



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103730187 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 16

(21) 申请号 201310473054. 5

(22) 申请日 2013. 10. 11

(30) 优先权数据

10-2012-0113151 2012. 10. 11 KR

(71) 申请人 第一毛织株式会社

地址 韩国庆尚北道

(72) 发明人 金度泳 具永权 申东明 黄伍显
姜旻求

(74) 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司 11018

代理人 康泉 王珍仙

(51) Int. Cl.

H01B 1/12(2006. 01)

H01B 1/02(2006. 01)

H01B 5/14(2006. 01)

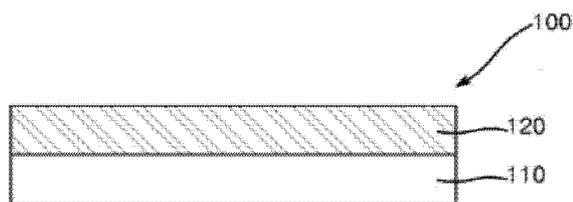
权利要求书2页 说明书9页 附图1页

(54) 发明名称

透明导体、用于透明导电膜的组合物和光学显示设备

(57) 摘要

透明导体、用于透明导电膜的组合物和包含该透明导体或该透明导电膜的设备。所述透明导体包括透明导电膜,其中所述透明导电膜包括金属纳米线和导电聚合物,并在400nm至700nm的波长处具有在CIE Lab色坐标中小于约1.78的b*值。



1. 一种透明导体,所述透明导体包括透明导电膜,其中,所述透明导电膜包括金属纳米线和导电聚合物,其中,所述透明导体在 400nm 至 700nm 的波长处具有在 CIE Lab 色坐标中小于 1.78 的 b^* 值。
2. 根据权利要求 1 所述的透明导体,其中,所述透明导体在 400nm 至 700nm 的波长处具有 1.0% 至 2.0% 的雾度值。
3. 根据权利要求 1 所述的透明导体,其中,所述透明导电膜具有 5% 至 15% 的表面电阻的偏差。
4. 根据权利要求 1 所述的透明导体,其中,所述透明导电膜由单层组成。
5. 根据权利要求 1 所述的透明导体,其中,所述透明导电膜具有 10nm 至 300nm 的厚度。
6. 根据权利要求 1 所述的透明导体,其中,所述金属纳米线为银纳米线、铜纳米线、金纳米线或它们的混合物。
7. 根据权利要求 1 所述的透明导体,其中,所述金属纳米线在所述透明导电膜中的含量为 85wt% 至 99wt%。
8. 根据权利要求 1 所述的透明导体,其中,所述金属纳米线的长度 L 与所述金属纳米线的横截面直径 d 的纵横比 L/d 为 10 至 2,000。
9. 根据权利要求 1 所述的透明导体,其中,所述导电聚合物包括水性掺杂剂。
10. 根据权利要求 1 所述的透明导体,其中,所述导电聚合物包括聚苯乙烯磺酸盐掺杂的聚乙烯二氧噻吩和蛋白掺杂的聚吡咯中的至少一种。
11. 根据权利要求 1 所述的透明导体,其中,所述导电聚合物在所述透明导电膜中的含量是 0.5wt% 至 15wt%。
12. 根据权利要求 1 所述的透明导体,其中,所述透明导电膜不含氨基甲酸酯键。
13. 根据权利要求 1 所述的透明导体,其中,进一步包括在所述透明导电膜上的基底层,其中所述基底层包括选自聚碳酸酯膜,包括聚对苯二甲酸乙二醇酯和聚萘二甲酸乙二醇酯的聚酯膜,聚烯烃膜,环状烯烃聚合物膜,聚砜膜,聚酰亚胺膜,硅酮膜,聚苯乙烯膜,聚丙烯醛基膜和聚氯乙烯膜中的至少一种膜。
14. 根据权利要求 1 所述的透明导体,其中,所述透明导电膜由包括所述金属纳米线、所述导电聚合物和热固化剂的组合物形成。
15. 根据权利要求 14 所述的透明导体,其中,所述组合物进一步包括可 UV 固化的不饱和化合物和光聚合引发剂。
16. 一种用于透明导电膜的组合物,所述组合物包括 (A) 金属纳米线、(B) 导电聚合物和 (C) 热固化剂。
17. 根据权利要求 16 所述的组合物,其中,所述组合物包括 :90wt% 至 95wt% 的所述 (A) 金属纳米线、5wt% 至 10wt% 的所述 (B) 导电聚合物,及基于 100 重量份的所述 (A) 金属纳米线和所述 (B) 导电聚合物的总量,0.01 重量份至 1 重量份的所述 (C) 热固化剂。
18. 根据权利要求 16 所述的组合物,进一步包括 : (D) 可 UV 固化的不饱和化合物和 (E) 光聚合引发剂。
19. 根据权利要求 18 所述的组合物,其中,所述组合物包括 :95wt% 至 97wt% 的所述 (A) 金属纳米线、1wt% 至 3wt% 的所述 (B) 导电聚合物、2wt% 至 4wt% 的所述 (D) 可 UV 固化的不

饱和化合物,及基于 100 重量份的所述 (A) 金属纳米线、所述 (B) 导电聚合物和 (D) 可 UV 固化的不饱和化合物的总量,0.01 重量份至 1 重量份的所述 (C) 热固化剂和 0.01 重量份至 1 重量份的所述 (E) 光聚合引发剂。

20. 一种光学显示设备,包括根据权利要求 1 至 15 任一项所述的透明导体或根据权利要求 1 至 15 任一项所述的透明导电膜或由根据权利要求 16 至 19 任一项所述的用于透明导电膜的组合物形成的透明导电膜。

透明导体、用于透明导电膜的组合物和光学显示设备

技术领域

[0001] 本发明涉及透明导体、用于透明导电膜的组合物和包括该透明导体或该透明导电膜的光学显示设备。更具体地,本发明涉及包括透明导电膜的透明导体、用于制备它的组合物和包括它的光学显示设备,所述透明导体能够解决例如由金属纳米线引起的不均匀的表面电阻、图案能见度和由于所述金属纳米线的固有的颜色导致的所述导电膜微黄色外观的问题,并具有低的表面电阻和高的透光率。

背景技术

[0002] 包含在显示设备中的导电膜,特别是透明导电膜广泛使用于各种应用中,例如触屏面板、柔性显示器等。因此,已经积极地进行了各种研究以开发透明导电膜。透明导电膜必须具有特定的性质,例如透明度、表面电阻等。

[0003] 氧化铟锡 (ITO) 膜已经用作透明导电膜。ITO 膜通过干沉降而沉积在基膜上,以形成透明导体,并具有良好的经济可行性和优异的透明度。ITO 膜通常沉积在玻璃基板上。然而,由于它内在的特性,ITO 膜可提高电阻,并具有低的柔性。

[0004] 近来,使用包括金属纳米线,例如银纳米线等的透明导电膜制备透明导体。通常,只包括金属纳米线的透明导电膜呈现低的耐溶剂性和对例如基底层的基板的低的粘附性。因此,通过在金属纳米线上涂布覆盖层而在多层结构中制备透明导体。

[0005] 然而,当包括金属纳米线的导电膜在触摸屏等上堆叠时具有图案能见度的问题,并且由于金属纳米线固有的颜色可遭受微黄色(乳白色)的外观,由此所述膜的表面呈现黄色。为了解决这样的问题,所述导电膜可进一步包括用于颜色校正的蓝色颜料。然而,在这个情况下,所述颜料的非导电性可引起所述导电膜的表面电阻的增加。此外,包含金属纳米线的导电膜具有不均匀的表面电阻,引起表面电阻的高的偏差。

发明内容

[0006] 本发明的一个方面提供一种透明导体,包括透明导电膜,其中所述透明导电膜包括金属纳米线和导电聚合物,其中所述透明导体在 400nm 至 700nm 的波长处具有在 CIE Lab 色坐标中的小于 1.78 的 b^* 值。

[0007] 所述透明导体在 400nm 至 700nm 的波长处可具有约 1.0% 至约 2.0% 的雾度值。

[0008] 所述透明导电膜可具有约 5% 至约 15% 的表面电阻的偏差。

[0009] 所述透明导电膜可由单层组成。

[0010] 所述透明导电膜可具有约 50nm 至约 300nm 的厚度。

[0011] 所述金属纳米线可包括银纳米线、铜纳米线、金纳米线或它们的混合物。

[0012] 所述金属纳米线在所述透明导电膜中的含量可为约 85wt% 至约 99wt%。

[0013] 所述金属纳米线的长度 (L) 与所述金属纳米线的横截面直径 (d) 的纵横比 (L/d) 在约 10 至约 2,000 的范围内。

[0014] 所述金属纳米线可形成导电网状物。

- [0015] 所述导电聚合物可包括水性掺杂剂。
- [0016] 所述导电聚合物可包括聚苯乙烯磺酸盐掺杂的聚乙烯二氧噻吩和蛋白掺杂的聚吡咯中的至少一种。
- [0017] 所述导电聚合物在所述透明导电膜中的含量可为约 0.5wt% 至约 15wt%。
- [0018] 所述透明导电膜可不含氨基甲酸乙酯键。
- [0019] 进一步包括在所述透明导电膜上的基底层,所述基底层可包括选自聚碳酸酯膜,包括聚对苯二甲酸乙二醇酯和聚萘二甲酸乙二醇酯的聚酯膜,聚烯烃膜,环状烯烃聚合物膜,聚砜膜,聚酰亚胺膜,硅酮膜,聚苯乙烯膜,聚丙烯醛基膜(polyacryl)和聚氯乙烯膜中的至少一种膜。
- [0020] 所述透明导电膜可包括含所述金属纳米线、所述导电聚合物和热固化剂的组合物的固化产物。
- [0021] 所述组合物可进一步包括可 UV 固化的不饱和化合物和光聚合引发剂。
- [0022] 本发明的一个方面提供一种用于透明导电膜的组合物,包括 (A) 金属纳米线、(B) 导电聚合物和 (C) 热固化剂。
- [0023] 所述组合物可包括:约 90wt% 至约 95wt% 的所述 (A) 金属纳米线、约 5wt% 至约 10wt% 的所述 (B) 导电聚合物,及基于 100 重量份的所述 (A) 金属纳米线和所述 (B) 导电聚合物的总量,约 0.01 重量份至约 1 重量份的所述 (C) 热固化剂。
- [0024] 所述的组合物可进一步包括:(D) 可 UV 固化的不饱和化合物和 (E) 光聚合引发剂。
- [0025] 所述组合物可包括:约 95wt% 至约 97wt% 的所述 (A) 金属纳米线、约 1wt% 至约 3wt% 的所述 (B) 导电聚合物、约 2wt% 至约 4wt% 的所述 (D) 可 UV 固化的不饱和化合物,及基于 100 重量份的所述 (A) 金属纳米线、所述 (B) 导电聚合物和 (D) 可 UV 固化的不饱和化合物的总量,约 0.01 重量份至约 1 重量份的所述 (C) 热固化剂和约 0.01 重量份至约 1 重量份的所述 (E) 光聚合引发剂。
- [0026] 本发明的另一个方面提供一种光学显示设备,包括所述的透明导体或所述的透明导电膜。

附图说明

- [0027] 图 1 为根据本发明的一个实施方式的透明导体截面视图。

具体实施方式

- [0028] 图 1 为根据本发明的一个实施方式的透明导体的截面视图。参照图 1,透明导体 100 可包括基底层 110 和形成在基底层 110 上表面上的透明导电膜 120。
- [0029] 在 300nm 至 1,000nm 的波长处,例如在 400nm 至 700nm 的波长处,透明导体在 CIE Lab 的色坐标中可具有小于约 1.78,例如约 1.77 或更小,或从约 0.5 至约 1.6 的 b* 值。所述透明导电膜从附着至触控面板、柔性显示器、电子纸或光电池的基底层上剥离。如果透明导体具有 1.78 或更大的 b* 值,当所述透明导电膜粘附性到面板等的上面时会有微黄色外观的问题。
- [0030] 可在 300nm 至 1,000nm 的波长处,例如 400nm 至 700nm 的波长处,使用 Konica

Minolta CIE 分光仪,在通过在具有 50 μm 厚的基层(例如:聚碳酸酯膜)上形成透明导电膜(厚度:100nm 至 200nm)而制备的透明导体上测量 b^* 值,但不限于此。 b^* 值可为透明的 b^* 值和正的 b^* 值。

[0031] 在一些实施方式中,所述透明导电膜可包括组合物的固化产品,该组合物包括金属纳米线、导电聚合物和热固化剂,并可选择地包括可 UV 固化的不饱和化合物和光聚合引发剂,以使所述透明导体可具有期望的 b^* 值。可通过热固化、光固化或它们的组合进行固化,但不限于此。

[0032] 所述金属纳米线可形成导电网状物,从而提供良好的导电性、柔性和弯曲性质给所述透明导电膜。此外,所述金属纳米线可提供比金属纳米颗粒更好的可分散性,并可显著地减小所述透明导电膜的表面电阻。

[0033] 所述金属纳米线可为具有特定的横截面的超细线,其中,金属纳米线长度(L)与金属纳米线直径(d)的纵横比(L/d)可为约 10 至约 2,000。在这个纵横比范围内,纳米线可实现在低的密度时的高的导电性,并可进一步减小表面电阻。优选地,所述纵横比为大于约 500 至 1000,更优选地从 501 至 700。

[0034] 所述金属纳米线可具有大于 0 至 100nm 或更小的直径(d)。在这个直径范围内,所述金属纳米线可获得高的纵横比(L/d),使包含所述金属纳米线的透明导电膜可具有高的导电性和低的表面电阻。优选地,所述金属纳米具有约 30nm 至约 100nm,例如约 20nm 至约 40nm 的直径。所述金属纳米线可具有约 20 μm 或更大的长度(L)。在这个长度范围内,所述金属纳米线可获得高的纵横比(L/d),使包含所述金属纳米线的透明导电膜可具有高的导电性和低的表面电阻。优选地,所述金属纳米线具有约 20 μm 至约 50 μm 的长度。

[0035] 所述金属纳米线可包含由可选自银、铜、金和它们的组合中的特定材料制备的纳米线。优选地,所述金属纳米线可为银纳米线,或可由包含银纳米线的混合物形成。

[0036] 可通过任何典型的方法制备所述金属纳米线,或者所述金属纳米线可为任何可商购的产品。例如,可通过在存在多元醇和聚乙烯基吡咯烷酮的情况下还原金属盐(例如硝酸银 AgNO_3)而制备金属纳米线。或者,所述金属纳米线可为 Clearohm 有限公司制造的产品。

[0037] 相对于所述金属纳米线和所述导电聚合物的总量,所述金属纳米线的含量可为约 50wt% 至约 99wt%,优选约 85wt% 至约 95wt%,更优选约 90wt% 至约 95wt%。在这个含量范围内,所述金属纳米线可形成导电网状物,并获得充分的导电性。

[0038] 所述金属纳米线在所述透明导电膜中的含量可为约 85wt% 至约 99wt%,例如约 88wt% 至约 96wt%。在这个范围内,所述金属纳米线可获得充分的导电性,减小表面电阻中的偏差,并抑制微黄色的外观。

[0039] 所述导电聚合物可补偿单独使用的金属纳米线的非均匀表面电阻的偏差,并可提供小于约 1.78 的色坐标 b^* 值,从而减少乳白色。

[0040] 所述导电聚合物可形成基质,其中浸入有金属纳米线的导电网状物。所述基质保持了导电网状物的形状以保证导电性,并且当所述导电网状物提供给所述设备时,可防止导电网状物由于湿气的腐蚀或外部冲击。所述基质可具有物理上牢固的结构以保持所述金属纳米线的导电网状物。此外,考虑到导体的使用,所述基质可具有光学透明度。例如,所述基质可具有在可见光范围,例如在 400nm 至 700nm 的波长处的透明度。当用雾度测量计测量时,所述基质具有约 3% 或更小的雾度值和相应于 90% 或更大的总透光率的透明度。优

选地,所述基质可具有约 1% 至约 2.6% 的雾度值和约 90 至约 95% 的总透光率。

[0041] 所述导电聚合物为不含氨基甲酸酯基团的聚合物,并可包括,例如选自聚噻吩、聚吡咯、包括聚(3-烷基噻吩)等的聚(烷基噻吩)、聚乙烯二氧噻吩、包括聚(2,5-二烷氧基-对亚苯基乙撑)等的聚(二烷氧基亚苯基乙撑)、包括聚(对亚苯基乙撑)等的聚(亚苯基乙撑)、聚(对亚苯)等的聚(亚苯)中的至少一种。具体地,在制备导电膜中,导电聚合物与使用水性溶剂,例如水、醇等制备的含金属纳米线的溶液混合,因此导电聚合物可包含水性导电聚合物。尤其地,所述导电聚合物可使用包含水性分子作为掺杂剂的聚合物,用于与金属纳米线混合。例如,所述导电聚合物可包括聚苯乙烯磺酸盐掺杂的聚乙烯二氧噻吩(PEDOT-PSS)或蛋白掺杂的聚吡咯中的至少一种。

[0042] 所述导电聚合物可具有约 150,000g/mol 至 200,000g/mol 的重均分子量。在重均分子量的这个范围内,所述导电聚合物可形成充分的导电网状物。

[0043] 所述导电聚合物在所述金属纳米线和所述导电聚合物的混合物中的含量为约 1wt% 至约 50wt%,优选约 5wt% 至约 15wt%,更优选约 5wt% 至约 10wt%。在这个范围内,所述导电聚合物在固化后可获得充分的导电性,并可形成导电网状物。

[0044] 所述导电聚合物在所述透明导电膜中的含量可为约 0.5wt% 至约 15wt%,例如约 0.5wt% 至约 10wt%。在这个范围内,所述导电聚合物在抑制微黄色的外观的同时,可减小表面电阻的偏差。

[0045] 所述热固化剂可包括醋酸丁酸纤维素(CAB)等,但不限于此。

[0046] 相对于 100 重量份的金属纳米线和导电聚合物的总量,所述热固化剂的含量可为约 0.01 重量份至约 2 重量份,优选约 0.01 重量份至 1 重量份。在这个范围内,所述热固化剂可不需要引发剂而充分固化金属纳米线和导电聚合物,使得金属纳米线可充分地浸入导电聚合物。

[0047] 在一个实施方式中,透明导电膜可包括约 50wt% 至约 99wt% 的金属纳米线、约 1wt% 至约 50wt% 的导电聚合物,及相对于 100 重量份的金属纳米线和导电聚合物的总量,约 0.01 重量份至 2 重量份的热固化剂。优选地,所述透明导电膜可包括约 90wt% 至约 95wt% 的金属纳米线、约 5wt% 至约 10wt% 的导电聚合物,及相对于 100 重量份的金属纳米线和导电聚合物的总量,约 0.01 重量份至 1 重量份的热固化剂。

[0048] 在另一个实施方式,除了金属纳米线、导电聚合物和热固化剂,所述组合物可进一步包括可 UV 固化的不饱和化合物和光聚合引发剂。

[0049] 可 UV 固化的不饱和化合物可形成基质,其中金属纳米线的导电网状物在固化后浸入其中。可 UV 固化的不饱和化合物可提供耐化学性和耐候性给透明导电膜。

[0050] 可 UV 固化的不饱和化合物可不包含氨基甲酸酯键,并包含单官能单体和多官能单体中的至少一种。这里,所述单官能单体和多官能单体可改善所述基质的透明度,并且当所述单体与金属纳米线混合然后固化时减小表面电阻。相反,由包含聚氨酯丙烯酸酯的聚合物或低聚物制备的现有透明导电膜呈现不期望的透明度并具有相对高的表面电阻。

[0051] 所述单官能单体为包含一个(甲基)丙烯酸酯的单体,并可选自包含 C₁ 至 C₅ 烷基的(甲基)丙烯酸酯、包含 C₁ 至 C₅ 烷基和羟基的(甲基)丙烯酸酯、包含 C₄ 至 C₁₀ 杂脂环基的(甲基)丙烯酸酯、包含 C₆ 至 C₁₀ 芳基的(甲基)丙烯酸酯、包含 C₅ 至 C₁₀ 脂环基的(甲基)丙烯酸酯、包含 C₇ 至 C₁₁ 芳烷基的(甲基)丙烯酸酯和它们的混合物中。具体地,所述

单体可为(甲基)丙烯酸甲酯、(甲基)丙烯酸乙酯、(甲基)丙烯酸丙酯、(甲基)丙烯酸环己酯、(甲基)丙烯酸异冰片酯、(甲基)丙烯酸 2-羟乙酯、(甲基)丙烯酸苯酯、(甲基)丙烯酸苯甲酯或它们的混合物,但不限于此。

[0052] 相对于金属纳米线、导电聚合物和可 UV 固化的不饱和化合物的总量,所述单官能单体的含量为约 1wt% 至 15wt%。在这个范围内,所述单官能单体在固化后可获得充分的导电性,并可形成导电网状物。优选地,所述单官能单体的含量为约 1wt% 至约 10wt%,更优选约 1wt% 至约 5wt%。

[0053] 所述多官能单体为具有两个或更多个(甲基)丙烯酸酯基,例如约两个至六个(甲基)丙烯酸酯基的单体。所述多官能单体可包含含有至少两个羟基例如约两个至六个羟基的多元醇的多官能(甲基)丙烯酸酯、氟改性的多官能(甲基)丙烯酸酯或它们的混合物,但不限于此。

[0054] 所述多元醇的多官能(甲基)丙烯酸酯可包括二季戊四醇六(甲基)丙烯酸酯、三羟甲基丙烷三(甲基)丙烯酸酯、季戊四醇四(甲基)丙烯酸酯、二三羟甲基丙烷四(甲基)丙烯酸酯、季戊四醇三(甲基)丙烯酸酯、三(2-羟乙基)异氰尿酸酯三(甲基)丙烯酸酯、三(甲基)丙烯酸甘油酯、乙二醇二(甲基)丙烯酸酯、新戊二醇二(甲基)丙烯酸酯、己二醇二(甲基)丙烯酸酯、三羟甲基丙烷二(甲基)丙烯酸酯、二季戊四醇五(甲基)丙烯酸酯、季戊四醇四(甲基)丙烯酸酯和环癸烷二甲醇二(甲基)丙烯酸酯。

[0055] 通过全氟聚醚化合物和多官能(甲基)丙烯酸酯之间的反应形成所述氟改性的多官能(甲基)丙烯酸酯化合物。更具体地,所述全氟聚醚化合物可包括含羟基的全氟聚醚多醇、含羧酸基的全氟聚醚二元酸和含环氧基的全氟聚醚环氧化合物等。所述多官能(甲基)丙烯酸酯可包括选自含羧酸基改性的(甲基)丙烯酸酯、含环氧基的(甲基)丙烯酸酯、含异氰酸酯基的(甲基)丙烯酸酯等中的至少一种。

[0056] 所述多官能单体可具有约 200g/mol 至约 600g/mol 的重均分子量。在这个范围内,所述多官能单体可实现呈现良好的透明度和柔性特性的基质,并可提供相对于基膜的涂布性和湿润性。优选地,所述多官能单体具有约 296g/mol 至约 579g/mol 的重均分子量。

[0057] 对于所述多官能单体,可使用具有相同数目的(甲基)丙烯酸酯基的多官能单体或具有不同数目的(甲基)丙烯酸酯基的多官能单体的混合物。

[0058] 相对于金属纳米线、导电聚合物和可 UV 固化的不饱和化合物的总量,所述多官能单体的含量为约 1wt% 至 15wt%。在多官能单体的含量范围内,所述组合物在固化后可获得充分的导电性,并可形成导电网状物。所述多官能单体的含量优选为约 1wt% 至约 10wt%,更优选约 1wt% 至约 5wt%。

[0059] 相对于金属纳米线、导电聚合物和可 UV 固化的不饱和化合物的总量,所述可 UV 固化的不饱和化合物的含量可为约 0.1wt% 至约 10wt%,优选约 2wt% 至约 4wt%。在这个范围内,所述组合物可提供耐化学性和耐候性给所述透明导电膜。

[0060] 所述光聚合引发剂可为氧化膦类化合物、 α -羟基酮化合物等,但不限于此。具体地,所述光聚合引发剂可选自双酰基氧化膦(BAPO)、2,4,6-三甲基苯甲酰基氧化膦(TPO)、1-羟环己基苯酮或它们的混合物中。

[0061] 相对于 100 重量份的金属纳米线、导电聚合物和可 UV 固化的不饱和化合物的总量,光聚合引发剂的含量可为约 0.1 重量份至约 5 重量份,优选约 0.1 重量份至约 1 重量份。

在这个范围内,所述引发剂可实现用于所述透明导电膜的组合物的充分固化而在所述组合合物中没有剩余。

[0062] 所述透明导电膜可包括约 50wt% 至约 99wt% 的金属纳米线、约 0.1wt% 至约 40wt% 的导电聚合物、约 0.1wt% 至约 10wt% 的可 UV 固化的不饱和化合物,及相对于 100 重量份的金属纳米线、导电聚合物和可 UV 固化的不饱和化合物的总量,约 0.01 重量份至约 2 重量份的热固化剂及 0.1 重量份至约 1 重量份的光聚合引发剂。优选地,所述透明导电膜包括约 95wt% 至约 97wt% 的金属纳米线、约 1wt% 至约 3wt% 的导电聚合物、约 2 至约 4wt% 的可 UV 固化的不饱和化合物,及相对于 100 重量份的金属纳米线、导电聚合物和可 UV 固化的不饱和化合物的总量,约 0.01 重量份至约 1 重量份的热固化剂和 0.1 重量份至约 1 重量份的光聚合引发剂。

[0063] 用 4 探针测试仪测量,所述透明导电膜可具有约 $300\ \Omega/\square$ 或更小,优选约 $50\ \Omega/\square$ 至约 $250\ \Omega/\square$ 的表面电阻。在这个范围内,由于低的表面电阻,所述透明导电膜可用作用于触控面板的膜,并具有改善的感知性能。

[0064] 同用 4 探针测试仪测量,所述透明导电膜可具有约 5% 至约 15% 的表面电阻的偏差。仅由金属纳米线组成的现有的透明导电膜由于金属纳米线而具有不均匀的表面电阻,因而在相同的表面上具有高的表面电阻的偏差。相反,根据本发明的所述透明导电膜包含导电聚合物及金属纳米线,从而解决了这样的问题。

[0065] 所述透明导电膜可具有单层结构。在一个实施方式中,所述透明导电膜具有单层结构,其中金属纳米线分散于由导电聚合物组成的基质中或由导电聚合物和可 UV 固化的不饱和化合物组成的基质中,并可不含覆盖层(overcoat layer),例如包含氨基甲酸乙酯基的涂层。

[0066] 所述透明导电膜可不含氨基甲酸乙酯键。包含金属纳米线的现有的透明导电膜使用氨基甲酸乙酯(甲基)丙烯酸酯粘结剂,以提供对基膜的粘附性和耐化学性质。然而,根据本发明的透明导电膜包括导电聚合物,或包括所述导电聚合物和所述可 UV 固化的不饱和化合物,而不包括所述氨基甲酸乙酯(甲基)丙烯酸酯粘结剂。

[0067] 所述透明导电膜具有约 10nm 至约 $1\ \mu\text{m}$, 优选约 10nm 至约 300nm 的厚度。在这个厚度范围内,所述透明导电膜具有低的雾度值和高的透光率。

[0068] 用于透明导电膜的组合物可进一步包括溶剂,以在改善相对于所述基底的涂布性的同时促进膜的形成。由于所述金属纳米线和所述多官能单体之间不同的性质,所述溶剂可包括主溶剂和助溶剂。主溶剂的实例可包括水、醇、酮类溶剂等,并且所述助溶剂的实例可包括醇类例如甲醇,以使水与其它溶剂混合。

[0069] 所述基底层用于支撑所述透明导电膜,并且可无限制地使用能够赋予所述透明导电膜柔性并呈现透明度的任何膜或基板作为基底层。具体地,所述基底层可选自聚碳酸酯膜,包括聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚萘二甲酸乙二醇酯等的聚酯膜,聚烯烃膜,环状烯烃聚合物膜,聚砜膜,聚酰亚胺膜,硅酮膜,聚苯乙烯膜,聚丙烯醛基膜和聚氯乙烯膜,但不限于此。

[0070] 所述基底层可具有约 $10\ \mu\text{m}$ 至约 $250\ \mu\text{m}$, 优选约 $10\ \mu\text{m}$ 至约 $100\ \mu\text{m}$ 的厚度。在这个范围内,所述基底层可充分地支撑所述透明导电膜并赋予所述膜柔性。

[0071] 可使用所述基底层和所述用于透明导电膜的组合物通过典型的方法制备所述透

明导体。例如,所述用于透明导电膜的组合物涂布在所述基膜的至少一侧上,然后干燥并焙烧。可在约 80°C 至约 140°C 进行干燥和焙烧约 1 至 3 分钟。此外,所述膜可在干燥后经 UV 固化。可在约 500mJ/cm² 或更大,优选约 500mJ/cm² 至约 1000mJ/cm² 处进行 UV 固化。

[0072] 所述透明导体可在基底层的一侧或两侧上进一步包括功能膜。所述功能膜可包括硬涂层、防腐蚀层等,但不限于此。

[0073] 所述透明导体在 400nm 至 700nm 的波长处可具有约 1.0% 至约 2.0% 的雾度值。在这个范围内,当所述透明导体用于触控面板时可改善能见度。

[0074] 所述透明导体可具有约 10.01 μm 至约 251 μm,例如约 50 μm 至约 51 μm 的厚度,但不限于此。在所述透明导体的这个厚度范围内,可提供具有低的雾度和透光率的透明导电膜。

[0075] 在本发明的再一个方面中,光学显示设备可包括所述透明导体或所述透明导电膜。所述光学显示设备的实例可包括触控面板、柔性显示器、电子纸或太阳能电池等,但不限于此。

[0076] 接下来,将参照下列的实施例更详细地解释本发明。提供这些实施例仅用于说明目的,不应以任何方式解释为限制本发明。

[0077] 实施例和对比例中使用的化合物的详细资料如下:

[0078] (A) 金属纳米线:银纳米线(ClearOhm ink, Cambrios)

[0079] (B) 导电聚合物:PEDOT-PSS(Baytron)

[0080] (C) 热固化剂:CAB(醋酸丁酸纤维素)

[0081] (D) 可 UV 固化的不饱和化合物:(D1) 丙烯酸异冰片酯(SR506A, Satomer)、(D2) 三羟甲基丙烷三丙烯酸酯(TMPTA, SK Cytec)

[0082] (E) 光聚合引发剂:IRG-184(CIBA)

[0083] 实施例 1

[0084] 使用如表 1 中列出的组分(单位:重量份)制备导电膜组合物。金属纳米线在 33 重量份的超纯蒸馏水中搅拌,以制备溶液 A。导电聚合物和热固化剂溶解于 9 重量份的甲醇中,以制备溶液 B。混合制备的溶液 A 和 B 及 9 重量份的甲醇,以制备导电膜组合物。然后,用 Meyer Bar#18 涂布方法涂布制备的导电膜组合物到基底层(聚碳酸酯膜,厚度:50 μm)上。

[0085] 所得物在炉中于 80°C 干燥 120 秒,然后在 140°C 焙烧 120 秒,从而制备包括在基底层上的具有 100nm 至 200nm 厚度的单层透明导电膜的透明导体。

[0086] 实施例 2

[0087] 除了如表 1 中列出的金属纳米线、导电聚合物和热固化剂的量以外,以与实施例 1 相同的方式制备透明导体。

[0088] 实施例 3

[0089] 使用如表 1 中列出的组分(单位:重量份)制备导电膜组合物。金属纳米线在 33 重量份的超纯蒸馏水中搅拌,以制备溶液 A。SR506A、TMPTA、热固化剂和光聚合引发剂溶解于 5 重量份的丙酮中,以制备溶液 B。混合制备的溶液 A 和 B 及 9 重量份的甲醇,以制备导电膜组合物。

[0090] 然后,用 Meyer Bar#18 涂布方法涂布制备的导电膜组合物到基底层(聚碳酸酯膜,

厚度 :50 μm) 上。所得物在炉中于 80°C 干燥 120 秒,然后在 140°C 焙烧 120 秒。然后,焙烧后的所得物于氮气气氛中在 500mJ/cm² 的金属卤化物灯下 UV 固化,从而制备包括在基底层上的具有 100nm 至 200nm 厚度的单层透明导电膜的透明导体。

[0091] 实施例 4

[0092] 除了如表 1 中列出的金属纳米线、导电聚合物、可 UV 固化的不饱和化合物、热固化剂和光聚合引发剂的量以外,以与实施例 3 相同的方式制备透明导体。

[0093] 对比例 1

[0094] 100 重量份的金属纳米线在 33 重量份的超纯蒸馏水中搅拌,以制备导电膜组合物。然后,用 Meyer Bar#18 涂布方法涂布制备的导电膜组合物到基底层(聚碳酸酯膜,厚度 :50 μm) 上。所得物在炉中于 80°C 干燥 120 秒,然后在 140°C 焙烧 120 秒,从而提供包括在基底层上的具有 100nm 至 200nm 厚度的单层透明导电膜的透明导体。

[0095] < 表 1 >

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 1
(A)	90	95	95	95	100
(B)	10	5	3	1	-
(C)	1	0.5	0.03	0.01	-
(D)	(D1)	-	1	2	-
	(D2)	-	1	2	-
(E)	-	-	0.02	0.04	-

[0096]

[0097] 评价制备的透明导体的如下性质。

[0098] (1) 表面电阻和表面电阻的偏差 :在使表面电阻测试仪 MCP-T610 (Mitsubishi Chemical Analytech 有限公司) 的四个探针接触导电膜的表面的时间点起 10 秒后,用表面电阻测试仪测量导电膜的表面电阻。使用来自于表面电阻的平均值的最大值和最小值之间的差异计算表面电阻的偏差。

[0099] (2) 雾度和总的透光率 :布置导电膜的表面面对光源,使用雾度计 (NDH-9000) 在 400nm ~ 700nm 的波长处测量导电膜的雾度和总的透光率。

[0100] (3) b* :在 300nm 至 1000nm(最佳波长 :400-700nm) 的波长处使用 Konica Minolta CIE Lab 分光仪 (CM6000D) 测量透明导体的色坐标 b* 值。

[0101] (4) IPA 摩擦 :涂布足够量的 IPA 到导电膜的一个表面,使用半导体擦拭器进行 10 次摩擦,以评价导电膜的去除。当通过摩擦 9 次而未去除导电膜时,评价结果为高。当通过摩擦 6 次至 8 次去除导电膜时,评价结果为中等,并且当通过摩擦 5 次或更少而去除导电膜时,评价结果为低。

[0102] 表 2

[0103]

	表面电阻 (Ω/\square)	表面电阻的偏差 (%)	雾度 (%)	总的透光率 (%)	b*	IPA 摩擦
实施例 1	100 ~ 120	<10	1.29	89.02	1.37	低
实施例 2	50 ~ 60	<10	1.38	90.02	1.51	低
实施例 3	150 ~ 170	<15	1.54	88.42	0.85	中等
实施例 4	200 ~ 250	<15	1.40	88.07	0.94	高
对比例 1	50 ~ 60	<15	1.31	89.19	1.78	低

[0104]

[0105] 在表 2 中,可看到根据本发明的导电的堆叠具有低的 b* 值,从而消除了透明导电膜微黄色外观的问题,根据 IPA 摩擦的结果允许有效的固化,并具有良好的耐候性和可靠性,及表面电阻的低的偏差。相反,对比例 1 中仅使用金属纳米线制备的透明导电膜具有比本发明制备的透明导电膜更高的 b* 值,并具有根据 IPA 摩擦的结果的差的耐候性和可靠性。

[0106] 尽管文中已公开了一些实施方式,但是应理解这些实施方式仅以说明的方式提供,并能进行各种修改、变更和替换而不背离本发明的精神和范围。因此,本发明的范围仅由所附权利要求和和其等价形式所限定。

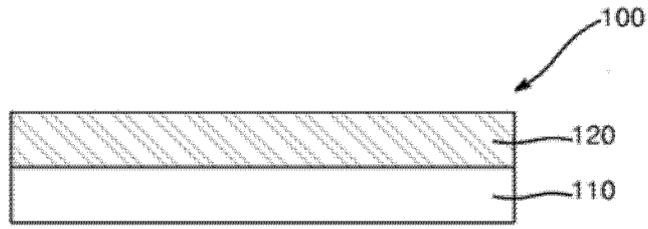


图 1