

実施例3において、主溶剤として、エチルカルビトール（沸点202）を用いる代わりに、エタノール（沸点78）を用いたこと以外は、実施例3と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表1に示す。

【0070】

(比較例4)

実施例3において、主溶剤として、エチルカルビトール（沸点202）を用いる代わりに、イソプロパノール（沸点82）を用いたこと以外は、実施例3と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表1に示す。

【0071】

(比較例5)

実施例3において、主溶剤として、エチルカルビトール（沸点202）を用いる代わりに、メチルイソブチルケトン（沸点116）を用いたこと以外は、実施例3と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表1に示す。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 2 】

(比較例 6)

実施例 3 において、主溶剤として、エチルカルビトール（沸点 2 0 2 ）を用いる代わりに、エチルラクテート（沸点 1 5 5 ）を用いたこと以外は、実施例 3 と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布 の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表 1 に示す。

【 0 0 7 3 】

(実施例 5)

実施例 3 において、主溶剤として、エチルカルビトール（沸点 2 0 2 ）を用いる代わりに、ジアセトンアルコール（沸点 1 6 8 ）を用いたこと以外は、実施例 3 と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布 の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表 1 に示す。

10

【 0 0 7 4 】

(実施例 6)

実施例 3 において、主溶剤として、エチルカルビトール（沸点 2 0 2 ）を用いる代わりに、ジエチレングリコール（沸点 2 4 4 ）を用いたこと以外は、実施例 3 と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布 の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表 1 に示す。

20

【 0 0 7 5 】

(実施例 7)

実施例 3 において、主溶剤として、エチルカルビトール（沸点 2 0 2 ）を用いる代わりに、トリエチレングリコール（沸点 2 8 7 ）を用いたこと以外は、実施例 3 と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布 の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表 1 に示す。

【 0 0 7 6 】

(比較例 7)

実施例 3 において、フレキソ印刷装置（図 1 ）によるフレキソ印刷法を用いる代わりに、下記のスクリーン印刷法を用いたこと以外は、実施例 3 と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布 の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表 2 に示す。

30

<スクリーン印刷>

スクリーン印刷装置（東海精機株式会社製 S E R I A、小型印刷機 S S A - T F 1 5 0 E ）を用いて、基材としての P E N フィルム（帝人デュボンフィルム株式会社製、商品名：「Q 6 5 H A」、厚み 1 2 5 μ m）上に印刷して透明導電膜を作製し、その後、クリーンオープンにて 1 5 0 / 1 0 分間で乾燥した。

なお、印刷条件は、以下の通りであった。

(1) スクリーン製版のメッシュ線数： 3 0 0 線 / インチ

40

(2) 印刷速度： 6 0 mm / s e c

(3) 印刷クリアランス量： 1 mm

【 0 0 7 7 】

(実施例 8)

実施例 3 において、主溶剤として、エチルカルビトール（沸点 2 0 2 ）を用いる代わりに、フタル酸ジブチル（沸点 3 4 0 ）を用いたこと以外は、実施例 3 と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布 の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表 2 に示す。

【 0 0 7 8 】

(比較例 8)

50

実施例 3 において、溶剤として、エチルカルビトール（沸点 202 ）のみ（エチルカルビトール 100 質量%）を用いる代わりに、エチルカルビトール 50 質量%とメチルイソブチルケトン（沸点 116 ）50 質量%との混合溶媒を用いたこと以外は、実施例 3 と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表 2 に示す。

【0079】

（実施例 9）

実施例 3 において、溶剤として、エチルカルビトール（沸点 202 ）のみ（エチルカルビトール 100 質量%）を用いる代わりに、主溶剤としてのエチルカルビトール 60 質量%と副溶剤としてのメチルイソブチルケトン（沸点 116 ）40 質量%との混合溶媒を用いたこと以外は、実施例 3 と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表 2 に示す。

10

【0080】

（比較例 9）

実施例 3 において、主溶剤として、エチルカルビトール（沸点 202 ）を用いる代わりに、純水を用いたこと以外は、実施例 3 と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表 2 に示す。

20

【0081】

（比較例 10）

実施例 3 において、溶剤として、エチルカルビトール（沸点 202 ）のみ（エチルカルビトール 100 質量%）を用いる代わりに、エチルカルビトール 50 質量%と純水 50 質量%との混合溶媒を用いたこと以外は、実施例 3 と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表 2 に示す。

【0082】

（実施例 10）

実施例 3 において、溶剤として、エチルカルビトール（沸点 202 ）のみ（エチルカルビトール 100 質量%）を用いる代わりに、エチルカルビトール 70 質量%と純水 30 質量%との混合溶媒を用いたこと以外は、実施例 3 と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表 2 に示す。

30

【0083】

（実施例 11）

実施例 3 において、基材として、PEN フィルム（帝人デュボンフィルム株式会社製、商品名：「Q65HA」、厚み 125 μm ）を用いる代わりに、PET フィルム（東レ株式会社製、商品名：「ルミラー U34」、厚み 125 μm ）を用いたこと以外は、実施例 3 と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表 2 に示す。

40

【0084】

（実施例 12）

実施例 3 において、基材として、PEN フィルム（帝人デュボンフィルム株式会社製、商品名：「Q65HA」、厚み 125 μm ）を用いる代わりに、ガラス板（日本電気硝子株式会社製、商品名：「無アルカリガラス OA-10G」、厚み 700 μm ）を用いたこと以外は、実施例 3 と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表 2 に示す。

50

【0085】

(実施例13)

実施例3において、PENフィルム上に印刷する代わりに、下記方法により、PENフィルム上にアンカー層を形成し、該アンカー層上に印刷したこと以外は、実施例3と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表2に示す。

<アンカー層及び銀ナノワイヤー層の形成方法>

PENフィルム（帝人デュポンフィルム株式会社製、商品名：「Q65HA」、厚み125 μ m）上に、パーヒドロポリシラザン（AZエレクトロニック マテリアルズ社製NN120A）をスピコート法（1,000rpm/20秒間）にて塗布した後に、100/30秒間焼成して、パーヒドロポリシラザン膜（アンカー層）を形成した。パーヒドロポリシラザンの反応率（アンカー層反応率）が60%のときに、銀ナノワイヤーインクをスピコート法（700rpm/20秒間）により塗布した後に、120で2分間焼成して、銀ナノワイヤー層を形成した。

<アンカー層反応率の算出方法>

前記アンカー層反応率は、測定対象となるサンプルの赤外分光法（IR）スペクトルを用いて算出した割合（%）であり、反応前のアンカー層におけるパーヒドロポリシラザンのSi-N基の吸収ピークの高さを100%とした場合の、反応後のアンカー層におけるパーヒドロポリシラザンのSi-N基の吸収ピークの高さの割合（%）である。

【0086】

(実施例14)

実施例13において、アンカー層反応率が60%のときに銀ナノワイヤーインクを塗布する代わりに、アンカー層反応率が85%のときに銀ナノワイヤーインクを塗布したこと以外は、実施例13と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表2に示す。

【0087】

(実施例15)

実施例13において、アンカー層反応率が60%のときに銀ナノワイヤーインクを塗布する代わりに、アンカー層反応率が95%のときに銀ナノワイヤーインクを塗布したこと以外は、実施例13と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表2に示す。

【0088】

(実施例16)

実施例3において、180線/インチのアニロックスロールを用いる代わりに、120線/インチのアニロックスロールを用いたこと以外は、実施例3と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表3に示す。

【0089】

(実施例17)

実施例3において、180線/インチのアニロックスロールを用いる代わりに、150線/インチのアニロックスロールを用いたこと以外は、実施例3と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表3に示す。

【0090】

(実施例18)

実施例3において、180線/インチのアニロックスロールを用いる代わりに、200線/インチのアニロックスロールを用いたこと以外は、実施例3と同様にして、透明電極

を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布 の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表3に示す。

【0091】

（実施例19）

実施例3において、180線/インチのアニロックスロールを用いる代わりに、300線/インチのアニロックスロールを用いたこと以外は、実施例3と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布 の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表3に示す。

【0092】

（実施例20）

実施例3において、180線/インチのアニロックスロールを用いる代わりに、400線/インチのアニロックスロールを用いたこと以外は、実施例3と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布 の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表3に示す。

【0093】

（実施例21）

実施例3において、180線/インチのアニロックスロールを用いる代わりに、500線/インチのアニロックスロールを用いたこと以外は、実施例3と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布 の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表3に示す。

【0094】

（実施例22）

実施例3において、印刷速度を15m/minとする代わりに、印刷速度を3m/minとしたこと以外は、実施例3と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布 の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表3に示す。

【0095】

（実施例23）

実施例3において、印刷速度を15m/minとする代わりに、印刷速度を5m/minとしたこと以外は、実施例3と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布 の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表3に示す。

【0096】

（実施例24）

実施例3において、印刷速度を15m/minとする代わりに、印刷速度を10m/minとしたこと以外は、実施例3と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布 の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表3に示す。

【0097】

（実施例25）

実施例3において、印刷速度を15m/minとする代わりに、印刷速度を30m/minとしたこと以外は、実施例3と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布 の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表3に示す。

【0098】

（実施例26）

実施例3において、印刷速度を15m/minとする代わりに、印刷速度を45m/minとしたこと以外は、実施例3と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布 の評価、環境試験（抵抗値変化の評価）、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表3に示す。

10

20

30

40

50

【0099】

(実施例27)

実施例3において、印刷速度を15m/minとする代わりに、印刷速度を60m/minとしたこと以外は、実施例3と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布の評価、環境試験(抵抗値変化の評価)、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表3に示す。

【0100】

(比較例11)

実施例3において、溶剤としてエチルカルビトール(沸点202)のみを含み、粘度が150mPa・sである銀ナノワイヤーインクを用いる代わりに、主溶剤としてエチルラクテート(沸点155)を含み、粘度が29Pa・sである銀ナノワイヤーインクとしたこと以外は、実施例3と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布の評価、環境試験(抵抗値変化の評価)、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表3に示す。

【0101】

(比較例12)

実施例3において、溶剤としてエチルカルビトール(沸点202)のみを含み、粘度が150mPa・sである銀ナノワイヤーインクを用いる代わりに、主溶剤としてエチルラクテート(沸点155)を含み、粘度が421Pa・sである銀ナノワイヤーインクとしたこと以外は、実施例3と同様にして、透明電極を作製し、作製した透明電極について、抵抗値の測定、面内分布の評価、環境試験(抵抗値変化の評価)、及び印刷膜外観の評価を行った。評価結果を表3に示す。

【0102】

【表1】

		比較例1 29	実施例1 41	実施例2 96	実施例3 150	実施例4 295	比較例2 421	比較例3 124	比較例4 128	比較例5 132	比較例6 140	実施例5 148	実施例6 165	実施例7 170
AgNWインキ	粘度[mPa・s]													
	主溶剤	エチルカルビトール	エチルカルビトール	エチルカルビトール	エチルカルビトール	エチルカルビトール	エチルカルビトール	エタノール	イノプロパノール	メチルイノブチルケン	エチルラクテート	シアセトンアルコール	ジエチレングリコール	トリエチレングリコール
	(沸点[℃])	202	202	202	202	202	202	78	82	116	155	168	244	287
印刷条件	副溶剤	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	印刷方法	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ
	アニオックスロールの線数[線/インチ]	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
	印刷速度[m/min]	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
抵抗値	基材	PEN	PEN	PEN	PEN	PEN	PEN	PEN	PEN	PEN	PEN	PEN	PEN	PEN
	平均値[Ω/sq]	476	71	69	61	64	628	530	461	302	268	60	63	62
	面内分布	×	○	○	◎	○	×	×	×	×	×	○	◎	◎
	印刷膜外観(スジの有無)	×	○	○	○	○	×	×	×	×	×	△	○	○
環境試験前後の抵抗値変化		△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△

【0103】

【表2】

		比較例7 150	実施例8 205	比較例8 140	実施例9 120	比較例9 30	比較例10 85	実施例10 110	実施例11 150	実施例12 150	実施例13 150	実施例14 150	実施例15 150
AgNWインキ	粘度[mPa・s]												
	主溶剤	エチルカルビトール	フタル酸ジブチル	エチルカルビトール50	エチルカルビトール60	純水	エチルカルビトール50	エチルカルビトール70	エチルカルビトール	エチルカルビトール	エチルカルビトール	エチルカルビトール	エチルカルビトール
	(沸点[℃])	202	340	202	202	100	202	202	202	202	202	202	202
印刷条件	副溶剤	-	-	メチルイソブチルケン50	メチルイソブチルケン40	-	純水50	純水30	-	-	-	-	-
	印刷方法	スクリーン	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ
	アニオックスロールの線数[線/インチ]	メッシュ版#500線	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180
	印刷速度[m/min]	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
抵抗値	基材	PEN	PEN	PEN	PEN	PEN	PEN	PEN	PET	ガラス	PEN	PEN	PEN
	アンカー層	-	-	-	-	-	-	-	-	-	PHPS	PHPS	PHPS
	アンカー層反応率 %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	85	95
	平均値[Ω/sq]	upper	303	420	90	upper	upper	82	85	64	65	65	60
抵抗値	面内分布	×	△	△	○	×	×	○	△	◎	◎	◎	◎
	印刷膜外観(スジの有無)	×	○	×	△	×	×	○	△	○	○	○	○
	環境試験前後の抵抗値変化	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	◎	○

【0104】

【表 3】

	実施例16	実施例17	実施例18	実施例19	実施例20	実施例21	実施例22	実施例23	実施例24	実施例25	実施例26	実施例27	比較例11	比較例12
AgNWインキ	粘度 (mPa·s)	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	29	421
	主溶剤	エチルカルビトール	エチルラクテート	エチルラクテート										
	(沸点 [°C])	202	202	202	202	202	202	202	202	202	202	202	155	155
印刷方法	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ	フレキシ
印刷条件	アニロックスロールの線数 (線/インチ)	120	150	200	300	400	500	180	180	180	180	180	180	180
	印刷速度 (m/min)	15	15	15	15	15	15	3	5	10	30	45	60	15
抵抗値	平均値 [Ω/sq]	862	88	62	73	61	562	469	66	59	62	693	863	447
	面内分布	△	○	○	○	○	△	△	○	○	○	△	△	×
	印刷膜外観 (スジの有無)	△	○	○	○	○	△	○	○	○	○	△	△	×
環境試験前後の抵抗値変化	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	×

【0105】

10

表1～3から、基材の一部に金属ナノワイヤー分散液がフレキシ印刷法により塗布され、前記塗布された金属ナノワイヤー分散液が乾燥されて金属ナノワイヤー層が形成され、前記ナノワイヤー分散液の粘度が40mPa・s～300mPa・sであり、かつ、前記金属ナノワイヤー分散液中に、沸点が160以上の主溶剤を60質量%以上含有する実施例1～27は、低抵抗な金属ナノワイヤー層（導電膜）を容易に形成することができ、且つ、基材の一部のみに金属ナノワイヤー層を形成することができることが分かる。

【産業上の利用可能性】

【0106】

20

本発明の電極は、ノートパソコン、スマートフォン、タッチパネル、LED、液晶パネル等の電子機器に用いられているインジウムスズ酸化物（ITO）等の金属酸化物を用いた導電膜が形成された電極の代替物として、多岐に渡って適用可能であるが、特に、タッチパネル、有機EL照明素子に好適に用いることができる。

【符号の説明】

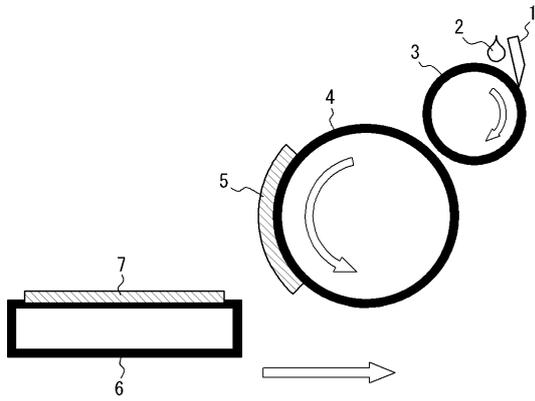
【0107】

30

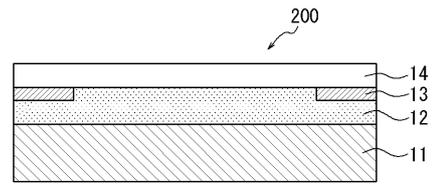
- 1 ドクターブレード
- 2 インク
- 3 アニロックスロール
- 4 版胴
- 5 フレキシ樹脂版
- 6 印刷ステージ（厚胴）
- 7 基材
- 11 画像表示部材
- 12 光透過性硬化樹脂層
- 13 遮光層
- 14 光透過性カバー部材
- 21 基材
- 22 陽極
- 23 有機発光層
- 24 陰極
- 25 封止材
- 26 乾燥剤膜
- 27 接着剤
- 200 タッチパネル
- 300 有機EL照明素子

40

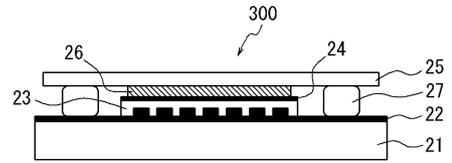
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



 フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)
B 4 1 M	1/04	(2006.01)	B 4 1 M	1/04		
B 4 1 M	1/30	(2006.01)	B 4 1 M	1/30	A	
B 4 1 M	1/34	(2006.01)	B 4 1 M	1/34		
B 4 1 F	3/20	(2006.01)	B 4 1 F	3/20	Z	

Fターム(参考) 4D075 AC41 AC88 AC94 CA47 CA48 DA04 DB31 DC18 DC21 EA10
 EA33 EB07 EB42 EC10 EC22 EC30 EC33 EC35 EC51 EC52
 EC54
 4J038 DL171 PA07 PA19 PB09 PC08
 4J039 AB02 BA06 BC15 BD01 BE22 BE23 BE29 CA07 EA24 GA09