



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113453892 A

(43) 申请公布日 2021.09.28

(21) 申请号 202080015091.X

堀井佳奈 山田庆祐 本田和也

(22) 申请日 2020.02.27

小林笃弘 高坂洋介 福田贵之

(30) 优先权数据

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

2019-037342 2019.03.01 JP

代理人 崔立宇 褚瑶杨

2019-068027 2019.03.29 JP

2019-177178 2019.09.27 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(51) Int.Cl.

2021.08.18

B32B 27/00 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

H01L 51/50 (2006.01)

PCT/JP2020/008186 2020.02.27

B32B 27/34 (2006.01)

(87) PCT国际申请的公布数据

G02B 1/14 (2006.01)

W02020/179643 JA 2020.09.10

G02B 5/02 (2006.01)

G09F 9/00 (2006.01)

H01L 27/32 (2006.01)

H05B 33/02 (2006.01)

(71) 申请人 大日本印刷株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 戎佳祐 小川善正 佐藤纯

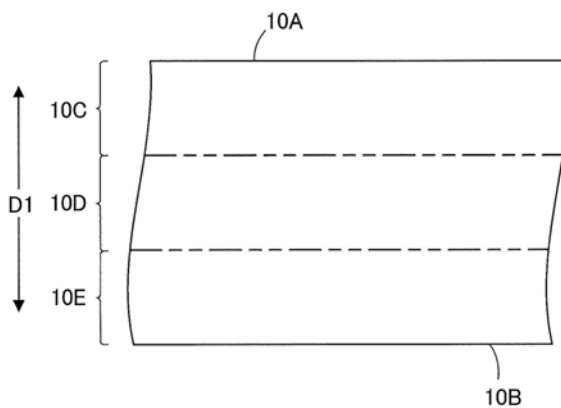
权利要求书2页 说明书55页 附图5页

(54) 发明名称

树脂层、光学膜和图像显示装置

(57) 摘要

提供一种具有良好的折叠性和良好的耐冲击性的树脂层、具备该树脂层的光学膜和图像显示装置。根据本发明的一个方式，提供树脂层(10)，其为用于图像显示装置且具有透光性的树脂层(10)，其中，将树脂层(10)沿树脂层(10)的膜厚方向D1三等分，从树脂层(10)的第1面(10A)向与第1面(10A)相反一侧的第2面(10B)依次设为第1区域(10C)、第2区域(10D)和第3区域(10E)，在膜厚方向D1的树脂层(10)的截面中，进行分别以恒定载荷将玻氏压头压入第1区域(10C)、第2区域(10D)和第3区域(10E)的压入试验时，将第1区域(10C)中的位移量设为d1、第2区域(10D)中的位移量设为d2、并且第3区域(10E)中的位移量设为d3时，满足d1<d2<d3的关系。



1. 一种树脂层,其为用于图像显示装置且具有透光性的树脂层,其中,
将所述树脂层沿所述树脂层的膜厚方向三等分,从所述树脂层的第1面向与所述第1面相反一侧的第2面依次设为第1区域、第2区域和第3区域,在所述膜厚方向的所述树脂层的截面中,进行分别以恒定载荷将玻氏压头压入所述第1区域、所述第2区域和所述第3区域的压入试验时,将所述第1区域中的位移量设为 d_1 、所述第2区域中的位移量设为 d_2 、并且所述第3区域中的位移量设为 d_3 时,满足 $d_1 < d_2 < d_3$ 的关系。
2. 如权利要求1所述的树脂层,其中,所述 d_1 相对于所述 d_3 之比为0.85以下。
3. 如权利要求1所述的树脂层,其中,所述 $d_1 \sim d_3$ 分别为200nm以上1000nm以下。
4. 如权利要求1所述的树脂层,其中,膜厚为 $20\mu\text{m}$ 以上 $150\mu\text{m}$ 以下。
5. 一种光学膜,其为可折叠的层积结构的光学膜,
其至少具备权利要求1所述的树脂层。
6. 如权利要求5所述的光学膜,其进一步具备设置于所述树脂层的所述第1面和所述第2面中的任意一个面侧的功能层。
7. 如权利要求5所述的光学膜,其进一步具备设置于所述树脂层的所述第1面和所述第2面中的任意一个面侧的树脂基材。
8. 一种光学膜,其为可折叠的透光性的光学膜,其具备:
树脂基材;和
设置于所述树脂基材的第1面侧的树脂层,
所述树脂基材的厚度为 $20\mu\text{m}$ 以下,
所述树脂层的膜厚为 $50\mu\text{m}$ 以上,
所述树脂层的膜厚相对于所述树脂基材的厚度之比为4.0以上12.0以下,
在所述树脂基材的厚度方向的截面中进行以 $200\mu\text{N}$ 的最大载荷压入玻氏压头的压入试验时,所述树脂基材的位移量为50nm以上250nm以下,
在所述树脂层的膜厚方向的截面中进行所述压入试验时,所述树脂层的位移量为200nm以上1500nm以下。
9. 如权利要求8所述的光学膜,其中,所述树脂基材包含聚酰亚胺系树脂、聚酰胺系树脂和聚酰胺酰亚胺系树脂中的至少任一种。
10. 如权利要求8所述的光学膜,其进一步具备设置于所述树脂基材的与所述第1面相反一侧的第2面侧的硬涂层。
11. 一种光学膜,其为用于图像显示装置的可折叠的光学膜,其具备:
树脂基材;和
设置于所述树脂基材的一个面侧且包含有机颗粒的树脂层,
所述树脂层的表面为凹凸面,
所述有机颗粒偏在于相较于将所述树脂层沿所述树脂层的膜厚方向二等分的中心线更靠近所述树脂基材侧的位置。
12. 如权利要求11所述的光学膜,其中,所述树脂基材包含选自由聚酰亚胺系树脂、聚酰胺酰亚胺系树脂、聚酰胺系树脂和聚酯系树脂组成的组中的1种以上的树脂。
13. 如权利要求11所述的光学膜,其中,所述树脂层的膜厚为 $2\mu\text{m}$ 以上 $15\mu\text{m}$ 以下。
14. 如权利要求11所述的光学膜,其中,所述树脂层的下部的压痕硬度小于所述树脂层

的上部的压痕硬度。

15. 如权利要求11所述的光学膜,其中,所述树脂层具备第1树脂层和设置于相较于所述第1树脂层更靠近所述表面侧的位置的第2树脂层,所述第1树脂层包含所述有机颗粒。

16. 如权利要求5至15中任一项所述的光学膜,其中,在所述光学膜中,按照所述光学膜的相向的边部的间隔为10mm的方式反复进行10万次折叠180°的试验时,不产生裂纹或断裂。

17. 一种图像显示装置,其具备:

显示元件;和

配置于相较于所述显示元件更靠近观察者侧的位置的权利要求1至4中任一项所述的树脂层或权利要求5至15中任一项所述的光学膜。

18. 如权利要求17所述的图像显示装置,其中,所述显示元件为有机发光二极管元件。

树脂层、光学膜和图像显示装置

[0001] 相关申请的参考

[0002] 本申请享受作为在先日本专利申请的日本特愿2019-37342(申请日:2019年3月1日)、日本特愿2019-68027(申请日:2019年3月29日)和日本特愿2019-177178(申请日:2019年9月27日)的优先权的利益,其公开内容整体通过引用而作为本说明书的一部分。

技术领域

[0003] 本发明涉及树脂层、光学膜和图像显示装置。

背景技术

[0004] 以往,已知智能手机、平板终端等图像显示装置,但目前正在开发可折叠的图像显示装置。通常,智能手机、平板终端等都覆盖有保护玻璃,但玻璃通常虽然硬度优异,但是难以弯曲,因此在将保护玻璃用于图像显示装置的情况下,折叠时产生裂纹的可能性高。因此,对于可折叠的图像显示装置,正在研究使用具备可弯曲的树脂基材和硬涂层的可折叠的光学膜或由树脂构成的可折叠的光学膜来代替保护玻璃(例如,参见专利文献1、2)。需要说明的是,专利文献2中公开了使硬涂层包含有机颗粒以抑制外部光反射及晃眼。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2016-125063号公报

[0008] 专利文献2:国际公开第2017/14198号

发明内容

[0009] 发明所要解决的课题

[0010] 在这种可折叠的图像显示装置中使用的光学膜中,除了要求具有良好的折叠性以外,有时还会对光学膜的表面施加冲击,因此还要求具有耐冲击性。此处,若从光学膜的表面侧施加冲击,则光学膜的表面凹陷,并且存在于相较于图像显示装置中的光学膜更靠近内部的位置的构件(例如偏振片)有时会产生损伤。因此,需要在对光学膜的表面施加冲击时光学膜的表面不凹陷的耐冲击性,或者在对光学膜的表面施加冲击时光学膜的表面不凹陷、且存在于相较于图像显示装置中的光学膜更靠近内部的位置的构件(例如偏振片)不产生损伤的耐冲击性。

[0011] 另外,若以折叠状态保持这种光学膜,则光学膜的弯曲部有时会产生折痕。迄今为止,提出了具有良好折叠性的光学膜,但对于折痕未作任何考虑。此处,折叠性是对折叠时的裂纹或断裂进行评价,因此是与不产生折痕完全不同的指标。因此,即便是折叠性良好的光学膜,也可能产生折痕。

[0012] 另外,上述可折叠的光学膜是代替保护玻璃使用的,因此有时会被手指按压。但是,其比保护玻璃柔软,因此有时会暂时凹陷而残留痕迹(按压痕迹)。

[0013] 目前,还在研究在硬涂层中加入有机颗粒以使按压痕迹不易明显,但若加入有机

颗粒,则在折叠时有可能从有机颗粒与粘结剂树脂的界面产生龟裂,光学膜产生裂纹。

[0014] 本发明是为了解决上述问题而进行的。即,目的在于提供一种具有良好的折叠性和良好的耐冲击性的树脂层、具备该树脂层的光学膜和图像显示装置。另外,目的在于提供一种难以产生折痕且具有良好的耐冲击性的可折叠的光学膜、以及具备该可折叠的光学膜的图像显示装置。此外,目的在于提供一种不易使按压痕迹明显且折叠时难以破裂的可折叠的光学膜、具备该可折叠的光学膜的图像显示装置。

[0015] 用于解决课题的手段

[0016] 本发明包括下述方案。

[0017] [1]一种树脂层,其为用于图像显示装置且具有透光性的树脂层,其中,将上述树脂层沿上述树脂层的膜厚方向三等分,从上述树脂层的第1面向与上述第1面相反一侧的第2面依次设为第1区域、第2区域和第3区域,在上述膜厚方向的上述树脂层的截面中,进行分别以恒定载荷将玻氏(Berkovich)压头压入上述第1区域、上述第2区域和上述第3区域的压入试验时,将上述第1区域中的位移量设为 d_1 、上述第2区域中的位移量设为 d_2 、并且上述第3区域中的位移量设为 d_3 时,满足 $d_1 < d_2 < d_3$ 的关系。

[0018] [2]如上述[1]所述的树脂层,其中,上述位移量 d_1 相对于上述位移量 d_3 之比为0.85以下。

[0019] [3]如上述[1]或[2]所述的树脂层,其中,上述位移量 $d_1 \sim d_3$ 分别为200nm以上1000nm以下。

[0020] [4]如上述[1]至[3]中任一项所述的树脂层,其中,膜厚为20 μm 以上150 μm 以下。

[0021] [5]一种光学膜,其为可折叠的层积结构的光学膜,其至少具备上述[1]至[4]中任一项所述的树脂层。

[0022] [6]如上述[5]所述的光学膜,其进一步具备设置于上述树脂层的上述第1面和上述第2面中的任意一个面侧的功能层。

[0023] [7]如上述[5]或[6]所述的光学膜,其进一步具备设置于上述树脂层的上述第1面和上述第2面中的任意一个面侧的树脂基材。

[0024] [8]一种光学膜,其为可折叠的透光性的光学膜,其具备:树脂基材;和设置于上述树脂基材的第1面侧的树脂层,上述树脂基材的厚度为20 μm 以下,上述树脂层的膜厚为50 μm 以上,上述树脂层的膜厚相对于上述树脂基材的厚度之比为4.0以上12.0以下,在上述树脂基材的厚度方向的截面中进行以200 μN 的最大载荷压入玻氏压头的压入试验时,上述树脂基材的位移量为50nm以上250nm以下,在上述树脂层的膜厚方向的截面中进行上述压入试验时,上述树脂层的位移量为200nm以上1500nm以下。

[0025] [9]如上述[8]所述的光学膜,其中,上述树脂基材包含聚酰亚胺系树脂、聚酰胺系树脂和聚酰胺酰亚胺系树脂中的至少任一种。

[0026] [10]如上述[8]或[9]所述的光学膜,其进一步具备设置于上述树脂基材的与上述第1面相反一侧的第2面侧的硬涂层。

[0027] [11]一种光学膜,其为用于图像显示装置的可折叠的光学膜,其具备:树脂基材;和设置于上述树脂基材的一个面侧且包含有机颗粒的树脂层,上述树脂层的表面为凹凸面,上述有机颗粒偏在于相较于将上述树脂层沿上述树脂层的膜厚方向二等分的中心线更靠近上述树脂基材侧的位置。

[0028] [12]如上述[11]所述的光学膜,其中,上述树脂基材包含选自由聚酰亚胺系树脂、聚酰胺酰亚胺系树脂、聚酰胺系树脂和聚酯系树脂组成的组中的1种以上的树脂。

[0029] [13]如上述[11]或[12]所述的光学膜,其中,上述树脂层的膜厚为2 μm 以上15 μm 以下。

[0030] [14]如上述[11]至[13]中任一项所述的光学膜,其中,上述树脂层的下部的压痕硬度小于上述树脂层的上部的压痕硬度。

[0031] [15]如上述[11]至[14]中任一项所述的光学膜,其中,上述树脂层具备第1树脂层和设置于相较于上述第1树脂层更靠近上述表面侧的位置的第2树脂层,上述第1树脂层包含上述有机颗粒。

[0032] [16]如上述[5]至[15]中任一项所述的光学膜,其中,在上述光学膜中,按照上述光学膜的相向的边部的间隔为10mm的方式反复进行10万次折叠180°的试验时,不产生裂纹或断裂。

[0033] [17]一种图像显示装置,其具备:显示元件;和配置于相较于上述显示元件更靠近观察者侧的位置的上述[1]至[4]中任一项所述的树脂层或上述[5]至[16]中任一项所述的光学膜。

[0034] [18]如上述[17]所述的图像显示装置,其中,上述显示元件为有机发光二极管元件。

[0035] 发明的效果

[0036] 根据本发明的第1方式,可以提供一种具有良好的折叠性和良好的耐冲击性的树脂层、具备该树脂层的光学膜和图像显示装置。根据本发明的第2方式,可以提供一种难以产生折痕且具有良好的耐冲击性的可折叠的光学膜、以及具备该可折叠的光学膜的图像显示装置。根据本发明的第3方式,可以提供一种不易使按压痕迹明显且折叠时难以破裂的可折叠的光学膜、具备该可折叠的光学膜的图像显示装置。

附图说明

[0037] 图1是第1实施方式的树脂层的示意性结构图。

[0038] 图2是图1的树脂层的局部放大图。

[0039] 图3是第1实施方式的光学膜的示意性结构图。

[0040] 图4(A)~图4(C)是示意性地示出连续折叠试验的情况的图。

[0041] 图5是第1实施方式的其他光学膜的示意性结构图。

[0042] 图6是第1实施方式的图像显示装置的示意性结构图。

[0043] 图7是第2实施方式的光学膜的示意性结构图。

[0044] 图8(A)和图8(B)是示意性地示出折叠静置试验的情况的图。

[0045] 图9是第3实施方式的光学膜的示意性结构图。

[0046] 图10是图9的光学膜的局部放大图。

[0047] 图11是第3实施方式的其他光学膜的示意性结构图。

具体实施方式

[0048] [第1实施方式]

[0049] 以下,参照附图对本发明的第1实施方式的树脂层、光学膜、光学膜和图像显示装置进行说明。在本说明书中,“膜”、“片”等术语仅是基于呼称的不同,相互没有区别。因此,例如,“膜”以也包括被称为片的构件的含义使用。图1是本实施方式的树脂层的示意性结构图,图2是图1的树脂层的局部放大图,图3是本实施方式的光学膜的示意性结构图。图4是示意性地示出连续折叠试验的情况的图,图5是实施方式的其他光学膜的示意性结构图。

[0050] <<<树脂层>>>

[0051] 图1所示的树脂层10用于图像显示装置且具有透光性。本实施方式中的“树脂层”是指包含树脂的单层结构的层。树脂层10由具有透光性的树脂构成,具有冲击吸收性。树脂层10可以作为单一树脂层10使用,也可以组装到层积结构的光学膜30、50中来使用。另外,在树脂层10可以贴附有防粘膜。本说明书中的“透光性”是指透过光的性质,例如,包括总光线透射率为50%以上、优选为70%以上、更优选为80%以上、特别优选为90%以上。透光性未必需要为透明,也可以为半透明。

[0052] 对于树脂层10,如图2所示,将树脂层10沿树脂层10的膜厚方向D1三等分,从树脂层10的第1面10A向与第1面10A相反一侧的第2面10B依次设为第1区域10C、第2区域10D和第3区域10E,在膜厚方向D1的树脂层10的截面中,进行分别以恒定载荷将玻氏压头压入第1区域10C、第2区域10D和第3区域10E的压入试验时,将第1区域10C中的位移量设为d1、第2区域10D中的位移量设为d2、并且第3区域10E中的位移量设为d3时,满足下述关系式(1)。本实施方式的树脂层比后述的功能层(硬涂层)及树脂基材更柔软,粘性的影响大,因此利用纳米压痕法测定压痕硬度及马氏硬度等的方法不合适。于是,使用位移量作为硬度的指标。

[0053] $d_1 < d_2 < d_3 \cdots (1)$

[0054] 位移量 $d_1 \sim d_3$ 可以使用纳米压痕仪(例如,Brucker公司制造的TI950TriboIndenter)如下求出。具体而言,首先,利用包埋树脂对切成 $1\text{mm} \times 10\text{mm}$ 的树脂层进行包埋而制作块(block),利用一般的切片制作方法从该块切出没有孔等的均匀的、厚度为70nm以上100nm以下的切片。此处,切出厚度为70nm以上100nm以下的切片是因为,测定时使用切出切片后剩余的块,切出该薄度的切片而剩余的块的截面的平坦性良好。需要说明的是,若剩余的块的平坦性差,则测定精度有可能变差。切片的制作例如可以使用Leica Microsystems株式会社的Ultramicrotome EM UC7等。然后,将该没有孔等的均匀切片被切出后剩余的块作为测定样品。接着,在这种测定样品中的上述切片被切出而得到的截面中,在下述测定条件下,将作为上述压头的玻氏(Berkovich)压头(三棱锥、例如Brucker公司制造的TI-0039)以 $200\mu\text{N}$ 的最大载荷用时40秒垂直压入树脂层的第1区域的截面的厚度方向的中央,测定此时的位移量(压入深度)d1。此处,为了避免树脂层的侧缘的影响,将玻氏压头压入第1区域中从树脂层的两侧端分别向树脂层的中央侧间隔500nm以上的部分。位移量是测定10个部位所得到的值的算术平均值。需要说明的是,测定值中包含偏离算术平均值 $\pm 20\%$ 以上的值时,将该测定值除去后再次进行测定。关于测定值中是否存在偏离算术平均值 $\pm 20\%$ 以上的值,将测定值设为A、算术平均值设为B时,通过由 $(A-B)/B \times 100$ 求出的值(%)是否为 $\pm 20\%$ 以上来判断。树脂层的第2区域和第3区域的位移量也与第1区域的位移量同样地进行测定。

[0055] (测定条件)

[0056] • 控制方法:载荷控制(最大载荷 $200\mu\text{N}$)

[0057] • 提升量:0nm

[0058] • 预加载荷 (PreLoad) :0.5 μ N

[0059] • 载荷速度:5 μ N/秒

[0060] • 最大载荷下的保持时间:5秒

[0061] • 卸载速度:5 μ N/秒

[0062] • 温度:23 \pm 5 $^{\circ}$ C

[0063] • 相对湿度:30%~70%

[0064] 位移量d1相对于位移量d3之比 ($d1/d3$) 优选为0.85以下。若 $d1/d3$ 为0.85以下,则能够兼顾优异的折叠性与耐冲击性。另外, $d1/d3$ 的上限更优选为0.82以下、或0.80以下,从容易抑制弯曲时的褶皱产生的方面出发,下限优选为0.40以上、0.50以上、或0.60以上。

[0065] 位移量d1相对于位移量d2之比 ($d1/d2$) 优选为0.70以上0.99以下。若 $d1/d2$ 为0.70以上,则能够抑制弯曲时的褶皱产生,并且若 $d1/d2$ 为0.99以下,则能够兼顾优异的折叠性与耐冲击性。 $d1/d2$ 的下限更优选为0.75以上、0.80以上、或0.85以上,上限更优选为0.95以下、0.92以下、或0.90以下。

[0066] 位移量d2相对于位移量d3之比 ($d2/d3$) 优选为0.70以上0.99以下。若 $d2/d3$ 为0.70以上,则能够抑制弯曲时的褶皱产生,并且若 $d2/d3$ 为0.99以下,则能够兼顾优异的折叠性与耐冲击性。 $d2/d3$ 的下限更优选为0.75以上、0.80以上、或0.85以上,上限更优选为0.95以下、0.92以下、或0.90以下。

[0067] 位移量d1~d3分别优选为1000nm以下。若位移量d1~d3分别为1000nm以下,则树脂层10具有充分的硬度且能够得到优异的耐冲击性。位移量d1~d3的上限分别更优选为900nm以下、800nm以下、或700nm以下,从确保树脂层10的折叠性的方面出发,下限分别更优选为200nm以上、300nm以上、或350nm以上。

[0068] 树脂层10的总光线透射率优选为85%以上。若树脂层10的总光线透射率为85%以上,在将树脂层10用于移动终端的情况下能够得到充分的图像可见性。树脂层10的总光线透射率更优选为87%以上、或90%以上。

[0069] 上述总光线透射率可以在温度为23 \pm 5 $^{\circ}$ C和相对湿度为30%以上70%以下的环境下使用雾度计(例如,产品名“HM-150”、株式会社村上色彩技术研究所制造)通过依据JIS K7361-1:1997的方法进行测定。关于上述总光线透射率,将树脂层切成50mm \times 100mm的尺寸后,在没有卷曲或褶皱、并且没有指纹或灰尘等的状态下设置,对1张树脂层测定3次,采用3次测定所得到的值的算术平均值。本说明书中的“测定3次”不是对相同的部位测定3次,而是指对不同的3个部位进行测定。树脂层10中,目视的第1面10A、第2面10B是平坦的,另外,膜厚的偏差也限于 \pm 10%的范围内。因此认为,通过在切出的树脂层的不同的3个部位测定总光线透射率,大致可得到该树脂层的整个面内的总光线透射率的平均值。测定对象即使为1m \times 3000m的长条状、即使为5英寸的智能手机程度的大小,总光线透射率的偏差也为 \pm 10%以内。需要说明的是,在无法将树脂层切成上述尺寸的情况下,例如,HM-150的测定时的入口开口为20mm ϕ ,因此需要直径为21mm以上的样品尺寸。因此,可以将树脂层适当切成22mm \times 22mm以上的尺寸。在树脂层的尺寸小的情况下,在光源斑点不偏离的范围内一点一点地挪动或改变角度等而使测定点为3个部位。

[0070] 树脂层10的雾度值(总雾度值)优选为3.0%以下。若树脂层的上述雾度值为3.0%

以下,在将树脂层用于移动终端的情况下,能够抑制图像显示面的白化。上述雾度值更优选为2.0%以下、1.5%以下、1.0%以下或0.5%以下。

[0071] 上述雾度值可以在温度为 $23\pm 5^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度为30%以上70%以下的环境下使用雾度计(例如,产品名“HM-150”、株式会社村上色彩技术研究所制造)通过依据JIS K7136:2000的方法进行测定。具体而言,雾度值通过与总光线透射率的测定方法相同的方法进行测定。

[0072] 树脂层10的膜厚优选为 $20\mu\text{m}$ 以上 $150\mu\text{m}$ 以下。若树脂层10的膜厚为 $20\mu\text{m}$ 以上,则能够具有优异的耐冲击性,另外,若树脂层10的膜厚为 $150\mu\text{m}$ 以下,在10万次的连续折叠试验中,树脂层10难以断裂而发挥出优异的性能。树脂层10的膜厚的下限更优选为 $40\mu\text{m}$ 以上、或 $50\mu\text{m}$ 以上,从适于薄型化、同时加工性良好的的方面出发,树脂层10的上限更优选为 $120\mu\text{m}$ 以下、 $100\mu\text{m}$ 以下、 $80\mu\text{m}$ 以下、或 $60\mu\text{m}$ 以下。

[0073] 关于树脂层10的膜厚,使用扫描型电子显微镜(SEM)对树脂层10的截面进行拍摄,在其截面的图像中测定10个部位的树脂层10的膜厚,采用该10个部位的膜厚的算术平均值。

[0074] 以下记载截面照片的具体拍摄方法。首先,利用包埋树脂对切成 $1\text{mm}\times 10\text{mm}$ 尺寸的树脂层进行包埋而制作块,利用一般的切片制作方法从该块切出没有孔等的均匀的、厚度为 70nm 以上 100nm 以下的切片。切片的制作例如可以使用Leica Microsystems株式会社的Ultramicrotome EM UC7等。然后,将该没有孔等的均匀切片作为测定样品。之后,使用扫描透射型电子显微镜(STEM)拍摄测定样品的截面照片。作为扫描透射型电子显微镜(STEM),可以举出株式会社日立高新技术制造的S-4800。使用上述S-4800拍摄截面照片时,将检测器设定为“SE”、加速电压设定为“ 5kV ”、发射电流设定为“ $10\mu\text{A}$ ”来进行截面观察。关于倍率,调节焦距,并一边观察是否可区分各层一边以100倍~10万倍、优选为500倍~5万倍、进一步优选为1000倍~1万倍适当地调节对比度和亮度。需要说明的是,在使用上述S-4800拍摄截面照片时,可以进一步将光束监视光圈设定为“3”,将物镜光圈设定为“3”,并且将W.D.设定为“ 8mm ”。在测定树脂层的膜厚时,在进行截面观察时,能够尽可能地明确观察树脂层与其他层(例如包埋树脂)的界面对比度很重要。假设对比度不足、难以看到该界面的情况下,若利用四氧化钬、四氧化钨、磷钨酸等实施染色处理,则有机层间的界面容易看到,因此也可以进行染色处理。另外,界面的对比度为高倍率时,有时难以判明。该情况下,同时也以低倍率进行观察。例如,以500倍和1万倍、1000倍和2万倍等高低2个倍率进行观察,以两倍率求出上述算术平均值,进而将其平均值作为树脂层的膜厚的值。

[0075] 构成树脂层10的树脂只要是满足上述关系式(1)的Hz这样的树脂,就没有特别限定。作为这样的树脂,可以举出电离辐射固化性化合物(电离辐射聚合性化合物)的固化物(聚合物)等。作为本说明书中的电离射线,可以举出可见光线、紫外线、X射线、电子射线、 α 射线、 β 射线和 γ 射线。作为电离辐射固化性化合物的固化物,可以举出氨基甲酸酯系树脂、硅酮系树脂等。

[0076] (氨基甲酸酯系树脂)

[0077] 氨基甲酸酯系树脂为具有氨基甲酸酯键的树脂。作为氨基甲酸酯系树脂,可以举出电离辐射固化性氨基甲酸酯系树脂组合物的固化物或热固化性氨基甲酸酯系树脂组合物的固化物等。其中,从得到高硬度、固化速度也快、批量生产性优异的方面出发,优选为电

离辐射固化性氨基甲酸酯系树脂组合物的固化物。

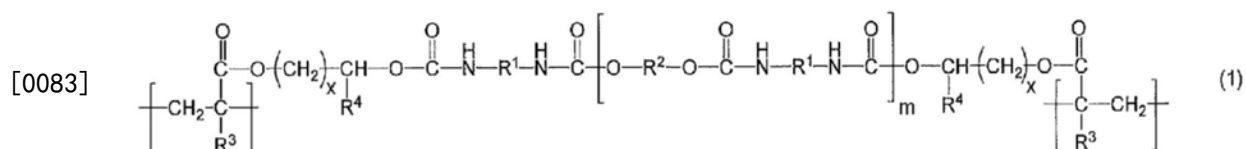
[0078] 电离辐射固化性氨基甲酸酯系树脂组合物包含氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯,热固化性氨基甲酸酯系树脂包含多元醇化合物和异氰酸酯化合物。氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯、多元醇化合物和异氰酸酯化合物可以为单体、低聚物和预聚物中的任一种。

[0079] 氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯中的(甲基)丙烯酰基的数目(官能团数)优选为2以上4以下。若氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯中的(甲基)丙烯酰基的数目小于2,则铅笔硬度有可能降低,另外若超过4,则固化收缩增大,光学膜会发生卷曲,并且弯折时树脂层有可能产生裂纹。氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯中的(甲基)丙烯酰基的数目的上限更优选为3以下。需要说明的是,“(甲基)丙烯酰基”是指包括“丙烯酰基”和“甲基丙烯酰基”两者的含义。

[0080] 氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯的重均分子量优选为1500以上20000以下。若氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯的重均分子量小于1500,则耐冲击性有可能降低,另外若超过20000,则电离辐射固化性氨基甲酸酯系树脂组合物的粘度上升,涂布性有可能变差。氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯的重均分子量的下限更优选为2000以上,上限更优选为15000以下。

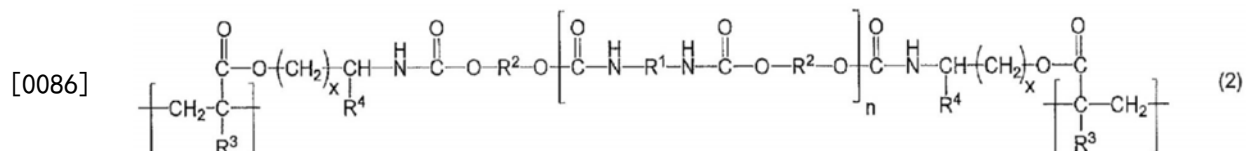
[0081] 另外,作为具有来自氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯的结构的重单元,可以举出例如下述通式(1)、(2)、(3)或(4)所示的结构等。

[0082] [化1]



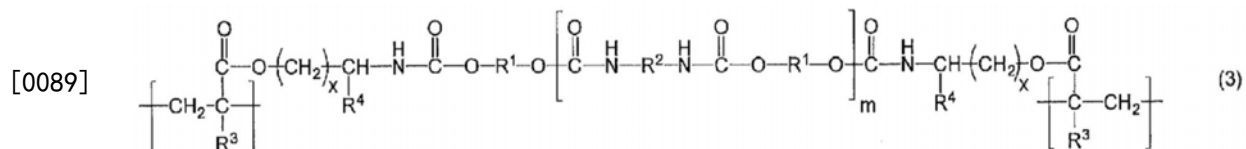
[0084] 上述通式(1)中, R^1 表示支链状烷基, R^2 表示支链状烷基或饱和环状脂肪族基团, R^3 表示氢原子或甲基, R^4 表示氢原子、甲基或乙基, m 表示0以上的整数, x 表示0~3的整数。

[0085] [化2]



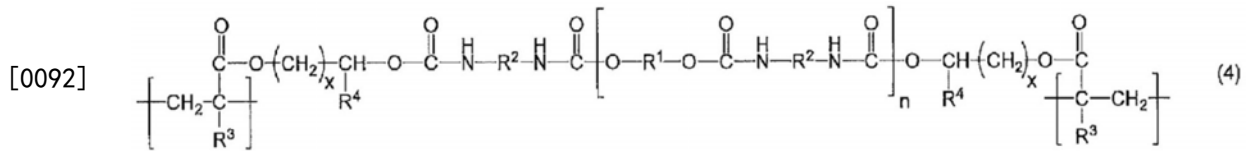
[0087] 上述通式(2)中, R^1 表示支链状烷基, R^2 表示支链状烷基或饱和环状脂肪族基团, R^3 表示氢原子或甲基, R^4 表示氢原子、甲基或乙基, n 表示1以上的整数, x 表示0~3的整数。

[0088] [化3]



[0090] 上述通式(3)中, R^1 表示支链状烷基, R^2 表示支链状烷基或饱和环状脂肪族基团, R^3 表示氢原子或甲基, R^4 表示氢原子、甲基或乙基, m 表示0以上的整数, x 表示0~3的整数。

[0091] [化4]



[0093] 上述通式(4)中, R^1 表示支链状烷基, R^2 表示支链状烷基或饱和环状脂肪族基团, R^3 表示氢原子或甲基, R^4 表示氢原子、甲基或乙基, n 表示1以上的整数, x 表示0~3的整数。

[0094] 需要说明的是,关于构成树脂层10的树脂由何种结构的高分子链(重复单元)形成,例如可以通过利用热裂解气相色谱质谱法(GC-MS)和傅利叶变换红外光谱法(FT-IR)对树脂层10进行分析来判断。特别是热裂解GC-MS对于能够将树脂层10中包含的单体单元作为单体成分进行检测是有用的。

[0095] 除了树脂以外,树脂层10也可以包含紫外线吸收剂、光谱透射率调节剂、防污剂、无机颗粒和/或有机颗粒等。

[0096] <<<光学膜>>>

[0097] 图3所示的光学膜30为层积结构的膜,至少具备树脂层10。除了树脂层10以外,光学膜30进一步具备设置于树脂层10的第1面10A和第2面10B中的任意一个面侧的功能层31。本说明书中的“功能层”是指发挥出某种功能的层。功能层31为单层结构,但也可以为2层以上的多层结构。另外,光学膜30不具有基材。

[0098] 光学膜30可折叠。具体而言,优选的是,在温度为 $23 \pm 5^\circ\text{C}$ 和相对湿度为30%以上70%以下的环境下,对光学膜30反复进行10万次、20万次、50万次、或100万次如下说明的折叠试验(连续折叠试验),在该情况下光学膜30也不产生裂纹或断裂。若对光学膜30反复进行10万次连续折叠试验的情况下光学膜30产生裂纹或断裂等,则光学膜30的折叠性不充分。需要说明的是,使上述连续折叠试验的折叠次数至少为10万次来进行评价是出于下述理由。例如,若假设将光学膜组装到可折叠的智能手机中,进行折叠的频率(开闭的频率)非常高。因此,在将上述连续折叠试验的折叠次数设为例如1万次或5万次的评价中,有时无法以实用的水平进行评价。具体而言,例如,若假设时常使用智能手机的人,假设仅在早上电车或巴士等通勤时也会开闭智能手机5次~10次,因此假设仅1天就会开闭智能手机至少30次。因此,若假设1天开闭智能手机30次,则折叠次数为1万次的连续折叠试验是 30×365 天=10950次,即假定使用1年的试验。即,即便折叠次数为1万次的连续折叠试验的结果良好,经过1年后,光学膜也有可能产生折痕或裂纹。因此,连续折叠试验中的折叠次数为1万次的评价只能确认无法作为产品使用的水平,能够使用、但不充分的情况也会成为良好的结果而无法进行评价。因此,为了评价是否为实用的水平,上述连续折叠试验的折叠次数需要至少以10万次进行评价。在对光学膜30进行连续折叠试验时,更优选弯曲部不发生变形。连续折叠试验可以按照表面30A为外侧的方式以折叠光学膜30的方式来进行,另外,也可以按照表面30A为内侧的方式以折叠光学膜30的方式来进行,但无论哪种情况下,都优选光学膜30不产生裂纹或断裂。

[0099] 连续折叠试验如下进行。如图4(A)所示,在连续折叠试验中,首先,从光学膜30切出尺寸为 $30\text{mm} \times 100\text{mm}$ 的样品S。需要说明的是,在无法从光学膜30切出尺寸为 $30\text{mm} \times 100\text{mm}$ 的样品S时,例如,也可以将样品S切成 $10\text{mm} \times 100\text{mm}$ 的尺寸。然后,利用平行配置的折叠耐久试验机(例如,产品名“U字型伸缩试验机DLMLH-FS”、YUASA SYSTEM株式会社制造、依据

IEC62715-6-1)的固定部40、45分别固定切出的样品S的边部S1和与边部S1相向的边部S2。利用固定部40、45的固定通过在样品S的长度方向上保持单侧约10mm的样品S的部分来进行。其中,在样品S比上述尺寸更小的情况下,若样品S中的该固定所需的部分最大为约20mm,则可以通过用胶带粘贴至固定部40、45而进行测定。另外,如图4(A)所示,固定部40在水平方向上能够滑动。需要说明的是,若为上述装置,则与现有的将样品缠绕至棒上的方法等不同,不会使样品产生张力或摩擦,能够对弯曲负荷进行耐久评价,故优选。

[0100] 接着,如图4(B)所示,使固定部40以与固定部45接近的方式移动,由此将样品S的中央部折叠而使其变形,进而如图4(C)所示,使固定部40移动至样品S的被固定部40、45所固定的相向的2条边部S1、S2的间隔 Φ 为10mm的位置后,使固定部40向相反方向移动,解除光学膜30的变形。

[0101] 通过如图4(A)~(C)所示那样使固定部40移动,能够将样品S的中央部折叠180°。另外,使样品S的弯曲部S3不从固定部40、45的下端露出、并且在下述条件下进行连续折叠试验,并且对固定部40、45最接近时的间隔 Φ 进行控制,由此能够使样品S的相向的2条边部S1、S2的间隔 Φ 为10mm。这种情况下,视弯曲部S3的外径为10mm。在样品S中,优选按照样品S的相向的边部的间隔 Φ 为10mm的方式反复进行10万次折叠180°的试验时不产生裂纹或断裂,更优选按照样品S的相向的边部S1、S2的间隔 Φ 为8mm或6mm的方式反复进行10万次折叠180°的连续折叠试验时不产生裂纹或断裂。

[0102] (折叠条件)

[0103] • 往返速度:40rpm(次/分钟)

[0104] • 试验冲程:60mm

[0105] • 弯曲角度:180°

[0106] 对于光学膜30的表面30A(功能层31的表面31A),利用JIS K5600-5-4:1999中规定的铅笔硬度试验测定时的硬度(铅笔硬度)优选为3H以上、更优选为4H以上。铅笔硬度试验通过下述方式进行:将切成30mm×100mm尺寸的光学膜30按照没有折痕、褶皱的方式利用米其邦株式会社制造的Cellotape(注册商标)固定在玻璃板上,在温度 $23\pm 5^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度30%以上70%以下的环境下,对于光学膜30的表面30A,使用铅笔硬度试验机(例如,产品名“铅笔划痕涂膜硬度试验机(电动式)”、株式会社东洋精机制作所制造),一边对铅笔(例如,产品名“Uni”、三菱铅笔株式会社制造)施加750g的载荷一边使铅笔以1mm/秒的移动速度移动,由此来进行。铅笔硬度设定为在铅笔硬度试验中光学膜的表面不产生划痕的最高硬度。需要说明的是,在测定铅笔硬度时,使用多根硬度不同的铅笔进行,每一根铅笔进行5次铅笔硬度试验,5次中4次以上光学膜的表面不产生划痕时,判断为在该硬度的铅笔下光学膜的表面不产生划痕。上述划痕是指在荧光灯下透过观察进行了铅笔硬度试验的光学膜的表面所看到的划痕。

[0107] 出于与树脂层10的栏中说明的理由同样的理由,光学膜30的总光线透射率优选为85%以上、更优选为87%以上、88%以上、或90%以上。光学膜30的总光线透射率通过与树脂层10的总光线透射率的测定方法相同的方法进行测定。

[0108] 出于与树脂层10的栏中说明的理由同样的理由,光学膜30的雾度值(总雾度值)优选为3.0%以下、更优选为2.0%以下、1.5%以下、1.0%以下或0.5%以下。光学膜30的雾度值通过与树脂层10的雾度值的测定方法同样的方法进行测定。

[0109] 在光学膜30的表面30A侧或背面30B侧藉由粘合层或粘接层设置有偏振片等其他膜的情况下,将其他膜与粘合层、粘接层一起剥离后,进行折叠试验、总光线透射率测定、雾度值测定等。需要说明的是,即便存在这样的剥离工序,也不会对这些试验、这些测定带来很大影响。雾度值的测定是在剥离粘合层、粘接层后进一步用醇充分擦去粘合层或粘接层的污垢后进行的。

[0110] 光学膜30的用途没有特别限定,作为光学膜30的用途,可以举出例如智能手机、平板终端、个人计算机(PC)、可穿戴式终端、数字标牌、电视机、车载导航等图像显示装置。另外,光学膜30也适合于车载用途。也优选以上述各图像显示装置的形态用于可折叠、可卷取这样的需要柔性的用途。

[0111] 光学膜30可以切成所期望的尺寸,也可以为卷状。在光学膜30被切成所期望的尺寸的情况下,光学膜的尺寸没有特别限制,根据图像显示装置的显示面的尺寸而适当决定。具体而言,光学膜30的尺寸例如可以为2.8英寸以上500英寸以下。关于本说明书中的“英寸”,在光学膜为四边形的情况下是指对角线的长度,在光学膜为圆形的情况下是指直径,在光学膜为椭圆形的情况下是指短径与长径之和的平均值。此处,在光学膜为四边形的情况下,求取上述英寸时的光学膜的纵横比只要作为图像显示装置的显示屏幕没有问题就没有特别限定。可以举出例如纵:横=1:1、4:3、16:10、16:9、2:1等。但是,特别是在富有设计性的车载用途或数字标牌中,不限于这样的纵横比。另外,在光学膜30的尺寸大的情况下,从任意的位置以A5尺寸(148mm×210mm)切出后,切成各测定项目的尺寸。需要说明的是,例如,在光学膜30为卷状的情况下,从光学膜30的卷导出规定的长度,从品质稳定的中心部附近的有效区域切出期望的尺寸,而并非从包含沿着卷的长度方向延伸的两端部的非有效区域切出期望的尺寸。

[0112] 图像显示装置中的光学膜30的配置部位可以为图像显示装置的内部,但优选为图像显示装置的表面附近。在用于图像显示装置的表面附近的情况下,光学膜30作为代替保护玻璃使用的保护膜(玻璃贴膜,window film)发挥功能。

[0113] <<功能层>>

[0114] 功能层31优选设置于树脂层10的第1面10A侧、即第1区域10C侧。通过如此将功能层31设置于第1区域10C侧,在耐擦伤性优异的同时无损优异的折叠性。

[0115] 图3所示的功能层31是主要用于对光学膜30赋予硬度的层,具体而言,是作为硬涂层发挥功能的层。但是,功能层31也可以是具有其他功能的层。本实施方式中的“硬涂层”是指功能层的截面中央处的马氏硬度(HM)为375MPa以上的层。本说明书中的“马氏硬度”是指通过利用纳米压痕法的硬度测定将压头压入500nm时的硬度。上述利用纳米压痕法的马氏硬度的测定是对切成30mm×30mm尺寸的光学膜使用Bruker公司制造的“TI950 TriboIndenter”来进行的。即,在下述测定条件下,将作为上述压头的玻氏压头(三棱锥、例如Bruker公司制造的TI-0039)在功能层的截面垂直压入500nm。此处,为了避免树脂层或功能层的侧缘的影响,将玻氏压头压入从树脂层与功能层的界面起向功能层的中央侧间隔500nm、并且从功能层的两侧端起分别向功能层的中央侧间隔500nm以上的功能层的部分内。之后,保持恒定进行残余应力的松弛后,进行卸载,测量松弛后的最大载荷,使用该最大载荷 P_{\max} 和深度500nm的凹陷面积A,通过 P_{\max}/A 计算出马氏硬度。马氏硬度是测定10个部位所得到的值的算术平均值。需要说明的是,测定值中包含偏离算术平均值±20%以上的值

时,将该测定值除去后再次进行测定。关于测定值中是否存在偏离算术平均值 $\pm 20\%$ 以上的值,将测定值设为A、算术平均值设为B时,通过由 $(A-B)/B \times 100$ 求出的值(%)是否为 $\pm 20\%$ 以上来判断。

[0116] (测定条件)

[0117] • 控制方法:位移控制

[0118] • 载荷速度:10nm/秒

[0119] • 保持时间:5秒

[0120] • 卸载速度:10nm/秒

[0121] • 测定温度: $23 \pm 5^\circ\text{C}$

[0122] • 测定湿度:30%~70%

[0123] 功能层31的马氏硬度优选为375MPa以上1500MPa以下。若功能层31的马氏硬度为375MPa以上,则能够得到良好的硬度,若为1500MPa以下,则能够得到良好的折叠性能。

[0124] 功能层31的膜厚优选为 $3\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下。若功能层31的膜厚为 $3\mu\text{m}$ 以上,则能够得到良好的硬度,另外若为 $10\mu\text{m}$ 以下,则能够抑制加工性变差。在功能层为多层结构的情况下,本说明书中的“功能层的膜厚”是指各功能层的膜厚合在一起的膜厚(总厚)。功能层31的膜厚的下限更优选为 $4\mu\text{m}$ 以上、或 $5\mu\text{m}$ 以上,上限更优选为 $8\mu\text{m}$ 以下、或 $7\mu\text{m}$ 以下。

[0125] 关于功能层31的膜厚,使用扫描透射型电子显微镜(STEM)或透射型电子显微镜(TEM)对功能层31的截面进行拍摄,在其截面的图像中测定10个部位的功能层31的膜厚,采用该10个部位的膜厚的算术平均值。在测定功能层31的膜厚时,首先,准备通过与树脂层10相同的方法所制作的测定样品。之后,使用扫描透射型电子显微镜(STEM)(例如,产品名“S-4800”、株式会社日立高新技术制造)拍摄测定样品的截面照片。在使用上述S-4800拍摄截面照片时,将检测器设定为“TE”、加速电压设定为“30kV”、发射电流设定为“10 μA ”来进行截面观察。关于倍率,调节焦距,并一边观察是否可区分各层一边以5000倍~20万倍适当地调节对比度和亮度。优选的倍率为1万倍~10万倍,更优选的倍率为1万倍~5万倍,最优选的倍率为2.5万倍~5万倍。需要说明的是,在使用上述S-4800拍摄截面照片时,可以进一步将光束监视光圈设定为“3”,将物镜光圈设定为“3”,并且将W.D.设定为“8mm”。在测定功能层的膜厚时,在进行截面观察时,能够尽可能地明确观察功能层与其他层(例如树脂层)的界面对比度很重要。假设对比度不足、难以看到该界面的情况下,若利用四氧化锇、四氧化钨、磷钨酸等实施染色处理,则有机层间的界面容易看到,因此也可以进行染色处理。另外,界面的对比度为高倍率时,有时难以判明。该情况下,同时也以低倍率进行观察。例如,以2.5万倍和5万倍、5万倍和10万倍等高低2个倍率进行观察,以两倍率求出上述算术平均值,进而将其平均值作为功能层的膜厚的值。

[0126] 功能层31优选进一步含有树脂和分散于树脂中的无机颗粒。

[0127] <树脂>

[0128] 树脂包含聚合性化合物(固化性化合物)的聚合物(固化物)。聚合性化合物是在分子内具有至少1个聚合性官能团的化合物。作为聚合性官能团,可以举出例如(甲基)丙烯酰基、乙烯基、烯丙基等烯键式不饱和基团。

[0129] 作为聚合性化合物,优选多官能(甲基)丙烯酸酯。作为上述多官能(甲基)丙烯酸酯,可以举出例如三羟甲基丙烷三(甲基)丙烯酸酯、三丙二醇二(甲基)丙烯酸酯、二乙二醇

二(甲基)丙烯酸酯、二丙二醇二(甲基)丙烯酸酯、季戊四醇三(甲基)丙烯酸酯、季戊四醇四(甲基)丙烯酸酯、二季戊四醇六(甲基)丙烯酸酯、1,6-己二醇二(甲基)丙烯酸酯、新戊二醇二(甲基)丙烯酸酯、双三羟甲基丙烷四(甲基)丙烯酸酯、二季戊四醇五(甲基)丙烯酸酯、三季戊四醇八(甲基)丙烯酸酯、四季戊四醇十(甲基)丙烯酸酯、异氰脲酸三(甲基)丙烯酸酯、异氰脲酸二(甲基)丙烯酸酯、聚酯三(甲基)丙烯酸酯、聚酯二(甲基)丙烯酸酯、双酚二(甲基)丙烯酸酯、双甘油四(甲基)丙烯酸酯、二(甲基)丙烯酸金刚烷基酯、二(甲基)丙烯酸异冰片酯、二环戊烷二(甲基)丙烯酸酯、三环癸烷二(甲基)丙烯酸酯、或用PO、EO、己内酯等对它们进行改性而得到的物质。

[0130] 其中,出于可适当地满足上述马氏硬度的原因,优选3~6官能的物质,例如优选季戊四醇三丙烯酸酯(PETA)、二季戊四醇六丙烯酸酯(DPHA)、季戊四醇四丙烯酸酯(PETTA)、二季戊四醇五丙烯酸酯(DPPA)、三羟甲基丙烷三(甲基)丙烯酸酯、三季戊四醇八(甲基)丙烯酸酯、四季戊四醇十(甲基)丙烯酸酯等。需要说明的是,本说明书中,(甲基)丙烯酸酯是指丙烯酸酯和甲基丙烯酸酯。

[0131] 需要说明的是,为了调节硬度或组合物的粘度、改善密合性等,可以进一步包含单官能(甲基)丙烯酸酯单体。作为上述单官能(甲基)丙烯酸酯单体,可以举出例如丙烯酸羟乙酯(HEA)、甲基丙烯酸缩水甘油酯、甲氧基聚乙二醇(甲基)丙烯酸酯、(甲基)丙烯酸异硬脂酯、琥珀酸2-丙烯酸酐氧基乙酯、丙烯酸酐吗啉、N-丙烯酸酐氧基乙基六氢邻苯二甲酰亚胺、丙烯酸环己酯、丙烯酸四氢呋喃酯、丙烯酸异冰片酯、丙烯酸苯氧基乙酯和丙烯酸金刚烷基酯等。

[0132] 从提高树脂层的硬度的方面出发,上述单体的重均分子量优选小于1000、更优选为200以上800以下。另外,上述聚合性低聚物的重均分子量优选为1000以上2万以下、更优选为1000以上1万以下、进一步优选为2000以上7000以下。

[0133] <无机颗粒>

[0134] 作为无机颗粒,只要能够提高硬度就没有特别限定,从得到优异的硬度的方面出发,优选二氧化硅颗粒。二氧化硅颗粒中,优选活性二氧化硅颗粒。上述活性二氧化硅颗粒是能够与上述多官能(甲基)丙烯酸酯之间构成交联结构的二氧化硅颗粒,通过含有该活性二氧化硅颗粒,能够充分提高功能层31的硬度。

[0135] 上述活性二氧化硅颗粒优选在其表面具有反应性官能团,作为该反应性官能团,优选使用例如上述的聚合性官能团。

[0136] 作为上述活性二氧化硅颗粒,没有特别限定,可以使用现有公知的活性二氧化硅颗粒,可以举出例如日本特开2008-165040号公报中记载的活性二氧化硅颗粒等。另外,作为上述活性二氧化硅颗粒的市售品,可以举出例如MIBK-SD、MIBK-SD-MS、MIBK-SD-L、MIBK-SD-ZL(均为日产化学工业株式会社制造)、V8802、V8803(均为日挥触媒化成株式会社制造)等。

[0137] 另外,上述二氧化硅颗粒可以为球形二氧化硅颗粒,但优选为异形二氧化硅颗粒。也可以将球形二氧化硅颗粒与异形二氧化硅颗粒混合。需要说明的是,本说明书中的“球形二氧化硅颗粒”是指例如正球状、椭球状等的二氧化硅颗粒,另外,“异形二氧化硅颗粒”是指表面具有马铃薯状(截面观察时的纵横比为1.2以上40以下)的无规凹凸的形状的二氧化硅颗粒。上述异形二氧化硅颗粒由于其表面积与球形二氧化硅颗粒相比更大,因而通过含

有这样的异形二氧化硅颗粒,与上述多官能(甲基)丙烯酸酯等的接触面积增大,能够提高上述硬涂层的硬度。功能层中含有的二氧化硅颗粒是否为异形二氧化硅颗粒可以通过利用透射型电子显微镜(TEM)或扫描透射型电子显微镜(STEM)观察功能层的截面来确认。

[0138] 上述二氧化硅颗粒的平均粒径优选为5nm以上200nm以下。若二氧化硅颗粒的平均粒径为5nm以上,则颗粒自身的制造不会变得困难,能够抑制颗粒彼此的凝聚,并且不会难以形成异形。另一方面,若上述异形二氧化硅颗粒的平均粒径为200nm以下,则能够抑制功能层形成大的凹凸,并且还能抑制雾度的上升。在二氧化硅颗粒为球形二氧化硅颗粒的情况下,关于二氧化硅颗粒的平均粒径,由使用透射型电子显微镜(TEM)或扫描透射型电子显微镜(STEM)拍摄的颗粒的截面图像对20个颗粒的粒径进行测定,采用20个颗粒的粒径的算术平均值。另外,在二氧化硅颗粒为异形二氧化硅颗粒的情况下,关于二氧化硅颗粒的平均粒径,由使用透射型电子显微镜(TEM)或扫描透射型电子显微镜(STEM)拍摄的硬涂层的截面图像对颗粒的外周的2点间距离的最大值(长径)和最小值(短径)进行测定,进行平均而求出粒径,采用20个颗粒的粒径的算术平均值。

[0139] 通过控制上述无机颗粒的尺寸和混配量,能够控制功能层31的硬度(马氏硬度)。例如,在形成功能层31的情况下,上述二氧化硅颗粒优选直径为5nm以上200nm以下,相对于上述聚合性化合物100质量份为25~60质量份。

[0140] 功能层31可以在满足上述马氏硬度的范围内包含上述材料以外的材料,例如,作为树脂成分的材料,可以包含通过电离射线的照射而形成固化物的聚合性单体、聚合性低聚物等。作为上述聚合性单体或聚合性低聚物,可以举出例如分子中具有自由基聚合性不饱和基团的(甲基)丙烯酸酯单体、或者分子中具有自由基聚合性不饱和基团的(甲基)丙烯酸酯低聚物。作为上述分子中具有自由基聚合性不饱和基团的(甲基)丙烯酸酯单体、或者分子中具有自由基聚合性不饱和基团的(甲基)丙烯酸酯低聚物,可以举出例如氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯、聚酯(甲基)丙烯酸酯、环氧(甲基)丙烯酸酯、三聚氰胺(甲基)丙烯酸酯、聚氟代烷基(甲基)丙烯酸酯、有机硅(甲基)丙烯酸酯等单体或低聚物。这些聚合性单体或聚合性低聚物可以使用1种或将2种以上组合使用。其中,优选多官能(6官能以上)、重均分子量为1000~1万的氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯。

[0141] 功能层31可以进一步包含紫外线吸收剂、光谱透射率调节剂和/或防污剂。

[0142] <<<其他光学膜>>>

[0143] 图3所示的光学膜30不具备基材,但也可以如图5所示的光学膜50那样具备基材。如图5所示,光学膜50依次具备树脂层10、树脂基材51和功能层52。树脂基材51优选设置于树脂层10的第1面10A侧。需要说明的是,在光学膜50中,树脂层10直接设置于树脂基材51,但也可以藉由粘合层贴附于树脂基材上。

[0144] 光学膜50的表面50A成为功能层52的表面52A。本说明书中,光学膜的表面以意指光学膜的单侧的面的表面来使用,与光学膜的表面相反一侧的面被称为背面,与光学膜的表面进行区分。光学膜50的背面50B成为树脂层10的第2面10B。

[0145] 光学膜50也与光学膜30同样地可折叠。优选的折叠次数、优选的相向边部的间隔 Φ 和连续折叠试验的条件与光学膜30相同,因此此处省去说明。

[0146] 对于光学膜50的表面50A(功能层52的表面52A),利用JIS K5600-5-4:1999中规定的铅笔硬度试验测定时的硬度(铅笔硬度)优选为2B以上。光学膜50的铅笔硬度通过与光学

膜30的铅笔硬度相同的方法进行测定。

[0147] 光学膜50的黄色指数(YI)优选为15以下。若光学膜50的YI为15以下,则能够抑制光学膜的黄色调,能够应用于要求透明性的用途中。光学膜50的黄色指数(YI)的上限更优选为10以下、5以下、或者1.5以下。黄色指数(YI)为如下算出的值:在温度为 $23\pm 5^{\circ}\text{C}$ 和相对湿度为30%以上70%以下的环境下,在按照切成 $50\text{mm}\times 100\text{mm}$ 尺寸的光学膜的树脂层侧为光源侧的方式配置在分光光度计(例如,产品名“UV-2450”、岛津制作所公司制造、光源:钨灯和氙灯)内的状态下,根据由此测定的光学膜的波长 $300\text{nm}\sim 780\text{nm}$ 的透射率按照JIS Z8722:2009中记载的运算式计算色度三刺激值X、Y、Z,由三刺激值X、Y、Z按照ASTM D1925:1962中记载的运算式算出黄色指数(YI)。光学膜50的黄色指数(YI)的上限更优选为10以下。上述黄色指数(YI)如下:对一张光学膜测定三次,将测定三次而得到的值的算术平均值作为黄色指数(YI)。需要说明的是,在UV-2450下,黄色指数如下算出:在与UV-2450连接的监视器上,读取上述透射率的测定数据,在计算项目中对“YI”的项目进行确认,由此算出黄色指数。波长 $300\text{nm}\sim 780\text{nm}$ 的透射率的测定如下:在下述条件下,测定波长 $300\text{nm}\sim 780\text{nm}$ 条件下在各自前后 1nm 之间测定最低5个点的透射率,算出其平均值,由此求出。另外,如果光谱透射率的光谱中出现波纹度,可以利用 $\Delta 5.0\text{nm}$ 进行平滑化处理。

[0148] (测定条件)

[0149] • 波长区域: $300\text{nm}\sim 780\text{nm}$

[0150] • 扫描速度: 高速

[0151] • 狭缝宽度: 2.0

[0152] • 采样间隔: 自动(0.5nm 间隔)

[0153] • 照明: C

[0154] • 光源: D2和WI

[0155] • 视野: 2°

[0156] • 光源切换波长: 360nm

[0157] • S/R切换: 标准

[0158] • 检测器: PM

[0159] • 自动归零: 扫描基线后以 550nm 实施

[0160] 出于与树脂层10的栏中说明的理由同样的理由,光学膜50的总光线透射率优选为85%以上、优选为87%以上、或90%以上。光学膜50的总光线透射率通过与树脂层10的总光线透射率的测定方法相同的方法进行测定。

[0161] 出于与树脂层10的栏中说明的理由同样的理由,光学膜50的雾度值(总雾度值)优选为3.0%以下、更优选为2.0%以下、1.5%以下、1.0%以下或0.5%以下。光学膜50的雾度值通过与树脂层10的雾度值的测定方法相同的方法进行测定。

[0162] <<树脂基材>>

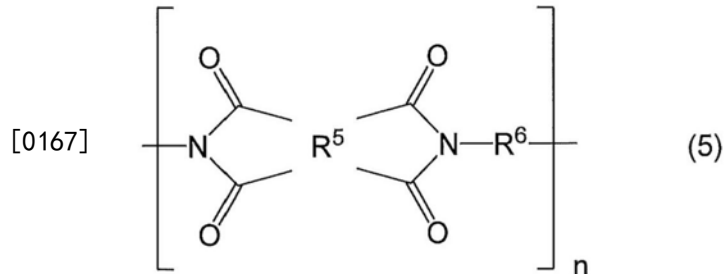
[0163] 树脂基材51具有透光性。树脂基材51优选包含例如选自由聚酰亚胺系树脂、聚酰胺酰亚胺系树脂、聚酰胺系树脂和聚酯系树脂(例如聚对苯二甲酸乙二醇酯树脂、聚萘二甲酸乙二醇酯树脂)组成的组中的1种以上的树脂。

[0164] 在这些树脂中,从不仅在连续折叠试验中不易产生裂纹或断裂、还具有优异的硬度和透明性、并且耐热性也优异、通过烧制还能够赋予更优异的硬度和透明性的方面出发,

优选聚酰亚胺系树脂、聚酰胺系树脂或它们的混合物。

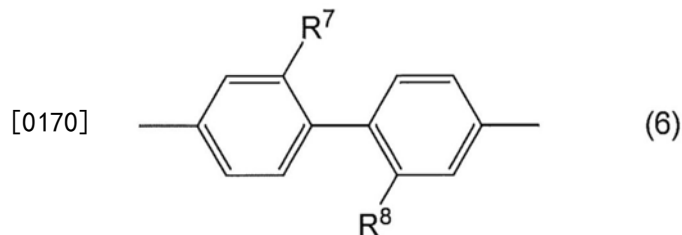
[0165] 聚酰亚胺系树脂是使四羧酸成分与二胺成分反应而得到的。作为聚酰亚胺系树脂,没有特别限定,例如,从具有优异的透光性和优异的刚性的观点出发,优选具有选自自由下述通式(5)和下述通式(7)所表示的结构组成的组中的至少1种结构。

[0166] [化5]



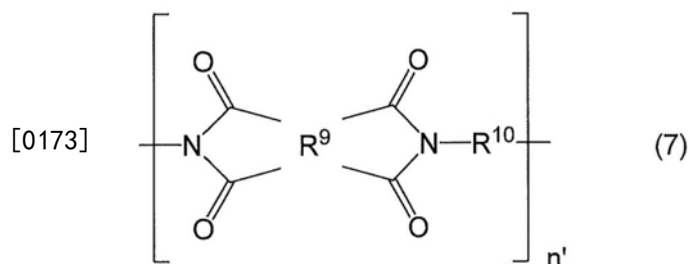
[0168] 上述通式(5)中, R^5 表示作为四羧酸残基的4价基团, R^6 表示选自自由反式环己二胺残基、反式-1,4-双亚甲基环己二胺残基、4,4'-二氨基二苯砜残基、3,4'-二氨基二苯砜残基、和下述通式(6)所示的2价基团组成的组中的至少一种2价基团。 n 表示重复单元数,为1以上。本说明书中,“四羧酸残基”是指从四羧酸除去4个羧基后的残基,表示与从四羧酸二酐除去二酐结构后的残基相同的结构。另外,“二胺残基”是指从二胺除去2个氨基后的残基。

[0169] [化6]



[0171] 上述通式(6)中, R^7 和 R^8 各自独立地表示氢原子、烷基、或全氟烷基。

[0172] [化7]



[0174] 上述通式(7)中, R^9 表示选自自由环己烷四羧酸残基、环戊烷四羧酸残基、二环己烷-3,4,3',4'-四羧酸残基和4,4'-(六氟异亚丙基)二邻苯二甲酸残基组成的组中的至少一种4价基团, R^{10} 表示作为二胺残基的2价基团。 n' 表示重复单元数,为1以上。

[0175] 上述通式(5)中的 R^5 为四羧酸残基,可以为从上述例示的四羧酸二酐除去二酐结构后的残基。作为上述通式(5)中的 R^5 ,其中,从提高透光性且提高刚性的方面出发,优选包含选自自由4,4'-(六氟异亚丙基)二邻苯二甲酸残基、3,3',4,4'-联苯四羧酸残基、均苯四羧酸残基、2,3',3,4'-联苯四羧酸残基、3,3',4,4'-二苯甲酮四羧酸残基、3,3',4,4'-二苯砜

四羧酸残基、4,4'-氧二邻苯二甲酸残基、环己烷四羧酸残基和环戊烷四羧酸残基组成的组中的至少一种,进一步优选包含选自4,4'-(六氟异亚丙基)二邻苯二甲酸残基、4,4'-氧二邻苯二甲酸残基和3,3',4,4'-二苯砜四羧酸残基组成的组中的至少一种。

[0176] R^5 中,优选包含合计为50摩尔%以上的这些优选的残基,进一步优选包含70摩尔%以上、更进一步优选包含90摩尔%以上。

[0177] 另外,作为 R^5 ,还优选将下述组A与组B混合使用,组A为选自3,3',4,4'-联苯四羧酸残基、3,3',4,4'-二苯甲酮四羧酸残基和均苯四羧酸残基组成的组中的至少一种这样的适于提高刚性的四羧酸残基组,组B为选自4,4'-(六氟异亚丙基)二邻苯二甲酸残基、2,3',3,4'-联苯四羧酸残基、3,3',4,4'-二苯砜四羧酸残基、4,4'-氧二邻苯二甲酸残基、环己烷四羧酸残基和环戊烷四羧酸残基组成的组中的至少一种这样的适于提高透明性的四羧酸残基组。

[0178] 该情况下,关于上述适于提高刚性的四羧酸残基组(组A)与适于提高透明性的四羧酸残基组(组B)的含有比例,相对于适于提高透明性的四羧酸残基组(组B)1摩尔,上述适于提高刚性的四羧酸残基组(组A)优选为0.05摩尔以上9摩尔以下、进一步优选为0.1摩尔以上5摩尔以下、更进一步优选为0.3摩尔以上4摩尔以下。

[0179] 作为上述通式(5)中的 R^2 ,其中,从提高透光性且提高刚性的方面出发,优选为选自4,4'-二氨基二苯砜残基、3,4'-二氨基二苯砜残基和上述通式(6)所示的2价基团组成的组中的至少一种2价基团,进一步优选为选自4,4'-二氨基二苯砜残基、3,4'-二氨基二苯砜残基、以及 R^7 和 R^8 为全氟烷基的上述通式(6)所示的2价基团组成的组中的至少一种2价基团。

[0180] 作为上述通式(7)中的 R^9 ,其中,从提高透光性且提高刚性的方面出发,优选包含4,4'-(六氟异亚丙基)二邻苯二甲酸残基、3,3',4,4'-二苯砜四羧酸残基和氧二邻苯二甲酸残基。

[0181] R^9 中,优选包含50摩尔%以上的这些优选的残基,进一步优选包含70摩尔%以上、更进一步优选包含90摩尔%以上。

[0182] 上述通式(7)中的 R^{10} 为二胺残基,可以为从上述例示的二胺除去2个氨基后的残基。作为上述通式(7)中的 R^{10} ,其中,从提高透光性且提高刚性的方面出发,优选包含选自2,2'-双(三氟甲基)联苯胺残基、双[4-(4-氨基苯氧基)苯基]砜残基、4,4'-二氨基二苯砜残基、2,2'-双[4-(4-氨基苯氧基)苯基]六氟丙烷残基、双[4-(3-氨基苯氧基)苯基]砜残基、4,4'-二氨基-2,2'-双(三氟甲基)二苯醚残基、1,4-双[4-氨基-2-(三氟甲基)苯氧基]苯残基、2,2'-双[4-(4-氨基-2-三氟甲基苯氧基)苯基]六氟丙烷残基、4,4'-二氨基-2-(三氟甲基)二苯醚残基、4,4'-二氨基苯酰替苯胺残基、 N,N' -双(4-氨基苯基)对苯二甲酰胺残基和9,9-双(4-氨基苯基)芴残基组成的组中的至少一种2价基团,进一步优选包含选自2,2'-双(三氟甲基)联苯胺残基、双[4-(4-氨基苯氧基)苯基]砜残基和4,4'-二氨基二苯砜残基组成的组中的至少一种2价基团。

[0183] R^{10} 中,优选包含合计为50摩尔%以上的这些优选的残基,进一步优选包含70摩尔%以上、更进一步优选包含90摩尔%以上。

[0184] 另外,作为 R^{10} ,还优选将下述组C与组D混合使用,组C为选自双[4-(4-氨基苯氧基)苯基]砜残基、4,4'-二氨基苯酰替苯胺残基、 N,N' -双(4-氨基苯基)对苯二甲酰胺残基、

对苯二胺残基、间苯二胺残基和4,4'-二氨基二苯基甲烷残基组成的组中的至少一种这样的适于提高刚性的二胺残基组,组D为选自由2,2'-双(三氟甲基)联苯胺残基、4,4'-二氨基二苯砜残基、2,2-双[4-(4-氨基苯氧基)苯基]六氟丙烷残基、双[4-(3-氨基苯氧基)苯基]砜残基、4,4'-二氨基-2,2'-双(三氟甲基)二苯醚残基、1,4-双[4-氨基-2-(三氟甲基)苯氧基]苯残基、2,2-双[4-(4-氨基-2-三氟甲基苯氧基)苯基]六氟丙烷残基、4,4'-二氨基-2-(三氟甲基)二苯醚残基和9,9-双(4-氨基苯基)芴残基组成的组中的至少一种这样的适于提高透明性的二胺残基组。

[0185] 该情况下,关于上述适于提高刚性的二胺残基组(组C)与适于提高透明性的二胺残基组(组D)的含有比例,相对于适于提高透明性的二胺残基组(组D)1摩尔,上述适于提高刚性的二胺残基组(组C)优选为0.05摩尔以上9摩尔以下、进一步优选为0.1摩尔以上5摩尔以下、更优选为0.3摩尔以上4摩尔以下。

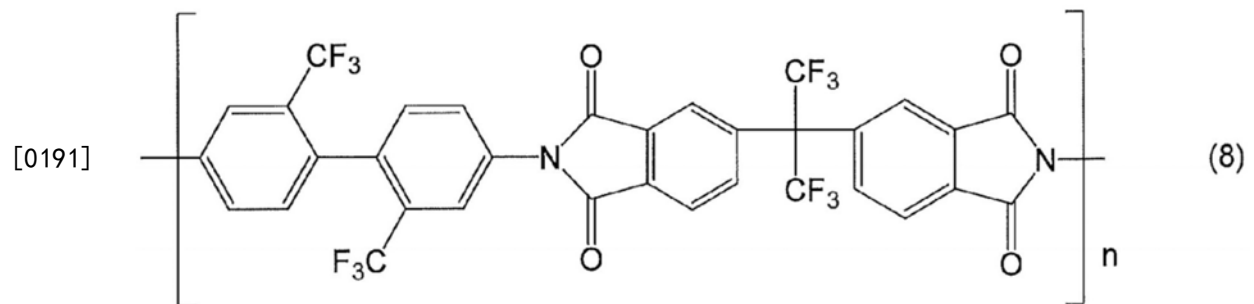
[0186] 上述通式(5)和上述通式(7)所示的结构中,n和n'各自独立地表示重复单元数,为1以上。关于聚酰亚胺中的重复单元数n,按照显示出后述的优选玻璃化转变温度的方式根据结构适当选择即可,没有特别限定。平均重复单元数通常为10~2000、进一步优选为15~1000。

[0187] 另外,聚酰亚胺系树脂可以在其一部分中包含聚酰胺结构。作为可以包含的聚酰胺结构,可以举出例如包含偏苯三酸酐之类的三羧酸残基的聚酰胺酰亚胺结构、或包含对苯二甲酸之类的二羧酸残基的聚酰胺结构。

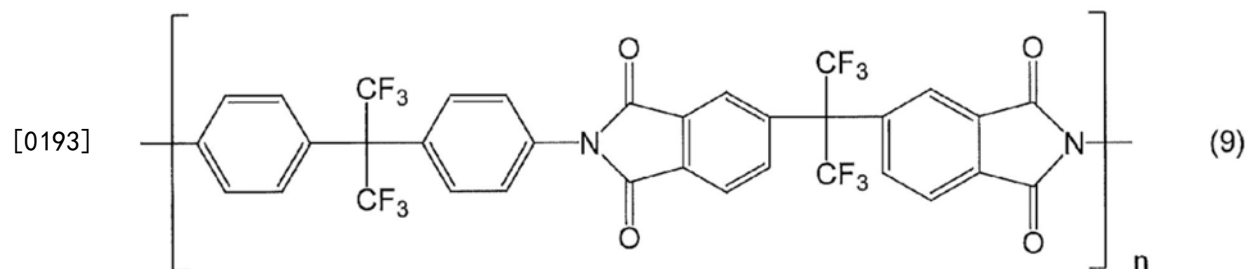
[0188] 从耐热性的方面出发,聚酰亚胺系树脂的玻璃化转变温度优选为250℃以上、进一步优选为270℃以上。另一方面,从拉伸容易性或烘烤温度降低的方面出发,玻璃化转变温度优选为400℃以下、进一步优选为380℃以下。

[0189] 作为聚酰亚胺系树脂,可以举出例如具有下述化学式所示的结构的化合物。下述化学式中,n为重复单元,表示2以上的整数。

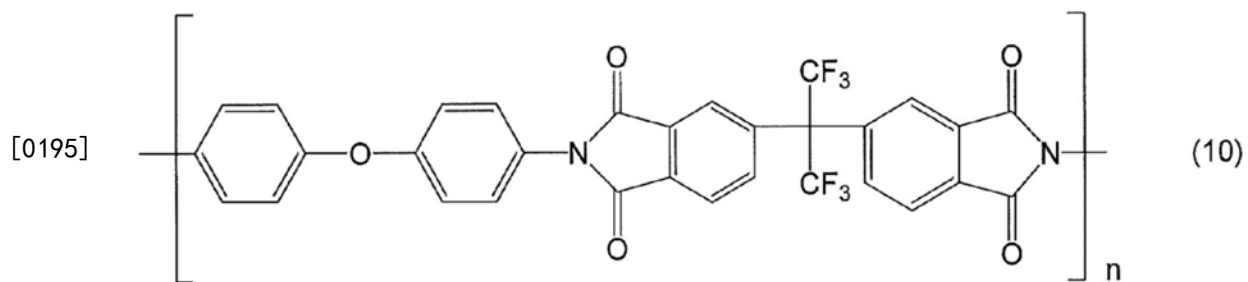
[0190] [化8]



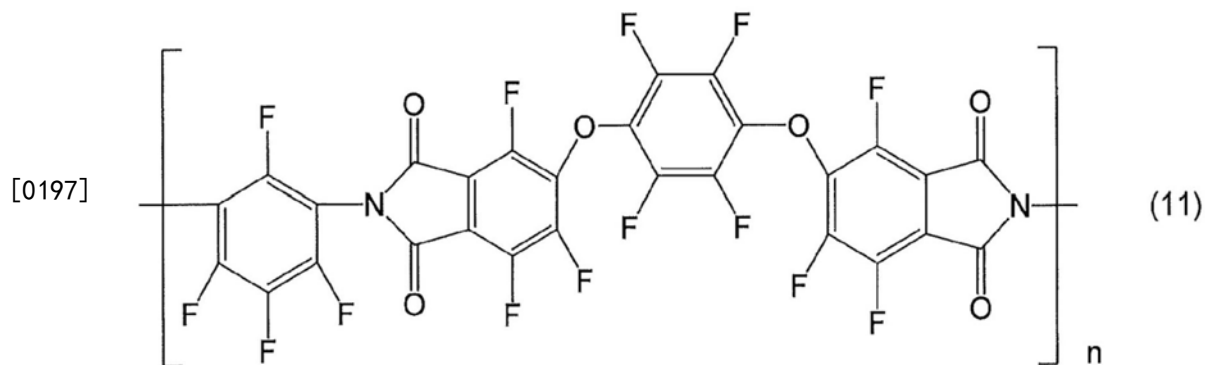
[0192] [化9]



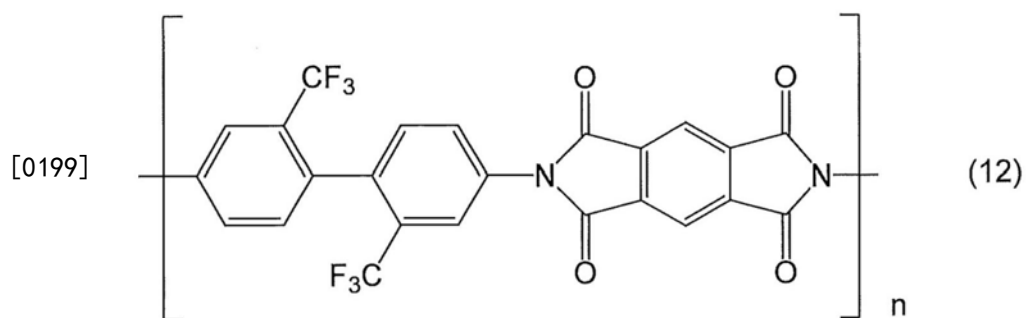
[0194] [化10]



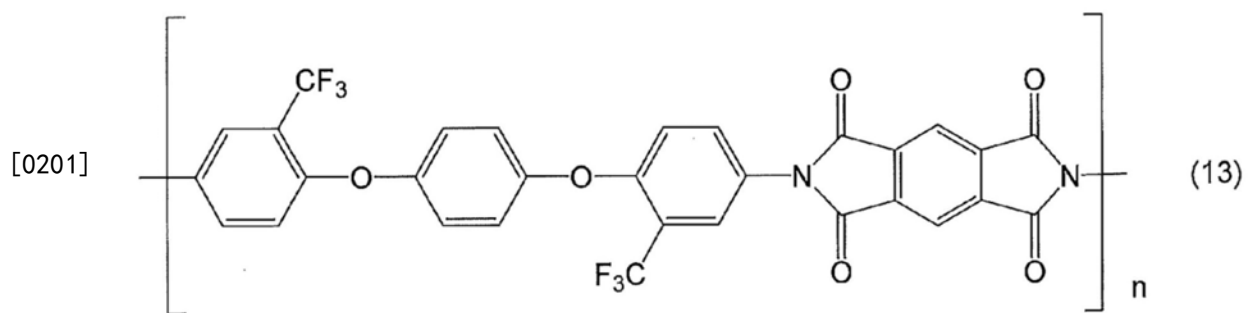
[0196] [化11]



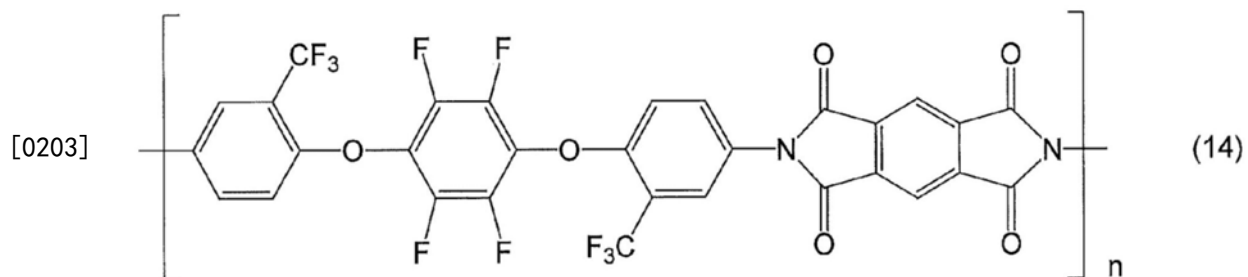
[0198] [化12]



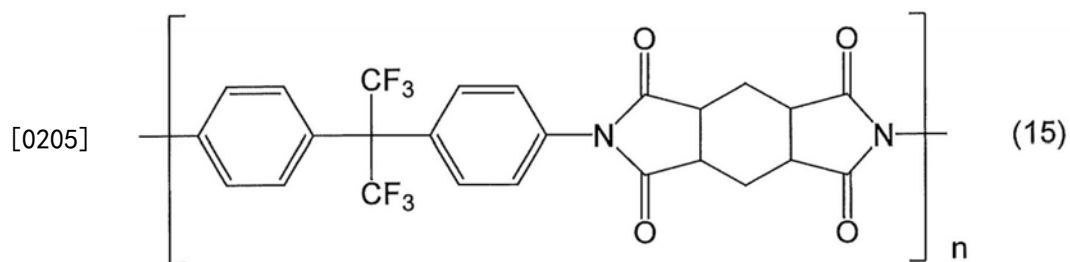
[0200] [化13]



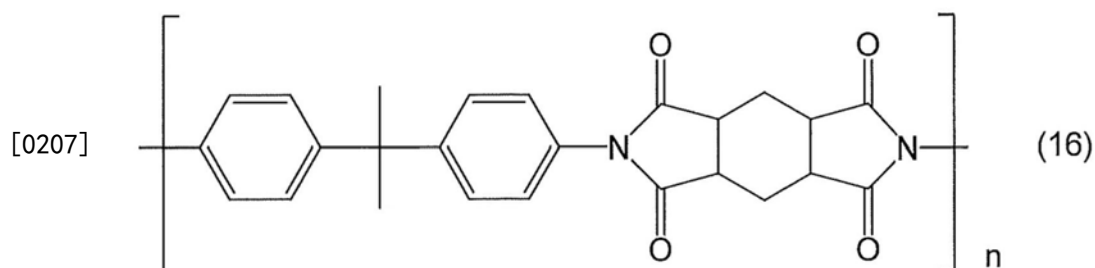
[0202] [化14]



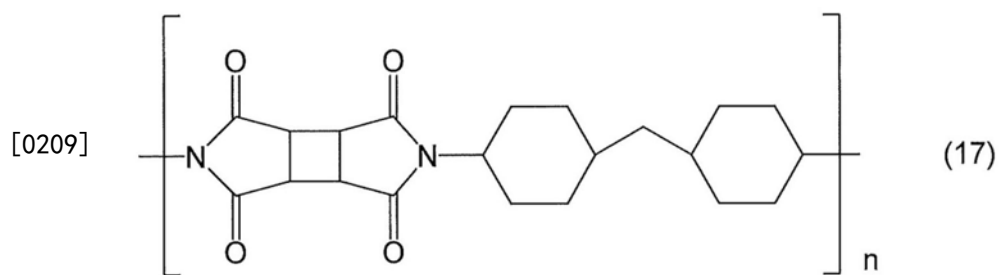
[0204] [化15]



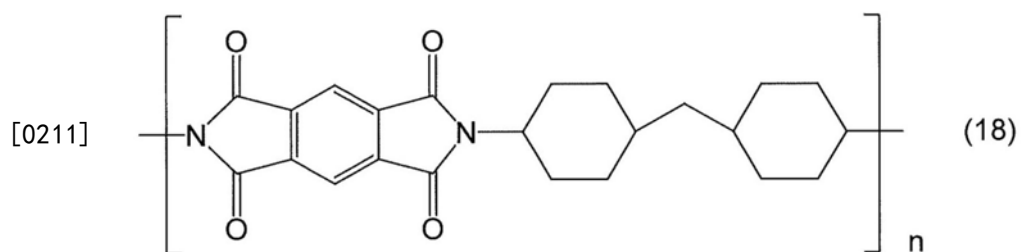
[0206] [化16]



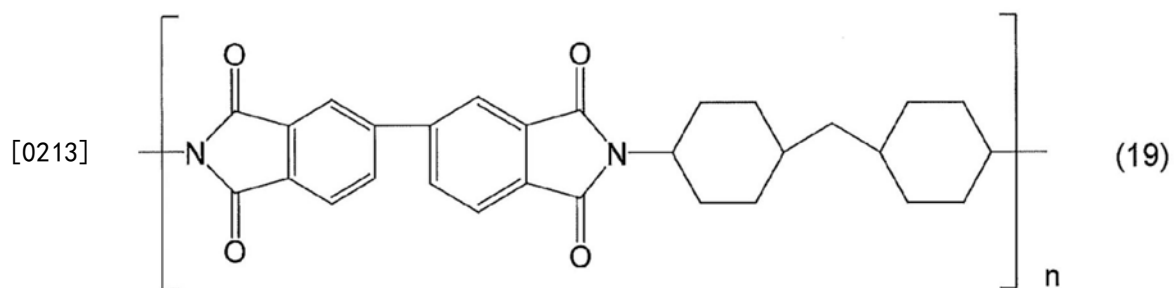
[0208] [化17]



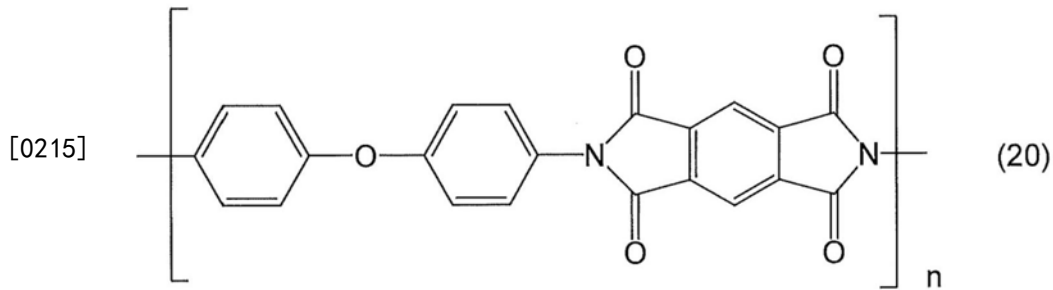
[0210] [化18]



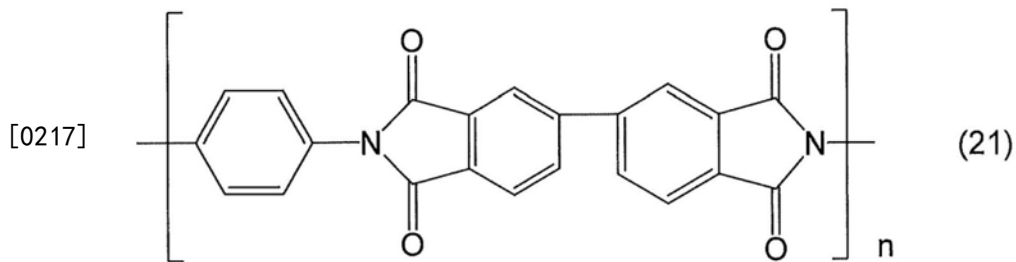
[0212] [化19]



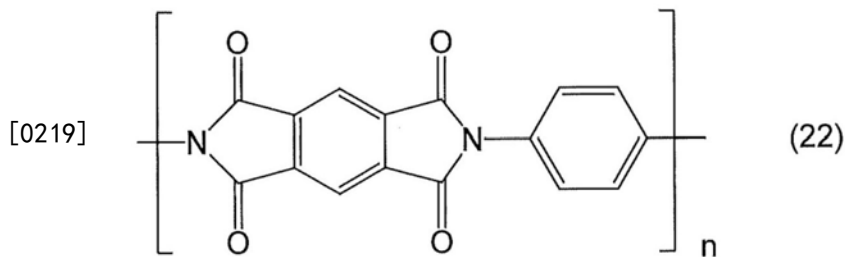
[0214] [化20]



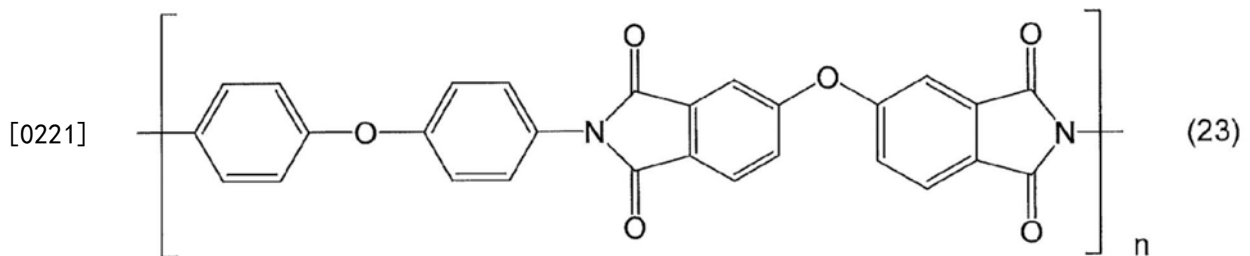
[0216] [化21]



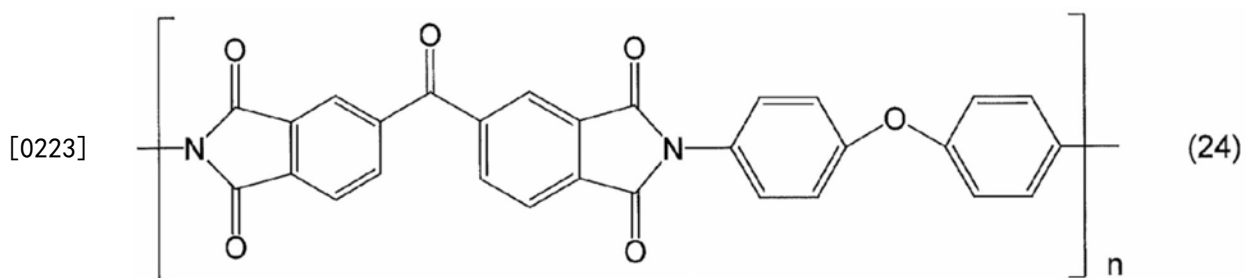
[0218] [化22]



[0220] [化23]



[0222] [化24]



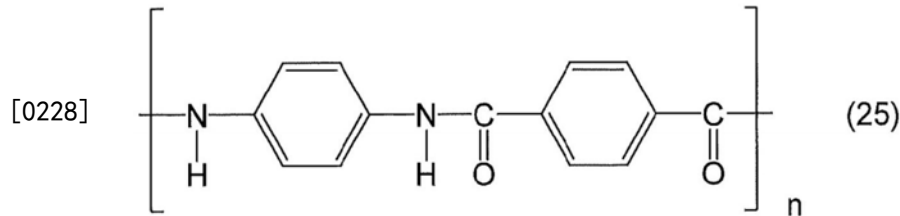
[0224] 上述聚酰亚胺系树脂中,从具有优异的透明性出发,优选具有不易发生分子内或分子间的电荷迁移的结构聚酰亚胺系树脂或聚酰胺系树脂,具体而言,可以举出上述化学式(8)~(15)等氟化聚酰亚胺系树脂、上述式(15)~(19)等具有脂环结构的聚酰亚胺系树脂。

[0225] 另外,对于上述化学式(8)~(15)等的氟化聚酰亚胺系树脂,由于具有氟化的结

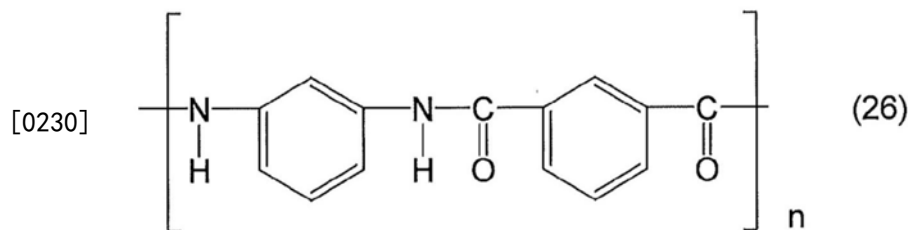
构,因此,具有高耐热性,也不会因制造包含聚酰亚胺系树脂的聚酰亚胺膜时的热而发生着色,因此具有优异的透明性。

[0226] 聚酰胺系树脂是不仅包含脂肪族聚酰胺、还包含芳香族聚酰胺(芳族聚酰胺)的概念。作为聚酰胺系树脂,可以举出例如具有下述化学式(25)~(27)所示的骨架的化合物。需要说明的是,下式中,n为重复单元,表示2以上的整数。

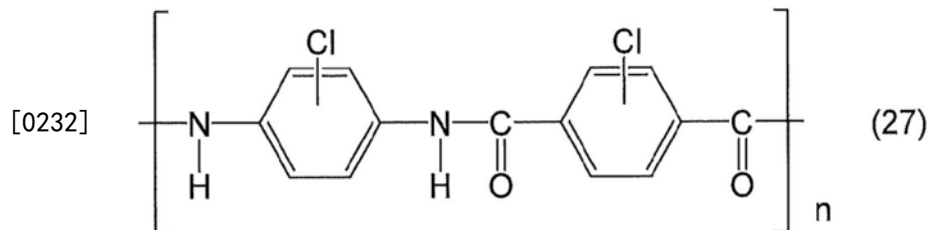
[0227] [化25]



[0229] [化26]



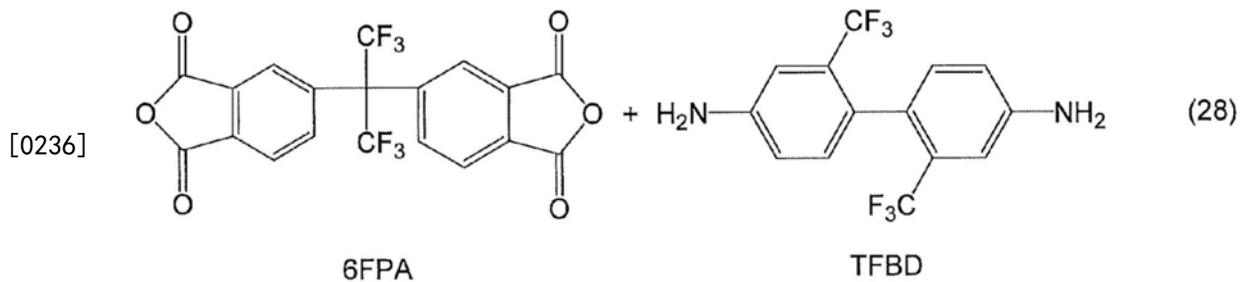
[0231] [化27]



[0233] 包含由上述化学式(8)~(24)和(27)所示的聚酰亚胺系树脂或聚酰胺系树脂的基材也可以使用市售的基材。作为包含上述聚酰亚胺系树脂的基材的市售品,可以举出例如三菱瓦斯化学株式会社制造的Neoprim(注册商标)等,作为包含上述聚酰胺系树脂的基材的市售品,可以举出例如东丽株式会社制造的Mictron(注册商标)等。

[0234] 另外,上述化学式(8)~(24)和(27)所示的聚酰亚胺系树脂或聚酰胺系树脂也可以使用利用公知的方法合成的树脂。例如,上述化学式(8)所示的聚酰亚胺系树脂的合成方法记载于日本特开2009-132091中,具体而言,可以通过使下述化学式(28)所示的4,4'-六氟亚丙基二邻苯二甲酸酐(FPA)与2,2'-双(三氟甲基)-4,4'-二氨基联苯(TFDB)反应而得到。

[0235] [化28]



[0237] 上述聚酰亚胺系树脂或聚酰胺系树脂的重均分子量优选为3000以上50万以下的范围、更优选为5000以上30万以下的范围、进一步优选为1万以上20万以下的范围。若重均分子量小于3000,有时无法得到充分的强度,若超过50万,则粘度上升、溶解性降低,因此有时无法得到表面平滑、膜厚均匀的基材。需要说明的是,本说明书中,“重均分子量”是指通过凝胶渗透色谱(GPC)测定的聚苯乙烯换算值。

[0238] 关于树脂基材51,从能够使硬度提高的方面出发,优选使用包含上述化学式(8)~(15)等所示的氟化聚酰亚胺系树脂或上述化学式(27)等具有卤素基的聚酰胺系树脂的基材。其中,从能够进一步提高硬度的方面出发,更优选使用包含上述化学式(8)所示的聚酰亚胺系树脂的基材。

[0239] 作为聚酯系树脂,可以举出例如以聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚对苯二甲酸丙二醇酯、聚对苯二甲酸丁二醇酯、聚萘二甲酸乙二醇酯中的至少一种作为构成成分的树脂等。

[0240] 树脂基材51的厚度优选为10 μm 以上100 μm 以下。若树脂基材51的厚度为10 μm 以上,则能够抑制光学膜的卷曲,并且能够得到充分的硬度,进而即使在通过卷对卷方式制造光学膜的情况下,也难以产生褶皱,不用担心导致外观变差。另一方面,若树脂基材51的厚度为100 μm 以下,则光学膜50的折叠性能良好,能够满足连续折叠试验的条件,另外,在光学膜50的轻量化的方面优选。树脂基材51的厚度可以通过与树脂层10的膜厚相同的方法进行测定。树脂基材51的下限更优选为20 μm 以上、30 μm 以上、或40 μm 以上,树脂基材51的上限更优选为80 μm 以下、或50 μm 以下。

[0241] <功能层>

[0242] 功能层52与功能层31相同,因此此处省去说明。

[0243] <<<树脂层和光学膜的制造方法>>>

[0244] 树脂层10和光学膜30、50可以如下制造。在制作树脂层10和光学膜30的情况下,首先,利用棒涂机等涂布装置将树脂层用组合物涂布到防粘膜的一个面上,形成涂膜。

[0245] <<树脂层用组合物>>

[0246] 树脂层用组合物至少包含电离辐射固化性化合物。除了电离辐射固化性化合物以外,也可以进一步包含溶剂和聚合引发剂。电离辐射固化性化合物在树脂层10的栏中进行了说明,因此此处省去说明。

[0247] <溶剂>

[0248] 作为上述溶剂,可以举出醇(例如甲醇、乙醇、丙醇、异丙醇、正丁醇、仲丁醇、叔丁醇、苯甲醇、PGME、乙二醇、二丙酮醇)、酮(例如丙酮、甲基乙基酮、甲基异丁基酮、环戊酮、环己酮、庚酮、二异丁酮、二乙酮、二丙酮醇)、酯(乙酸甲酯、乙酸乙酯、乙酸丁酯、乙酸正丙酯、乙酸异丙酯、甲酸甲酯、PGMEA)、脂肪族烃(例如己烷、环己烷)、卤代烃(例如二氯甲烷、氯仿、四氯化碳)、芳香族烃(例如苯、甲苯、二甲苯)、酰胺(例如二甲基甲酰胺、二甲基乙酰胺、

N-甲基吡咯烷酮)、醚(例如二乙醚、二氧杂环己烷、四氢呋喃)、醚醇(例如1-甲氧基-2-丙醇)、碳酸酯(碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸甲乙酯)等。这些溶剂可以单独使用,也可以合用2种以上。其中,作为上述溶剂,从使氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯等成分以及其他添加剂溶解或分散、可适当地对树脂层用组合物进行涂布的方面出发,优选甲基异丁基酮、甲基乙基酮。

[0249] <聚合引发剂>

[0250] 聚合引发剂是通过电离射线照射被分解而产生自由基从而使聚合性化合物的聚合(交联)开始或进行的成分。

[0251] 聚合引发剂只要能够通过电离射线照射放出引发自由基聚合的物质就没有特别限定。作为聚合引发剂,没有特别限定,可以使用公知的聚合引发剂,具体例可以举出例如苯乙酮类、二苯甲酮类、米蚩苯甲酰苯甲酸酯、 α -戊脞酯、噻吨酮类、苯丙酮类、苯偶酰类、苯偶姻类、酰基氧化膦类。另外,优选混合光敏剂使用,作为其具体例,可以举出例如正丁胺、三乙胺、聚正丁基膦等。

[0252] 在形成树脂层用组合物的涂膜后,树脂层用组合物中包含溶剂时,通过利用各种公知的方法将涂膜在例如30℃以上120℃以下的温度下加热10秒~120秒而使其干燥,使溶剂蒸发。

[0253] 使涂膜干燥后,对涂膜照射紫外线等电离射线,使其固化。然后,剥离防粘膜,得到树脂层10。树脂层10满足上述关系式(1),这种树脂层10也可以如下获得:不仅仅是调节树脂层用组合物的组成,例如还从涂膜的单侧照射电离射线,同时适当调整电离射线的照射条件和/或聚合引发剂的种类及其量,由此也可以得到。

[0254] 另外,在形成光学膜30的情况下,在使树脂层用组合物的涂膜干燥后,对涂膜照射紫外线等电离射线,使涂膜半固化(半固)。本说明书中的“半固化”是指若进一步照射电离射线则固化实质上进行。

[0255] 之后,利用棒涂机等涂布装置将用于形成功能层31的功能层用组合物涂布到半固化的涂膜上,形成功能层用组合物的涂膜。

[0256] <<功能层用组合物>>

[0257] 功能层用组合物包含聚合性化合物。除此以外,功能层用组合物可以根据需要包含紫外线吸收剂、光谱透射率调节剂、防污剂、无机颗粒、流平剂、溶剂、聚合引发剂。溶剂和聚合引发剂与树脂层用组合物相同,因此此处省去说明。

[0258] 在形成功能层用组合物的涂膜后,通过利用各种公知的方法将涂膜在例如30℃以上120℃以下的温度下加热10秒~120秒而使其干燥,使溶剂蒸发。

[0259] 使功能层用组合物的涂膜干燥后,照射紫外线等电离射线,使涂膜完全固化(全固),形成功能层31。本说明书中的“完全固化”是指即使照射更多的电离射线,固化实质上也不进行。之后,剥离防粘膜,得到光学膜30。

[0260] 在形成光学膜50的情况下,例如,首先在树脂基材51的一个面侧形成功能层52。功能层52可以通过与功能层31相同的方法形成。然后,在树脂基材51中的与形成有功能层52的面相反一侧的面上,与上述同样地形成树脂层10。由此,可以得到光学膜50。

[0261] 在使树脂层为由硬度均匀的柔软树脂层构成的单层结构的情况下,虽然可得到良好的折叠性,但树脂层柔软,因此耐冲击性差。另一方面,在使树脂层为由硬度均匀的硬树

脂层构成的单层结构的情况下,虽然可得到良好的耐冲击性,但树脂层硬,因此折叠性差。另外,在使树脂层为柔软层与硬层的多层结构的情况下,折叠时在柔软层与硬层的界面处有可能产生剥离或裂纹,并且折叠时柔软层与硬层的变形产生差异,有可能产生褶皱。基于这种技术思想,本发明人发现,为了获得具有良好的折叠性、和在对光学膜的表面施加冲击时光学膜的表面不凹陷且图像显示装置中存在于光学膜内部的构件(例如偏振片)不产生损伤的良好的耐冲击性的树脂层,在单层结构的树脂层中,需要使硬度从一面到另一面缓慢地变化。根据本实施方式,由于单层结构的树脂层10的第1区域10C~第3区域10E中的位移量 $d_1 \sim d_3$ 满足 $d_1 < d_2 < d_3$ 的关系,因此能够得到良好的折叠性和良好的耐冲击性。

[0262] <<<图像显示装置>>>

[0263] 光学膜30可以组装到可折叠的图像显示装置中来使用。图6是本实施方式的图像显示装置的示意构成图。如图6所示,图像显示装置60朝向观察者侧主要依次层积有收纳有电池等的壳体61、显示元件62、圆偏振片63、触控传感器64和光学膜30。在壳体61与显示元件62之间、显示元件62与圆偏振片63之间、圆偏振片63与触控传感器64之间、触控传感器64与光学膜30之间配置有具有透光性的粘合层65或粘接层,这些构件由粘合层65或粘接层相互固定。需要说明的是,粘合层65配置于壳体61与显示元件62之间、显示元件62与圆偏振片63之间、圆偏振片63与触控传感器64之间、触控传感器64与光学膜50之间,但粘合层的配置部位只要在光学膜与显示元件之间就没有特别限定。

[0264] 光学膜30按照功能层31相较于树脂层10更靠近观察者侧的方式配置。在图像显示装置60中,光学膜30的表面30A构成了图像显示装置60的表面60A。

[0265] 在图像显示装置60中,显示元件62为包含有机发光二极管元件等的有机发光二极管元件。触控传感器64配置于相较于圆偏振片63更靠近观察者侧的位置,但也可以配置于显示元件62与圆偏振片63之间。另外,触控传感器64可以为外嵌方式或内嵌方式。作为粘合层65,可以使用例如OCA(Optical Clear Adhesive,光学透明胶)。

[0266] [第2实施方式]

[0267] 下面,参照附图对本发明的第2实施方式的光学膜和图像显示装置进行说明。图7是本实施方式的光学膜的示意性结构图,图8(A)和图8(B)是示意性地示出折叠静置试验的情况的图。

[0268] <<<光学膜>>>

[0269] 图7所示的光学膜70可折叠且具有透光性。光学膜70具有表面70A和与表面70A相反一侧的背面70B。另外,光学膜70具备树脂基材71、树脂层72和硬涂层73。在光学膜70中,树脂层72设置于相较于树脂基材71更靠近光学膜70的背面70B侧的位置,并且,硬涂层73设置于相较于树脂基材71更靠近光学膜70的表面70A侧的位置。具体而言,光学膜70从表面70A向背面70B依次具备硬涂层73、树脂基材71和树脂层72。

[0270] 光学膜70即便在进行了折叠静置试验的情况下也难以产生折痕。折叠静置试验和折痕的确认如下进行。首先,将光学膜70切成 $30\text{mm} \times 100\text{mm}$ 的尺寸。然后,为了再现图像显示装置内的状态,如图8(A)所示,将切出的光学膜70的包含相向的2条短边(30mm)侧的边部70C、70D的 $30\text{mm} \times 48\text{mm}$ 的区域分别固定至尺寸为 $50\text{mm} \times 100\text{mm}$ 的玻璃板75。玻璃板75固定于光学膜70的背面70B侧(树脂层72侧)。之后,按照光学膜70的相向的边部70C、70D的间隔为2.5mm的方式平行配置玻璃板20,按照表面70A为内侧的方式对光学膜70进行折叠。在该状

态下于25℃放置100小时。之后,在带有玻璃板75的状态下打开光学膜70,如图8(B)所示使光学膜70的表面平坦。在该状态下,通过目视确认光学膜70是否产生了折痕。

[0271] 光学膜70与光学膜30同样地可折叠。在光学膜70中,例如,优选即便在对光学膜70反复进行了10万次折叠试验(连续折叠试验)的情况下光学膜70也不产生裂纹或断裂,更优选即便在反复进行了20万次连续折叠试验的情况下光学膜70也不产生裂纹或断裂,进一步优选即便在反复进行了30万次连续折叠试验的情况下光学膜70也不产生裂纹或断裂,最优选即便在反复进行了100万次的情况下光学膜70也不产生裂纹或断裂。连续折叠试验通过与在第1实施方式的栏中说明的连续折叠试验相同的方法来进行。需要说明的是,在光学膜70中,更优选即便在使相向的2条边部的间隔 Φ 为20mm、10mm、6mm、或3mm并反复进行了10万次连续折叠试验的情况下光学膜70也不产生裂纹或断裂。相向的2条边部的间隔越小越优选。

[0272] 在光学膜70的一个面侧藉由粘合层或粘接层设置有偏振片等其他膜的情况下,将其他膜与粘合层或粘接层一起剥离后,进行折叠静置试验或折叠试验。

[0273] 光学膜70的表面70A(硬涂层73的表面73A)通过JIS K5600-5-4:1999中规定的铅笔硬度试验测定时的硬度(铅笔硬度)优选为B以上、更优选为H以上。铅笔硬度试验通过与在第1实施方式的栏中说明的铅笔硬度试验相同的方法来进行。

[0274] 光学膜70的黄色指数及其测定方法与光学膜50的黄色指数及其测定方法相同。光学膜70的雾度值(总雾度值)、总光线透射率和它们的测定方法与树脂层10的雾度值、总光线透射率和它们的测定方法相同。光学膜70的用途、尺寸和配置部位与光学膜30的用途、尺寸和配置部位相同。

[0275] <<树脂基材>>

[0276] 树脂基材71是包含具有透光性的树脂的基材。作为树脂基材71的构成材料,可以举出与树脂基材51的构成材料同样的材料。树脂基材71的厚度为20 μm 以下。若树脂基材71的厚度为20 μm 以下,则树脂基材71的厚度薄,因此在将光学膜70进行折叠时树脂基材71的伸长量小。树脂基材71的厚度可以通过与树脂层72的膜厚相同的方法进行测定。从进一步减小上述伸长量的方面出发,树脂基材71的上限更优选为18 μm 以下、16 μm 以下、或14 μm 以下。另外,从确保所期望的铅笔硬度的方面出发,树脂基材71的下限优选为2 μm 以上、4 μm 以上、或6 μm 以上。

[0277] 关于树脂基材71的膜厚,使用扫描透射型电子显微镜(STEM),通过与功能层31的截面的拍摄方法相同的方法对树脂基材71的截面进行拍摄,在其截面的图像中测定10个部位的树脂基材71的膜厚,采用该10个部位的膜厚的算术平均值。

[0278] 在树脂基材71的厚度方向的截面中进行以200 μN 的最大载荷压入玻氏压头的压入试验时,树脂基材71的位移量 d_4 为50nm以上250nm以下。若树脂基材71的位移量 d_4 为50nm以上,则能够得到良好的弯曲性,另外若为250nm以下,则能够确保所期望的铅笔硬度。从得到优异的弯曲性的方面出发,树脂基材71的位移量 d_4 的下限优选为80nm以上、100nm以上、或110nm以上。另外,从进一步确保所期望的铅笔硬度的方面出发,树脂基材71的位移量 d_4 的上限更优选为220nm以下、200nm以下、或180nm以下。树脂基材71的位移量 d_4 的测定方法与树脂层10的位移量 $d_1 \sim d_3$ 的测定方法相同。需要说明的是,为了避免树脂基材的侧缘的影响,将玻氏压头压入树脂基材71的厚度方向的截面中从树脂基材的两侧端分别向树脂基材

的中央侧间隔500nm以上的部分。

[0279] <<树脂层>>

[0280] 树脂层72是包含具有透光性的树脂且具有冲击吸收性的层。树脂层72设置于树脂基材71的第1面71A侧。在图7的光学膜70中,树脂层72与树脂基材71的第1面71A相邻。

[0281] 树脂层72的膜厚为50 μm 以上。若树脂层72的膜厚为50 μm 以上,则能够得到良好的耐冲击性。树脂层72的膜厚的下限更优选为60 μm 以上、65 μm 以上、或70 μm 以上。从实现薄型化、并且加工性良好的方面出发,树脂层72的膜厚的上限更优选为120 μm 以下、110 μm 以下、或100 μm 以下。树脂层72的膜厚通过与树脂基材71的厚度相同的方法进行测定。

[0282] 树脂层72的膜厚相对于树脂基材71的厚度之比(树脂层72的膜厚/树脂基材71的厚度)为4.0以上12.0以下。若该比为4.0以上,则能够兼顾折痕抑制与耐冲击性。另外,若该比为12.0以下,则能够确保所期望的铅笔硬度。从获得优异的折痕抑制和优异的耐冲击性的方面出发,该比的下限更优选为4.5以上、5.0以上、或6.0以上,从获得优异的弯曲性的方面出发,上限优选为11.0以下、10.0以下、或8.0以下。

[0283] 在树脂层72的膜厚方向的截面中进行以200 μN 的最大载荷压入玻氏压头的压入试验时,树脂层72的位移量d5为200nm以上1500nm以下。若树脂层72的位移量d5为200nm以上,则能够确保所期望的弯曲性,另外若为1500nm以下,则能够确保后述耐冲击性试验时所需的耐冲击性。从进一步抑制折叠时树脂层72的露出的方面出发,树脂层72的位移量d5的下限优选为300nm以上、400nm以上、或500nm以上。另外,从获得优异的耐冲击性的方面出发,树脂层72的位移量d5的上限更优选为1400nm以下、1200nm以下、或1100nm以下。本实施方式的树脂层比树脂基材及硬涂层更柔软、粘性的影响大,因此利用纳米压痕法测定压痕硬度等的方法不合适。因此,将位移量用作硬度的指标。树脂层72的上述位移量d5通过与树脂基材71的上述位移量d4相同的方法进行测定。

[0284] 位移量d5相对于位移量d4之比($d5/d4$)优选为1.5以上。若 $d5/d4$ 为1.5以上,则能够兼顾折痕抑制与耐冲击性。另外,从获得优异的折痕抑制与优异的耐冲击性的方面出发, $d5/d4$ 的下限更优选为2.0以上、2.5以上、或3.0以上,从确保所期望的弯曲性的方面出发,上限优选为10.0以下、7.0以下、或5.0以下。

[0285] 作为构成树脂层72的树脂,只要是位移量d5为200nm以上1500nm以下的树脂就没有特别限定。作为这样的树脂,可以举出电离辐射固化性化合物(电离辐射聚合性化合物)的固化物(聚合物)等。作为电离辐射固化性化合物的固化物,可以举出氨基甲酸酯系树脂、丙烯酸系凝胶等。“凝胶”通常是指高粘度、失去了流动性的分散体系。

[0286] (氨基甲酸酯系树脂)

[0287] 氨基甲酸酯系树脂与在树脂层10的栏中记载的氨基甲酸酯系树脂相同。

[0288] (丙烯酸系凝胶)

[0289] 作为丙烯酸系凝胶,只要是用于粘合剂等的将包含丙烯酸酯的单体聚合而成的聚合物即可,可以使用各种丙烯酸系凝胶。具体而言,作为丙烯酸系凝胶,可以使用例如将(甲基)丙烯酸乙酯、(甲基)丙烯酸正丙酯、(甲基)丙烯酸异丙酯、(甲基)丙烯酸正丁酯、(甲基)丙烯酸异丁酯、(甲基)丙烯酸-2-乙基己酯、(甲基)丙烯酸正己酯、(甲基)丙烯酸正戊酯、(甲基)丙烯酸异戊酯、(甲基)丙烯酸辛酯、(甲基)丙烯酸异辛酯、(甲基)丙烯酸异肉豆蔻酯、(甲基)丙烯酸月桂酯、(甲基)丙烯酸壬酯、(甲基)丙烯酸异壬酯、(甲基)丙烯酸异癸酯、

(甲基)丙烯酸十三烷基酯、(甲基)丙烯酸硬脂酯、(甲基)丙烯酸异硬脂酯等丙烯酸系单体聚合或共聚而成的丙烯酸系凝胶。本说明书中,“(甲基)丙烯酸酯”是指包括“丙烯酸酯”和“甲基丙烯酸酯”两者的含义。需要说明的是,上述(共)聚合时使用的丙烯酸酯除了单独使用以外,也可以合用2种以上。

[0290] <<硬涂层>>

[0291] 硬涂层73设置于树脂基材71的第2面71B侧。在图7的光学膜70中,硬涂层73与树脂基材11的第2面11B相邻。本实施方式中的“硬涂层”是指上述铅笔硬度试验中铅笔硬度为“H”以上的层。

[0292] 在硬涂层73的膜厚方向的截面中进行以500 μ N的最大载荷压入玻氏压头的压入试验时,硬涂层73的位移量d6优选为500nm以下。若硬涂层73的位移量d6为500nm以下,则能够确保所期望的铅笔硬度。从确保弯曲性的方面出发,硬涂层73的位移量d6的下限优选为50nm以上、60nm以上、或70nm以上。另外,硬涂层73的位移量d6的上限更优选为500nm以下、490nm以下、或480nm以下。硬涂层73的上述位移量d6通过与树脂基材71的上述位移量d4相同的方法进行测定。需要说明的是,测定条件为下述条件。

[0293] (测定条件)

[0294] • 控制方法:载荷控制(最大载荷500 μ N)

[0295] • 提升量:0nm

[0296] • 预加载荷(PreLoad):0.5 μ N

[0297] • 载荷速度:20 μ N/秒

[0298] • 保持时间:5秒

[0299] • 卸载速度:20 μ N/秒

[0300] • 测定温度:23 \pm 5 $^{\circ}$ C

[0301] • 相对湿度:30%~70%

[0302] 硬涂层73的膜厚优选为3 μ m以上10 μ m以下。若硬涂层73的膜厚为3 μ m以上,则能够得到良好的硬度,另外若为10 μ m以下,则能够抑制加工性变差。在硬涂层为多层结构的情况下,本说明书中的“硬涂层的膜厚”是指各硬涂层的膜厚合在一起的膜厚(总厚)。硬涂层73的膜厚的下限更优选为5 μ m以上,上限更优选为8 μ m以下。硬涂层73的膜厚通过与树脂基材71的厚度相同的方法进行测定。

[0303] 硬涂层73优选进一步含有树脂和分散于树脂中的无机颗粒。硬涂层73的树脂和无机颗粒与在功能层31的栏中记载的树脂和无机颗粒相同。

[0304] 硬涂层73可以在满足上述位移量的范围内包含上述材料以外的材料,例如,作为树脂成分的材料,可以包含通过电离射线的照射而形成固化物的聚合性单体、聚合性低聚物等。聚合性单体和聚合性低聚物与在功能层31的栏中记载的聚合性单体和聚合性低聚物相同。

[0305] <<<光学膜的制造方法>>>

[0306] 光学膜70可以如下制造。首先,利用棒涂机等涂布装置将硬涂层用组合物涂布到树脂基材71的第2面71B上,形成硬涂层用组合物的涂膜。

[0307] <硬涂层用组合物>

[0308] 硬涂层用组合物包含聚合性化合物。除此以外,硬涂层用组合物可以根据需要包

含紫外线吸收剂、光谱透射率调节剂、防污剂、无机颗粒、流平剂、溶剂、聚合引发剂。溶剂和聚合引发剂与在第1实施方式的树脂层用组合物的栏中记载的溶剂和聚合引发剂相同。

[0309] 在形成硬涂层用组合物的涂膜后,通过利用各种公知的方法将涂膜在例如30℃以上120℃以下的温度下加热10秒~120秒而使其干燥,使溶剂蒸发。

[0310] 使硬涂层用组合物的涂膜干燥后,照射紫外线等电离射线,使涂膜固化,形成硬涂层73。

[0311] 在形成硬涂层73后,利用棒涂机等涂布装置将用于形成树脂层72的树脂层用组合物涂布到树脂基材71中的第1面71A,形成树脂层用组合物的涂膜。之后,使涂膜固化而形成树脂层72。

[0312] <树脂层用组合物>

[0313] 在树脂层72包含氨基甲酸酯系树脂的情况下,例如,树脂层用组合物可以使用在上述氨基甲酸酯系树脂的栏中说明的电离辐射固化性氨基甲酸酯系树脂组合物。

[0314] 在形成树脂层用组合物的涂膜后,树脂层用组合物包含溶剂的情况下,通过利用各种公知的方法将涂膜在例如30℃以上120℃以下的温度下加热10秒~120秒而使其干燥,使溶剂蒸发。

[0315] 在使涂膜干燥,对涂膜照射紫外线等电离射线,使其固化,由此可以形成树脂层12,得到光学膜70。

[0316] 认为折痕是由于下述原因而产生的:在折叠光学膜时树脂基材的内表面或外表面被拉伸,由此使树脂基材超过弹性极限,引起塑性变形,从而产生折痕。因此,若减薄树脂基材,则在折叠光学膜时能够抑制树脂基材的伸长。但是,若减薄树脂基材,则耐冲击性降低。另一方面,进行压入试验时的位移量为200nm以上1500nm以下的树脂层与树脂基材相比弹性区域更宽,因此与树脂基材相比难以产生塑性变形,难以产生折痕。另外,若这种树脂层的膜厚薄,则耐冲击性降低,因此为了获得在对光学膜的表面施加冲击时光学膜的表面不凹陷的良好的耐冲击性,需要一定程度以上的膜厚。与此相对,根据本实施方式,在厚度为20μm以下且进行压入试验时的位移量d4为50nm以上250nm以下的树脂基材71的第1面71A侧设置进行压入试验时的位移量d5为200nm以上1500nm以下的树脂层72,使树脂基材71的厚度为20μm以下,使树脂层72的膜厚为50μm以上,使树脂层72的膜厚相对于树脂基材71的厚度之比为4.0以上12.0以下,因此在折叠光学膜70时难以产生折痕,并且能够得到良好的耐冲击性。

[0317] <<<图像显示装置>>>

[0318] 光学膜70可以组装到可折叠的图像显示装置中来使用。组装有光学膜70的图像显示装置的结构除了代替光学膜30而组装了光学膜70以外,与图像显示装置60的结构相同。

[0319] [第3实施方式]

[0320] 下面,参照附图对本发明的第3实施方式的光学膜和图像显示装置进行说明。图9是本实施方式的光学膜的示意性结构图,图10是图9的光学膜的局部放大图,图11是本实施方式的其他光学膜的示意性结构图。

[0321] <<<光学膜>>>

[0322] 图9所示的光学膜80用于图像显示装置且可折叠。

[0323] 如图9所示,光学膜80具备树脂基材81和设置于作为树脂基材81的一个面的第1面

81A侧的树脂层82。另外,光学膜80进一步具备设置于树脂层82的表面82A的功能层85。本实施方式中的“树脂层”是指包含树脂的层,可以为单层结构,也可以为2层以上的多层结构。如后所述,树脂层82为2层以上的多层结构、具体而言为2层结构,但也可以为单层结构。功能层85为单层结构,但也可以为2层以上的多层结构。

[0324] 光学膜80的表面80A为凹凸面。图9中,光学膜80的表面80A成为功能层85的表面85A。光学膜80的背面80B成为树脂基材81中与第1面81A相反一侧的第2面81B。

[0325] 光学膜80与光学膜30同样地可折叠。在光学膜80中,例如,优选即便在对光学膜80反复进行了10万次折叠试验(连续折叠试验)的情况下光学膜80也不产生裂纹或断裂,更优选即便在反复进行了20万次连续折叠试验的情况下光学膜80也不产生裂纹或断裂,进一步优选即便在反复进行了30万次连续折叠试验的情况下光学膜80也不产生裂纹或断裂,最优选即便在反复进行了100万次的情况下光学膜80也不产生裂纹或断裂。除了使相向的2条边部的间隔 Φ 为8mm以外,连续折叠试验通过与在第1实施方式的栏中说明的连续折叠试验相同的方法来进行。在光学膜80中,更优选即便在使相向的2条边部的间隔 Φ 为6mm、4mm、或2mm并反复进行了10万次连续折叠试验的情况下光学膜80也不产生裂纹或断裂。

[0326] 光学膜80的表面80A(功能层85的表面85A)优选的是,使用#0000号的钢丝绒(产品名“BON STAR”、日本钢丝绒公司制造),一边施加1kgf/cm²的载荷一边以60mm/秒的速度进行往复摩擦10次的耐擦伤性试验时,不产生划痕。上述试验如下进行:将切成50mm×100mm尺寸的光学膜按照没有折痕、褶皱的方式利用米其邦株式会社制造的Cellotape(注册商标)以光学膜的表面为上侧的方式固定在玻璃板上,以该状态在温度23±5℃和相对湿度30%以上70%以下的环境下进行试验。上述划痕是指:在与光学膜相反一侧的玻璃面粘贴黑色聚氯乙烯绝缘带(YAMATO Co.,Ltd.制造的聚氯乙烯绝缘带黑色N0200-38-21),通过三波长荧光灯下的目视观察到的划痕。

[0327] 光学膜80的黄色指数及其测定方法与光学膜50的黄色指数及其测定方法相同。光学膜80的总光线透射率及其测定方法与树脂层10的总光线透射率及其测定方法相同。光学膜80的用途、尺寸和配置部位与光学膜30的用途、尺寸和配置部位相同。

[0328] 光学膜80的雾度值(总雾度值)优选为20%以下。若光学膜80的上述雾度值为20%以下,在将光学膜80用于移动终端的情况下,能够抑制图像显示面的白化。上述雾度值的下限可以为1%以上,并且上限更优选为15%以下、10%以下或5%以下。光学膜80的雾度值的测定方法与树脂层10的雾度值的测定方法相同。

[0329] 光学膜80的透射图像清晰度优选在0.125mm梳(梳A)下为40%以上90%以下、在2.0mm梳(梳B)下为80%以上。若0.125mm梳(梳A)下的透射图像清晰度为40%以上,则能够抑制晃眼(闪耀),另外若0.125mm梳(梳A)下的透射图像清晰度为90%以下,则能够使按压痕迹更加难以明显。另外,若2.0mm梳(梳B)下的透射图像清晰度为80%以上,则能够清晰地看到图像。上述0.125mm梳(梳A)下的透射图像清晰度的下限更优选为45%以上、50%以上或55%以上,上限更优选为85%以下。另外,上述2.0mm梳(梳B)下的透射图像清晰度的下限更优选为90%以上。

[0330] 上述透射图像清晰度可以在温度23±5℃和相对湿度30%以上70%以下的环境下使用清晰度测定器(例如,产品名“ICM-IT”、SUGA TEST INSTRUMENTS株式会社制造)通过依据JIS K7374:2007的图像清晰度的透射法的方法进行测定。上述透射图像清晰度为如下得

到的值：将光学膜切成50mm×100mm的尺寸后，在没有卷曲或褶皱、并且没有指纹或灰尘等的状态下，按照树脂基材为光源侧的方式设置于设定为透射测定的清晰度测定器中，对1个光学梳测定3次，采用3次测定所得到的值的算术平均值。需要说明的是，在无法将光学膜切成上述尺寸的情况下，例如，ICM-1T的测定时的试样台的开口为25mmφ，因此需要直径为26mm以上的样品尺寸。因此，可以将光学膜适当切成27mm×27mm以上的尺寸。在光学膜的尺寸小的情况下，在光源斑点不偏离的范围内一点一点地挪动或改变角度等而使测定点为3个部位。

[0331] 光学膜80的表面80A为凹凸面。关于构成光学膜80的表面80A的凹凸，在将平均间隔设定为 S_m 、平均倾斜角设定为 θ_a 、算术平均粗糙度设定为 R_a 、轮廓最大高度设定为 R_y 时，优选满足下述关系。

[0332] $0.15\text{mm} \leq S_m \leq 0.5\text{mm}$

[0333] $0.02^\circ \leq \theta_a \leq 0.50^\circ$

[0334] $0.01\mu\text{m} \leq R_a \leq 0.15\mu\text{m}$

[0335] $0.10\mu\text{m} \leq R_y \leq 0.50\mu\text{m}$

[0336] 若上述平均间隔 S_m 为0.15mm以上，则能够抑制图像的白浊感，另外若 S_m 为0.5mm以下，则能够抑制晃眼（闪耀）。 S_m 的下限更优选为0.20mm以上或0.22mm以上，上限更优选为0.45mm以下或0.40mm以下。

[0337] 若上述平均倾斜角 θ_a 为 0.02° 以上，则能够使按压痕迹更加难以明显，另外若 θ_a 为 0.05° 以下，则能够抑制图像的白浊感。 θ_a 的下限更优选为 0.04° 以上或 0.06° 以上，上限更优选为 0.30° 以下或 0.20° 以下。

[0338] 上述算术平均粗糙度 R_a 优选为 $0.01\mu\text{m}$ 以上 $0.15\mu\text{m}$ 以下。若 R_a 为 $0.01\mu\text{m}$ 以上，则能够使按压痕迹更加难以明显，另外若 R_a 为 $0.15\mu\text{m}$ 以下，则能够改善图像的可见性。 R_a 的下限更优选为 $0.03\mu\text{m}$ 以上或 $0.05\mu\text{m}$ 以上，上限更优选为 $0.12\mu\text{m}$ 以下或 $0.10\mu\text{m}$ 以下。

[0339] 上述轮廓最大高度 R_y 优选为 $0.10\mu\text{m}$ 以上 $0.80\mu\text{m}$ 以下。若 R_y 为 $0.10\mu\text{m}$ 以上，则能够使按压痕迹更加难以明显，另外若 R_y 为 $0.50\mu\text{m}$ 以下，则能够抑制晃眼（闪耀）。 R_y 的下限更优选为 $0.15\mu\text{m}$ 以上或 $0.20\mu\text{m}$ 以上，上限更优选为 $0.60\mu\text{m}$ 以下或 $0.40\mu\text{m}$ 以下。

[0340] 上述“ S_m ”、“ R_a ”和“ R_y ”的定义依据JIS B0601:1994。“ θ_a ”的定义依据作为表面粗糙度测定器的SURFCORDER SE-3400（株式会社小坂研究所制造）的操作说明书（1995.07.20修订）。 θ_a 由下述数学式(A)表示。

[0341] $\theta_a = \tan^{-1} \Delta a \cdots (A)$

[0342] 式(A)中， Δa 是以纵横比例表示倾斜的值，是将各凹凸的极小部与极大部之差（对应于各凸部的高度）的总和除以基准长度所得到的值。

[0343] S_m 、 R_a 、 R_y 和 θ_a 均可以使用例如SURFCORDER SE-3400、SE-3500、或SE-500（均为株式会社小坂研究所制造）进行测定。此处，即便在无法直接测定 θ_a 的情况下，在能够测定 Δa 时，由于 θ_a 与 Δa 具有上述数学式(A)所示的关系，因此可以测定 Δa 并由所测定的 Δa 来求出 θ_a 。需要说明的是，测定 S_m 等时的截止波长均设定为0.8mm。

[0344] 在光学膜80的表面侧藉由粘合层或粘接层设置有偏振片等其他膜的情况下，将其他膜与粘合层、粘接层一起剥离后，进行折叠试验、黄色指数测定、总光线透射率测定、雾度值测定、透射图像清晰度、平均间隔 S_m 等的测定。

[0345] 树脂基材81是包含具有透光性的树脂的基材。作为树脂基材81的构成材料,与树脂基材51的构成材料相同。树脂基材81的厚度优选为10 μm 以上100 μm 以下。若树脂基材81的厚度为10 μm 以上,则能够抑制光学膜80的卷曲,并且能够得到充分的硬度,进而即使在通过卷对卷方式制造光学膜80的情况下,也难以产生褶皱,不用担心导致外观变差。另一方面,若树脂基材81的厚度为100 μm 以下,则光学膜80的折叠性能良好,能够满足连续折叠试验的条件,另外,在光学膜80的轻量化的方面优选。关于树脂基材81的厚度,使用扫描型电子显微镜(SEM)对树脂基材81的截面进行拍摄,在其截面的图像中测定10个部位的树脂基材81的膜厚,采用该10个部位的膜厚的算术平均值。树脂基材81的下限为25 μm 以上、30 μm 以上、或35 μm 以上更优选为、树脂基材81的上限为80 μm 以下、75 μm 以下、或70 μm 以下更优选为。

[0346] <<树脂层>>

[0347] 树脂层82的表面82A为凹凸面。这是因为后述的有机颗粒83B导致的。构成表面82A的凹凸的 S_m 、 θ_a 、 R_y 、 R_z 优选与构成表面80A的凹凸的 S_m 、 θ_a 、 R_y 、 R_z 为相同的范围。构成表面82A的凹凸的 S_m 等可以通过与构成表面80A的凹凸的 S_m 等相同的方法进行测定。

[0348] 树脂层82是作为硬涂层发挥功能的层。除了硬涂性以外,树脂层82也可以具有硬涂性以外的功能。本实施方式中的“硬涂层”是指硬涂层的截面中央处的压痕硬度(H_{IT})为150MPa以上的层。本说明书中的“压痕硬度”是指由压头的负荷至卸载的载荷-位移曲线求出的值。压痕硬度是测定10个部位所得到的值的算术平均值。压痕硬度的测定方法在下文中详细记载。

[0349] 树脂层82的下部82B的压痕硬度优选小于树脂层82的上部82C的压痕硬度。若树脂层82的下部82B的压痕硬度小于树脂层82的上部82C的压痕硬度,则后述的有机颗粒83B存在于树脂层82的柔软部分,因此在折叠时光学膜80更难以破裂,并且硬部分存在于有机颗粒83B的表面82A侧,因此能够得到更优异的表面硬度。

[0350] 对于测定样品,使用BRUKER公司制造的TI950 TriboIndenter进行上述压痕硬度(H_{IT})的测定。具体而言,首先,利用包埋树脂对切成1mm \times 10mm的光学膜进行包埋而制作块,利用一般的切片制作方法从该块切出没有孔等的均匀的、厚度为70nm以上100nm以下的切片。切片的制作例如可以使用Leica Microsystems株式会社的Ultramicrotome EM UC7等。然后,将该没有孔等的均匀切片被切出后剩余的块作为测定样品。接着,在这种测定样品中的上述切片被切出而得到的截面中,在下述测定条件下,将作为上述压头的玻氏(Berkovich)压头(三棱锥、BRUKER公司制造的TI-0039)以最大压入载荷50 μN 用时10秒垂直压入树脂层的下部截面。此处,为了避免树脂基材或树脂层的侧缘的影响,将玻氏压头压入树脂层的下部中从树脂基材与树脂层的界面向树脂层的中央侧间隔500nm且从树脂层的两侧端分别向树脂层的中央侧间隔500nm以上的部分。之后,保持5秒后,用时10秒进行卸载。使用上述最大压入载荷 P_{max} 和接触投影面积 A_p ,通过 P_{max}/A_p 计算出压痕硬度(H_{IT})。上述接触投影面积是使用标准试样的熔融石英(BRUKER公司制造的5-0098)利用Oliver-Pharr法对压头尖端曲率进行了校正的接触投影面积。压痕硬度(H_{IT})为测定10个部位所得到的值的算术平均值。需要说明的是,测定值中包含偏离算术平均值 $\pm 20\%$ 以上的值时,将该测定值除去后再次进行测定。关于测定值中是否存在偏离算术平均值 $\pm 20\%$ 以上的值,将测定值设为A、算术平均值设为B时,通过由 $(A-B)/B \times 100$ 求出的值(%)是否为 $\pm 20\%$ 以上来判断。树脂层的上部的压痕硬度也与树脂层的下部的压痕硬度同样地进行测定,但该情况下,为

了避免功能层或树脂层的侧缘的影响,将玻氏压头压入树脂层的上部中从树脂层与功能层的界面向树脂层的中央侧间隔500nm且从树脂层的两侧端分别向树脂层的中央侧间隔500nm以上的部分。

[0351] (测定条件)

[0352] • 控制方式:载荷控制方式

[0353] • 载荷速度:5 μ N/秒

[0354] • 保持时间:5秒

[0355] • 卸载速度:5 μ N/秒

[0356] • 温度:23 $^{\circ}$ C~25 $^{\circ}$ C

[0357] • 相对湿度:30%~70%

[0358] 树脂层82的膜厚优选为2 μ m以上15 μ m以下。若树脂层82的膜厚为2 μ m以上,则能够得到作为硬涂层足够的硬度,另外若为15 μ m以下,则能够抑制加工性变差。在树脂层为多层结构的情况下,本实施方式中的“树脂层的膜厚”是指各树脂层的膜厚合在一起的膜厚(总厚)。树脂层82的下限更优选为3 μ m以上、4 μ m以上、或5 μ m以上,树脂层82的上限更优选为12 μ m以下、10 μ m以下、或8 μ m以下。

[0359] 关于树脂层82的膜厚,使用扫描透射型电子显微镜(STEM)或透射型电子显微镜(TEM),通过与功能层31的截面的拍摄方法相同的方法对树脂层12的截面进行拍摄,在其截面的图像中测定10个部位的树脂层82的膜厚,采用该10个部位的膜厚的算术平均值。需要说明的是,在树脂基材81与树脂层82之间有时存在包含构成树脂基材81的成分和构成树脂层82的成分的混合层,但混合层的膜厚不包括在树脂层的膜厚中。

[0360] 树脂层82包含后述的有机颗粒83B。有机颗粒83B偏在于相较于将树脂层82沿树脂层82的膜厚方向D2二等分的假想线即中心线CL(参照图10)更靠近树脂基材81侧的位置。关于有机颗粒83B是否偏在于相较于中心线CL更靠近树脂基材81侧的位置,由利用扫描透射型电子显微镜(STEM)或透射型电子显微镜(TEM)得到的树脂层12的截面照片求出各有机颗粒83B的中心,判断其中心的平均位置是否偏在于相较于中心线CL更靠近树脂基材81侧的位置,由此可以判断。具体而言,首先,与树脂层82的膜厚的测定同样地,使用扫描透射型电子显微镜(STEM)或透射型电子显微镜(TEM)对树脂层82的截面进行拍摄,准备10个部位的截面照片。在各截面照片中测定树脂层82的膜厚,在各截面照片中求出中心线CL的位置。另外,求出在各截面照片中出现的有机颗粒83B的中心。求出连结在树脂层的膜厚方向上有机颗粒与树脂基材最近的点和最远的点的假想线段的中点,由此可以求出中心。并且,在各截面照片中对每个有机颗粒83B测定有机颗粒83B的中心和中心线CL的距离。此时,将有机颗粒83B的中心相较于中心线CL位于更靠近下侧(树脂基材81侧)时的有机颗粒83B的中心与中心线CL的距离设定为“-”,将相较于中心线CL位于更靠近上侧(功能层85侧)时的有机颗粒83B的中心与中心线CL的距离设定为“+”。然后,通过求出该距离的平均来求出有机颗粒83B的中心的平均位置,因此,通过该求出的平均位置为“-”或者为“+”来判断是否偏在于相较于中心线CL的位置更靠近树脂基材81侧的位置。

[0361] 有机颗粒83B的平均粒径相对于树脂层82的膜厚之比(平均粒径/膜厚)优选为0.1以上1以下。若该比为0.1以上,则能够赋予所期望的凹凸,另外若为1以下,则容易使有机颗粒83B偏在于相较于将树脂层82沿膜厚方向D2二等分的中心线CL更靠近树脂基材11侧的位

置。关于有机颗粒83B的平均粒径,由使用透射型电子显微镜(TEM)或扫描透射型电子显微镜(STEM)以倍率5000倍~2万倍拍摄的有机颗粒的截面图像测定20个有机颗粒的粒径,为20个有机颗粒的粒径的算术平均值。有机颗粒的粒径的测定如下进行。首先,测定长径和短径,由长径和短径的平均计算出各个颗粒的粒径。此处,长径是在各个颗粒的画面上最长的直径。另外,画出与构成长径的线段的中点正交的线段,短径是该正交的线段与颗粒相交的2点间的距离。

[0362] 树脂层82具备第1树脂层83和设置于相较于第1树脂层83更靠近表面82A侧的位置的第2树脂层84。需要说明的是,图10中,由于第1树脂层83与第2树脂层84的膜厚相等,因此中心线CL存在于第1树脂层83与第2树脂层84的界面附近。

[0363] <第1树脂层>

[0364] 第1树脂层83包含粘结剂树脂83A和有机颗粒83B。通过使第1树脂层83包含有机颗粒83B,能够使树脂层82的表面82A为凹凸面。第1树脂层83优选进一步包含无机颗粒83C。通过使第1树脂层83包含无机颗粒83C,容易控制凹凸形状。除了粘结剂树脂83A等以外,第1树脂层83也可以根据需要在不损害本发明效果的范围内包含例如紫外线吸收剂、粘接性提高剂、流平剂、触变性赋予剂、偶联剂、增塑剂、消泡剂、填充剂、着色剂等添加剂。

[0365] 第1树脂层83的压痕硬度优选小于第2树脂层84的压痕硬度。若第1树脂层83的压痕硬度小于第2树脂层84的压痕硬度,则有机颗粒83B存在于柔软的第1树脂层83中,因此在折叠时光学膜80更难以破裂,并且硬的第2树脂层84存在于有机颗粒83B的表面82A侧,因此能够得到更优异的表面硬度。

[0366] 第1树脂层83的压痕硬度优选为150MPa以上350MPa以下。若第1树脂层83的压痕硬度为150MPa以上,则能够得到良好的铅笔硬度,若第1树脂层83的压痕硬度为350MPa以下,则能够得到良好的弯曲性。第1树脂层83的压痕硬度的下限更优选为180MPa以上、200MPa以上、或220MPa以上,另外上限更优选为330MPa以下、300MPa以下、或280MPa以下。第1树脂层83的压痕硬度通过与树脂层82的下部82B的压痕硬度相同的方法和相同的测定条件进行测定。

[0367] (粘结剂树脂)

[0368] 粘结剂树脂83A包含聚合性化合物(固化性化合物)的聚合物(固化物)。聚合性化合物是在分子内具有至少1个聚合性官能团的化合物。聚合性官能团和聚合性化合物与在功能层31的栏中记载的聚合性官能团和聚合性化合物相同。

[0369] (有机颗粒)

[0370] 有机颗粒83B是主要由有机成分构成的颗粒。除了有机成分以外,有机颗粒83B也可以混合有无机成分。作为有机颗粒,可以举出聚甲基丙烯酸甲酯颗粒、聚丙烯酸-苯乙烯共聚物颗粒、三聚氰胺树脂颗粒、聚碳酸酯颗粒、聚苯乙烯颗粒、交联聚苯乙烯颗粒、聚氯乙烯颗粒、苯胍胺-三聚氰胺甲醛颗粒、硅酮颗粒、氟系树脂颗粒、聚酯系树脂颗粒等。

[0371] 从易于控制成上述凹凸形状的方面出发,有机颗粒83B优选为球状。本说明书中的“球状”例如包括正球状、椭球状等,但不包括所谓无定形的形状。

[0372] 有机颗粒83B的平均粒径优选为0.5 μm 以上10 μm 以下。若有机颗粒83B的平均粒径为该范围,则容易控制成所期望的凹凸形状。有机颗粒的平均粒径的下限优选为1.0 μm 以上或1.5 μm 以上,上限优选为8 μm 以下、6 μm 以下、或4 μm 以下。

[0373] (无机颗粒)

[0374] 无机颗粒83C是主要包含无机成分的颗粒。无机颗粒83C的平均粒径优选为1nm以上50nm以下。若无机颗粒83C的平均粒径为1nm以上,则容易控制凹凸形状,另外若无机颗粒83C的平均粒径为50nm以下,则能够抑制无机颗粒83C导致的光漫射,能够得到优异的对比度。无机颗粒83C的平均粒径的下限优选为3nm以上、5nm以上、或7nm以上,上限优选为40nm以下、30nm以下、或20nm以下。关于无机颗粒83C的平均粒径,由使用透射型电子显微镜(TEM)或扫描透射型电子显微镜(STEM)以倍率5万倍~20万倍拍摄的无机颗粒的截面图像对20个无机颗粒的粒径进行测定,采用20个无机颗粒的粒径的算术平均值。

[0375] 第1树脂层83中的无机颗粒83C的含量少于第2树脂层84中的后述无机颗粒84B的含量。通过使无机颗粒83C的含量少于无机颗粒84B的含量,能够使第1树脂层83比第2树脂层84柔软。

[0376] 作为无机颗粒83C,没有特别限定,可以举出例如二氧化硅(SiO_2)微粒、氧化铝颗粒、二氧化钛颗粒、氧化锡颗粒、铋掺杂氧化锡(简称:ATO)颗粒、氧化锌颗粒等无机氧化物颗粒。

[0377] 在使用二氧化硅颗粒作为无机颗粒83C的情况下,在二氧化硅颗粒中,从能够容易地形成具有平滑的凹凸面的树脂层82的方面出发,优选气相法二氧化硅颗粒。气相法二氧化硅是指通过干式法制作的具有200nm以下的粒径的非晶质二氧化硅,可以通过使包含硅的挥发性化合物在气相反应而得到。具体而言,可以举出例如使四氯化硅(SiCl_4)等硅化合物在氧与氢的火焰中水解而生成的物质等。作为气相法二氧化硅颗粒的市售品,可以举出NIPPON AEROSIL株式会社制造的AEROSIL(注册商标)R805等。

[0378] 在使用无机氧化物颗粒作为无机颗粒83C的情况下,无机氧化物颗粒优选为非晶质。这是因为,在无机氧化物颗粒为结晶性的情况下,由于其晶体结构中包含的晶格缺陷,无机氧化物颗粒的路易斯酸盐变强,有可能无法控制无机氧化物颗粒的过度凝聚。

[0379] 另外,在使用气相法二氧化硅颗粒作为无机颗粒83C的情况下,气相法二氧化硅颗粒包括显示出亲水性的物质和显示出疏水性的物质,这些之中,从水分吸收量减少、容易分散于树脂层用组合物中的方面出发,优选显示出疏水性的物质。疏水性的气相法二氧化硅可以通过使上述的表面处理剂与存在于气相法二氧化硅颗粒表面的硅烷醇基发生化学反应而得到。

[0380] 无机颗粒83C优选单颗粒状态下的形状为球状。通过使无机颗粒83C的单颗粒为这种球状,在将光学膜配置于图像显示装置的图像显示面时,能够得到对比度更优异的图像。

[0381] <第2树脂层>

[0382] 第2树脂层84包含粘结剂树脂84A和无机颗粒84B。通过使第2树脂层84包含无机颗粒84B,能够提高树脂层82的硬度。需要说明的是,第2树脂层84不包含有机颗粒。除了粘结剂树脂84A等以外,第2树脂层84也可以根据需要在不损害本发明效果的范围内包含例如紫外线吸收剂、粘接性提高剂、流平剂、触变性赋予剂、偶联剂、增塑剂、消泡剂、填充剂、着色剂等添加剂。

[0383] 第2树脂层84的压痕硬度优选为250MPa以上450MPa以下。若第2树脂层84的压痕硬度为250MPa以上,则能够得到良好的铅笔硬度和耐擦伤性,若第2树脂层84的压痕硬度为450MPa以下,则能够得到良好的弯曲性。第2树脂层84的压痕硬度的下限更优选为270MPa以

上、300MPa以上、或320MPa以上,另外上限更优选为420MPa以下、400MPa以下、或370MPa以下。第2树脂层84的压痕硬度通过与树脂层82的上部82C的压痕硬度相同的方法和相同的测定条件进行测定。

[0384] (粘结剂树脂)

[0385] 粘结剂树脂84A包含聚合性化合物(固化性化合物)的聚合物(固化物)。作为聚合性化合物,优选多官能(甲基)丙烯酸酯。作为上述多官能(甲基)丙烯酸酯,可以举出与第1树脂层13的粘结剂树脂的栏的多官能(甲基)丙烯酸酯同样的物质。另外,除了上述多官能(甲基)丙烯酸酯以外,粘结剂树脂也可以包含多官能氨基甲酸酯(甲基)丙烯酸酯、多官能环氧(甲基)丙烯酸酯和/或反应性聚合物等。

[0386] (无机颗粒)

[0387] 无机颗粒84B与功能层31的栏中记载的无机颗粒相同。

[0388] <<功能层>>

[0389] 功能层85的表面85A反映了树脂层82的表面的凹凸。功能层85可以为单层,也可以为2层以上的多层结构。具体而言,功能层85例如可以具有无机层和防污层的层积结构。通过形成防污层,能够抑制指纹等附着。

[0390] (无机层)

[0391] 无机层是主要由无机物构成的层,例如,若无机层中存在55质量%以上的无机物则符合无机层。无机层也可以包含有机物,但优选仅由无机物构成。可以通过X射线光电子能谱法(X射线光电子能谱法:XPS或化学分析电子能谱法:ESCA)确认是否符合无机层。

[0392] 作为无机层的构成材料,可以举出Ti、Al、Mg、Zr等金属、或氧化硅(SiO_x ($x=1\sim 2$))、氧化铝、氮氧化硅、氮氧化铝、氧化镁、氧化锌、氧化铟、氧化锡、氧化钇等无机氧化物、无机氮化物、类金刚石碳等。其中,从提高透射率、提高耐擦伤性的方面出发,优选氧化硅。

[0393] 无机层优选包含Si原子。通过使无机层包含Si原子,能够实现低折射率化。可以通过X射线光电子能谱法(X射线光电子能谱法:XPS或化学分析电子能谱法:ESCA)确认无机层中是否包含Si原子。

[0394] 无机层的膜厚优选为10nm以上300nm以下。若无机层的膜厚为10nm以上,则能够赋予优异的耐擦伤性,另外若为300nm以下,则不会对弯曲性、光学特性产生影响,与其他层的密合性良好。无机层的膜厚的下限更优选为30nm以上、50nm以上、或80nm以上,上限更优选为250nm以下、200nm以下、或150nm以下。无机层的膜厚通过与树脂层82的膜厚相同的方法求出。

[0395] 无机层例如可以使用PVD法或CVD法等蒸镀法等形成。作为PVD法,可以举出例如真空蒸镀法、溅射法、离子镀法等。作为真空蒸镀法,可以举出例如基于电子束(EB)加热方式的真空蒸镀法、或基于高频介电加热方式的真空蒸镀法等。

[0396] (防污层)

[0397] 作为防污层,例如,只要通过具有防水/防油性而能够对所得到的光学膜80赋予防污性就没有特别限定,优选由使含氟有机硅化合物的覆膜固化而得到的含氟有机硅化合物层构成。

[0398] 防污层的厚度没有特别限定,在防污层由含氟有机硅化合物层构成的情况下,防污层的膜厚优选为1nm以上20nm以下。若防污层的厚度为1nm以上,则形成无机层被防污层

均匀覆盖的状态,从耐擦伤性的方面出发可耐受实际使用,另外若防污层的厚度为20nm以下,则形成有防污层的状态下的光学膜的雾度值等光学特性变得良好。防污层的膜厚的上限更优选为15nm以下或10nm以下。

[0399] 作为形成含氟有机硅化合物层的方法,可以举出:通过旋涂法、浸涂法、浇注法、狭缝涂布法、喷涂法等将具有全氟烷基;包含全氟(聚氧化烯)链的氟代烷基等的氟代烷基的硅烷偶联剂的组合物涂布到无机层的表面后进行加热处理的方法;将含氟有机硅化合物气相蒸镀到无机层的表面后进行加热处理的真空蒸镀法;等。为了得到密合性高的含氟有机硅化合物层,优选通过真空蒸镀法形成防污层。通过真空蒸镀法形成含氟有机硅化合物层时,优选使用含有含氟水解性硅化合物的覆膜形成用组合物来进行。

[0400] 覆膜形成用组合物只要是含有含氟水解性硅化合物且能够通过真空蒸镀法形成覆膜的组合物就没有特别限制。覆膜形成用组合物可以含有含氟水解性硅化合物以外的任意成分,也可以仅由含氟水解性硅化合物构成。作为任意成分,可以举出在不阻碍本发明效果的范围内使用的不具有氟原子的水解性硅化合物(下文中称为“非氟水解性硅化合物”)、催化剂等。

[0401] 用于形成含氟有机硅化合物覆膜的含氟水解性硅化合物只要所得到的含氟有机硅化合物覆膜具有防水性、防油性等防污性就没有特别限定。

[0402] 具体而言,含氟水解性硅化合物可以举出具有选自全氟聚醚基、全氟亚烷基和全氟烷基组成的组中的1个以上的基团的含氟水解性硅化合物。这些基团以藉由连接基团或直接键合到水解性甲硅烷基的硅原子上的含氟有机基团的形式存在。需要说明的是,全氟聚醚基是指具有全氟亚烷基和醚性氧原子交替键合的结构的双价基团。

[0403] 作为市售的具有选自全氟聚醚基、全氟亚烷基和全氟烷基组成的组中的1个以上的基团的含氟有机硅化合物,可以举出KP-801、X-71、KY-130、KY-178、KY-185(均为信越化学工业株式会社制造)、OPTOOL(注册商标)DSX(大金工业株式会社制造)等。这些之中,优选KY-185、OPTOOL(注册商标)DSX。

[0404] 需要说明的是,与溶剂一起供给市售品的含氟水解性硅化合物的情况下,优选除去溶剂后使用市售品的含氟水解性硅化合物。上述覆膜形成用组合物通过将含氟水解性硅化合物与根据需要添加的任意成分混合来制备,并供至真空蒸镀。

[0405] 使包含这种含氟水解性硅化合物的覆膜形成用组合物附着到无机层的表面并进行反应来形成膜,由此得到含氟有机硅化合物层。此时,防污层由包含含氟水解性硅化合物的覆膜形成用组合物的固化物构成。需要说明的是,关于具体的真空蒸镀法、反应条件,可以应用现有公知方法、条件等。

[0406] <<其他光学膜>>

[0407] 图9所示的光学膜80具备功能层85,但也可以如图11所示的光学膜90那样不具备功能层。光学膜90的表面90A由树脂层82的表面82A构成。

[0408] <<<图像显示装置>>>

[0409] 光学膜80、90可以组装到可折叠的图像显示装置中来使用。组装有光学膜80、90的图像显示装置的结构除了使光学膜30为光学膜80、90以外,与图像显示装置60的结构相同。

[0410] 根据本实施方式,由于使树脂层82包含有机颗粒83B,因此不仅是树脂层82的表面82A,还能使光学膜80的表面80A为凹凸面。由此,能够使透射光和反射光模糊,因此即便在

用手指按压表面而暂时产生了凹陷的情况下,按压痕迹也不易明显。

[0411] 根据本实施方式,树脂层82中的有机颗粒83B偏在于相较于中心线CL更靠近树脂基材81侧的位置,因此在折叠时压力难以施加到弯曲部S3附近的有机颗粒83B,难以发生破裂。特别是,若树脂层中的有机颗粒存在于树脂层的表面侧,则按照树脂层的表面为外侧的方式对光学膜进行折叠时(即,外弯曲时)容易产生裂纹,但本实施方式中,由于树脂层82中的有机颗粒83B偏在于相较于中心线CL更靠近树脂基材81侧的位置,因此即便在按照树脂层82的表面82A为外侧的方式对光学膜80进行折叠时也能抑制裂纹。因此,这种光学膜80在按照树脂层82的表面82A为外侧的方式对光学膜80进行折叠时特别有效。

[0412] 根据本实施方式,由于树脂层82中的有机颗粒83B偏在于相较于中心线CL更靠近树脂基材81侧的位置,因此有机颗粒83B不存在于树脂层82的表面82A附近。由此,能够提高表面硬度及耐擦伤性。

[0413] 实施例

[0414] 为了详细地对本发明进行说明,以下举出实施例进行说明,但本发明并不限于这些记载。

[0415] <硬涂层用组合物的制备>

[0416] 首先,按照形成如下所示的组成的方式混配各成分,得到硬涂层用组合物。

[0417] (硬涂层用组合物1)

[0418] • 二季戊四醇五丙烯酸酯与二季戊四醇六丙烯酸酯的混合物(产品名“M403”、东亚合成株式会社制造):25质量份

[0419] • 二季戊四醇E0改性六丙烯酸酯(产品名“A-DPH-6E”、新中村化学工业株式会社制造):25质量份

[0420] • 异形二氧化硅颗粒(平均粒径25nm、日挥触媒化成株式会社制造):50质量份(固体成分100%换算值)

[0421] • 聚合引发剂(1-羟基环己基苯基酮、产品名“Omnirad184”、IGM Resins B.V.公司制造):4质量份

[0422] • 氟系流平剂(产品名“F568”、DIC株式会社制造):0.2质量份(固体成分100%换算值)

[0423] • 甲基异丁基酮(MIBK):150质量份

[0424] (硬涂层用组合物2)

[0425] • 多官能丙烯酸酯(产品名“KAYARAD PET-30”、日本化药株式会社制造):18质量份

[0426] • E0改性丙烯酸酯(产品名“ATM-35E”、新中村化学工业株式会社制造):12质量份

[0427] • 无机颗粒(气相法二氧化硅、辛基硅烷处理、平均粒径12nm、NIPPON AEROSIL株式会社制造):0.6质量份

[0428] • 有机颗粒(粒径2 μ m、折射率1.555、球状的丙烯酸-苯乙烯共聚物):1.5质量份

[0429] • 硅酮系流平剂:0.075质量份

[0430] • 聚合引发剂(产品名“Omnirad184”、IGM Resins B.V.公司制造):0.3质量份

[0431] • 甲苯:50质量份

[0432] • 丙二醇单甲醚乙酸酯:17质量份

- [0433] • 环己酮:1质量份
- [0434] • 异丙醇:2质量份
- [0435] (硬涂层用组合物3)
- [0436] • E0改性丙烯酸酯(产品名“A-DPH18E”、新中村化学工业株式会社制造):15质量份
- [0437] • 反应性丙烯酸聚合物(产品名“SMP220A”、固体成分50%、稀释溶剂甲基异丁基酮、共荣社化学株式会社制造):10质量份
- [0438] • 无机颗粒(有机硅溶胶、产品名“MIBK-SD”、SiO₂固体成分30%、稀释溶剂甲基异丁基酮、粒径10~15nm、日产化学工业株式会社制造):50质量份
- [0439] • 硅酮系流平剂:0.15质量份
- [0440] • 聚合引发剂(产品名“Omnirad184”、IGM Resins B.V.公司制造):1质量份
- [0441] • 丙二醇单甲醚:24质量份
- [0442] (硬涂层用组合物4)
- [0443] • 多官能丙烯酸酯(产品名“KAYARAD PET-30”、日本化药株式会社制造):18质量份
- [0444] • E0改性丙烯酸酯(产品名“ATM-35E”、新中村化学工业株式会社制造):12质量份
- [0445] • 有机颗粒(粒径3.5μm、折射率1.540、球状的丙烯酸-苯乙烯共聚物):2.5质量份
- [0446] • 有机颗粒(粒径3.5μm、折射率1.555、球状的丙烯酸-苯乙烯共聚物):0.4质量份
- [0447] • 硅酮系流平剂:0.075质量份
- [0448] • 聚合引发剂(产品名“Omnirad184”、IGM Resins B.V.公司制造):0.3质量份
- [0449] • 甲苯:50质量份
- [0450] • 丙二醇单甲醚乙酸酯:18质量份
- [0451] • 环己酮:1质量份
- [0452] • 异丙醇:2质量份
- [0453] (硬涂层用组合物5)
- [0454] • 多官能丙烯酸酯(产品名“KAYARAD PET-30”、日本化药株式会社制造):19质量份
- [0455] • E0改性丙烯酸酯(产品名“ATM35E”、新中村化学工业株式会社制造):16质量份
- [0456] • 硅酮系流平剂:0.15质量份
- [0457] • 聚合引发剂(产品名“Omnirad184”、IGM Resins B.V.公司制造):1质量份
- [0458] • 丙二醇单甲醚:64质量份
- [0459] <树脂层用组合物>
- [0460] 按照形成如下所示的组成的方式混配各成分,得到树脂层用组合物。
- [0461] (树脂层用组合物1)
- [0462] • 氨基甲酸酯丙烯酸酯(产品名“UV3310B”、三菱化学株式会社制造):80质量份
- [0463] • 单官能丙烯酸单体(产品名“Viscoat#200”、大阪有机化学工业株式会社制造):20质量份
- [0464] • 聚合引发剂(产品名“Ominirad127”、IGM Resins B.V.公司制造):3质量份
- [0465] • 甲基异丁基酮(MIBK):10质量份

- [0466] (树脂层用组合物2)
- [0467] • 氨基甲酸酯丙烯酸酯(产品名“UV3310B”、三菱化学株式会社制造):80质量份
- [0468] • 单官能丙烯酸单体(产品名“Viscoat#150D”、大阪有机化学工业株式会社制造):10质量份
- [0469] • 单官能丙烯酸单体(产品名“Viscoat#200”、大阪有机化学工业株式会社制造):10质量份
- [0470] • 聚合引发剂(产品名“Ominirad127”、IGM Resins B.V.公司制造):3质量份
- [0471] • 甲基异丁基酮(MIBK):10质量份
- [0472] (树脂层用组合物3)
- [0473] • 氨基甲酸酯丙烯酸酯(产品名“UV3310B”、三菱化学株式会社制造):80质量份
- [0474] • 单官能丙烯酸单体(产品名“Viscoat#150D”、大阪有机化学工业株式会社制造):20质量份
- [0475] • 聚合引发剂(产品名“Ominirad127”、IGM Resins B.V.公司制造):3质量份
- [0476] • 甲基异丁基酮(MIBK):10质量份
- [0477] (树脂层用组合物4)
- [0478] • 氨基甲酸酯丙烯酸酯(产品名“UV3310B”、三菱化学株式会社制造):80质量份
- [0479] • 单官能丙烯酸单体(产品名“Viscoat#150D”、大阪有机化学工业株式会社制造):20质量份
- [0480] • 聚合引发剂(产品名“Ominirad127”、IGM Resins B.V.公司制造):1质量份
- [0481] • 聚合引发剂(产品名“Ominirad184”、IGM Resins B.V.公司制造):2质量份
- [0482] • 甲基异丁基酮(MIBK):10质量份
- [0483] (树脂层用组合物5)
- [0484] • 氨基甲酸酯丙烯酸酯(产品名“UV3310B”、三菱化学株式会社制造):80质量份
- [0485] • 单官能丙烯酸单体(产品名“Viscoat#150D”、大阪有机化学工业株式会社制造):20质量份
- [0486] • 聚合引发剂(产品名“Ominirad127”、IGM Resins B.V.公司制造):6质量份
- [0487] • 甲基异丁基酮(MIBK):10质量份
- [0488] (树脂层用组合物6)
- [0489] • 氨基甲酸酯丙烯酸酯(产品名“UV3310B”、三菱化学株式会社制造):80质量份
- [0490] • 单官能丙烯酸单体(产品名“ACMO”、KJ Chemicals株式会社制造):20质量份
- [0491] • 聚合引发剂(产品名“Ominirad127”、IGM Resins B.V.公司制造):3质量份
- [0492] • 甲基异丁基酮(MIBK):10质量份
- [0493] (树脂层用组合物7)
- [0494] • 氨基甲酸酯丙烯酸酯(产品名“UV3310B”、三菱化学株式会社制造):80质量份
- [0495] • 单官能丙烯酸单体(产品名“IBXA”、大阪有机化学工业株式会社制造):20质量份
- [0496] • 聚合引发剂(产品名“Ominirad127”、IGM Resins B.V.公司制造):3质量份
- [0497] • 甲基异丁基酮(MIBK):10质量份
- [0498] (树脂层用组合物8)

- [0499] • 氨基甲酸酯丙烯酸酯 (产品名“UV3310B”、三菱化学株式会社制造) :80质量份
- [0500] • 单官能丙烯酸单体 (产品名“Viscoat#150D”、大阪有机化学工业株式会社制造) :10质量份
- [0501] • 单官能丙烯酸单体 (产品名“Viscoat#200”、大阪有机化学工业株式会社制造) :5质量份
- [0502] • 单官能丙烯酸单体 (产品名“ACMO”、KJ Chemicals株式会社制造) :5质量份
- [0503] • 聚合引发剂 (产品名“Ominirad127”、IGM Resins B.V.公司制造) :5质量份
- [0504] • 甲基异丁基酮 (MIBK) :10质量份
- [0505] (树脂层用组合物9)
- [0506] • 氨基甲酸酯丙烯酸酯 (产品名“UV3310B”、三菱化学株式会社制造) :80质量份
- [0507] • 单官能丙烯酸单体 (产品名“Viscoat#150D”、大阪有机化学工业株式会社制造) :20质量份
- [0508] • 聚合引发剂 (产品名“OminiradTPOH”、IGM Resins B.V.公司制造) :3质量份
- [0509] • 甲基异丁基酮 (MIBK) :10质量份
- [0510] (树脂层用组合物10)
- [0511] • 氨基甲酸酯丙烯酸酯 (产品名“UV3310B”、三菱化学株式会社制造) :80质量份
- [0512] • 单官能丙烯酸单体 (产品名“Viscoat#150D”、大阪有机化学工业株式会社制造) :20质量份
- [0513] • 聚合引发剂 (产品名“Ominirad127”、IGM Resins B.V.公司制造) :2质量份
- [0514] • 聚合引发剂 (产品名“Ominirad184”、IGM Resins B.V.公司制造) :2质量份
- [0515] • 聚合引发剂 (产品名“OminiradTPOH”、IGM Resins B.V.公司制造) :1质量份
- [0516] • 甲基异丁基酮 (MIBK) :10质量份
- [0517] (树脂层用组合物11)
- [0518] • 氨基甲酸酯丙烯酸酯 (产品名“UV-3310B”、三菱化学株式会社制造) :90质量份
- [0519] • 丙烯酸苯氧基乙酯 (产品名“Viscoat#192”、大阪有机化学工业株式会社制造) :10质量份
- [0520] • 聚合引发剂 (1-羟基环己基苯基酮、产品名“Omnirad184”、IGM Resins B.V.公司制造) :5质量份
- [0521] • 甲基异丁基酮:10质量份
- [0522] (树脂层用组合物12)
- [0523] • 氨基甲酸酯丙烯酸酯 (产品名“UV-3310B”、三菱化学株式会社制造) :50质量份
- [0524] • 乙氧基化季戊四醇四丙烯酸酯 (产品名“ATM-35E”、新中村化学工业株式会社制造) :40质量份
- [0525] • 丙烯酸二环戊酯 (产品名“FA-513AS”、日立化成株式会社制造) :10质量份
- [0526] • 聚合引发剂 (1-羟基环己基苯基酮、产品名“Omnirad184”、IGM Resins B.V.公司制造) :5质量份
- [0527] • 甲基异丁基酮:10质量份
- [0528] (树脂层用组合物13)
- [0529] • 氨基甲酸酯丙烯酸酯 (产品名“UV-3310B”、三菱化学株式会社制造) :80质量份

- [0530] • 乙氧基化季戊四醇四丙烯酸酯 (产品名“ATM-35E”、新中村化学工业株式会社制造):10质量份
- [0531] • 丙烯酸苯氧基乙酯 (产品名“Viscoat#192”、大阪有机化学工业株式会社制造):10质量份
- [0532] • 聚合引发剂 (1-羟基环己基苯基酮、产品名“Omnirad184”、IGM Resins B.V.公司制造):5质量份
- [0533] • 甲基异丁基酮:10质量份
- [0534] (树脂层用组合物14)
- [0535] • 氨基甲酸酯丙烯酸酯 (产品名“UV-3310B”、三菱化学株式会社制造):80质量份
- [0536] • 季戊四醇三丙烯酸酯和季戊四醇四丙烯酸酯的混合物 (产品名“KAYARAD PET-30”、日本化药株式会社制造):10质量份
- [0537] • 丙烯酸苯氧基乙酯 (产品名“Viscoat#150”、大阪有机化学工业株式会社制造):10质量份
- [0538] • 聚合引发剂 (1-羟基环己基苯基酮、产品名“Omnirad184”、IGM Resins B.V.公司制造):5质量份
- [0539] • 甲基异丁基酮:10质量份
- [0540] (树脂层用组合物15)
- [0541] • 氨基甲酸酯丙烯酸酯 (产品名“UV-3310B”、三菱化学株式会社制造):50质量份
- [0542] • 乙氧基化季戊四醇四丙烯酸酯 (产品名“ATM-35E”、新中村化学工业株式会社制造):40质量份
- [0543] • 丙烯酰吗啉 (产品名“ACMO”、KJ Chemicals株式会社制造):10质量份
- [0544] • 聚合引发剂 (1-羟基环己基苯基酮、产品名“Omnirad184”、IGM Resins B.V.公司制造):5质量份
- [0545] • 甲基异丁基酮:10质量份
- [0546] <聚酰亚胺基材用组合物的制备>
- [0547] 首先,在5L的可拆式烧瓶中,将溶解有脱水二甲基乙酰胺8960g和1,3-双(3-氨基丙基)四甲基二硅氧烷(AprTMOS)16.0g(0.07mol)的溶液的液温控制为30℃,按照温度升高为2℃以下的方式向其中缓慢地投入4,4'-(六氟异亚丙基)双邻苯二甲酸酐(6FDA)14.6g(0.03mol),利用机械搅拌器搅拌30分钟。向其中添加2,2'-双(三氟甲基)联苯胺(TFMB)400g(1.25mol),确认完全溶解后,按照温度升高为2℃以下的方式分数次缓慢地投入4,4'-(六氟异亚丙基)双邻苯二甲酸酐(6FDA)565g(1.27mol),合成出溶解有聚酰亚胺前体1的聚酰亚胺前体溶液1(固体成分10质量%)。
- [0548] <<实施例A和比较例A>>
- [0549] <实施例A1>
- [0550] 作为防粘膜,准备厚度50μm的聚对苯二甲酸乙二醇酯基材(产品名“Cosmoshine(注册商标)A4100”、东洋纺株式会社制造),利用棒涂机在聚对苯二甲酸乙二醇酯基材的未处理面侧涂布树脂层用组合物1,形成涂膜。然后,对于所形成的涂膜,在70℃加热1分钟,由此使涂膜中的溶剂蒸发,使用紫外线照射装置(Fusion UV Systems Japan公司制造、光源H灯泡),在空气中按照累积光量为100mJ/cm²的方式从涂膜侧照射紫外线,使涂膜半固化(半

固),形成膜厚50 μm 的由氨基甲酸酯系树脂构成的树脂层。

[0551] 接着,利用棒涂机在树脂层的表面涂布硬涂层用组合物1,形成涂膜。之后,对于所形成的涂膜,在70 $^{\circ}\text{C}$ 加热1分钟,由此使涂膜中的溶剂蒸发,使用紫外线照射装置(Fusion UV Systems Japan公司制造、光源H灯泡),在氧浓度为200ppm以下的条件下按照累积光量为300 mJ/cm^2 的方式从涂膜侧照射紫外线,使涂膜完全固化(全固)。由此,形成膜厚5 μm 的硬涂层。

[0552] 之后,将树脂层从聚对苯二甲酸乙二醇酯基材剥离,由此得到由氨基甲酸酯系树脂构成的树脂层与硬涂层所形成的光学膜。

[0553] 关于各层的膜厚,使用扫描透射型电子显微镜(STEM)(产品名“S-4800”、株式会社日立高新技术制造)对光学膜的截面进行拍摄,在其截面的图像中测定10个部位的各层的膜厚,采用该10个部位的膜厚的算术平均值。光学膜的截面照片如下拍摄。首先,利用包埋树脂对切成1 $\text{mm}\times 10\text{mm}$ 的光学膜进行包埋而制作块,利用一般的切片制作方法从该块切出没有孔等的均匀的、厚度为70 nm 以上100 nm 以下的切片。切片的制作使用Leica Microsystems株式会社的Ultramicrotome EM UC7。然后,将该没有孔等的均匀切片作为测定样品。之后,使用扫描透射型电子显微镜(STEM)拍摄测定样品的截面照片。在拍摄树脂层的截面照片时,将检测器设定为“SE”、加速电压设定为“5 kV ”、发射电流设定为“10 μA ”来进行SEM观察。关于倍率,调节焦距,并一边观察是否可区分各层一边以1000倍~1万倍适当地调节对比度和亮度。在拍摄硬涂层的截面照片时,将检测器设定为“TE”、加速电压设定为“30 kV ”、发射电流设定为“10 μA ”来进行STEM观察。关于倍率,调节焦距,并一边观察是否可区分各层一边以5000倍~20万倍适当地调节对比度和亮度。需要说明的是,在SEM观察和STEM观察时,进一步将光束监视光圈设定为“3”,将物镜光圈设定为“3”,并且将W.D.设定为“8 mm ”。在实施例A2~A15和比较例A1、A2中,也通过与实施例A1相同的方法测定各层的膜厚。

[0554] <实施例A2>

[0555] 在实施例A2中,代替树脂层用组合物1而使用树脂层用组合物2,除此以外与实施例A1同样地得到光学膜。

[0556] <实施例A3>

[0557] 在实施例A3中,代替树脂层用组合物1而使用树脂层用组合物3,除此以外与实施例A1同样地得到光学膜。

[0558] <实施例A4>

[0559] 在实施例A4中,代替树脂层用组合物1而使用树脂层用组合物4,除此以外与实施例A1同样地得到光学膜。

[0560] <实施例A5>

[0561] 在实施例A5中,代替树脂层用组合物1而使用树脂层用组合物5,除此以外与实施例A1同样地得到光学膜。

[0562] <实施例A6>

[0563] 在实施例A6中,代替树脂层用组合物1而使用树脂层用组合物6,除此以外与实施例A1同样地得到光学膜。

[0564] <实施例A7>

[0565] 在实施例A7中,代替树脂层用组合物1而使用树脂层用组合物7,除此以外与实施例A1同样地得到光学膜。

[0566] <实施例A8>

[0567] 在实施例A8中,使树脂层的厚度为40 μm ,除此以外与实施例A3同样地得到光学膜。

[0568] <实施例A9>

[0569] 在实施例A9中,使树脂层的厚度为25 μm ,除此以外与实施例A3同样地得到光学膜。

[0570] <实施例A10>

[0571] 在实施例A10中,代替树脂层用组合物1而使用树脂层用组合物8,使树脂层的厚度为70 μm ,除此以外与实施例A1同样地得到光学膜。

[0572] <实施例A11>

[0573] 在实施例A11中,使树脂层的厚度为80 μm ,除此以外与实施例A10同样地得到光学膜。

[0574] <实施例A12>

[0575] 在实施例A12中,使树脂层的厚度为90 μm ,除此以外与实施例A10同样地得到光学膜。

[0576] <实施例A13>

[0577] 在实施例A13中,使树脂层的厚度为100 μm ,除此以外与实施例A10同样地得到光学膜。

[0578] <实施例A14>

[0579] 在实施例A14中,使树脂层的厚度为115 μm ,除此以外与实施例A10同样地得到光学膜。

[0580] <实施例A15>

[0581] 在实施例A15中,使树脂层的厚度为140 μm ,除此以外与实施例A10同样地得到光学膜。

[0582] <比较例A1>

[0583] 在比较例A1中,代替树脂层用组合物1而使用树脂层用组合物9,并且,在形成树脂层时在空气中按照累积光量为500 mJ/cm^2 的方式从涂膜侧照射紫外线,除此以外与实施例A1同样地得到光学膜。

[0584] <比较例A2>

[0585] 在比较例A2中,代替树脂层用组合物1而使用树脂层用组合物10,并且,在形成硬涂层时,作为追加在空气中按照累积光量为300 mJ/cm^2 的方式从防粘膜侧照射紫外线,除此以外与实施例A1同样地得到光学膜。

[0586] <位移量测定>

[0587] 进行以恒定载荷将玻氏压头压入实施例A1~A15和比较例A1、A2的光学膜的树脂层的第1区域~第3区域的压入试验,分别测定此时的位移量 $d_1 \sim d_3$ 。具体而言,首先,利用包埋树脂对切成1 $\text{mm} \times 10\text{mm}$ 的光学膜进行包埋而制作块,利用一般的切片制作方法从该块切出没有孔等的均匀的、厚度为70 nm 以上100 nm 以下的切片。切片的制作使用Leica Microsystems株式会社的Ultramicrotome EM UC7。然后,将该没有孔等的均匀切片被切出后剩余的块作为测定样品。接着,在这种测定样品中,将树脂层沿树脂层的膜厚方向三等

分,从树脂层的硬涂层侧的第1面向与第1面相反一侧的第2面依次作为第1区域、第2区域和第3区域。接着,在这种测定样品中的上述切片被切出而得到的截面中,使用纳米压痕仪(Bruker公司制造的TI950TriboIndenter),在下述测定条件下,将作为上述压头的玻氏(Berkovich)压头(三棱锥、Bruker公司制造的TI-0039)以200 μ N的最大载荷用时40秒垂直压入树脂层的第1区域的截面中央,测定此时的位移量(压入深度)d1。此处,为了避免树脂层的侧缘的影响,将玻氏压头压入第1区域中从树脂层的两侧端分别向树脂层的中央侧间隔500nm以上的部分。位移量d1是测定3个部位所得到的值的算术平均值。需要说明的是,测定值中包含偏离算术平均值 $\pm 20\%$ 以上的值时,将该测定值除去后再次进行测定。关于测定值中是否存在偏离算术平均值 $\pm 20\%$ 以上的值,通过实施方式中说明的公式来判断。另外,树脂层的第2区域的位移量d2和第3区域的位移量d3也与第1区域的位移量d1同样地进行测定。

[0588] (测定条件)

[0589] • 控制方法:载荷控制(最大载荷200 μ N)

[0590] • 提升量:0nm

[0591] • 预加载荷(PreLoad):0.5 μ N

[0592] • 载荷速度:5 μ N/秒

[0593] • 最大载荷下的保持时间:5秒

[0594] • 卸载速度:5 μ N/秒

[0595] • 温度:23 $^{\circ}$ C

[0596] • 相对湿度:50%

[0597] <折叠性>

[0598] 对实施例A1~A15和比较例A1、A2的光学膜进行连续折叠试验,评价折叠性。具体而言,首先,从光学膜切出尺寸为30mm \times 100mm的样品。利用平行配置的折叠耐久试验机(产品名“U字型伸缩试验机DLDMLH-FS”、YUASA SYSTEM株式会社制造、依据IEC62715-6-1)的固定部分分别固定切出的样品的相向的2条边部。之后,如图4(C)所示按照相向的2条边部的最小间隔 Φ 为10mm且光学膜的表面侧(硬涂层侧)为外侧的方式,在下述条件下进行10万次折叠180 $^{\circ}$ 的折叠试验,调查弯曲部是否产生了变形、裂纹或断裂。连续折叠试验在温度23 $^{\circ}$ C、相对湿度50%的环境下进行。评价基准如下。需要说明的是,只要弯曲部未产生裂纹或断裂,就认为折叠性良好。

[0599] A:在连续折叠试验中,弯曲部未产生变形、裂纹或断裂。

[0600] B:在连续折叠试验中,在弯曲部确认到实用上没有问题的水平的变形,但未产生裂纹或断裂。

[0601] C:在连续折叠试验中,在弯曲部明确地确认到变形,但未产生裂纹或断裂。

[0602] D:在连续折叠试验中,在弯曲部产生了裂纹或断裂。

[0603] <耐冲击性>

[0604] 使用实施例A1~A15和比较例A1、A2的光学膜进行耐冲击性试验。具体而言,按照硬涂层侧为上侧的方式在厚度0.7mm的钠玻璃的表面直接放置实施例A1~A15和比较例A1、A2的光学膜,使重量100g、直径30mm的铁球从高度30cm的位置下落至光学膜的硬涂层的表面,进行各3次耐冲击性试验。需要说明的是,在耐冲击性试验中,每次改变铁球下落的位

置。然后,在耐冲击性试验后的光学膜中,通过目视评价硬涂层的表面是否凹陷、或者钠玻璃是否破裂。评价结果如下。需要说明的是,对于耐冲击性,只要硬涂层的表面的凹陷评价和钠玻璃的裂纹评价中的任一者不为“D”就认为良好。

[0605] (硬涂层的表面的凹陷评价)

[0606] A:在从正面和斜向对硬涂层进行观察的两种情况下,在硬涂层的表面均未确认到凹陷。

[0607] B:在从正面和斜向对硬涂层进行观察的任一情况下,在硬涂层的表面确认到凹陷,但为实用上没有问题的水平。

[0608] C:在从正面对硬涂层进行观察的情况下,在硬涂层的表面未观察到凹陷,但从斜向观察的情况下,在硬涂层的表面确认到凹陷。

[0609] D:在从正面和斜向对硬涂层进行观察的两种情况下,在硬涂层的表面均观察到明显的凹陷。

[0610] (钠玻璃的裂纹评价)

[0611] A:钠玻璃未破裂,并且也没有划痕。

[0612] B:钠玻璃有划痕,但未破裂。

[0613] C:钠玻璃产生了1次裂纹。

[0614] D:钠玻璃产生了2~3次裂纹。

[0615] <铅笔硬度>

[0616] 基于JIS K5600-5-4:1999分别测定了实施例A1~A15和比较例A1、A2的光学膜的表面(硬涂层的表面)的铅笔硬度。具体而言,首先,将切成30mm×100mm尺寸的光学膜按照没有折痕、褶皱的方式利用米其邦株式会社制造的Cellotape(注册商标)固定在厚度2mm、尺寸50mm×100mm的玻璃板上。然后,使用铅笔硬度试验机(产品名“铅笔划痕涂膜硬度试验机(电动式)”、株式会社东洋精机制作所制造),在温度23℃和相对湿度50%的环境下,一边对铅笔(产品名“Uni”、三菱铅笔株式会社制造)施加750g的载荷一边使铅笔以1mm/秒的速度移动。铅笔硬度设定为在铅笔硬度试验中光学膜的表面(硬涂层的表面)不产生划痕的最高硬度。需要说明的是,在测定铅笔硬度时,使用多根硬度不同的铅笔进行,每一根铅笔进行5次铅笔硬度试验,5次中4次以上在荧光灯下透过观察光学膜的表面时在光学膜的表面未看到划痕的情况下,判断为在该硬度的铅笔下光学膜的表面不产生划痕。

[0617] 以下,将结果示于表1。

[0618] [表1]

[0619]

	位移量 (nm)			树脂层厚度 (μm)	d1/d3	折叠性	耐冲击性		铅笔硬度
	d1	d2	d3				硬涂层 表面凹陷	钠玻璃 裂纹	
实施例 A1	166	171	204	50	0.81	C	A	A	6H
实施例 A2	268	279	337	50	0.80	B	A	A	5H
实施例 A3	398	485	524	50	0.76	A	A	A	4H
实施例 A4	480	524	552	50	0.87	B	A	A	4H
实施例 A5	324	459	476	50	0.68	A	A	A	4H
实施例 A6	674	765	812	50	0.83	A	B	B	4H
实施例 A7	810	907	1012	50	0.80	A	C	B	3H
实施例 A8	421	492	531	40	0.76	A	B	B	4H
实施例 A9	424	465	512	25	0.82	A	B	C	3H
实施例 A10	350	444	465	70	0.75	A	A	A	5H
实施例 A11	330	446	472	80	0.70	A	A	A	5H
实施例 A12	330	455	481	90	0.69	A	A	A	5H
实施例 A13	338	456	480	100	0.70	A	A	A	5H
实施例 A14	321	462	486	115	0.66	B	B	A	6H
实施例 A15	318	465	490	140	0.65	C	B	A	6H
比较例 A1	456	422	480	50	0.95	D	B	A	4H
比较例 A2	393	455	429	50	0.92	D	A	A	4H

[0620] 以下,对结果进行说明。比较例A1的光学膜由于位移量d1大于位移量d2,不满足上述关系式(1),因此折叠性差。另外,比较例A2的光学膜由于位移量d2大于位移量d3,不满足

上述关系式(1),因此折叠性差。与此相对,实施例A1~A15的光学膜由于满足上述关系式(1),因此折叠性和耐冲击性良好。

[0621] <<实施例B和比较例B>>

[0622] <实施例B1>

[0623] 使用上述得到的聚酰亚胺前体溶液1,按照下述步骤制作厚度12 μm 的单层的聚酰亚胺基材。首先,将聚酰亚胺前体溶液1涂布到玻璃板上,在120 $^{\circ}\text{C}$ 的循环烘箱中干燥10分钟,形成涂膜。形成涂膜后,将带涂膜的玻璃板在氮气流下(氧浓度100ppm以下)以升温速度10 $^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 升温至350 $^{\circ}\text{C}$,在350 $^{\circ}\text{C}$ 保持1小时后,冷却到室温。由此,得到形成于玻璃板上的单层的聚酰亚胺基材。

[0624] 接着,利用棒涂机将硬涂层用组合物1涂布到聚酰亚胺基材的表面(第2面),形成涂膜。之后,对于所形成的涂膜,在70 $^{\circ}\text{C}$ 加热1分钟,由此使涂膜中的溶剂蒸发,使用紫外线照射装置(Fusion UV Systems Japan公司制造、光源H灯泡),在空气中按照累积光量为200 mJ/cm^2 的方式照射紫外线,使涂膜固化。由此,在聚酰亚胺基材上形成膜厚5 μm 的硬涂层。

[0625] 在聚酰亚胺基材上形成硬涂层后,将玻璃板从聚酰亚胺基材剥离,利用棒涂机将树脂层用组合物11涂布到聚酰亚胺基材的与第2面相反一侧的第1面,形成涂膜。然后,对于所形成的涂膜,在70 $^{\circ}\text{C}$ 加热1分钟,由此使涂膜中的溶剂蒸发,使用紫外线照射装置(Fusion UV Systems Japan公司制造、光源H灯泡),在空气中按照累积光量为1200 mJ/cm^2 的方式照射紫外线,使涂膜固化,形成膜厚为80 μm 的由氨基甲酸酯系树脂构成的树脂层。由此得到光学膜。

[0626] 关于聚酰亚胺基材的厚度,使用扫描型电子显微镜(SEM)对聚酰亚胺基材的截面进行拍摄,在其截面的图像中测定20个部位的聚酰亚胺基材的厚度,采用该20个部位的厚度的算术平均值。截面照片的拍摄方法与实施例A的栏中记载的测定硬涂层的膜厚时的截面照片的拍摄方法相同。树脂层的膜厚、硬涂层的膜厚也通过与聚酰亚胺基材的厚度相同的方法进行测定。在其他实施例B2~B7和比较例B1~B4中,也通过与实施例B1相同的方法测定了聚酰亚胺基材的厚度、树脂层的膜厚和硬涂层的膜厚。

[0627] <实施例B2>

[0628] 在实施例B2中,使聚酰亚胺基材的厚度为8 μm ,除此以外与实施例B1同样地得到光学膜。

[0629] <实施例B3>

[0630] 在实施例B3中,使聚酰亚胺基材的厚度为18 μm ,除此以外与实施例B1同样地得到光学膜。

[0631] <实施例B4>

[0632] 在实施例B4中,使树脂层的厚度为60 μm ,除此以外与实施例B1同样地得到光学膜。

[0633] <实施例B5>

[0634] 在实施例B5中,使树脂层的厚度为100 μm ,除此以外与实施例B1同样地得到光学膜。

[0635] <实施例B6>

[0636] 在实施例B6中,代替树脂层用组合物11而使用树脂层用组合物12,除此以外与实

施例B1同样地得到光学膜。

[0637] <实施例B7>

[0638] 在实施例B7中,代替树脂层用组合物11而使用树脂层用组合物13,除此以外与实施例B1同样地得到光学膜。

[0639] <比较例B1>

[0640] 在比较例B1中,使聚酰亚胺基材的厚度为30 μm ,除此以外与实施例B1同样地得到光学膜。

[0641] <比较例B2>

[0642] 在比较例B2中,使树脂层的厚度为30 μm ,除此以外与实施例B1同样地得到光学膜。

[0643] <比较例B3>

[0644] 在比较例B3中,代替树脂层用组合物11而使用树脂层用组合物14,除此以外与实施例B1同样地得到光学膜。

[0645] <比较例B4>

[0646] 在比较例B4中,代替树脂层用组合物11而使用树脂层用组合物15,除此以外与实施例B1同样地得到光学膜。

[0647] <位移量测定>

[0648] 分别进行以200 μN 的最大载荷将玻氏压头压入实施例B1~B7和比较例B1~B4的光学膜的聚酰亚胺基材和树脂层的截面的压入试验,分别测定此时的聚酰亚胺基材的位移量d4和树脂层的位移量d5。位移量d4通过与实施例A的栏中记载的位移量d1~d3的测定方法相同的方法进行测定。其中,为了避免聚酰亚胺基材的侧缘的影响,将玻氏压头压入从聚酰亚胺基材的两侧端分别向聚酰亚胺基材的中央侧间隔500nm以上的部分。位移量d4是测定3个部位所得到的值的算术平均值。需要说明的是,测定值中包含偏离算术平均值 $\pm 20\%$ 以上的值时,将该测定值除去后再次进行测定。关于测定值中是否存在偏离算术平均值 $\pm 20\%$ 以上的值,通过实施方式中说明的公式来判断。另外,树脂层的位移量d5也与聚酰亚胺基材的位移量d4同样地进行测定。

[0649] <折叠性>

[0650] 对实施例B1~B7和比较例B1~B4的光学膜进行连续折叠试验,对折叠性进行了评价。连续折叠试验与实施例A的栏中记载的连续折叠试验同样地进行。另外,评价基准也与实施例A的栏中记载的连续折叠试验的评价基准相同。

[0651] <折痕评价>

[0652] 在实施例B1~B7和比较例B1~B4的光学膜中,评价在进行了折叠静置试验时是否确认到折痕。具体而言,首先,得到切成30mm \times 100mm尺寸的光学膜。然后,将切出的光学膜的包含相向的2条短边(30mm)侧的边部的30mm \times 48mm的区域分别固定至尺寸为50mm \times 100mm的玻璃板。玻璃板固定于光学膜的树脂层侧。之后,按照光学膜的相向的边部的间隔为2.5mm的方式平行配置玻璃板,按照硬涂层为内侧的方式对光学膜进行折叠。在该状态下,进行以温度25 $^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度50%放置100小时的折叠静置试验。之后,在带有玻璃板的状态下打开光学膜,使光学膜的表面平坦。然后,确认在光学膜的表面是否产生了折痕。评价基准如下。

[0653] A:在从正面和斜向对光学膜进行观察的两种情况下,在光学膜均未确认到折痕。

[0654] B:在从正面和斜向对光学膜进行观察的任一情况下,在光学膜确认到一些折痕,但为实用上没有问题的水平。

[0655] C:在从正面对光学膜进行观察的情况下,在光学膜未观察到折痕,但从斜向观察的情况下,在光学膜确认到折痕。

[0656] D:在从正面和斜向对光学膜进行观察的两种情况下,在光学膜均观察到明显的折痕。

[0657] <耐冲击性评价>

[0658] 使用实施例B1~B7和比较例B1~B4的光学膜进行耐冲击性试验。具体而言,首先,得到切成50mm×50mm尺寸的光学膜。然后,按照硬涂层侧为上侧的方式将光学膜直接置于厚度0.7mm、尺寸50mm×50mm的钠玻璃的表面,使重量100g、具有直径0.7mm的笔尖的圆珠笔(BIC Japan公司制造的橙色0.7)从高度30cm的位置以笔尖向下的状态下落至光学膜的硬涂层的表面,进行各3次耐冲击性试验。需要说明的是,在耐冲击性试验中,每次改变笔下落的位置。然后,在耐冲击性试验后的光学膜中,通过目视评价硬涂层的表面是否凹陷。评价结果如下。

[0659] A:在从正面和斜向对硬涂层进行观察的两种情况下,在硬涂层的表面均未确认到凹陷。

[0660] B:在从正面和斜向对硬涂层进行观察的任一情况下,在硬涂层的表面确认到凹陷,但为实用上没有问题的水平。

[0661] C:在从正面对硬涂层进行观察的情况下,在硬涂层的表面未观察到凹陷,但从斜向观察的情况下,在硬涂层的表面确认到凹陷。

[0662] D:在从正面和斜向对硬涂层进行观察的两种情况下,在硬涂层的表面均观察到明显的凹陷。

[0663] <铅笔硬度>

[0664] 基于JIS K5600-5-4:1999分别测定了实施例B1~B7和比较例B1~B4的光学膜的表面(硬涂层的表面)的铅笔硬度。铅笔硬度通过与实施例A的栏中记载的铅笔硬度相同的方法进行测定。

[0665] 以下,将结果示于表2。

[0666] [表2]

[0667]

	PI基材厚度 (μm)	树脂层膜厚 (μm)	树脂层膜厚/PI基材厚度	位移量 d4 (nm)	位移量 d5 (nm)	折叠性	折痕	耐冲击性	铅笔硬度
实施例 B1	12	80	6.67	151	812	A	A	A	3H
实施例 B2	8	80	10.0	143	789	A	A	A	2H
实施例 B3	18	80	4.44	163	803	A	B	A	4H
实施例 B4	12	60	5.00	153	598	A	A	B	3H
实施例 B5	12	100	8.33	154	997	A	A	A	3H
实施例 B6	12	80	6.67	151	723	A	A	A	3H
实施例 B7	12	80	6.67	152	759	A	A	A	3H
比较例 B1	30	80	2.67	186	782	B	C	A	5H
比较例 B2	12	30	2.50	161	381	A	A	D	3H
比较例 B3	12	80	6.67	157	195	C	D	A	4H
比较例 B4	12	80	6.67	155	1601	A	A	C	F

[0668] 以下,对结果进行说明。在比较例B1的光学膜中,由于聚酰亚胺基材的厚度过厚,因此在折叠静置试验后确认到折痕。在比较例B2的光学膜中,由于树脂层的膜厚过薄,因此

未得到良好的耐冲击性。在比较例B3的光学膜中,由于压入试验所致的树脂层的位移量过小,因此未得到良好的折叠性。在比较例B4的光学膜中,由于压入试验所致的树脂层的位移量过大,因此无法确保耐冲击性。与此相对,在实施例B1~B7的光学膜中,聚酰亚胺基材的厚度为20 μm 以下,树脂层的膜厚为50 μm 以上,树脂层的膜厚相对于聚酰亚胺基材的厚度之比为4.0以上12.0以上,进行压入试验时的聚酰亚胺基材的位移量d4为50nm以上250nm以下,进行压入试验时的树脂层的位移量d5为200nm以上1500nm以下,因此在进行折叠静置试验时未确认到折痕,并且得到了良好的耐冲击性。

[0669] <<实施例C和比较例C>>

[0670] <实施例C1>

[0671] 作为树脂基材,准备厚度50 μm 的聚酰亚胺系基材(产品名“Neoprim(注册商标)”、三菱瓦斯化学株式会社制造)。需要说明的是,实施例C1~C5、比较例C1~C3中使用的上述Neoprim(注册商标)是作为聚酰亚胺膜市售的物质。然后,利用棒涂机将硬涂层用组合物2涂布到聚酰亚胺系基材的一个面,形成涂膜。之后,对于所形成的涂膜,在70 $^{\circ}\text{C}$ 加热1分钟,由此使涂膜中的溶剂蒸发,使用紫外线照射装置(Fusion UV Systems Japan公司制造、光源H灯泡),在空气中按照累积光量为200 mJ/cm^2 的方式照射紫外线,使涂膜固化,形成膜厚3 μm 的第1硬涂层。

[0672] 接着,利用棒涂机将硬涂层用组合物3涂布到第1硬涂层的表面,形成涂膜。对于所形成的涂膜,在70 $^{\circ}\text{C}$ 加热1分钟,由此使涂膜中的溶剂蒸发,使用紫外线照射装置(Fusion UV Systems Japan公司制造、光源H灯泡),在氧浓度为200ppm以下的条件下按照累积光量为200 mJ/cm^2 的方式照射紫外线,使涂膜固化。由此,在聚酰亚胺基材上形成由膜厚3 μm 的第1硬涂层和层积于第1硬涂层上的膜厚3 μm 的第2硬涂层构成的硬涂层,得到光学膜。

[0673] 关于各层的膜厚,使用扫描透射型电子显微镜(STEM)(产品名“S-4800”、株式会社日立高新技术制造)对光学膜的截面进行拍摄,在其截面的图像中测定10个部位的各层的膜厚,采用该10个部位的膜厚的算术平均值。光学膜的截面照片如下拍摄。首先,利用包埋树脂对切成1mm \times 10mm的光学膜进行包埋而制作块,利用一般的切片制作方法从该块切出没有孔等的均匀的、厚度为70nm以上100nm以下的切片。切片的制作使用Leica Microsystems株式会社的Ultramicrotome EM UC7。然后,将该没有孔等的均匀切片作为测定样品。之后,使用扫描透射型电子显微镜(STEM)拍摄测定样品的截面照片。在拍摄该截面照片时,将检测器设定为“TE”、加速电压设定为“30kV”、发射电流设定为“10 μA ”来进行STEM观察。关于倍率,调节焦距,并一边观察是否可区分各层一边以5000倍~20万倍适当地调节对比度和亮度。需要说明的是,在拍摄截面照片时,进一步将光束监视光圈设定为“3”,将物镜光圈设定为“3”,并且将W.D.设定为“8mm”。在实施例C2~C5和比较例C1~C3中,也通过与实施例C1相同的方法测定各层的膜厚。

[0674] <实施例C2>

[0675] 在实施例C2中,使第1硬涂层的膜厚为4 μm ,使第2硬涂层的膜厚为4 μm ,除此以外与实施例C1同样地得到光学膜。

[0676] <实施例C3>

[0677] 在实施例C3中,代替硬涂层用组合物2而使用硬涂层用组合物4,除此以外与实施例C1同样地得到光学膜。

[0678] <实施例C4>

[0679] 在实施例C4中,代替硬涂层用组合物3而使用硬涂层用组合物5,除此以外与实施例C1同样地得到光学膜。

[0680] <实施例C5>

[0681] 在实施例C5中,通过溅射法在实施例C1的光学膜的第2硬涂层的表面形成膜厚100nm的由 SiO_x ($x=1\sim$ 小于2)构成的无机层,进而通过真空蒸镀法形成膜厚2nm的由含氟有机硅化合物构成的防污层,除此以外与实施例C1同样地得到光学膜。

[0682] <比较例C1>

[0683] 作为树脂基材,准备厚度 $50\mu\text{m}$ 的聚酰亚胺系基材(产品名“Neoprim(注册商标)”、三菱瓦斯化学株式会社制造),利用棒涂机将硬涂层用组合物2涂布到作为聚酰亚胺系基材的一个面的第1面,形成涂膜。之后,对于所形成的涂膜,在 70°C 加热1分钟,由此使涂膜中的溶剂蒸发,使用紫外线照射装置(Fusion UV Systems Japan公司制造、光源H灯泡),在氧浓度为200ppm以下的条件下按照累积光量为 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ 的方式照射紫外线,使涂膜固化,形成膜厚 $6\mu\text{m}$ 的硬涂层,得到光学膜。

[0684] <比较例C2>

[0685] 在比较例C2中,代替硬涂层用组合物2而使用硬涂层用组合物3,并且代替硬涂层用组合物3而使用硬涂层用组合物2,除此以外与实施例C1同样地得到光学膜。即,比较例C2的光学膜在第1硬涂层上具备包含有机颗粒的第2硬涂层。

[0686] <比较例C3>

[0687] 作为树脂基材,准备厚度 $50\mu\text{m}$ 的聚酰亚胺系基材(产品名“Neoprim(注册商标)”、三菱瓦斯化学株式会社制造),利用棒涂机将硬涂层用组合物3涂布到作为聚酰亚胺系基材的一个面的第1面,形成涂膜。之后,对于所形成的涂膜,在 70°C 加热1分钟,由此使涂膜中的溶剂蒸发,使用紫外线照射装置(Fusion UV Systems Japan公司制造、光源H灯泡),在空气中按照累积光量为 $200\text{mJ}/\text{cm}^2$ 的方式照射紫外线,使涂膜固化,形成膜厚 $6\mu\text{m}$ 的硬涂层,得到光学膜。

[0688] <有机颗粒的偏在评价>

[0689] 在实施例C1~C5和比较例C1、C2的光学膜中,调查有机颗粒是否偏在于相较于将硬涂层沿硬涂层的膜厚方向二等分的中心线更靠近聚酰亚胺系基材侧的位置。具体而言,首先,使用扫描透射型电子显微镜(STEM)(产品名“S-4800”、株式会社日立高新技术制造),在与测定各层的膜厚时的条件同样的条件下对硬涂层的截面进行拍摄,准备10个部位的截面照片。在各截面照片中,测定硬涂层的膜厚,在各截面照片中求出中心线。另外,求出在各截面照片中出现的有机颗粒的中心。求出连结在硬涂层的膜厚方向上有机颗粒与聚酰亚胺系基材最近的点和最远的点的假想线段的中点,由此求出中心。并且,在各截面照片中测定有机颗粒的中心和中心线的距离。此时,将有机颗粒的中心相较于中心线位于更靠近下侧(聚酰亚胺系基材侧)时的有机颗粒的中心与中心线的距离设定为“-”,将相较于中心线位于更靠近上侧时的有机颗粒的中心与中心线的距离设定为“+”。通过求出该距离的平均来求出中心的平均位置,通过该求出的平均位置为“-”或者为“+”来判断是否相较于中心的位置存在于更靠近聚酰亚胺系基材侧。评价基准如下。需要说明的是,比较例C3的光学膜由于不含有有机颗粒,因此不作为该评价的对象。

[0690] A:有机颗粒偏在于相较于中心线更靠近聚酰亚胺系基材侧的位置。

[0691] B:有机颗粒未偏在于相较于中心线更靠近聚酰亚胺系基材侧的位置。

[0692] <折叠性>

[0693] 对实施例C1~C5和比较例C1~C3的光学膜进行连续折叠试验,评价折叠性。具体而言,首先,对于切成30mm×100mm尺寸的光学膜,将光学膜的短边侧利用固定部分别固定至耐久试验机(产品名“DLMLH-FS”、YUASA SYSTEM株式会社制造),如图4(C)所示按照相向的2条边部的最小间隔为8mm的方式进行安装,按照光学膜的表面侧(实施例C1~C4和比较例C1~C3中为硬涂层侧,实施例C5中为防污层侧)为外侧的方式进行10万次折叠180°的折叠试验,调查弯曲部是否产生了裂纹或断裂。评价基准如下。

[0694] A:在连续折叠试验中,弯曲部未产生裂纹或断裂。

[0695] B:在连续折叠试验中,弯曲部产生了一些裂纹,但为实际使用上没有问题的水平。

[0696] C:在连续折叠试验中,弯曲部明确产生了裂纹或断裂。

[0697] <雾度值测定>

[0698] 对于实施例C1~C5和比较例C1~C3的光学膜,在温度23℃和相对湿度50%的环境下,使用雾度计(产品名“HM-150”、株式会社村上色彩技术研究所制造)依据JIS K7136:2000测定雾度值(总雾度值)。关于上述雾度值,将切成50mm×100mm尺寸的光学膜在没有卷曲或褶皱、并且没有指纹或灰尘等的状态下,按照聚酰亚胺系基材侧为光源侧的方式设置于雾度计,对1张光学膜测定3次,采用3次测定所得到的值的算术平均值。

[0699] <透射图像清晰度>

[0700] 对于实施例C1~C5和比较例C1~C3的光学膜,在温度23℃和相对湿度50%以的环境下,使用清晰度测定器(产品名“ICM-1T”、SUGA TEST INSTRUMENTS株式会社制造)依据JIS K7374:2007测定透射图像清晰度。关于上述透射图像清晰度,将切成50mm×100mm尺寸的光学膜在没有卷曲或褶皱、并且没有指纹或灰尘等的状态下,按照聚酰亚胺系基材侧为光源侧的方式设置于将光学轴旋转台和试样台设定为“透射”的清晰度测定器中,对1个光学梳测定3次,采用3次测定所得到的值的算术平均值。

[0701] <按压痕迹评价>

[0702] 对于实施例C1~C5和比较例C1~C3的光学膜,在温度23℃和相对湿度50%以的环境下进行外观观察。具体而言,藉由2片厚度100μm的透明粘合层(产品编号“8146-4”、3M公司制造),将厚度1mm的无色透明玻璃与光学膜的聚酰亚胺系基材侧贴合,制作出尺寸5cm×10cm的评价用样品。然后,使光学膜为上侧而置于黑色台上。接着,将厚度250μm、尺寸20mm×200mm的聚对苯二甲酸乙二醇酯膜(PET膜)(产品名“A4300”、东洋纺株式会社)置于评价用样品上,将直径35mm的圆柱形的300g砝码置于PET膜上。静置1分钟后,去除砝码和PET膜。然后,3秒后,观察是否在PET膜确认到砝码的按压痕迹。评价基准如下。

[0703] (按压痕迹评价)

[0704] A:未确认到按压痕迹。

[0705] B:确认到一些按压痕迹,但为实用上没有问题的水平。

[0706] C:明确地确认到按压痕迹。

[0707] <压痕硬度(H_{IT})测定>

[0708] 分别测定实施例C1~C5的光学膜的硬涂层的下部和上部的压痕硬度(H_{IT})。具体而

言,首先,利用包埋树脂对切成1mm×10mm的光学膜进行包埋而制作块,利用一般的切片制作方法从该块切出没有孔等的均匀的、厚度为70nm以上100nm以下的切片。切片的制作使用Leica Microsystems株式会社的Ultramicrotome EM UC7。然后,将该没有孔等的均匀切片被切出后剩余的块作为测定样品。接着,在这种测定样品中的上述切片被切出而得到的截面中,使用BRUKER (Bruker) 公司制造的TI950TriboIndenter,在下述测定条件下,将作为上述压头的玻氏 (Berkovich) 压头 (三棱锥、BRUKER公司制造的TI-0039) 以最大压入载荷50μN用时10秒垂直压入硬涂层的下部截面。此处,将玻氏压头压入从聚酰亚胺系基材与硬涂层的界面向硬涂层的中央侧间隔500nm且从硬涂层的两侧端分别向硬涂层的中央侧间隔500nm以上的硬涂层的下部内。之后,保持5秒后,用时10秒进行卸载。使用上述最大压入载荷 P_{max} 和接触投影面积 A_p ,通过 P_{max}/A_p 计算出压痕硬度(H_{IT})。上述接触投影面积是使用标准试样的熔融石英 (BRUKER公司制造的5-0098) 利用Oliver-Pharr法对压头尖端曲率进行了校正的接触投影面积。压痕硬度(H_{IT})为测定10个部位所得到的值的算术平均值。需要说明的是,测定值中包含偏离算术平均值±20%以上的值时,将该测定值除去后再次进行测定。关于测定值中是否存在偏离算术平均值±20%以上的值,将测定值设为A、算术平均值设为B时,通过由 $(A-B)/B \times 100$ 求出的值(%)是否为±20%以上来判断。硬涂层的上部的压痕硬度也与硬涂层的下部的压痕硬度同样地进行测定,但该情况下,将玻氏压头压入硬涂层的上部中从硬涂层的表面向硬涂层的中央侧间隔500nm且从硬涂层的两侧端分别向硬涂层的中央侧间隔500nm以上的部分。

[0709] (测定条件)

[0710] • 控制方式:载荷控制方式

[0711] • 载荷速度:5μN/秒

[0712] • 保持时间:5秒

[0713] • 卸载速度:5μN/秒

[0714] • 温度:23℃

[0715] • 相对湿度:50%

[0716] <耐擦伤性>

[0717] 对实施例C1~C5的光学膜的表面进行耐擦伤性试验并进行评价。具体而言,将切成50mm×100mm尺寸的光学膜按照没有折痕、褶皱的方式利用米其邦株式会社制造的Cellotape (注册商标) 以光学膜的表面为上侧的方式固定在玻璃板上,在该状态下,使用#0000号的钢丝绒 (产品名“BON STAR”、日本钢丝绒公司制造),一边施加1kgf/cm²的载荷一边在温度23℃、相对湿度50%的环境下以60mm/秒的速度往复摩擦10次。之后,在粘贴有光学膜的面的相反侧的玻璃面粘贴黑色聚氯乙烯绝缘带 (YAMATO Co., Ltd. 制造的聚氯乙烯绝缘带黑色N0200-38-21),在三波长荧光灯下通过目视确认有无划痕。评价基准如下。

[0718] A:未确认到划痕。

[0719] B:确认到一些划痕,但为实用上没有问题的水平。

[0720] C:确认到比○更多的划痕。

[0721] D:确认到大量的划痕。

[0722] 以下,将结果示于表3和表4中。

[0723] [表3]

[0724]

	偏在评价	折叠性	雾度值 (%)	透射图像清晰度 (%)		按压痕迹评价
				0.125mm 梳	2mm 梳	
实施例 C1	A	A	5.5	81.8	94.9	A
实施例 C2	A	B	6.7	85.6	94.4	B
实施例 C3	A	B	3.1	85.1	95.9	B
实施例 C4	A	A	5.2	81.0	95.0	A
实施例 C5	A	A	5.4	82.2	95.0	A
比较例 C1	B	C	9.1	37.6	83.6	A
比较例 C2	B	C	6.2	58.4	94.1	A
比较例 C3	—	B	0.3	96.7	99.1	C

[0725]

[表4]

	H _{IT} (MPa)		耐擦伤性
	下部	上部	
实施例 C1	267	332	A
实施例 C2	255	320	A
实施例 C3	240	328	A
实施例 C4	270	213	B
实施例 C5	267	332	A

[0726]

[0727] 以下,对结果进行说明。比较例C1、C2的光学膜由于有机颗粒偏在于相较于中心线更靠近聚酰亚胺系基材侧的位置,因此连续折叠性差。认为这是因为,在连续折叠试验时从光学膜的弯曲部中的硬涂层的表面附近的有机颗粒与粘结剂树脂的界面产生龟裂,并发生破裂。另外,比较例C3的光学膜由于硬涂层不含有有机颗粒,因此明确地确认到砝码的按压痕迹。认为这是因为,硬涂层的表面为平坦面。与此相对,实施例C1~C5的光学膜由于有机颗粒偏在于相较于中心线更靠近聚酰亚胺系基材侧的位置,因此连续折叠性优异,并且按压痕迹不明显。

[0728] 符号说明

[0729] 10、72、82…树脂层

[0730] 30、50、70、80…光学膜

[0731] 31、52、85…功能层

[0732] 51、71、81…树脂基材

[0733] 60…图像显示装置

[0734] 62…显示元件

[0735] 73…硬涂层。

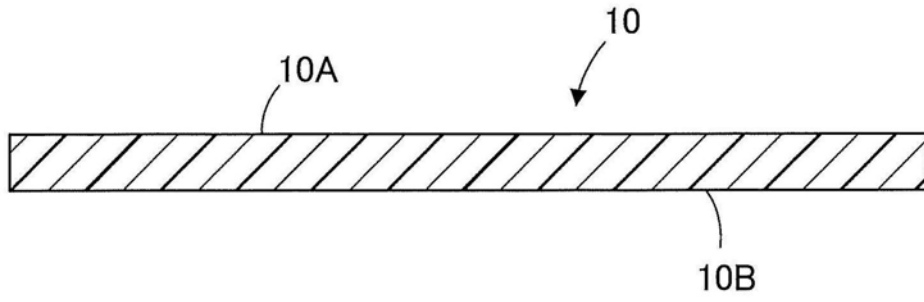


图1

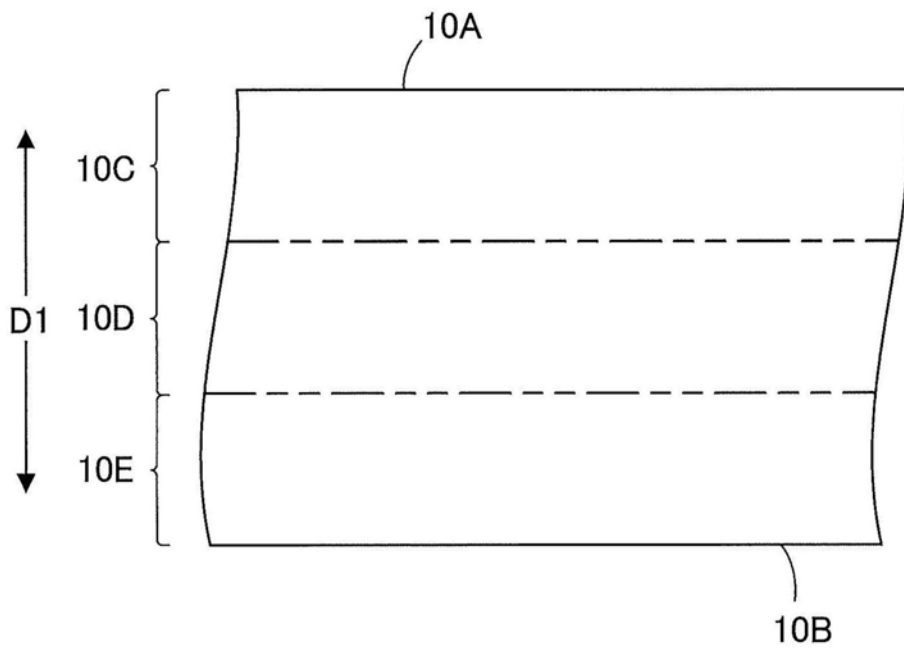


图2

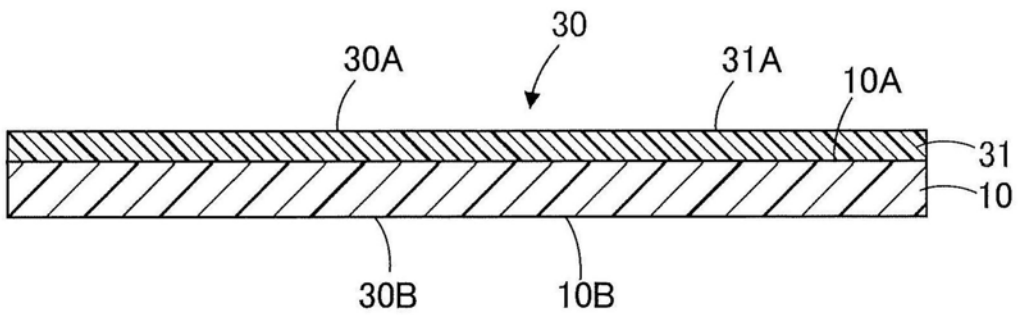
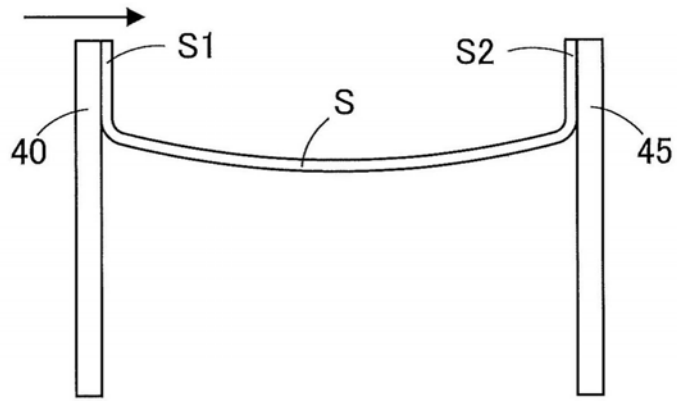
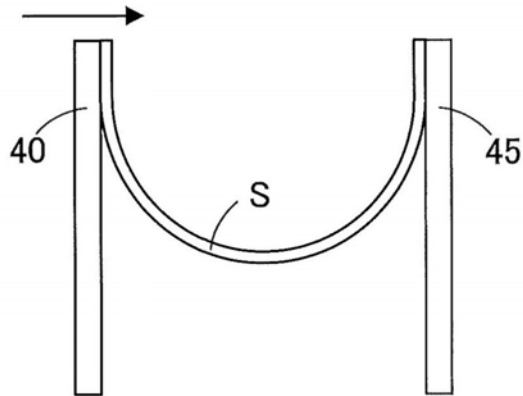


图3

(A)



(B)



(C)

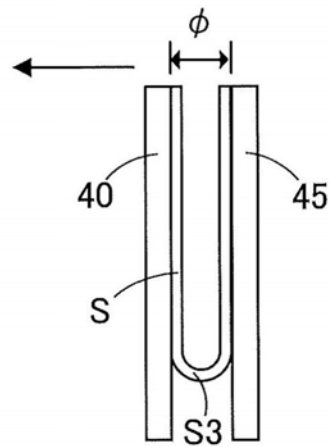


图4

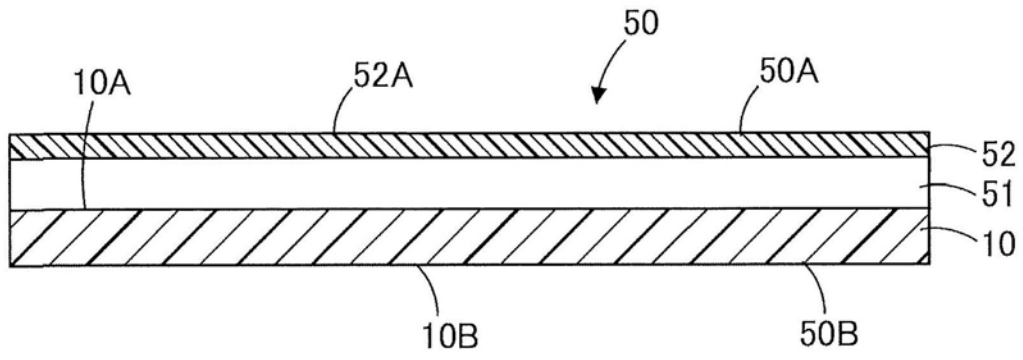


图5

观察者侧

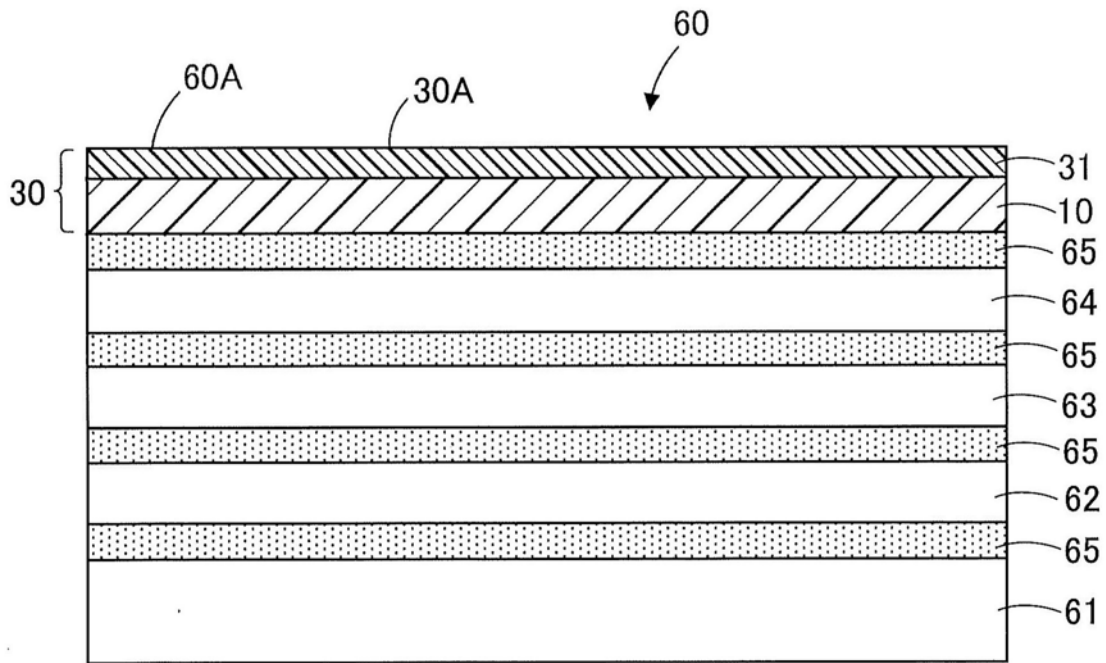


图6

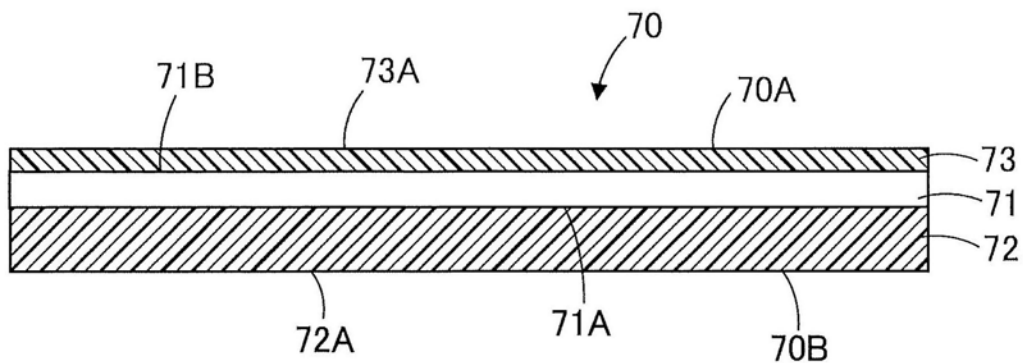
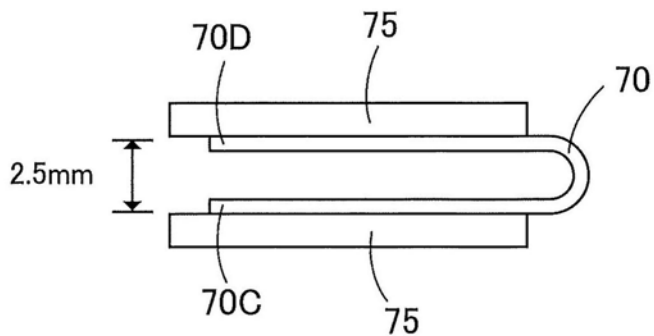


图7

(A)



(B)

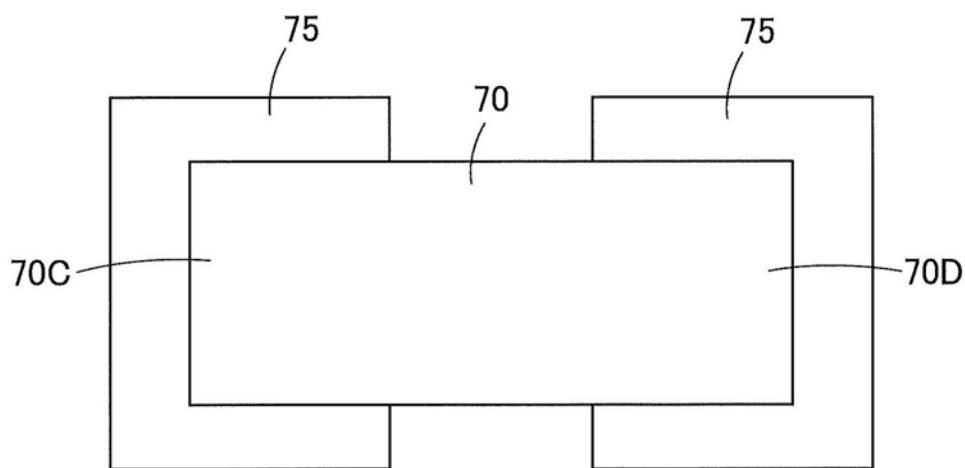


图8

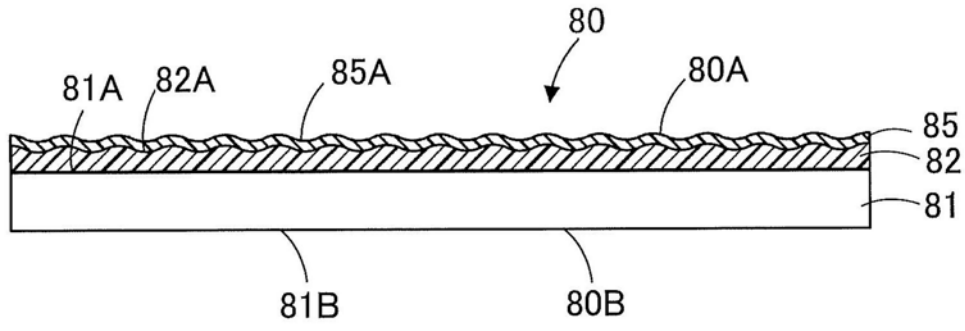


图9

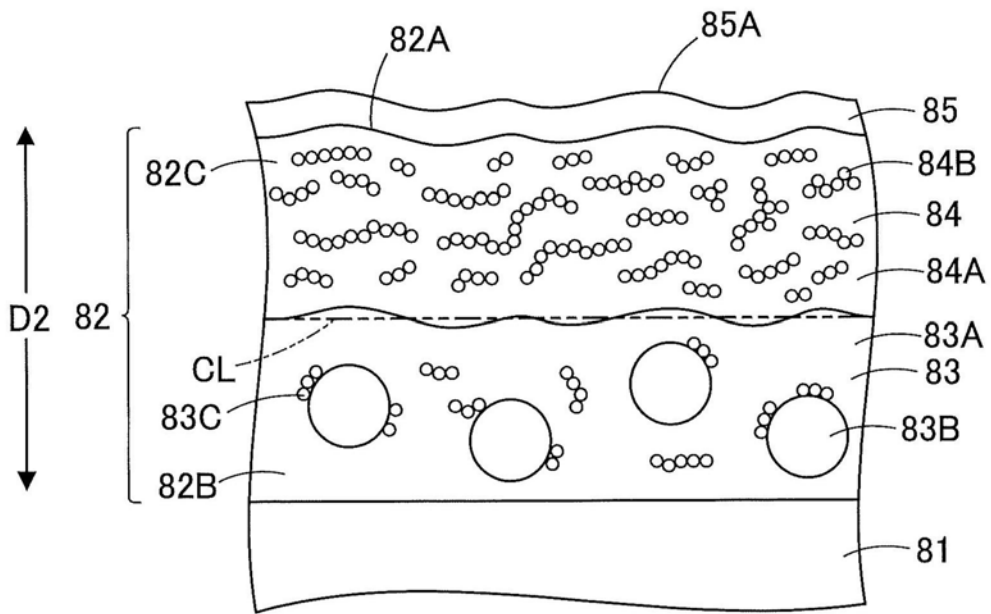


图10

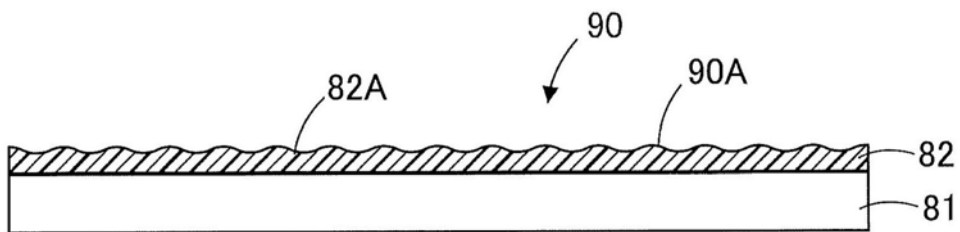


图11