



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103443748 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 21

(21) 申请号 201180069501. X

(22) 申请日 2011. 11. 11

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2013. 09. 23

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2011/076118 2011. 11. 11

(87) PCT国际申请的公布数据
W02013/069162 JA 2013. 05. 16

(73) 专利权人 株式会社钟化
地址 日本大阪府

(72) 发明人 上田拓明 藤本贵久 近藤晃三
山本宪治

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
代理人 金世煜 赵曦

(51) Int. Cl.

G06F 3/041 (2006. 01)

B32B 7/02 (2006. 01)

B32B 9/00 (2006. 01)

G06F 3/044 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2010184477 A, 2010. 08. 26, 全文.

WO 2011048648 A1, 2011. 04. 28, 全文.

CN 102138120 A, 2011. 07. 27, 全文.

审查员 吴敏

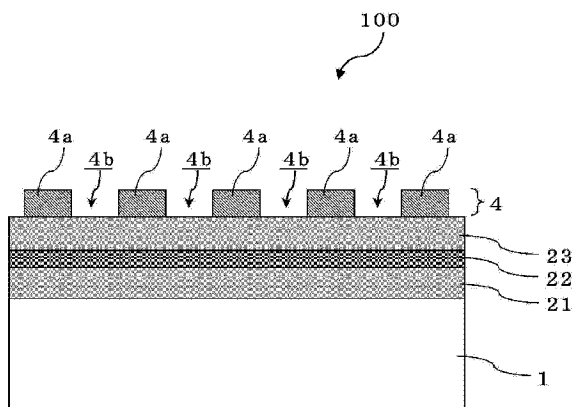
权利要求书1页 说明书12页 附图2页

(54) 发明名称

带有透明电极的基板及其制造方法以及触摸面板

(57) 摘要

本发明的带有透明电极的基板(100)在透明膜基板(1)的至少一面依次具有:以SiO₂为主要成分的第一电介质层(21)、以金属的氧化物为主要成分的第二电介质层(22)、以SiO₂为主要成分的第三电介质层(23)、及透明电极层(4)。透明电极层(4)被图案化为电极层形成部(4a)与电极层非形成部(4b)。透明电极层(4)是以铟-锡复合氧化物为主要成分且膜厚为20nm~35nm的层。上述第一电介质层的折射率n₁、上述第二电介质层的折射率n₂、及上述第三电介质层的折射率n₃满足n₃<n₁<n₂的关系。第一电介质层(21)、第二电介质层(22)及第三电介质层(23)具有规定的膜厚。



CN 103443748 B

1. 一种带有透明电极的基板,在透明膜基板的至少一面,依次具有第一电介质层、第二电介质层、第三电介质层、及被图案化的透明电极层;

所述第一电介质层是以 SiO_x 为主要成分且膜厚为 $1\text{nm} \sim 25\text{nm}$ 的硅氧化物层,其中 $x \geq 1.5$;

所述第二电介质层是以选自 Nb、Ta、Ti、Zr、Zn、及 Hf 中的 1 种以上的金属的氧化物为主要成分且膜厚为 5nm 以上且小于 10nm 的金属氧化物层;

所述第三电介质层是以 SiO_y 为主要成分且膜厚为 $35\text{nm} \sim 55\text{nm}$ 的硅氧化物层,其中 $y > x$;

所述透明电极层是以铟-锡复合氧化物为主要成分且膜厚为 $20\text{nm} \sim 35\text{nm}$ 的导电性金属氧化物层;

所述第一电介质层的折射率 n_1 、所述第二电介质层的折射率 n_2 、及所述第三电介质层的折射率 n_3 满足 $n_3 < n_1 < n_2$ 的关系;

所述透明电极层的折射率 n_4 为 1.88 以下、电阻率为 $5.0 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下。

2. 如权利要求 1 所述的带有透明电极的基板,其中,所述透明电极层中,相对于氧化铟与氧化锡的总计 100 重量份含有 4 重量份 ~ 14 重量份的氧化锡。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的带有透明电极的基板,其中,所述第三电介质层的面向透明电极层侧的界面的算术平均粗糙度是 1nm 以下。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的带有透明电极的基板,其中,所述第二电介质层是以 Nb_2O_5 为主要成分的金属氧化物层。

5. 一种带有透明电极的基板的制造方法,是制造权利要求 1 ~ 4 中任一项所述的带有透明电极的基板的方法;

在透明膜基板上,依次形成第一电介质层、第二电介质层、第三电介质层及透明电极层;

所述第三电介质层是在小于 0.4Pa 的压力下利用溅射法进行制膜而成的。

6. 如权利要求 5 所述的带有透明电极的基板的制造方法,其中,所述第一电介质层是在小于 0.4Pa 的压力下利用溅射法进行制膜而成的。

7. 一种静电电容式触摸面板,其具备权利要求 1 ~ 4 中任一项所述的带有透明电极的基板。

带有透明电极的基板及其制造方法以及触摸面板

技术领域

[0001] 本发明涉及可适用于静电电容式触摸面板的带有透明电极的基板及其制造方法。另外,本发明涉及具备该带有透明电极的基板的触摸面板。

背景技术

[0002] 在膜、玻璃等透明基板上形成有透明电极层的带有透明电极的基板可用作触摸面板等显示器的透明电极。特别是,当带有透明电极的基板被用于静电电容式触摸面板的位置检测时,能够对透明电极层进行细微的图案化。作为图案化方法,例如可使用在透明基板上的大致整面形成透明电极层之后,在面内的一部分利用蚀刻等除去透明电极层的方法。由此,可获得在基板上具有被图案化为电极层形成部(也称为“非蚀刻部”)与电极层非形成部(也称为“蚀刻部”)的透明电极层的带有透明电极的基板。

[0003] 为了清晰地显示显示器的图像,提高带有透明电极的基板的透明性和色调尤为重要。进而,对透明电极层被图案化的带有透明电极的基板要求透明电极层的图案不易被视觉辨识到。

[0004] 例如在专利文献 1、2 中提出了在透明膜基板上介由 2 层电介质层而形成有透明电极层的带有透明电极的基板。专利文献 1 中提出了如下方案:通过将各电介质层的厚度和折射率设为规定的值,从而降低电极层形成部与电极层非形成部的透射率差和 Δb^* 。专利文献 2 中提出了如下方案:通过将各电介质层的厚度和折射率设为规定的值,从而降低电极层形成部与电极层非形成部的反射率差,抑制图案的视觉辨识程度。

[0005] 此处,所谓“色调”是由 JIS Z8730 所规定的值,能够以 CIE 亮度 L^* 与色坐标 a^* 及 b^* 表示。 a^* 轴表示绿~红色,负是呈绿色,正是呈红色。 b^* 轴表示蓝~黄色,负是呈蓝色,正是呈黄色。另外,两种光的色调差异可利用下式所示的色差 ΔE 进行评价。

[0006]
$$\Delta E = \{ (\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 \}^{1/2}$$

[0007] 为了抑制透明电极层的图案的视觉辨识,电极层形成部与电极层非形成部的色差需要在透射光和反射光这两方面均小。由上式可明确,为了降低色差 ΔE ,不仅需要降低 Δb^* ,还需要降低 ΔL^* 和 Δa^* 。

[0008] 上述专利文献 1 中,虽然透射光的 Δb^* 小,但是并未考虑到各波长下的透射率差、 ΔL^* 、 Δa^* 。专利文献 2 中虽然公开了将 450 ~ 650nm 波长范围的反射率差降低,但是没有考虑到属于其它可见光区域的 380 ~ 450nm、650 ~ 780nm 的波长范围的反射率差。

[0009] 专利文献 3、4 中公开了在透明膜基板与透明电极层之间设有具有规定的厚度与折射率的 3 层薄膜层的带有透明电极的基板为高透射率,且具有规定范围内的透射光 b^* 。然而,专利文献 3、4 主要公开了电阻膜式触摸面板所用的带有透明电极的基板,而对于透明电极层被图案化时的图案视觉辨识,并没有任何研究。

[0010] 专利文献

[0011] 专利文献 1:日本特开 2010-15861 号公报

[0012] 专利文献 2:日本特开 2010-23282 号公报

[0013] 专利文献 3:日本特开 2010-184477 号公报

[0014] 专利文献 4:日本特开 2010-69675 号公报

发明内容

[0015] 本发明人等对如专利文献 3、4 所公开的具备 3 层薄膜层的带有透明电极的基板的透明电极层进行图案化而确认视觉辨识度。其结果,判定对于反射光与透射光两者而言,电极层形成部与电极层非形成部的色差 ΔE 大,则图案会被视觉辨识到。

[0016] 另外,在膜基材上具有被图案化的透明导电层的带有透明电极的基板,沿着透明电极层的图案发生折皱。所以,判定按照折皱的形状反射光,有更容易视觉辨识到图案的趋势。

[0017] 鉴于上述内容,本发明的目的在于提供一种带有透明电极的基板,其降低电极层形成部与电极层非形成部的透射光色差及反射光色差,并且沿着透明电极层图案发生的折皱得以抑制,而不易视觉辨识到图案。

[0018] 本发明人等进行了深入研究,结果发现当在透明膜基板与透明电极层之间具备具有规定的折射率与厚度的电介质层,且透明电极层具有规定的折射率与电阻率时,上述课题得到解决,从而完成了本发明。

[0019] 本发明涉及一种带有透明电极的基板,其在透明膜基板的至少一面,依次具有第一电介质层、第二电介质层、第三电介质层、及被图案化的透明电极层。上述第一电介质层是膜厚为 1nm ~ 25nm 的硅氧化物层。上述第二电介质层是以选自 Nb、Ta、Ti、Zr、Zn、及 Hf 中的 1 种以上金属的氧化物为主要成分且膜厚为 5nm 以上且小于 10nm 的金属氧化物层。上述第三电介质层是膜厚为 35nm ~ 55nm 的硅氧化物层。上述透明电极层是以铟-锡复合氧化物为主要成分且膜厚为 20nm ~ 35nm 的层。上述第一电介质层的折射率 n_1 、上述第二电介质层的折射率 n_2 、及上述第三电介质层的折射率 n_3 满足 $n_3 < n_1 < n_2$ 的关系。应予说明,将第一电介质层的主要成分即硅氧化物表示为 SiO_x 、将第三电介质层的主要成分即硅氧化物表示为 SiO_y 时,为 $1.5 \leq x < y$ 。

[0020] 就上述透明电极层而言,折射率 n_4 为 1.88 以下,电阻率为 $5.0 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下。上述透明电极层,优选相对于氧化铟与氧化锡的总计 100 重量份含有 4 重量份 ~ 14 重量份的氧化锡。

[0021] 本发明中,第三电介质层的上述透明电极层侧界面的算术平均粗糙度优选 1nm 以下。上述第二电介质层优选是以 Nb_2O_5 为主要成分的金属氧化物层。

[0022] 此外,本发明涉及上述带有透明电极的基板的制造方法。本发明的带有透明电极的基板是通过在透明膜基板上依次形成第一电介质层、第二电介质层、第三电介质层及透明电极层而制得的。上述第三电介质层优选是在小于 0.4Pa 压力下利用溅射法进行制膜而成的。另外,上述第一电介质层也优选是在 0.4Pa 压力下利用溅射法进行制膜而成的。

[0023] 就本发明的带有透明电极的基板而言,电极层形成部与电极层非形成部的透射光色差及反射光色差小,且沿着透明电极层图案发生的折皱得到抑制。因此,可抑制透明电极层的图案的视觉辨识。本发明的带有透明电极的基板由于能够抑制图案的视觉辨识并使透明电极层为低电阻,因而可适用于静电电容式触摸面板。

附图说明

[0024] 图 1 是一个实施方式的带有透明电极的基板的示意截面图。

[0025] 图 2 是实施例与比较例的带有透明电极的基板的分光光度光谱。(a) 表示实施例 3, (b) 表示比较例 2。

具体实施方式

[0026] 以下,对于本发明的优选实施方式,参照附图进行说明。图 1 表示带有透明电极的基板 100,其在透明膜基板 1 上依次具有:折射率 n_1 的第一电介质层 21、折射率 n_2 的第二电介质层 22、折射率 n_3 的第三电介质层 23 及折射率 n_4 的透明电极层 4。透明电极层 4 被图案化为电极层形成部 4a 与电极层非形成部 4b。这种带有透明电极的基板是通过如下方式形成的,例如在透明膜基板 1 上形成第一电介质层 21、第二电介质层 22、第三电介质层 23 及透明电极层 4 后,利用蚀刻等对透明电极层 4 进行图案化。

[0027] 透明膜基板 1 至少在可见光区域是无色透明的,只要具有在透明电极层形成温度下的耐热性,就对其材料没有特别限定。作为透明膜基板材料,例如可列举出聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)等聚酯树脂;环烯烃系树脂;聚碳酸酯树脂;聚酰亚胺树脂;纤维素系树脂等。其中,可优选使用聚对苯二甲酸乙二醇酯、环烯烃系树脂。

[0028] 透明膜基板 1 的厚度并无特别限定,优选 $10\mu\text{m} \sim 400\mu\text{m}$ 、更优选 $50\mu\text{m} \sim 300\mu\text{m}$ 。若厚度在上述范围内,则透明膜基板 1 可具有耐久性与适度的柔软性,因而可利用辊对辊(roll to roll)方式在其上高生产率地对各电介质层及透明电极层进行制膜。

[0029] 透明膜基板 1 也可在透明膜的单面或两面形成硬涂层等功能性层(未图示)。为了使膜基板具有适度的耐久性与柔软性,硬涂层的厚度优选 $3 \sim 10\mu\text{m}$ 、更优选 $3 \sim 8\mu\text{m}$ 、进一步优选 $5 \sim 8\mu\text{m}$ 。硬涂层的材料并无特别限制,可适当地使用对聚氨酯系树脂、丙烯酸系树脂、硅酮系树脂等进行涂布并使其固化而得的材料等。

[0030] 在透明膜基板 1 上依次形成第一电介质层 21、第二电介质层 22、及第三电介质层 23。应予说明,从提高膜基板与电介质层的密合性的观点出发,也可在形成第一电介质层之前,对透明膜基板表面进行电晕放电处理、等离子体处理等表面处理。

[0031] 本发明中,第一电介质层的折射率 n_1 、第二电介质层的折射率 n_2 、及第三电介质层的折射率 n_3 满足 $n_3 < n_1 < n_2$ 的关系。通过使各电介质层的折射率具有这种大小关系,从而能够适当控制电介质层界面处的反射率,可获得视觉辨识度优异的带有透明电极的基板。应予说明,各电介质层及透明电极层的折射率是利用椭圆偏振光谱仪测定的相对于波长 550nm 光的折射率。另外,各层的膜厚是利用透射式电子显微镜(TEM)观察截面而求得的。

[0032] 作为第一电介质层,形成以 SiO_x 为主要成分的硅氧化物层。应予说明,本说明书中,所谓以某物质“为主要成分”,是指该物质的含量为 51 重量%以上、优选为 70 重量%以上、更优选为 90 重量%以上。只要不损及本发明的功能,则在各层中也可含有主要成分以外的成分。

[0033] 第一电介质层 21 的膜厚 d_1 是 $1\text{nm} \sim 25\text{nm}$ 。 d_1 优选 2nm 以上、更优选 3nm 以上、进一步优选 4nm 以上。 d_1 优选 22nm 以下、更优选 20nm 以下、进一步优选 15nm 以下。第一电

介质层的折射率 n_1 优选 1.45 ~ 1.95、更优选 1.47 ~ 1.85、进一步优选 1.49 ~ 1.75。

[0034] 本发明中,通过在透明膜基板 1 与作为高折射率层的第二电介质层 22 之间具有硅氧化物层作为第一电介质层 21,从而可降低电极层形成部与电极层非形成部的色差 ΔE ,并可抑制图案的视觉辨识。另外,在透明膜基板上直接形成高折射率层的方式中,在透明电极层被图案化时,有沿着图案发生折皱的趋势。针对此,本发明通过在透明膜基板 1 上形成硅氧化物层,从而可抑制当透明电极层被图案化时图案折皱的发生,并使图案不易被视觉辨识到。

[0035] 作为第二电介质层 22,形成金属氧化物层。第二电介质层 22 的膜厚 d_2 是 5nm 以上且小于 10nm。 d_2 优选 6nm ~ 9nm。若第二电介质层 22 的膜厚 d_2 为上述范围,则电极层形成部与电极层非形成部在可见光短波长区域的反射率差及透射率差会缩小,因而可缩小反射光色差及透射光色差这两者。第二电介质层的折射率 n_2 优选 2.00 ~ 2.35、更优选 2.05 ~ 2.30、进一步优选 2.10 ~ 2.25。作为具有这种折射率的金属氧化物,优选选自 Nb、Ta、Ti、Zr、Zn 及 Hf 中的金属的氧化物、或以这些金属的复合氧化物为主要成分的金属氧化物。第二电介质层 22 优选在可见光的短波长区域的吸收小。从该观点出发,作为第二电介质层 22 的材料,优选氧化铌(Nb_2O_5)、氧化钽(Ta_2O_5)、氧化钛(TiO_2) 或氧化锆(ZrO_2),其中优选使用氧化铌。上述材料与氧化铟、氧化锡、氧化铈等金属氧化物、或这些金属氧化物的复合金属氧化物相比,在短波长侧的透射率高,因而易于将带有透明电极的基板的透射光及反射光的 b^* 调整到优选范围内。

[0036] 作为第三电介质层,形成以 SiO_y 为主要成分的硅氧化物层。此处,第三电介质层所用的硅氧化物 SiO_y ,与第一电介质层所用的硅氧化物 SiO_x 相比,氧含量大。即, $y > x$ 。一般而言,硅氧化物是氧含量越大,则折射率越小,因而通过设为 $y > x$,可使第三电介质层的折射率 n_3 小于第一电介质层的折射率 n_1 。应予说明,为了使第一电介质层的折射率 n_1 为上述优选范围,而满足 $x \geq 1.5$ 。即,第一电介质层的主要成分 SiO_x 和第三电介质层的主要成分 SiO_y 的氧的组成比 x 及 y 满足 $1.5 \leq x < y$ 。因为硅氧化物的化学计量组成是 SiO_2 ,所以 y 的理论上限值是 2。

[0037] 第三电介质层 23 的膜厚 d_3 是 35nm ~ 55nm。 d_3 优选 40nm 以上、更优选 45nm 以上。另外, d_3 优选 52nm 以下、更优选 50nm 以下。第三电介质层的折射率 n_3 优选 1.43 ~ 1.51、更优选 1.45 ~ 1.50、进一步优选 1.47 ~ 1.49。

[0038] 第三电介质层 23 的透明电极层形成侧界面的算术平均粗糙度 R_a 优选 1nm 以下、更优选 0.8nm 以下、进一步优选 0.6nm 以下。通过使第三电介质层的表面平滑,可促进在其上所形成的透明电极层 4 的结晶化,而有折射率与电阻率降低的趋势。算术平均粗糙度 R_a 是基于通过使用了扫描探针显微镜的非接触法而测定的表面形状(粗糙度曲线),依照 JIS B0601:2001 (ISO1302:2002) 算出的。

[0039] 本发明的带有透明电极的基板是通过将各电介质层的折射率与厚度调整到上述范围内而适当地调节光在界面处的多重干涉。因此,可降低电极层形成部 4a 与电极层非形成部 4b 的透射光及反射光的色差,并可抑制透明电极层的图案的视觉辨识。

[0040] 为了更有效地抑制透明电极层的图案的视觉辨识,由第一电介质层的折射率 n_1 与膜厚 d_1 的乘积所表示的光学膜厚 n_1d_1 优选为 2nm ~ 40nm。 n_1d_1 更优选 4nm 以上、进一步优选 6nm 以上。 n_1d_1 更优选 36nm 以下、进一步优选 32nm 以下。同样地,第二电介质层的光学

膜厚 n_2d_2 优选为 11nm ~ 20nm。 n_2d_2 更优选 12nm 以上、进一步优选 13nm 以上。 n_2d_2 更优选 19nm 以下、进一步优选是 18nm 以下。 第三电介质层的光学膜厚 n_3d_3 优选为 50nm ~ 80nm。 n_3d_3 更优选 55nm 以上、进一步优选 60nm 以上。 n_3d_3 更优选 75nm 以下、进一步优选 70nm 以下。

[0041] 作为透明电极层 4, 形成以铟 - 锡复合氧化物 (ITO) 为主要成分的导电性氧化物层。透明电极层 4 的膜厚 d_4 是 20nm ~ 35nm。 d_4 优选 22nm 以上、更优选 24nm 以上。另外, d_4 优选 32nm 以下、更优选 29nm 以下。通过将透明电极层的厚度设定为 20nm 以上, 从而可期待透明电极层的电阻率降低。另一方面, 通过将透明电极层的厚度设定为 35nm 以下, 可期待色差降低及透射率提高。

[0042] 透明电极层的折射率 n_4 是 1.88 以下。通过降低透明电极层的折射率, 而有透明电极层被低电阻化的趋势。另外, 当在第三电介质层上形成低折射率的透明电极层时, 有抑制利用蚀刻等对透明电极层进行图案化后发生图案折皱的趋势。 n_4 更优选 1.86 以下、进一步优选 1.84 以下。 n_4 的下限并无特别限定。如上述专利文献 1 ~ 4 所记载的那样, 在膜基板上所形成的 ITO 薄膜的折射率一般是 1.90 以上, 但在本发明中, 通过形成与这些现有技术相比折射率更低的 ITO, 从而可将透明电极层低电阻化, 并且可抑制图案折皱的发生。

[0043] 从抑制图案视觉辨识的观点出发, 透明电极层 4 的折射率 n_4 优选小于第二电介质层的折射率 n_2 且大于第一电介质层的折射率 n_1 。即, 本发明的带有透明电极的基板的各层折射率优选满足 $n_3 < n_1 < n_4 < n_2$ 的关系。如后详述, 通过调整 ITO 中的氧化锡含量、作为基底层的电介质层的制膜条件、表面粗糙度等而使透明电极层的折射率 n_4 为上述范围内。

[0044] 透明电极层 4 的电阻率优选 $5.0 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下、更优选 $4.5 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下、进一步优选 $3.5 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 以下。若透明电极层的电阻率为上述范围, 则作为用于静电电容式触摸面板的带有透明电极的基板而使用时, 可提高响应速度。另外, 透明电极层的薄层电阻 (sheet resistance) 优选 $250 \Omega / \square$ 以下、更优选 $200 \Omega / \square$ 以下、进一步优选 $150 \Omega / \square$ 以下。

[0045] 为了使电阻率为上述范围, 透明电极层中的氧化锡含量相对于氧化铟与氧化锡的总计 100 重量份, 优选 4 重量份 ~ 14 重量份。其中, 更优选 5 重量份以上, 且更优选 10 重量份以下。当氧化锡含量为 4 重量份以上时, 透明电极层中的载流子密度变大, 会有低电阻化的趋势。另一方面, 当氧化锡含量在 14 重量份以下时, 因为较容易进行 ITO 的结晶化, 因而电阻率容易降低, 并且也有可抑制透射率降低的趋势。

[0046] 就第一电介质层 21、第二电介质层 22、第三电介质层 23、及透明电极层的制膜方法而言, 只要是形成均匀薄膜的方法, 就没有特别限定。作为制膜方法, 可列举出: 溅射法、蒸镀法等 PVD 法; 各种 CVD 法等干式涂敷法; 旋涂法、辊涂法、喷雾涂布、浸渍涂布等湿式涂敷法。上述制膜方法之中, 从易于形成纳米水平的薄膜这种观点出发, 优选干式涂敷法。特别是, 从以数纳米单位控制各层的厚度来抑制透明电极层的图案视觉辨识的观点出发, 优选溅射法。

[0047] 当各电介质层利用溅射法进行制膜而成时, 作为靶材, 可使用金属、金属氧化物、金属碳化物等。作为电源, 可使用 DC、RF、MF 电源等, 从生产率的观点出发, 优选 MF 电源。制膜时的外加功率并无特别限定, 优选在不会对透明膜基板赋予过剩的热、且不会损及生产率的范围内调整。具体而言, 第一电介质层制膜时的功率密度优选 $0.5 \sim 10 \text{W}/\text{cm}^2$, 第二电

介质层制膜时的功率密度优选 $0.5 \sim 8\text{W}/\text{cm}^2$ ，第三电介质层制膜时的功率密度优选 $0.2 \sim 10\text{W}/\text{cm}^2$ 。

[0048] 各电介质层的制膜压力可被适当设定，但第三电介质层 23 优选在小于 0.4Pa 的压力下利用溅射法进行制膜而成。第三电介质层的制膜压力更优选 0.35Pa 以下、进一步优选 0.25Pa 以下。通过降低第三电介质层的制膜压力，可使透明电极形成面的表面平滑，并能够减小算术平均粗糙度 R_a 。另外，通过以小于 0.4Pa 的低压对第三电介质层进行制膜，可使在其上制膜的透明电极层易于呈低折射率化、低电阻化。

[0049] 进而，当以低压条件对第三电介质层进行制膜时，会有在其上形成的透明电极层通过蚀刻等进行图案化时发生的图案折皱得以抑制的趋势。通过调整第三电介质层的制膜条件来抑制透明电极层的图案折皱的理由尚未确定，但是作为原因之一，认为作为基底层的第三电介质层的结晶性、表面形状、表面性等会对透明电极层的膜生长造成影响。例如第三电介质层的物性会对构成透明电极层的 ITO 膜的结晶性、膜内残留应力等造成影响，推定消除了电极层形成部与电极层非形成部的界面应力的不均衡等有助于抑制图案折皱。

[0050] 另外，第一电介质层也优选在小于 0.4Pa 的压力下利用溅射法进行制膜而成。第一电介质层的制膜压力更优选 0.35Pa 以下、进一步优选 0.25Pa 以下。通过在降低第三电介质层的制膜压力的基础上，也降低第一电介质层的制膜压力，从而有抑制发生图案折皱的趋势。通过调整第一电介质层的制膜条件来抑制透明电极层的图案折皱的理由尚未确定，但是作为原因之一，认为第一电介质层的结晶性、表面形状、表面性等介由第二电介质层而对第三电介质层及透明电极层的膜生长造成影响。

[0051] 当透明电极层 4 利用溅射法进行制膜而成时，作为靶材，可使用金属、金属氧化物等。作为制膜所使用的导入气体，优选以氩等惰性气体为主要成分的导入气体。此处，所谓“以惰性气体为主要成分”是指在使用气体中含有 50% 以上的氩等惰性气体。导入气体可为氩等惰性气体单独一种，也可为 2 种以上的混合气体。其中，优选氩与氧的混合气体。氩与氧的混合气体优选含有 $0.2 \sim 5$ 体积 % 的氧、更优选含有 $1.0 \sim 4$ 体积 % 的氧。通过供给上述体积的氧，可提高透明电极层的透明性和导电性。应予说明，只要不损及本发明的功能，则在氩与氧的混合气体中还可含有其它气体。

[0052] 为了使透明电极层成为低折射率且低电阻的 ITO 膜，优选在制膜后进行加热处理。通过加热处理，进行 ITO 的结晶化，有使透明电极层呈低折射率化、低电阻化，且增加透射率的趋势。透明电极层的加热处理例如是在 $120^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ 的烤箱中进行 $30 \sim 60$ 分钟。或者以 $85^\circ\text{C} \sim 120^\circ\text{C}$ 进行 1 日 \sim 3 日等较低温下长时间加热。透明电极层的加热处理可在透明电极层图案化前进行，也可在图案化后进行。另外，透明电极层的加热处理也可兼作在形成布局配线时的加热处理等用于形成触摸面板的加热退火处理。另外，当进行透明导电层的加热处理时，加热处理后的透明导电层折射率 n_4 优选成为上述范围。在此情况下，加热处理前的透明导电层折射率也可超过 1.88 。

[0053] 本发明的带有透明电极的基板 100 的透明电极层 4 被图案化为电极层形成部 4a 与电极层非形成部 4b。图案化是例如在形成透明电极层后，在面内的一部分利用蚀刻等除去透明电极层而进行的。

[0054] 作为透明电极层的蚀刻方法，可以为湿式工艺，也可以为干式工艺，但是从容易仅选择性地除去透明电极层 4 的观点出发，优选湿式工艺。本发明中，由于以透射光的色差及

反射光的色差缩小的方式调整各电介质层的厚度,因此当进行透明电极层 4 的图案化时,优选在不除去电介质层的情况下仅选择性地除去透明电极层 4。

[0055] 作为湿式工艺,优选光刻法。作为光刻所使用的光刻胶、显影液及清洗剂,可任意地选择能够在不侵蚀透明电极层 4 的情况下形成规定图案的光刻胶、显影液及清洗剂。作为蚀刻液,可优选使用能除去透明电极层 4 且不侵蚀第三电介质层的硅氧化物的蚀刻液。

[0056] 对于本发明的带有透明电极的基板而言,电极层形成部与电极层非形成部的透射光色差和反射光色差均小,因此能够抑制图案的视觉辨识。电极层形成部与电极层非形成部的透射光的色差优选 0.8 以下、更优选 0.4 以下、进一步优选 0.3 以下、特别优选 0.2 以下。电极层形成部与电极层非形成部的反射光的色差优选 2.4 以下、更优选 1.9 以下、进一步优选 1.6 以下、特别优选 1.4 以下。

[0057] 从使触摸面板形成时的画面色调良好的观点出发,本发明的带有透明电极的基板的电极层形成部的透射光的 b^* 优选是 $-2 \sim 1$ 的蓝色~无色、更优选是 $-1 \sim 0.5$ 。

[0058] 本发明的带有透明电极的基板不仅在电极层形成部与电极层非形成部的色差小,还不易发生沿着透明电极层的图案的折皱,因而可更有效地抑制图案视觉辨识。

[0059] 另外,只要不损及本发明功能,本发明的带有透明电极的基板也可以在透明膜基板 1 与第一电介质层 21 之间、或在透明电极层 4 上、或在透明膜基板 1 的透明电极非形成面侧的表面具有其它层。本发明的带有透明电极的基板也可在透明膜基板 1 的两面具有透明电极层。当在透明膜基板 1 的两面形成透明电极层时,只要在一个透明电极层与基板之间形成第一电介质层 21、第二电介质层 22 及第三电介质层 23,则其它透明电极层与基板之间的层构成也可不同于上述。

[0060] 本发明的带有透明电极的基板可适合用作触摸面板用的透明电极。其中,从图案不易被视觉辨识、透明电极层呈低电阻的观点出发,优选用于静电电容式触摸面板。

[0061] 在形成触摸面板时,在上述带有透明电极的基板上涂布导电性油墨或糊膏并进行热处理,由此可形成作为布局电路用配线的集电极。热处理的方法并无特别限定,可举出利用烤箱、IR 加热器等进行的加热方法。对于热处理的温度、时间,考虑导电性糊膏附着于透明电极的温度、时间来适当设定。例如可举出利用烤箱进行加热时,则以 $120 \sim 150^\circ\text{C}$ 进行 $30 \sim 60$ 分钟,利用 IR 加热器进行加热时,则以 150°C 进行 5 分钟等的例子。另外,布局电路用配线的形成方法并不限于上述,也可利用干式涂敷法形成。另外,通过利用光刻法形成布局电路用配线,可达到配线的细线化。

[0062] 实施例

[0063] 以下举出实施例来更具体说明本发明,但是本发明并不限于这些实施例。

[0064] 就各电介质层及透明电极层的折射率而言,通过进行椭圆偏振光谱仪测定并利用 cauchy 模型及 tauc-lorentz 模型进行拟合,从而求出对于波长 550nm 光的值。应予说明,在测定时,为了排除因硬涂层所致的干扰的影响,使用了透明导电层非形成面侧表面被研磨处理过的试样。在进行拟合时,各电介质层及透明电极层的膜厚使用了对带有透明电极的基板的截面通过透射式电子显微镜(TEM)观察而求得的价值。通过确认利用使用了各电介质层及透明导电层的折射率、衰减系数及膜厚的测定值的模拟而算出的透射率及反射率与利用分光光度计得到的测定值一致,从而确认了上述拟合的准确度。

[0065] 透明电极层的表面电阻是使用低电阻率计 LORESTA GP (MCP-T710、三菱化学公

司制)通过四探针压接测定进行测定的。透明导电层的电阻率是由上述表面电阻的值与膜厚的乘积算出的。带有透明电极的基板的透射率及反射率使用分光光度计(U-4000、HITACHI-HITEC公司制)进行测定。反射光及透射光的色差是根据 JIS Z8730 进行计算的。

[0066] 电介质层表面的表面形状是使用切出 5mm 见方的试样,利用扫描探针显微镜(Pacific Nanotechnology 公司制 Nano-R)进行测定的。算术平均粗糙度 Ra 是基于利用非接触模式在 $0.7\ \mu\text{m}$ 的范围所测定的表面形状(粗糙度曲线),依照 JIS B0601:2001(ISO1302:2002)进行计算的。

[0067] 对于带有透明电极的基板的图案视觉辨识性及图案折皱的有无,均是以目视进行判定的。透射光的图案视觉辨识性是观察在暗室中被静置于灯箱上的带有透明电极的基板,将无法辨别有无图案的情况评为“A”,将能辨别的情况评为“B”。反射光的图案视觉辨识性是在荧光灯下,观察来自带有透明电极的基板的反射光,将无法辨别有无图案的情况评为“A”,将能辨别的情况评为“B”。对于图案折皱的有无,是在透明电极层的图案形成方向与直管式荧光灯的反射光以大致正交方式而配置的状态下,观察来自荧光灯的反射光,将直线状地观看到荧光灯的反射像的情况评为“A”(无折皱),将歪斜地观看到反射像的情况评为“B”(有折皱)。

[0068] (实施例 1)

[0069] 在两面形成有由聚氨酯系树脂形成的硬涂层(折射率 1.53)且厚度为 $188\ \mu\text{m}$ 的 PET 膜的一侧面上,使用辊对辊方式的卷取式溅射装置,依次形成第一电介质层、第二电介质层、第三电介质层及透明电极层。

[0070] 首先,在基板上形成 SiO_x 层作为第一电介质层。使用 SiC 作为靶材,一边将氧/氩($14\text{sccm}/160\text{sccm}$)混合气体导入装置内,一边在装置内压力 0.3Pa 、基板温度 25°C 、功率密度 $3.0\text{W}/\text{cm}^2$ 的条件下,以动态速率 $20.7\text{nm}\cdot\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$ 进行溅射。所获得的 SiO_x 层的膜厚为 20nm 、折射率为 1.55。

[0071] 在第一电介质层上形成氧化铌层作为第二电介质层。使用氧化铌(NbO)作为靶材,一边将氧/氩($5\text{sccm}/100\text{sccm}$)混合气体导入装置内,一边在装置内压力 0.2Pa 、基板温度 25°C 、功率密度 $1.5\text{W}/\text{cm}^2$ 的条件下,以动态速率 $12.6\text{nm}\cdot\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$ 进行溅射。所获得的氧化铌(Nb_2O_5)层的膜厚为 7nm 、折射率为 2.18。

[0072] 在第二电介质层上形成 SiO_2 层作为第三电介质层。使用 SiC 作为靶材,一边将氧/氩($16\text{sccm}/160\text{sccm}$)混合气体导入装置内,一边在装置内压力 0.3Pa 、基板温度 25°C 、功率密度 $3.0\text{W}/\text{cm}^2$ 的条件下,以动态速率 $8.0\text{nm}\cdot\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$ 进行溅射。所获得的 SiO_2 层的膜厚为 50nm 、折射率为 1.47。该第三电介质层表面的算术平均粗糙度 Ra 是 0.5nm 。

[0073] 在第三电介质层上形成 ITO 层作为透明电极层。使用铟-锡复合氧化物(锡氧化物含量 5 重量%)作为靶材,一边将氧/氩($2\text{sccm}/160\text{sccm}$)混合气体导入装置内,一边在装置内压力 0.3Pa 、基板温度 25°C 、功率密度 $1.5\text{W}/\text{cm}^2$ 的条件下,以动态速率 $32.5\text{nm}\cdot\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$ 进行溅射。所获得的 ITO 层的膜厚为 25nm 。

[0074] 然后,利用光刻法进行透明电极层的图案化。首先,在透明电极层上,将光刻胶(产品名 TSMR-8900(东京应化工业制))利用旋涂以约 $2\ \mu\text{m}$ 左右的膜厚进行涂布后,利用 90°C 的烤箱进行预烘烤。介由光掩模照射 40mJ 的紫外光。然后,以 110°C 对光刻胶层进行后烘烤后,使用显影液(产品名 NMD-W(东京应化工业制))进行图案化。另外,使用蚀刻液(产品

名:IT002(关东化学制))对透明电极层进行蚀刻。最后,使用清洗液(产品名104(东京应化工业制))除去残留的光刻胶。

[0075] 然后,在150℃烤箱内进行60分钟的热处理。热处理后的ITO层折射率是1.85。

[0076] (实施例2~4、比较例1、2)

[0077] 将第二电介质层的膜厚变更为如表1所示的膜厚。除此之外均与实施例1同样进行,依次形成第一电介质层、第二电介质层、第三电介质层及透明电极层后,进行透明电极层的图案化与热处理。

[0078] (实施例5~7、比较例3、4)

[0079] 将第三电介质层的膜厚变更为如表1所示的膜厚。除此之外均与实施例1同样进行,依次形成第一电介质层、第二电介质层、第三电介质层及透明电极层后,进行透明电极层的图案化与热处理。

[0080] (实施例8)

[0081] 第一电介质层制膜时的导入气体的混合比被变更为氧/氩=5sccm/160sccm,并以动态速率 $9.2\text{nm}\cdot\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$ 进行溅射。所获得的 SiO_x 层的膜厚为5nm、折射率为1.75。除此之外均与实施例1同样进行,依次形成第一电介质层、第二电介质层、第三电介质层及透明电极层后,进行透明电极层的图案化与热处理。

[0082] (比较例5)

[0083] 以30nm膜厚形成第一电介质层,除此之外均与实施例8同样进行,依次形成第一电介质层、第二电介质层、第三电介质层及透明电极层后,进行透明电极层的图案化与热处理。

[0084] (实施例9)

[0085] 作为透明电极层制膜时的靶材,使用锡氧化物含量为10重量%的靶材,除此之外均与实施例1同样进行,依次形成第一电介质层、第二电介质层、第三电介质层及透明电极层后,进行透明电极层的图案化与热处理。

[0086] (实施例10)

[0087] 以30nm膜厚形成透明电极层,除此之外均与实施例9同样进行,依次形成第一电介质层、第二电介质层、第三电介质层及透明电极层后,进行透明电极层的图案化与热处理。

[0088] (比较例6)

[0089] 作为透明电极层制膜时的靶材,使用锡氧化物含量为3重量%的靶材,除此之外均与实施例1同样进行,依次形成第一电介质层、第二电介质层、第三电介质层及透明电极层后,进行透明电极层的图案化与热处理。

[0090] (实施例11、比较例7~10)

[0091] 通过调整氩及氧的导入量,而将第一电介质层及第三电介质层制膜时的装置内压力变更为如表1所示的压力。除此之外均与实施例1同样进行,依次形成第一电介质层、第二电介质层、第三电介质层及透明电极层后,进行透明电极层的图案化与热处理。

[0092] 在实施例11(第一电介质层及第三电介质层的制膜压力:0.3Pa)、比较例9(第一电介质层及第三电介质层的制膜压力:0.5Pa)、及比较例10(第一电介质层及第三电介质层的制膜压力:0.8Pa)中,第三电介质层的算术平均粗糙度分别为0.7nm、1.3nm、4.5nm。由实

施例 1、11、及比较例 9、10 的对比可知,第三电介质层的制膜压力越低,则表面变得越平滑。

[0093] (比较例 11)

[0094] 没有形成第一电介质层,而是在形成了硬涂层的 PET 膜上直接形成氧化铌层作为第二电介质层。除此之外均与实施例 1 同样进行,依次形成第二电介质层、第三电介质层及透明电极层后,进行透明电极层的图案化与热处理。

[0095] 将上述各实施例及比较例的各层的折射率及膜厚、第一电介质层及第三电介质层的制膜条件、以及透明电极层(ITO)的氧化锡含量、薄层电阻及电阻率示于表 1 中。另外,将各带有透明电极的基板的视觉辨识性评价结果(色差及目视判定结果)一并示于表 1 中。另外,任一实施例及比较例中,第二电介质层的折射率均为 2.18,第三电介质层的折射率均为 1.47。实施例 3 及比较例 2 的带有透明电极的基板的分光光度光谱示于图 2。

[0096] [表 1]

[0097]

	层构成										视觉辨识度评价				
	SiO _x			Nb ₂ O ₅		SiO ₂		ITO			透射光		反射光		
	n ₁	d ₁ nm	制膜 压力 Pa	d ₂ nm	d ₃ nm	制膜 压力 Pa	SnO ₂ 含量 wt%	n ₄	膜厚 nm	薄层 电阻 Ω/□	电阻率 x10 ⁻⁴ Ω·cm	色差	判定	色差	判定
实施例1	1.55	20	0.2	7	50	0.2	5	1.85	25	180	4.5	0.4	A	1.6	A
实施例2	1.55	20	0.2	6	50	0.2	5	1.85	25	180	4.5	0.3	A	1.4	A
实施例3	1.55	20	0.2	8	50	0.2	5	1.85	25	180	4.5	0.4	A	1.7	A
实施例4	1.55	20	0.2	9	50	0.2	5	1.85	25	180	4.5	0.6	A	2.5	A
实施例5	1.55	20	0.2	7	40	0.2	5	1.85	25	180	4.5	0.4	A	2.3	A
实施例6	1.55	20	0.2	7	45	0.2	5	1.85	25	180	4.5	0.3	A	1.6	A
实施例7	1.55	20	0.2	7	55	0.2	5	1.85	25	180	4.5	0.3	A	2.6	A
实施例8	1.75	5	0.2	7	50	0.2	5	1.85	25	180	4.5	0.1	A	0.5	A
实施例9	1.55	20	0.2	7	50	0.2	10	1.82	25	120	3.0	0.3	A	0.9	A
实施例10	1.55	20	0.2	7	50	0.2	10	1.81	30	90	2.7	0.5	A	0.7	A
实施例11	1.55	20	0.3	7	50	0.3	5	1.88	25	200	5.0	0.4	A	1.8	A
比较例1	1.55	20	0.2	4	50	0.2	5	1.85	25	180	4.5	1.2	B	4.0	B
比较例2	1.55	20	0.2	10	50	0.2	5	1.85	25	180	4.5	1.0	B	3.5	B
比较例3	1.55	20	0.2	7	30	0.2	5	1.85	25	180	4.5	1.0	B	3.3	B
比较例4	1.55	20	0.2	7	60	0.2	5	1.85	25	180	4.5	0.6	A	3.5	B
比较例5	1.75	30	0.2	7	50	0.2	5	1.85	25	180	4.5	2.0	B	8.3	B
比较例6	1.55	20	0.2	7	50	0.2	3	2.00	25	370	9.3	0.6	A	2.8	A
比较例7	1.55	20	0.3	7	50	0.5	5	1.91	25	210	5.3	0.5	A	2.1	A
比较例8	1.55	20	0.5	7	50	0.3	5	1.90	25	205	5.1	0.5	A	2.0	A
比较例9	1.55	20	0.5	7	50	0.5	5	1.92	25	220	5.5	0.5	A	2.2	A
比较例10	1.55	20	0.8	7	50	0.8	5	1.94	25	280	7.0	0.5	A	2.4	A
比较例11				7	50	0.2	5	1.85	25	180	4.5	0.3	A	0.9	A

[0098] 根据表 1 可知,本发明的带有透明电极的基板对于透射光及反射光,在电极层形成部与电极层非形成部的色差均小。另外可知,本发明的带有透明电极的基板可抑制图案折皱的发生而不易视觉辨识到透明电极层的图案。

[0099] 若将实施例 1~4 与比较例 1、2 进行对比,则可知当第二电介质层的厚度在规定的范围内时,透射光及反射光的色差会降低,不易视觉辨识到透明电极层的图案。

[0100] 根据图 2,可知在第二电介质层的厚度为 10nm 的比较例 2 (图 2 (b))中,电极层形成部在可见光短波长区域的透射率高,透射光的 b* 小。然而,比较例 2 中,在电极层形成部

与电极层非形成部之间,在可见光的短波长区域中的透射率及反射率会出现差异, Δb^* 大。因此,认为容易视觉辨识到电极层的图案。与此相对,第二电介质层厚度为 8nm 的实施例 3 (图 2 (a))中,可知即便在短波长区域中,电极层形成部与电极层非形成部之间的透射率差及反射率差小,不易视觉辨识到透明电极层的图案。

[0101] 若将实施例 1、5 ~ 7 与比较例 3、4 进行对比,则可知当第三电介质层的厚度在规定的范围内时,透射光及反射光的色差会降低,不易视觉辨识到透明电极层的图案。另外,由实施例 1、8 与比较例 5 的对比可知,第一电介质层的折射率及厚度也有助于抑制图案视觉辨识。

[0102] 由上述得知,本发明中,通过调整第一电介质层、第二电介质层及第三电介质层的材料与膜厚,可降低电极层形成部与电极层非形成部的色差,抑制透明电极层的图案视觉辨识。

[0103] 若将实施例 1、9、10 与比较例 6 进行对比,则可知当 ITO 中的氧化锡含量大时,透明电极层会呈低电阻化、低折射率化,且会抑制图案折皱的发生。由这些结果可知,为了抑制图案折皱的发生,ITO 中的氧化锡含量优选 4% 以上。

[0104] 另外,若将实施例 1、11 及比较例 9、10 进行对比,则可知通过降低第三电介质层的制膜压力,第三电介质层的表面会变得平滑,在其上所形成的透明电极层呈低电阻化、低折射率化,并且有抑制图案折皱发生的趋势。

[0105] 没有形成第一电介质层而在基板上直接形成第二电介质层的比较例 11 中,虽然电极层形成部与电极层非形成部的色差较小,但是会沿着透明电极层的图案发生折皱。另外,若将实施例 11 与比较例 8 进行对比,则二者仅第一电介质层的制膜压力不同,第三电介质层的制膜条件及透明电极层的制膜条件相同。实施例 11 的透明电极层与比较例 8 的透明电极层相比,呈较低电阻且低折射率,并能够抑制图案折皱的发生,因而在本发明中,认为不仅第三电介质层有助于透明电极层的低电阻化及抑制图案折皱,而且第一电介质层也有助于透明电极层的低电阻化及抑制图案折皱。

[0106] 1 透明膜基板

[0107] 21 第一电介质层

[0108] 22 第二电介质层

[0109] 23 第三电介质层

[0110] 4 透明电极层

[0111] 4a 电极层形成部(非蚀刻部)

[0112] 4b 电极层非形成部(蚀刻部)

[0113] 100 带有透明电极的基板

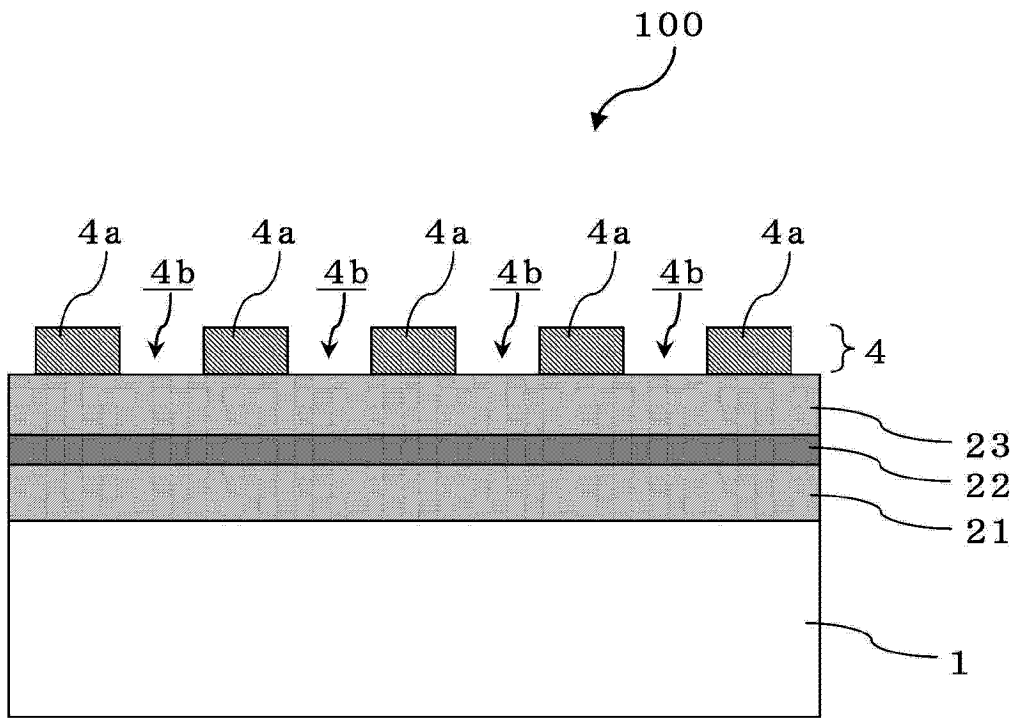
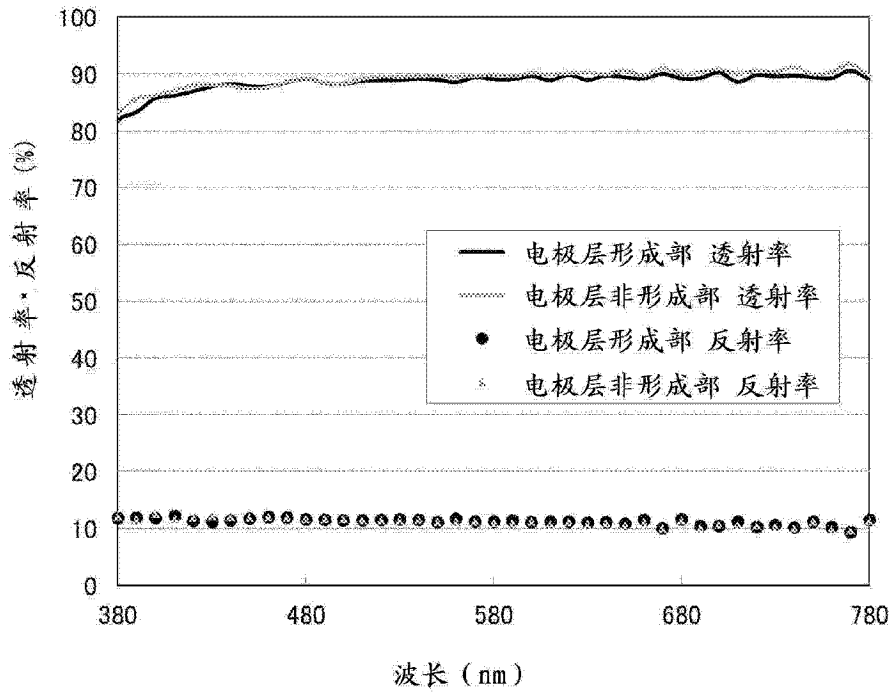


图 1

(a) 实施例3



(b) 比较例2

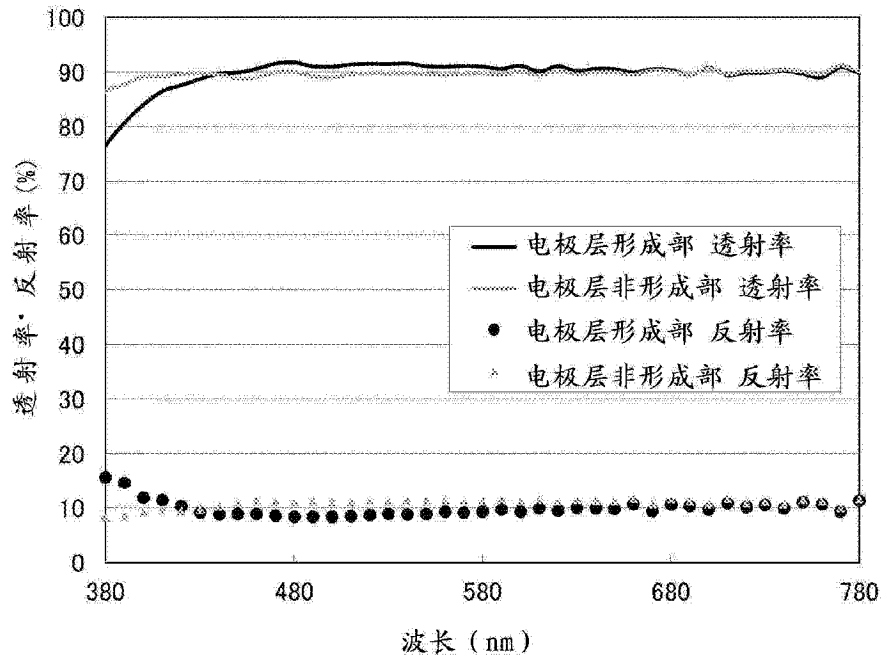


图 2