



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116762145 A

(43) 申请公布日 2023. 09. 15

(21) 申请号 202280009958.X

(22) 申请日 2022.01.11

(30) 优先权数据

2021-003466 2021.01.13 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.07.13

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/000470 2022.01.11

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/153958 JA 2022.07.21

(71) 申请人 日东电工株式会社

地址 日本大阪

(72) 发明人 长濑纯一

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

专利代理师 陈建全

(51) Int.Cl.

H01B 5/14 (2006.01)

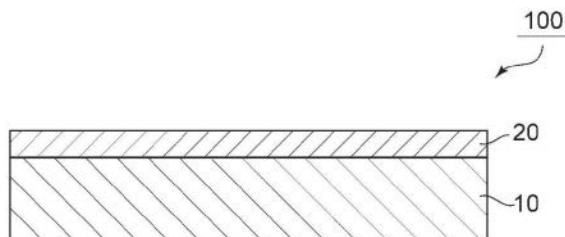
权利要求书1页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

透明导电性膜

(57) 摘要

本发明提供一种包含金属纳米线、且导电性及透明性优异的透明导电性膜。本发明的透明导电性膜是具备基材及配置在该基材的单侧的透明导电层的透明导电性膜，该透明导电层包含金属纳米线，该透明导电层中的该金属纳米线的量  $x$  ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) 与透明导电性膜的电导率  $y$  ( $1/\Omega$ ) 的关系为下述式(1)的关系： $y=a \times x$  (1)。在式(1)中， $a$ 为0.77以上。



1. 一种透明导电性膜,其是具备基材及配置在该基材的单侧的透明导电层的透明导电性膜,其中,

该透明导电层包含金属纳米线,

该透明导电层中的该金属纳米线的以 $\text{g}/\text{m}^2$ 为单位的量 $x$ 与透明导电性膜的以 $1/\Omega$ 为单位的电导率 $y$ 的关系为下述式(1)的关系:

$$y=a \times x \quad (1)$$

式(1)中, $a$ 为0.77以上。

2. 根据权利要求1所述的透明导电性膜,其雾度值为20%以下。

3. 根据权利要求1或2所述的透明导电性膜,其表面电阻值为 $0.1 \Omega / \square \sim 1000 \Omega / \square$ 。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的透明导电性膜,其中,所述透明导电层中的金属纳米线的以 $\text{g}/\text{m}^2$ 为单位的量 $x$ 为 $0.005\text{g}/\text{m}^2 \sim 0.05\text{g}/\text{m}^2$ 。

## 透明导电性膜

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种透明导电性膜。

### 背景技术

[0002] 以往,在具有触控传感器的图像显示装置中,作为触控传感器的电极,大多使用在透明树脂膜上形成ITO(Indium Tin Oxides; 铟锡复合氧化物)等金属氧化物层而得到的透明导电性膜。然而,具备该金属氧化物层的透明导电性膜存在下述问题:容易因弯曲而丧失导电性,难以用于柔性显示器等需要弯曲性的用途。

[0003] 另一方面,作为弯曲性高的透明导电性膜,已知有包含金属纳米线的透明导电性膜。金属纳米线是直径为纳米尺寸的线状导电物质。在由金属纳米线构成的透明导电性膜中,通过使金属纳米线成为网格状,则由少量的金属纳米线能形成良好的导电路径,另外,在网格的间隙形成开口部,能实现高的透光率。就包含上述这样的金属纳米线的透明导电性膜而言,也研究了导电性膜本质上要求的导电性提高。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特表2009-505358号公报

[0007] 专利文献2:日本特许第6199034号

### 发明内容

[0008] 发明所要解决的课题

[0009] 本发明是为了解决上述课题而完成的,其目的在于提供一种包含金属纳米线、且导电性及透明性优异的透明导电性膜。

[0010] 用于解决课题的手段

[0011] 本发明的透明导电性膜是具备基材及配置在该基材的单侧的透明导电层的透明导电性膜,该透明导电层包含金属纳米线,该透明导电层中的该金属纳米线的量 $x$  ( $\text{g}/\text{m}^2$ )与透明导电性膜的电导率 $y$  ( $1/\Omega$ )的关系为下述式(1)的关系。

[0012]  $y = a \times x$  (1)

[0013] 在式(1)中, $a$ 为0.77以上。

[0014] 在1个实施方式中,上述透明导电性膜的雾度值为20%以下。

[0015] 在1个实施方式中,上述透明导电性膜的表面电阻值为 $0.1 \Omega/\square \sim 1000 \Omega/\square$ 。

[0016] 在1个实施方式中,上述透明导电层中的金属纳米线的量 $x$  ( $\text{g}/\text{m}^2$ )为 $0.005 \text{g}/\text{m}^2 \sim 0.05 \text{g}/\text{m}^2$ 。

[0017] 发明效果

[0018] 根据本发明,能够提供一种包含金属纳米线,且导电性及透明性优异的透明导电性膜。

## 附图说明

[0019] 图1是通过本发明的1个实施方式的制造方法而得到的透明导电性膜的概略剖视图。

## 具体实施方式

### [0020] A. 透明导电性膜

[0021] 图1是通过本发明的1个实施方式的制造方法而得到的透明导电性膜的概略剖视图。透明导电性膜100包含基材10及配置在该基材10的单侧的透明导电层20。透明导电层20包含金属纳米线(未图示出)。

[0022] 透明导电性膜的表面电阻值优选为 $0.1 \Omega/\square \sim 1000 \Omega/\square$ ,更优选为 $0.5 \Omega/\square \sim 300 \Omega/\square$ ,进一步优选为 $1 \Omega/\square \sim 200 \Omega/\square$ ,特别优选为 $1 \Omega/\square \sim 150 \Omega/\square$ ,最优选为 $20 \Omega/\square \sim 100 \Omega/\square$ 。表面电阻值可通过Mitsubishi Chemical Analytech公司的“电阻率自动测定系统MCP-S620型·MCP-S521型”来测定。

[0023] 上述透明导电性膜的雾度值优选为20%以下,更优选为10%以下,进一步优选为0.1%~5%,进一步优选为0.1%~3%,特别优选为0.1%~1%。

[0024] 上述透明导电性膜的全光线透过率优选为30%以上,更优选为35%以上,特别优选为40%以上。

[0025] (透明导电层)

[0026] 如上所述,透明导电层包含金属纳米线。

[0027] 上述透明导电层中的金属纳米线的量 $x$  ( $\text{g}/\text{m}^2$ )与透明导电性膜的电导率 $y$  ( $1/\Omega$ )的关系为下述式(1)的关系:

$$[0028] \quad y = a \times x \quad (1)$$

[0029] 在式(1)中, $a$ 为0.77以上。在本发明中,通过使金属纳米线的量 $x$  ( $\text{g}/\text{m}^2$ )与电导率 $y$  ( $1/\Omega$ )处于上述关系,能够获得导电性显著优异的透明导电性膜。本发明的透明导电性膜使金属纳米线的使用量较少,且具有高的导电性。上述这样的透明导电性膜在可同时实现高导电性与透明性(低雾度)的方面非常有利。上述这样的透明导电性膜如后述可通过下述的步骤而获得:涂布透明导电层形成用组合物来形成涂布层,将该涂布层放置规定时间之后,进行下一工序的送风工序。据认为,通过将涂布层放置规定时间,能够优选地调整涂布层中的金属纳米线的流动,金属纳米线彼此的接触点变多,故而能获得上述那样的效果。

[0030] 在上述式(1)中, $a$ 优选为0.79以上,更优选为0.8以上,进一步优选为0.85以上,特别优选为0.88以上,进一步优选为0.9以上。若为上述这样的范围,则上述效果变得更加显著。上述 $a$ 越大越好,但其上限值例如为2.0。银的量越多则电导率越高,但相应地雾度变高,导致损坏透明性。金属纳米线的量 $x$  ( $\text{g}/\text{m}^2$ )为存在于每 $1\text{m}^2$ 透明导电层的金属纳米线的重量。电导率为上述表面电阻值的倒数。

[0031] 透明导电层中的金属纳米线的量 $x$  ( $\text{g}/\text{m}^2$ )优选为 $0.005\text{g}/\text{m}^2 \sim 0.05\text{g}/\text{m}^2$ ,更优选为 $0.008\text{g}/\text{m}^2 \sim 0.03\text{g}/\text{m}^2$ ,进而更优选为 $0.01\text{g}/\text{m}^2 \sim 0.025\text{g}/\text{m}^2$ ,特别优选为 $0.01\text{g}/\text{m}^2 \sim 0.02\text{g}/\text{m}^2$ 。

[0032] 在1个实施方式中,透明导电层进一步包含聚合物基质。在该实施方式中,在聚合物基质中,存在金属纳米线。在由聚合物基质构成的透明导电层中,由聚合物基质来保护金

属纳米线。其结果,可防止金属纳米线的腐蚀,获得耐久性更加优异的透明导电性膜。

[0033] 透明导电层的厚度优选为 $2\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ ,更优选为 $3\mu\text{m}\sim 9\mu\text{m}$ ,进一步优选为 $4\mu\text{m}\sim 8\mu\text{m}$ 。

[0034] 上述透明导电层中的金属纳米线的含有比率相对于构成透明导电层的粘合剂树脂100重量份,优选为0.1重量份 $\sim$ 50重量份,更优选为0.1重量份 $\sim$ 30重量份。若为上述这样的范围,则能够获得导电性及光透过性优异的透明导电性膜。

[0035] 上述透明导电层的全光线透过率优选为85%以上,更优选为90%以上,进一步优选为95%以上。

[0036] 所谓金属纳米线是指材质为金属、形状为针状或线状、直径为纳米尺寸的导电性物质。金属纳米线可为直线状,也可为曲线状。若使用由金属纳米线构成的透明导电层,则通过使金属纳米线成为网格状,即便为少量的金属纳米线也能够形成良好的导电路径,能够获得电阻小的透明导电性膜。进而,通过使金属纳米线成为网格状,在网格的间隙形成开口部,能够获得透光率高的透明导电性膜。

[0037] 上述金属纳米线的粗度 $d$ 与长度 $L$ 之比(纵横比: $L/d$ )优选为 $10\sim 100000$ ,更优选为 $50\sim 100000$ ,特别优选为 $100\sim 10000$ 。若如此地使用纵横比大的金属纳米线,则金属纳米线良好地交叉,由少量的金属纳米线就能体现更高的导电性。其结果是,能够获得透光率高的透明导电性膜。再者,在本说明书中,所谓“金属纳米线的粗度”,在金属纳米线的剖面为圆状的情况下是指其直径,在金属纳米线的剖面为椭圆状的情况下是指其短径,在金属纳米线的剖面为多边形的情况下是指最长的对角线。金属纳米线的粗度及长度可通过扫描型电子显微镜或透射型电子显微镜来确认。

[0038] 上述金属纳米线的粗度优选为低于 $500\text{nm}$ ,更优选为低于 $200\text{nm}$ ,特别优选为 $10\text{nm}\sim 100\text{nm}$ ,最优选为 $10\text{nm}\sim 50\text{nm}$ 。若为上述这样的范围,则能够形成透光率高的透明导电层。

[0039] 上述金属纳米线的长度优选为 $1\mu\text{m}\sim 1000\mu\text{m}$ ,更优选为 $10\mu\text{m}\sim 500\mu\text{m}$ ,特别优选为 $10\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 。若为上述这样的范围,则能够获得导电性高的透明导电性膜。

[0040] 作为构成上述金属纳米线的金属,只要为导电性金属,则可使用任意的适当的金属。作为构成上述金属纳米线的金属,例如,可列举出银、金、铜、镍等。另外,也可使用对上述这些金属进行了镀覆处理(例如镀金处理)的材料。其中,从导电性的观点出发,优选为银、铜或金,更优选为银。

[0041] 作为上述金属纳米线的制造方法,可采用任意的适当的方法。例如,可列举出:在溶液中还原硝酸银的方法;从探针的前端部使施加电压或电流作用于前体表面,利用探针前端部拉出金属纳米线,连续地形成该金属纳米线的方法等。在于溶液中还原硝酸银的方法中,通过在乙二醇等多元醇、及聚乙烯吡咯烷酮的存在下,将硝酸银等银盐进行液相还原,从而可合成银纳米线。均匀尺寸的银纳米线例如能够依据Xia,Y.等人,Chem. Mater. (2002),14,4736-4745,Xia,Y.等人,Nano letters(2003)3(7),955-960中记载的方法来大量生产。

[0042] (基材)

[0043] 构成上述基材的材料可使用任意的适当的材料。具体而言,优选地使用例如膜、塑料基材等高分子基材。其原因在于,基材的平滑性及对于透明导电层形成用组合物的润湿性优异,另外,通过利用辊的连续生产而可大幅度提高生产率。

[0044] 构成上述基材的材料代表性而言为以热塑性树脂为主成分的高分子膜。作为热塑性树脂,例如可列举出聚酯系树脂;聚降冰片烯等环烯烃系树脂;丙烯酸系树脂;聚碳酸酯树脂;纤维素系树脂等。其中,优选为聚酯系树脂、环烯烃系树脂或丙烯酸系树脂。上述这些树脂的透明性、机械强度、热稳定性、水分遮蔽性等优异。上述热塑性树脂也可单独使用,或将2种以上组合使用。另外,也可将偏振片所使用的那样的光学膜例如低相位差基材、高相位差基材、相位差板、亮度提高膜等用作基材。

[0045] 上述基材的厚度优选为 $20\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ ,更优选为 $30\mu\text{m}\sim 150\mu\text{m}$ 。

[0046] 上述基材的全光线透过率优选为30%以上,更优选为35%以上,进一步优选为40%以上。

#### [0047] B. 透明导电性膜的制造方法

[0048] 在1个实施方式中,本发明的透明导电性膜的制造方法包含:涂布工序,其是在基材上涂布包含金属纳米线的透明导电层形成用组合物而形成涂布层;放置工序,其是将涂布层放置规定时间;以及送风工序,其是在放置工序后对该涂布层进行送风,根据上述这样的制造方法,能够获得上述透明导电性膜,即,具备基材及配置在基材的单侧的透明导电层的透明导电性膜。上述制造方法除了包含上述涂布工序及送风工序以外,也可包含任意的适当的其他工序。在1个实施方式中,上述制造方法可在送风工序后进一步包含使涂布层干燥的干燥工序。在另一实施方式中,上述送风工序为可使上述涂布层干燥的工序,经过送风工序而形成透明导电层。

[0049] 在1个实施方式中,可一边搬送基材一边进行上述制造方法。代表性而言,一边将卷状态的基材放出并搬送该基材,一边进行上述涂布工序、放置工序及送风工序(以及视需要,干燥工序等其他工序),从而形成具备基材及配置在基材的单侧的透明导电层的长条状的透明导电性膜。在1个实施方式中,将该透明导电性膜在形成后加以卷取。

[0050] 作为基材的搬送方法,可采用任意的适当的方法。例如,可列举出利用搬送辊进行的搬送、利用搬送皮带进行的搬送、它们的组合等。搬送速度例如为 $5\text{m}/\text{min}\sim 50\text{m}/\text{min}$ 。

#### [0051] (涂布工序)

[0052] 如上所述,在涂布工序中,通过任意的适当的方法,在上述基材涂布包含金属纳米线的透明导电层形成用组合物来形成涂布层。在1个实施方式中,一边搬送长条状的基材,一边在该基材上涂布包含金属纳米线的透明导电层形成用组合物而形成涂布层。

[0053] 透明导电层形成用组合物包含上述金属纳米线。在1个实施方式中,使金属纳米线分散于任意的适当的溶剂来制备透明导电层形成用组合物。作为该溶剂,可列举出水、醇系溶剂、酮系溶剂、醚系溶剂、烃系溶剂、芳香族系溶剂等。另外,透明导电层形成用组合物也可进一步包含树脂(粘合剂树脂)、金属纳米线以外的导电性材料(例如导电性粒子)、流平剂等添加剂。另外,透明导电层形成用组合物可包含增塑剂、热稳定剂、光稳定剂、润滑剂、抗氧化剂、紫外线吸收剂、阻燃剂、着色剂、抗静电剂、相容化剂、交联剂、增粘剂、无机粒子、界面活性剂、及分散剂等添加剂。

[0054] 透明导电层形成用组合物的粘度优选为 $5\text{mP}\cdot\text{s}/25^\circ\text{C}\sim 300\text{mP}\cdot\text{s}/25^\circ\text{C}$ ,更优选为 $10\text{mP}\cdot\text{s}/25^\circ\text{C}\sim 100\text{mP}\cdot\text{s}/25^\circ\text{C}$ 。若为上述这样的范围,则本发明的效果变得显著。透明导电层形成用组合物的粘度可通过流变仪(例如Anton Paar公司的MCR302)来测定。

[0055] 透明导电层形成用组合物中的金属纳米线的分散浓度优选为0.01重量%~5重

量%。若为上述这样的范围,则本发明的效果变得显著。

[0056] 作为上述透明导电层形成用组合物的涂布方法,可采用任意的适当的方法。作为涂布方法,例如,可列举出喷涂、棒式涂布、辊涂、模嘴涂布、喷墨涂布、丝网涂布、浸渍涂布、凸版印刷法、凹版印刷法、凹版(gravure)印刷法等。

[0057] 上述涂布层的单位面积重量优选为 $0.3\text{g}/\text{m}^2\sim 30\text{g}/\text{m}^2$ ,更优选为 $1.6\text{g}/\text{m}^2\sim 16\text{g}/\text{m}^2$ 。若为上述这样的范围,则通过送风工序中的送风,能够制造金属纳米线良好地分散,且导电各向异性更小的透明导电性膜。

[0058] 涂布工序中的涂布层的厚度 $T_s$ 优选为 $10\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ ,更优选为 $13\mu\text{m}\sim 40\mu\text{m}$ ,进一步优选为 $13\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$ ,特别优选为 $13\mu\text{m}\sim 20\mu\text{m}$ 。若为上述这样的范围,则能够获得导电性特别优异的透明导电性膜。所谓厚度 $T_s$ (以下,也称为涂布层的初始厚度 $T_s$ )是指上述刚涂布之后的上述涂布层的厚度(湿厚度)。涂布层的厚度 $T_s$ (湿厚度)可通过光学干涉式的膜厚计(例如ocean insight公司制造的“分光器FLAME-S”)来测定。

[0059] (放置工序)

[0060] 放置工序如上所述是将涂布层放置规定时间的工序。更具体而言,是将涂布层在 $25^\circ\text{C}$ 以下(优选为 $20^\circ\text{C}\sim 25^\circ\text{C}$ )且无风状态的环境下、放置包含基材与涂布层的层叠构成的工序。在本说明书中,所谓无风状态是指风速(在搬送基材的情况下,为相对风速)低于 $0.5\text{m}/\text{s}$ 的状态。另外,在本说明书中,所谓“放置”是指在无风状态下减少涂布层厚度,是也包含下述操作的概念:一边搬送包含基材和涂布层的层叠构成,一边减少涂布层厚度。

[0061] 放置涂布层的时间例如为1秒 $\sim$ 300秒。放置涂布层的时间相当于前工序中的涂布层形成后、后工序中的送风开始为止的时间。

[0062] 在本发明中,通过在将涂布层放置规定时间之后,进行下一工序的送风工序,能够获得导电性优异的透明导电性膜。若将通过上述制造方法而得到的透明导电性膜与不送风地使涂布层干燥而得到的透明导电性膜、或在涂布后立即对涂布层送风而得到的透明导电性膜进行比较,则通过上述制造方法而得到的透明导电性膜的金属纳米线的每单位重量的导电性更优异。据认为,根据本发明的制造方法,通过将涂布层放置规定时间,能够优选地调整涂布层中的金属纳米线的流动,金属纳米线彼此的接触点变多,故而能够获得上述那样的效果。

[0063] 放置工序后的涂布层的厚度(在送风工序中开始送风时的涂布层的厚度 $T_b$ )优选为超过 $1\mu\text{m}$ ,更优选为 $2\mu\text{m}$ 以上。即,优选的是,在涂布层的厚度成为 $1\mu\text{m}$ 以下(优选为低于 $2\mu\text{m}$ )之前,结束放置工序。若这样地进行操作,则能够优选地调整涂布层中的金属纳米线的流动,能够使金属纳米线彼此的接触点更多。

[0064] 在1个实施方式中,放置时间是基于涂布工序中的涂布层的厚度 $T_s$ 与放置工序后的涂布层的厚度(在送风工序中开始送风时的涂布层的厚度 $T_b$ )来决定。在1个实施方式中,在送风工序中开始送风时的涂布层的厚度 $T_b$ 相对于上述涂布工序中的涂布层的厚度 $T_s$ 为 $25\%\sim 90\%$ ,更优选为 $27\%\sim 89\%$ ,进一步优选为 $30\%\sim 88\%$ 。若为上述这样的范围,则能够优选地调整涂布层中的金属纳米线的流动,金属纳米线彼此的接触点变多,故而能够获得金属纳米线的每单位重量的导电性高的透明导电性膜。

[0065] 在1个实施方式中,优选在涂布层的厚度达到比涂布层的初始厚度 $T_s$ 薄 $2\mu\text{m}\sim 12\mu\text{m}$ 为止的期间放置涂布层,更优选在达到比涂布层的初始厚度 $T_s$ 薄 $4\mu\text{m}\sim 11\mu\text{m}$ 为止的期间放

置涂布层,进一步优选在达到比涂布层的初始厚度 $T_s$ 薄 $6\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 为止的期间放置涂布层,优选在达到比涂布层的初始厚度 $T_s$ 薄 $6\mu\text{m}\sim 9\mu\text{m}$ 为止的期间放置涂布层。若为上述这样的范围,则能够优选地调整涂布层中的金属纳米线的流动,能够使金属纳米线彼此的接触点更多。

[0066] 另外,在涂布层的初始厚度 $T_s$ 为 $10\mu\text{m}\sim 13\mu\text{m}$ 的情况下,优选在直至涂布层的厚度 $T_b$ 成为 $2.5\mu\text{m}\sim 9\mu\text{m}$ 为止放置涂布层,更优选在直至涂布层的厚度 $T_b$ 成为 $3\mu\text{m}\sim 5\mu\text{m}$ 为止放置涂布层。另外,在涂布层的初始厚度 $T_s$ 超过 $13\mu\text{m}$ 且低于 $16\mu\text{m}$ 的情况下,优选在直至涂布层的厚度 $T_b$ 成为 $4\mu\text{m}\sim 12\mu\text{m}$ 为止放置涂布层,更优选在直至涂布层的厚度 $T_b$ 成为 $5\mu\text{m}\sim 7\mu\text{m}$ 为止放置涂布层。另外,在涂布层的初始厚度 $T_s$ 超过 $16\mu\text{m}$ (优选为超过 $16\mu\text{m}$ 且为 $30\mu\text{m}$ 以下,更优选为超过 $16\mu\text{m}$ 且为 $20\mu\text{m}$ 以下)的情况下,优选在直至涂布层的厚度 $T_b$ 成为 $6\mu\text{m}\sim 14\mu\text{m}$ 为止放置涂布层,更优选在直至涂布层的厚度 $T_b$ 成为 $7\mu\text{m}\sim 9\mu\text{m}$ 为止放置涂布层。若为上述这样的范围,则能够优选地调整涂布层中的金属纳米线的流动,能够使金属纳米线彼此的接触点更多。

[0067] (送风工序)

[0068] 对涂布层的送风可通过任意的适当的方法来进行。在1个实施方式中,能够使用配置在涂布层的上方(与基材相反的侧)和/或侧方的送风机,进行对涂布层送风。送风方向设定为任意的适当的方向。例如,可设定为相对于涂布层面具有规定的角度(例如 $10^\circ\sim 170^\circ$ )那样的送风方向,也可与涂布层面大致平行(例如相对于涂布层面低于 $10^\circ$ )地送风。另外,也可送螺旋状地吹的风。例如可在送风机上设置活百叶挡板(louver)、通过该活百叶挡板的方向来调整送风方向。在1个实施方式中,送风方向可通过活百叶挡板的开口方向来规定。另外,在送螺旋状的风的情况下,可使用在送风口具备螺旋状的风向板的送风机。

[0069] 上述风的风速优选为 $0.5\text{m/s}\sim 10\text{m/s}$ ,更优选为 $1\text{m/s}\sim 5\text{m/s}$ 。若为上述这样的范围,则能够使金属纳米线良好地分散,制造导电性优异的透明导电性膜。另外,能够获得表面平滑性及厚度的均匀性优异的透明导电性膜。风速可根据透明导电层形成用组合物中所包含的溶剂等来适当地设定。在使用由水制备的透明导电层形成用组合物的情况下,上述风速优选为 $0.5\text{m/s}\sim 10\text{m/s}$ ,更优选为 $1\text{m/s}\sim 5\text{m/s}$ 。再者,在本说明书中所谓风速是指到达涂布层的时间点的风速。

[0070] 上述风的温度优选为 $10^\circ\text{C}\sim 50^\circ\text{C}$ ,更优选为 $15^\circ\text{C}\sim 30^\circ\text{C}$ 。风速可根据透明导电层形成用组合物中所包含的溶剂等来适当设定。在使用由水制备的透明导电层形成用组合物的情况下,上述风的温度优选为 $10^\circ\text{C}\sim 50^\circ\text{C}$ ,更优选为 $15^\circ\text{C}\sim 30^\circ\text{C}$ 。再者,在本说明书中所谓风的温度是指到达涂布层的时间点的风的温度。

[0071] 送风时间优选为1分钟~10分钟,更优选为2分钟~5分钟。若为上述这样的范围,则能够制造金属纳米线良好地分散、导电各向异性更小的透明导电性膜。具体而言,若使送风时间成为上述范围而规定被送风面积,则能够使金属纳米线适当地分散于涂布层整体。另外,能够获得表面平滑性及厚度的均匀性优异的透明导电性膜。

[0072] 在送风工序中,也可将送风分多阶段进行。例如,可以按照风向、风速、温度等不同的方式分区域,阶段性地进行送风。

[0073] 也可在送风工序之后进行任意的适当的处理。例如,在使用包含粘合剂树脂的透明导电层形成用组合物的情况下,也可利用紫外线照射等进行硬化处理。另外,也可在送风

工序之后,进行干燥工序。作为干燥方法,例如,可列举出烘箱加热、自然干燥等。

[0074] 实施例

[0075] 以下,利用实施例对本发明具体地进行说明,本发明并不受这些实施例的任何限定。实施例中的评价方法如以下所述。再者,厚度通过光学干涉式的膜厚计(ocean insight公司制造的“分光器FLAME-S”)来测定。

[0076] (1)表面电阻值、电导率

[0077] 使用Napson株式会社制造的非接触表面电阻计(商品名“EC-80”),通过涡电流法来测定透明导电性膜的表面电阻值(MD及TD的表面电阻值)。测定温度设定为23℃。另外,求出表面电阻值的倒数来作为电导率。

[0078] 另外,通过{电导率 $y$ ( $1/\Omega$ )/每 $1\text{m}^2$ 的金属纳米线的量 $x$ ( $\text{g}/\text{m}^2$ )}的式子,求出上述“ $y = a \times x(1)$ ”的 $a$ ( $\text{m}^2/\Omega \cdot \text{g}$ )。

[0079] (2)雾度值

[0080] 通过JIS 7136中规定的方法,使用测雾计(村上色彩科学研究所公司制造,商品名“HN-150”)测定透明导电性膜的雾度值。

[0081] [制造例1]透明导电层形成用组合物的制备

[0082] 基于Chem.Mater.2002,14,4736-4745中记载的方法来合成银纳米线。

[0083] 以使上述所得的银纳米线成为0.2重量%的浓度、及五甘醇十二烷基醚成为0.1重量%的浓度的方式分散于纯水中,获得透明导电层形成用组合物。

[0084] [实施例1]

[0085] 使用PET膜(三菱树脂制造,商品名“S100”)作为基材。一边将该基材使用搬送辊搬送,一边在该基材上使用棒式涂布机(第一理科株式会社制造,制品名“棒式涂布机No.6”)涂布制造例1中制备的透明导电层形成用组合物而形成厚度(涂布层的初始厚度 $T_s$ )为 $13\mu\text{m}$ 的涂布层(即,每 $1\text{m}^2$ 的金属纳米线的量 $x$ ( $\text{g}/\text{m}^2$ )= $0.012\text{g}/\text{m}^2$ )。然后,放置至涂布层的厚度(在送风工序中开始送风时的涂布层的厚度 $T_b$ )成为 $9.1\mu\text{m}$ (即, $T_b/T_s=0.7$ )为止(放置工序)。继而,从基材的中央向两端以从宽度方向内侧向宽度方向两外侧的方向进行送风。基材的搬送方向与送风方向(从涂布层面侧观察的送风方向)所成的角设定为 $90^\circ$ ,基材的搬送方向与送风方向(从涂布层侧方观察的送风方向)所成的角设定为 $0^\circ$ 。另外,风速设定为 $2\text{m}/\text{s}$ ,风的温度设定为 $25^\circ\text{C}$ 。另外,送风时间(干燥时间)设定为2分钟。

[0086] 将所得的透明导电性膜供给至上述评价(1)及(2)。结果示于表1中。

[0087] [实施例2~8、比较例1~2]

[0088] 除了使涂布层的初始厚度 $T_s$ (作为结果,金属纳米线的量 $x$ )、在送风工序中开始送风时(送风开始时)的涂布层的厚度 $T_b$ 如表1所示以外,与实施例1相同地操作而获得透明导电性膜。将所得的透明导电性膜供给至上述评价(1)及(2)。结果示于表1中。

[0089] [比较例3]

[0090] 使用PET膜(三菱树脂制造,商品名“S100”)作为基材。一边将该基材使用搬送辊搬送,一边在该基材上使用棒式涂布机(第一理科株式会社制造,制品名“棒式涂布机No.6”)将在制造例1中制备的透明导电层形成用组合物涂布而形成厚度为 $13\mu\text{m}$ 的涂布层(即,每 $1\text{m}^2$ 的金属纳米线的量 $x$ ( $\text{g}/\text{m}^2$ )= $0.012\text{g}/\text{m}^2$ )。然后,将形成有涂布层的基材投入至炉内温度为 $100^\circ\text{C}$ 的烘箱2分钟,获得透明导电性膜。将所得的透明导电性膜供给至上述评价(1)及

(2)。结果示于表1中。

[0091] [表1]

[0092]

	涂布层的初始厚度 Ts( $\mu\text{m}$ )	金属纳米线的量x( $\text{g}/\text{m}^2$ )	送风开始时的涂布层的厚度 Tb( $\mu\text{m}$ )	Tb/Ts	电阻 ( $\Omega/\square$ )	电导率 y( $1/\Omega$ )	电导率y /金属纳米线的量 x	雾度 (%)
实施例1	13	0.012	9.1	0.7	100	0.0100	0.83	0.4
实施例2	13	0.012	5.2	0.4	94	0.0106	0.89	0.4
实施例3	15	0.015	13.5	0.9	74	0.0135	0.90	0.5
实施例4	15	0.015	10.5	0.7	70	0.0143	0.95	0.5
实施例5	15	0.015	6	0.4	62	0.0161	1.08	0.5
实施例6	17	0.019	15.3	0.9	55	0.0182	0.96	0.7
实施例7	17	0.019	11.9	0.7	49	0.0204	1.07	0.7
实施例8	17	0.019	6.8	0.4	48	0.0208	1.10	0.6
比较例1	13	0.012	13	1	112	0.0089	0.74	0.4
比较例2	13	0.012	1	0.08	120	0.0083	0.69	0.5
比较例3	13	0.012	-	-	126	0.0079	0.66	0.6

[0093] 由表1可知,根据本发明,通过使由{电导率y( $1/\Omega$ )/每 $1\text{m}^2$ 的金属纳米线的量x( $\text{g}/\text{m}^2$ )}的式求出的上述“ $y=a \times x(1)$ ”的a( $\text{m}^2/\Omega \cdot \text{g}$ )为特定值以上,能够获得高导电性与低雾度值被均衡地调整了的透明导电性膜。上述这样的透明导电性膜可经过放置工序来制造而获得。另外,通过根据涂布层的初始厚度使送风开始时的涂布层厚度优化(使放置时间优化),上述效果变得更显著。

[0094] 符号说明

[0095] 10:基材

[0096] 20:透明导电层

[0097] 100:透明导电性膜。

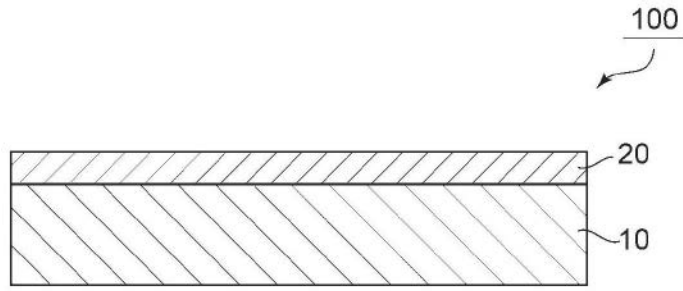


图1