



(12) 发明专利



(10) 授权公告号 CN 114930203 B

(45) 授权公告日 2023. 04. 28

(21) 申请号 202180008188.2

(22) 申请日 2021.08.03

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114930203 A

(43) 申请公布日 2022.08.19

(30) 优先权数据
2020-138751 2020.08.19 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2022.07.06

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2021/028689 2021.08.03

(87) PCT国际申请的公布数据
W02022/039015 JA 2022.02.24

(73) 专利权人 大日本印刷株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 中岛达司 原田龙太郎 坂本武士
田村修一 春木晓人 山西祥多
安井凉马

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
专利代理师 王博 庞东成

(51) Int. Cl.
G02B 5/20 (2006.01)
G02F 1/13357 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 109070539 A, 2018.12.21
审查员 史敏峰

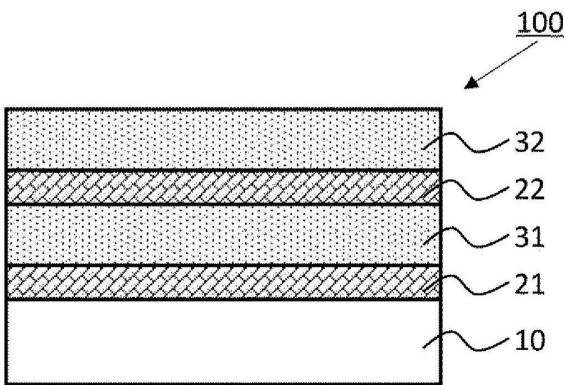
权利要求书2页 说明书31页 附图6页

(54) 发明名称

阻隔膜、及使用其的波长转换片、背光源和液晶显示装置

(57) 摘要

提供一种阻隔膜,其在适用于波长转换片时能够抑制色调的变化。一种波长转换片用的阻隔膜,其在透光性基材上依次具有无机氧化物层A、有机被覆层B、无机氧化物层C和有机被覆层D,将上述无机氧化物层A、上述有机被覆层B、上述无机氧化物层C和上述有机被覆层D的折射率分别定义为 n_A 、 n_B 、 n_C 和 n_D ,将上述有机被覆层B和上述有机被覆层D的厚度分别定义为 t_B 和 t_D 时, n_A 和 n_C 大于 n_B 和 n_D ,并且下述式1所示的 d_1 表示 $x \pm 0.10$ 的范围(其中, x 为2~13的整数)。 $d_1 = n_B \times t_B / 112.5 \text{nm} + n_D \times t_D / 112.5 \text{nm}$ (式1)。



1. 一种波长转换片用的阻隔膜,其在透光性基材上依次具有无机氧化物层A、有机被覆层B、无机氧化物层C和有机被覆层D,

将所述透光性基材、所述无机氧化物层A、所述有机被覆层B、所述无机氧化物层C和所述有机被覆层D的折射率分别定义为 n_0 、 n_A 、 n_B 、 n_C 和 n_D ,

将所述透光性基材、所述无机氧化物层A、所述有机被覆层B、所述无机氧化物层C和所述有机被覆层D的厚度分别定义为 t_0 、 t_A 、 t_B 、 t_C 和 t_D 时,

n_A 和 n_C 大于 n_B 和 n_D ,并且,

所述无机氧化物层A与所述有机被覆层B的界面的反射率大于所述透光性基材与所述无机氧化物层A的界面的反射率,

进而,下述式1所示的 d_1 表示 $x \pm 0.10$ 的范围,其中, x 为2~13的整数,

式1

$$d_1 = n_B \times t_B / 112.5 \text{nm} + n_D \times t_D / 112.5 \text{nm}.$$

2. 如权利要求1所述的阻隔膜,其中,上述式1所示的 d_1 表示 $x \pm 0.10$ 的范围,其中, x 为3~13的奇数的整数。

3. 如权利要求1所述的阻隔膜,其中,上述式1所示的 d_1 表示 $x \sim x+0.10$ 的范围,其中, x 为3~13的奇数的整数。

4. 如权利要求1所述的阻隔膜,其中,在所述有机被覆层D的与所述无机氧化物层C相反一侧具有底涂层E,

将所述底涂层E的折射率定义为 n_E 、将所述底涂层E的厚度定义为 t_E 时,

下述式2所示的 d_2 表示 $y \pm 0.10$ 的范围,其中, y 为4~27的整数,

式2

$$d_2 = n_B \times t_B / 112.5 \text{nm} + n_D \times t_D / 112.5 \text{nm} + n_E \times t_E / 112.5 \text{nm}.$$

5. 如权利要求4所述的阻隔膜,其中,上述式2所示的 d_2 表示 $y \pm 0.10$ 的范围,其中, y 为5~27的奇数的整数。

6. 如权利要求4所述的阻隔膜,其中,上述式2所示的 d_2 表示 $y \sim y+0.10$ 的范围,其中, y 为5~27的奇数的整数。

7. 如权利要求4~6中任一项所述的阻隔膜,其中, n_E/n_D 为0.95以上1.05以下。

8. 如权利要求4~6中任一项所述的阻隔膜,其中, t_E 为70nm以上1000nm以下。

9. 如权利要求1~6中任一项所述的阻隔膜,其中, t_A 和 t_C 分别为6nm以上25nm以下。

10. 如权利要求1~6中任一项所述的阻隔膜,其中, t_B 和 t_D 分别为70nm以上480nm以下。

11. 如权利要求1~6中任一项所述的阻隔膜,其中, t_0 为5 μm 以上。

12. 如权利要求1~6中任一项所述的阻隔膜,其中,所述无机氧化物层A和所述无机氧化物层C包含氧化铝。

13. 如权利要求1~6中任一项所述的阻隔膜,其中,所述有机被覆层B和所述有机被覆层D包含聚乙烯醇。

14. 一种波长转换片,其为具有包含量子点的量子点含有层和层积在所述量子点含有层的两侧的阻隔膜的波长转换片,其中,按照作为所述阻隔膜的权利要求1~13中任一项所述的阻隔膜的与透光性基材相反一侧的面朝向所述量子点含有层侧的方式进行了层积。

15. 如权利要求14所述的波长转换片,其中,所述阻隔膜为权利要求1~3中任一项所述

的阻隔膜,所述阻隔膜的与所述量子点含有层相接的层为所述有机被覆层D,将所述量子点含有层的折射率定义为 n_z 时,满足下述(i-1),

(i-1) $n_D > n_z$, 并且, 上述式1所示的 d_1 表示 $x \pm 0.10$ 的范围, 其中, x 为3~13的奇数的整数。

16. 如权利要求14所述的波长转换片, 其中, 所述阻隔膜为权利要求4~8中任一项所述的阻隔膜, 所述阻隔膜的与所述量子点含有层相接的层为所述底涂层E, 将所述量子点含有层的折射率定义为 n_z 时, 满足下述(ii-1),

(ii-1) $n_E > n_z$, 并且, 上述式2所示的 d_2 表示 $y \pm 0.10$ 的范围, 其中, y 为5~27的奇数的整数。

17. 一种背光源, 其中, 背光源具备放出一束光的至少1个光源、与所述光源相邻配置的用于导光或漫射的光学板、和配置于所述光学板的光出射侧的波长转换片, 该背光源中, 所述波长转换片为权利要求14~16中任一项所述的波长转换片, 一束光的峰值波长的范围为 $450\text{nm} \pm 7\text{nm}$ 。

18. 一种液晶显示装置, 其为具备背光源和液晶面板的液晶显示装置, 其中, 所述背光源为权利要求17所述的背光源。

阻隔膜、及使用其的波长转换片、背光源和液晶显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及阻隔膜、以及使用了该阻隔膜的波长转换片、背光源和液晶显示装置。

背景技术

[0002] 伴随着便携式个人计算机等个人计算机的发展,液晶显示装置的需求正在增加。另外,最近家庭用液晶电视机的普及率也正在提高,进而,智能手机、平板终端也正在广泛普及。因此,液晶显示装置的市场处于日益扩大的状况。

[0003] 这种液晶显示装置通常包括具有滤色器、液晶单元和背光源的构成。另外,液晶显示装置通常利用液晶单元内的液晶层的快门功能来控制光的强弱,通过滤色器将各像素的颜色分成R、G、B的三原色来表示,由此显示图像。

[0004] 作为液晶显示装置的背光源的光源,以往使用了冷阴极管。但是,从低功耗和小空间的方面出发,背光源的光源从冷阴极管替换成LED。

[0005] 作为通常的背光源的光源使用的LED使用了将蓝色LED和YAG系黄色荧光体组合而成的被称为白色LED的LED。该白色LED的发射波长的光谱分布宽,被称为伪白色。

[0006] 另一方面,近年来,使用量子点技术的背光源的开发也在推进。量子点是指半导体的纳米尺寸的微粒。

[0007] 使用量子点的背光源的基本构成是将产生一次光的光源(发出蓝色光的蓝色LED等)与量子点组合而成的。

[0008] 量子点例如为:由作为CdSe的核和作为ZnS的壳构成的半导体微粒;和由覆盖壳周边的配体构成的纳米尺寸的化合物半导体微粒。量子点由于其粒径小于化合物半导体的激子的玻尔半径,因此出现量子限制效应。因此,量子点的发光效率高于以往使用的以稀土离子为活化剂的荧光体,能够实现90%以上的高发光效率。

[0009] 另外,量子点的发射波长由这样量子化的化合物半导体微粒的带隙能量决定,因此可以通过改变量子点的粒径来获得任意的发射光谱。将这些量子点与蓝色LED等组合的背光源能够以高发光效率实现高色纯度(例如参照专利文献1~2)。

[0010] 量子点具备上述优异的特征,但另一方面存在容易因水分、氧等的影响而劣化的问题。因此,量子点含有层的两侧的面优选利用阻隔膜进行保护。

[0011] 专利文献3和4中提出了一种波长转换片,其利用具有基材、无机氧化物层和有机被覆层的阻隔膜对量子点含有层进行了保护。

[0012] 现有技术文献

[0013] 专利文献

[0014] 专利文献1:国际公开第2012/132239号

[0015] 专利文献2:日本特开2015-18131号公报

[0016] 专利文献3:日本特开2019-126924号公报

[0017] 专利文献4:日本特开2020-19141号公报

发明内容

[0018] 发明所要解决的课题

[0019] 但是,使用了专利文献3和4的波长转换片的液晶显示装置在持续使用的期间处处可见观察到与初期不同色调的图像的情况。即,使用了专利文献3和4的波长转换片的液晶显示装置在对初始时刻和任意时刻进行比较时,处处可见色调大幅不同的情况。量子点的特征在于提高色纯度。因此,使用了量子点的液晶显示装置的色调不稳定会有损液晶显示装置的特征,在品质上是极其重要的问题。

[0020] 鉴于上述问题,本发明的目的在于提供一种阻隔膜,其在适用于波长转换片时能够抑制色调的变化。另外,本发明的目的在于提供使用了上述阻隔膜的波长转换片、背光源和液晶显示装置。

[0021] 用于解决课题的手段

[0022] 本发明人为了解决上述课题进行了深入研究,结果发现,适用了阻隔膜的波长转换片在暴露于高湿环境下时,阻隔膜的有机被覆层发生溶胀,阻隔膜的光谱透射光谱的波形发生变化,从而色调发生了变化。

[0023] 并且,本发明人进一步深入研究,结果发现,通过考虑背光源的一次光的中心波长来使构成阻隔膜的有机被覆层的折射率和厚度为特定的关系,能够抑制适用了阻隔膜的波长转换片等的色调变化。

[0024] 本发明提供下述的[1]~[18]。

[0025] [1]一种波长转换片用的阻隔膜,其在透光性基材上依次具有无机氧化物层A、有机被覆层B、无机氧化物层C和有机被覆层D,

[0026] 将上述透光性基材、上述无机氧化物层A、上述有机被覆层B、上述无机氧化物层C和上述有机被覆层D的折射率分别定义为 n_0 、 n_A 、 n_B 、 n_C 和 n_D ,

[0027] 将上述透光性基材、上述无机氧化物层A、上述有机被覆层B、上述无机氧化物层C和上述有机被覆层D的厚度分别定义为 t_0 、 t_A 、 t_B 、 t_C 和 t_D 时,

[0028] n_A 和 n_C 大于 n_B 和 n_D ,并且,

[0029] 上述无机氧化物层A与上述有机被覆层B的界面的反射率大于上述透光性基材与上述无机氧化物层A的界面的反射率,

[0030] 进而,下述式1所示的 d_1 表示 $x \pm 0.10$ 的范围(其中, x 为2~13的整数)。

[0031] (式1)

[0032] $d_1 = n_B \times t_B / 112.5 \text{ nm} + n_D \times t_D / 112.5 \text{ nm}$

[0033] [2]如[1]所述的阻隔膜,其中,上述式1所示的 d_1 表示 $x \pm 0.10$ 的范围(其中, x 为3~13的奇数的整数)。

[0034] [3]如[1]所述的阻隔膜,其中,上述式1所示的 d_1 表示 $x \sim x + 0.10$ 的范围(其中, x 为3~13的奇数的整数)。

[0035] [4]如[1]所述的阻隔膜,其中,在上述有机被覆层D的与上述无机氧化物层C相反一侧具有底涂层E,

[0036] 将上述底涂层E的折射率定义为 n_E 、将上述底涂层E的厚度定义为 t_E 时,

[0037] 下述式2所示的 d_2 表示 $y \pm 0.10$ 的范围(其中, y 为4~27的整数)。

[0038] (式2)

[0039] $d_2 = n_B \times t_B / 112.5 \text{nm} + n_D \times t_D / 112.5 \text{nm} + n_E \times t_E / 112.5 \text{nm}$

[0040] [5] 如[4]所述的阻隔膜,其中,上述式2所示的 d_2 表示 $y \pm 0.10$ 的范围(其中, y 为5~27的奇数的整数)。

[0041] [6] 如[4]所述的阻隔膜,其中,上述式2所示的 d_2 表示 $y \sim y + 0.10$ 的范围(其中, y 为5~27的奇数的整数)。

[0042] [7] 如[4]~[6]中任一项所述的阻隔膜,其中, n_E/n_D 为0.95以上1.05以下。

[0043] [8] 如[4]~[7]中任一项所述的阻隔膜,其中, t_E 为70nm以上1000nm以下。

[0044] [9] 如[1]~[8]中任一项所述的阻隔膜,其中, t_A 和 t_C 分别为6nm以上25nm以下。

[0045] [10] 如[1]~[9]中任一项所述的阻隔膜,其中, t_B 和 t_D 分别为70nm以上480nm以下。

[0046] [11] 如[1]~[10]中任一项所述的阻隔膜,其中, t_0 为5 μm 以上。

[0047] [12] 如[1]~[11]中任一项所述的阻隔膜,其中,上述无机氧化物层A和上述无机氧化物层C包含氧化铝。

[0048] [13] 如[1]~[12]中任一项所述的阻隔膜,其中,上述有机被覆层B和上述有机被覆层D包含聚乙烯醇。

[0049] [14] 一种波长转换片,其为具有包含量子点的量子点含有层和层积在上述量子点含有层的两侧的阻隔膜的波长转换片,其中,按照作为上述阻隔膜的[1]~[13]中任一项所述的阻隔膜的与透光性基材相反一侧的面朝向上述量子点含有层侧的方式进行了层积。

[0050] [15] 如[14]所述的波长转换片,其中,上述阻隔膜为[1]~[3]中任一项所述的阻隔膜,上述阻隔膜的与上述量子点含有层相接的层为上述有机被覆层D,将上述量子点含有层的折射率定义为 n_z 时,满足下述(i-1)。

[0051] $(i-1)n_D > n_z$,并且,上述式1所示的 d_1 表示 $x \pm 0.10$ 的范围(其中, x 为3~13的奇数的整数)。

[0052] [16] 如[14]所述的波长转换片,其中,上述阻隔膜为[4]~[8]中任一项所述的阻隔膜,上述阻隔膜的与上述量子点含有层相接的层为上述底涂层E,将上述量子点含有层的折射率定义为 n_z 时,满足下述(ii-1)。

[0053] $(ii-1)n_E > n_z$,并且,上述式2所示的 d_2 表示 $y \pm 0.10$ 的范围(其中, y 为5~27的奇数的整数)。

[0054] [17] 一种背光源,其中,背光源具备放出一次光的至少1个光源、与上述光源相邻配置的用于导光或漫射的光学板、和配置于上述光学板的光出射侧的波长转换片,该背光源中,上述波长转换片为[14]~[16]中任一项所述的波长转换片。

[0055] [18] 一种液晶显示装置,其为具备背光源和液晶面板的液晶显示装置,其中,上述背光源为[17]所述的背光源。

[0056] 发明的效果

[0057] 本发明的阻隔膜、以及使用了该阻隔膜的波长转换片、背光源和液晶显示装置能够抑制色调的变化。

附图说明

[0058] 图1是示出本发明的阻隔膜的一个实施方式的截面图。

[0059] 图2是示出本发明的阻隔膜的另一实施方式的截面图。

- [0060] 图3是示出本发明的波长转换片的一个实施方式的截面图。
- [0061] 图4是示出本发明的波长转换片的另一实施方式的截面图。
- [0062] 图5是示出本发明的背光源的一个实施方式的截面图。
- [0063] 图6是示出本发明的背光源的另一实施方式的截面图。
- [0064] 图7是示出实施例1的阻隔膜的光谱透射率的图。
- [0065] 图8是示出比较例1的阻隔膜的光谱透射率的图。
- [0066] 图9是示出从实施例1的阻隔膜除去了底涂层的阻隔膜的光谱透射率的图。
- [0067] 图10是示出从比较例1的阻隔膜除去了底涂层的阻隔膜的光谱透射率的图。

具体实施方式

[0068] 下面,对本发明的实施方式进行说明。

[0069] 需要说明的是,本说明书中,“AA~BB”的表述是指AA以上BB以下。

[0070] 另外,本说明书中,各层的折射率是指波长632.8nm下的折射率。各层的折射率例如可以通过由反射光度计测定的反射光谱和由利用菲涅耳系数的多层薄膜的光学模型算出的反射光谱的拟合来算出。

[0071] [阻隔膜]

[0072] 本发明的阻隔膜在透光性基材上依次具有无机氧化物层A、有机被覆层B、无机氧化物层C和有机被覆层D,

[0073] 将上述透光性基材、上述无机氧化物层A、上述有机被覆层B、上述无机氧化物层C和上述有机被覆层D的折射率分别定义为 n_0 、 n_A 、 n_B 、 n_C 和 n_D ,

[0074] 将上述透光性基材、上述无机氧化物层A、上述有机被覆层B、上述无机氧化物层C和上述有机被覆层D的厚度分别定义为 t_0 、 t_A 、 t_B 、 t_C 和 t_D 时,

[0075] n_A 和 n_C 大于 n_B 和 n_D ,并且,

[0076] 上述无机氧化物层A与上述有机被覆层B的界面的反射率大于上述透光性基材与上述无机氧化物层A的界面的反射率,

[0077] 进而,下述式1所示的 d_1 表示 $x \pm 0.10$ 的范围(其中, x 为2~13的整数),

[0078] 该阻隔膜被用于波长转换片。

[0079] (式1)

[0080] $d_1 = n_B \times t_B / 112.5 \text{ nm} + n_D \times t_D / 112.5 \text{ nm}$

[0081] 图1和图2是示出本发明的阻隔膜(100)的实施方式的截面图。图1和图2的阻隔膜(100)在透光性基材(10)上依次具有无机氧化物层A(21)、有机被覆层B(31)、无机氧化物层C(22)和有机被覆层D(32)。另外,图2的阻隔膜(100)在有机被覆层D(32)的与无机氧化物层C(22)相反一侧具有底涂层E(40)。

[0082] <透光性基材>

[0083] 作为透光性基材,只要是在适用于波长转换片时不损害波长转换片的功能的树脂膜就没有特别限制。

[0084] 作为透光性基材,可以举出由选自聚酯、三乙酰纤维素(TAC)、二乙酸纤维素、乙酸丁酸纤维素、聚酰胺、聚酰亚胺、聚醚砜、聚砜、聚丙烯、聚甲基戊烯、聚氯乙烯、聚乙烯醇缩醛、聚醚酮、丙烯酸类、聚碳酸酯、聚氨酯和非晶态烯烃(Cyclo-Olefin-Polymer:COP)等中

的1种以上的树脂形成的树脂膜。

[0085] 这些树脂膜中,从机械强度、尺寸稳定性和耐热性的方面出发,优选经拉伸加工、特别是经双向拉伸加工的聚酯膜。作为聚酯膜,可以举出聚对苯二甲酸乙二醇酯膜、聚萘二甲酸乙二醇酯膜等。

[0086] 透光性基材可以为单层的树脂膜,也可以具有2个以上的树脂膜。在具有2个以上的树脂膜时,各树脂膜可以直接粘接,也可以藉由粘接层进行粘接。

[0087] 关于透光性基材的折射率 n_0 ,只要满足“无机氧化物层A与有机被覆层B的界面的反射率大于透光性基材与无机氧化物层A的界面的反射率”的条件就没有特别限定,优选为1.55以上1.70以下、更优选为1.57以上1.65以下、进一步优选为1.60以上1.65以下。例如,聚对苯二甲酸乙二醇酯膜的折射率为1.636。

[0088] 为了容易满足上述反射率的大小关系,优选按照 n_A 与 n_B 之差的绝对值大于 n_0 与 n_A 之差的绝对值的方式来选择透光性基材。

[0089] 需要说明的是,将 n_A 与 n_B 之差的绝对值定义为 Δn_{AB} 、将 n_0 与 n_A 之差的绝对值定义为 Δn_{0A} 时, $\Delta n_{AB} - \Delta n_{0A}$ 优选为0.05以上、更优选为0.07以上。另外, $\Delta n_{AB} - \Delta n_{0A}$ 的上限没有特别限定,优选为0.20以下、优选为0.15以下、进一步优选为0.12以下。

[0090] 本说明书中,关于任意两个层的界面的反射率R,将一个层的折射率定义为 n_1 、另一个层的折射率定义为 n_2 时,由下述式i表示。

$$R(\%) = 100 \times (n_1 - n_2)^2 / (n_1 + n_2)^2 \quad (\text{式i})$$

[0092] 透光性基材具有2个以上的树脂膜时,将与无机氧化物层A相接一侧的树脂膜的折射率作为透光性基材的折射率,计算出透光性基材与无机氧化物层A的界面的反射率即可。

[0093] 透光性基材的厚度 t_0 优选为5 μm 以上、更优选为8 μm 以上、进一步优选为10 μm 以上。通过使透光性基材的厚度为5 μm 以上,能够容易地改善阻隔膜的强度。另外,通过使透光性基材的厚度为5 μm 以上,透光性基材的光程长充分大于可见光线的波长,因此,可以易于忽视透光性基材对阻隔膜的光谱透射光谱的波形所造成的影响。

[0094] 另外,从薄膜化和容易抑制水蒸气和氧从端部侵入的方面出发,透光性基材的厚度 t_0 优选为200 μm 以下、更优选为150 μm 以下、更优选为100 μm 以下、更优选为50 μm 以下、更优选为25 μm 以下。

[0095] 本说明书中,关于透光性基材的厚度 t_0 等构成阻隔膜的各层的厚度、以及量子点含有层的厚度,例如,可以由使用扫描型透射电子显微镜(STEM)拍摄的截面图像测定20处的厚度,由20处的值的平均值算出。

[0096] 本说明书中,在测定各层的厚度、光谱透射率、总光线透射率、色调(Yxy色度系统的x值和y值)等各种参数时,只要不特别声明,则在温度23 $^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度40%以上65%以下的气氛下进行测定。此外,在测定各种参数前,将样品在上述气氛中暴露30分钟以上。

[0097] 需要说明的是,本说明书中所示的技术特征中,数值的上限选项和下限选项分别示出多个时,可以将选自上限选项中的一个与选自下限选项中的一个进行组合,作为数值范围的实施方式。例如,在上述透光性基材的厚度 t_0 的情况下,可以举出5 μm 以上200 μm 以下、5 μm 以上25 μm 以下、8 μm 以上50 μm 以下、10 μm 以上50 μm 以下、10 μm 以上25 μm 以下等数值范围的实施方式。

[0098] 由2片树脂膜构成透光性基材的情况下,接近无机氧化物层A一侧的第1树脂膜的

厚度优选为 $5\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下、更优选为 $8\mu\text{m}$ 以上 $25\mu\text{m}$ 以下、进一步优选为 $10\mu\text{m}$ 以上 $20\mu\text{m}$ 以下。若第1树脂膜为上述厚度,则能够易于改善无机氧化物层的制造效率,并且能够易于改善处理性。

[0099] 另外,远离无机氧化物层A一侧的第2树脂膜的厚度优选为 $5\mu\text{m}$ 以上 $150\mu\text{m}$ 以下、更优选为 $8\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下、进一步优选为 $10\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下。若第2树脂膜为上述厚度,则能够易于改善阻隔膜的处理性和刚性的平衡。

[0100] 由2片树脂膜构成透光性基材的情况下,可以藉由粘接层将2片树脂膜贴合,之后形成无机氧化物层A等;也可以在第1树脂膜上形成无机氧化物层A等,之后藉由粘接层将第2树脂膜贴合至第1树脂膜的与无机氧化物层A等相反一侧的面。粘接层的厚度优选为 $3\mu\text{m}$ 以上 $100\mu\text{m}$ 以下、更优选为 $3\mu\text{m}$ 以上 $50\mu\text{m}$ 以下、进一步优选为 $4\mu\text{m}$ 以上 $8\mu\text{m}$ 以下。粘接层的厚度若过薄,则有时会发生涂布不良;若厚度过厚,则有时固化不足。

[0101] 透光性基材的JIS K7361-1:1997的总光线透射率优选为80%以上、更优选为85%以上、进一步优选为87%以上。

[0102] 为了提高密合性等,可以预先对透光性基材的设置无机氧化物层A一侧的表面实施所期望的表面处理。作为表面处理,可以举出例如电晕放电处理、臭氧处理、利用氧气或氮气等的低温等离子体处理、辉光放电处理、利用化学药品等进行处理的氧化处理等。

[0103] <无机氧化物层>

[0104] 本发明的阻隔膜具有无机氧化物层A和无机氧化物层C作为无机氧化物层。这样,通过具有2层无机氧化物层,能够改善阻隔膜对于氧和水蒸气的阻隔性,能够易于抑制量子点的劣化。另外,若利用1层无机氧化物层改善阻隔性,则无机氧化物层的厚度变厚,无机氧化物层容易产生裂纹,因此难以长时间改善阻隔性。但是,通过为2层的无机氧化物层,能够抑制各无机氧化物层的厚度变厚,不易产生裂纹,易于长时间改善阻隔性。

[0105] 需要说明的是,即便减薄无机氧化物层的厚度,有时也会产生裂纹或针孔。但是,即便2层的无机氧化物层分别产生了裂纹或针孔,只要裂纹或针孔的位置在平面方向上不一致,作为层积体也能赋予规定的阻隔性。即,通过为2层的无机氧化物层,即便在无机氧化物层产生了裂纹或针孔的情况下,从易于赋予规定的阻隔性的方面出发也是优选的。

[0106] 对于本发明的阻隔膜来说,在将无机氧化物层A、有机被覆层B、无机氧化物层C和有机被覆层D的折射率分别定义为 n_A 、 n_B 、 n_C 和 n_D 时,需要 n_A 和 n_C 大于 n_B 和 n_D 。

[0107] 折射率大的无机氧化物层具有阻隔性良好的倾向。因此,通过使用 n_A 和 n_C 大于 n_B 和 n_D 的层作为无机氧化物层A和无机氧化物层C,能够改善阻隔膜的阻隔性,易于抑制量子点的劣化。另外,通过使用 n_A 和 n_C 大于 n_B 和 n_D 的层作为无机氧化物层A和无机氧化物层C,即便减薄无机氧化物层的厚度也易于赋予规定的阻隔性,因此,能够易于将无机氧化物层薄膜化至基本上不对阻隔膜的光谱透射光谱的波形产生影响的水平。

[0108] 无机氧化物层A和无机氧化物层C可示例出由选自氧化铝、氧化镁和氧化铟锡(ITO)中的1种或它们的混合物构成的层。

[0109] 从充分的阻隔性、透明性和生产率等方面出发,无机氧化物层A和无机氧化物层C优选为包含氧化铝的层。另外,无机氧化物层A和无机氧化物层C中的氧化铝的含有比例以质量基准计优选为80质量%以上、更优选为90质量%以上、进一步优选为95质量%以上。

[0110] 无机氧化物层A的折射率 n_A 和无机氧化物层C的折射率 n_C 的下限分别优选为1.65以

上、更优选为1.70以上、进一步优选为1.73以上。另外， n_A 和 n_C 的上限优选为1.90以下、优选为1.86以下、更优选为1.82以下、进一步优选为1.80以下。

[0111] 通过使 n_A 和 n_C 为上述范围，能够易于改善无机氧化物层A和无机氧化物层C的阻隔性和透明性，并且易于满足“无机氧化物层A与有机被覆层B的界面的反射率大于透光性基材与无机氧化物层A的界面的反射率”的条件。

[0112] 折射率 n_A 和折射率 n_C 优选大致相同。具体而言， n_A/n_C 优选为0.98以上1.02以下、更优选为0.99以上1.01以下、进一步优选为1.00。

[0113] 无机氧化物层A的厚度 t_A 和无机氧化物层C的厚度 t_C 的下限分别优选为6nm以上、更优选为7nm以上。通过使 t_A 和 t_C 为6nm以上，能够易于改善阻隔性。

[0114] 另外， t_A 和 t_C 的上限分别优选为25nm以下、更优选为20nm以下、更优选为15nm以下、更优选为12nm以下、更优选为10nm以下。通过使 t_A 和 t_C 为25nm以下，能够易于抑制无机氧化物层A和无机氧化物层C产生划痕和裂纹。另外， t_A 和 t_C 越薄，则越容易将无机氧化物层A和无机氧化物层C对阻隔膜的光谱透射光谱的波形所产生的影响减轻至可忽视的水平(从光谱透射光谱的波形的方面出发，无机氧化物层A和无机氧化物层C的厚度优选为12nm以下、更优选为10nm以下)。

[0115] t_A 和 t_C 可以为不同的值，但优选大致相同。 t_A 和 t_C 大致相同是指 t_A/t_C 为0.95以上1.05以下，优选为0.97以上1.03以下、更优选为0.99以上1.01以下。

[0116] 无机氧化物层可以通过例如真空蒸镀法、溅射法以及离子镀法等物理气相沉积法、或者等离子体化学气相沉积法、热化学气相沉积法以及光化学气相沉积法等化学气相沉积法等来形成。这些之中，优选蒸镀速度快、生产率良好的真空蒸镀法。

[0117] <有机被覆层>

[0118] 本发明的阻隔膜具有有机被覆层B和有机被覆层D作为有机被覆层。通过与无机氧化物层合用地具有有机被覆层，能够改善阻隔膜的阻隔性，易于抑制量子点的劣化。另外，有机被覆层与无机氧化物层相比挠性良好，因此，通过有机被覆层B和有机被覆层D，能够易于抑制在无机氧化物层A和无机氧化物层C产生划痕和裂纹。

[0119] 有机被覆层B和有机被覆层D优选包含选自水溶性高分子和金属醇盐系化合物中的1种以上。另外，有机被覆层B和有机被覆层D更优选包含选自水溶性高分子和金属醇盐系化合物中的水溶性高分子中的1种以上，进一步优选包含选自水溶性高分子中的1种以上与选自金属醇盐系化合物中的1种以上。

[0120] 作为水溶性高分子，可以举出聚乙烯醇、聚乙烯吡咯烷酮和乙烯-乙醇共聚物等。这些之中，从阻隔性的方面出发，优选聚乙烯醇和乙烯-乙醇共聚物，更优选聚乙烯醇。即，有机被覆层B和有机被覆层D优选包含选自聚乙烯醇和乙烯-乙醇共聚物中的1种以上，更优选包含聚乙烯醇。

[0121] 有机被覆层B和有机被覆层D含有水溶性高分子和金属醇盐系化合物的情况下，相对于金属醇盐系化合物的总量100质量份的水溶性高分子的含量优选为5质量份以上500质量份以下、更优选为7质量份以上100质量份以下、进一步优选为8质量份以上50质量份以下。

[0122] 作为金属醇盐系化合物，可以举出金属醇盐、金属醇盐水解物和金属醇盐聚合物。

[0123] 金属醇盐为通式 $M(OR)_n$ 所示的化合物。式中，M表示Si、Ti、Al和Zr等金属，R表示甲

基和乙基等烷基。作为金属醇盐的具体例,可以举出四甲氧基硅烷、四乙氧基硅烷和异丙氧基铝等。

[0124] 有机被覆层例如可以通过将包含构成有机被覆层的成分的涂布液涂布至无机氧化物层上并进行干燥而形成。上述涂布液中可以含有硅烷偶联剂、固化剂和分散剂等添加剂。

[0125] 有机被覆层B的折射率 n_B 和有机被覆层D的折射率 n_D 的下限分别优选为1.45以上、更优选为1.50以上、进一步优选为1.52以上。另外, n_B 和 n_D 的上限分别优选为1.64以下、更优选为1.60以下、进一步优选为1.57以下。

[0126] 折射率 n_B 与折射率 n_D 优选大致相同。具体而言, n_B/n_D 优选为0.98以上1.02以下、更优选为0.99以上1.01以下、进一步优选为1.00。

[0127] 有机被覆层B的厚度 t_B 和有机被覆层D的厚度 t_D 的下限分别优选为70nm以上、更优选为85nm以上、进一步优选为100nm以上。通过使 t_B 和 t_D 为70nm以上,能够易于改善阻隔性。

[0128] 另外, t_B 和 t_D 的上限分别优选为480nm以下、更优选为400nm以下、更优选为300nm以下、更优选为230nm以下、更优选为195nm以下。通过使 t_B 和 t_D 为480nm以下,能够使阻隔膜薄膜化,同时能够抑制有机被覆层B和有机被覆层D的过度溶胀,易于进一步发挥出满足式1和式2时的效果。另外,若 t_B 和 t_D 过厚,则涂布有机被覆层并进行干燥时产生的应力变大,由于上述应力而使无机氧化物层产生裂纹,阻隔性有时会降低。因此,通过使 t_B 和 t_D 为480nm以下,能够易于改善初期的阻隔性。

[0129] 作为 t_B 和 t_D 的范围的实施方式,可以举出例如70nm以上480nm以下、70nm以上400nm以下、70nm以上300nm以下、70nm以上230nm以下、70nm以上195nm以下、85nm以上480nm以下、85nm以上400nm以下、85nm以上300nm以下、85nm以上230nm以下、85nm以上195nm以下、100nm以上480nm以下、100nm以上400nm以下、100nm以上300nm以下、100nm以上230nm以下、100nm以上195nm以下。

[0130] t_B 与 t_D 可以为不同的值,但优选大致相同。 t_B 与 t_D 大致相同是指 t_B/t_D 为0.95以上1.05以下,优选为0.97以上1.03以下、更优选为0.99以上1.01以下。

[0131] <折射率和式1>

[0132] 本发明的阻隔膜中, n_A 和 n_C 大于 n_B 和 n_D ,并且,

[0133] 上述无机氧化物层A与上述有机被覆层B的界面的反射率大于上述透光性基材与上述无机氧化物层A的界面的反射率,

[0134] 进而,下述式1所示的 d_1 需要表示 $x \pm 0.10$ 的范围(其中, x 为2~13的整数)。

[0135] (式1)

[0136]
$$d_1 = n_B \times t_B / 112.5 \text{ nm} + n_D \times t_D / 112.5 \text{ nm}$$

[0137] 上述式1所示的 d_1 优选表示 $x \pm 0.07$ 的范围(其中, x 为2~13的整数),更优选表示 $x \pm 0.05$ 的范围(其中, x 为2~13的整数),进一步优选表示 $x \pm 0.03$ 的范围(其中, x 为2~13的整数),更进一步优选表示 $x \pm 0.01$ 的范围(其中, x 为2~13的整数)。

[0138] 另外,关于上述式1所示的 d_1 ," x "优选为3~12的整数、更优选为9~11的整数。

[0139] 首先,本发明人对得到使折射率和式1的 d_1 为规定范围的背景进行说明。

[0140] 如图3所示,阻隔膜(100a、100b)配置于量子点含有层(50)的两侧,作为波长转换片(200)的构成部件使用。并且,在包含波长转换片的背光源中,从背光源的一次光源射出

的光(通常,以波长450nm为中心的蓝色光)入射到波长转换片(200)的下侧的阻隔膜(100b)的透光性基材(10)。

[0141] 在一次光源的光入射到图3的波长转换片(200)的下侧的阻隔膜(100b)的透光性基材(10)的情况下,大部分的光透过透光性基材(10)、无机氧化物层A(21)、有机被覆层B(31)、无机氧化物层C(22)以及有机被覆层D(32)到达量子点含有层(50)。

[0142] 并且,到达量子点含有层(50)的一次光源的光中与量子点碰撞的光被转换成与一次光源波长不同的光(以下,将与量子点碰撞而被转换的光称为L2),入射到上侧的阻隔膜(100a)的有机被覆层D(32)。L2可以举出例如绿色光和红色光。另一方面,到达量子点含有层(50)的一次光源的光中未与量子点碰撞的光以一次光源的波长的光的状态入射到上侧的阻隔膜(100a)的有机被覆层D(32)。以下,将未与量子点碰撞而未被转换的光称为L1。L1可以举出例如蓝色光。

[0143] 然后,入射到上侧的阻隔膜(100a)的光(L1和L2)的大部分透过有机被覆层D(32)、无机氧化物层C(22)、有机被覆层B(31)、无机氧化物层A(21)以及透光性基材(10),朝向配置于与波长转换片(200)相比更靠近观察者侧的部件(例如,棱镜片等亮度提高片)。

[0144] 适用了包含阻隔膜的波长转换片的液晶显示装置的色调通过L1与L2的平衡而成立。由此,认为适用了波长转换片的液晶显示装置的色调经时变化的理由是因为L1与L2的平衡发生变化。

[0145] 本发明人对L1与L2的平衡发生变化的原因进行了深入研究。首先,认为L2的光量伴随着量子点的劣化而缓慢地降低。但是,由于阻隔膜等的存在抑制了量子点的劣化,因此不能仅通过量子点的劣化来说明色调的变化。另外,在一次光源发生了劣化的情况下,不仅L1而且L2也相对减少,因此也难以认为一次光源的劣化为起因。

[0146] 本发明人进一步深入研究,结果发现,通过上侧的阻隔膜100a的L1的透射率的变化($\approx$ 从上侧的阻隔膜射出的L1的光量的变化)与量子点劣化所致的L2的光量的变化的相乘作用,适用了包含阻隔膜的波长转换片的液晶显示装置的色调发生了变化。

[0147] 并且,本发明人发现,上侧的阻隔膜100a的L1的透射率($\approx$ 从上侧的阻隔膜100a射出的L1的光量)经时地发生变化的主要原因在于湿度所致的有机被覆层B和有机被覆层D的溶胀。

[0148] 接着,对使折射率和式1的 d_1 为规定范围的技术含义进行说明。

[0149] 首先,L1在透过上侧的阻隔膜100a之前通过6个界面。6个界面为量子点含有层与有机被覆层D的界面(界面1)、有机被覆层D与无机氧化物层C的界面(界面2)、无机氧化物层C与有机被覆层B的界面(界面3)、有机被覆层B与无机氧化物层A的界面(界面4)、无机氧化物层A与透光性基材的界面(界面5)、透光性基材与空气的界面(界面6)。

[0150] 量子点含有层的折射率 n_z 通常小于有机被覆层D的折射率 n_D 。因此,界面1的反射通常为固定端反射。L1的透射率(%)大体为“100(%) - 反射率(%)”。并且,L1的反射率需要考虑界面1的反射与其他界面的反射的干涉。具体而言,在界面1的反射因与其他界面的反射的干涉而减少的情况下,L1的透射率升高,相反地,在界面1的反射因与其他界面的反射的干涉而增加的情况下,L1的透射率降低。

[0151] 在研究界面1的反射(通常为固定端反射)与界面2~6的反射的干涉时,需要研究界面2~6的反射的性质。

[0152] 本发明中,以 n_A 和 n_C 大于 n_B 和 n_D 为必要条件。因此,界面2的反射为固定端反射,界面3的反射为自由端反射,界面4的反射为固定端反射。在 n_A 和 n_C 大于 n_B 和 n_D 的情况下,即使无机氧化物层的厚度薄,阻隔性也变得良好,因此,通常将无机氧化物层的厚度设计得较薄。因此,界面2的固定端反射中的光学距离与界面3的自由端反射中的光学距离可以视为大致相同。此外,由于通常 $n_A \approx n_C$ 且 $n_B \approx n_D$,因此界面2和界面3的反射率大致相同。由此,界面2的固定端反射与界面3的自由端反射相互抵消,可以视为不对界面1的固定端反射产生影响。

[0153] 另外,在通常的设计中,透光性基材的折射率 n_0 高于无机氧化物层A的折射率 n_A 。由此,界面5的反射为自由端反射。如上所述,在 n_A 和 n_C 大于 n_B 和 n_D 的情况下,通常,将无机氧化物层的厚度设计得较薄,因此可以视为界面4的固定端反射中的光学距离与界面5的自由端反射中的光学距离大致相同。此外,本发明中,以无机氧化物层A与有机被覆层B的界面(界面4)的反射率大于透光性基材与无机氧化物层A的界面(界面5)的反射率为必要条件。由此,作为对界面1的固定端反射产生影响的反射,可以说不考虑界面5而考虑界面4即可。

[0154] 最后,研究界面6的反射。通常,透光性基材的厚度设计成充分大于光的波长。由此,界面6的反射是可以作为所谓薄膜干涉而忽视的反射。

[0155] 综上所述,应考虑为对界面1的反射(通常为固定端反射)产生干涉的反射的主要反射为界面4的固定端反射。

[0156] 若以界面1和界面4的反射均为固定端反射为前提,关于波长 λ 的光,在满足下述式x-1的关系时,界面4的反射会减弱界面1的反射,反射率减少。另外,反射率减少意味着透射率增加。由此,若以界面1和界面4的反射均为固定端反射为前提,从量子点含有层射出的波长 λ 的光满足下述式x-1的关系时,透射率最高。需要说明的是,可以说无机氧化物层A和无机氧化物层C的厚度薄至不影响干涉的程度,因此,在下述式x-1中不考虑无机氧化物层的厚度。

[0157] $2 \times n_B \times t_B + 2 \times n_D \times t_D = \lambda/2$ (式x-1)

[0158] 式x-1可以变形成为下述式x-2。

[0159] $n_B \times t_B + n_D \times t_D = \lambda/4$ (式x-2)

[0160] 根据式x-2,在以界面1和界面4的反射均为固定端反射为前提的情况下,在满足“ $n_B \times t_B + n_D \times t_D = \lambda/4$ ”时,可以说波长 λ 的透射率最高。另外,由于光谱透射率具有周期性,因此在以界面1和界面4的反射均为固定端反射为前提的情况下,“ $n_B \times t_B + n_D \times t_D$ ”为“ $\lambda/4$ ”的奇数倍时,也可以说波长 λ 的透射率最高。并且,可以通过将式x-2的左边除以右边来算出“ $n_B \times t_B + n_D \times t_D$ ”为“ $\lambda/4$ ”的几倍。

[0161] 使用了量子点的背光源的一次光的中心波长大体为450nm。若设 λ 为450nm,则式x-2的“ $\lambda/4$ ”为“112.5nm”。

[0162] 即,本发明的式1是表示“ $n_B \times t_B + n_D \times t_D$ ”为“112.5nm($\lambda/4$)”的几倍的公式。

[0163] 并且,在以界面1和界面4的反射均为固定端反射为前提的情况下,式1的 d_1 为 $2x+1$ 时(x 为0以上的整数),波长450nm的光的透射率最高,式1的 d_1 为 $2x$ 时(x 为1以上的整数),波长450nm的光的透射率最低。换言之,在以界面1和界面4的反射均为固定端反射为前提的情况下,式1的 d_1 为奇数时,波长450nm的光的透射率示出峰,式1的 d_1 为偶数时,波长450nm的光的透射率示出底。波长450nm的光可以视为上述的L1。

[0164] 界面1的反射通常为固定端反射,但在界面1的反射为自由端反射的情况下,如下考虑即可。

[0165] 该情况下,应考虑为对作为自由端反射的界面1的反射产生干涉的反射的主要反射仍然是界面4的固定端反射。并且,该情况下,式1的 d_1 为 $2x+1$ 时(x 为0以上的整数),波长450nm的透射率最低,式1的 d_1 为 $2x$ 时(x 为1以上的整数),波长450nm的透射率最高。

[0166] 本发明的阻隔膜需要式1的 d_1 的值为 $x \pm 0.10$ (其中, x 为2~13的整数)。即,表示本发明的阻隔膜的 d_1 的值为2~13的整数附近。换言之,表示 d_1 的值为2~13的整数附近的本发明的阻隔膜为透过阻隔膜的光的光谱透射光谱的波形在450nm附近具有峰或底的阻隔膜。

[0167] 这样,通过使阻隔膜的光谱透射光谱的波形在450nm附近具有峰或底,能够抑制暴露于高湿环境下时的色调变化。产生该效果的理由考虑如下。

[0168] 首先,阻隔膜在暴露于高湿环境下时,阻隔膜的有机被覆层发生溶胀。并且,若有机被覆层发生溶胀,则有机被覆层的厚度增加,因此阻隔膜的光谱透射率的波形发生位移(主要向长波长侧位移)。并且,阻隔膜的光谱透射率具有下述倾向:虽然在峰或底附近变化小,但在偏离峰或底的区域中变化增大。由此,认为:通过使阻隔膜的波长450nm的透射率为峰附近或底附近,能够抑制有机被覆层发生溶胀而使光谱透射光谱的波形发生位移时的450nm的透射率的变化。由于使用量子点的背光源的一次光的中心波长大体为450nm,因而抑制阻隔膜的450nm的透射率的变化,认为这可抑制到达量子点含有层(50)的一次光源的光中未与量子点碰撞的光(L1)的透射率变化,能够抑制使用量子点的背光源的色调变化。

[0169] 需要说明的是,L2(绿色和红色)的波长区域与L1(蓝色)相比光谱透射光谱的波形周期更长,因此不易受到有机被覆层的溶胀产生的影响。

[0170] 如上所述,本发明的阻隔膜通过使式1的 d_1 的值表示2~13的整数附近,能够抑制高湿环境下所致的色调变化。

[0171] 即使 d_1 的值为整数,在为0或1的情况下,也意味着有机被覆层B和D的厚度薄。这种情况下,由于阻隔性不充分,因此色调因量子点本身的劣化而发生变化。

[0172] 另外,在 d_1 的值超过14附近的情况下,意味着有机被覆层B和D的厚度厚。这种情况下,有机被覆层的溶胀过度,有机被覆层的厚度大幅变化,因此无法抑制色调的变化。另外,在 d_1 的值超过14附近的情况下,光谱透射率的波形周期缩短,难以抑制色调的变化。

[0173] <优选实施方式1A>

[0174] 本发明的阻隔膜优选式1所示的 d_1 表示 $x \pm 0.10$ 的范围(其中, x 为3~13的奇数的整数),更优选表示 $x \pm 0.07$ 的范围(其中, x 为3~13的奇数的整数),更优选表示 $x \pm 0.05$ 的范围(其中, x 为3~13的奇数的整数),更优选表示 $x \pm 0.03$ 的范围(其中, x 为3~13的奇数的整数),更优选表示 $x \pm 0.01$ 的范围(其中, x 为3~13的奇数的整数)。

[0175] 量子点含有层的折射率 n_z 通常小于有机被覆层D的折射率 n_D ,因此,界面1的反射通常为固定端反射。并且,在界面1的反射为固定端反射的情况下,式1所示的 d_1 为奇数倍时,阻隔膜的光谱透射光谱的波形在450nm附近具有峰。

[0176] 由此,若以界面1的反射为固定端反射为前提,如优选实施方式1A那样,通过使式1所示的 d_1 为奇数附近的值,能够提高到达量子点含有层(50)的一次光源的光中未与量子点碰撞的光(L1)的透射率,从这方面出发是优选的。

[0177] 另外,在优选实施方式1A中,式1所示的 d_1 中的“ x ”优选为3~11的奇数的整数,更

优选为9~11的奇数的整数。

[0178] <优选实施方式1B>

[0179] 另外,本发明的阻隔膜优选式1所示的 d_1 表示 $x \sim x+0.10$ 的范围(其中, x 为3~13的奇数的整数),更优选表示 $x \sim x+0.07$ 的范围(其中, x 为3~13的奇数的整数),更优选表示 $x \sim x+0.05$ 的范围(其中, x 为3~13的奇数的整数),更优选表示 $x \sim x+0.03$ 的范围(其中, x 为3~13的奇数的整数),更优选表示 $x \sim x+0.01$ 的范围(其中, x 为3~13的奇数的整数)。

[0180] 优选实施方式1B由于式1所示的 d_1 为奇数附近的值,因此,可以说阻隔膜的光谱透射光谱的波形在450nm附近具有峰。另外,在优选实施方式1B中,式1所示的 d_1 表示较整奇数更靠正侧的值。由此,满足优选实施方式1B的阻隔膜在有机被覆层发生溶胀而使阻隔膜的光谱透射率的波形向长波长侧位移时,波长450nm的透射率降低。即,在优选实施方式1B中,若有机被覆层溶胀,则L1的透射率减少。

[0181] 另一方面,由量子点转换的光(L2)由于量子点的劣化而使光量缓慢地降低。

[0182] 由此,对于优选实施方式1B而言,由于L2的光量因量子点的劣化而降低,并且L1的透射率也减少,因此,L1和L2的平衡不易破坏,能够进一步抑制色调变化,从该方面出发是优选的。

[0183] 另外,在优选实施方式1B中,式1所示的 d_1 中的“ x ”优选为3~11的奇数的整数,更优选为9~11的奇数的整数。

[0184] <底涂层>

[0185] 本发明的阻隔膜可以在上述有机被覆层D的与上述无机氧化物层C相反一侧具有底涂层E。通过具有底涂层,能够改善阻隔膜与量子点含有层的密合性,从这方面出发是优选的。

[0186] 底涂层优选配置于有机被覆层D的与无机氧化物层C相反一侧且与有机被覆层D相接的位置。另外,底涂层优选配置于阻隔膜的最外层。

[0187] 《式2》

[0188] 本发明的阻隔膜在上述有机被覆层D的与上述无机氧化物层C相反一侧具有底涂层E,将上述底涂层E的折射率定义为 n_E 、将上述底涂层E的厚度定义为 t_E 时,下述式2所示的 d_2 优选表示 $y \pm 0.10$ 的范围(其中, y 为4~27的整数)。

[0189] (式2)

$$[0190] \quad d_2 = n_B \times t_B / 112.5 \text{nm} + n_D \times t_D / 112.5 \text{nm} + n_E \times t_E / 112.5 \text{nm}$$

[0191] 上述式2所示的 d_2 优选表示 $y \pm 0.07$ 的范围(其中, y 为4~27的整数),更优选表示 $y \pm 0.05$ 的范围(其中, y 为4~27的整数),进一步优选表示 $y \pm 0.03$ 的范围(其中, y 为4~27的整数),更进一步优选表示 $y \pm 0.01$ 的范围(其中, y 为4~27的整数)。

[0192] 另外,关于上述式2所示的 d_2 ，“ y ”优选为5~20的整数、更优选为9~15的整数、进一步优选为11~13的整数。

[0193] 式2的技术思想与式1的技术思想大致相同。

[0194] 在有机被覆层D的与无机氧化物层C相反一侧具有底涂层E的情况下,L1在透过上侧的阻隔膜100a之前通过7个界面。7个界面为量子点含有层与底涂层E的界面(界面1-1)、底涂层E与有机被覆层D的界面(界面1-2)、有机被覆层D与无机氧化物层C的界面(界面2)、无机氧化物层C与有机被覆层B的界面(界面3)、有机被覆层B与无机氧化物层A的界面(界面

4)、无机氧化物层A与透光性基材的界面(界面5)、透光性基材与空气的界面(界面6)。

[0195] 量子点含有层的折射率 n_z 通常小于底涂层E的折射率 n_E 。因此,界面1-1的反射通常为固定端反射。

[0196] 在研究界面1-1的反射(通常为固定端反射)与界面1-2、2~6的反射的干涉时,需要研究界面1-2、2~6的反射的性质。

[0197] 关于界面1-2的反射,考虑固定端反射的情况和自由端反射的情况。此处,通常,为了降低界面1-2的反射率,将底涂层E的折射率 n_E 与有机被覆层D的折射率 n_D 设计成折射率差较小。因此,可以忽视反射率小的界面1-2的反射。

[0198] 关于界面2的反射与界面3的反射,与不具有底涂层E的情况同样地相互抵消,可以视为不会对界面1-1的固定端反射产生影响。

[0199] 界面4的反射与界面5的反射的关系也与不具有底涂层E的情况相同。界面6的反射是可以作为所谓薄膜干涉而忽视的反射。

[0200] 由此,应考虑为对界面1-1的反射(通常为固定端反射)的反射产生干涉的反射的主要反射称为界面4的固定端反射。另外,作为界面4的固定端反射的光学距离,需要考虑底涂层的光学距离($n_E \times t_E$)。

[0201] 若以界面1-1和界面4的反射均为固定端反射为前提,关于波长 λ 的光,在满足下述式y-1的关系时,界面4的反射会减弱界面1-1的反射,反射率减少。另外,反射率减少意味着透射率增加。由此,若以界面1-1和界面4的反射均为固定端反射为前提,从量子点含有层射出的波长 λ 的光满足下述式y-1的关系时,透射率最高。需要说明的是,可以说无机氧化物层A和无机氧化物层C的厚度薄至不影响干涉的程度,因此,在下述式y-1中不考虑无机氧化物层的厚度。

[0202] $2 \times n_B \times t_B + 2 \times n_D \times t_D + 2 \times n_E \times t_E = \lambda/2$ (式y-1)

[0203] 式y-1可以变形成下述式y-2。

[0204] $n_B \times t_B + n_D \times t_D + n_E \times t_E = \lambda/4$ (式y-2)

[0205] 根据式y-2,在以界面1-1和界面4的反射均为固定端反射为前提的情况下,在满足“ $n_B \times t_B + n_D \times t_D + n_E \times t_E = \lambda/4$ ”时,可以说波长 λ 的透射率最高。另外,由于光谱透射率具有周期性,因此在以界面1-1和界面4的反射均为固定端反射为前提的情况下,“ $n_B \times t_B + n_D \times t_D + n_E \times t_E$ ”为“ $\lambda/4$ ”的奇数倍时,也可以说波长 λ 的透射率最高。并且,可以通过将式y-2的左边除以右边来算出“ $n_B \times t_B + n_D \times t_D + n_E \times t_E$ ”为“ $\lambda/4$ ”的几倍。

[0206] 使用了量子点的背光源的一次光的中心波长大体为450nm。若设 λ 为450nm,则式y-2的“ $\lambda/4$ ”为“112.5nm”。

[0207] 即,式2是表示“ $n_B \times t_B + n_D \times t_D + n_E \times t_E$ ”为“112.5nm($\lambda/4$)”的几倍的公式。

[0208] 并且,在以界面1-1和界面4的反射均为固定端反射为前提的情况下,式2的 d_2 为 $2y+1$ 时(y 为0以上的整数),波长450nm的光的透射率最高,式2的 d_2 为 $2y$ 时(y 为1以上的整数),波长450nm的光的透射率最低。波长450nm的光可以视为上述的L1。

[0209] 界面1-1的反射通常为固定端反射,但在界面1-1的反射为自由端反射的情况下,如下考虑即可。

[0210] 该情况下,应考虑为对作为自由端反射的界面1-1的反射产生干涉的反射的主要反射仍然是界面4的固定端反射。并且,该情况下,式2的 d_2 为 $2y+1$ 时(y 为0以上的整数),波

长450nm的透射率最低,式2的 d_2 为 $2y$ 时(y 为1以上的整数),波长450nm的透射率最高。

[0211] 如上所述,式2的技术思想与式1的技术思想大致相同。由此,通过使式2的 d_2 的值表示4~27的整数附近,能够容易抑制高湿环境下所致的色调变化。需要说明的是,式2的 d_2 的值大于式1的 d_1 的理由在于底涂层E的光学厚度是有效的。

[0212] 即使 d_2 的值为整数,在为0~3的情况下,有机被覆层B、有机被覆层D和底涂层E的厚度也变薄,阻隔性和与量子点含有层的密合性有时会降低,因此是不优选的。

[0213] 另外,在 d_2 的值超过27附近的情况下,有机被覆层的溶胀有时变得过度,阻隔膜有时厚膜化,从这方面出发是不优选的。另外,在 d_2 的值超过27附近的情况下,光谱透射率的波形周期缩短,难以抑制色调的变化。

[0214] <优选实施方式2A>

[0215] 本发明的阻隔膜优选式2所示的 d_2 表示 $y \pm 0.10$ 的范围(其中, y 为5~27的奇数的整数),更优选表示 $y \pm 0.07$ 的范围(其中, y 为5~27的奇数的整数),更优选表示 $y \pm 0.05$ 的范围(其中, y 为5~27的奇数的整数),更优选表示 $y \pm 0.03$ 的范围(其中, y 为5~27的奇数的整数),更优选表示 $y \pm 0.01$ 的范围(其中, y 为5~27的奇数的整数)。

[0216] 量子点含有层的折射率 n_z 通常小于底涂层E的折射率 n_E ,因此,界面1-1的反射通常为固定端反射。并且,在界面1-1的反射为固定端反射的情况下,式2所示的 d_2 为奇数倍时,阻隔膜的光谱透射光谱的波形在450nm附近具有峰。

[0217] 由此,若以界面1-1的反射为固定端反射为前提,如优选实施方式2A那样,通过使式2所示的 d_2 为奇数附近的值,能够提高到达量子点含有层(50)的一次光源的光中未与量子点碰撞的光(L1)的透射率,从这方面出发是优选的。

[0218] 另外,在优选实施方式2A中,式2所示的 d_2 中的“ y ”优选为5~19的奇数的整数,更优选为9~15的奇数的整数,进一步优选为11~13的奇数的整数。

[0219] <优选实施方式2B>

[0220] 另外,本发明的阻隔膜优选式2所示的 d_2 表示 $y \sim y+0.10$ 的范围(其中, y 为5~27的奇数的整数),更优选表示 $y \sim y+0.07$ 的范围(其中, y 为5~27的奇数的整数),更优选表示 $y \sim y+0.05$ 的范围(其中, y 为5~27的奇数的整数),更优选表示 $y \sim y+0.03$ 的范围(其中, y 为5~27的奇数的整数),更优选表示 $y \sim y+0.01$ 的范围(其中, y 为5~27的奇数的整数)。

[0221] 优选实施方式2B由于式2所示的 d_2 为奇数附近的值,因此,可以说阻隔膜的光谱透射光谱的波形在450nm附近具有峰。另外,在优选实施方式2B中,式2所示的 d_2 表示较整奇数更靠正侧的值。由此,满足优选实施方式2B的阻隔膜在有机被覆层发生溶胀而使阻隔膜的光谱透射率的波形向长波长侧位移时,波长450nm的透射率降低。即,在优选实施方式2B中,若有机被覆层溶胀,则L1的透射率减少。

[0222] 另一方面,由量子点转换的光(L2)由于量子点的劣化而使光量缓慢地降低。

[0223] 由此,对于优选实施方式2B而言,由于L2的光量因量子点的劣化而降低,并且L1的透射率也减少,因此,L1和L2的平衡不易破坏,能够进一步抑制色调变化,从该方面出发是优选的。

[0224] 另外,在优选实施方式2B中,式2所示的 d_2 中的“ y ”优选为5~19的奇数的整数、更优选为9~15的奇数的整数、进一步优选为11~13的奇数的整数。

[0225] 底涂层E的折射率 n_E 与有机被覆层D的折射率 n_D 之比 n_E/n_D 优选为0.95以上1.05以

下、更优选为0.97以上1.03以下、进一步优选为0.98以上1.02以下。

[0226] 底涂层E的折射率 n_E 的下限优选为1.47以上、更优选为1.52以上、进一步优选为1.55以上。另外, n_E 的上限优选为1.66以下、更优选为1.62以下、进一步优选为1.60以下。

[0227] 底涂层E的厚度 t_E 优选为70nm以上1000nm、更优选为100nm以上500nm以下、进一步优选为120nm以上300nm以下。

[0228] 《组成》

[0229] 底涂层E优选包含聚氨酯系树脂组合物等树脂成分。聚氨酯系树脂起到下述作用:易于改善与量子点含有层的密合性,并且,可缓和使量子点含有层发生电离射线固化或热固化时产生的应力,使上述应力难以传递到无机氧化物层和有机被覆层。此外,聚氨酯系树脂通过提高底涂层E的伸长率,可以易于抑制无机氧化物层等构成阻隔膜的层产生裂纹。

[0230] 作为聚氨酯系树脂组合物,可以举出通过多官能异氰酸酯与含羟基的化合物的反应得到的单液或双液型聚氨酯系树脂组合物。多官能异氰酸酯和含羟基的化合物分别可以仅使用一种,也可以使用两种以上。

[0231] 具体而言,作为多官能异氰酸酯,可以举出甲苯二异氰酸酯、二苯基甲烷二异氰酸酯、苯二亚甲基二异氰酸酯、聚亚甲基聚亚苯基多异氰酸酯等芳香族多异氰酸酯、或者六亚甲基二异氰酸酯、异佛尔酮二异氰酸酯等脂肪族多异氰酸酯等。

[0232] 另外,作为含羟基的化合物,可以举出聚醚多元醇、聚酯多元醇、聚酯聚氨酯多元醇、聚丙烯酸酯多元醇等。本发明中,从与量子点含有层的密合性和耐久性的方面出发,特别优选聚酯聚氨酯多元醇。聚酯聚氨酯多元醇例如可以通过日本特开2001-288408号公报、日本特开2003-26996号公报中记载的方法来制造。

[0233] 以底涂层E的总量为基准,聚氨酯系树脂组合物的含量优选为40质量%以上、更优选为70质量%以上。

[0234] 底涂层E可以进一步含有硅烷偶联剂。通过包含硅烷偶联剂,能够容易提高底涂层E与有机被覆层D的密合性。硅烷偶联剂中,位于其分子一端的官能团、通常为氯、烷氧基或乙酰氧基等发生水解而形成硅烷醇基(Si-OH)。由此,底涂层E的树脂组合物通过共价键等被修饰,形成牢固的键合。另外,通过位于硅烷偶联剂的另一端的乙烯基、甲基丙烯酰氧基、氨基系、环氧系、或者巯基等有机官能团,能够易于改善底涂层E与有机被覆层D、以及底涂层E与量子点含有层的密合性。

[0235] 作为硅烷偶联剂,可以举出例如 γ -氯丙基三甲氧基硅烷、乙烯基三氯硅烷、乙烯基三乙氧基硅烷、乙烯基-三(β-甲氧基乙氧基)硅烷、 γ -甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷、β-(3,4-环氧环己基)乙基三甲氧基硅烷、 γ -环氧丙氧基丙基三甲氧基硅烷、乙烯基三乙酰氧基硅烷、 γ -巯基丙基三甲氧基硅烷、N-β(氨基乙基)- γ -氨基丙基三甲氧基硅烷、N-β(氨基乙基)- γ -氨基丙基甲基二甲氧基硅烷、 γ -脲基丙基三乙氧基硅烷、双(β-羟基乙基)- γ -氨基丙基三乙氧基硅烷和 γ -氨基丙基硅酮等,可以使用它们中的1种或2种以上。

[0236] 以底涂层E的总量为基准,硅烷偶联剂的含量优选为1质量%以上、更优选为3质量%以上。若硅烷偶联剂的含量为上述范围,能够易于进一步提高底涂层E与有机被覆层D、以及底涂层E与量子点含有层的密合性。

[0237] 需要说明的是,为了改善底涂层E的伸长性、同时抑制底涂层E的裂纹产生,以底涂层E的总量为基准,硅烷偶联剂的含量优选为30质量%以下、更优选为20质量%以下。

[0238] 底涂层E可以进一步包含填充剂。填充剂具有调整用于形成底涂层的涂布液的粘度等、提高涂布适应性等的作用。作为填充材料,可以使用例如碳酸钙、硫酸钡、氧化铝白、二氧化硅、滑石、玻璃粉、树脂粉末等。

[0239] 底涂层可以根据需要进一步包含稳定剂、交联剂、润滑剂、紫外线吸收剂、其他等添加剂。

[0240] <物性>

[0241] 《水蒸气透过率》

[0242] 阻隔膜的基于JIS K7129-2:2019的水蒸气透过率的值优选为 $0.20\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{天}$ 以下、更优选为 $0.15\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{天}$ 以下。需要说明的是,测定水蒸气透过率时的温度和湿度的条件为 40°C 、相对湿度90%。另外,在测定水蒸气透过率之前,将测定用的样品在温度 $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 、相对湿度40%以上65%以下的气氛中暴露30分钟以上。

[0243] 水蒸气透过率例如可以利用MOCON公司制造的水蒸气透过率测定装置(商品名:PERMATRAN)进行测定。

[0244] 《氧透过率》

[0245] 阻隔膜的基于JIS K7126-2:2006的氧透过率的值优选为 $0.5\text{cc}/\text{m}^2 \cdot \text{天} \cdot \text{atm}$ 以下。需要说明的是,测定氧透过率时的温度和湿度的条件为 23°C 、相对湿度90%。另外,在测定氧透过率之前,将测定用的样品在温度 $23^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 、相对湿度40%以上65%以下的气氛中暴露30分钟以上。

[0246] 氧透过率例如可以利用MOCON公司制造的氧透过率测定装置(商品名:OX-TRAN)进行测定(Mocon法)。

[0247] 《b*值》

[0248] 阻隔膜的 $L^*a^*b^*$ 色度系统的 b^* 值优选为1.0以下、更优选为-1.5以上0.8以下。需要说明的是, b^* 值为透过的 b^* 值。另外,测定 b^* 值时的光入射面是与透光性基材相反一侧的面。

[0249] $L^*a^*b^*$ 色度系统基于1976年由国际照明委员会(CIE)标准化的 $L^*a^*b^*$ 色度系统,在JIS Z8781-4:2013中被采用。

[0250] 《总光线透射率》

[0251] 阻隔膜的JIS K7361-1:1997的总光线透射率优选为80%以上、更优选为85%以上、进一步优选为87%以上。需要说明的是,测定总光线透射率时的光入射面是与透光性基材相反一侧的面。

[0252] <层积构成>

[0253] 作为本发明的阻隔膜的层积构成,可以举出例如下述(1)和(2)。下述(1)和(2)中,“/”是指层的界面。

[0254] (1) 透光性基材/无机氧化物层A/有机被覆层B/无机氧化物层C/有机被覆层D

[0255] (2) 透光性基材/无机氧化物层A/有机被覆层B/无机氧化物层C/有机被覆层D/底涂层E

[0256] 在不损害本发明效果的范围内,阻隔膜可以具有上述以外的层。

[0257] 需要说明的是,作为阻隔膜的层积构成,也可考虑下述(3)的构成。但是,下述(3)的层积构成与上述(1)和(2)相比界面数量多,因此从光学特性的方面出发是不利的,另外总厚也增加。因此,优选上述(1)和(2)的层积构成。

[0258] (3) 第一透光性基材/无机氧化物层A/有机被覆层B/无机氧化物层C/有机被覆层D/第二透光性基材/底涂层

[0259] 无机氧化物层A、有机被覆层B、无机氧化物层C和有机被覆层D的总厚度优选为150nm以上1500nm以下、更优选为200nm以上800nm以下、进一步优选为300nm以上650nm以下。通过使上述总厚度为150nm以上,能够易于改善阻隔性。另外,通过使上述总厚度为1500nm以下,能够抑制光谱透射率的波形周期变得过短,易于发挥出满足式1所带来的效果。

[0260] 无机氧化物层A、有机被覆层B、无机氧化物层C、有机被覆层D和底涂层E的总厚度优选为250nm以上1700nm以下、更优选为300nm以1000nm以下、进一步优选为400nm以上700nm以下。通过使上述总厚度为250nm以上,能够易于改善阻隔性。另外,通过使上述总厚度为1700nm以下,能够抑制光谱透射率的波形周期变得过短,易于发挥出满足式2所带来的效果。

[0261] <制造方法>

[0262] 阻隔膜例如可以通过在透光性基材上依次形成无机氧化物层A、有机被覆层B、无机氧化物层C和有机被覆层D来制造。阻隔膜具有底涂层E的情况下,在有机被覆层D上形成底涂层E即可。

[0263] 如上所述,无机氧化物层A和无机氧化物层C可以通过真空蒸镀法等物理气相生长法、或者等离子体化学气相生长法等化学气相生长法等来形成。

[0264] 有机被覆层B、有机被覆层D和底涂层E可以通过涂布溶解或分散有构成各层的组合物的涂布液并进行干燥,根据需要进行固化而形成。

[0265] <用途>

[0266] 本发明的波长转换片用的阻隔膜例如能够用于面光源的波长转换片用的阻隔膜。作为面光源,可以举出液晶显示装置的背光光源、检查设备的背光光源等。即,本发明的波长转换片用的阻隔膜能够用于“液晶显示装置的背光光源的波长转换片用的阻隔膜”、“检查设备的背光光源的波长转换片用的阻隔膜”等。

[0267] 此外,本发明的波长转换片用的阻隔膜还能用于“园艺的波长转换片用的阻隔膜”。作为园艺的波长转换片,可以举出例如具备将紫外线转换成适合植物生长的波长的功能的片。作为适合植物生长的波长,可以举出适合光合成的波长。园艺的波长转换片例如可以设置于塑料大棚和玻璃室的园艺设施的天花板等。

[0268] [波长转换片]

[0269] 本发明的波长转换片为具有包含量子点的量子点含有层和层积在上述量子点含有层的两侧的阻隔膜的波长转换片,其中,按照作为上述阻隔膜的上述本发明的阻隔膜的与透光性基材相反一侧的面朝向上述量子点含有层侧的方式进行了层积。

[0270] 图3和图4是示出本发明的波长转换片(200)的实施方式的截面图。图3和图4的波长转换片(200)具有包含量子点的量子点含有层(50)和层积在量子点含有层的两侧的阻隔膜(100a、100b)。另外,图3和图4的波长转换片(200)按照阻隔膜(100a、100b)的与透光性基材(10)相反一侧的面朝向量子点含有层(50)侧的方式进行了层积。

[0271] 如图3和图4所示,波长转换片优选以量子点含有层为中心具有上下对称的构成。换言之,层积在量子点含有层的两侧的阻隔膜优选使用同一构成的阻隔膜。通过具有上述

构成,应变被均等地分散,能够易于改善波长转换片的平面性,并且能够易于改善波长转换片的各界面的密合性。

[0272] <量子点含有层>

[0273] 量子点含有层包含量子点和粘结剂树脂。

[0274] 量子点(Quantum dot)是半导体的纳米尺寸的微粒,通过电子、激子被封入纳米尺寸的小晶体内的量子限制效应(量子尺寸效应)而显示出特异性的光学、电学性质,也被称为半导体纳米颗粒或半导体纳米晶体。

[0275] 量子点为半导体的纳米尺寸的微粒,只要是产生量子限制效应(量子尺寸效应)的材料就没有特别限定。作为量子点,可以举出通过自身的粒径限制发光色的半导体微粒和具有掺杂剂的半导体微粒。

[0276] 量子点根据其粒径而使发光色不同,例如,在仅由CdSe构成的核构成的量子点的情况下,粒径为2.3nm、3.0nm、3.8nm、4.6nm时的荧光光谱的峰值波长为528nm、570nm、592nm、637nm。即,放出峰值波长637nm的二次光的量子点的粒径为4.6nm,放出峰值波长528nm的二次光的量子点的粒径为2.3nm。

[0277] 量子点优选包含选自放出与红色对应的波长的二次光的量子点、以及放出与绿色对应的波长的二次光的量子点中的1种以上,更优选包含放出与红色对应的波长的二次光的量子点、以及放出与绿色对应的波长的二次光的量子点。

[0278] 量子点可以含有放出与红色对应的波长的二次光的量子点、以及放出与绿色对应的波长的二次光的量子点以外的量子点。

[0279] 量子点的含量根据量子点含有层的厚度、背光源中的光的再循环率、目标色调等适当调整。若量子点含有层的厚度为后述范围,相对于量子点含有层的粘结剂树脂100质量份,量子点的含量为0.01质量份以上1.0质量份以下左右。

[0280] 作为成为量子点的核的材料,具体而言,可示例出含有MgS、MgSe、MgTe、CaS、CaSe、CaTe、SrS、SrSe、SrTe、BaS、BaSe、BaTe、ZnS、ZnSe、ZnTe、CdS、CdSe、CdTe、HgS、HgSe和HgTe之类的II-VI族半导体化合物、AlN、AlP、AlAs、AlSb、GaAs、GaP、GaN、GaSb、InN、InAs、InP、InSb、TiN、TiP、TiAs和TiSb之类的III-V族半导体化合物、Si、Ge和Pb之类的IV族半导体等半导体化合物或半导体的半导体结晶。另外,也可以使用包含InGaP之类的含有3种以上元素的半导体化合物的半导体结晶。

[0281] 此外,作为由具有掺杂剂的半导体微粒构成的量子点,也可以使用在上述半导体化合物中掺杂有 Eu^{3+} 、 Tb^{3+} 、 Ag^{+} 、 Cu^{+} 之类的稀土金属的阳离子或过渡金属的阳离子的半导体结晶。

[0282] 作为成为量子点的核的材料,从制作容易性、获得可见区域的发光的粒径的控制性、荧光量子产率的方面出发,优选CdS、CdSe、CdTe、InP、InGaP等半导体结晶。

[0283] 量子点可以由1种半导体化合物构成,也可以由2种以上的半导体化合物构成,例如可以具有下述核壳型结构:该核壳型结构具有由半导体化合物构成的核和由与上述核不同的半导体化合物构成的壳。

[0284] 在使用核壳型量子点的情况下,作为构成壳的半导体,通过使用带隙高于形成核的半导体化合物的材料以使激子被封入核中,能够提高量子点的发光效率。

[0285] 作为具有这种带隙大小关系的核壳结构(核/壳),可以举出例如CdSe/ZnS、CdSe/

ZnSe、CdSe/CdS、CdTe/CdS、InP/ZnS、GaP/ZnS、Si/ZnS、InN/GaN、InP/CdSSe、InP/ZnSeTe、InGaP/ZnSe、InGaP/ZnS、Si/AlP、InP/ZnSTe、InGaP/ZnSTe、InGaP/ZnSSe等。

[0286] 为了获得所期望的波长的光,量子点的大小通过构成量子点的材料适当控制即可。随着量子点的粒径变小,能带隙增大。即,随着晶体尺寸变小,量子点的发光向蓝色侧、即高能量侧位移。因此,通过改变量子点的大小,能够在紫外区域、可见区域、红外区域的光谱的整个波长调节其发射波长。

[0287] 一般来说,量子点的粒径(直径)优选为0.5nm以上20nm以下的范围,特别优选为1nm以上10nm以下的范围。需要说明的是,量子点的尺寸分布越窄,能够得到越清晰的发光色。

[0288] 量子点的形状没有特别限定,可以为例如球状、棒状、圆盘状、其他形状。关于量子点的粒径,在量子点不是球状时,可以为具有相同体积的正球状的值。

[0289] 量子点可以被树脂所被覆。

[0290] 作为量子点含有层的粘结剂树脂,可以举出热塑性树脂、热固性树脂组合物的固化物、电离射线固化性树脂组合物的固化物。这些之中,从耐久性的方面出发,优选热固性树脂组合物的固化物、电离射线固化性树脂组合物的固化物,更优选电离射线固化性树脂组合物的固化物。

[0291] 热固性树脂组合物为至少包含热固性树脂的组合物,是通过加热而固化的树脂组合物。热固性树脂组合物优选除了热固性树脂以外还包含后述的硫醇化合物,更优选包含多官能硫醇化合物。

[0292] 作为热固性树脂,可以举出丙烯酸类树脂、氨基甲酸酯树脂、酚醛树脂、脲三聚氰胺树脂、环氧树脂、不饱和聚酯树脂、有机硅树脂等。在热固性树脂组合物中,可以根据需要在这些固化性树脂中添加固化剂。

[0293] 电离射线固化性树脂组合物是包含具有电离射线固化性官能团的化合物(下文中,也称为“电离射线固化性化合物”)的组合物。电离射线固化性树脂组合物优选除了电离射线固化性化合物以外还包含后述的硫醇化合物,更优选包含多官能硫醇化合物。

[0294] 作为电离射线固化性官能团,可以举出(甲基)丙烯酰基、乙烯基、烯丙基等烯键式不饱和键基团、以及环氧基、氧杂环丁基等,其中优选烯键式不饱和键基团。另外,在烯键式不饱和键基团中,优选(甲基)丙烯酸酯基。以下,将具有(甲基)丙烯酰基的电离射线固化性化合物称为(甲基)丙烯酸酯系化合物。即,粘结剂树脂优选包含含有(甲基)丙烯酸酯系化合物的组合物的固化物。

[0295] 需要说明的是,本说明书中,“(甲基)丙烯酸酯”是指甲基丙烯酸酯和丙烯酸酯。另外,本说明书中,“电离射线”是指电磁波或带电粒子束中具有能够使分子聚合或交联的能量量子的电离射线,通常使用紫外线或电子射线,除此以外,也可以使用X射线、 γ 射线等电磁波、 α 射线、离子束等带电粒子束。

[0296] 电离射线固化性化合物可以为仅具有1个上述官能团的单官能的电离射线固化性化合物,也可以为具有2个以上上述官能团的多官能的电离射线固化性化合物,还可以为这些化合物的混合物。这些之中,优选多官能的电离射线固化性化合物,更优选具有2个以上(甲基)丙烯酰基的多官能的(甲基)丙烯酸酯系化合物。即,粘结剂树脂优选包含多官能的电离射线固化性化合物的固化物,更优选包含多官能(甲基)丙烯酸酯系化合物的固化物。

进而,粘结剂树脂优选包含含有多官能的电离射线固化性化合物和硫醇化合物的组合物的固化物,更优选包含含有多官能(甲基)丙烯酸酯系化合物和硫醇化合物的组合物的固化物。

[0297] 多官能(甲基)丙烯酸酯系化合物可以具有亚烷基氧基。

[0298] 作为亚烷基氧基,例如,优选碳原子数为2~4的亚烷基氧基,更优选碳原子数为2或3的亚烷基氧基,进一步优选碳原子数为2的亚烷基氧基。

[0299] 具有亚烷基氧基的多官能(甲基)丙烯酸酯系化合物可以是具有包含多个亚烷基氧基的聚亚烷基氧基的多官能(甲基)丙烯酸酯系化合物。

[0300] 多官能(甲基)丙烯酸酯系化合物具有亚烷基氧基的情况下,一分子中的亚烷基氧基的数量优选为2个以上30个以下、更优选为2个以上20个以下、进一步优选为3个以上10个以下、更进一步优选为3个以上5个以下。

[0301] 多官能(甲基)丙烯酸酯系化合物具有亚烷基氧基的情况下,优选具有双酚结构。由此,具有固化物的耐热性提高的倾向。作为双酚结构,可以举出例如双酚A结构和双酚F结构,其中,优选双酚A结构。

[0302] 作为具有亚烷基氧基的多官能(甲基)丙烯酸酯化合物,其中,优选乙氧基化双酚A型二(甲基)丙烯酸酯、丙氧基化双酚A型二(甲基)丙烯酸酯和丙氧基化乙氧基化双酚A型二(甲基)丙烯酸酯,更优选乙氧基化双酚A型二(甲基)丙烯酸酯。

[0303] 另外,电离射线固化性化合物可以为单体,可以为低聚物,可以为低分子量的聚合物,也可以为这些物质的混合物。

[0304] 如上所述,热固性树脂组合物和电离射线固化性树脂组合物优选包含硫醇化合物。

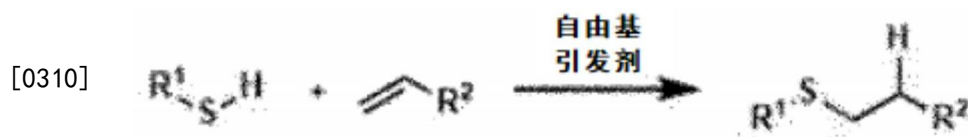
[0305] 硫醇化合物是具有一个以上R-SH所示的单元(R为有机基团)的化合物。本说明书中,将具有一个R-SH所示的单元的化合物称为单官能硫醇化合物,将具有两个以上R-SH所示的单元的化合物称为多官能硫醇化合物。

[0306] 硫醇化合物可以为单官能硫醇化合物,但从改善量子点含有层的强度的方面出发,优选多官能硫醇化合物。另外,在多官能硫醇化合物中,更优选3官能硫醇化合物或4官能硫醇化合物。

[0307] 硫醇化合物在自由基聚合引发剂的存在下与具有自由基聚合性官能团的化合物发生下式的硫醇-烯反应。硫醇-烯反应能够抑制聚合收缩,因此可缓和在量子点含有层的固化时产生的应力,其结果,容易进一步提高波长转换片的层间密合性,从这方面出发是优选的。另外,从容易改善耐热性的方面出发,优选通过硫醇-烯反应得到的固化物。此外,硫醇化合物的折射率(约1.53)高于多官能(甲基)丙烯酸酯系化合物的折射率(约1.45),因此能够提高调节量子点含有层的折射率自由度。

[0308] 需要说明的是,下述反应是单官能硫醇化合物与具有一个自由基聚合性官能团的化合物的反应例。认为多官能硫醇化合物与具有两个以上自由基聚合性官能团的化合物的反应物容易形成树状高分子结构。并且,在形成了树状高分子结构的情况下,认为量子点含有层的柔软性增加,量子点含有层本身容易发挥出优异的应力松弛性。作为自由基聚合性官能团,可以举出(甲基)丙烯酰基、乙烯基、烯丙基等含烯键式不饱和键的基团。

[0309] [化1]



[0311] [式中, R^1 和 R^2 为有机基团。]

[0312] 作为单官能硫醇化合物的具体例,可以举出己硫醇、1-庚硫醇、1-辛硫醇、1-壬硫醇、1-癸硫醇、3-巯基丙酸、巯基丙酸甲酯、巯基丙酸甲氧基丁酯、巯基丙酸辛酯、巯基丙酸十三烷基酯、3-巯基丙酸2-乙基己酯、3-巯基丙酸正辛酯等。

[0313] 作为多官能硫醇化合物的具体例,可以举出乙二醇双(3-巯基丙酸酯)、二乙二醇双(3-巯基丙酸酯)、四乙二醇双(3-巯基丙酸酯)、1,2-丙二醇双(3-巯基丙酸酯)、二乙二醇双(3-巯基丁酸酯)、1,4-丁二醇双(3-巯基丙酸酯)、1,4-丁二醇双(3-巯基丁酸酯)、1,8-辛二醇双(3-巯基丙酸酯)、1,8-辛二醇双(3-巯基丁酸酯)、己二醇双巯基乙酸酯、三羟甲基丙烷三(3-巯基丙酸酯)、三羟甲基丙烷三(3-巯基丁酸酯)、三羟甲基丙烷三(3-巯基异丁酸酯)、三羟甲基丙烷三(2-巯基异丁酸酯)、三羟甲基丙烷三巯基乙酸酯、三-[(3-巯基丙酰氧基)-乙基]-异氰脲酸酯、三羟甲基乙烷三(3-巯基丁酸酯)、季戊四醇四(3-巯基丙酸酯)、季戊四醇四(3-巯基丁酸酯)、季戊四醇四(3-巯基异丁酸酯)、季戊四醇四(2-巯基异丁酸酯)、二季戊四醇六(3-巯基丙酸酯)、二季戊四醇六(2-巯基丙酸酯)、二季戊四醇六(3-巯基丁酸酯)、二季戊四醇六(3-巯基异丁酸酯)、二季戊四醇六(2-巯基异丁酸酯)、季戊四醇四巯基乙酸酯、二季戊四醇六巯基乙酸酯等。

[0314] 电离射线固化性树脂组合物(或热固性树脂树脂组合物)中,电离射线固化性化合物(或热固性树脂)与硫醇化合物的质量比优选为80:20~35:65、更优选为70:30~40:60。

[0315] 电离射线固化性化合物为紫外线固化性化合物的情况下,电离射线固化性组合物优选包含光聚合引发剂、光聚合促进剂等添加剂。

[0316] 量子点含有层中可以包含内扩散颗粒。

[0317] 内扩散颗粒可以使用有机颗粒和无机颗粒的任一种。作为有机颗粒,可以举出由聚甲基丙烯酸甲酯、丙烯酸-苯乙烯共聚物、三聚氰胺树脂、聚碳酸酯、聚苯乙烯、聚氯乙烯、苯胍胺-三聚氰胺-甲醛缩合物、有机硅树脂、氟系树脂和聚酯等构成的颗粒。作为无机微粒,可以举出由二氧化硅、氧化铝、氧化锆和二氧化钛等构成的微粒。

[0318] 内扩散颗粒的形状可以举出球形、圆盘状、橄榄球状、无定形等形状。另外,内扩散颗粒可以为中空颗粒、多孔颗粒和实心颗粒的任一种。

[0319] 相对于粘结剂树脂100质量份,内扩散颗粒的含量优选为1质量份以上40质量份以下、更优选为3质量份以上30质量份以下。

[0320] 内扩散颗粒的平均粒径优选为1 μ m以上7 μ m以下、更优选为1 μ m以上3 μ m以下。

[0321] 量子点含有层的厚度优选为10 μ m以上200 μ m以下、更优选为20 μ m以上150 μ m以下、进一步优选为30 μ m以上130 μ m以下。

[0322] 量子点含有层的折射率 n_z 优选为1.40以上1.55以下、更优选为1.43以上1.52以下、进一步优选为1.46以上1.50以下。

[0323] 量子点含有层的折射率 n_z 大体被粘结剂树脂的折射率所控制。这是因为,量子点含有层的量子点含量少,并且,即使含有内扩散剂,内扩散剂的粒径也大于光的波长,不会影响层的折射率。

[0324] <与量子点含有层相接的层为有机被覆层D的情况>

[0325] 阻隔膜的与量子点含有层相接的层为有机被覆层D的情况下,例如,可以举出下述(i-1)~(i-4)的实施方式。需要说明的是, n_z 是指量子点含有层的折射率。

[0326] (i-1) $n_D > n_z$, 并且,上述式1所示的 d_1 表示 $x \pm 0.10$ 的范围(其中, x 为3~13的奇数的整数)。

[0327] (i-2) $n_D > n_z$, 并且,上述式1所示的 d_1 表示 $x \pm 0.10$ 的范围(其中, x 为2~12的偶数的整数)。

[0328] (i-3) $n_D < n_z$, 并且,上述式1所示的 d_1 表示 $x \pm 0.10$ 的范围(其中, x 为3~13的奇数的整数)。

[0329] (i-4) $n_D < n_z$, 并且,上述式1所示的 d_1 表示 $x \pm 0.10$ 的范围(其中, x 为2~12的偶数的整数)。

[0330] 在(i-1)~(i-4)的实施方式中,从使阻隔膜的光谱透射光谱的波形在450nm附近具有峰的方面出发,优选(i-1)和(i-4)。另外,从易于满足折射率的大小关系的方面出发,更优选(i-1)。

[0331] 需要说明的是,在(i-1)~(i-4)中,“ $x \pm 0.10$ ”更优选为 $x \pm 0.07$ 、更优选为 $x \pm 0.05$ 、更优选为 $x \pm 0.03$ 、更优选为 $x \pm 0.01$ 。

[0332] 另外,在(i-1)和(i-3)中,式1所示的 d_1 中的“ x ”优选为3~11的奇数的整数、更优选为9~11的奇数的整数。

[0333] 另外,在(i-2)和(i-4)中,式1所示的 d_1 中的“ x ”优选为4~12的偶数的整数、更优选为10~12的偶数的整数。

[0334] 另外,(i-1)~(i-4)的实施方式优选为下述(i-1A)~(i-4A)的实施方式。

[0335] (i-1A) $n_D > n_z$, 并且,上述式1所示的 d_1 表示 $x \sim x+0.10$ 的范围(其中, x 为3~13的奇数的整数)。

[0336] (i-2A) $n_D > n_z$, 并且,上述式1所示的 d_1 表示 $x-0.10 \sim x$ 的范围(其中, x 为2~12的偶数的整数)。

[0337] (i-3A) $n_D < n_z$, 并且,上述式1所示的 d_1 表示 $x-0.10 \sim x$ 的范围(其中, x 为3~13的奇数的整数)。

[0338] (i-4A) $n_D < n_z$, 并且,上述式1所示的 d_1 表示 $x \sim x+0.10$ 的范围(其中, x 为2~12的偶数的整数)。

[0339] (i-1A)~(i-4A)的实施方式由于量子点的劣化而使L2的光量降低,并且,L1的透射率也减少,因此L1和L2的平衡不易破坏,能够进一步抑制色调的变化,从这方面出发是优选的。

[0340] 在(i-1A)~(i-4A)的实施方式中,从使阻隔膜的光谱透射光谱的波形在450nm附近具有峰的方面出发,优选(i-1A)和(i-4A),从易于满足折射率的大小关系的方面出发,更优选(i-1A)。

[0341] 另外,在(i-1A)和(i-4A)中,“ $x \sim x+0.10$ ”更优选为 $x \sim x+0.07$ 、更优选为 $x \sim x+0.05$ 、更优选为 $x \sim x+0.03$ 、更优选为 $x \sim x+0.01$ 。

[0342] 另外,在(i-2A)和(i-3A)中,“ $x-0.10 \sim x$ ”更优选为 $x-0.07 \sim x$ 、更优选为 $x-0.05 \sim x$ 、更优选为 $x-0.03 \sim x$ 、更优选为 $x-0.01 \sim x$ 。

[0343] 另外,在(i-1A)和(i-3A)中,式1所示的 d_1 中的“x”优选为3~11的奇数的整数、更优选为9~11的奇数的整数。

[0344] 另外,在(i-2A)和(i-4A)中,式1所示的 d_1 中的“x”优选为4~12的偶数的整数、更优选为10~12的偶数的整数。

[0345] <与量子点含有层相接的层为底涂层E的情况>

[0346] 阻隔膜的与量子点含有层相接的层为底涂层E的情况下,例如,可以举出下述(ii-1)~(ii-4)的实施方式。需要说明的是, n_z 是指量子点含有层的折射率。

[0347] (ii-1) $n_E > n_z$,并且,上述式2所示的 d_2 表示 $y \pm 0.10$ 的范围(其中,y为5~27的奇数的整数)。

[0348] (ii-2) $n_E > n_z$,并且,上述式2所示的 d_2 表示 $y \pm 0.10$ 的范围(其中,y为4~26的偶数的整数)。

[0349] (ii-3) $n_E < n_z$,并且,上述式2所示的 d_2 表示 $y \pm 0.10$ 的范围(其中,y为5~27的奇数的整数)。

[0350] (ii-4) $n_E < n_z$,并且,上述式2所示的 d_2 表示 $y \pm 0.10$ 的范围(其中,y为4~26的偶数的整数)。

[0351] 在(ii-1)~(ii-4)的实施方式中,从使阻隔膜的光谱透射光谱的波形在450nm附近具有峰的方面出发,优选(ii-1)和(ii-4)。另外,从易于满足折射率的大小关系的方面出发,更优选(ii-1)。

[0352] 需要说明的是,在(ii-1)~(ii-4)中,“ $y \pm 0.10$ ”更优选为 $y \pm 0.07$ 、更优选为 $y \pm 0.05$ 、更优选为 $y \pm 0.03$ 、更优选为 $y \pm 0.01$ 。

[0353] 另外,在(ii-1)和(ii-3)中,式2所示的 d_2 中的“y”优选为5~19的奇数的整数、更优选为9~15的奇数的整数、进一步优选为11~13的奇数的整数。

[0354] 另外,在(ii-2)和(ii-4)中,式2所示的 d_2 中的“y”优选为6~20的偶数的整数、更优选为10~16的偶数的整数、进一步优选为12~14的偶数的整数。

[0355] 另外,(ii-1)~(ii-4)的实施方式优选为下述(ii-1A)~(ii-4A)的实施方式。

[0356] (ii-1A) $n_E > n_z$,并且,上述式2所示的 d_2 表示 $y \sim y+0.10$ 的范围(其中,y为5~27的奇数的整数)。

[0357] (ii-2A) $n_E > n_z$,并且,上述式2所示的 d_2 表示 $y-0.10 \sim y$ 的范围(其中,y为4~26的偶数的整数)。

[0358] (ii-3A) $n_E < n_z$,并且,上述式2所示的 d_2 表示 $y-0.10 \sim y$ 的范围(其中,y为5~27的奇数的整数)。

[0359] (ii-4A) $n_E < n_z$,并且,上述式2所示的 d_2 表示 $y \sim y+0.10$ 的范围(其中,y为4~26的偶数的整数)。

[0360] (ii-1A)~(ii-4A)的实施方式由于量子点的劣化而使L2的光量降低,并且,L1的透射率也减少,因此L1和L2的平衡不易破坏,能够进一步抑制色调的变化,从这方面出发是优选的。

[0361] 在(ii-1A)~(ii-4A)的实施方式中,从使阻隔膜的光谱透射光谱的波形在450nm附近具有峰的方面出发,优选(ii-1A)和(ii-4A),从易于满足折射率的大小关系的方面出发,更优选(ii-1A)。

[0362] 另外,在(ii-1A)和(ii-4A)中,“ $y \sim y+0.10$ ”更优选为 $y \sim y+0.07$ 、更优选为 $y \sim y+0.05$ 、更优选为 $y \sim y+0.03$ 、更优选为 $y \sim y+0.01$ 。

[0363] 另外,在(ii-2A)和(ii-3A)中,“ $y-0.10 \sim y$ ”更优选为 $y-0.07 \sim y$ 、更优选为 $y-0.05 \sim y$ 、更优选为 $y-0.03 \sim y$ 、更优选为 $y-0.01 \sim y$ 。

[0364] 另外,在(ii-1A)和(ii-3A)中,式2所示的 d_2 中的“y”优选为5~19的奇数的整数、更优选为9~15的奇数的整数、更优选为11~13的奇数的整数。

[0365] 另外,在(ii-2A)和(ii-4A)中,式2所示的 d_2 中的“y”优选为6~20的偶数的整数、更优选为10~16的偶数的整数、进一步优选为12~14的偶数的整数。

[0366] [背光源]

[0367] 本发明的背光源具备放出一次光的至少1个光源、与上述光源相邻配置的用于导光或漫射的光学板、和配置于上述光学板的光出射侧的波长转换片,该背光源中,上述波长转换片为上述本发明的波长转换片。

[0368] 作为本发明的背光源300的一例,可以举出图5所示的边光型的背光源301、或图6所示的直下型的背光源302。

[0369] 图5的边光型的背光源301中使用的光学板220是用于引导光源210放出的一次光的光学部件,是所谓的导光板221。导光板221例如由按照使至少一个面为光入射面、与其大致正交的一个面为光出射面的方式成型的大致平板状的形状构成。

[0370] 导光板主要由选自聚甲基丙烯酸甲酯等高透明树脂中的基体树脂构成。导光板可以根据需要添加有折射率与基体树脂不同的树脂颗粒。导光板的各面可以为复杂的表面形状而不是一样的平面,也可以设有点图案等。

[0371] 图6的直下型的背光源302中使用的光学板220是具有用于使光源210的图案难以看到的光漫射性的光学部件(光漫射板222)。作为光漫射板222,可以举出例如厚度1mm以上3mm以下左右的乳白色的树脂板。

[0372] 在边光型和直下型的背光源中,除了上述光源、光学板和阻隔膜以外,也可以根据目的具备选自反射板、光漫射膜、棱镜片、亮度增强膜(BEF)和反射型偏振膜(DBEF)等中的一种以上的部件。

[0373] 反射板配置于光学板的与光出射面侧相反的一侧。光漫射膜、棱镜片、亮度增强膜和反射型偏振膜配置于光学板的光出射面侧。通过为具备选自反射板、光漫射膜、棱镜片、亮度增强膜和反射型偏振膜等中的一种以上部件的构成,能够制成正面亮度、可视角等的平衡优异的背光源。

[0374] 在边光型和直下型的背光源中,光源210为放出一次光的发光体,优选使用放出与蓝色对应的波长的一次光的发光体。与蓝色对应的波长的一次光的峰值波长优选为380nm以上480nm以下的范围。峰值波长的范围更优选为 $450\text{nm} \pm 7\text{nm}$ 、更优选为 $450\text{nm} \pm 5\text{nm}$ 、更优选为 $450\text{nm} \pm 3\text{nm}$ 、更优选为 $450\text{nm} \pm 1\text{nm}$ 。

[0375] 作为光源210,从设置背光源的装置能够简单化和小型化的方面出发,优选为LED光源,更优选为蓝色单色的LED光源。光源210至少为1个,从放出充分的一次光的方面出发,优选为2个以上。

[0376] 关于国际照明委员会(CIE)的 Y_{xy} 色度系统,包含波长转换片的背光源在下述高温高湿试验前后的x值之差(Δx)和y值之差(Δy)均优选为0.020以下,均更优选为0.010以

下。通过使 Δx 和 Δy 为 0.020 以下,能够抑制色调的变化。

[0377] 高温高湿试验:在 60℃、相对湿度 90% 的气氛中暴露 1000 小时的试验

[0378] 需要说明的是,关于高温高湿试验后的 x 值和 y 值,将测定用样品从高温高湿试验的环境中取出后,迅速在温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 40% 以上 65% 以下的气氛中进行测定。

[0379] [液晶显示装置]

[0380] 本发明的液晶显示装置是具备背光源和液晶面板的液晶显示装置,其中,上述背光源为上述本发明的背光源。

[0381] 液晶面板没有特别限定,可以使用作为液晶显示装置的液晶面板所通用的液晶面板。例如,可以使用具有利用玻璃板夹住液晶层的上下的一般结构的液晶面板,具体而言,可以使用 TN、STN、VA、IPS 和 OCB 等显示方式的液晶面板。

[0382] 液晶显示装置进一步具备偏振片和滤色器等。偏振片和滤色器可以使用通用的物质。

[0383] 液晶显示装置的显示图像通过从背光源照射的白色光透过滤色器而显示彩色。液晶显示装置通过使用与基于量子点的背光源光谱适合的滤色器,能够实现亮度和效率优异、可生成非常鲜明的颜色的显示器。

[0384] 实施例

[0385] 接着,通过实施例更详细地说明本发明,但本发明不受这些示例的任何限定。需要说明的是,只要不特别声明,则“份”和“%”为质量基准。

[0386] 1. 测定和评价

[0387] 关于实施例和比较例的阻隔膜或波长转换片,进行下述测定和评价。结果示于表 1 或 2 中。

[0388] 1-1. 水蒸气透过率

[0389] 关于实施例和比较例的阻隔膜,测定基于 JIS K7129-2:2019 的水蒸气透过率的值。测定装置使用 MOCON 公司制造的商品名“PERMATRAN”。测定水蒸气透过率时的温度和湿度的条件为 40°C 、相对湿度 90%。另外,在测定水蒸气透过率之前,将测定用的样品在温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 40% 以上 65% 以下的气氛中暴露 30 分钟以上。如此测定的水蒸气透过率是指初期阶段的水蒸气透过率。水蒸气透过率为 $0.20\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{天}$ 以下时为合格水平。

[0390] 1-2. 总光线透射率

[0391] 关于实施例和比较例的阻隔膜,测定了总光线透射率。光入射面为与透光性基材相反一侧的面。测定装置使用雾度计 (HM-150、村上色彩技术研究所制造)。总光线透射率为 85% 以上时为合格水平。

[0392] 需要说明的是,总光线透射率在温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 40% 以上 65% 以下的气氛中进行测定。另外,测定前将样品在上述气氛中暴露 30 分钟以上。如此测定的总光线透射率是指初期阶段的总光线透射率。

[0393] 1-3. b^* 值

[0394] 关于实施例和比较例的阻隔膜,测定 $L^*a^*b^*$ 色度系统的 b^* 值 (透过的 b^* 值)。光入射面为与透光性基材相反一侧的面。测定装置使用日本分光公司制造的分光光度计 (商品名: V670)。 b^* 值为 1.0 以下时为合格水平。

[0395] 需要说明的是, b^* 值在温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 40% 以上 65% 以下的气氛中进行

测定。另外,测定前将样品在上述气氛中暴露30分钟以上。如此测定的 b^* 值是指初期阶段的 b^* 值。

[0396] 1-4. 光谱透射率

[0397] 关于实施例1和比较例1的阻隔膜,将与透光性基材相反一侧的面作为光入射面,测定波长380nm以上780nm以下的光谱透射率(测定波长间隔:1nm)。测定装置使用日本分光公司制造的分光光度计(商品名:V670),使用下述部件作为附属单元等。

[0398] • 附属单元:积分球单元(日本分光株式会社制造、产品编号:ISN-723)

[0399] • 光源:氙灯(190nm~350nm)、卤素灯(330nm~2700nm)

[0400] • 测定光斑直径:2mm~20mm

[0401] 将实施例1的阻隔膜的光谱透射率示于图7,将比较例1的阻隔膜的光谱透射率示于图8。另外,作为参考例,将从实施例1的阻隔膜除去了底涂层的阻隔膜的光谱透射率示于图9,将从比较例1的阻隔膜除去了底涂层的阻隔膜的光谱透射率示于图10。需要说明的是,图7~图10中,横轴为波长(单位为“nm”),纵轴为透射率(“%”)。

[0402] 需要说明的是,光谱透射率在温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度40%以上65%以下的气氛中进行测定。另外,测定前将样品在上述气氛中暴露30分钟以上。如此测定的光谱透射率是指初期阶段的光谱透射率。

[0403] 1-5. Δx 、 Δy

[0404] <测定用的直下型背光源的准备>

[0405] 拆卸具备直下型背光源的市售的液晶电视机(VIZIO公司制造、PQ65-F1),取下直下型背光源。上述直下型背光源搭载有发光中心波长为450nm、半峰全宽为20nm的直下型的蓝色LED作为光源。另外,在上述光源的光出射侧依次配置有光漫射板、包含量子点含有层的波长转换片、棱镜片和反射偏振片(亮度提高膜、3M公司制造、DBEF(注册商标))。另外,在光源的与光出射侧相反的一侧具备反射片。

[0406] 将上述直下型背光源中的波长转换片变更为实施例和比较例的波长转换片,得到“初期阶段的x值和y值测定用的直下型背光源”。需要说明的是,实施例和比较例的波长转换片在组装到直下型背光源中之前,在温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度40%以上65%以下的气氛中暴露30分钟以上。

[0407] 另外,将上述直下型背光源中的波长转换片变更为实施了高温高湿试验(在 60°C 、相对湿度90%的气氛中暴露1000小时的试验)的实施例和比较例的波长转换片,得到“高温高湿试验后的x值和y值测定用的直下型背光源”。在温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度40%以上65%以下的气氛中迅速地进行将实施了高温高湿试验的实施例和比较例的波长转换片组装到直下型背光源中的操作。

[0408] 并且,关于上述测定用的直下型背光源,在下述测定环境下实施测定。

[0409] <初期阶段的x值和y值>

[0410] 点亮初期阶段的x值和y值测定用的直下型背光源,在暗室环境下,从距离500mm的正面方向测定国际照明委员会(CIE)的Yxy色度系统的x值和y值。测定气氛为温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度40%以上65%以下。另外,测定前将样品在上述气氛中暴露30分钟以上。测定装置使用Topcon Technohouse公司制造的光谱辐射计(商品名:SR-3AR)。

[0411] <高温高湿试验后的x值和y值>

[0412] 点亮高温高湿试验后的x值和y值测定用的直下型背光源,在暗室环境下,从距离500mm的正面方向测定国际照明委员会(CIE)的Yxy色度系统的x值和y值。测定气氛为温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度40%以上65%以下。测定装置使用Topcon Technohouse公司制造的光谱辐射计(商品名:SR-3AR)。

[0413] $\langle \Delta x, \Delta y \rangle$

[0414] 计算出初期阶段的x值与高温高湿试验后的x值之差(Δx)、以及初期阶段的y值与高温高湿试验后的y值之差(Δy)。 Δx 和 Δy 均为0.020以下时为合格水平。

[0415] 2.量子点分散液的制作

[0416] 在按照氧浓度为300ppm以下的方式进行了氮气吹扫的手套箱内,以下述所示的组成比混合量子点和氨基改性硅酮,一边在 90°C 的热水中烫,一边利用磁力搅拌进行4小时搅拌。之后,用孔径为 $0.2\mu\text{m}$ 的聚丙烯制过滤器进行过滤,得到CdSe/ZnS核壳型量子点分散液。

[0417] • 量子点0.9质量份

[0418] (发光峰:540nm、制造编号:748056、SigmaAldrich公司制造)

[0419] • 量子点0.9质量份

[0420] (发光峰:630nm、制造编号:790206、SigmaAldrich公司制造)

[0421] • 氨基改性硅酮99质量份

[0422] (Genesee公司制造、产品编号:GP-344、粘度: $670\text{mPa} \cdot \text{s}$)

[0423] 3.阻隔膜的制作和波长转换片的制作

[0424] [实施例1]

[0425] 通过真空蒸镀法在双向拉伸PET膜(折射率 $n_0:1.636$ 、厚度 $t_0:12\mu\text{m}$)的一个面上蒸镀氧化铝,形成无机氧化物层A(折射率 $n_A:1.77$ 、厚度 $t_A:8\text{nm}$)。

[0426] 接着,通过凹版印刷将下述有机被覆层形成用涂布液涂布至无机氧化物层A上,在 180°C 下加热处理60秒,形成有机被覆层B(折射率 $n_B:1.55$ 、厚度 $t_B:251\text{nm}$)。

[0427] 接着,通过真空蒸镀法在有机被覆层B上蒸镀氧化铝,形成无机氧化物层C(折射率 $n_C:1.77$ 、厚度 $t_C:8\text{nm}$)。

[0428] 接着,通过凹版印刷将下述有机被覆层形成用涂布液涂布至无机氧化物层C上,在 180°C 下加热处理60秒,形成有机被覆层D(折射率 $n_D:1.55$ 、厚度 $t_D:251\text{nm}$)。

[0429] 接着,通过凹版印刷将下述底涂层形成用涂布液涂布至有机被覆层D上,在 80°C 下加热处理60秒,形成底涂层E(折射率 $n_E:1.575$ 、厚度 $t_E:143\text{nm}$),得到实施例1的阻隔膜。需要说明的是,制作2个同一构成的阻隔膜。

[0430] $\langle$ 有机被覆层形成用涂布液的制备 $\rangle$

[0431] 一边以达到 10°C 的方式进行冷却,一边在混合有水、异丙醇和0.5N盐酸的溶液(pH2.2)中混合四乙氧基硅烷,制备出溶液A。另行制备出混合有皂化值为99%以上的聚乙烯醇、异丙醇的溶液B。将溶液A和溶液B混合,制备出有机被覆层形成用涂布液(固体成分:5质量%)。在有机被覆层形成用涂布液中,四乙氧基硅烷与聚乙烯醇的质量比为29:4。

[0432] $\langle$ 底涂层形成用涂布液 $\rangle$

[0433] • 聚酯聚氨酯多元醇50质量份

[0434] (羟值: 62mgKOH/g 、固体成分20质量%)

[0435] • 硅烷偶联剂1质量份

[0436] (3-环氧丙氧基丙基甲基二甲氧基硅烷)

[0437] • 二氧化硅填料1质量份

[0438] (平均粒径5 μm)

[0439] • 固化剂1质量份

[0440] (1,6-六亚甲基二异氰酸酯、固体成分35%)

[0441] • 溶剂50质量份

[0442] (甲基乙基酮)

[0443] 在上述制作的2个阻隔膜中的一个阻隔膜的底涂层侧的面上涂布下述配方的量子点含有层涂布液并进行干燥,得到形成有电离射线未照射的量子点含有层的层积体A。

[0444] 接着,按照层积体A的电离射线未照射的量子点含有层侧的面与另一阻隔膜的底涂层侧的面相对的方式进行层积,之后照射紫外线,进行量子点含有层的电离射线固化性树脂组合物的固化,得到实施例1的波长转换片。量子点含有层的厚度为100 μm ,折射率为1.48。

[0445] <量子点含有层涂布液>

[0446] • 多官能丙烯酸酯系化合物58.11质量份

[0447] (乙氧基化双酚A二丙烯酸酯:新中村化学工业公司的商品名“ABE-300”)

[0448] • 多官能硫醇化合物38.74质量份

[0449] (季戊四醇四(3-巯基丙酸酯):SC有机化学公司的商品名“PEMP”)

[0450] • 光聚合引发剂0.5质量份

[0451] (IGM Resins B.V.公司的商品名“Omnirad TP0 H”)

[0452] • 上述“2”中制作的量子点分散液 1.61质量份

[0453] • 乙酸 0.79质量份

[0454] • 氧化钛 0.25质量份

[0455] (Chemours公司的商品名“Ti-Pure R-706”:粒径0.36 μm)

[0456] [实施例2~13]

[0457] 将有机被覆层B、有机被覆层D和底涂层E的厚度变更为表1的值,除此以外与实施例1同样地得到实施例2~13的阻隔膜和波长转换片。

[0458] [实施例14]

[0459] 将有机被覆层B和有机被覆层D的厚度变更为表1的值,在有机被覆层D上不形成底涂层E,除此以外与实施例1同样地得到实施例14的阻隔膜和波长转换片。

[0460] [比较例1~3]

[0461] 将有机被覆层B、有机被覆层D和底涂层E的厚度变更为表2的值,除此以外与实施例1同样地得到比较例1~3的阻隔膜和波长转换片。

[0462] [比较例4]

[0463] 在有机被覆层B上形成底涂层E,不形成无机氧化物层C和有机被覆层D,除此以外与实施例1同样地得到比较例4的阻隔膜和波长转换片。

[0464] [比较例5]

[0465] 将无机氧化物层A和无机氧化物层C变更为氧化硅的蒸镀膜(折射率:1.457),将有机被覆层B、有机被覆层D和底涂层E的厚度变更为表2的值,除此以外与实施例1同样地得到

比较例5的阻隔膜和波长转换片。

[0466] [表1]

[0467]

表1	实施例													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
式1的d1	6.92	2.95	4.96	6.92	6.92	8.93	9.00	9.00	10.91	13.00	6.01	12.00	4.96	4.96
	8.92	4.95	6.96	8.92	8.92	10.93	11.00	11.00	12.91	15.00	8.01	14.00	8.96	-
厚度 [nm]	底涂层 E	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143	286	-
	有机被覆层 D	251	107	180	322	180	324	395	253	396	472	436	180	180
	无机氧化物层 C	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	有机被覆层 B	251	107	180	180	322	324	253	395	396	472	436	180	180
	无机氧化物层 A	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
无机氧化物层的材质	AlOx	AlOx	AlOx	AlOx	AlOx	AlOx	AlOx	AlOx	AlOx	AlOx	AlOx	AlOx	AlOx	AlOx
	水蒸气透过率 [g/m ² ·天]	0.10	0.15	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.15	0.15
测定和 评价	总光线透射率 [%]	89.1	89.6	88.4	89.8	89.0	90.1	89.2	89.5	89.1	89.7	89.3	89.5	88.4
	b* 值	-1.2	-1.3	-0.8	0.3	-0.1	0.8	-0.8	-0.7	-0.7	0.7	0.4	0.2	-0.8
	Δx	-0.004	-0.005	-0.006	-0.004	-0.004	-0.004	-0.002	-0.001	-0.002	-0.005	-0.012	-0.002	0.000
	Δy	-0.006	-0.010	-0.008	-0.008	-0.007	-0.010	-0.005	-0.005	-0.004	-0.008	-0.019	-0.020	-0.006

[0468] [表2]

[0469] 表2

[0470]

		比较例				
		1	2	3	4	5
式1的 d1		12.40	0.99	14.00	—	5.00
式2的 d2		14.40	2.99	16.00	—	7.00
厚度 [nm]	底涂层 E	143	143	143	143	143
	有机被覆层 D	500	36	508	—	180
	无机氧化物层 C	15	8	8	—	30
	有机被覆层 B	400	36	508	300	180
	无机氧化物层 A	15	8	8	8	30
无机氧化物层的材质		AlO _x	AlO _x	AlO _x	AlO _x	SiO _x
测定和 评价	水蒸气透过率 [g/m ² ·天]	0.10	0.30	12.00	0.50	0.10
	总光线透射率 [%]	89.7	89.8	89.3	90.1	89.4
	b* 值	0.6	-0.1	0.4	1.6	1.5
	Δx	-0.02	-0.012	-0.166	-0.02	-0.008
	Δy	-0.042	-0.021	-0.293	-0.040	-0.016

[0471] 由表1的结果可以确认,实施例的阻隔膜在适用于波长转换片时能够抑制色调的变化。特别是,可以确认到:式1所示的d₁和式2所示的d₂在奇数整数附近的实施例1~10、13~14与d₁和d₂在偶数整数附近的实施例11~12相比,能够进一步抑制色调的变化。

[0472] 另一方面,由表2的结果可以确认,比较例的阻隔膜在适用于波长转换片时无法抑制色调的变化。比较例1的阻隔膜由于式1所示的d₁和式2所示的d₂表示远离整数附近的值,因此无法抑制色调的变化。比较例2的阻隔膜的d₁和d₂在奇数整数的附近,但d₁和d₂的值小(≈有机被覆层B和D等的厚度过薄),因此阻隔性差,无法抑制色调的变化。比较例3的阻隔膜的d₁和d₂在偶数整数的附近,但d₁和d₂的值超过13(≈有机被覆层B和D等的厚度过厚),因此,在高湿环境下有机被覆层B和D过度地溶胀,无法抑制色调的变化。比较例4的阻隔膜由于无机氧化物层仅为1层,因此阻隔性差,无法抑制色调的变化。比较例5的阻隔膜中,无机氧化物层是厚度为30nm二氧化硅的层。为了获得与氧化铝同等的阻隔特性,二氧化硅需要增加厚度,但比较例5的阻隔膜中二氧化硅层的厚度厚至30nm,因此阻隔性充分。但是,由于二氧化硅的厚度厚,因此初期阶段的b*值高。另外,比较例5的阻隔膜中,有机被覆层和底涂层的组成和厚度与实施例3相同,但无机氧化物层是厚度厚的二氧化硅的层,因此二氧化硅的无机氧化物层会对阻隔膜的光谱透射光谱的波形产生影响,与实施例3相比无法抑制色调的变化。

[0473] 另外,由图7和图8的比较可以确认,通过使式2所示的d₂为奇数整数的附近,能够使阻隔膜的光谱透射率在450nm附近显示出峰。另外,由图9和图10的比较可以确认,通过使

式1所示的 d_1 为奇数整数的附近,能够使阻隔膜的光谱透射率在450nm附近显示出峰。

- [0474] 符号说明
- [0475] 10:透光性基材
- [0476] 21:无机氧化物层A
- [0477] 22:无机氧化物层C
- [0478] 31:有机被覆层B
- [0479] 32:有机被覆层D
- [0480] 40:底涂层
- [0481] 50:量子点含有层
- [0482] 100:阻隔膜
- [0483] 100a:阻隔膜
- [0484] 100b:阻隔膜
- [0485] 200:波长转换片
- [0486] 210:光源
- [0487] 220:光学板
- [0488] 221:导光板
- [0489] 222:漫射板
- [0490] 230:反射板
- [0491] 240:棱镜片
- [0492] 300:背光源
- [0493] 301:边光型背光源
- [0494] 302:直下型背光源

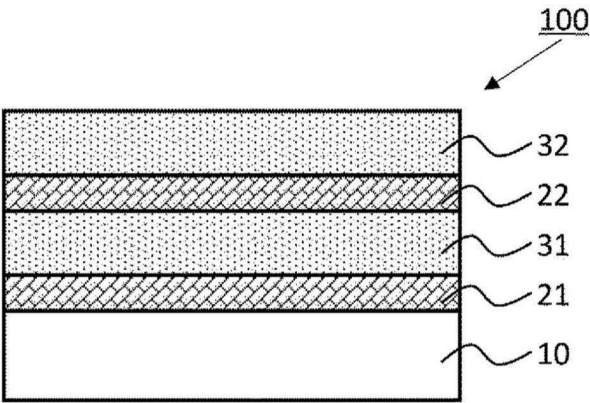


图1

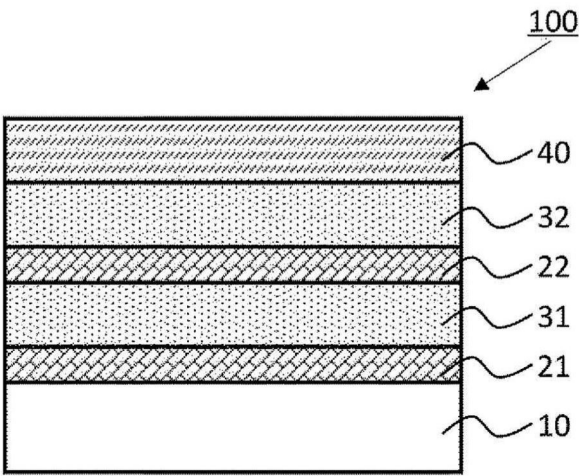


图2

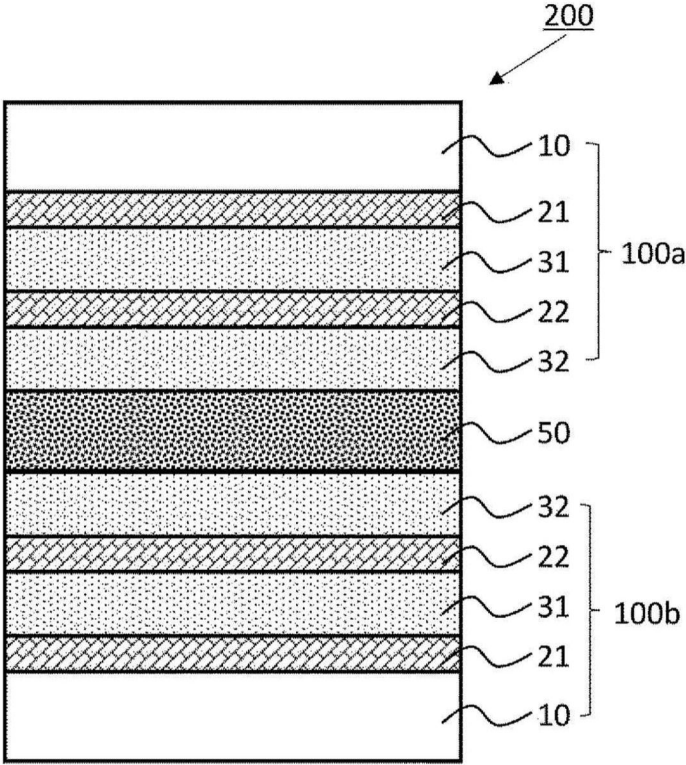


图3

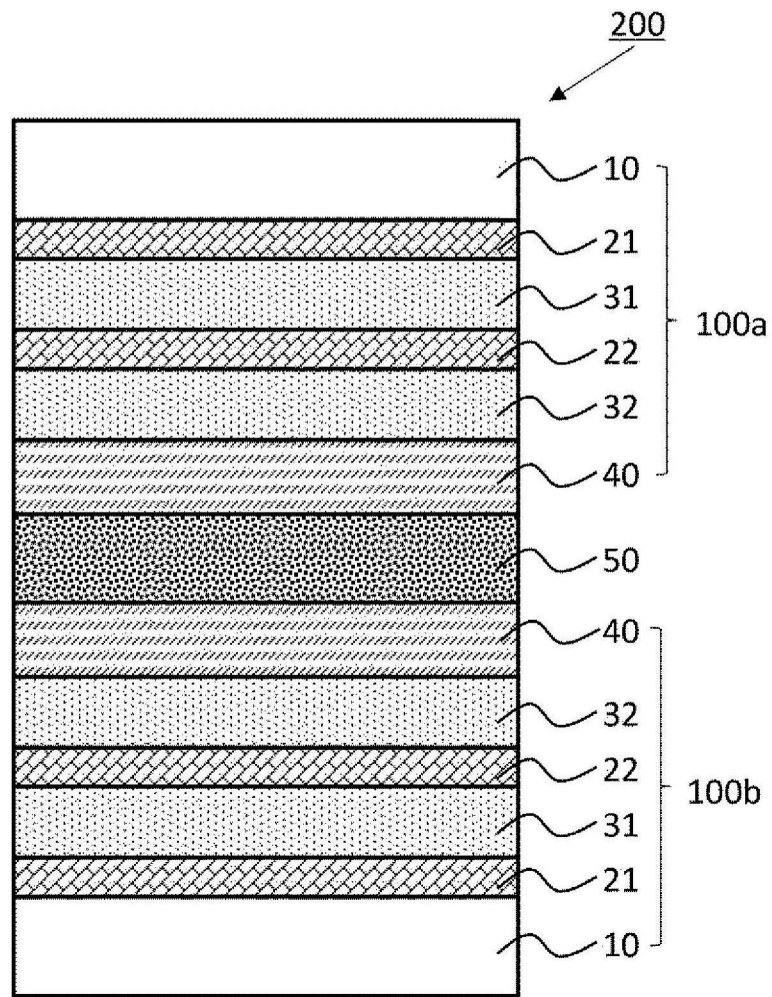


图4

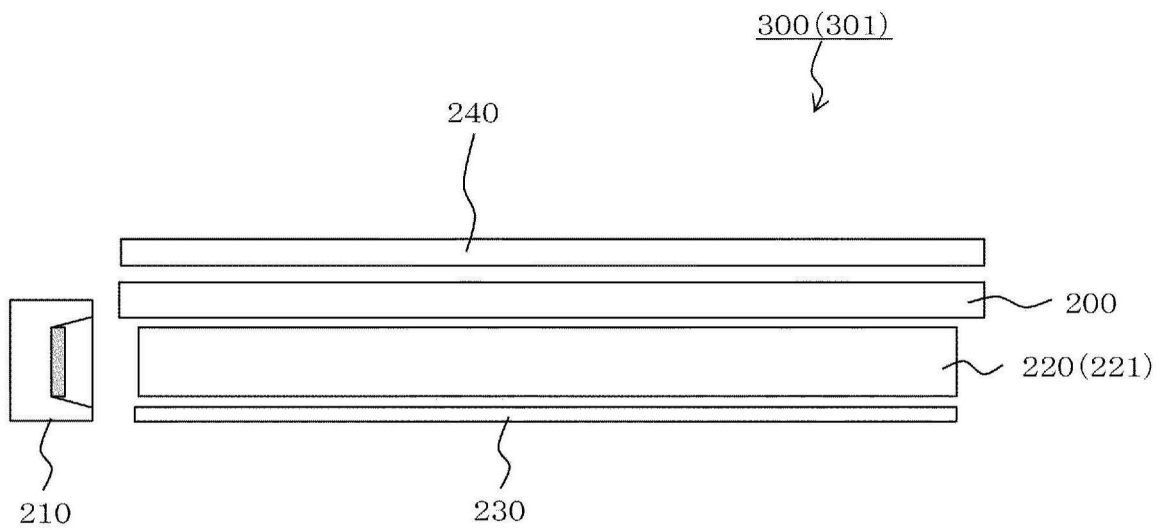


图5

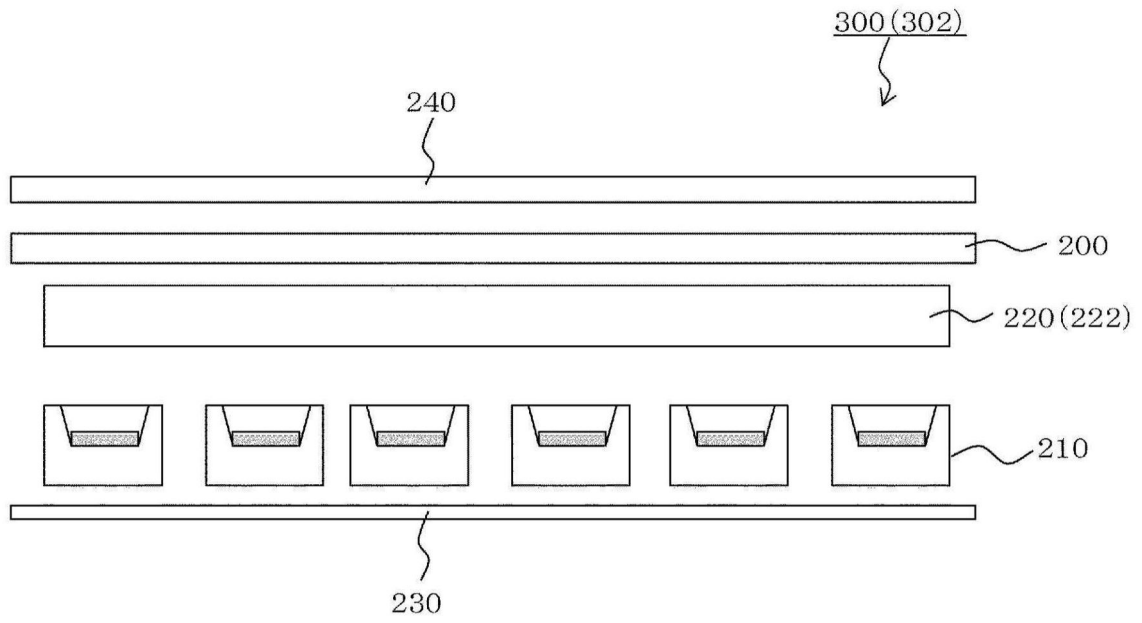


图6

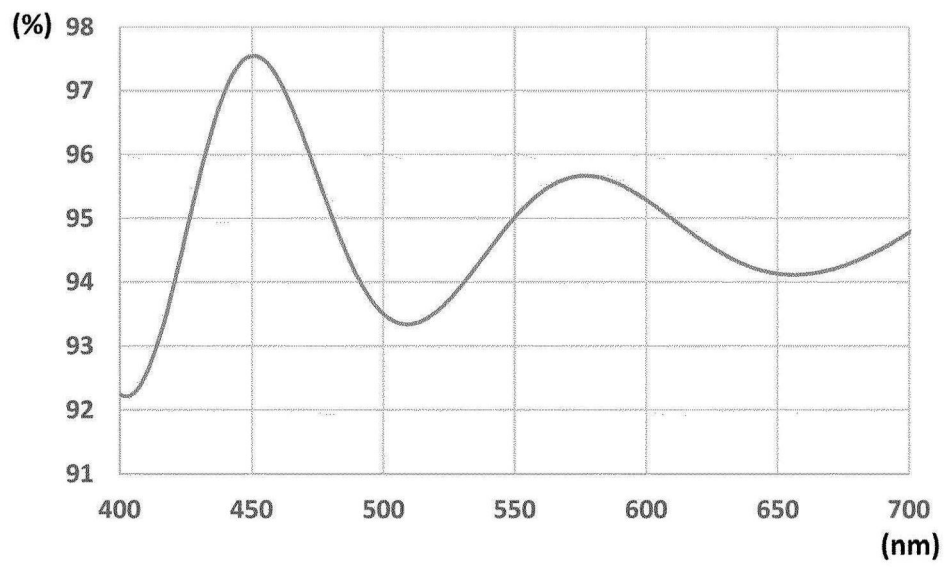


图7

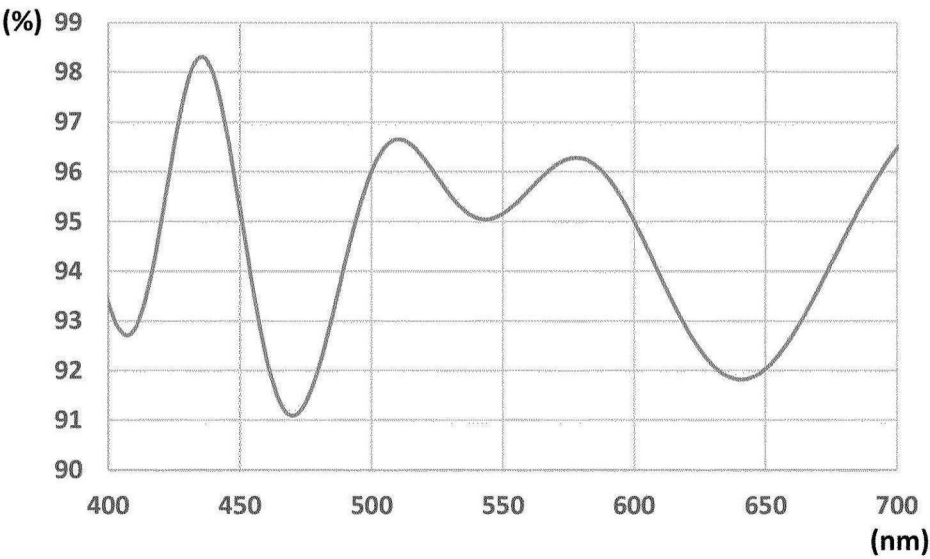


图8

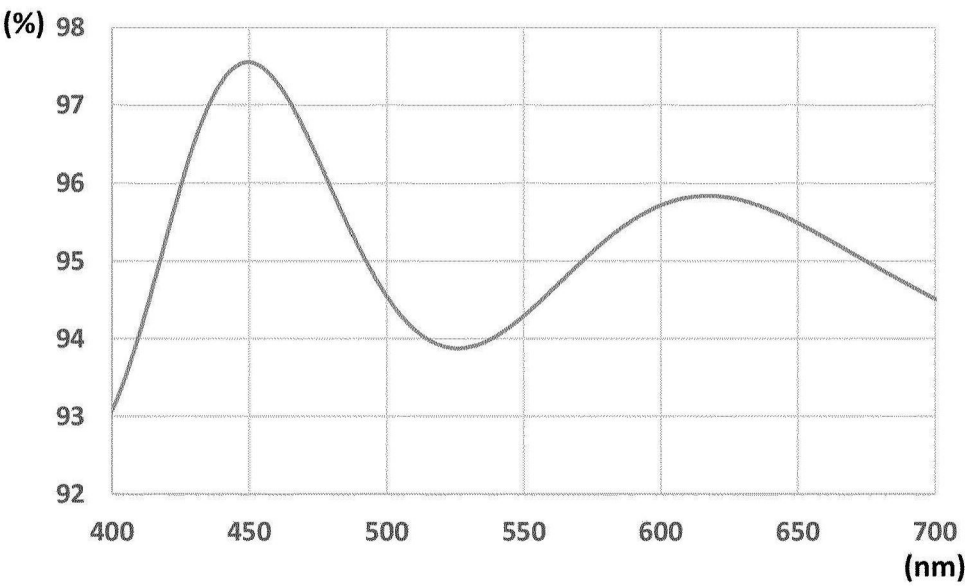


图9

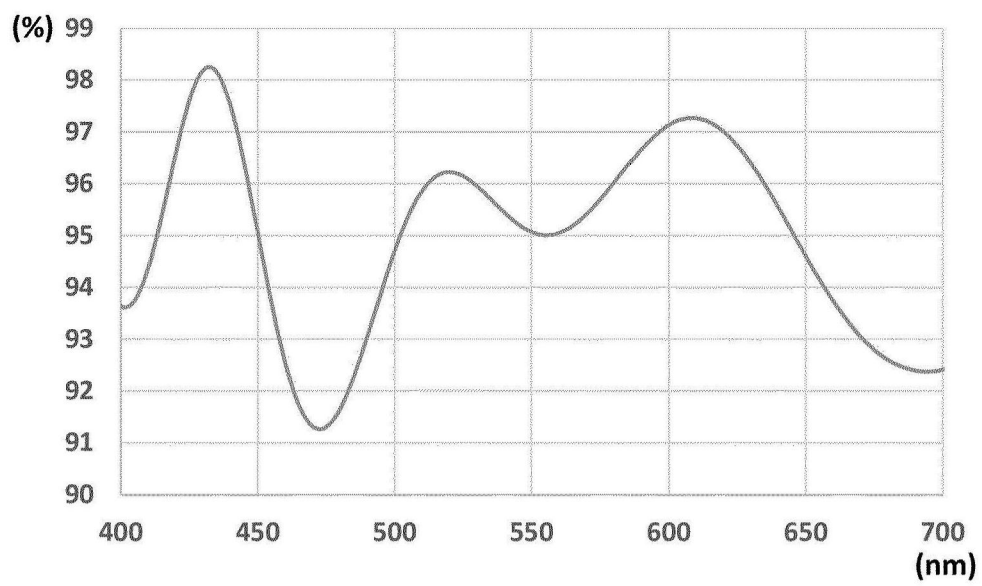


图10